



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC



CONECTIVIDADE E INCLUSÃO DIGITAL PARA SÃO PAULO

## ACESSO, DISPONIBILIDADE E DESEMPENHO DAS PRAÇAS DIGITAIS

RELATÓRIO R2 - VERSÃO 2 - NÍVEIS DE QUALIDADE E ESTABILIDADE  
DA CONEXÃO À REDE E SOBRE O USO, FREQUÊNCIA E ACESSOS ENTRE  
AS LOCALIDADES ATENDIDAS RESULTANTES DA ABERTURA DO SINAL

Prof. Sérgio Amadeu da Silveira, UFABC (coordenador)

Santo André, Fevereiro de 2015.

Prof. Dr. Sérgio Amadeu da Silveira – CECS/UFABC

**Pesquisadores Principais**

Prof. Dr. Claudio Luis de Camargo Penteadó – CECS/UFABC

Prof. Dr. Carlos Alberto Kamienski – CMCC/UFABC

**Colaboradores**

Waleska Barbosa da Silva

Juliano Ratusznei

Geovani Anacleto da Silva

Nilton Queiroz Pinheiro

Raul Iago Ataíde de Souza Melo

Paulo Roberto Elias de Souza

Renata Faleiros Camargo Moreno

Ariane de Andrade Quinalha

Vanessa Cristina do Nascimento

Gustavo Frazato Mabríce

Henrique Vander Galdino dos Santos

Isadora Castanhedi

Jonatas Silveira de Souza

Julia Moreno Rosin

Ligia Machiavelli de Lima

Luana Hanaê Gabriel Homma

Lucca Amaral Tori

Rafael Akio de Miranda Pinto

Victor Machado de Franca

Wesley de Oliveira

## Resumo

O programa WiFi Livre SP está sendo desenvolvido pela prefeitura de São Paulo com o objetivo de tornar a Internet mais acessível ao cidadão, disponibilizando sinal WiFi livre e gratuito em praças, parques e outros locais públicos. O projeto “Conectividade e Inclusão Digital para São Paulo” é uma parceria da Universidade Federal do ABC (UFABC) com a Prefeitura de São Paulo que visa estudar os efeitos da Internet, em suas múltiplas dimensões, na vida dos cidadãos e das comunidades atendidas pela política de abertura de sinal de rede sem fio do programa Wi-Fi Livre SP. Esses estudos têm a finalidade de gerar dados para fomentar a implementação e avaliação de uma política pública de acesso gratuito a Internet por meio de rede sem fio. Independente do modelo utilizado para abrir o sinal WiFi à população, sempre haverá a necessidade de mensurar e divulgar métricas de desempenho da rede que demonstram a qualidade e estabilidade da conexão oferecida à Internet. No caso do programa WiFi Livre SP foi adotado o modelo de contratação de empresas para prestação do serviço de conectividade.

Este relatório tem o objetivo de realizar uma avaliação preliminar do serviço prestado pelas empresas operadoras do WiFi Livre SP, revelando informações que poderão ser utilizadas para aprimorar os aspectos técnicos da abertura de sinal WiFi. Os resultados obtidos pelas análises dos dados provenientes das empresas contratadas e do sistema de medição SIMET trazem luz à questões que afetam a Qualidade de Experiência (QoE) de usuários de um serviço que ainda está em fase de implantação, mas que deve ser constantemente monitorado e aprimorado.

Este é a segunda versão do relatório, compreendendo a avaliação dos dados obtidos nos meses de novembro de 2014, dezembro de 2014 e janeiro de 2015. A primeira versão analisou os dados capturados no mês de outubro de 2014.

## Sumário

<b>EQUIPE DE PROJETO</b> .....	<b>1</b>
<b>COORDENADOR</b> .....	<b>1</b>
<b>PESQUISADORES PRINCIPAIS</b> .....	<b>2</b>
<b>COLABORADORES</b> .....	<b>2</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>3</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
3.1. OBJETIVOS.....	11
3.2. EMPRESAS CONTRATADAS.....	12
3.3. PRAÇAS ANALISADAS.....	12
3.4. DADOS E COLETAS.....	13
3.5. MÉTRICAS.....	14
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
4.1. ACESSO DOS USUÁRIOS.....	17
4.2. DISPONIBILIDADE DO SERVIÇO.....	24
4.3. DESEMPENHO DO SERVIÇO.....	29
4.3.1. DESEMPENHO GLOBAL.....	29
4.3.2. DESEMPENHO POR EMPRESA.....	29
4.3.3. DESEMPENHO POR REGIÃO.....	30
4.3.4. DESEMPENHO POR PRAÇA.....	30
4.3.5. TAXA DE ENTRADA VS. NÚMERO DE USUÁRIOS.....	33
4.3.6. LATÊNCIA VS. NÚMERO DE USUÁRIOS.....	39
4.3.7. PERDA DE PACOTES VS. NÚMERO DE USUÁRIOS.....	43
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>
<b>ANEXO A – NÚMERO DE USUÁRIOS CONECTADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>ANEXO B – LATÊNCIA POR NÚMERO DE USUÁRIOS CONECTADOS</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXO C – LATÊNCIA POR % DE USUÁRIOS SOBRE MÁXIMO</b> .....	<b>59</b>
<b>ANEXO D – LATÊNCIA POR SOMA TOTAL DE USUÁRIOS POR DIA</b> .....	<b>64</b>
<b>ANEXO E – PERDA DE PACOTES POR NÚMERO DE USUÁRIOS</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO F – PERDA DE PACOTES POR HORAS DO DIA DAS 15 PRAÇAS</b> .....	<b>74</b>

**ANEXO G – PERDA DE PACOTES PELA PORCENTAGEM DE USO. .... 79**

## 1. Introdução

Em 2014 a Prefeitura de São Paulo iniciou a implantação do programa WiFi Livre SP<sup>1</sup>, desenvolvido com o objetivo de tornar a Internet mais acessível ao cidadão, disponibilizando sinal WiFi livre e gratuito em praças, parques e outros locais públicos. O programa WiFi Livre SP prevê implantar 120 praças digitais, das quais em fevereiro de 2014, o website do programa contabilizava 108 em operação, 12 em implantação e 1 em projeto, atendendo todos os 96 distritos da Capital. Nestas praças digitais o acesso é irrestrito e gratuito a qualquer cidadão, que pode fazer uso da rede por meio de diferentes dispositivos, como notebooks, tablets ou smartphones. O programa tem a coordenação da Secretaria Municipal de Serviços com apoio técnico da PRODAM - Empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação do Município de São Paulo.

O projeto “Conectividade e Inclusão Digital para São Paulo” é uma parceria da Universidade Federal do ABC (UFABC) com a Prefeitura de São Paulo que visa estudar os efeitos da Internet, em suas múltiplas dimensões, na vida dos cidadãos e das comunidades atendidas pela política de abertura de sinal de rede sem fio do programa Wi-Fi Livre SP. Esses estudos têm a finalidade de gerar dados para fomentar a implementação e avaliação de uma política pública de acesso gratuito a Internet por meio de rede sem fio. Os estudos e dados obtidos são importantes ferramentas para a gestão da política de conectividade e inclusão digital, que além de medir os efeitos da política, também permite fazer os ajustes e correções necessárias, condições necessárias para uma maior efetividade e eficácia da ação, como também auxiliar no desenvolvimento de novos projetos voltados para o aprofundamento da inclusão digital e promoção da cidadania.

Existem diferentes modelos de implantação de redes Wi-Fi de acesso gratuito em uma municipalidade, que podem variar de situações onde o poder público é proprietário de toda a infraestrutura de rede ou usa conexões alugadas a modelos onde uma ou várias empresas privadas realizam o serviço mediante um contrato. Independente do modelo utilizado, sempre haverá a necessidade de mensurar e divulgar métricas de desempenho da rede que demonstram a qualidade e estabilidade da conexão oferecida à Internet. No caso do programa WiFi Livre SP foi adotado o modelo de contratação de empresas para prestação do serviço de conectividade.

Este relatório tem o objetivo de realizar uma avaliação dos últimos três meses do serviço prestado pelas empresas operadoras do WiFi Livre SP, revelando informações que poderão ser utilizadas para aprimorar os aspectos técnicos da abertura de sinal WiFi. Foram coletados dados provenientes das empresas e do serviço SIMET<sup>2</sup> durante os meses de novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015 de 82 praças das cinco regiões de São Paulo que fazem parte do programa: Centro, Norte, Sul, Leste e Oeste. As avaliações se concentraram em três aspectos que relevam para o cidadão a qualidade da experiência (QoE) ao utilizar o serviço: acesso, disponibilidade e desempenho. O primeiro contato do usuário com o serviço de conectividade é através da conexão com a rede WiFi. Para avaliar o acesso são apresentados dados sobre o número de usuários conectados em cada praça, comparando-os com o número máximo preestabelecido para ela. As praças devem oferecer serviço contínuo aos usuários com alta disponibilidade. Medir a disponibilidade é importante para garantir que o acesso à Internet proporcionado pelas praças digitais atenda às demandas da população em todos os

---

<sup>1</sup> <http://wifilivre.sp.gov.br>

<sup>2</sup> <http://simet.nic.br>

momentos que forem necessários. Por último, cada praça deve oferecer um serviço compatível com certos parâmetros de qualidade, como taxa de transferência (download) e latência (atraso na transmissão).

Os resultados obtidos pelas análises dos dados provenientes das empresas e do SIMET, inclusive com o cruzamento de ambos, trazem luz a questões que afetam a Qualidade de Experiência (QoE) de usuários de um serviço que ainda está em fase de implantação, mas que deve ser constantemente monitorado e aprimorado. Algumas conclusões importantes são que o número máximo previsto de usuários não está sendo efetivamente imposto como limite, a disponibilidade do serviço ainda não atinge níveis de qualidade desejáveis, existe uma grande disparidade de utilização entre as praças e finalmente que a latência não é afetada pelo número de usuários conectados, apesar de estar mais alta do que o esperado. Além disso, algumas inconsistências foram observadas e devem ser objeto de investigações adicionais para que sejam totalmente esclarecidas, como a diferença de utilização do serviço entre as praças operadas pelas duas empresas, uma disparidade entre as métricas de taxa de entrada da praça e download TCP do SIMET e uma diferença entre as métricas de disponibilidade entre os dados provenientes das empresas e do SIMET.

Este é a segunda versão do relatório, compreendendo a avaliação dos dados obtidos nos meses de novembro de 2014, dezembro de 2014 e janeiro de 2015. A primeira versão analisou os dados capturados no mês de outubro de 2014. Foi possível observar que todas as métricas mostraram melhora expressiva na qualidade do serviço prestado comparando os dois relatórios. No entanto, este documento não irá comparar quantitativamente os dois períodos, uma vez que eles analisam número de meses e de praças diferentes.

Na sequência deste relatório, a seção 2 apresenta o referencial teórico, a seção 3 detalha a metodologia utilizada para realizar as coletas, processamento e análise de dados, a seção 4 apresenta os principais resultados e finalmente a seção 5 apresenta algumas conclusões e caminhos para investigações futuras.

## 2. Referencial Teórico

Sociedades inteligentes em todo o mundo precisam encontrar soluções para as principais tendências que irão mudar o mundo e o modo como vivemos nas próximas décadas. Nesse contexto, uma área de importância especial para o nosso futuro é o desenvolvimento de infraestrutura urbana. Uma análise de *megatendências* globais para a sociedade do futuro baseada em dezenas de projetos de pesquisa e conduzida por governos, agências e especialistas concluiu que até 2020 haverá um grande avanço no modo como a tecnologia pode apropriar-se da inteligência coletiva da sociedade para gerar conexão, colaboração, inovação e vida urbana sustentável (ver projeto Almere Smart City<sup>3</sup>). Conforme Schaffers et. al (2011) a sociedade deveria explorar totalmente o potencial de uma infraestrutura digital inteligente que conecta pessoas, negócios e a vida urbana, suportando inovação colaborativa, consciência coletiva e criação compartilhada de serviços sustentáveis<sup>4</sup>. Dentro dessa perspectiva, a União Europeia está financiando o desenvolvimento de plataformas computacionais dentro da iniciativa Europe 2020 chamado *Collective Awareness Platforms for Sustainability and Social*

---

<sup>3</sup> <http://www.unescap.org/idd/events/2012-Colombo-meeting/2-3-Mr-Seongtak-oh.pdf>

<sup>4</sup> <http://amsterdamsmartcity.com/projects/detail/label/Almere%20Smart%20Society?lang=en>

*Innovation*<sup>5</sup>, que são sistemas TIC para alavancar o “efeito de rede” para criar novas formas de inovação social através da combinação de mídias sociais online abertas e dados e conhecimentos distribuídos advindos de ambientes reais (conhecido como Internet das Coisas, ou Internet of Things).

Cidades Inteligentes desempenham um papel significativo nas sociedades inteligentes uma vez que as cidades são habitadas por mais da metade da população mundial, consomem 80% da energia mundial e são responsáveis por 70% da emissão total de dióxido de carbono (KPMG 2012). Apesar do conceito de cidades inteligentes ter um foco em sustentabilidade, ele possui um escopo mais amplo do que questões de energia. O projeto europeu Smart Cities<sup>6</sup> define Cidade Inteligente como aquela que apresenta bom desempenho em seis características relacionadas com a visão estratégica de futuro: Economia Inteligente, Pessoas Inteligentes, Governança Inteligente, Mobilidade Inteligente, Ambiente Inteligente e Moradia Inteligente (Giffinger et. Al 2007).

Para que os conceitos de sociedades inteligentes e cidades inteligentes sejam implementados e se tornem realidade, existem necessidades mais básicas que devem estar disponíveis a todos os cidadãos em todos os momentos. A principal delas é o acesso à rede livre e irrestrito. Existem vários esforços nesse sentido, alguns que partem do poder público e outros dos próprios cidadãos. Diversas cidades mundiais já estão adotando políticas de abertura de sinal de rede sem fio para acesso à Internet, principalmente pelo uso da tecnologia Wi-Fi, possuindo variações quanto a área de abertura do sinal: Kuala Lumpur/ Malásia (livre nas áreas comerciais), Singapura (livre), Bangkok/ Tailândia (grátis para os cidadãos, financiado pela True Corporation), Bolonha/ Itália (livre por 3 horas diárias), Dublin/ Irlanda (livre na área central), Paris/ França (livre em algumas áreas públicas como parques, bibliotecas, etc), Quebec/ Canadá (livre, financiado comunitariamente), Houston/ EUA (livre no centro e bairros próximos), Miami/ EUA (livre na maior parte da cidade)<sup>7</sup>. Essas redes são frequentemente chamadas de Redes Municipais Sem Fio ou MuniWi-Fi (BAR & PARK 2006).

Nas grandes cidades brasileiras, a infraestrutura de acesso à Internet além de precária, em termos de qualidade e velocidade, está localizada nas regiões centrais e mais abastadas. A periferia muitas vezes não tem acesso a rede, ou quando tem utiliza conexões precárias conhecidas como o “gatonet”, devido à inexistência de acessos comerciais ou mesmo livres. Desta forma, o passo inicial para uma política de inclusão digital passa pela abertura de sinal, principalmente em banda larga de forma a permitir que os cidadãos tenham amplo acesso as diversas possibilidades da cibercultura. Sousa et al (2009: 13) argumentam que a banda larga possui a característica de externalidade de rede: “a cada novo acesso instalado, maior é a utilidade da rede para todos os usuários”. Assim, o efeito social (e econômico) de uma política pública de abertura de sinal é maior que o preço pago por ele, cabendo ao poder público, em parceria com o mercado e com a sociedade civil, desenvolver programas e ações voltados para ampliar o acesso da população à Internet.

---

<sup>5</sup> <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/collective-awareness-platforms>

<sup>6</sup> <http://eu-smartcities.eu>

<sup>7</sup> A lista completa está disponível em: [http://en.wikipedia.org/wiki/Municipal\\_wireless\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Municipal_wireless_network). Acesso em 26/02/2013.

No Brasil podemos destacar os exemplos das cidades de Vitória/ ES, São Vicente/ SP e Pitangueiras/ PR. O projeto Vitória Digital<sup>8</sup> disponibiliza tecnologias que permitem que qualquer cidadão possa acessar a web utilizando recursos de uma rede sem fio (wireless), sem a necessidade de um provedor comercial, com o objetivo de promover à inclusão digital, apoio ao turista e o desenvolvimento econômico. O sinal aberto está disponível em dez áreas da cidade. O projeto São Vicente Digital<sup>9</sup> prevê a disponibilização do acesso a Internet em banda larga sem fio gratuita para todo o cidadão, por meio da tecnologia de wireless. Os objetivos desse projeto é possibilitar a produção de conhecimento e o acesso à informação de maneira descentralizada, contribuir para a geração de emprego e renda e conseqüentemente inclusão social. Inicialmente está previsto a instalação de sete áreas com sinal aberto, para no futuro atingir todo o município. No município de Pitangueiras, no norte do Paraná, foi inaugurado em 2009 o programa de inclusão digital pela abertura de sinal, através de rede sem fio. O sinal aberto atinge toda a área urbana e 80% da zona rural<sup>10</sup>. Os benefícios esperados são: desenvolvimento tecnológico, melhoria na gestão pública, fomento do empreendedorismo, qualificação profissional e a alfabetização digital.

A Google também tem um plano de se tornar um provedor gratuito de acesso sem fio em grandes cidades do mundo. Inicialmente a gigante empresa de TI está desenvolvendo uma experiência na cidade de Mountain View/Califórnia (EUA), sede da empresa. É uma rede sem fio municipal financiada e instalada pela companhia, que abrange toda a área da cidade e está aberta para o uso de todos seus habitantes e visitantes.

Existem movimentos que tentam estimular os cidadãos a abrirem o sinal das suas redes Wi-Fi privadas e assim obter uma maior cobertura de sinal com maior qualidade a um custo menor para o poder público (SCHMIDT e TOWNSEND 2003). O Open Wireless Movement<sup>11</sup> busca um futuro onde em qualquer ambiente urbano do mundo haja várias redes abertas permitindo que diferentes usuários usando diferentes dispositivos possam se conectar automaticamente e onde a população tem uma mentalidade de compartilhamento. Entre os benefícios esperados pelo movimento estão facilitar a inovação, beneficiar o desenvolvimento econômico, possibilitar a introdução de novos serviços, auxiliar a transposição da exclusão digital e auxiliar pessoas em trânsito. Existem também iniciativas que combinam redes Wi-Fi públicas e privadas de sinal aberto formando uma grande rede colaborativa (HERR 2010).

O resultado dos estudos realizados em locais públicos com acesso a Wi-Fi apresentam revelações importantes. Por exemplo, HAMPTON et. al (2010) mostram que o uso da Internet em espaços públicos permite interações sociais mais variadas do que usar outros meios de comunicação como o telefone celular. Eles argumentam que as atividades online em espaços públicos contribuem para uma maior participação em assuntos da esfera pública, como a obtenção de níveis mais altos de engajamento democrático e social.

Existem diferentes modelos de implantação de redes Wi-Fi de acesso gratuito em uma municipalidade, que podem variar de situações onde o poder público é proprietário de toda a infraestrutura de rede ou usa conexões alugadas a modelos onde uma ou várias empresas privadas realizam o serviço mediante um contrato (EVENEPOEL et. al 2012).

---

<sup>8</sup> <http://www.vitoria.es.gov.br/setger.php?pagina=oquee>

<sup>9</sup> <http://svdigital.saovicente.sp.gov.br/projeto.php>

<sup>10</sup> <http://www.fiepr.org.br/cidadedigital/FreeComponent18087content142321.shtml>

<sup>11</sup> <http://openwireless.org>

Independente do modelo utilizado, sempre haverá a necessidade de mensurar e divulgar métricas de desempenho da rede que demonstram a qualidade e estabilidade da conexão oferecida à Internet (HEER et. al 2010) (WEISS & HUANG 2007).

Essa área, conhecida como Qualidade de Serviço (QoS), vem sendo amplamente estudada e utilizada pela comunidade de redes de computadores há várias décadas. É essencial que o poder público da municipalidade tenha controle sobre os níveis de qualidade obtidos a partir da abertura do sinal, para que as políticas e o orçamento possam ser efetivamente usados para gerar qualidade para o cidadão. Existem fatores limitantes, no entanto. O padrão IEEE 802.11, no qual Wi-Fi é baseado, estabelece um serviço de melhor esforço, onde os elementos de rede não garantem níveis específicos de qualidade. A alocação da capacidade de rede é realizada de maneira dinâmica, sob demanda, o que frequentemente torna impossível garantir que todos os usuários tenham o mesmo nível de serviço. A vantagem desse modelo é a sua maior eficiência, comparado com outros modelos que alocam a largura de banda de maneira estática.

Redes Wi-Fi utilizam uma faixa do espectro de frequência que não é alocada para nenhuma finalidade específica e portanto pode ser usada para diferentes finalidades, como equipamentos médicos, eletrodomésticos e diferentes tecnologias de rede. Uma vantagem visível dessa abordagem é a facilidade com que qualquer usuário pode criar a sua própria rede Wi-Fi. Isso está cada vez sendo mais utilizado por usuários de banda larga fixa, que sempre recebem de brinde um ponto de acesso Wi-Fi e criam um rede sem fio residencial. Empresas, estabelecimentos comerciais e as mais diferentes instituições também estão a todo momento criando as suas próprias redes Wi-Fi com muita facilidade. Por outro lado, essa liberdade gera problemas para a garantia de desempenho de uma praça digital, uma vez que podem haver nos arredores uma grande variedade de dispositivos competindo pelo mesmo espectro de frequência e como consequência gerando interferências indesejáveis que prejudicam o desempenho de todos. Além disso, embora existam limites legais para a potência de transmissão que pode ser configurada nos equipamentos, com o objetivo de diminuir a interferência, nem todos os donos de equipamentos respeitam necessariamente essas restrições de boa convivência.

Para escapar dos problemas e garantir níveis adequados de desempenho, o projeto de localização e configuração dos equipamentos deve ser cuidadosamente elaborado e o resultado deve ser constantemente monitorado para que readequações sejam feitas.

Uma grande variedade de métodos podem ser empregados para realizar uma avaliação de desempenho da qualidade do sinal oferecido. Uma rede de computadores é organizada seguindo uma abstração de camadas, onde cada camada adiciona uma nova funcionalidade à camada imediatamente inferior. O padrão mais aceito na comunidade é o modelo OSI da ISO que divide o software e hardware de rede em 7 (sete) camadas (TANENBAUM 2010). O desempenho de uma rede Wi-Fi pode ser avaliado na camada física, camada de rede ou transporte e camada de aplicação.

- a) Camada física: nessa camada é avaliado o nível de transmissão de sinal: nesse nível mede-se a intensidade do sinal, em geral a relação sinal/ruído, que determina a qualidade máxima possível no nível mais ligado à transmissão física através de ondas de rádio. Existem ferramentas de software e/ou hardware específicos para realizar essas mediações, tanto gratuitos quanto comerciais. Algumas abordagens para medir a qualidade são a medição da intensidade do sinal como fator da distância física dos limites da área onde o

acesso deve ser oferecido ou a medição da intensidade do sinal como fator da distância física de um ou mais pontos de acesso Wi-Fi

- b) Camada de rede ou transporte: várias métricas de desempenho podem ser obtidas nessas camadas, como atraso de pacotes, taxa de perda de pacotes, vazão (taxa de recebimento das informações), disponibilidade do acesso (tempo médio que o acesso está disponível) e estabilidade de roteamento. Existem várias ferramentas que podem ser utilizadas, como as bem conhecidas *ping* e *traceroute*, além de ferramentas de gerenciamento de rede que utilizam o protocolo SNMP. Além dessas, podem ser utilizadas diversas outras ferramentas gratuitas e comerciais, como aquelas listadas no site CAIDA<sup>12</sup>.
- c) Camada de aplicação: na camada de aplicação são medidos diretamente os aspectos que definem a Qualidade de Experiência (QoE) do usuário. Por exemplo, em aplicações de transferência de arquivos mede-se o tempo de conclusão e taxa de transferência de dados e em aplicações Web mede-se o tempo de carregamento de página.

### 3. Metodologia

Este projeto visa estudar os efeitos da Internet, em suas múltiplas dimensões, na vida dos cidadãos e das comunidades atendidas pela política de abertura de sinal de rede sem fio Wi-Fi. Esses estudos têm a finalidade de gerar dados para fomentar a implementação e avaliação de uma política pública de acesso gratuito a Internet por meio de rede sem fio. A metodologia utilizada neste relatório tem por objetivo revelar informações que poderão ser utilizadas para aprimorar a abordagem da implementação técnica que baliza o projeto, instalação e operação das praças digitais.

#### 3.1. Objetivos

O principal objetivo deste relatório é revelar informações que poderão ser utilizadas para aprimorar os aspectos técnicos da abertura de sinal, garantindo três aspectos que relevam para o cidadão a qualidade da experiência (QoE) ao utilizar o serviço.

- Acesso: para cada praça foi predeterminado um número máximo de usuários conectados simultaneamente, que foi utilizado na licitação para contratação das empresas, para que elas balizassem a sua oferta técnica. Neste relatório são apresentados dados sobre o número de usuários conectados em cada praça, comparando-os com o número máximo preestabelecido para ela.
- Disponibilidade: as praças devem oferecer o serviço em regime de 24x7, ou seja, vinte e quatro horas por dia nos sete dias da semana. Medir a disponibilidade é importante para garantir que o acesso à Internet proporcionado pelas praças digitais atenda às demandas da população em todos os momentos em que for necessário.
- Desempenho: cada praça deve oferecer um serviço compatível com certos parâmetros de qualidade, como taxa de transferência (download) e atraso (latência). A capacidade dos pontos de acesso sem fio (AP Wi-Fi, ou

---

<sup>12</sup> <http://www.caida.org/tools/>

simplesmente AP) e do enlace de comunicação com a Internet deve ser configurada de tal modo a oferecer uma taxa média de download de 512 Kbps por usuário, a latência média deve ser de no máximo 5 ms e a disponibilidade do serviço deve ser de no mínimo 96%<sup>13</sup>. A avaliação do desempenho das praças compara os valores predeterminados com os observados, além de correlacionar informações fornecidas pelas empresas contratadas e medidas pelo SIMET Box. As métricas de desempenho estão relacionados aos níveis de Qualidade de Serviço (QoS) apresentados pelo serviço.

### 3.2. Empresas Contratadas

Duas empresas estão prestando o serviço de conectividade à Internet do programa WiFi Livre SP: ZIVA e WCS. A ZIVA está responsável pela oferta do serviço nas Zonas Norte, Oeste e Sul e a WCS está responsável pelas zonas Leste e Centro, além do Parque da Independência na Zona Sul<sup>14</sup>. No entanto, o Parque da Independência não está sendo analisado neste relatório porque não havia dados para os três meses considerando, de modo que as cinco regiões podem ser facilmente mapeadas entre as duas empresas. A Tabela 1 resume a relação entre regiões e empresas prestadoras do serviço para facilitar a compreensão dos resultados futuros.

Tabela 1: Empresas e Regiões

Região	Empresa
Centro	WCS
Norte	ZIVA
Sul	ZIVA
Leste	WCS
Oeste	ZIVA

### 3.3. Praças Analisadas

O programa WiFi Livre SP prevê implantar 120 (cento e vinte) praças digitais, das quais em janeiro de 2015, o website do programa contabilizava 108 (cento e oito) em operação, 12 (doze) em implantação e 1 (uma) em projeto. Neste relatório foram incluídas 82 (oitenta e duas) praças, de acordo com a Tabela 2, porque dispunham de informações no período analisado (três meses) tanto das empresas WCS e Ziva quanto do SIMET.

Tabela 2: Praças avaliadas

Região	Número de Praças
Centro	17
Norte	13
Sul	17

<sup>13</sup> <http://e-negocioscidadesp.prefeitura.sp.gov.br/DownloadEdital.aspx?l=A6rub%2fZydmY%3d&e=cGylsaq4A4Q%3d>

<sup>14</sup> <http://wifilivre.sp.gov.br/index.php?exibe=120>

Leste	24
Oeste	11
<b>Total</b>	<b>82</b>

A Tabela 3 mostra a relação de quinze praças que foram escolhidas para serem analisadas individualmente e para as quais foram gerados gráficos específicos. Foram escolhidas três praças em funcionamento de cada região, de maneira aleatória, de acordo com o número de usuários previstos ser alto, médio ou baixo.

Tabela 3: Praças analisadas individualmente

Região	Acessos Previstos		
	Baixa	Média	Alta
Centro	Pátio do Colégio (50 acessos)	Praça da Bandeira (100 acessos)	Mercadão Municipal (250 acessos)
Norte	Praça Vereador Antônio Sampaio (50 acessos)	Praça Dona Mariquinha Sciascia (75 acessos)	Praça Domingos Luís (125 acessos)
Sul	Praça do Largo de Piraporinha (75 acessos)	Parque do Nabuco (100 acessos)	Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (150 acessos)
Leste	Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (50 acessos)	Parque Linear Tiquatira (100 acessos)	Praça Padre Aleixo - do Forró (150 acessos)
Oeste	Praça Elis Regina (75 acessos)	Parque Orlando Villas Bôas (125 acessos)	Praça Benedito Calixto (250 acessos)

### 3.4. Dados e Coletas

Os dados utilizados para gerar os resultados que são apresentados neste relatório provêm de duas fontes distintas.

- SIMET: em todas as praças em operação foi instalado um equipamento para medir a qualidade do serviço oferecido aos usuários, chamado de SIMET (Sistema de Medição de Tráfego Internet)<sup>15</sup>. O SIMET é um software desenvolvido pelo NIC.br<sup>16</sup> e executa testes de desempenho em redes com acesso à Internet. Quando o SIMET é instalado em um Access Point (AP)<sup>17</sup> ele realiza testes automaticamente que ficam disponíveis para consulta. Os dados provenientes do SIMET para as praças podem ser obtidos a partir do próprio website do programa WiFi Livre SP<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> <http://simet.nic.br>

<sup>16</sup> <http://www.nic.br>

<sup>17</sup> Access Point (AP ou Ponto de Acesso, em português) é o equipamento que provê a conexão em uma rede local sem fio que usa a tecnologia WiFi baseada no padrão IEEE 802.11. Popularmente é conhecido como “roteador”, embora realize muitas funções além do roteamento, como o próprio acesso à rede.

<sup>18</sup> <http://wifilivre.sp.gov.br>

- **Empresas:** as empresas contratadas oferecem dados sobre a operação dos serviços de conectividade à Internet de sua responsabilidade, disponibilizando arquivos no formato XML em websites específicos (ZIVA<sup>19</sup> e WCS<sup>20</sup>). A WCS fornece um arquivo XML para cada praça, enquanto a ZIVA fornece apenas um arquivo XML com os dados de todas as praças.

Estes dados são coletados regularmente, a cada dez minutos, em um servidor instalado no Núcleo NUVEM<sup>21</sup> da UFABC. Os dados brutos são armazenados em um servidor de banco de dados MySQL. Os dados analisados neste relatório foram coletados nos meses de novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015, mas para alguns dias não existem informações disponíveis, conforme a Tabela 4 onde é tratada a captura parcial como sendo aquela em que algumas praças ocorre a captura de dados e outras ocorre erro de leitura dos arquivos, portanto uma captura parcial de dados das praças. A tabela de falhas compreende o período de três meses desse relatório. Este relatório deverá ser gerado periodicamente.

Tabela 4: Interrupções nas coletas de dados

Interrupção	Problema
01/11/2014	Captura parcial de dados
27/11/2014	Falha do Programa de captura dos dados
28/11/2014	Falha do Programa de captura dos dados
29/11/2014	Captura parcial de dados
04/12/2014	Falha do Programa de captura dos dados
05/12/2014	Falha do Programa de captura dos dados
06/12/2014	Falha do Programa de captura dos dados
07/12/2014	Falha do Programa de captura dos dados
08/12/2014	Falha do Programa de captura dos dados
09/12/2014	Captura parcial de dados
14/12/2014	Captura parcial de dados
15/12/2014	Captura parcial de dados
22/12/2014	Captura parcial de dados
23/12/2014	Captura parcial de dados
15/01/2014	Captura parcial de dados
23/01/2014	Captura parcial de dados
24/01/2014	Captura parcial de dados

### 3.5. Métricas

<sup>19</sup> <http://dhcp.americanet.com.br/mrtg/getstatus.php?format=xml>

<sup>20</sup> <http://187.62.212.1/prodam/xml>

<sup>21</sup> <http://nuvem.ufabc.edu.br>

As métricas utilizadas para demonstrar a qualidade da experiência do serviço para os usuários se dividem em três categorias, de acordo com os objetivos apresentados na seção 3.1: acesso, disponibilidade e desempenho.

- Usuários conectados: É o número de usuários conectados na praça, obtido através dos arquivos disponibilizados pelas empresas, que são coletados a cada dez minutos. Algumas praças possuem vários APs (Access Points) para atingir a cobertura pré-definida, mas o número de usuários representa a soma de todos os usuários conectados em todos os seus APs.
- Disponibilidade: A disponibilidade é calculada como o percentual de tempo em que o serviço está ativo. Não é possível determinar quando uma praça esteve operando normalmente do ponto de vista do usuário, apenas do ponto de vista dos dados obtidos a partir das empresas e do SIMET. Para a disponibilidade, 100% e 0% representam que a praça esteve disponível todas as vezes ou nenhuma vez respectivamente. Como foram realizadas coletas de dados a cada hora para o período observado, são 24 tentativas de conexão por dia excluindo os dias para os quais não se tem informações. É importante enfatizar que existe a possibilidade de uma praça em alguns momentos estar operando normalmente, mas não haver dados que possam comprovar a disponibilidade do serviço. Estes casos foram considerados como se o serviço não estivesse ativo naquele momento. A disponibilidade foi dividida em duas métricas, para melhor compreender o comportamento do serviço.
  - Disponibilidade Empresa: Representa a disponibilidade de acordo com os dados oferecidos pelas empresas. A cada coleta o serviço foi considerado ativo se a empresa forneceu os arquivos e se a taxa de entrada ou de saída de dados foi superior a zero. Isso indica que, do ponto de vista das empresas, o serviço estava operando por existir tráfego de dados válido.
  - Disponibilidade SIMET: Representa a disponibilidade de acordo com o SIMET Box que está instalado em todas as praças. A cada coleta, o serviço foi considerado ativo se existe valores das métricas proporcionadas pelo SIMET.
- Desempenho: Várias métricas de desempenho são disponibilizadas, tanto pelas empresas quanto pelo SIMET. Neste relatório as seguintes métricas foram analisadas.
  - Taxa de Entrada (empresas): Representa a taxa de informação que está entrando na praça, especificada em bits por segundo (bps). Equivale à taxa agregada de download que está sendo recebido por todos os usuários conectados em todos os APs da praça, medida em bits por segundo e não em bytes por segundo (Bps) como normalmente o download é representado. A taxa de saída também é fornecida pelas empresas, mas não é utilizada neste relatório, porque em geral é menos significativa que a taxa de entrada.
  - Número de usuários (empresas): Informa o número de usuários conectados em todos os APs da praça em cada momento. A informação de conexão também é fornecida por AP, mas não é utilizada neste relatório.
  - Taxa de entrada por usuário (calculada): A taxa de entrada é dividida pelo número de usuários conectados para calcular esta métrica, que representa grosseiramente a taxa média que está sendo disponibilizada para cada usuário, ou então quanto cada usuário está usando em média da capacidade

instalada da rede. É óbvio que devido à própria diferença de utilização, os usuários recebem cada um uma quantidade diferente de informações. Por exemplo, se um usuário estiver realizando um download de um grande arquivo, irá ocupar uma quantidade maior da capacidade instalada da rede do que um usuário que estiver navegando numa página Web.

- Download TCP (SIMET): Informação que representa o quanto um usuário consegue obter da capacidade da rede. O TCP é um protocolo de comunicação usado na Internet para transferências de arquivos (download/upload), emails, navegação Web, etc., que garante que os dados cheguem corretos no destino. As aplicações da Internet que usam o protocolo TCP geram um tráfego correspondente a mais de 95% do total. A taxa de download TCP mede a velocidade de transferência de informação que uma aplicação que usa o TCP consegue obter em uma rede. Ela depende da capacidade instalada da rede e do seu compartilhamento com outros usuários.
- Latência (SIMET): Informa o tempo transcorrido para uma informação (ou seja, um pacote) percorrer o caminho de ida e volta de origem para destino, medida em milissegundos (ms). É importante porque algumas aplicações são muito sensíveis à latência, como Skype e jogos (onde o "lag" atrapalha os jogadores). Quando a latência é alta, interfere também em outras aplicações, como navegação na Web. O ping é um programa universalmente usado na Internet para medir latência e perda de pacotes, tanto que já virou sinônimo do fenômeno que está medindo. Por exemplo, é comum ouvir as pessoas dizendo que o tempo de ping está alto, o que significa que a latência está alta. Todas as medições do SIMET são realizadas para o Ponto de Troca de Tráfego (PTT) mais próximo do usuário. No caso das praças atendidas pelo programa WiFi Livre provavelmente as medições são efetuadas usando o PTT de São Paulo<sup>22</sup>.
- Perda de Pacotes (SIMET): Representa um percentual de pacotes perdidos em relação aos pacotes transmitidos. Todas as informações transmitidas na Internet são divididas em unidades de informação com tamanho máximo de 1500 bytes (12000 bits)<sup>23</sup>, chamadas de pacotes. Cada pacote possui um endereço IP de origem e destino e é encaminhado e roteado individualmente até chegar ao seu destino final. Como o tráfego da Internet ocorre em rajadas devido ao próprio comportamento do usuário e do mecanismo de controle de congestionamento do protocolo TCP, o resultado é que com certa frequência a taxa de chegada de pacotes em um roteador supera a sua capacidade de saída por um período de tempo prolongado. O comportamento padronizado para os roteadores nesses casos é descartar os pacotes excedentes, de modo que existe sempre uma taxa de perda de pacotes não desprezível quando se usa a Internet. Outra causa de perda de pacotes é a própria natureza da transmissão em uma rede sem fio como WiFi onde frequentemente existem fatores que levam à perda das informações que trafegam entre o dispositivo móvel (por exemplo, um smartphone) e o AP.

---

<sup>22</sup> <http://sp.ptt.br>

<sup>23</sup> O tamanho máximo teórico é de 64 KB, mas na prática é utilizado como valor máximo o limite de transmissão das redes locais Ethernet que seguem o padrão IEEE 802.3, de 1500 bytes.

## 4. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia descrita na seção 3, focando nos três aspectos essenciais para qualidade de experiência dos usuários, que são a possibilidade de acesso ao serviço, a disponibilidade do serviço quando o usuário o deseja e o desempenho do serviço.

### 4.1. Acesso dos Usuários

Todas as praças estão sendo planejadas para oferecer acesso a um determinado número de usuários, de acordo com uma estimativa inicial do número potencial de cidadãos que possivelmente seriam usuários do serviço de conectividade oferecido. A Tabela 5 apresenta estatísticas do número de usuários conectados na praça para todo o período de observação, com média, desvio padrão, máximo e mínimo. Além disso, é apresentada a estimativa de número de acessos para cada praça.

É possível observar que o número máximo de acessos está sendo usado apenas como uma estimativa para a capacidade necessária de conexão da praça, mas não está sendo imposta nenhuma restrição à conexão de um número maior de usuários do que o estimado inicialmente. Um exemplo é o Mercado Municipal (a primeira praça da tabela), cujo número máximo de acessos foi estimado em 250, e recebeu na média 250, com um desvio padrão aproximado de 150,60 e o número máximo de 501. Este mesmo comportamento pode ser observado em 26 praças, sendo 10 no Centro e 16 na Zona Leste. Ou seja, o número está sendo excedido somente nas praças servidas pela empresa WCS. Como poderá ser visto nas sessões seguintes, isto significa apenas que a demanda pelo serviço está mais baixa nas praças das zonas Norte, Sul e Oeste. O motivo para este comportamento pode estar relacionado ao tipo da praça, localidade e perfil de usuários que utiliza a conexão do WiFi-Livre SP.

Tabela 5: Acesso de usuários às praças

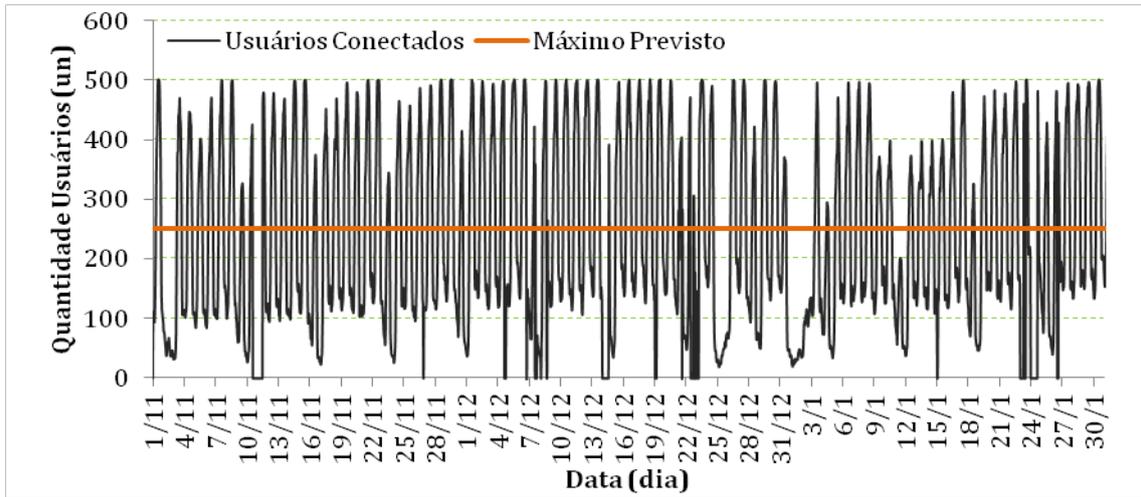
Praça	Região	Acessos	Número de Usuários Observados			
			Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Mercadão Municipal	Centro	250	250	150,60	501	19
Páteo do Colégio		50	24	21,40	101	2
Praça Dom José Gaspar		150	57	63,20	304	1
Praça da Liberdade		250	20	12,49	60	1
Largo do Cambuci		50	43	21,38	97	4
Praça Roosevelt		250	35	20,11	176	4
Praça Dom Orione		50	15	9,81	71	1
Praça Rotary		100	20	14,54	68	1
Largo do Arouche		250	47	23,44	136	4
Praça Ramos de Azevedo		100	70	55,69	200	2
Praça da Bandeira		100	60	36,13	188	5
Largo São Francisco		100	23	17,85	89	1
Largo São Bento		100	79	63,19	200	4
Praça do Patriarca		100	54	46,20	190	1
Centro Cultural São Paulo		250	113	127,91	501	2
Parque da Aclimação		150	42	31,18	163	1
Parque Dom Pedro II		250	72	37,30	204	1
Largo da Matriz	Norte	125	12	13,76	69	0

Largo do Japonês		100	12	8,27	37	0
Parque Domingos Luís		125	4	3,12	26	0
Praça Doutor João Batista Vasques		100	10	6,20	31	0
Praça Lourenço de Bellis		50	8	5,88	31	0
Praça Marco Antonio Primon Maestre		75	10	3,82	23	0
Praça Mariquinha Sciascia		75	12	8,40	35	0
Praça na Rua das Imbirairas		100	17	10,89	59	0
Praça Nossa Senhora dos Prazeres		50	6	4,72	39	0
Praça Oscar da Silva		75	9	7,07	41	0
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino		50	8	4,97	26	0
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		75	8	7,32	49	0
Terminal Casa Verde		100	12	7,53	44	0
Calçadão Cultural do Grajaú		150	11	10,29	80	0
CDC Campo Belo		50	3	2,26	28	0
Largo de Moema		125	18	15,12	100	0
Largo Dona Ana Rosa		75	6	3,91	22	0
Parque do Nabuco		100	6	10,29	74	0
Parque Santo Dias		125	6	8,74	47	0
Praça Alfredo Egydio de Souza Aranha (Parque Lina e Paulo Raia)		75	12	13,40	72	0
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		75	15	10,34	71	0
Praça Dirceu de Castro Fontoura	Sul	75	4	6,63	41	0
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		75	7	5,47	32	0
Praça do Largo de Piraporinha		75	28	15,89	64	0
Praça Escolar		100	7	7,08	38	0
Praça Floriano Peixoto		150	23	24,40	89	0
Praça João Beçola		75	6	6,44	70	0
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		150	12	15,73	86	0
Praça Santa Rita de Cássia		50	4	2,51	16	0
Praça Tuney Arantes		50	2	2,47	21	0
Largo da Concórdia		150	80	53,70	212	3
Largo do Rosário		50	24	18,29	96	2
Parque Chico Mendes		100	20	14,98	84	1
Parque Ecológico da Vila Prudente		125	18	14,35	73	1
Parque Linear Tiquatira		100	17	8,51	43	1
Parque Raul Seixas		100	24	17,64	99	1
Parque Santa Amélia	Leste	100	19	11,31	77	1
Praça Cecília Marques de Araújo		50	8	6,83	40	2
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		50	17	11,72	67	2
Praça Craveiro do Campo		50	41	18,14	101	1
Praça da Estação Vila Mara		50	33	20,52	106	2

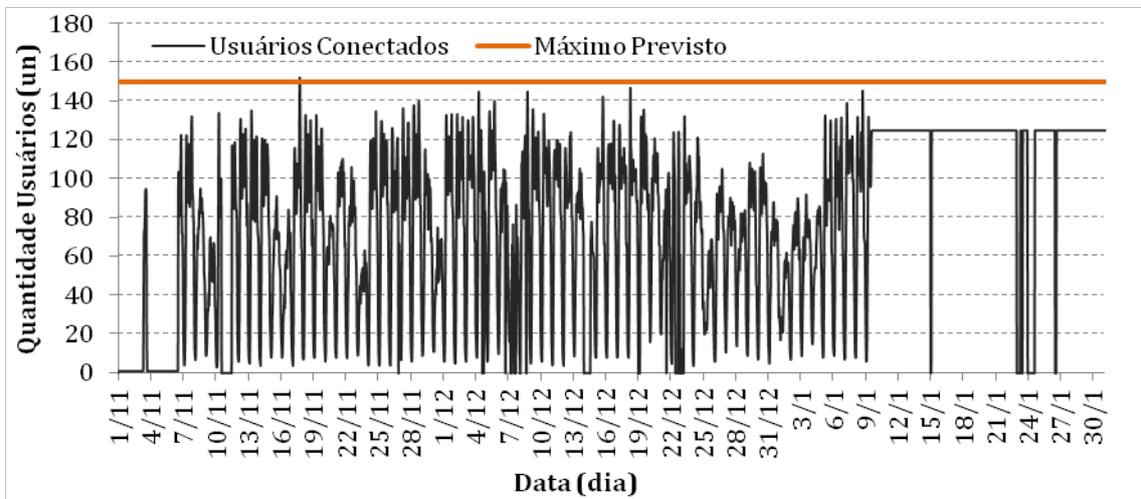
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		50	26	13,25	94	4
Praça do 65 / Pombas Urbanas		150	106	47,49	248	10
Praça General Humberto de Sousa Mello		75	33	17,98	105	0
Praça Jaguamitanga		50	13	9,69	78	1
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		100	18	11,07	56	1
Praça Kantuta		125	14	10,32	85	2
Praça Oslei Francisco Borges		50	55	25,94	102	4
Praça Oswaldo Luís da Silveira		50	16	11,01	60	2
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		150	81	42,46	152	1
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		75	46	24,39	112	2
Praça Sampaio Vidal		50	29	17,55	75	2
Praça São Luis do Curu		50	29	15,71	74	3
Praça Silvio Romero		100	12	8,39	106	1
Parque Alfredo Volpi	Oeste	75	2	3,68	25	0
Parque Orlando Villas Bôas		125	6	5,98	45	0
Praça Arlindo Rossi		100	4	3,33	17	0
Praça Benedito Calixto		250	10	16,09	107	0
Praça Conde Francisco Matarazzo		50	9	5,57	37	0
Praça Cornélia		75	4	4,20	24	0
Praça Elis Regina		75	6	4,92	28	0
Praça Engenheiro Noriwuki Yamamoto		50	4	2,56	14	0
Praça Gen. Porto Carreiro		75	5	4,36	29	0
Praça General Guimarães		50	3	2,49	15	0
Praça Zilda Natel		50	5	3,32	19	0

A Figura 1 mostra o número de usuários conectados a cada hora durante o período de observação, nas praças com número alto de acessos previstos de acordo com a Tabela 3. É possível observar que o Mercado Municipal de São Paulo, no Centro, possui grande utilização medida pelo número de usuários conectados, conforme a Figura 1.a. Em quase todos os dias o número máximo de usuários conectados superou o limite de acessos previstos. Na Zona Leste, a Praça Padre Aleixo (20b) e Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1) (21c) também experimentaram um número maior de usuários conectados do que o seu limite previsto. As praças das zonas Norte, Sul e Oeste tiveram utilização significativamente inferior ao limite de acessos previstos, conforme os demais gráficos no ANEXO A – Número de usuários conectados das 15 praças.

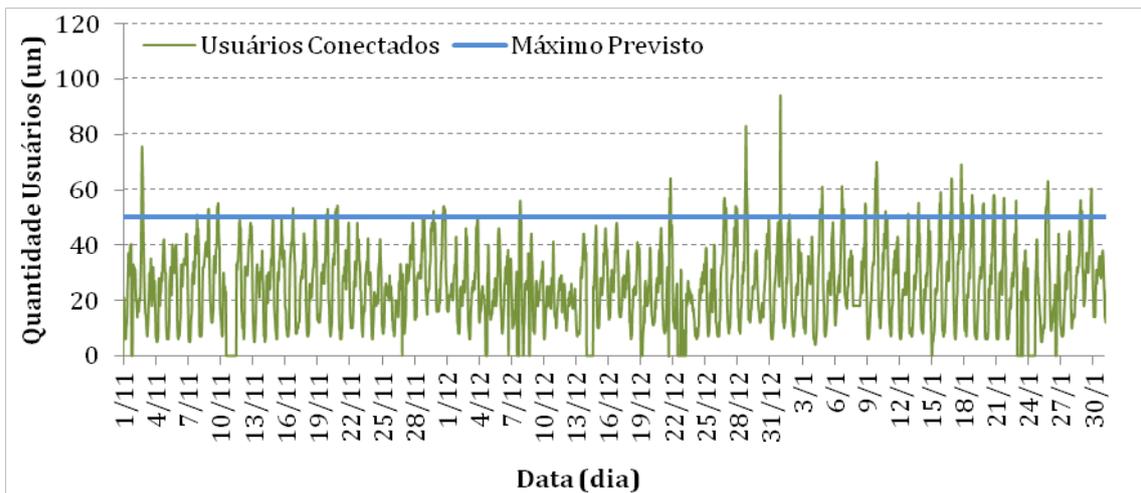
O fato das praças suportarem um número maior de usuários do que o previsto pode representar um fato auspicioso ou não, dependendo de como a rede foi provisionada. De acordo com as especificações de contrato, as praças devem ser capazes de oferecer uma capacidade média de 512 Kbps por usuário. No caso do Centro Cultural São Paulo, por exemplo, isto corresponde a 128 Mbps que devem estar disponíveis para serem compartilhados por todos os usuários. A capacidade efetiva do enlace de comunicação com a Internet, além da capacidade dos APs é que irão determinar o desempenho do agregado de usuários.



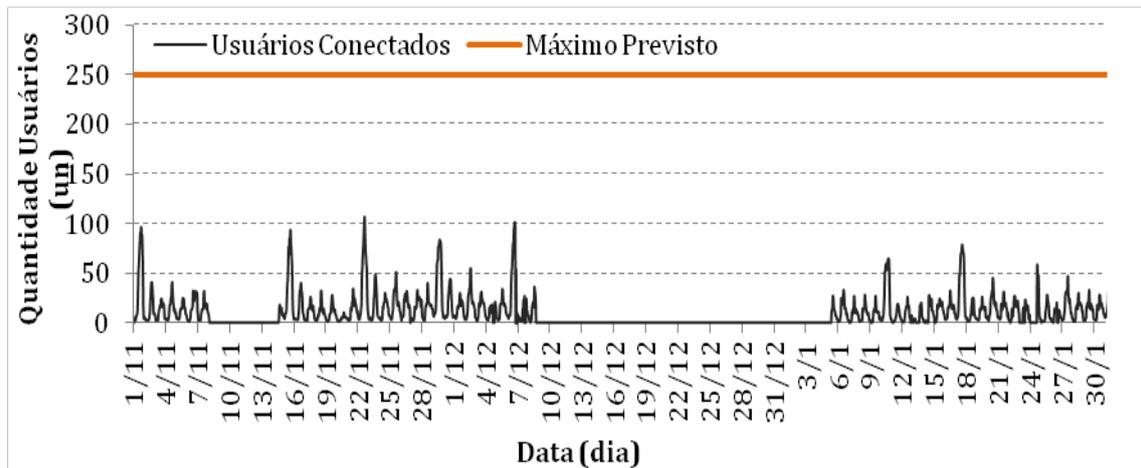
a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Padre Aleixo (Do Forró) (Leste).



c) Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1) (Leste).

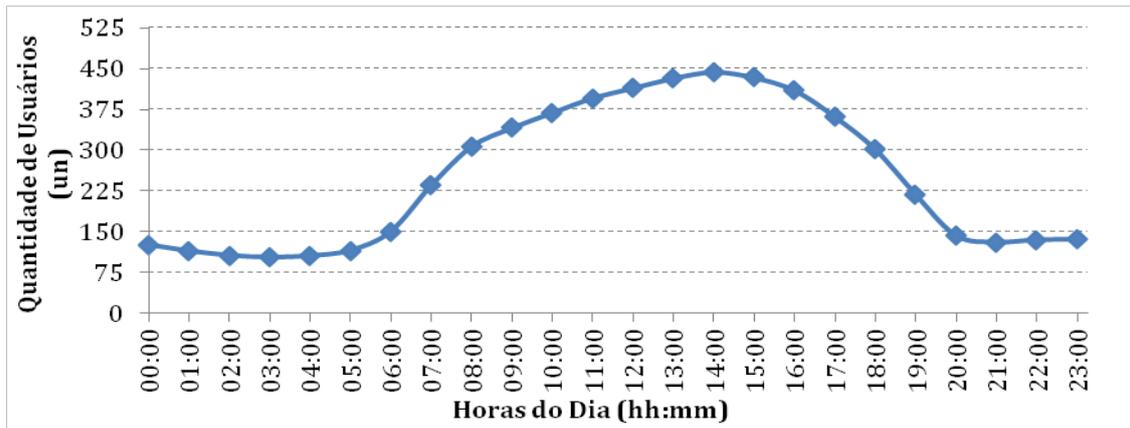


d) Praça Benedito Calixto (Oeste).

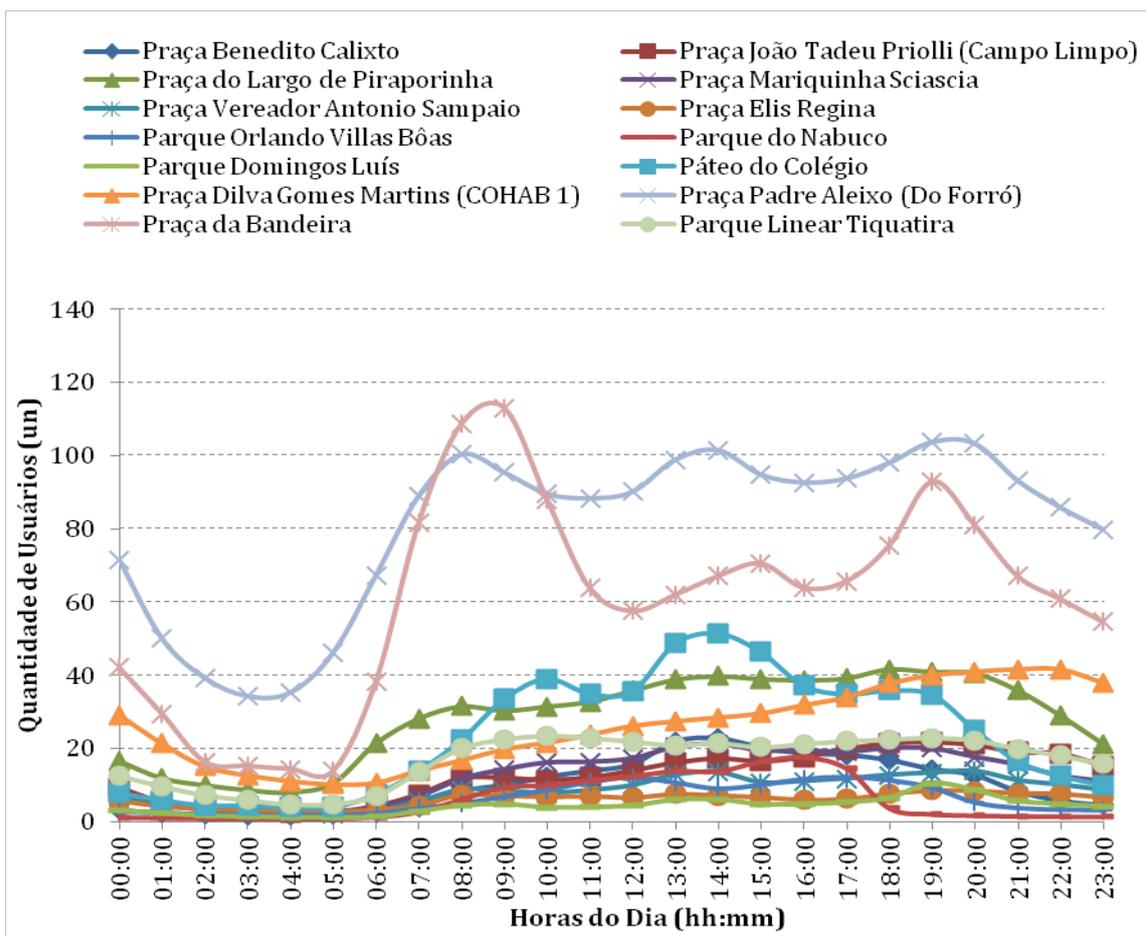
Figura 1 – Número de usuários conectados; a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Padre Aleixo (Do Forró) (Leste); c) Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1) (Leste); d) Praça Benedito Calixto (Oeste).

Na Praça Benedito Calixto (Figura 1.d), é possível observar que o gráfico apresenta um pico de usuários sempre nas datas de sábado (onde houve medição), portanto pode-se classificar o acesso dos usuários como uma praça de final de semana ou de lazer. As praças Mercado Municipal (Figura 1.a), Praça da Bandeira, Pátio do Colégio, Parque Domingos Luis têm o comportamento de praças de comércio, pois a maior quantidade de acessos ocorre em dias úteis e sábados, entretanto aos domingos o acesso de usuários da rede diminui em relação aos demais dias da semana. Nas Praças Mariquinha Sciascia, Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino, João Tadeu Priolli, Parque do Nabuco, Largo do Piraporinha, Parque Linear Tiquatira, Dilva Gomes Martins (COHAB 1) (Figura 1.c), Parque Orlando Villas Bôas e Praça Elis Regina é possível visualizar que sua utilização ocorre em sua totalidade durante a semana e não há peculiaridades sobre elas. Nas Praças João Tadeu Priolli, Parque do Nabuco, Praça Padre Aleixo (Figura 1.b), Praça Benedito Calixto e Praça Elis Regina ocorreu falta de dados de medições em alguns períodos, isso pode ter acontecido por falta de dados, coletas não realizadas nesse período ou até mesmo por ocorrência de dados não atualizados.

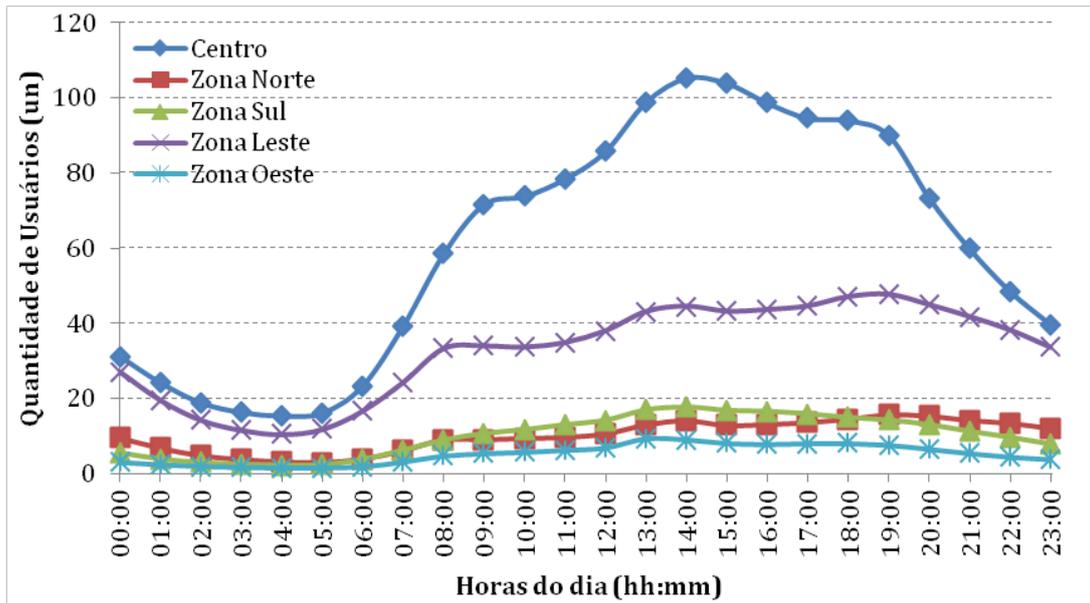
A Figura 2.a e a Figura 2.b mostra a média do número de usuários conectados a cada hora nas praças apresentadas na Tabela 2, que são as praças que representam a região. É possível observar que em todas as praças o comportamento de maior utilização ocorre no horário comercial e a sua menor utilização nas madrugadas.



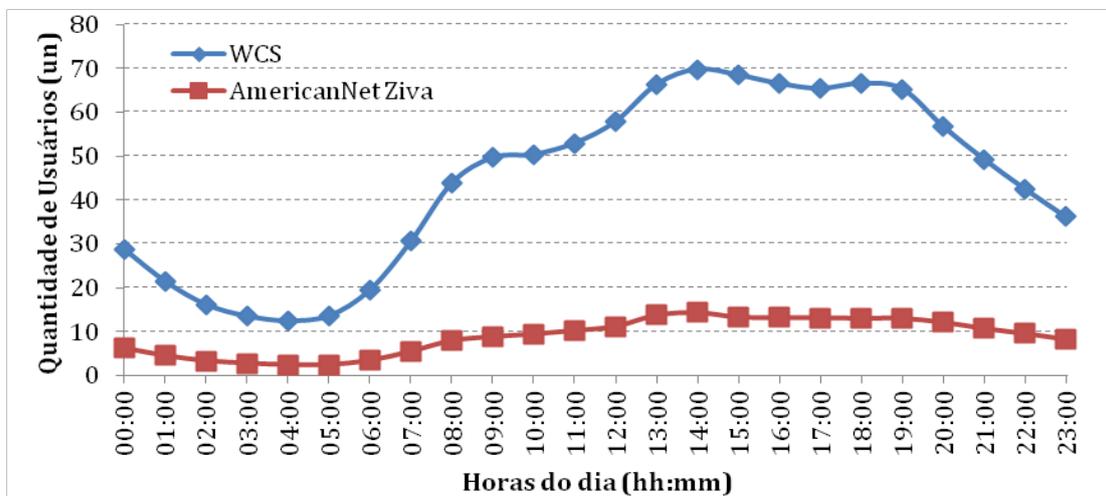
a) Mercado Municipal.



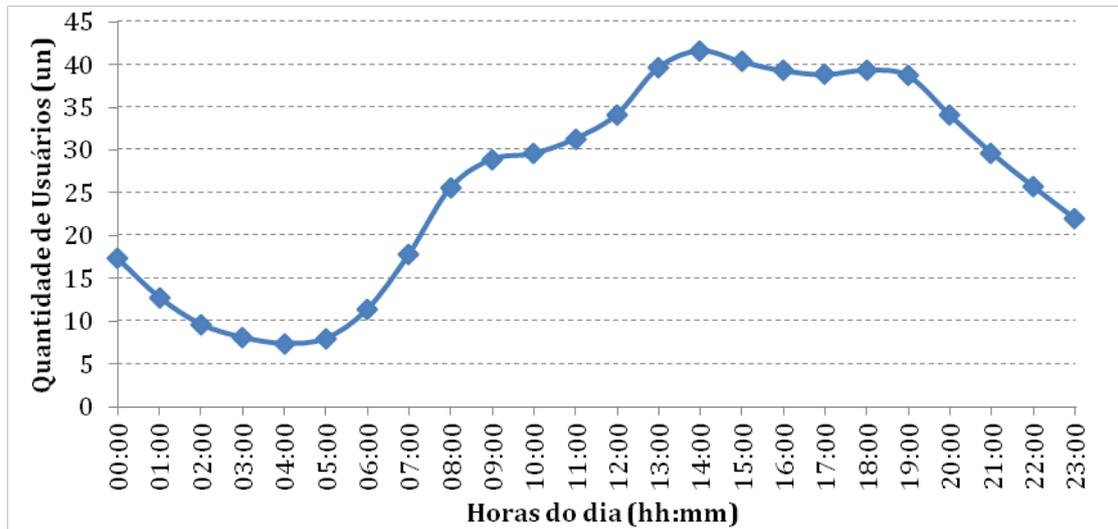
b) Demais Praças.



c) Por Regiões da Cidade.



d) Por Empresa.



e) Por Total de Usuários de toda Cidade

Figura 2 – Número de usuários conectados por horas do dia. a) Mercado Municipal; b) Demais Praças; c) Por Regiões da Cidade; d) Por Empresa; e) Por Total de Usuários da Cidade.

A 23 mostra a média do número de usuários conectados a cada hora nas diferentes regiões da cidade de São Paulo. Os dados desse gráfico são referentes às 82 praças que tiveram dados coletados no período de três meses. Nota-se que há um grande volume de acessos nas regiões do centro e zona leste da cidade de São Paulo isso se deve a uma característica da localidade e/ou uma característica da prestadora de serviço que podemos acompanhar na 23, a qual mostra a quantidade de usuários pelas prestadoras de serviços. Nota-se na 23 uma grande diferença entre as duas companhias em termos de acesso pelos usuários. É possível observar na 24 que o número de usuários tem um comportamento semelhante ao que se espera, ou seja, maior no meio da tarde e menor durante a madrugada.

#### 4.2. Disponibilidade do Serviço

A disponibilidade do serviço, de acordo com as métricas e condições apresentadas na seção 3.5, é atualmente o maior problema que afeta a qualidade de experiência dos serviços para os usuários. A Tabela 6: Disponibilidade do serviço. apresenta a disponibilidade de acordo com os dados fornecidos pelas empresas e pelo SIMET. Em primeiro lugar, é possível observar que nenhuma praça esteve 100% disponível no período observado. Além disso, existe uma grande variação da disponibilidade do ponto de vista das empresas e do SIMET. Em geral a média da disponibilidade esteve em 95% quando são considerados os dados das empresas, mas apenas 66% quando considerados os dados provenientes do SIMET.

É possível observar que para as regiões Centro e Leste a disponibilidade varia de praça para praça, enquanto que para as regiões Norte, Sul e Oeste todas as praças apresentam disponibilidade de aproximadamente 95%. Isto é devido ao fato de Centro e Leste serem de responsabilidade da empresa WCS que fornece arquivos individuais para cada métrica de cada praça, enquanto que Norte, Sul e Oeste serem de responsabilidade da empresa ZIVA que fornece um arquivo único. No entanto, praças de mesma companhia apresentam falhas que podem ter sido gerados por falta de

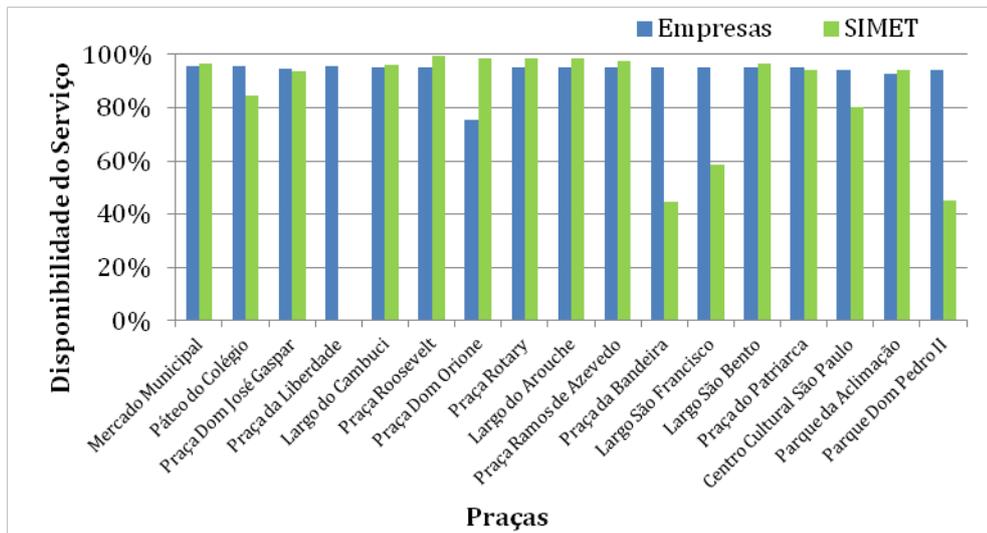
energia, falha dos equipamentos de rede, congestionamento dos enlaces de comunicação, entre outros por se tratar principalmente de um ambiente distribuído e de difícil controle, portanto é de se esperar que ocorram níveis de disponibilidade diferenciados para cada praça.

**Tabela 6: Disponibilidade do serviço.**

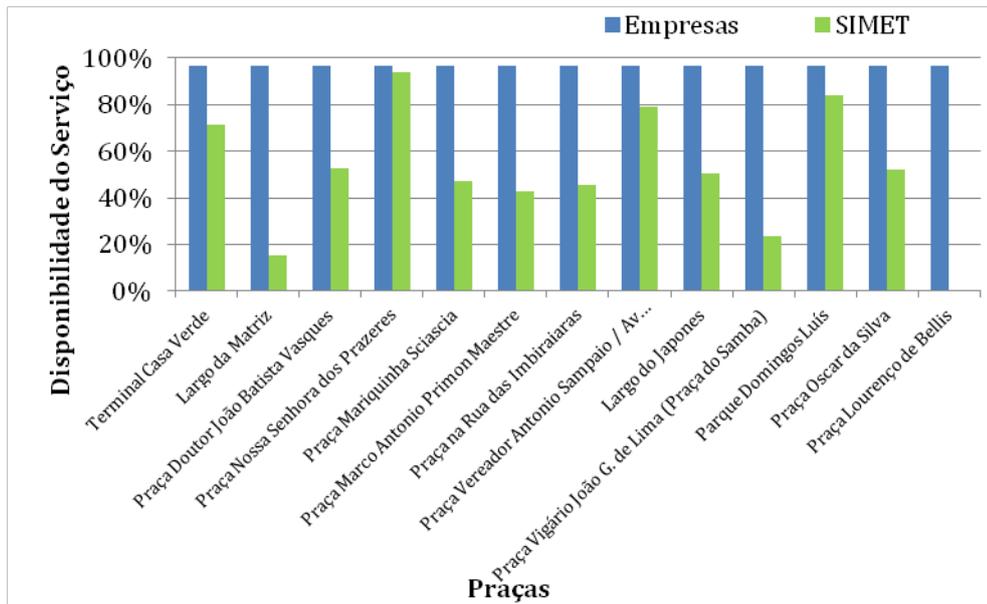
Praça	Região	Disponibilidade do serviço (%)	
		Empresas	SIMET
Mercado Municipal	Centro	95,43	96,56
Pátio do Colégio		95,43	84,69
Praça Dom José Gaspar		94,52	93,93
Praça da Liberdade		95,38	0,00
Largo do Cambuci		95,29	96,06
Praça Roosevelt		95,29	99,32
Praça Dom Orione		75,63	98,55
Praça Rotary		95,24	98,64
Largo do Arouche		95,24	98,37
Praça Ramos de Azevedo		95,20	97,42
Praça da Bandeira		95,24	44,57
Largo São Francisco		95,20	58,47
Largo São Bento		95,20	96,47
Praça do Patriarca		95,11	94,29
Centro Cultural São Paulo		94,16	80,30
Parque da Aclimação		92,84	94,16
Parque Dom Pedro II		94,16	44,97
Terminal Casa Verde		Norte	96,47
Largo da Matriz	96,47		15,22
Praça Doutor João Batista Vasques	96,47		52,85
Praça Nossa Senhora dos Prazeres	96,47		93,89
Praça Mariquinha Sciascia	96,47		47,28
Praça Marco Antonio Primon Maestre	96,47		42,66
Praça na Rua das Imbiraiaras	96,47		45,43
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino	96,47		78,89
Largo do Japones	96,47		50,54
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)	96,47		23,37
Parque Domingos Luís	96,47		83,79
Praça Oscar da Silva	96,47		52,04
Praça Lourenço de Bellis	96,42		0,00
Largo de Moema	Sul		96,47
Largo Dona Ana Rosa		96,47	94,57
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		96,47	51,68
Praça do Largo de Piraporinha		96,47	0,00
Praça Floriano Peixoto		96,47	68,66
Praça Escolar		96,47	68,98
Calçadão Cultural do Grajaú		96,42	38,99
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		96,47	35,78
Praça Dirceu de Castro Fontoura	96,42	37,23	

CDC Campo Belo		96,47	66,30	
Praça Tuney Arantes		96,47	26,09	
Parque Santo Dias		96,47	58,33	
Praça Alfredo Egydio de Souza Aranha (Parque Lina e Paulo Raia)		96,47	42,89	
Parque do Nabuco		96,47	52,08	
Praça Santa Rita de Cássia		96,42	52,08	
Praça João Beizola		96,42	57,93	
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		96,42	80,66	
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)	Leste	95,29	97,64	
Largo da Concórdia		95,34	91,21	
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		95,34	85,78	
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		95,24	86,01	
Praça Silvio Romero		95,34	81,11	
Praça General Humberto de Sousa Mello		94,43	88,86	
Praça do 65 / Pombas Urbanas		94,16	90,40	
Praça Cecília Marques de Araújo		94,16	93,84	
Praça Oswaldo Luís da Silveira		94,16	90,76	
Praça Craveiro do Campo		94,16	96,33	
Parque Santa Amélia		93,16	85,42	
Parque Chico Mendes		94,16	96,74	
Parque Raul Seixas		94,16	76,36	
Parque Linear Tiquatira		74,55	39,67	
Parque Ecológico da Vila Prudente		91,85	90,22	
Praça São Luis do Curu		94,16	97,92	
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		94,11	68,98	
Praça Kantuta		94,02	89,67	
Praça Sampaio Vidal		94,07	90,94	
Praça da Estação Vila Mara		94,07	71,38	
Praça Jaguamitanga		93,98	84,06	
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		93,93	95,97	
Largo do Rosário		93,93	46,74	
Praça Oslei Francisco Borges		92,53	96,38	
Praça Cornélia		Oeste	96,47	9,92
Praça Zilda Natel			95,38	81,66
Praça Benedito Calixto	96,47		92,80	
Praça Conde Francisco Matarazzo	96,47		0,00	
Praça Elis Regina	96,47		60,91	
Praça Engenheiro Noriwuki Yamamoto	96,42		70,02	
Praça Arlindo Rossi	96,47		20,65	
Parque Orlando Villas Bôas	96,47		81,52	
Parque Alfredo Volpi	96,47		52,72	
Praça General Guimarães	96,47		27,58	
Praça Gen. Porto Carreiro	96,47		0,00	

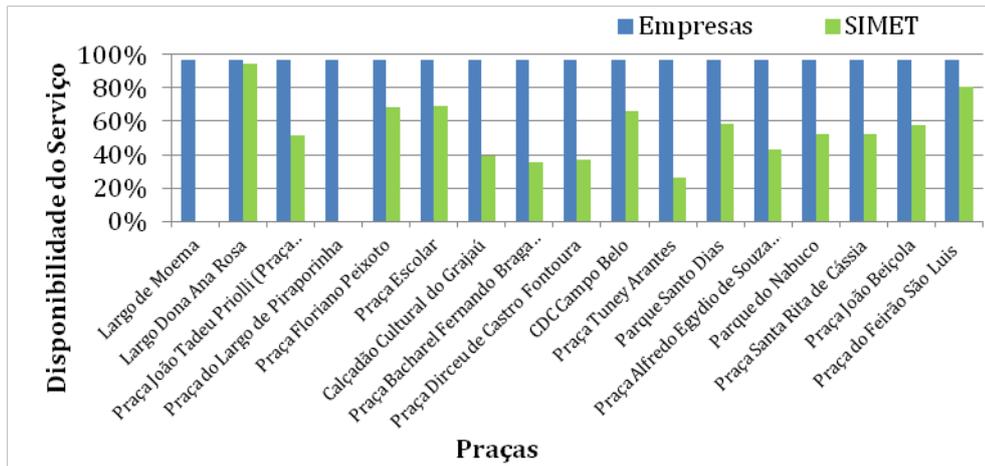
Na Figura 3 é possível observar a disponibilidade das 82 praças analisadas divididas pelas regiões Centro, Zona Norte, Zona Sul, Zona Leste e Zona Oeste da cidade de São Paulo. A disponibilidade medida pelas empresas e pelo SIMET são complementares em alguns casos como a praça Dom Orione (27), onde o valor da disponibilidade do SIMET ultrapassa o valor medido pelas empresas. Podemos considerar que a disponibilidade desta praça é dada pelo valor da maior métrica (SIMET), uma vez que se a praça não estivesse disponível, não haveria resposta às solicitações de transmissão de dados enviadas. Isto ocorre devido a erros nos dados coletados e disponibilizados pelas empresas. Portanto, no caso da praça Don Orione, a disponibilidade é de 98,55%. Esse comportamento se estende por praças da região Central, Leste e Oeste.



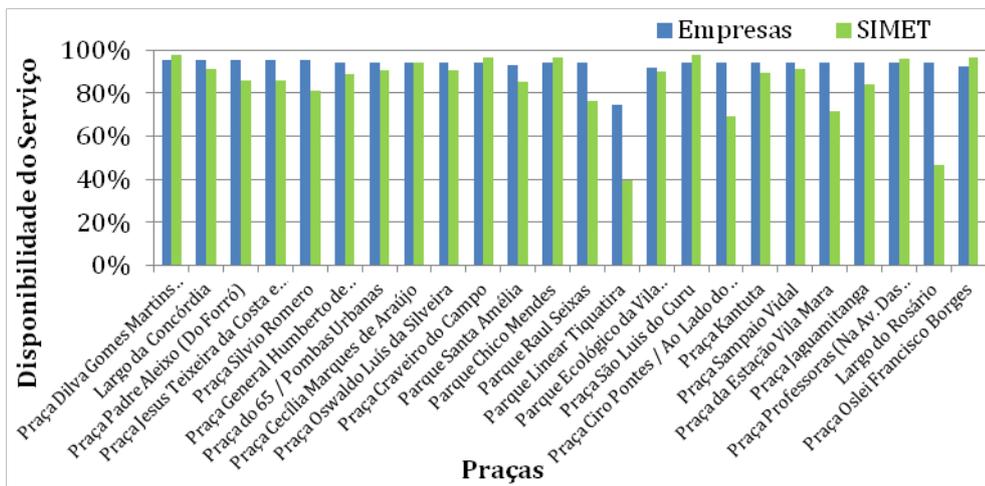
a) Centro



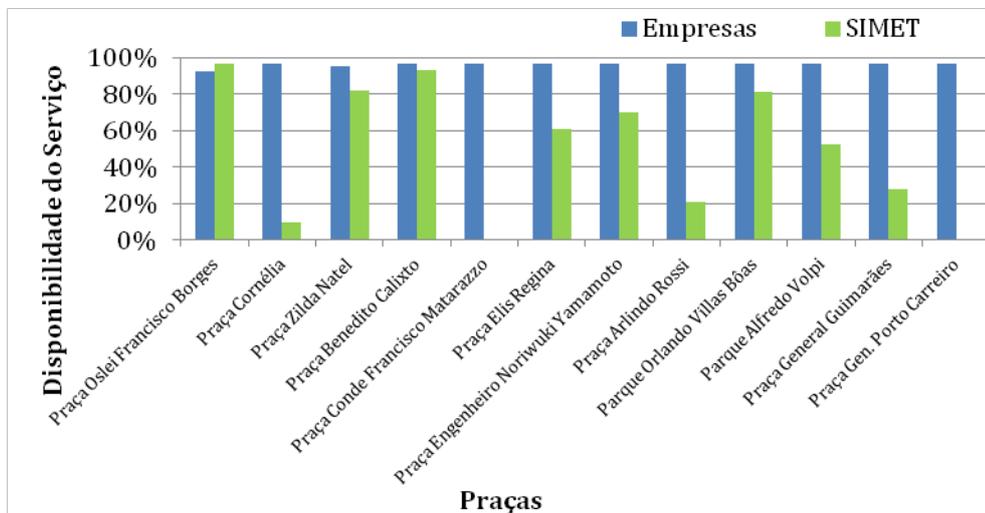
b) Zona Norte.



c) Zona Sul.



d) Zona Leste.



e) Zona Oeste.

Figura 3 – Disponibilidade do Serviço. a) Centro; b) Zona Norte; c) Zona Sul; d) Zona Leste; e) Oeste.

### 4.3. Desempenho do Serviço

Nesta seção são apresentadas as médias do desempenho do serviço de todo o período. Algumas métricas selecionadas são divididas por: praça, região, empresa contratada e global. Além disso, são apresentados gráficos que comparam o número de usuários com a taxa média e com a latência, para compreender se o aumento do número de usuários causa decréscimo significativo do desempenho.

#### 4.3.1. Desempenho Global

A Tabela 7 apresenta dados do desempenho global, quando consideradas todas as 82 praças analisadas. É possível observar que a soma da taxa de entrada média para todos os momentos de coleta de dados (horas) do período de observação foi de 871 Mbps e a média das médias de todas as praças foi de 10,63 Mbps. A soma do número de usuários médio foi de 2.167 e a média de 26. É importante observar que estas informações se referem a todos os períodos do dia, incluindo as horas de menor utilização, como as madrugadas, que diminuem a média. A taxa média por usuário foi de 402 Kbps, enquanto a latência média foi 61,22 ms e o percentual médio de perda de pacotes ficou próximo de 0,01%.

Tabela 7: Desempenho Médio Global

Praça					SIMET		
Taxa Entrada Soma (Mbps)	Taxa Entrada Média (Mbps)	Número Usuários Soma	Número Usuários Média	Entrada / Usuário Média (Mbps)	Download TCP Média (Mbps)	Latência Média (ms)	Perda Pacotes Média (%)
871,91	10,63	2167	26	0,40	15,53	61,22	1,49

#### 4.3.2. Desempenho por Empresa

A Tabela 8 apresenta os mesmos resultados da Tabela 7 individualizados pelas empresas WCS e ZIVA. É possível observar que a WCS, que opera o Centro e Zona Leste, possui uma maior utilização geral, comparada com a ZIVA, tanto em taxa agregada de entrada quanto em número de usuários. A razão para esta disparidade ainda deve ser investigada, mas possivelmente está ligada a um cronograma de implantação diferenciado entre as empresas.

Tabela 8: Desempenho Médio por Empresa

Empresa	Praça					SIMET		
	Taxa Entrada Soma (Mbps)	Taxa Entrada Média (Mbps)	Número Usuários Soma	Número Usuários Média	Entrada / Usuários (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latência (ms)	Perda Pacotes (%)
<b>WCS</b>	739,99	20,11	1805	46	0,43	16,26	60,67	1,10
<b>ZIVA</b>	131,92	2,79	362	8	0,36	15,82	61,10	1,67

### 4.3.3. Desempenho por Região

A Tabela 9 apresenta o desempenho médio para as cinco regiões da cidade entre as quais o serviço de conectividade à Internet foi dividido. Estes resultados basicamente estratificam em um nível adicional os resultados apresentados na Tabela 8, uma vez que existe um mapeamento entre empresas e regiões, conforme a Tabela 1. É possível observar novamente que o Centro e a Zona Leste tiveram maior utilização, comparados com as demais regiões. E estas duas regiões são operadas pela empresa WCS.

Tabela 9: Desempenho por Região

Região	Praça					SIMET		
	Taxa Entrada Soma (Mbps)	Taxa Entrada Média (Mbps)	Número Usuários Soma	Número Usuários Média	Entrada / Usuários (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latência (ms)	Perda Pacotes (%)
Centro	547,41	32,20	1025	60	0,33	16,49	74,41	1,25
Zona Norte	53,72	4,13	131	10	0,43	16,13	80,28	2,83
Zona Sul	57,67	3,39	173	10	0,35	11,75	59,40	1,73
Zona Leste	192,59	8,02	780	33	0,19	16,04	46,93	0,96
Zona Oeste	20,53	1,87	58	5	0,40	17,95	53,53	1,11

### 4.3.4. Desempenho por praça

A Tabela 10 apresenta os resultados de desempenho individuais para todas as 82 praças analisadas. Vários aspectos podem ser observados, entre os quais alguns são destacados com maior ênfase:

- Somente as praças no Centro da cidade de São Paulo respondem por cerca de 63,78% de todo o tráfego de entrada e 47,30% do número total de usuários. As demais regiões correspondem a 37,22% de todo o tráfego de entrada e 52,70% do número total de usuários. Isto demonstra que a utilização das praças do Centro é muito superior às das demais regiões.
- A latência média apresenta grande disparidade entre as praças, que varia de dezenas para centenas de milissegundos. Nenhuma das praças apresenta latência inferior a 5ms. O menor valor de latência encontrado foi o da Praça Cornélia na Zona Oeste, mas com baixa média de usuários.
- As praças Praça da Liberdade, Praça Lourenço de Bellis, Largo de Moema, Praça do Largo de Piraporinha, Praça Conde Francisco Matarazzo e a Praça Gen. Porto Carreiro não apresentam dados para o SIMET, que é compatível também com os resultados apresentados na Tabela 9.
- A perda de pacotes apresenta uma grande variação, por exemplo, de 12,00% na Praça Largo São Francisco para 0% na Praça da Bandeira.
- Algumas praças estão tendo baixa utilização, como algumas praças da Zona Oeste. Isto pode ser observado pela taxa de entrada e número de usuários baixos,

mas taxa de download alcançado pelo SIMET é muito alta. Ou seja, existe capacidade instalada nas praças que não está sendo usada no momento.

- f) Existe uma inconsistência considerável e imprevisível entre as métricas de taxa de entrada da praça e download TCP do SIMET. Uma vez que o SIMET se conecta no AP como se fosse um usuário e para realizar o teste ele envia e recebe pacotes, todo o tráfego gerado na métrica de download TCP deveria estar contabilizado na taxa de entrada. Ou seja, a taxa de entrada média deveria ser sempre superior à taxa de download do TCP. No entanto, uma vistória rápida nas primeiras praças da tabela revela que em muitos casos o download TCP é superior à taxa de entrada, o que na teoria seria impossível. Uma possibilidade é que a taxa média de download esteja sendo elevada excessivamente devido à inexistência de medições em várias coletas que poderiam registrar valores menores e conseqüentemente diminuir a média. Como pode ser observado na Figura 3, a disponibilidade do serviço medida pelo SIMET é significativamente inferior à disponibilidade medida pelas empresas, o que significa que um foi possível obter um número menor de coletas do SIMET do que das empresas.

Tabela 10: Desempenho por Praça

Praça	Região	Praça			SIMET			
		Taxa Entrada (Mbps)	Número Usuários	Entrada/Usuário (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latência (ms)	Perda Pacote (%)	
Mercado Municipal	Centro	265,64	251	1,06	14,75	32,19	0,32	
Páteo do Colégio		2,62	24	0,11	23,59	69,87	0,61	
Praça Dom José Gaspar		39,56	55	0,72	18,69	26,93	0,74	
Praça da Liberdade		5,35	20	0,27				
Largo do Cambuci		11,23	43	0,26	15,56	62,31	0,57	
Praça Roosevelt		5,29	35	0,15	17,31	65,71	2,01	
Praça Dom Orione		2,26	15	0,15	24,03	27,97	0,11	
Praça Rotary		2,75	20	0,14	27,87	31,53	0,29	
Largo do Arouche		16,97	47	0,36	16,86	64,2	0,21	
Praça Ramos de Azevedo		30,36	71	0,43	14,92	82,25	0,12	
Praça da Bandeira		12,08	60	0,20	14,78	80,72	0,14	
Largo São Francisco		0,92	23	0,04	2,95	142,87	12,43	
Largo São Bento		27,01	79	0,34	15,50	53,03	0,28	
Praça do Patriarca		10,85	54	0,20	13,22	120,6	0,29	
Centro Cultural São Paulo		94,13	113	0,83	10,78	149,22	3,06	
Parque da Aclimação		11,04	42	0,26	19,83	30,04	0,41	
Parque Dom Pedro II		9,36	72	0,13	13,20	151,14	0,34	
Terminal Casa Verde		Norte	1,59	12	0,13	10,71	204,61	7,35
Largo da Matriz			3,94	12	0,32	17,62	51,81	1,68
Praça Doutor João Batista Vasques	1,43		10	0,15	21,09	63,95	0,87	
Praça Nossa Senhora dos Prazeres	4,45		6	0,70	0,53	95,89	2,28	
Praça Mariquinha Sciascia	11,51		13	0,89	10,68	73,44	3,58	
Praça Marco Antonio	6,08		10	0,60	28,89	22,66	0,73	
Primon Maestre								

Praça na Rua das Imbraiaras		7,24	17	0,43	12,67	168,28	10,43
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino		1,40	8	0,16	19,81	41,41	1,11
Largo do Japones		0,10	12	0,01	15,76	152,2	4,04
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		1,57	8	0,19	11,61	53,19	0,79
Parque Domingos Luís		1,88	4	0,44	18,69	21,18	0,81
Praça Oscar da Silva		4,68	9	0,50	25,51	14,69	0,39
Praça Lourenço de Bellis		7,85	8	1,02			
Largo de Moema		2,02	18	0,11			
Largo Dona Ana Rosa		0,70	6	0,12	22,06	20,1	1,00
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		13,24	13	1,04	9,69	137,04	1,99
Praça do Largo de Piraporinha		1,77	29	0,06			
Praça Floriano Peixoto		5,93	23	0,26	1,67	26,87	0,67
Praça Escolar		1,14	7	0,15	22,72	53,22	2,18
Calçadão Cultural do Grajaú		3,23	11	0,30	23,62	35,22	1,19
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		12,49	15	0,81	5,21	174,28	5,17
Praça Dirceu de Castro Fontoura	Sul	1,64	4	0,38	17,09	35,42	3,50
CDC Campo Belo		2,27	3	0,73	19,03	48,32	2,13
Praça Tuney Arantes		0,90	2	0,39	1,48	98,34	4,32
Parque Santo Dias		1,14	6	0,19	13,00	31,48	0,36
Praça Alfredo Egydio de Souza Aranha (Parque Lina e Paulo Raia)		5,92	12	0,49	1,79	65,56	1,08
Parque do Nabuco		0,75	6	0,12	3,22	52,54	1,48
Praça Santa Rita de Cássia		1,25	4	0,36	19,21	13,91	0,52
Praça João Beizola		2,12	6	0,33	11,89	40,98	0,57
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		1,17	7	0,16	4,61	57,65	0,98
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		3,66	26	0,14	25,61	12,99	0,36
Largo da Concórdia		20,05	80	0,25	13,82	161,56	1,18
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		17,84	81	0,22	10,10	119,44	2,76
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina	Leste	1,82	18	0,10	19,20	13,55	0,45
Praça Silvio Romero		0,71	12	0,06	4,41	39,5	0,66
Praça General Humberto de Sousa Mello		6,22	33	0,19	19,87	49,16	0,39
Praça do 65 / Pombas Urbanas		55,52	107	0,52	9,82	41,34	1,96
Praça Cecília Marques de Araújo		0,48	8	0,06	6,76	28,9	1,23

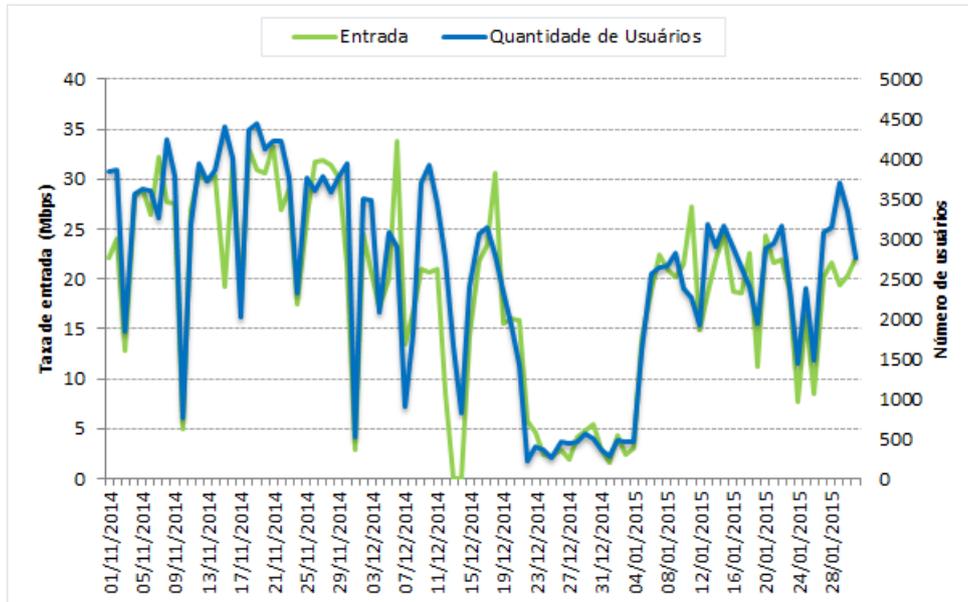
Praça Oswaldo Luís da Silveira		4,07	16	0,25	17,36	47,18	1,12
Praça Craveiro do Campo		15,53	41	0,38	13,43	88,01	0,28
Parque Santa Amélia		3,70	18	0,20	14,33	77,31	1,48
Parque Chico Mendes		2,75	20	0,14	19,80	18,49	0,33
Parque Raul Seixas		9,39	24	0,39	9,35	28,19	0,83
Parque Linear Tiquatira		1,68	17	0,10	25,89	18,39	0,73
Parque Ecológico da Vila Prudente		1,68	19	0,09	19,04	26,06	0,17
Praça São Luis do Curu		7,87	29	0,27	16,27	39,66	0,50
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		1,40	18	0,08	17,25	33,35	0,21
Praça Kantuta		1,40	14	0,10	18,70	17,15	0,12
Praça Sampaio Vidal		3,80	29	0,13	12,88	56,3	1,21
Praça da Estação Vila Mara		6,64	33	0,20	21,84	25,96	5,04
Praça Jaguamitanga		0,62	12	0,05	11,66	42,58	2,03
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		2,75	46	0,06	20,29	59,32	0,46
Largo do Rosário		4,31	24	0,18	17,77	20,82	1,63
Praça Oslei Francisco Borges		18,68	55	0,34	19,44	61,04	0,88
Praça Cornélia	Oeste	2,36	4	0,55	24,09	8,74	1,27
Praça Zilda Natel		1,05	5	0,23	21,45	18,32	0,50
Praça Benedito Calixto		4,10	10	0,40	7,62	68,12	1,84
Praça Conde Francisco Matarazzo		1,05	9	0,12			
Praça Elis Regina		3,22	6	0,53	20,26	15,62	0,85
Praça Engenheiro Noriwuki Yamamoto		1,03	4	0,23	13,40	51,29	1,28
Praça Arlindo Rossi		4,60	4	1,30	0,13	98,31	4,20
Parque Orlando Villas Bôas		0,31	6	0,05	7,01	194,55	0,67
Parque Alfredo Volpi		1,09	2	0,56	38,02	11,01	0,15
Praça General Guimarães		0,46	3	0,16	29,53	15,81	0,11
Praça Gen. Porto Carreiro		1,26	5	0,27			

#### 4.3.5. Taxa de entrada vs. Número de usuários.

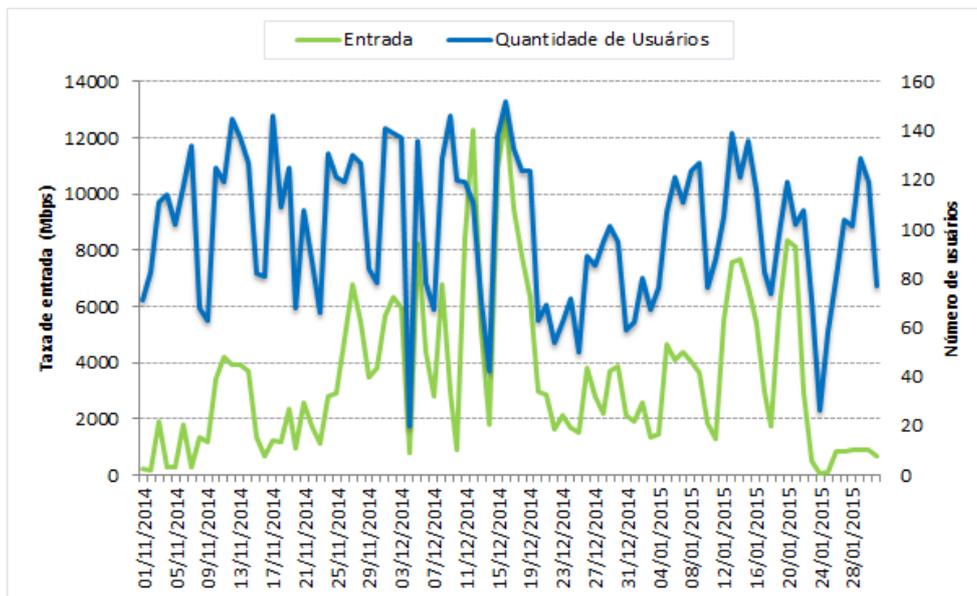
Esta seção faz uma análise comparativa mais detalhada entre a taxa de entrada nas praças e o número de usuários conectados. O objetivo é tentar identificar o efeito do aumento do número de usuários na taxa geral da praça e na taxa média que cada usuário consegue obter. Para isto, são analisadas as praças com maior número previsto de acessos do Centro, Zona Norte e Zona Leste.

A Figura 4 apresenta a série temporal da soma do número de usuários e da soma da taxa de entrada para o Centro Cultural de São Paulo, Parque Domingos Luis e Praça Padre Aleixo (do Forró). A soma é realizada com todos os valores que ocorrem no dia, tanto o número de usuários como a taxa de entrada. E nessa figura é possível notar que a taxa de entrada aumenta de acordo com a quantidade de usuários conectados de forma

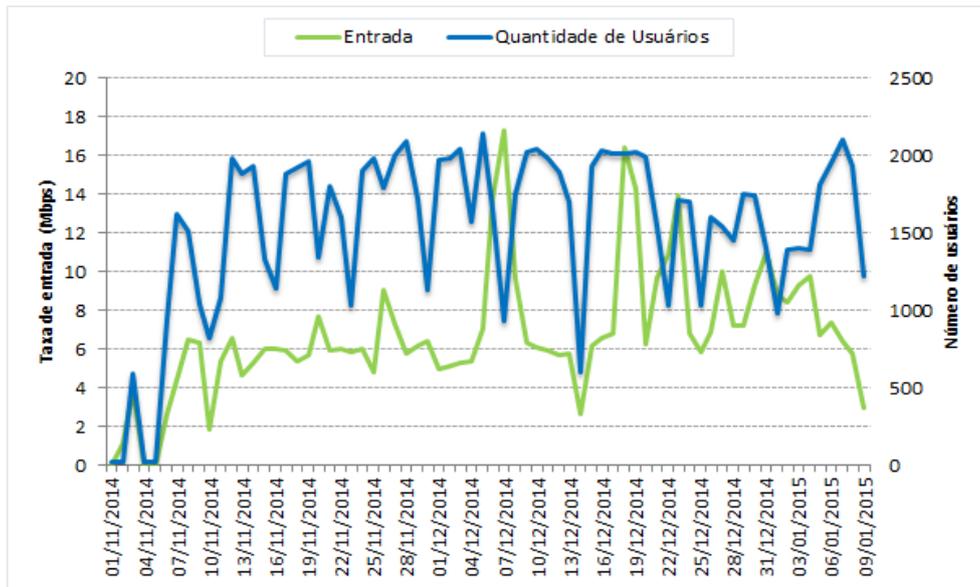
síncrona, essa ocorrência é ocasionada pelo tipo de conexão contratada a qual deve se ajustar a quantidade de usuários conectados naquele instante. Em outras palavras esse comportamento demonstra que o serviço está em conformidade com a licitação do serviço contratado.



a) Centro Cultural de São Paulo.



b) Parque Domingos Luis.

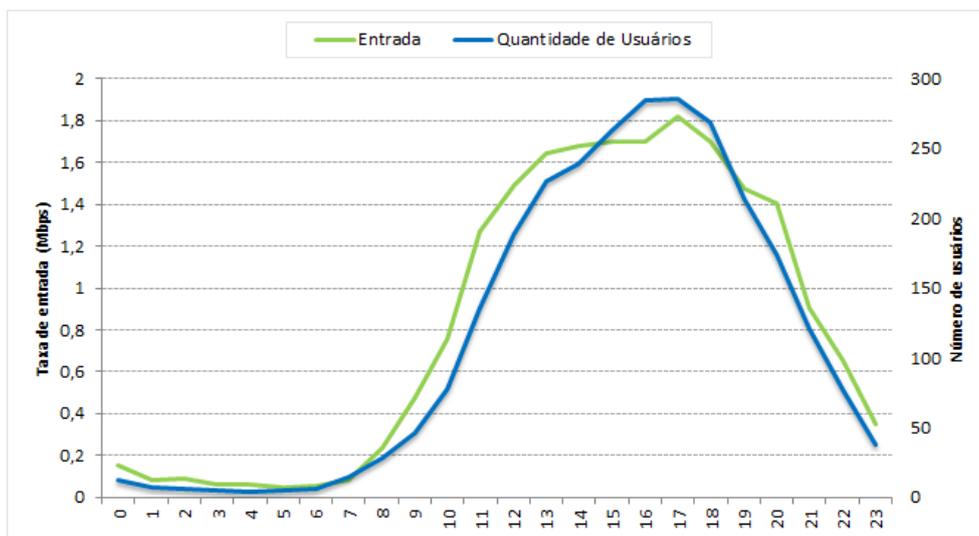


c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

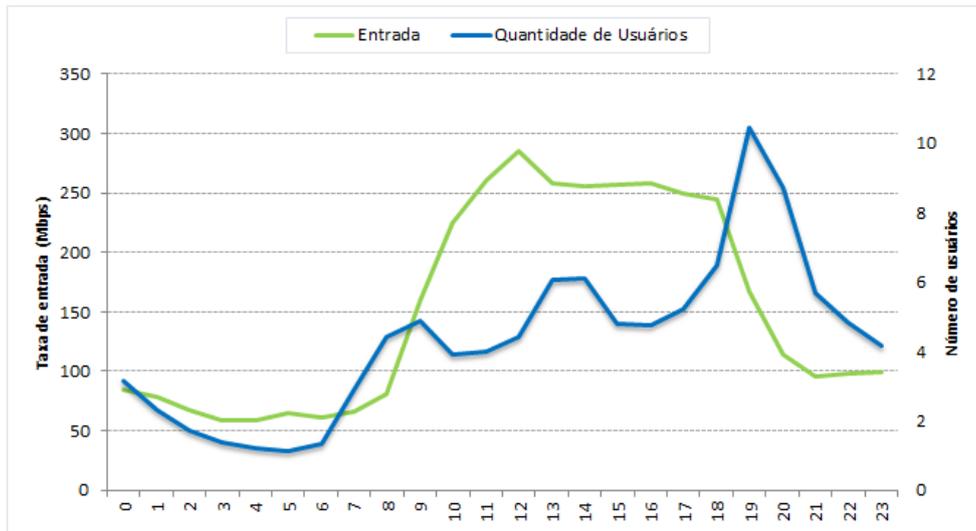
Figura 4 – Soma diária da Taxa de Entrada por Soma diária do Número de usuários (período completo). a) Centro Cultural de São Paulo; b) Parque Domingos Luis; c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

A Figura 4 mostra uma perspectiva em relação às horas do dia sobre a taxa de entrada e o número de usuários conectados. Nesse gráfico é possível notar em quais horas do dia os usuários utilizam a conexão da praça com maior frequência, se observa que nas madrugadas o número de usuários diminui e no horário comercial a quantidade de usuários aumenta consecutivamente a taxa de entrada acompanha essa métrica. Além desse fato é possível observar em quais horas do dia os usuários trafegam maior quantidade de dados.

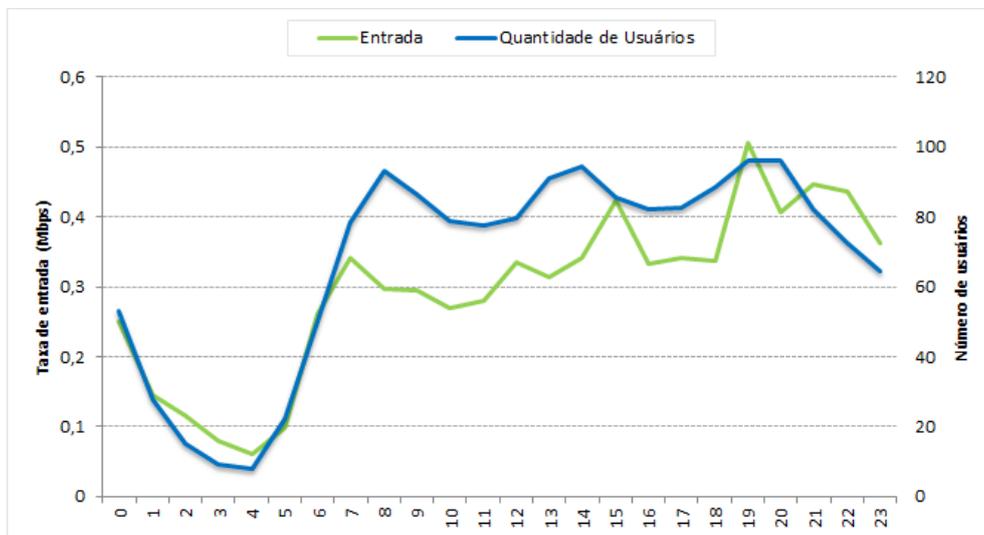
No Centro Cultural de São Paulo (Figura 5) o pico de transferência de dados ocorre às 17 horas, enquanto que no Parque Domingos Luis e na Praça Padre Aleixo (do Forró), ocorrem três picos de transferência de dados que são às 8, 13 e 19 horas às quais podem ser consideradas horários de entrada, almoço e saída do expediente de trabalho. Portanto as pessoas utilizam a conexão dessas praças como horário de lazer.



a) Centro Cultural de São Paulo.



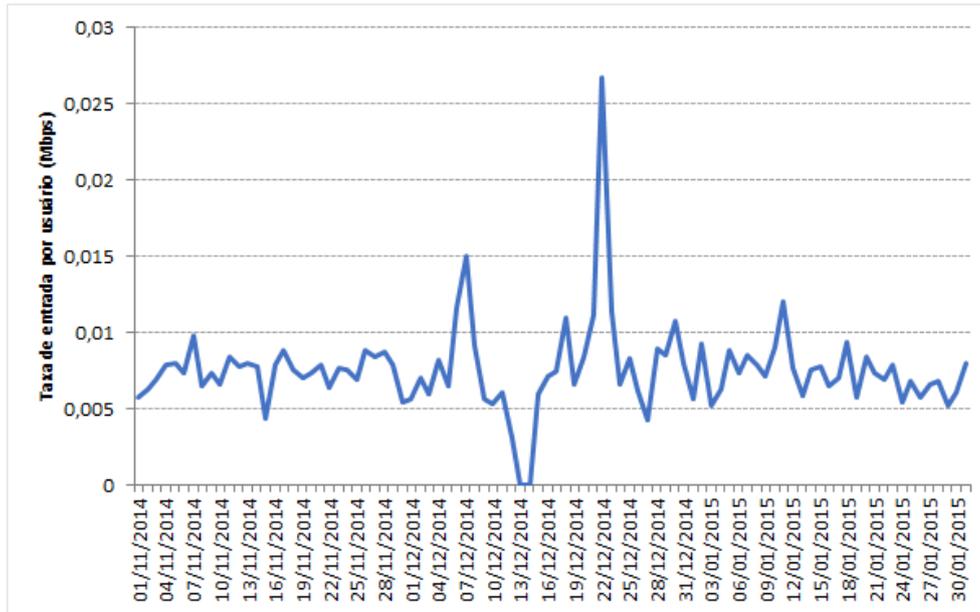
b) Parque Domingos Luis.



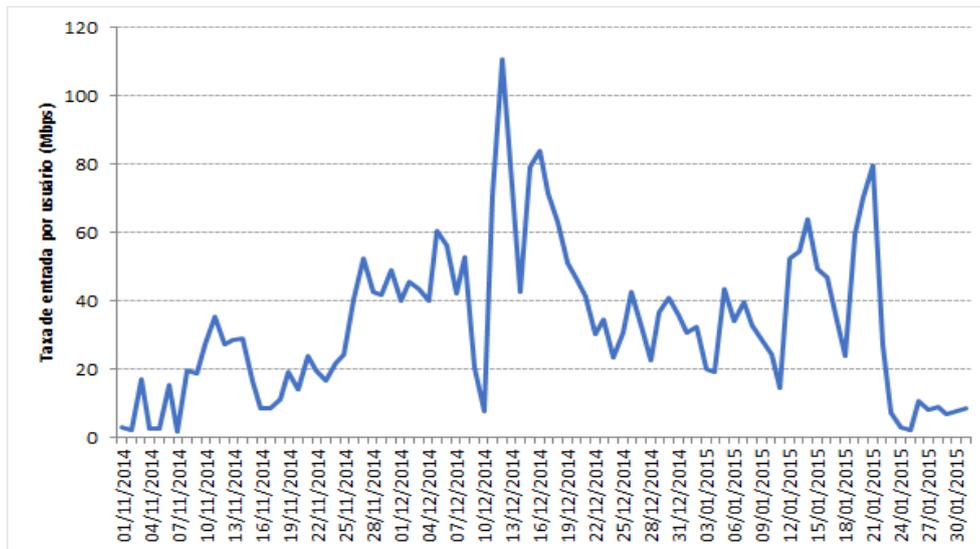
c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

Figura 5 – Taxa de entrada por Soma do Número de usuários (por hora). a) Centro Cultural de São Paulo; b) Parque Domingos Luis; c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

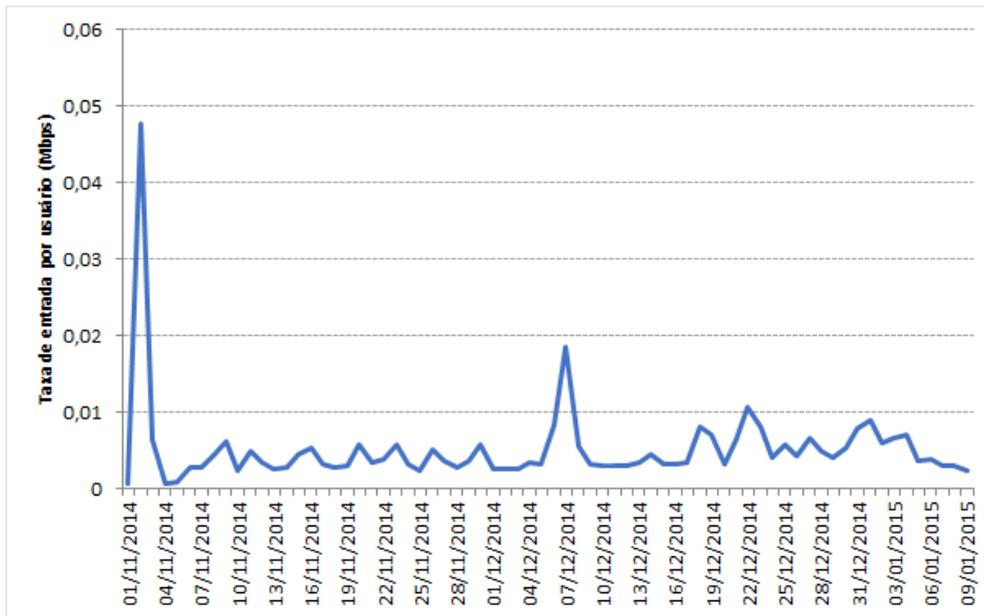
A Figura 6 mostra a taxa média de entrada dividida pelo número de usuários conectados dentro do período de três meses, no Centro Cultural de São Paulo, Parque Domingos Luis e Praça Padre Aleixo (do Forró) e é notável a presença de alguns *outliers* em relação à média esperada. Isso ocorre devido a grandes transferências de dados em um determinado dia e o número de usuários é abaixo da média.



a) Centro Cultural de São Paulo.



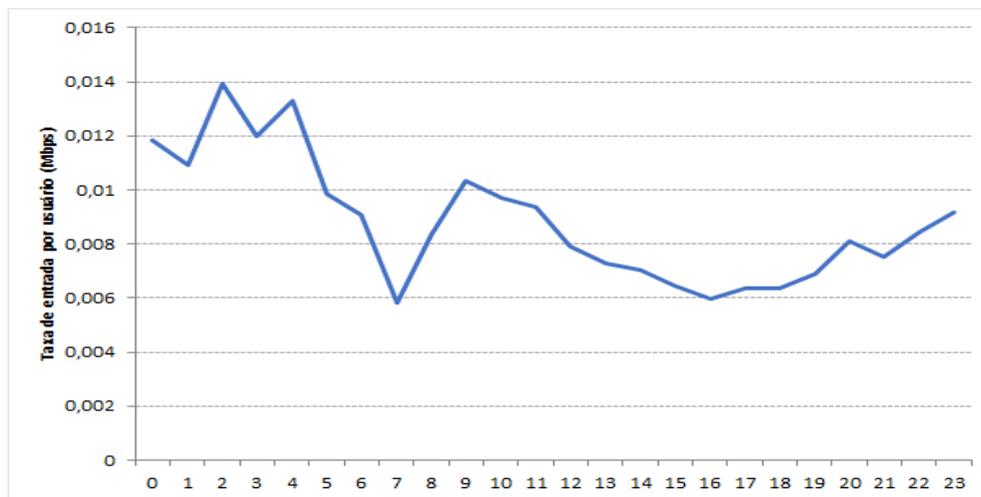
b) Parque Domingos Luis.



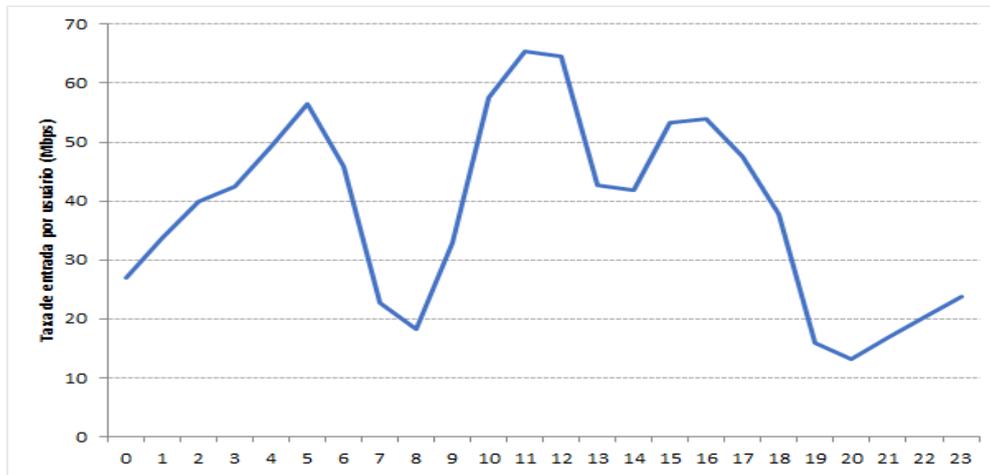
c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

Figura 6 - Média da Taxa de Entrada dividida pelo Número de Usuário (período completo). a) Centro Cultural de São Paulo; b) Parque Domingos Luis; c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

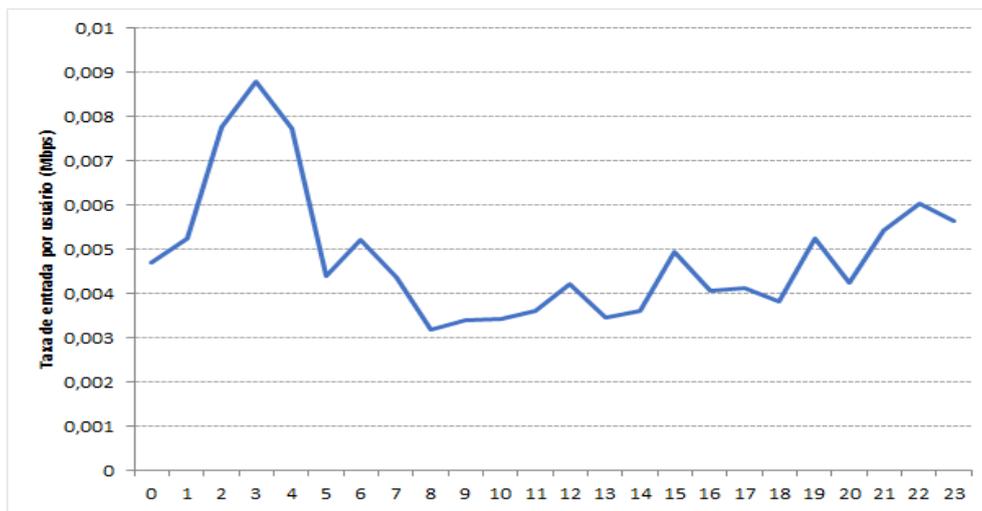
Já a Figura 7 mostra a taxa de entrada dividida pela quantidade de usuários conectados com a perspectiva das horas do dia. Neste gráfico é possível notar que nas madrugadas formam alguns picos conseguidos por usuários quase solitários usando a rede, esse comportamento ocorre em todas as praças.



a) Centro Cultural de São Paulo.



b) Parque Domingos Luis.



c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

Figura 7 - Média Taxa de Entrada dividido pelo Número Usuário (por hora). a) Centro Cultural de São Paulo; b) Parque Domingos Luis; c) Praça Padre Aleixo (Do Forró).

É possível observar nesta seção que o número de usuário tem um comportamento semelhante ao que se espera, ou seja, maior no meio da tarde e menor durante a madrugada. Já a taxa de entrada apresenta um comportamento similar, mas com maior variação, que pode ser explicada pela própria demanda em rajadas dos usuários e pelo mecanismo de controle de congestionamento do protocolo TCP que varia a taxa de transmissão das conexões para adaptar-se à situação instantânea da rede.

#### 4.3.6. Latência vs. número de usuários

Uma estratégia para compreender o comportamento do uso compartilhado de uma praça digital na qualidade de experiência do usuário é observar o efeito do aumento do número de usuários na latência. Quando a latência assume valores excessivamente altos, o usuário frequentemente é afetado negativamente, seja com atraso em carregar aplicativos, como uma página Web, seja com a baixa qualidade de voz num serviço como o Skype.

A maneira de calcular os valores da variável dependente (latência) com base na variável independente (número de usuários) é simples. Para um determinado número de

usuários  $n$ , calculou-se a média da latência para todas as coletas de todas as praças nas quais estavam conectados  $n$  usuários. Foram excluídos valores surpreendentes (*outliers*) para todas as ocorrência que possuíam número  $n$  de latência superior a 1000 ms, para facilitar a visualização.

A Figura 8 apresenta um gráfico que relaciona a latência com o número de usuários, já a Figura 9 apresenta esses mesmos dados com a utilização de escala exponencial que é utilizada para a melhor visualização desses dados. Para calculá-lo foram utilizados os dados de latência provenientes do SIMET e os dados de número de usuários conectados provenientes das empresas.

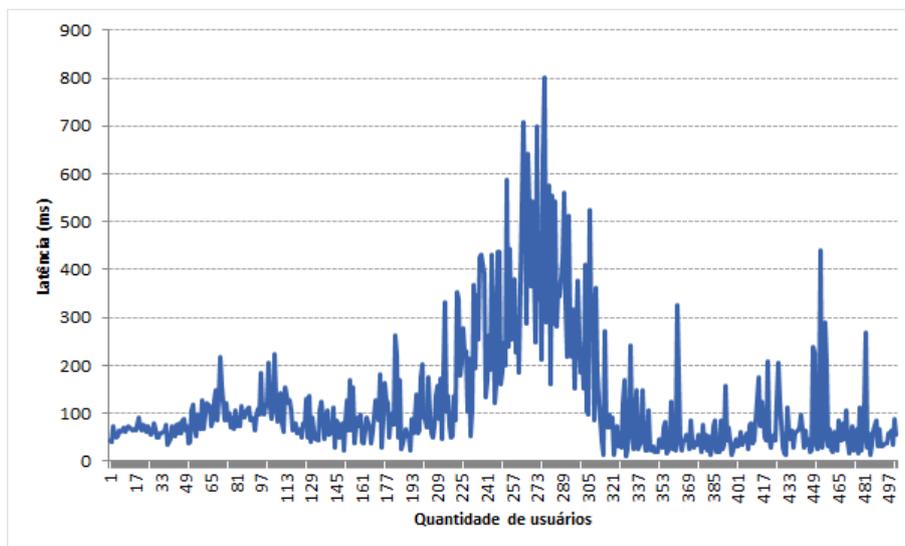


Figura 8 - Latência por número de usuários conectados (média global).

A interpretação visual também é simples. Um aumento do número de usuários pode vir a causar um aumento na latência, a curva deve apresentar um crescimento linear. Esta situação indica que a qualidade do serviço decai conforme cresce o número de usuários.

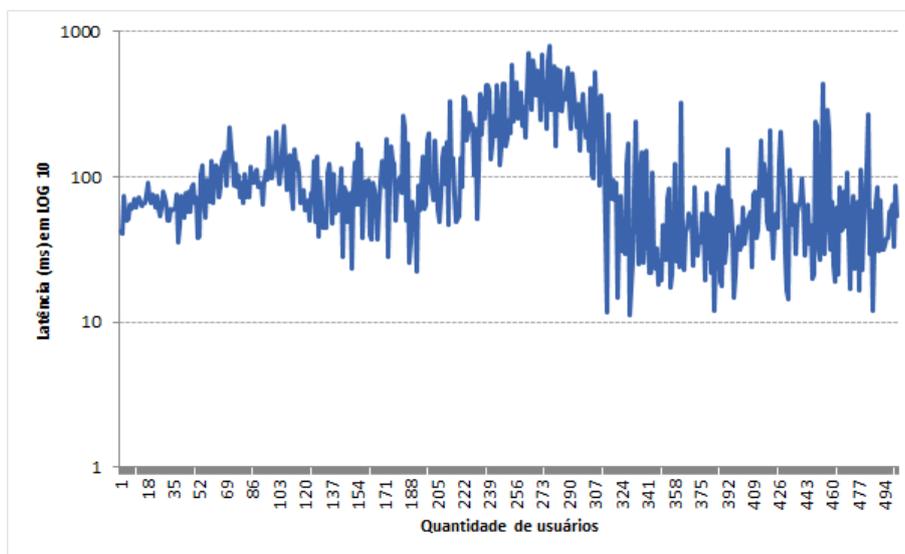


Figura 9 – Latência por número de usuários conectados (média global em Log10).

No entanto, é possível depreender da Figura 8 que não há crescimento observável da latência devido ao aumento do número de usuários, entretanto há um valor limitante de 241 a 305 usuários em que o sistema comporta-se com uma latência mais alta, porém após esse intervalo os valores voltam a manter características semelhantes às baixas quantidades de usuários. Esse é um fato que deve ser analisado nos próximos relatórios. Para a maioria dos números de usuários considerados (de 1 a 501) o valor permaneceu em patamares aceitáveis.

É observável na Figura 10 o histograma da latência geral, isto é, o cálculo da ocorrência da latência para todas as praças. A frequência de ocorrência é calculada pelo total de vezes em que as latências de valores próximos ao intervalo ocorrem. Também é possível visualizar a Função de Distribuição Acumulada onde o eixo vertical secundário mostra a probabilidade de ocorrência de uma latência no intervalo de 0 a  $n$ , onde  $n$  é a medida em ms da latência. Por exemplo, é possível observar que cerca de 50% dos valores de latência estão abaixo de 8 ms e 90% abaixo de 128 ms. Dos 635.000 valores coletados, de 60% ocorrem entre 2 a 8 milissegundos, o que indica que a latência das praças está em um nível aceitável.

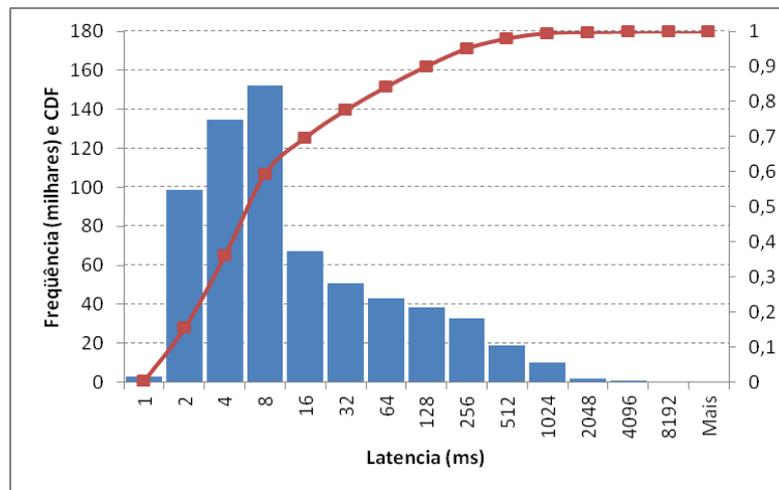


Figura 10 - Histograma da Latência e Função de Distribuição Acumulada.

O valor máximo estabelecido no edital de contratação, de 5 ms, parece ser irreal para condições reais de redes operacionais conectadas à Internet, inclusive porque o ponto de medição se encontra no Ponto de Troca de Tráfego (PTT) de São Paulo<sup>24</sup>, que está fora da rede das empresas contratadas. No entanto, em comparação com a primeira versão deste relatório, é possível observar que uma maior número de valores de latência estão atendendo a este requisito.

Para aplicações de Voz sobre IP (VoIP), de acordo com o 3GPP (3GPP 2014), valores de atraso em uma direção deveriam estar idealmente abaixo de 150ms com uma tolerância máxima de 400ms. Para a Figura 10, que apresenta a latência considerando todas as praças analisadas, 97% das latências medidas estão abaixo de 512 ms.

A Figura 11 mostra a latência pelo número de usuários do Mercado Municipal de São Paulo, onde é possível observar que a latência está abaixo de 100 ms desde 15 até 180 usuários conectados, com alguns picos próximos a 100 ms ocorrendo quando há 23 usuários e 175 usuários. Nas outras praças, apresentadas no ANEXO B é possível observar o mesmo efeito porém em métricas diferentes.

<sup>24</sup> <http://ptt.br/adesao/sp/>

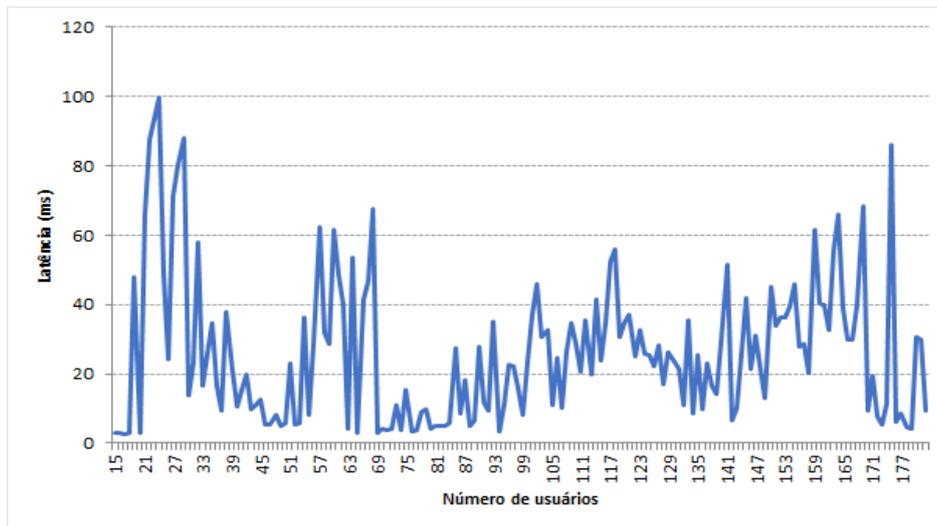


Figura 11 - Latência por número de usuários conectados Mercado Municipal (Centro).

A Figura 12 apresenta a latência pela carga do sistema para a praça do Mercado Municipal sendo 100% o total de 250 usuários conectados. Para as demais praça o valor de 100% varia de acordo com a Tabela 3. É possível visualizar os outros gráficos no ANEXO C. Na maioria das praças analisadas a latência é menor quando há menos usuários conectados, entretanto é observável na Figura 12 que mesmo quando a praça atinge seu limite máximo da taxa de transmissão, isto é, usuários dividirão a largura de banda a latência não é influenciada. É possível observar que não há uma relação entre carga do sistema e a latência. Estes gráficos corroboram com as informações apresentadas na Figura 8, Figura 9 e Figura 10.

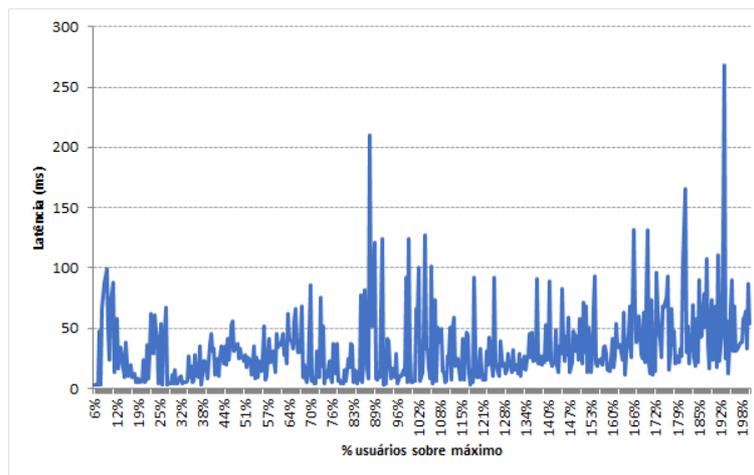


Figura 12 - Latência por % de usuários sobre máximo do Mercado Municipal.

A Figura 13 mostra o valor médio da latência pela soma total do número de usuários agrupados por dia no período de três meses. É uma forma de verificar em quais dias há maiores valores de latência e se ocorre alguma interferência em determinado dia do mês.

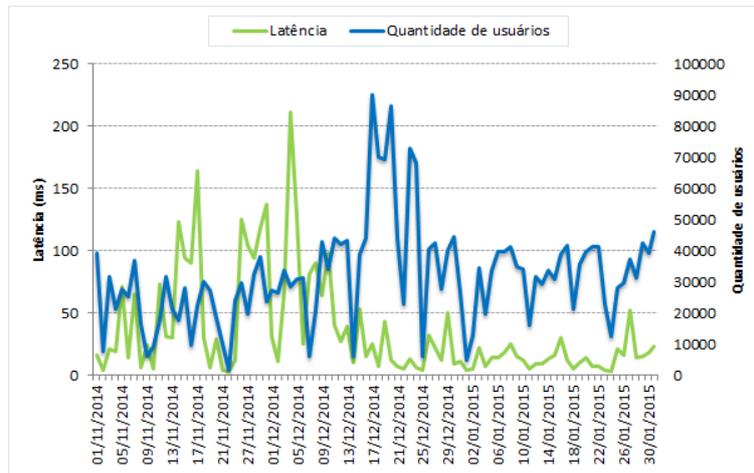


Figura 13 - Latência por soma total de usuários por dia do Mercado Municipal (Centro).

Na Figura 13 é visível a variação da latência em relação à quantidade de usuários do Mercado Municipal de São Paulo no mês de novembro até a primeira semana de dezembro a latência possui picos ultrapassando os 100 ms, após esse intervalo as latências ficaram abaixo dos 100 ms. Já em relação aos usuários conectados as duas semanas que antecedem o natal ocorre um aumento do numero de usuários conectados, esse fato pode ser explicado pelo comércio ter o horário de funcionamento estendido noite adentro. Para as demais praças da Tabela 3 foram analisadas a latência por soma total de usuários por dia e incluídos no ANEXO D onde é possível observar que ocorre uma variação do efeito analisado em relação à figura do Mercado Municipal.

A taxa de média por usuário está num nível que garante uma qualidade de experiência adequada aos usuários o limite médio de vazão é de 402 Kbps, entretanto o usuário pode utilizar um valor acima a esse valor calculado. Para as praças analisadas quando há disponibilidade do serviço, os usuários possuem uma conexão confortável para utilizar a Internet nas praças.

A latência medida nas praças está em um nível acima do esperado, podem ocorrer alguns atrasos, porém na sua grande maioria das transferências de pacotes de dados não há um atraso anormal ou um atraso percebido pelo o usuário.

#### 4.3.7. Perda de pacotes vs. número de usuários

A perda de pacotes é uma métrica mais agressiva, onde o usuário experimenta a negação de serviço. Quando ocorrem muitas falhas na transmissão, os usuários percebem o não envio de mensagens ou requisições para a internet, em alguns casos mais severos, em ambientes onde há a demanda de uma conexão em tempo real, ocorrem falhas de conexão ou indisponibilidade do serviço.

A perda de pacotes pode estar associada a vários fatores como embaralhamento de sinal, causado por dispositivos como babás eletrônicas, fornos micro-ondas ou telefones sem fios que operam na mesma frequência do WiFi. Em outro caso o embaralhamento de sinal pode ser causado pela quantidade de dispositivos que disputam o meio e disputam a transferência de dados até o AP, além das perdas de pacotes que ocorrem normalmente nas redes cabeadas.

A estratégia é compreender o comportamento do uso compartilhado de uma praça digital na qualidade de experiência do usuário e observar o efeito do aumento do número de usuários em relação à perda de pacotes.

Na Figura 14, o eixo vertical principal é a medida da porcentagem de perda de pacotes e pode ser visualizada pela linha em cor azul, já o eixo vertical secundário mostra a quantidade de usuários e pode ser visualizada pela linha verde.

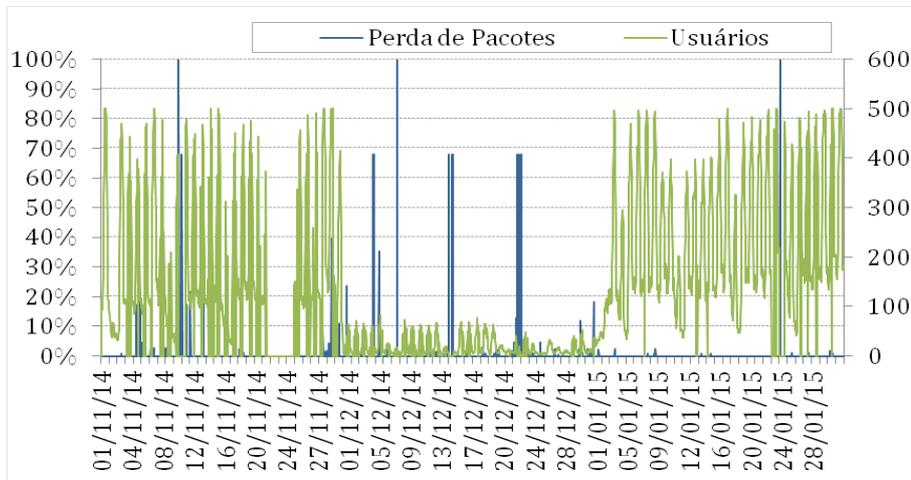


Figura 14 - Perda de Pacotes por Número de usuários do Mercado Municipal

É observável que na Figura 14 do Mercado Municipal há falhas de dados em alguns dias, o que pode ter ocorrido devido à comparação entre os dados provenientes do SIMET e os dados de usuários fornecidos pelas empresas. Ambos os dados devem ter correspondência para poderem ser analisados. O que ocorre é que em alguns casos há dados das empresas, mas não há dados do SIMET, e vice versa. O resultado é a geração de lacunas sem dados nos gráficos.

Dentre as quinze praças selecionadas, apenas a Praça do Largo do Piraporinha não foi possível analisar devida a falta de dados ou falha na captura dos dados, portanto essa praça foi substituída pela Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha que possui mesma característica de quantidade máxima de usuários de 75. Os gráficos das demais praças contidas na Tabela 3 estão inseridos no ANEXO E.

A principal contribuição dessa análise é que a métrica de perda de pacotes por usuário é significativamente baixa e não afeta em grandes proporções a experiência do usuário ao utilizar a rede. A Figura 15 mostra a perda de pacotes para o Mercado Municipal de São Paulo e para cada uma das 15 praças da Tabela 3. Foram geradas as mesmas análises que estão contidas no ANEXO F – Perda de pacotes por horas do dia das 15 praças. Em relação às horas do dia é possível notar que não há uma hora específica em que a perda de pacotes é maior ou menor, isto quer dizer, que independente do horário em que o usuário está utilizando a praça ele está sujeito a ter perda de pacotes.

Na Figura 15 porcentagem de perda de pacotes por hora no Mercado Municipal ocorre um pico de 17% de perda às 2 horas da manhã e a perda de pacotes ocorre um aumento no horário comercial provavelmente por interferência de muitos usuários ou aparelhos que utilizem a mesma frequência que a frequência de transmissão do sinal de radio do WiFi.

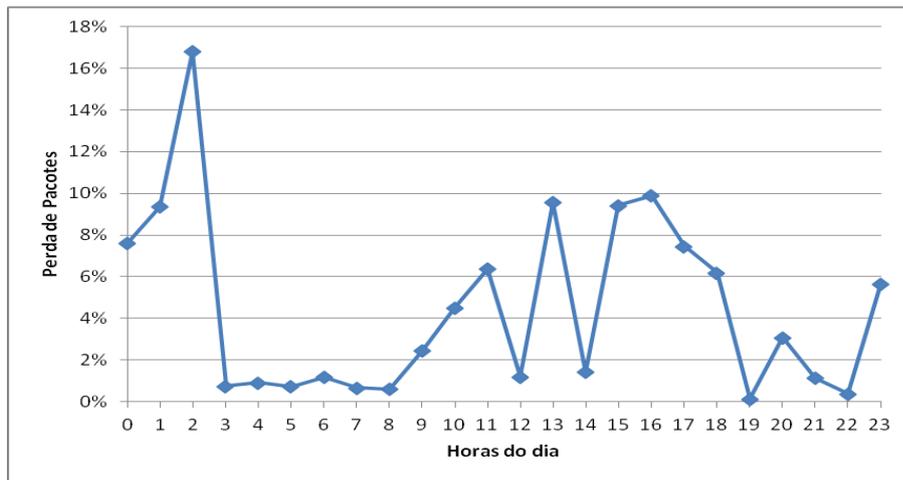


Figura 15 - Perda de pacotes por horas do dia do Mercado Municipal. Referente aos meses de novembro de 2014 a janeiro de 2015.

Na Figura 16 é possível visualizar a perda de pacotes em relação à carga do sistema, sendo a carga do sistema considerada o número máximo de usuários conforme a Tabela 3. Por exemplo, o Mercado Municipal possui capacidade para 250 usuários, quando a quantidade de usuários conectados chega a essa quantidade dizemos que o sistema está a 100% da sua capacidade, sendo possível ter mais de 250 usuários conectados, portanto a carga do sistema não é um fator limitante. Nessa figura é possível verificar que a quantidade de usuários conectados não afeta diretamente essa métrica. É possível visualizar os gráficos das demais praças da Tabela 3 no ANEXO G.

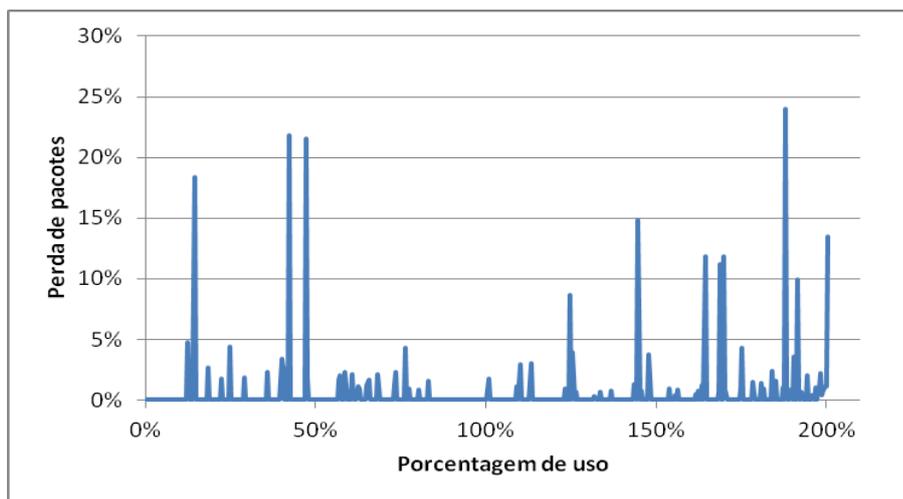


Figura 16 - Perda de pacotes pela porcentagem de uso da praça do Mercado Municipal. Dados referentes aos meses de novembro de 2014 a janeiro de 2015.

Na Figura 17 é possível visualizar o histograma que mostra a frequência em que ocorre a perda de pacotes das 82 praças analisadas no período de três meses cerca de 85% das medidas realizadas sobre a perda de pacotes encontra-se entre 0% e 1% de perda. Isto demonstra que o serviço possui baixa perda de pacotes um sinal muito positivo já que a perda de pacotes é um dos fatores que mais prejudicam a experiência de uso da Internet.

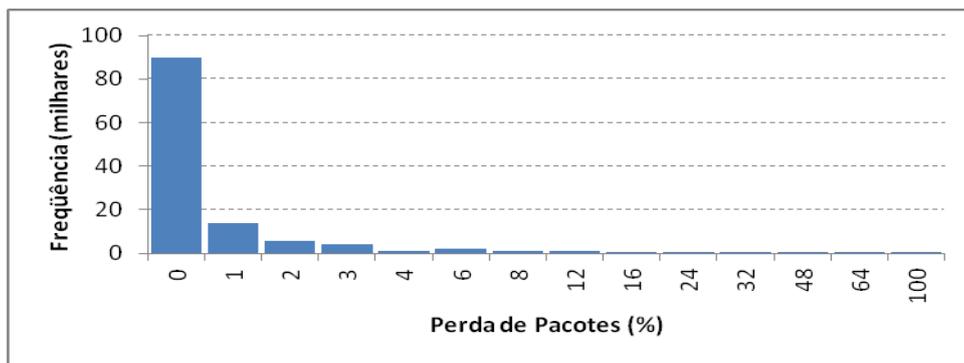


Figura 17 - Histograma da Perda de Pacotes.

O comportamento do uso compartilhado de uma praça digital em relação à quantidade de usuários sobre o efeito da perda de pacotes está em um nível bem aceitável, ocorreram poucas falhas, portanto a qualidade de experiência do usuário ao utilizar a rede WiFi Livre SP está dentro dos padrões normais em termos de perda de pacotes.

## 5. Conclusão

Este projeto visa estudar os efeitos da Internet, em suas múltiplas dimensões, na vida dos cidadãos e das comunidades atendidas pela política de abertura de sinal de rede sem fio do programa Wi-Fi Livre SP. Esses estudos têm a finalidade de gerar dados para fomentar a implementação e avaliação de uma política pública de acesso gratuito a Internet por meio de rede sem fio. Os dados analisados neste relatório foram coletados nos meses de novembro, dezembro de 2014 e janeiro de 2015, mas para alguns dias não existem informações disponíveis. Este relatório deverá ser gerado periodicamente.

Os resultados obtidos pelas análises, inclusive cruzando dados provenientes das empresas e do SIMET, suscitam tanto informações esclarecedoras sobre o comportamento do serviço. Algumas informações são:

- O número máximo previsto de acessos está sendo usado apenas como uma estimativa para a capacidade necessária de conexão da praça, portanto não está sendo imposta nenhuma restrição à conexão de um número maior de usuários do que o estimado inicialmente.
- A disponibilidade do serviço, de acordo com as métricas e condições analisadas, em geral as praças possuem uma disponibilidade de 95% em média pela métrica das empresas e de 66% pelos dados do SIMET. Possivelmente esse número aumentará para os próximos relatórios devido à quantidade de praças estar na fase final de implantação. A disponibilidade é um fator que afeta a qualidade de experiência dos serviços para os usuários.
- A taxa de entrada e do número de usuários conectados para as praças está sendo disponibilizada conforme as métricas e condições do contrato onde cada usuário está sujeito a 512 Kbits/s em média esse valor é de 402 Kbits/s para todas as 82 praças analisadas nos últimos três meses. Esse valor é esperado já que a média é sempre um valor abaixo do máximo total. Os usuários possuem uma experiência de uso satisfatória considerando a largura de banda disponível.

- A região do Centro da cidade de São Paulo respondem por cerca de 47% de total de usuários que utilizam as praças digitais. A região central também é responsável por 63% do tráfego total de entrada. Isto demonstra que a utilização das praças do Centro é muito superior às das outras regiões.
- A latência não aumenta conforme aumenta o número de usuários conectados nas praças, ou seja, a correlação entre essas duas variáveis é próxima de zero. Os valores de latência estão um pouco mais altos do que a especificação, embora considerando valores para interação entre usuários aplicações síncronas como VoIP foi observado que mais de 97% estão dentro de padrões aceitáveis sendo que 60% estão entre 2 à 8 ms do valor de latência considerado um valor ótimo.
- Em relação à perda de pacotes, o uso compartilhado de uma praça digital em relação à quantidade de usuários está em níveis adequados. Os dados coletados indicam que a qualidade de experiência do usuário ao utilizar a rede WiFi Livre SP está dentro dos padrões normais em termos de perda de pacotes.

Para este período de novembro de 2014 a janeiro de 2015 o principal fator que afeta a experiência do usuário em utilizar a praça digital é a disponibilidade do serviço. A métrica de taxa de entrada está adequada, a latência também está adequada até o percentil 90, e a perda de pacotes está baixa. Pode-se concluir que o WiFi Livre SP nas praças opera de forma bem satisfatória para as proporções de uma região metropolitana.

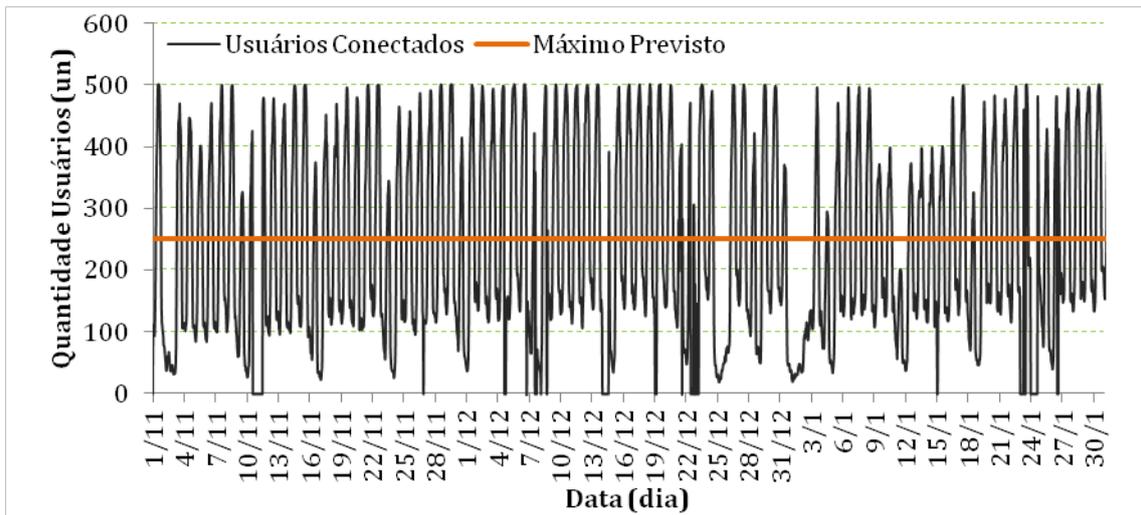
Este relatório é o segundo de uma série que deverá ser gerada trimestralmente. Espera-se que o próximo relatório incluirá uma análise comparativa entre os períodos de observação.

## Referências

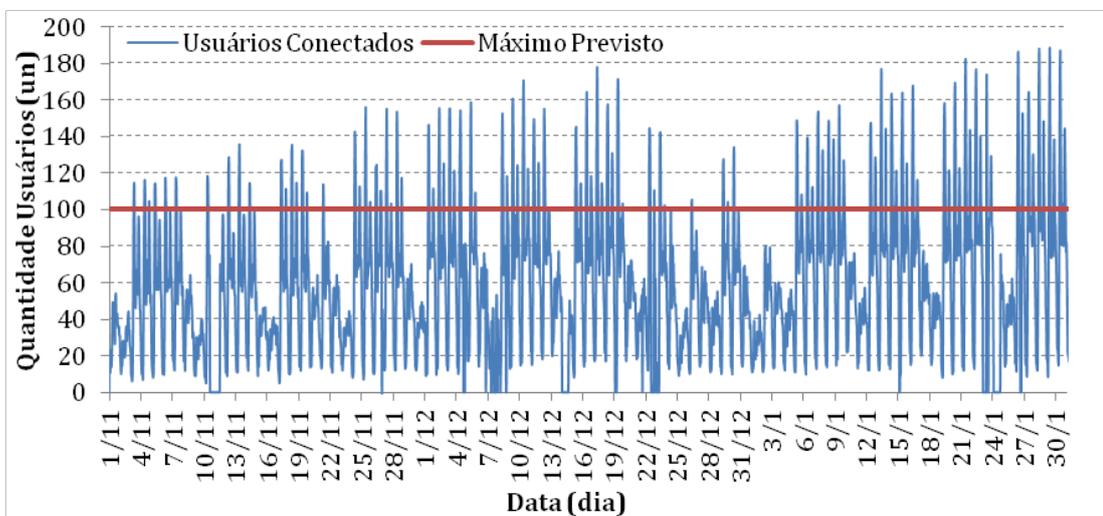
- SCHAFFERS, H., et al. "Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation." *The future internet*: 431-446, 2011.
- KMPG, "Expect the Unexpected: Building business value in a changing world", KPMG International 2012, <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/building-business-value.pdf>.
- GIFFINGER, R. et. Al, "Smart cities: Ranking of European medium-sized cities", Projeto Smart Cities, Relatório Final, 2007, <http://www.smart-cities.edu>.
- SCHMIDT, T., TOWNSEND, A., "Why Wi-Fi Wants to be Free", *Communications of the ACM*, 46(5), p. 47-52, Maio de 2003.
- HEER, T. et. al, "Collaborative municipal Wi-Fi networks - challenges and opportunities", 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2010.
- BAR, F., PARK, N., "Municipal Wi-Fi Networks: The Goals, Practices, and Policy Implications of the U.S. Case", *Communications & Strategies*, no. 61, p. 107, 1<sup>st</sup> quarter 2006.

- HAMPTON, K et. al. “The Social Life of Wireless Urban Spaces: Internet Use, Social Networks, and the Public Realm”, *Journal of Communication*, 60(4), p. 701-722, Dezembro de 2010.
- 3GPP, “Services and service capabilities (Release 12)”, 3GPPTS 22.105 - V12.0.0, Outubro de 2014, <http://www.3gpp.org/DynaReport/22105.htm>.
- EVENEPOEL, S., et. al, "Municipal Wi-Fi value network configurations: impact of motivations, pricing and topology", 11th Conference of Telecommunication, Media and Internet Techno-Economics, 2012.
- HEER, T., et. Al, “Collaborative Municipal Wi-Fi Networks - Challenges and Opportunities”, IEEE 8th International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), April 2010.
- WEISS, M. B. H, Huang, KC, “To Be or Not to Be: A Comparative Study of City-wide Municipal WiFi in the US”, Telecommunications Policy Research Conference, 2007.
- TANENBAUM, A. S., “Computer Networks”, Prentice Hall, 5th edition, 2010.

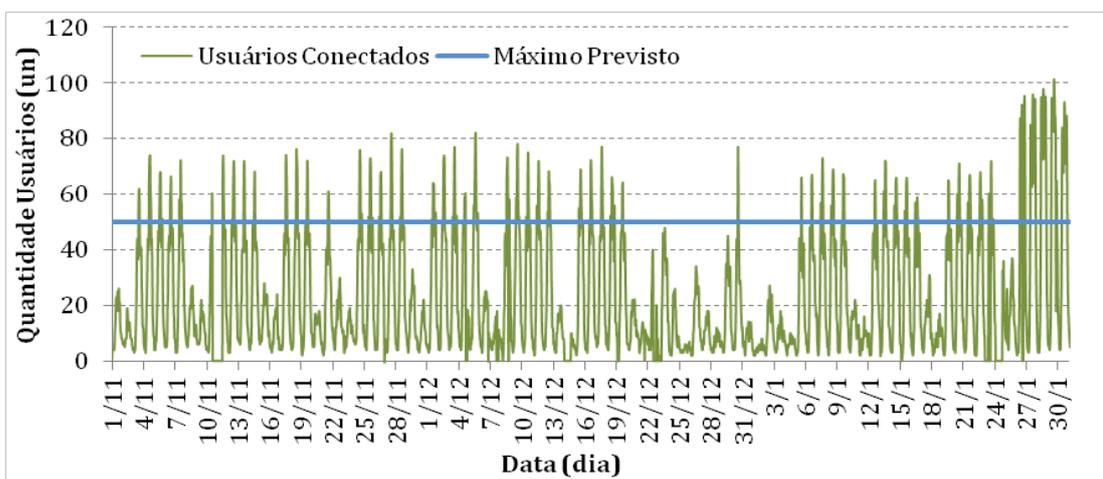
**ANEXO A** – Número de usuários conectados das 15 praças.



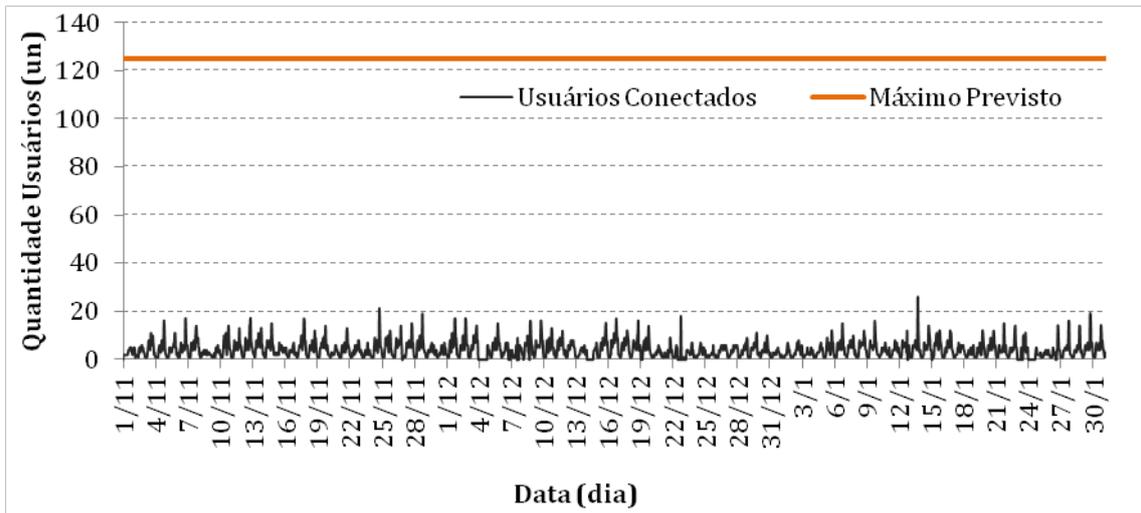
a) Mercado Municipal (Centro).



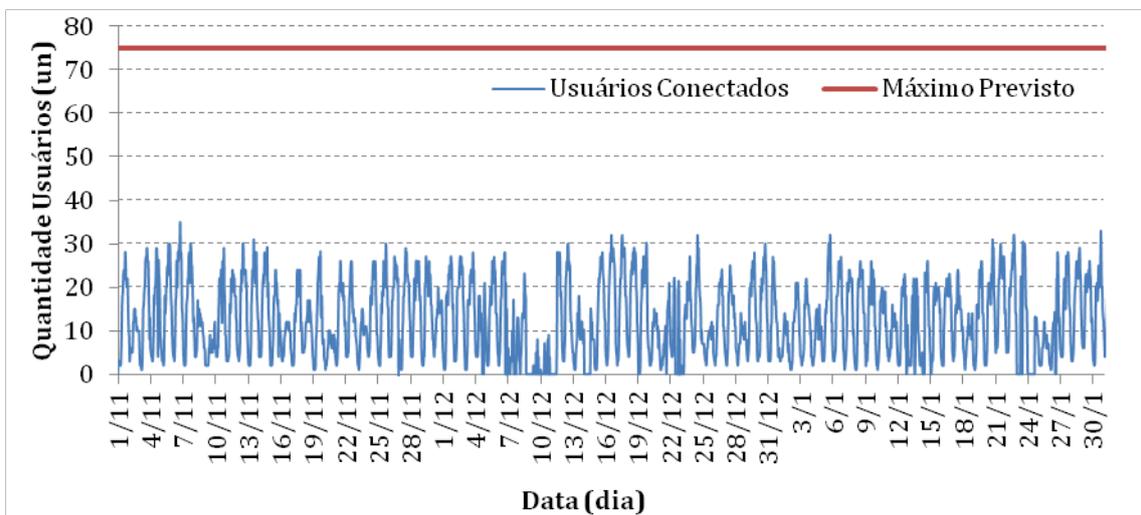
b) Praça da Bandeira (Centro).



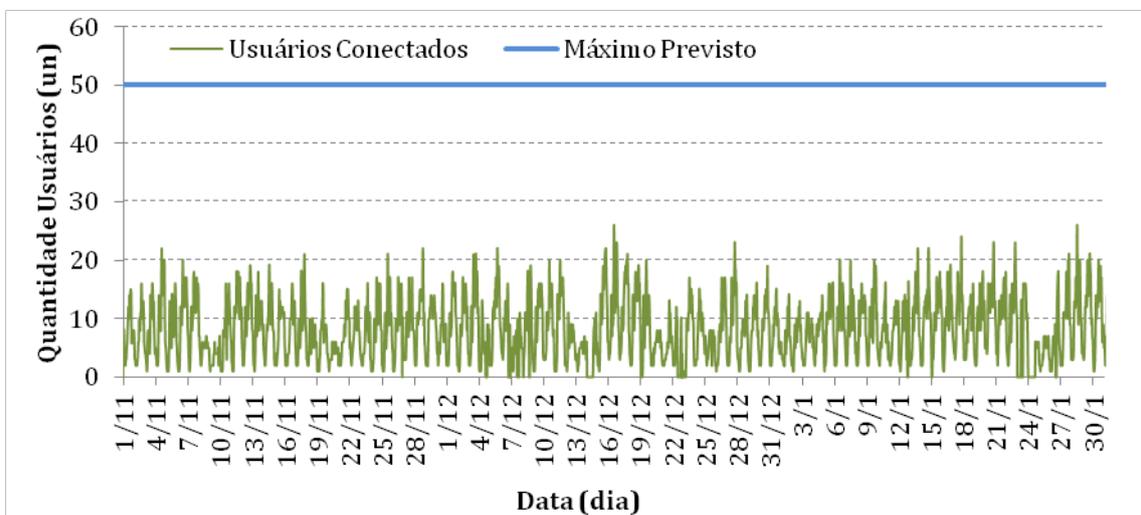
c) Pátio do Colégio (Centro).



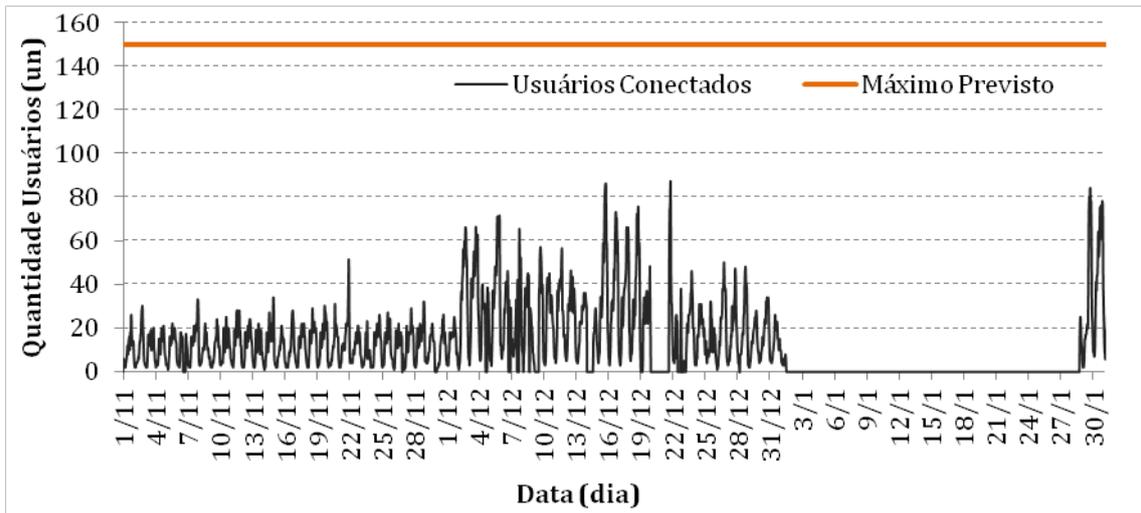
d) Parque Domingos Luís (Norte).



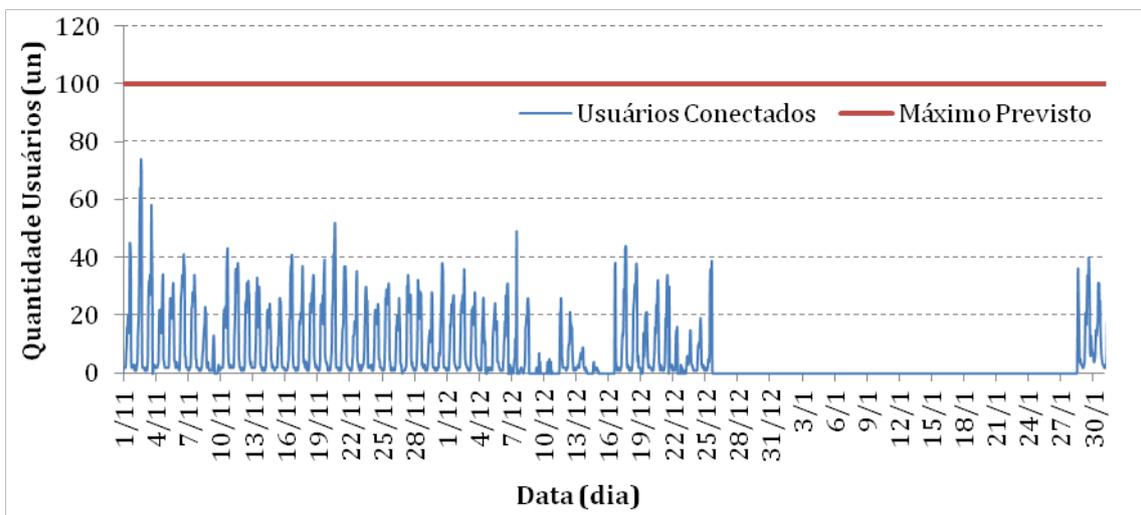
e) Praça Mariquinha Sciascia (Norte).



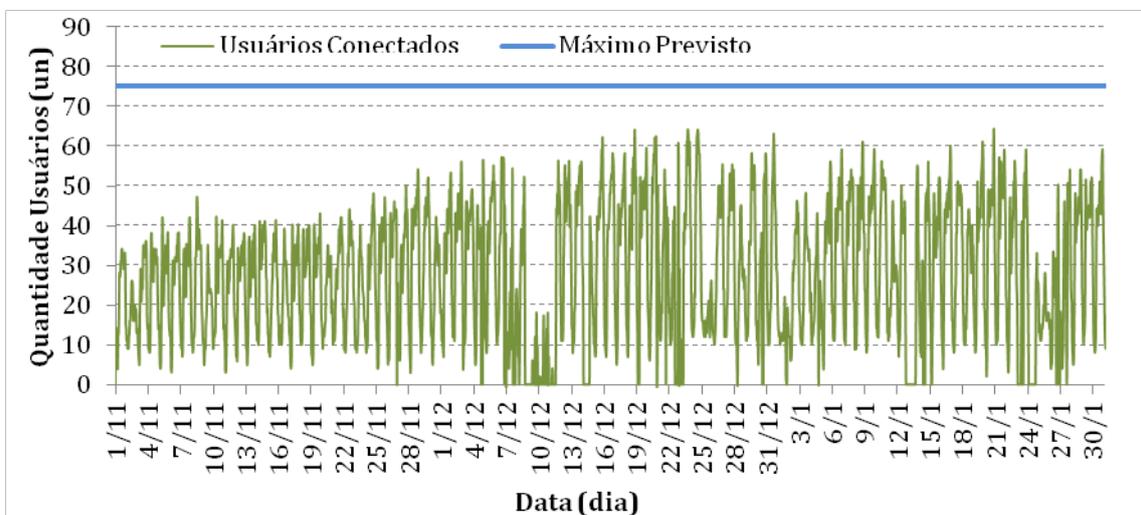
f) Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino (Norte).



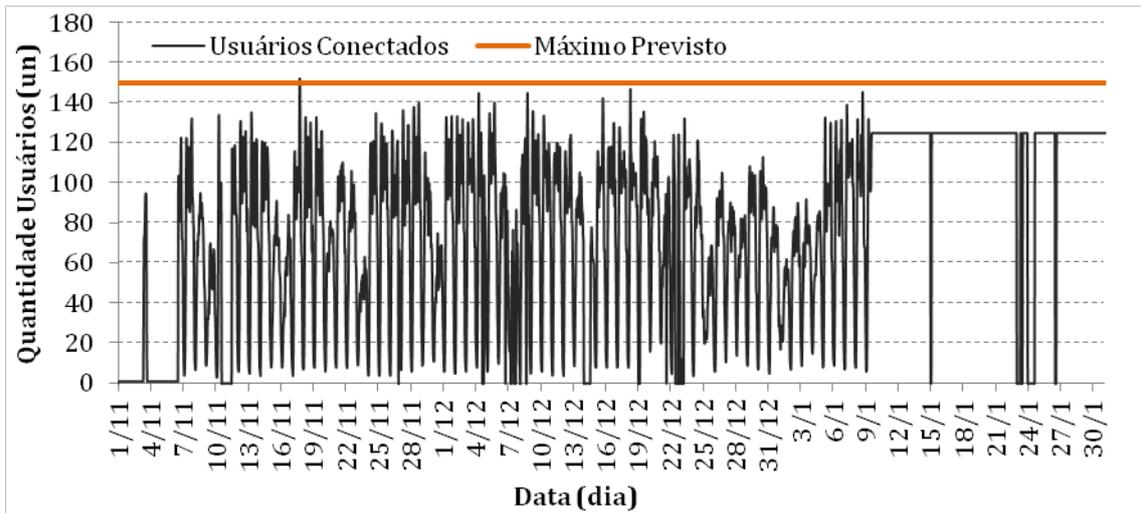
g) Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo) (Sul)



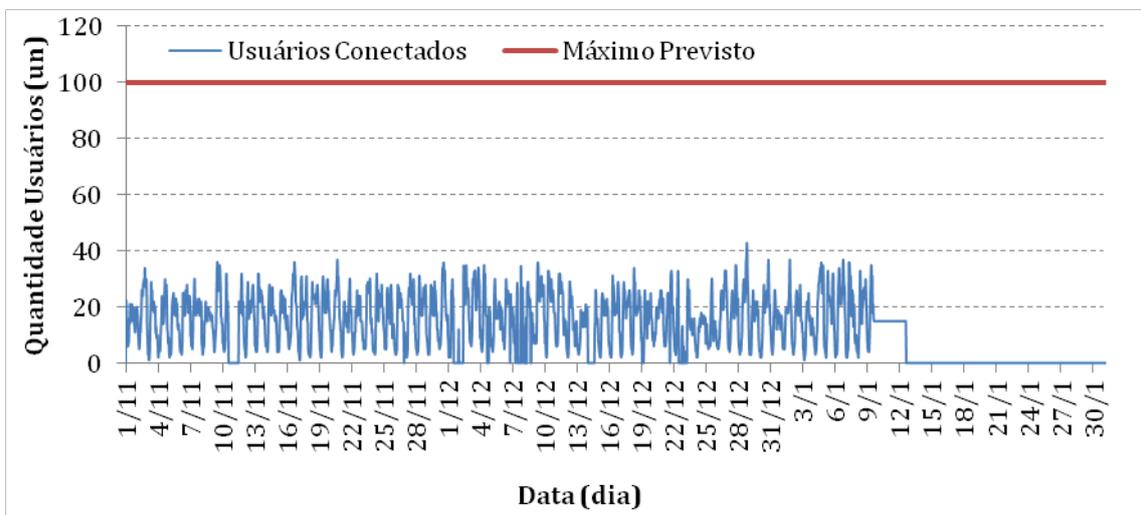
h) Parque do Nabuco (Sul).



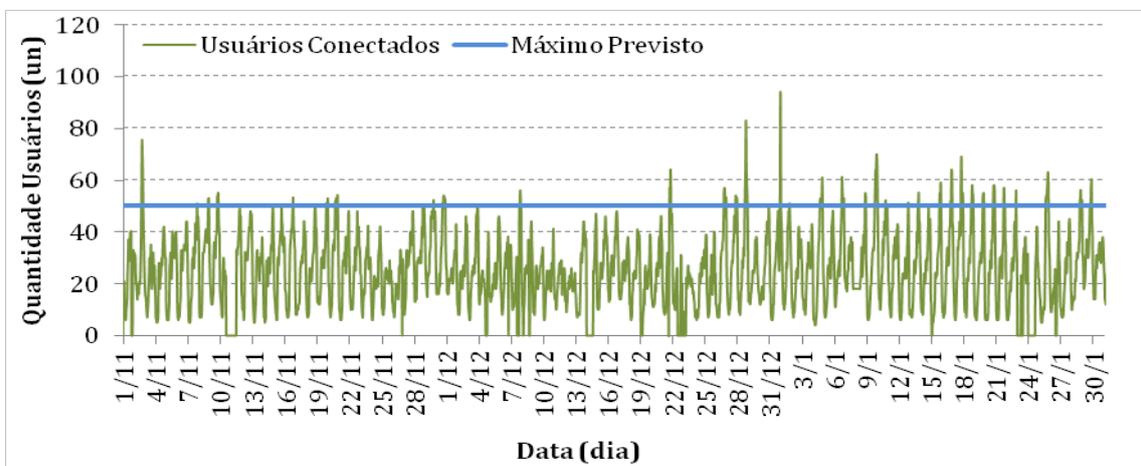
i) Largo do Piraporinha (Sul).



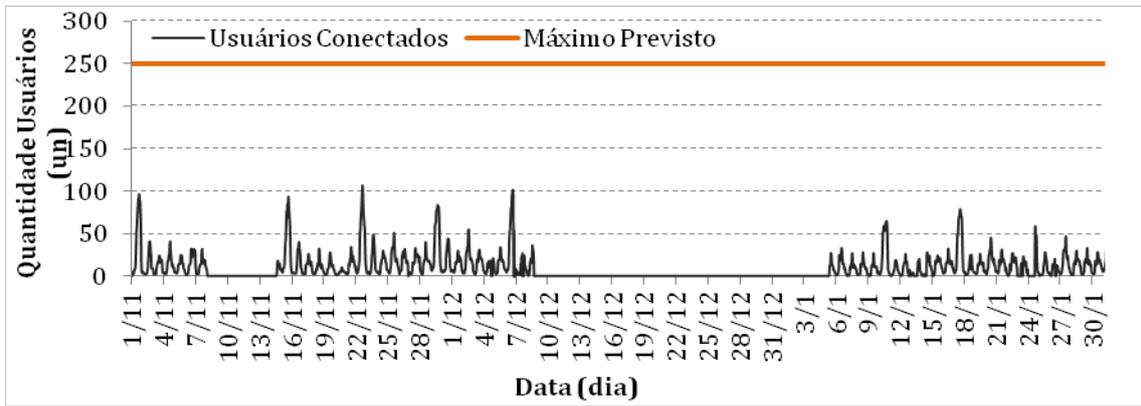
j) Praça Padre Aleixo (Do Forró) (Leste).



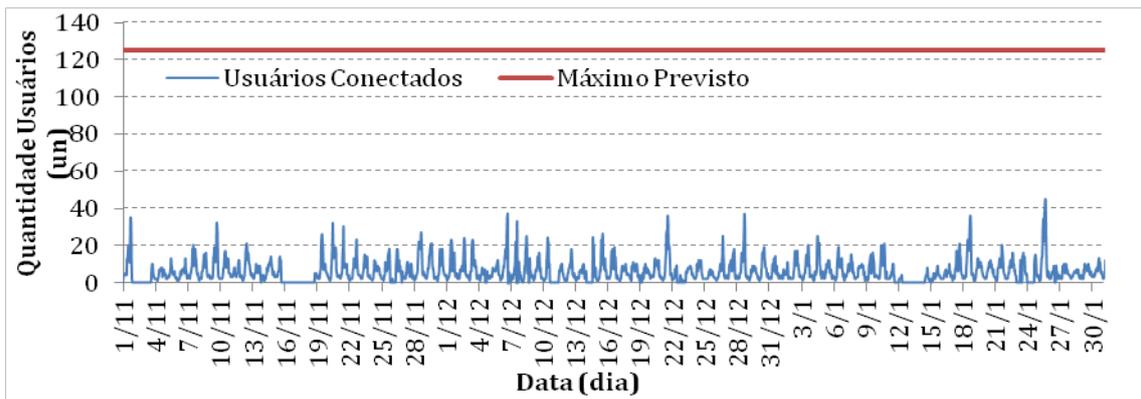
k) Parque Linear Tiquatira (Leste).



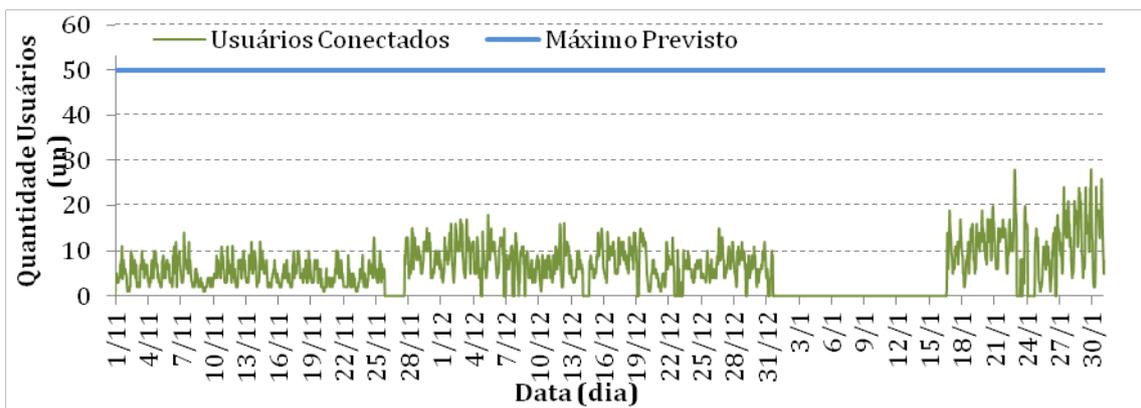
l) Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1) (Leste).



m) Praça Benedito Calixto (Oeste).

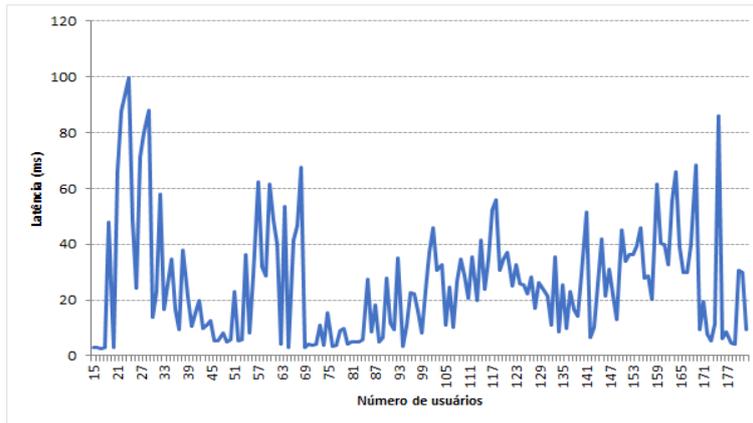


n) Parque Orlando Villas Bôas (Oeste).

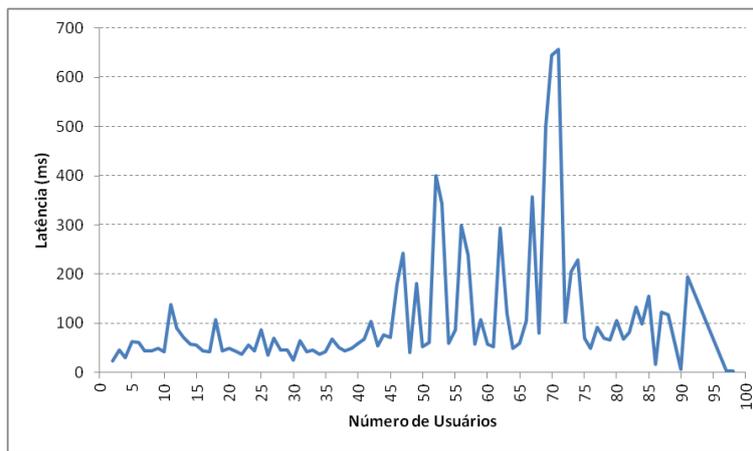


o) Praça Elis Regina (Oeste).

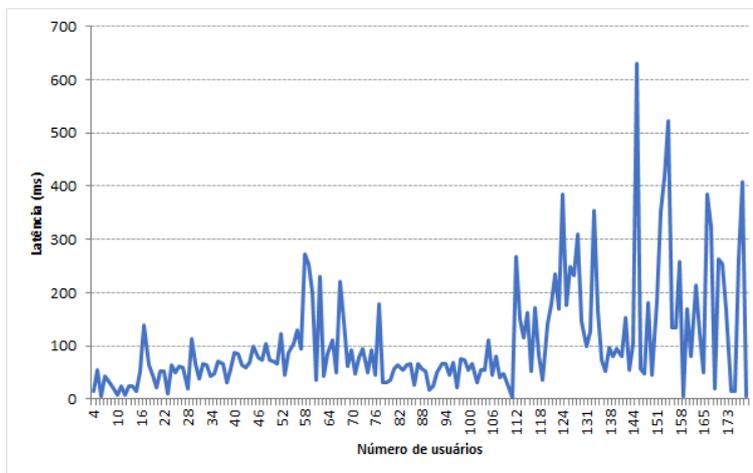
**ANEXO B** – Latência por número de usuários conectados das 15 praças.



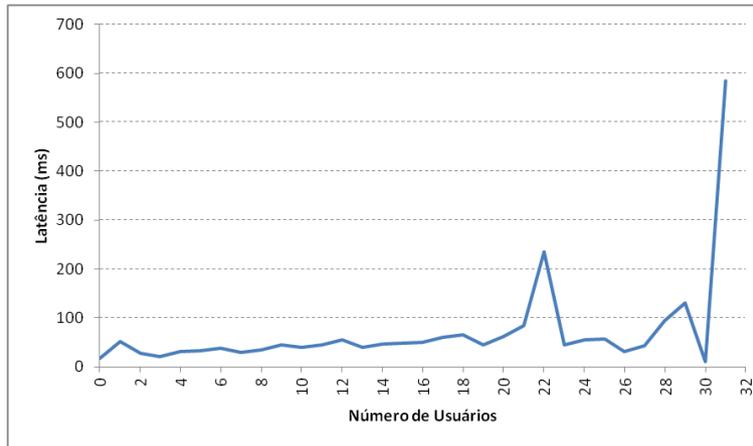
a) Mercado Municipal (Centro).



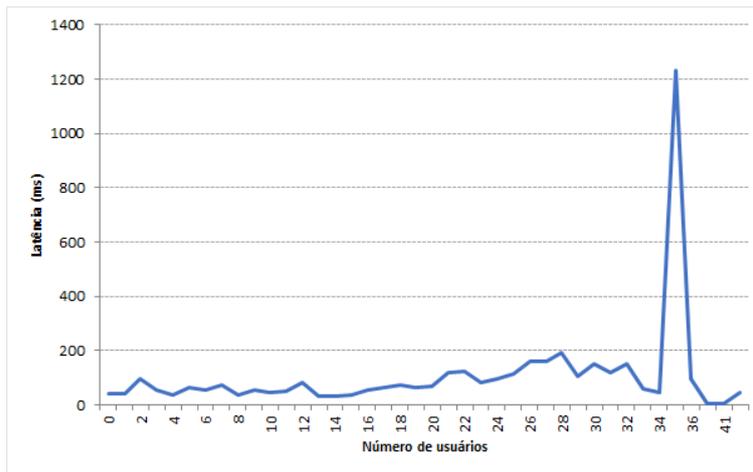
b) Pátio do Colégio (Centro).



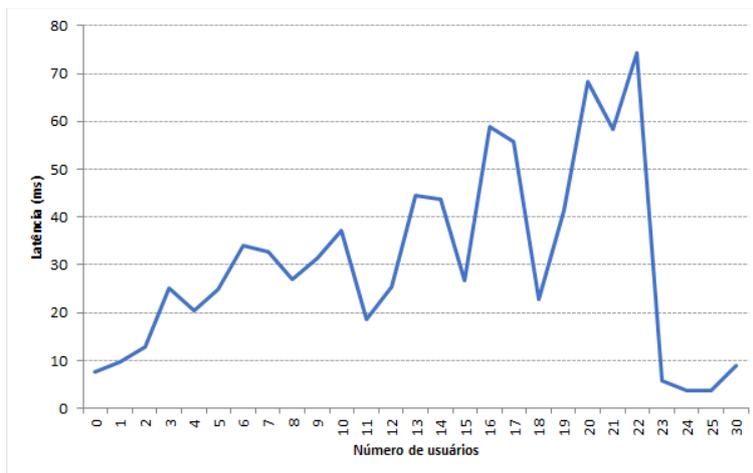
c) Praça da Bandeira (Centro).



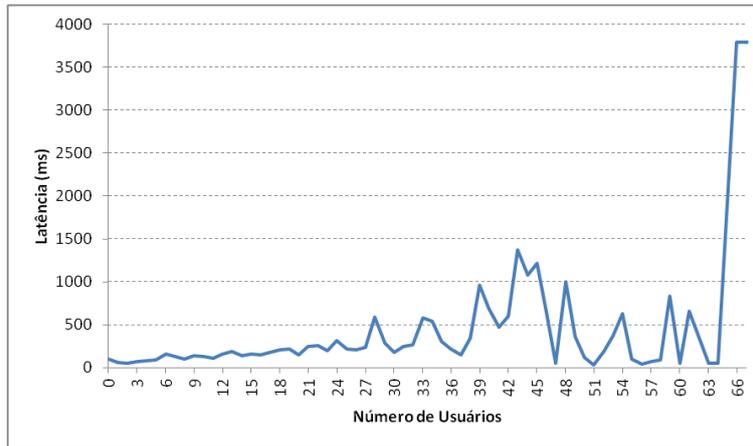
d) Praça Vereador Antônio Sampaio (Norte).



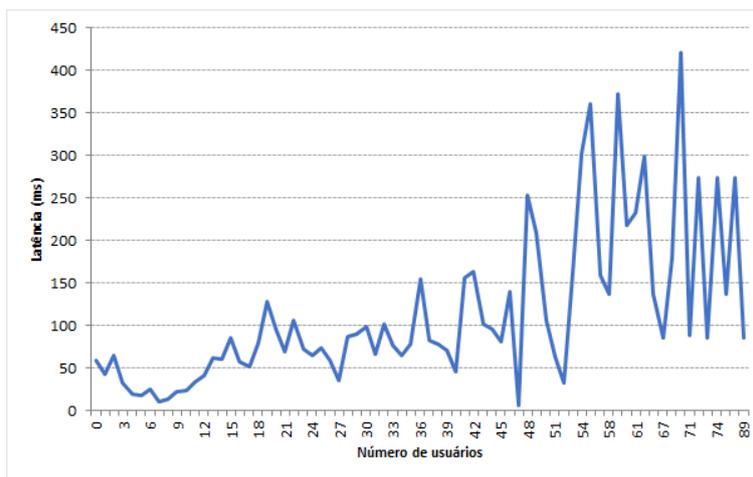
e) Praça Dona Mariquinha Sciascia (Norte)



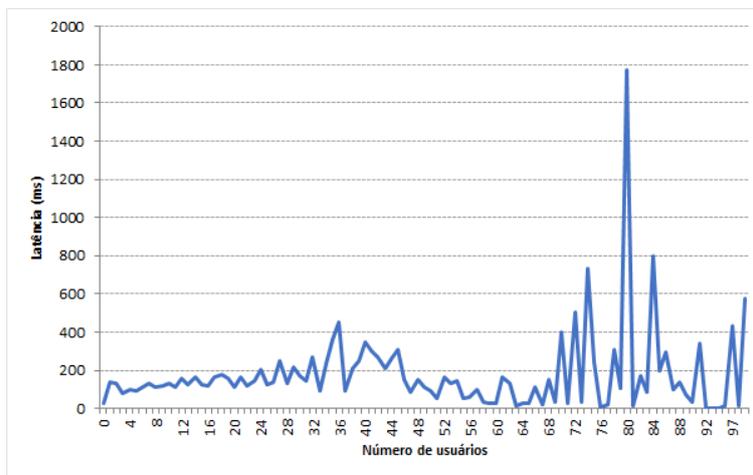
f) Praça Domingos Luís (Norte).



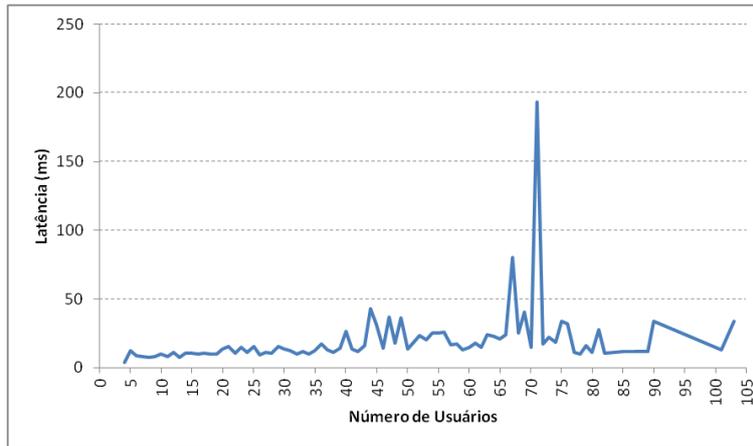
gg) Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha (Sul).



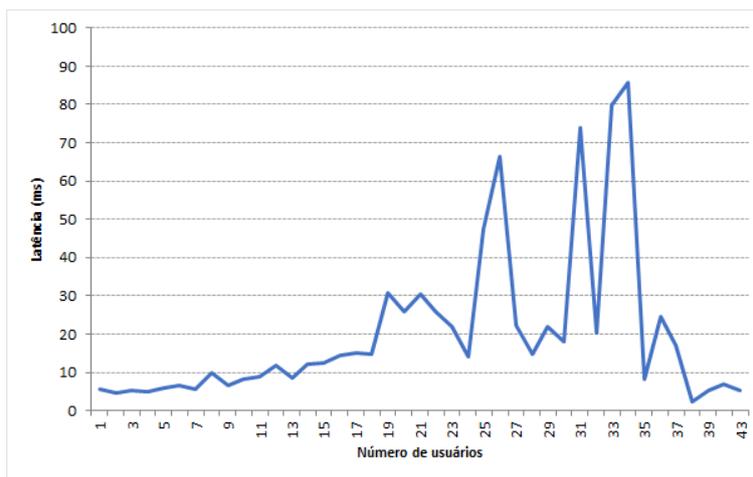
h) Parque do Nabuco (Sul).



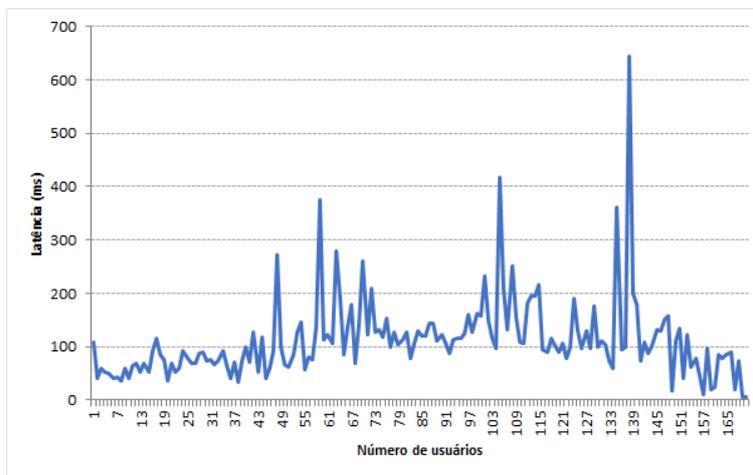
i) Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (Sul).



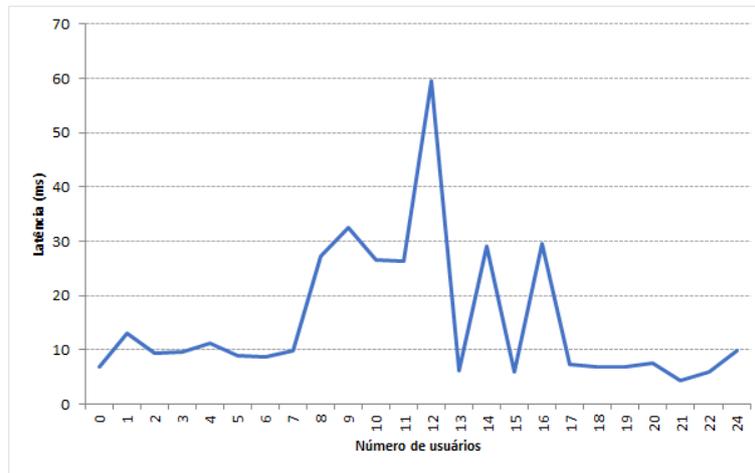
j) Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (Leste).



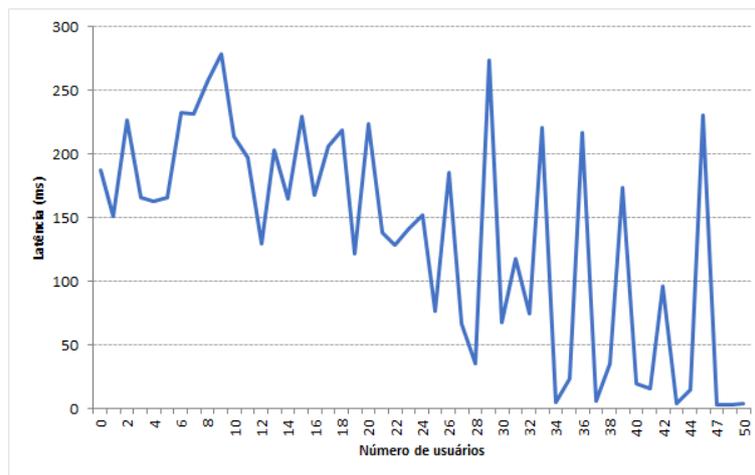
k) Parque Linear Tiquatira (Leste).



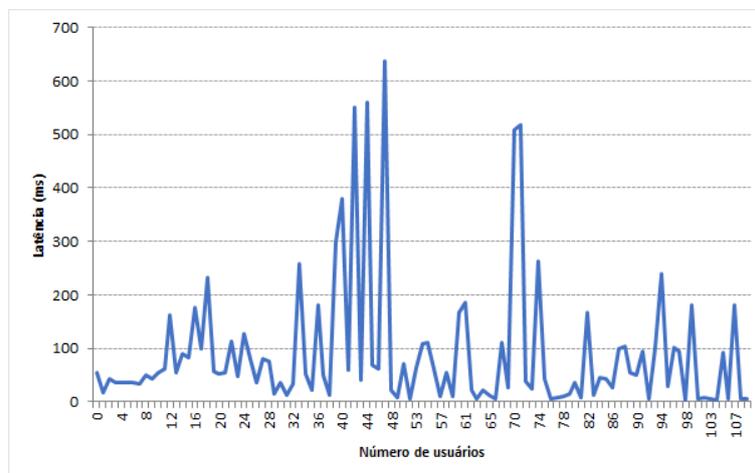
l) Praça Padre Aleixo - do Furró (Leste).



m) Praça Elis Regina (Oeste).

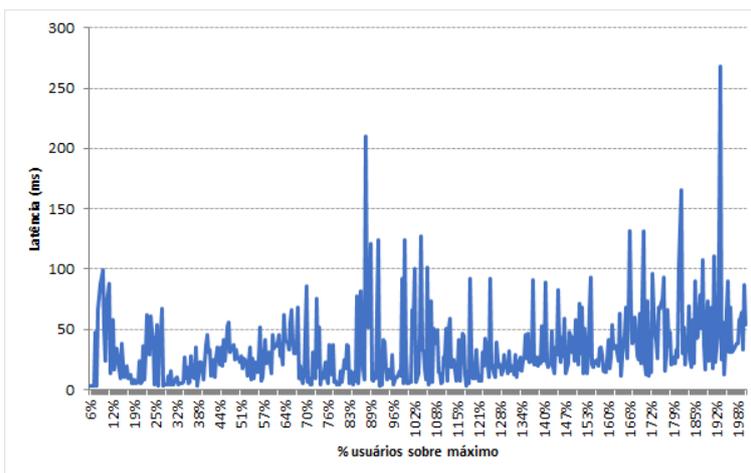


n) Parque Orlando Villas Bôas (Oeste).

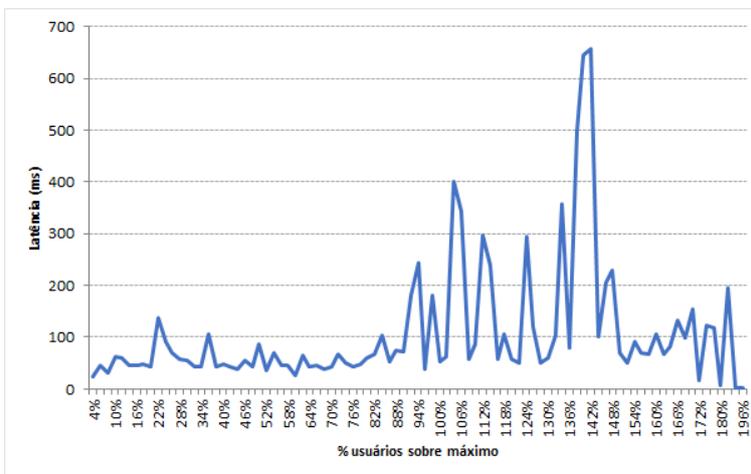


o) Praça Benedito Calixto (Oeste).

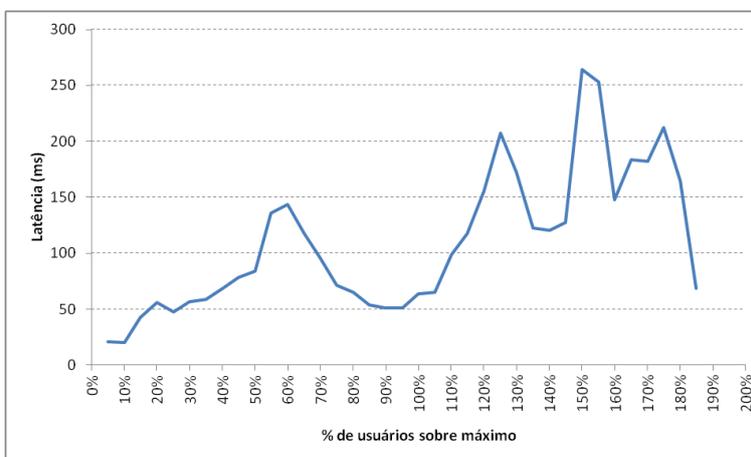
**ANEXO C – Latência por % de usuários sobre máximo das 15 praças.**



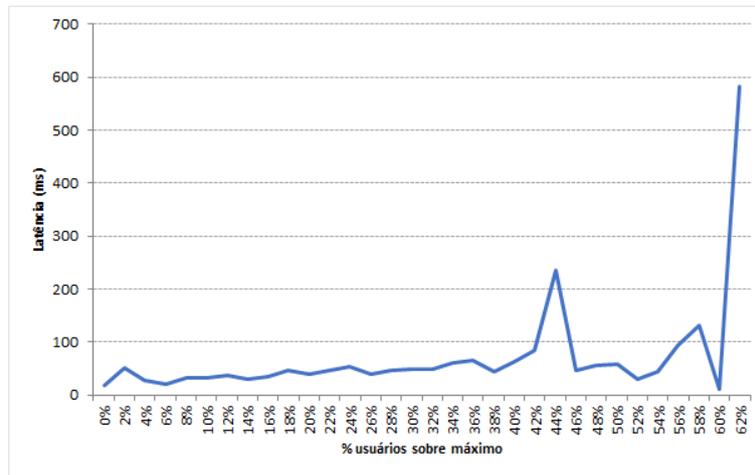
a) Mercado Municipal (Centro).



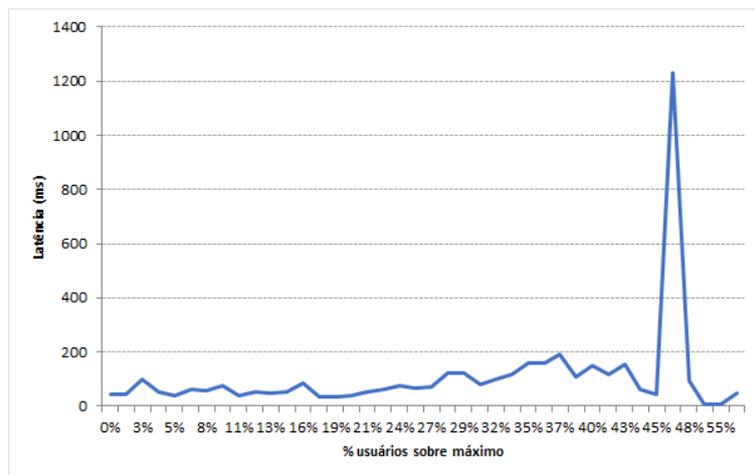
b) Pátio do Colégio (Centro).



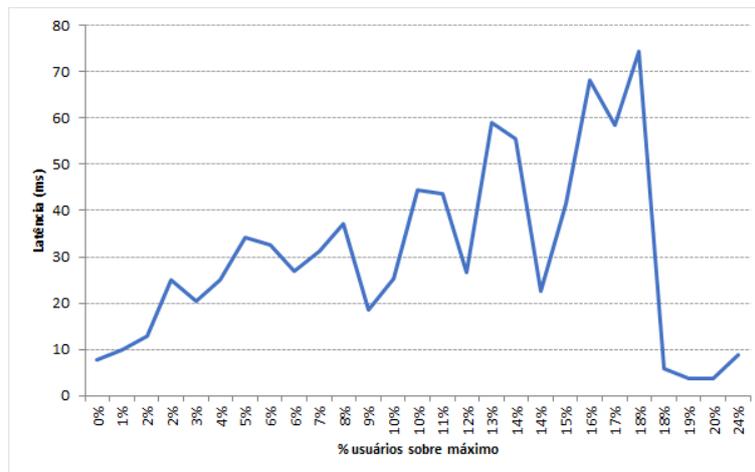
c) Praça da Bandeira (Centro).



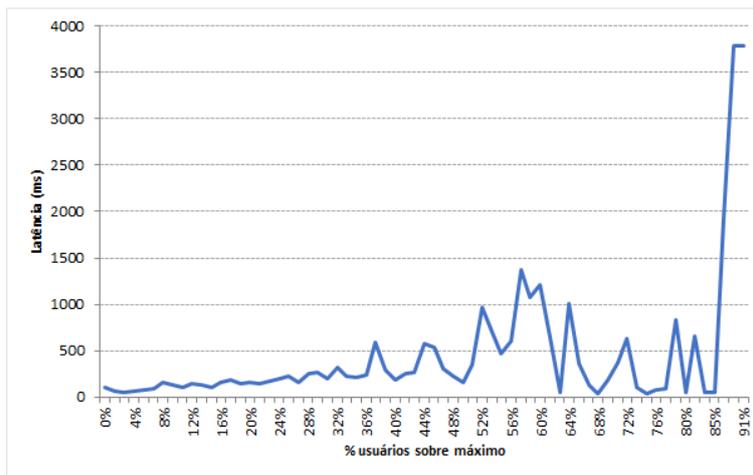
d) Praça Vereador Antônio Sampaio (Norte).



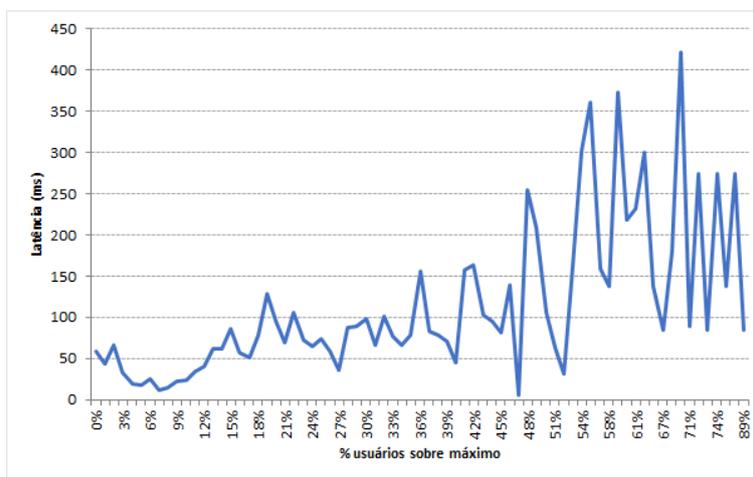
e) Praça Dona Mariquinha Sciascia (Norte)



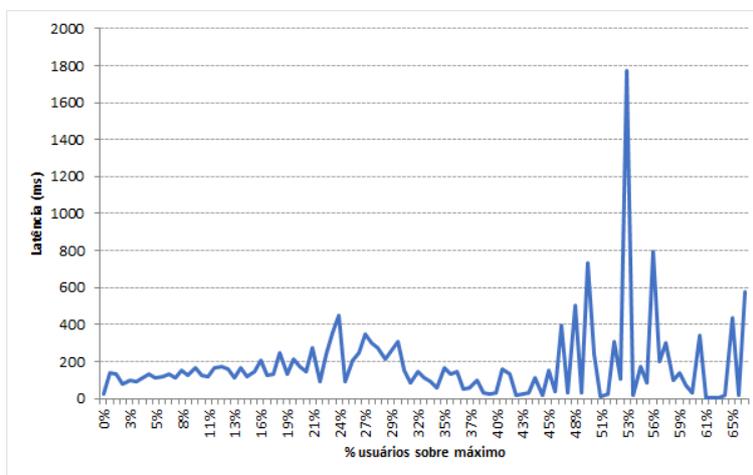
f) Praça Domingos Luís (Norte).



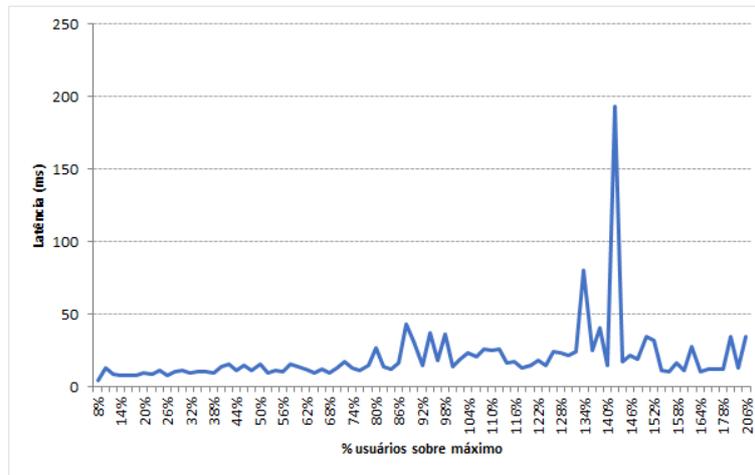
g) Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha (Sul).



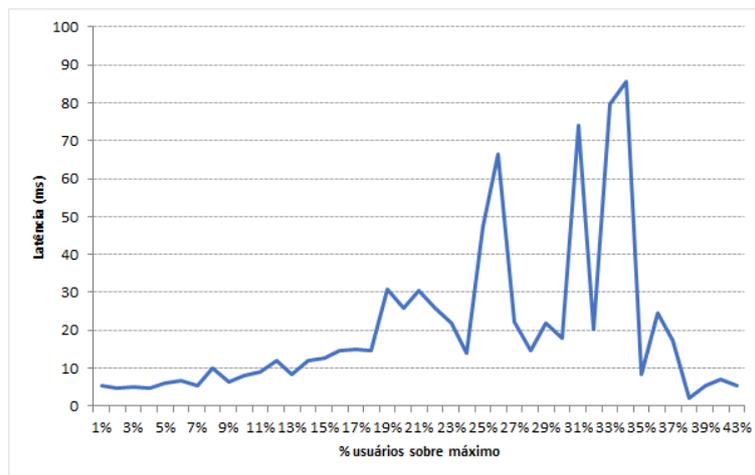
h) Parque do Nabuco (Sul).



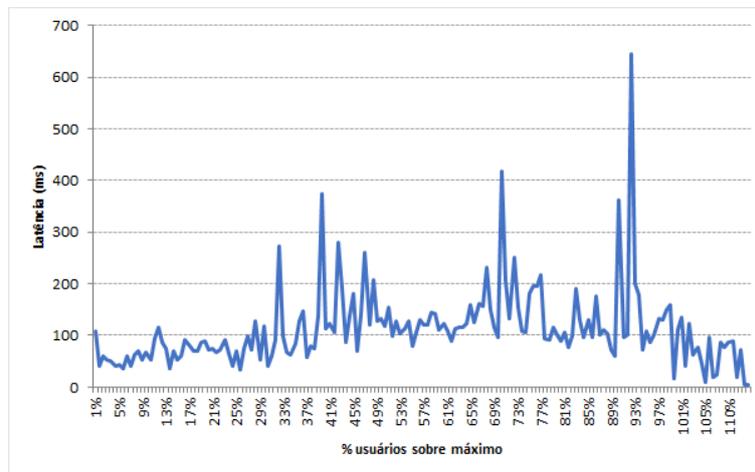
i) Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (Sul).



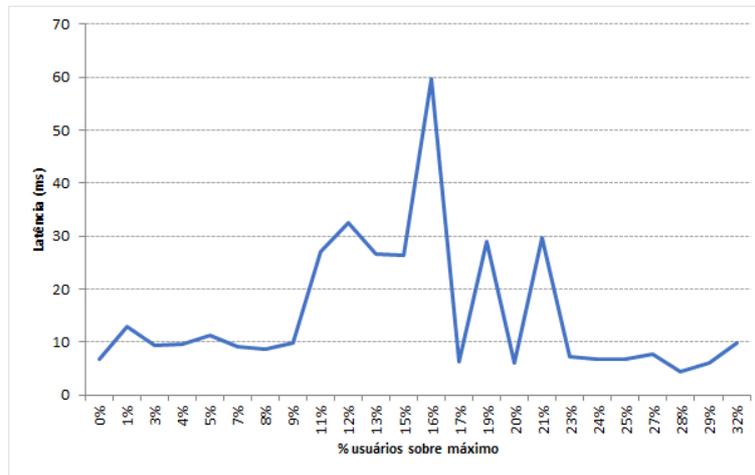
j) Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (Leste).



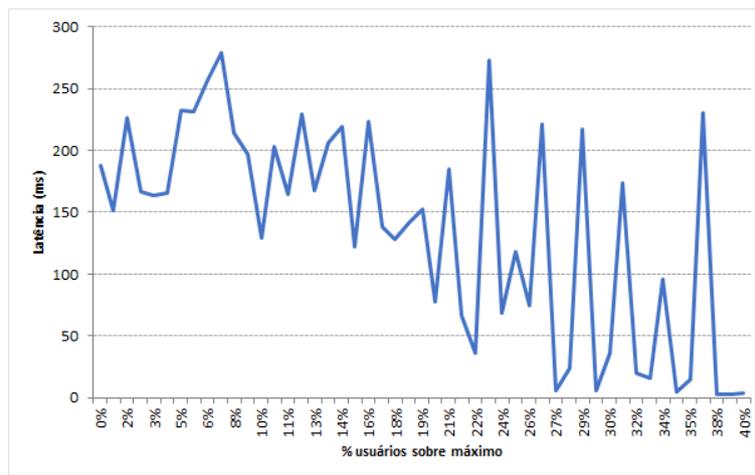
k) Parque Linear Tiquatira (Leste).



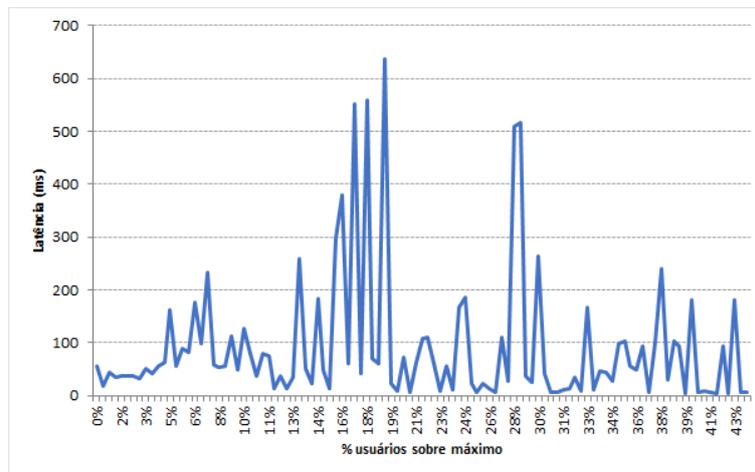
l) Praça Padre Aleixo - do Forró (Leste).



m) Praça Elis Regina (Oeste).

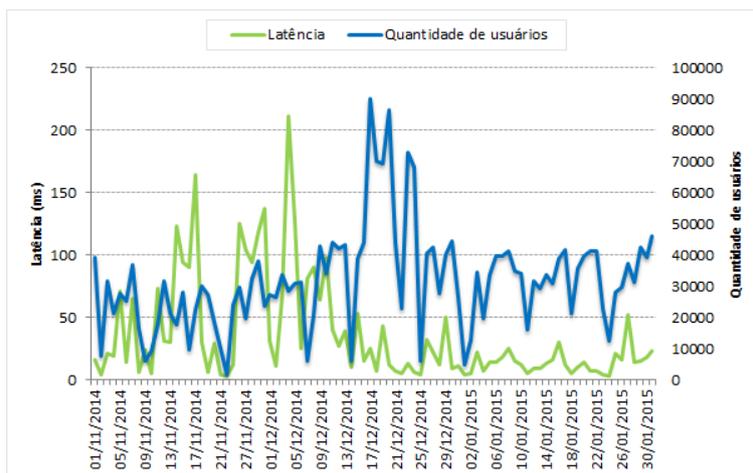


n) Parque Orlando Villas Bôas (Oeste).

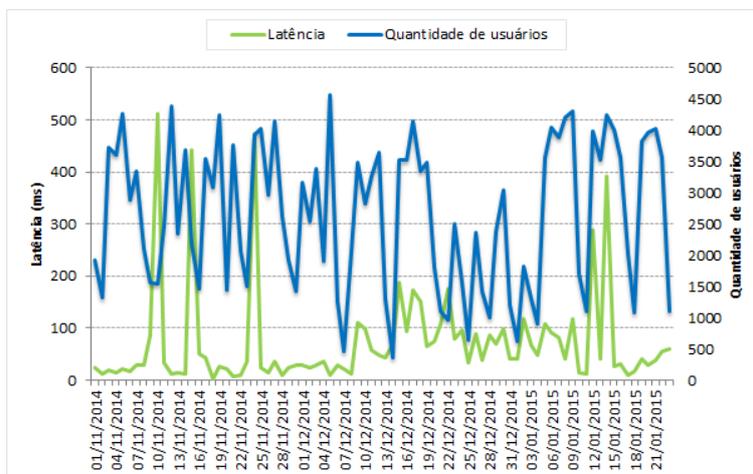


o) Praça Benedito Calixto (Oeste).

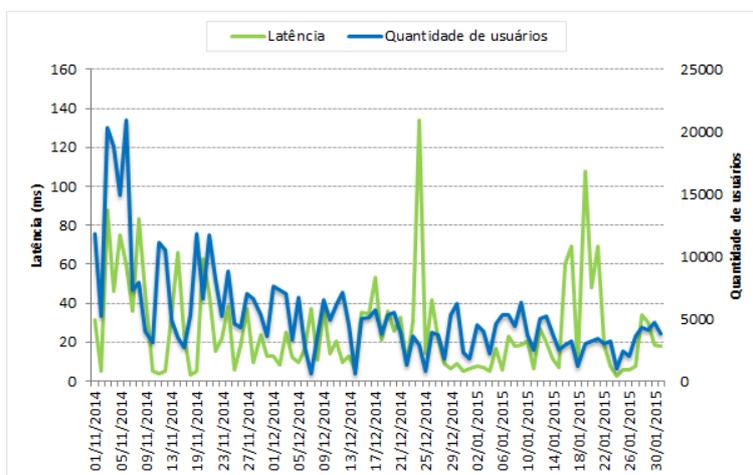
**ANEXO D – Latência por soma total de usuários por dia das 15 praças.**



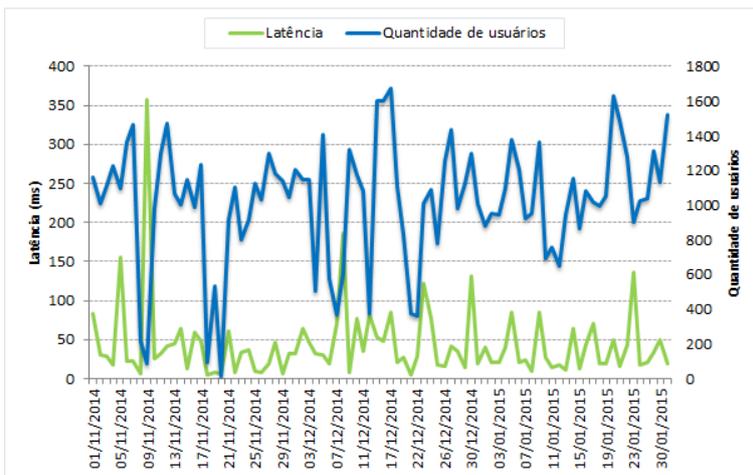
a) Mercado Municipal (Centro).



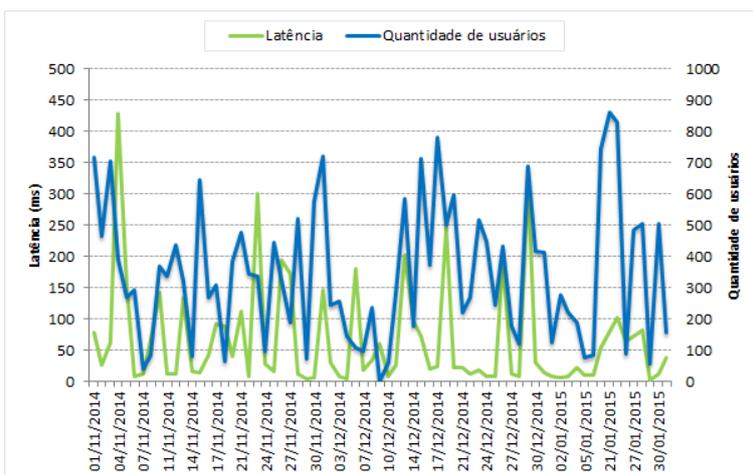
b) Páteo do Colégio (Centro).



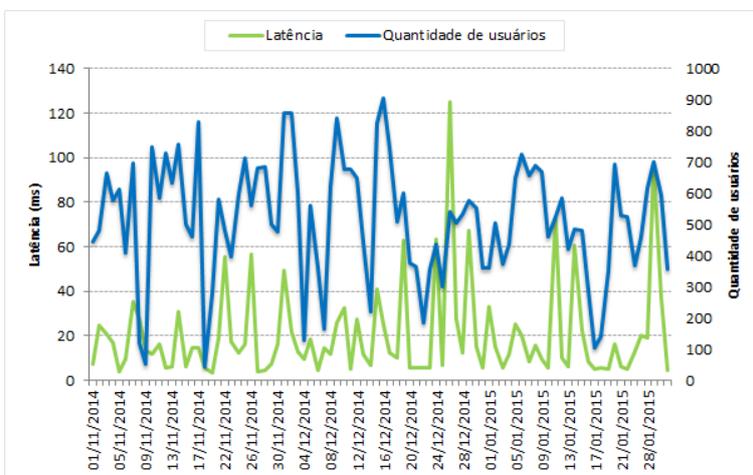
c) Praça da Bandeira (Centro).



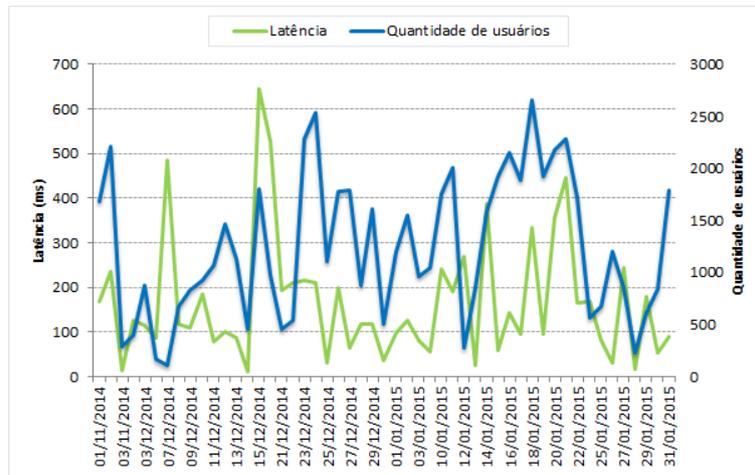
d) Praça Vereador Antônio Sampaio (Norte).



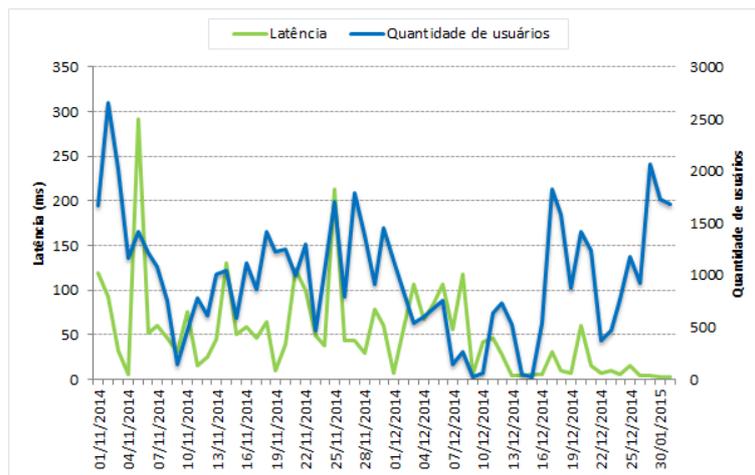
e) Praça Dona Mariquinha Sciascia (Norte)



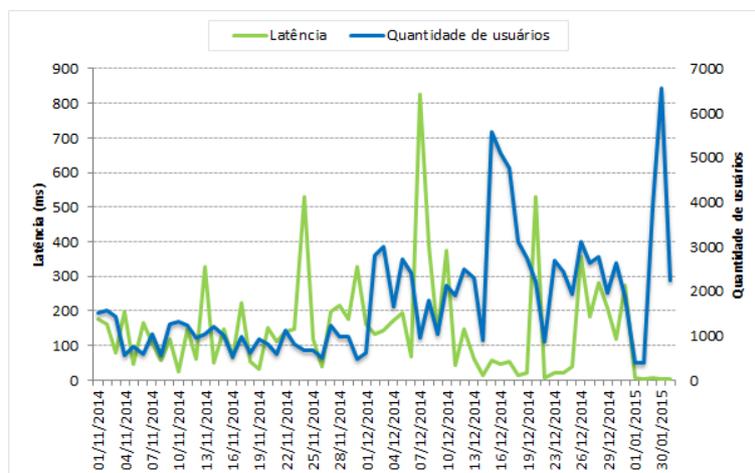
f) Praça Domingos Luís (Norte).



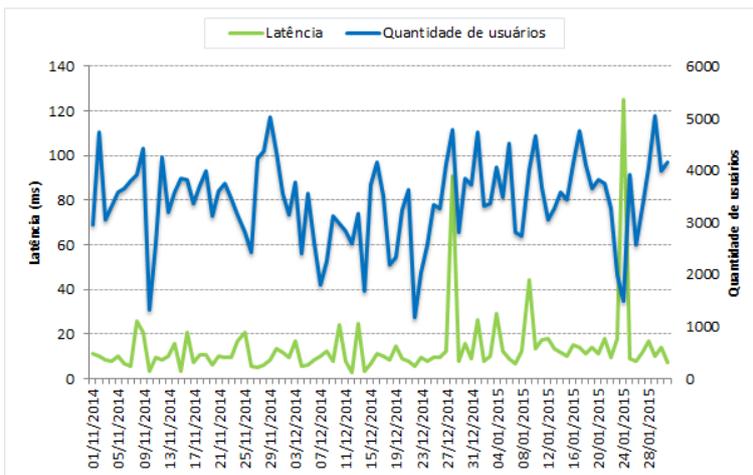
g) Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha (Sul).



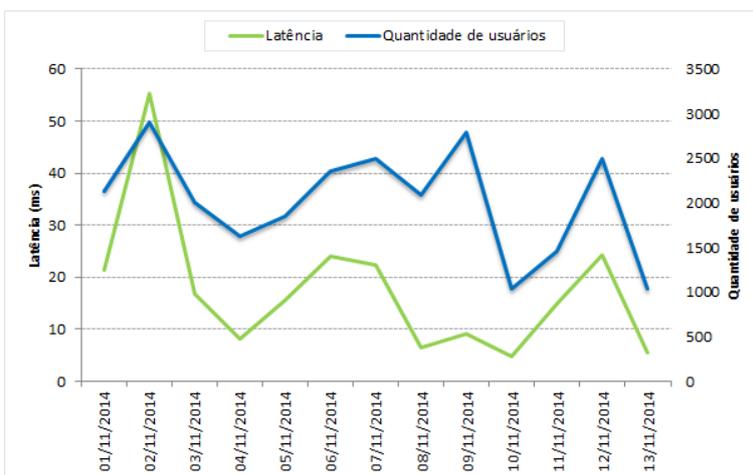
h) Parque do Nabuco (Sul).



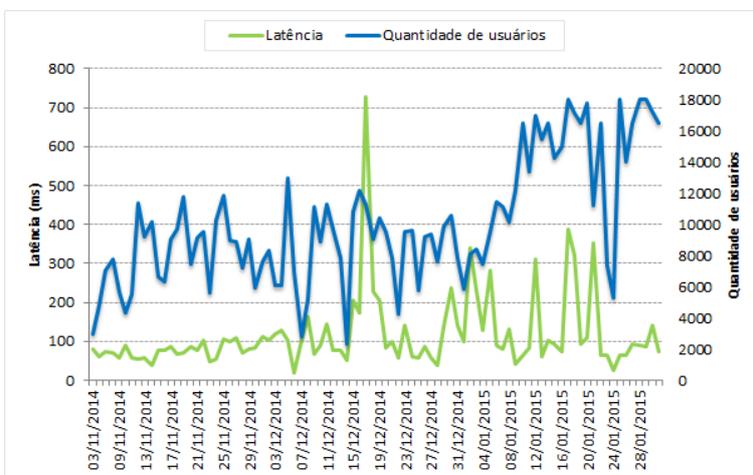
i) Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (Sul).



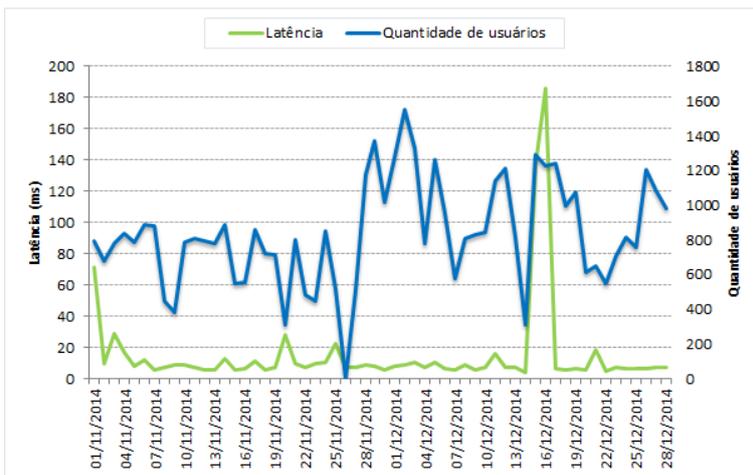
j) Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (Leste).



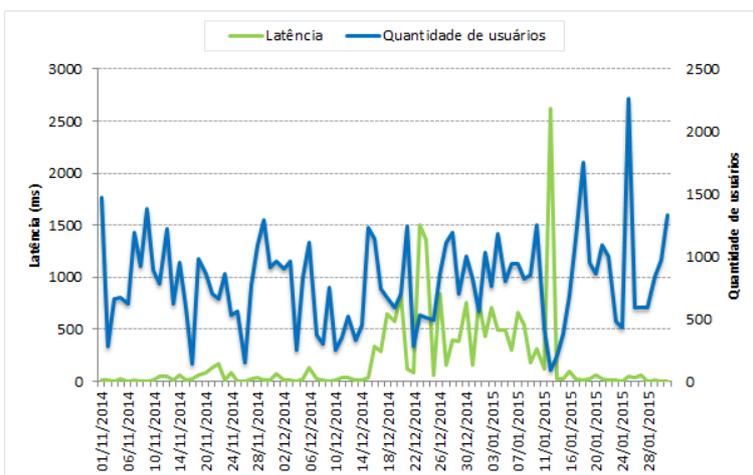
k) Parque Linear Tiquatira (Leste).



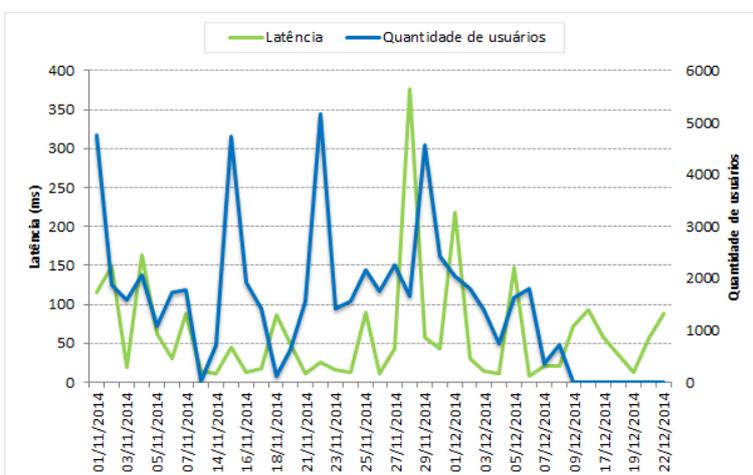
l) Praça Padre Aleixo - do Forró (Leste).



m) Praça Elis Regina (Oeste).

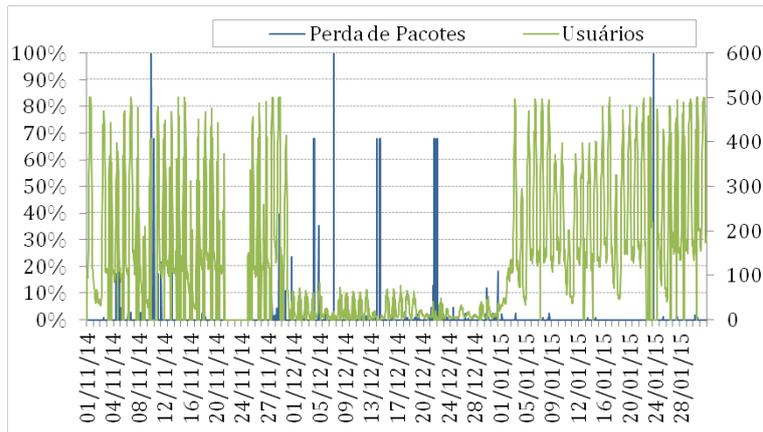


n) Parque Orlando Villas Bôas (Oeste).

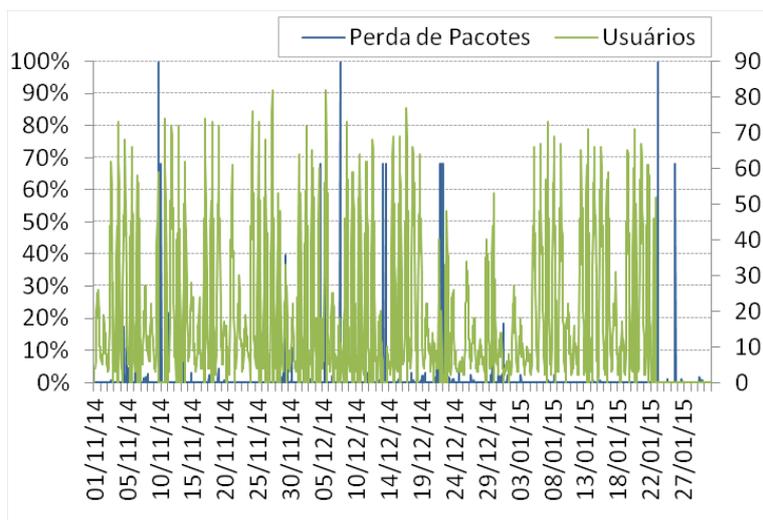


o) Praça Benedito Calixto (Oeste).

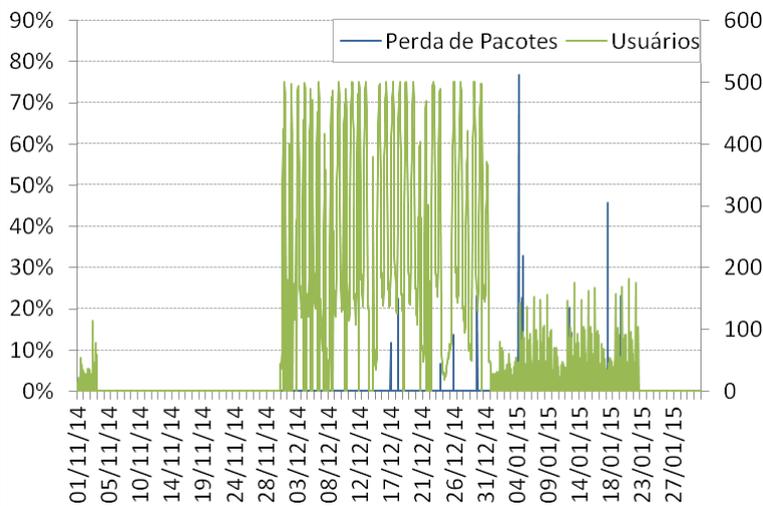
**ANEXO E – Perda de Pacotes por Número de usuários das 15 praças.**



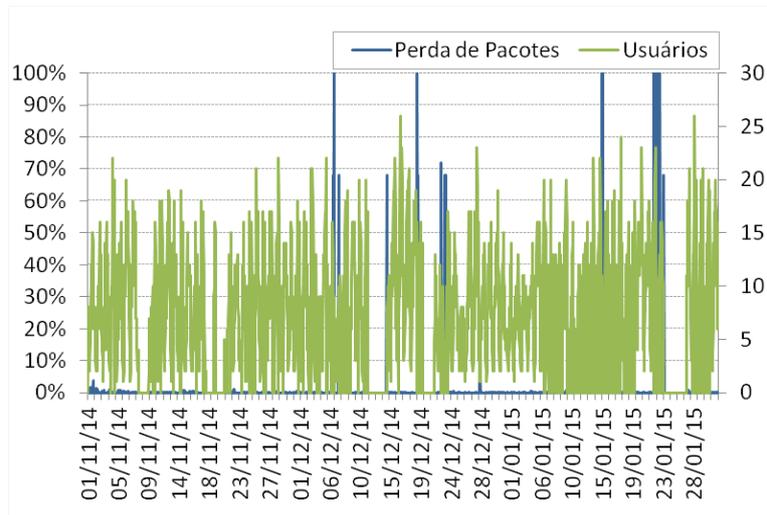
a) Mercado Municipal (Centro).



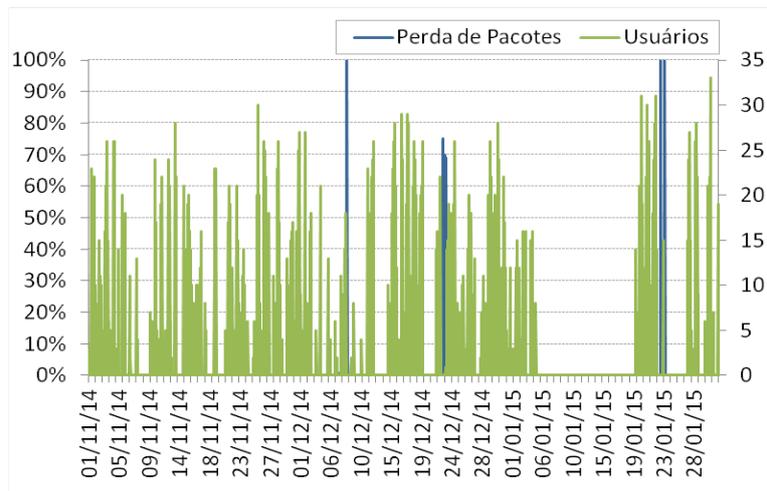
b) Pátio do Colégio (Centro).



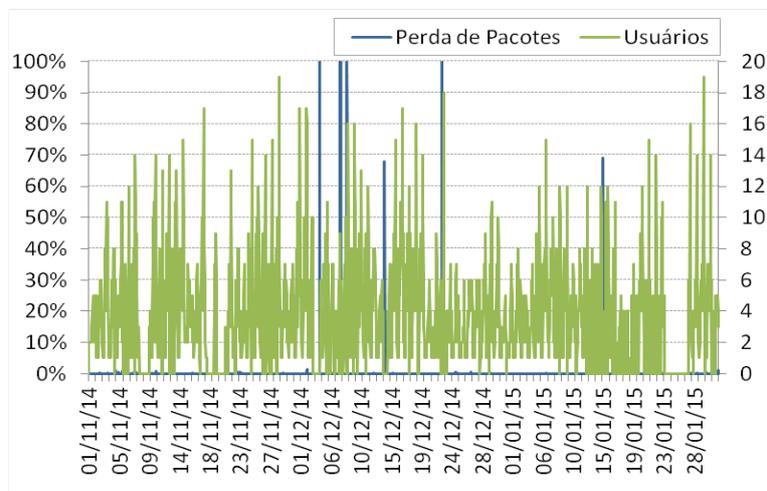
c) Praça da Bandeira (Centro).



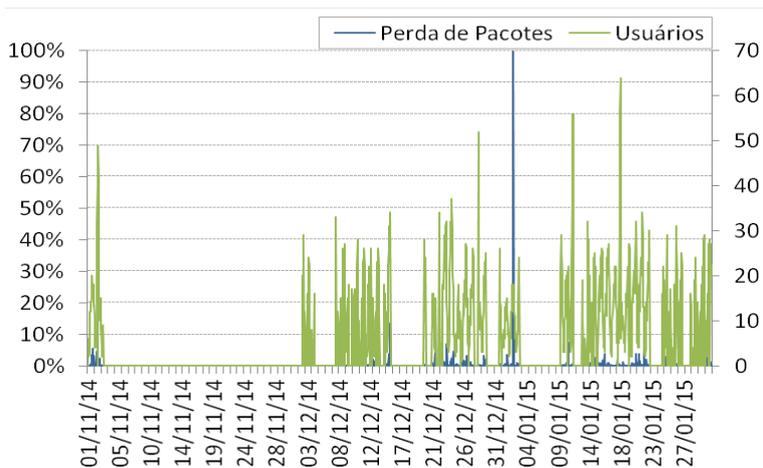
d) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



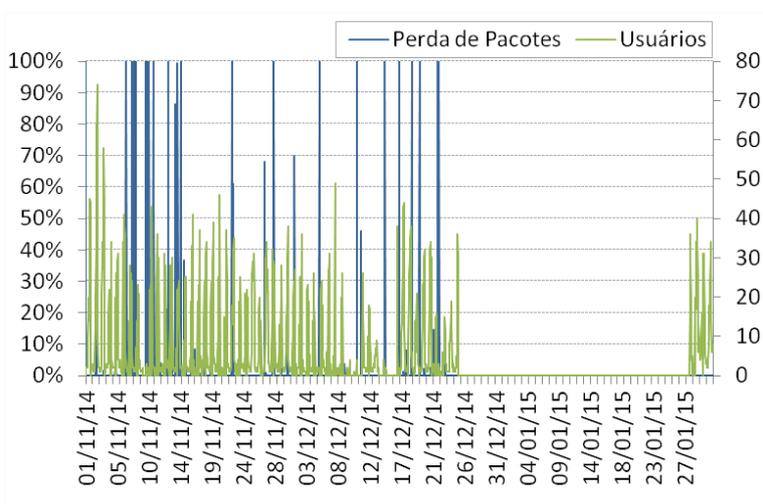
e) Praça Dona Mariquinha Sciascia (Zona Norte).



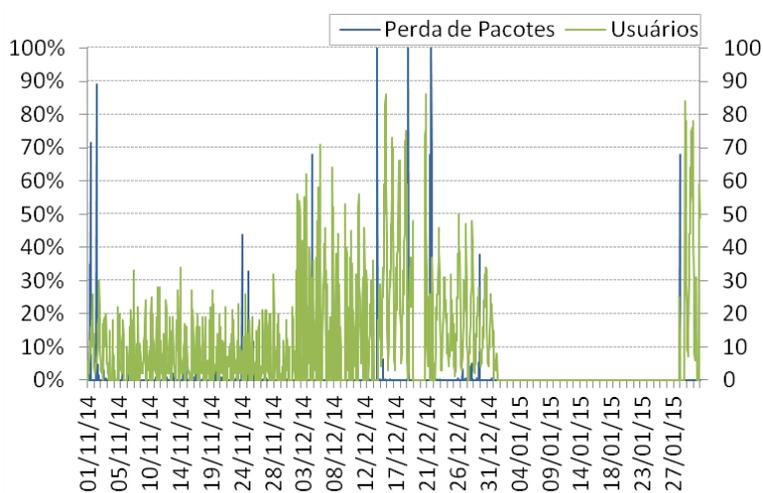
f) Praça Domingos Luís (Zona Norte).



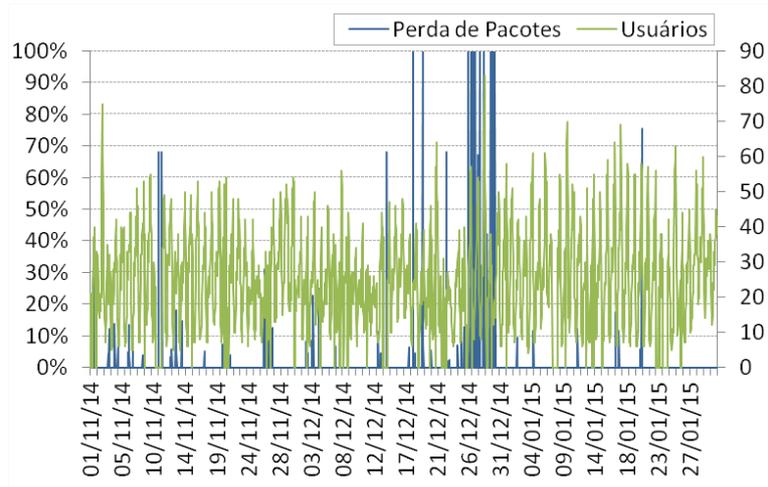
g) Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha (Zona Sul).



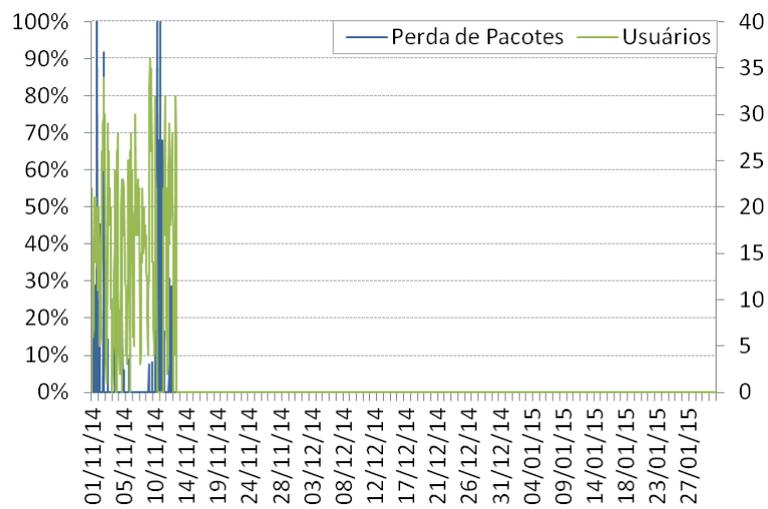
h) Parque do Nabuco (Zona Sul).



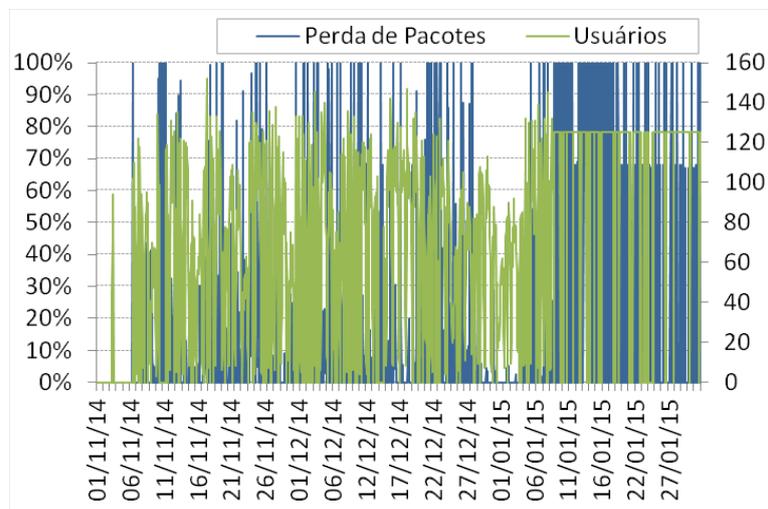
i) Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (Zona Sul).



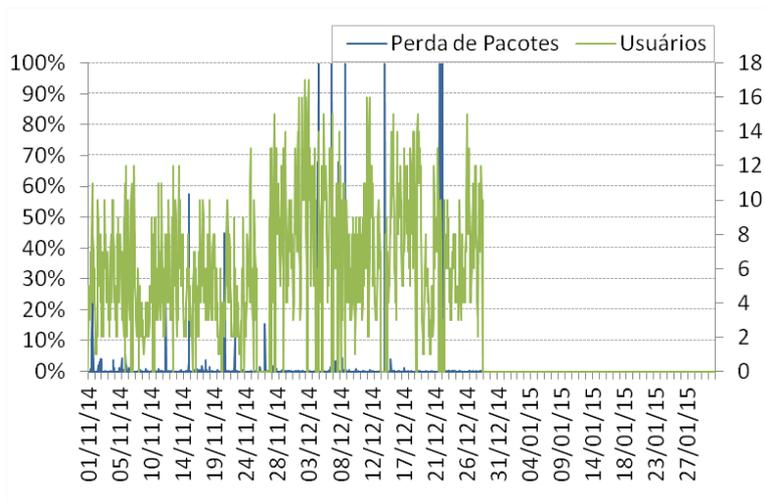
j) Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (Zona Leste).



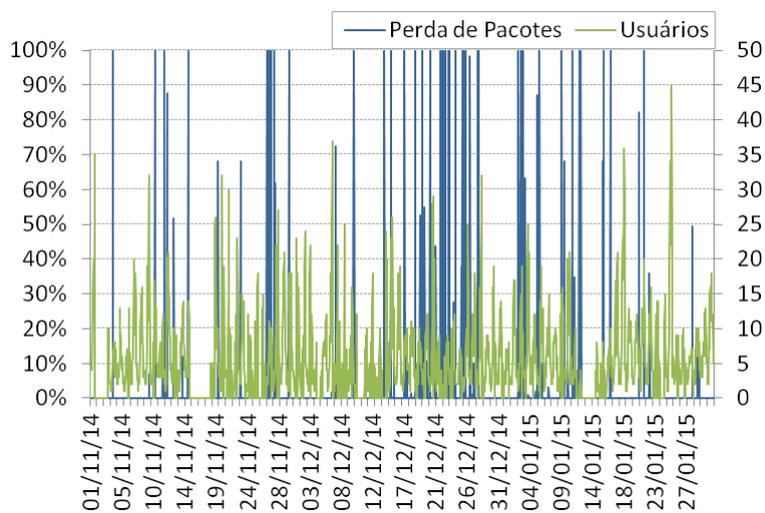
k) Parque Linear Tiquatira (Zona Leste).



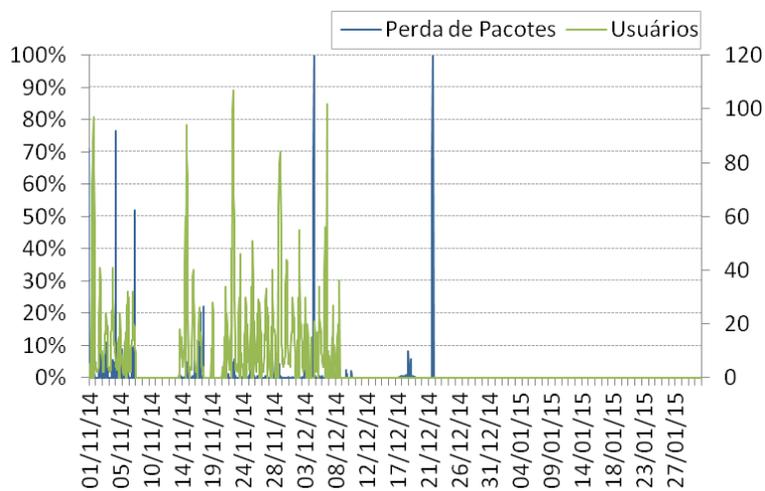
l) Praça Padre Aleixo - do Forró (Zona Leste).



m) Praça Elis Regina (Zona Oeste).

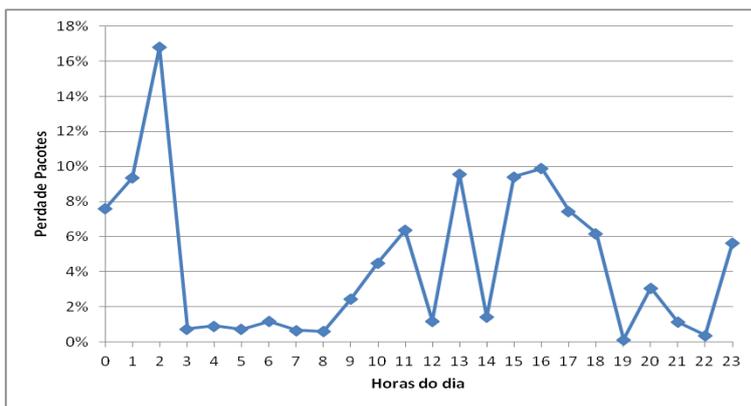


n) Parque Orlando Villas Bôas (Zona Oeste).

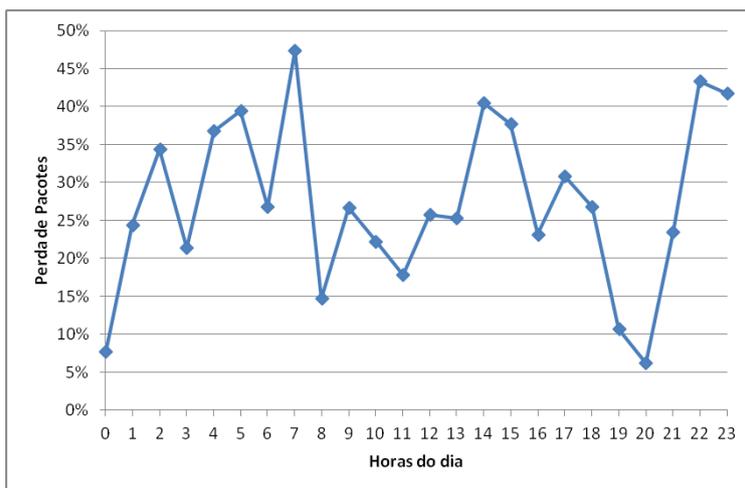


o) Praça Benedito Calixto (Zona Oeste).

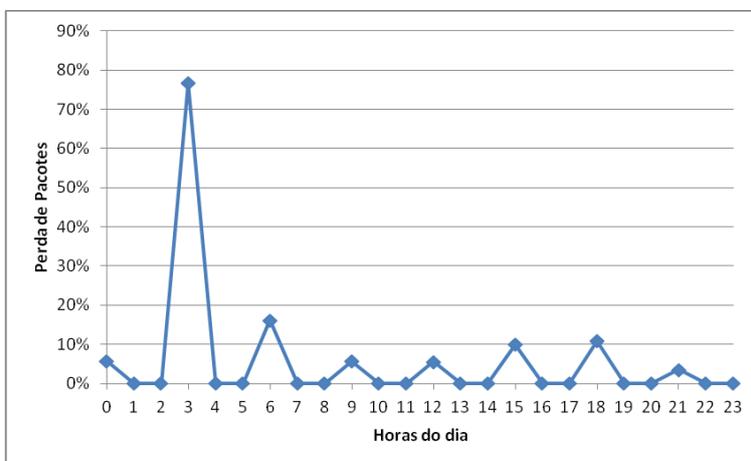
**ANEXO F – Perda de pacotes por horas do dia das 15 praças.**



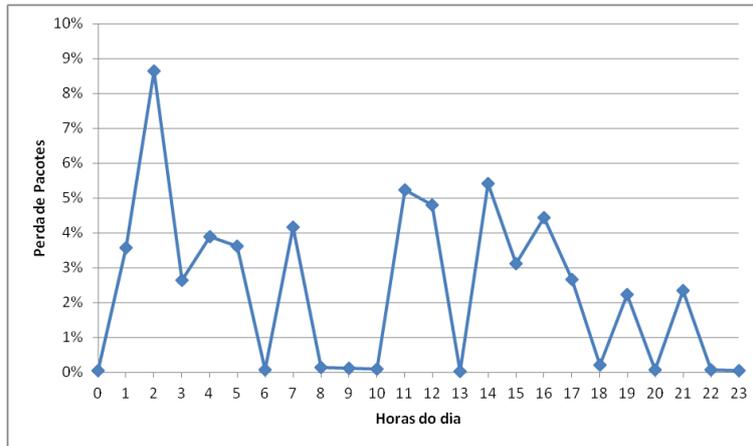
a) Mercado Municipal (Centro).



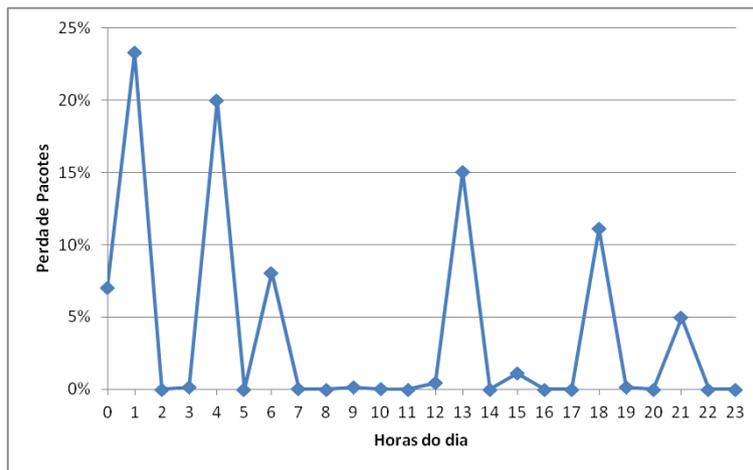
b) Pátio do Colégio (Centro).



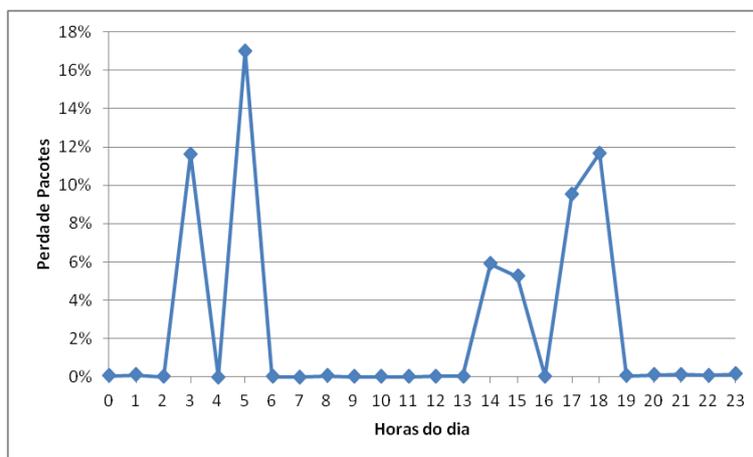
c) Praça da Bandeira (Centro).



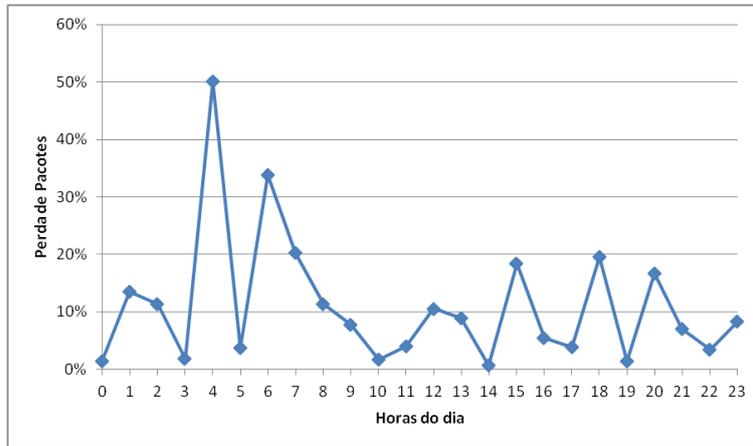
d) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



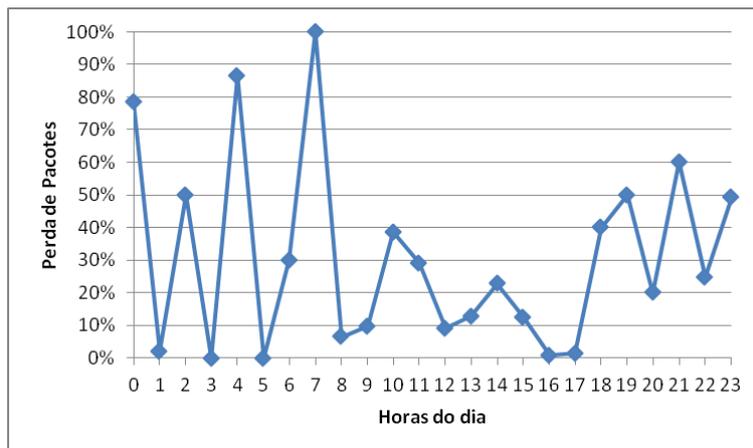
e) Praça Dona Mariquinha Sciascia (Zona Norte).



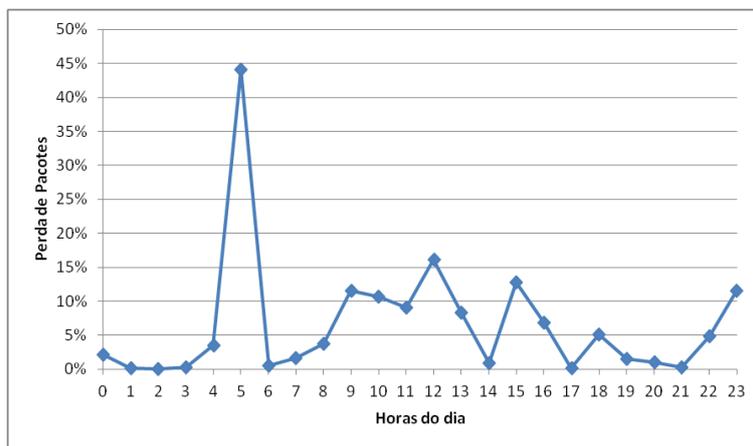
f) Praça Domingos Luís (Zona Norte).



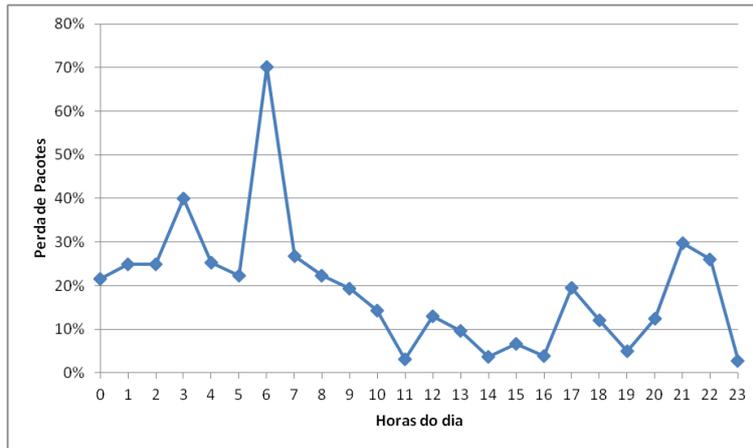
g) Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha (Zona Sul).



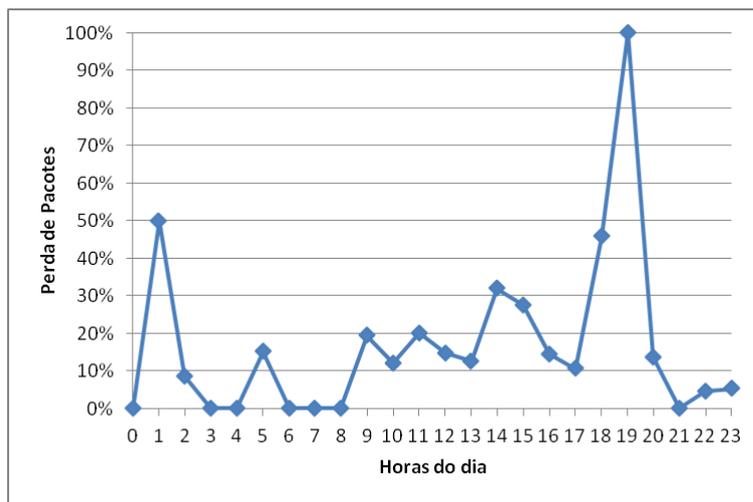
h) Parque do Nabuco (Zona Sul).



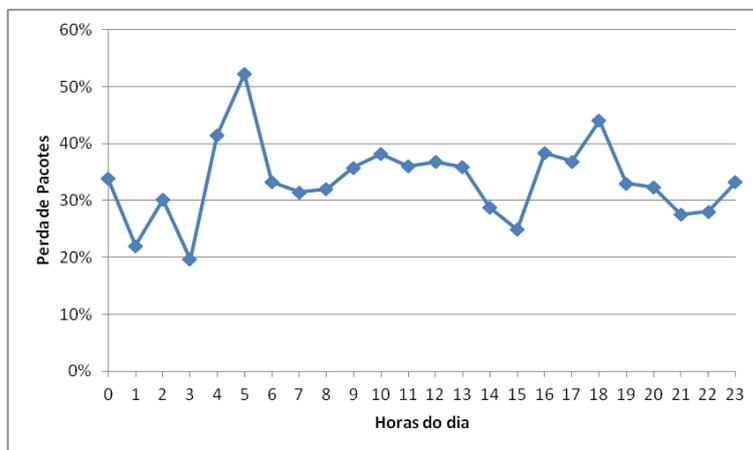
i) Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (Zona Sul).



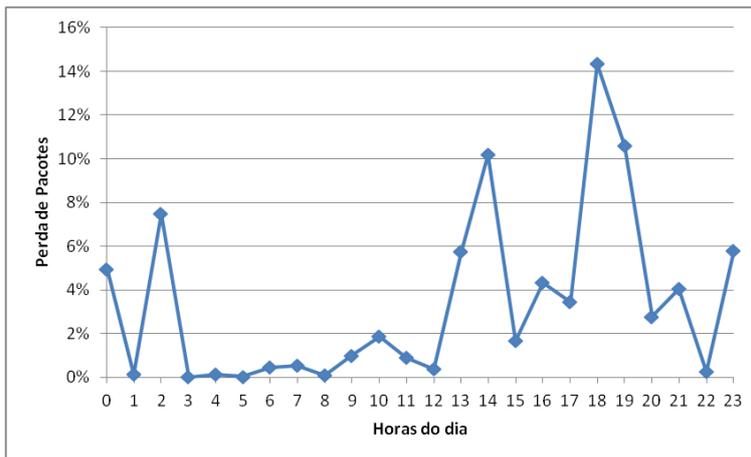
j) Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (Zona Leste).



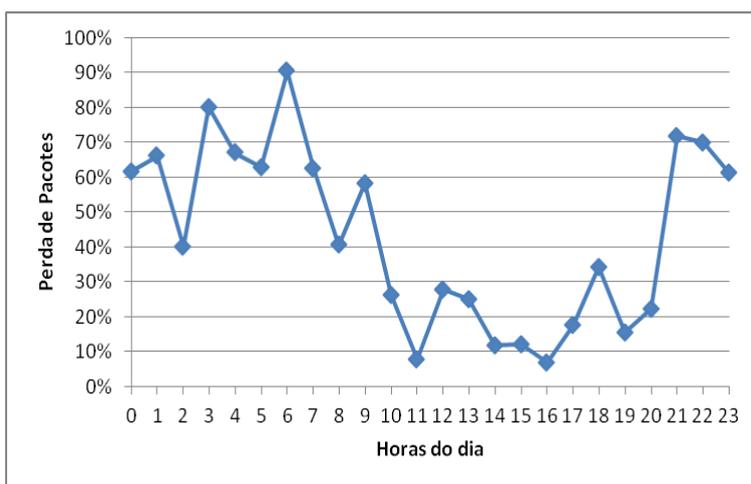
k) Parque Linear Tiquatira (Zona Leste).



l) Praça Padre Aleixo - do Forró (Zona Leste).



m) Praça Elis Regina (Zona Oeste).

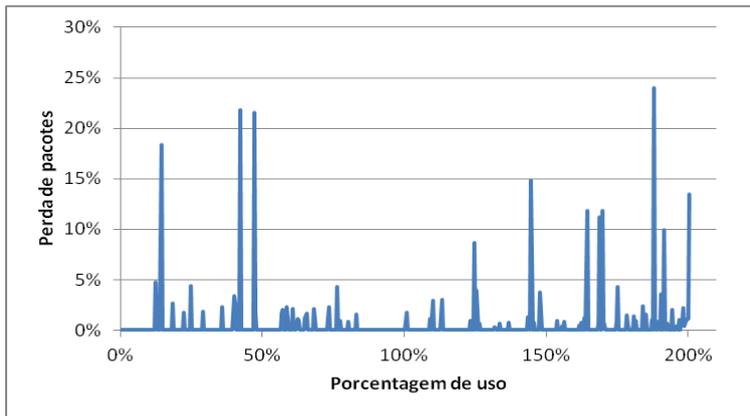


n) Parque Orlando Villas Bôas (Zona Oeste).

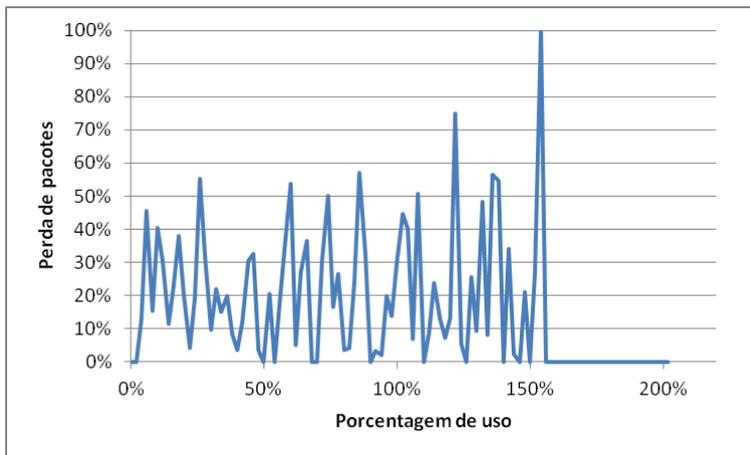


o) Praça Benedito Calixto (Zona Oeste).

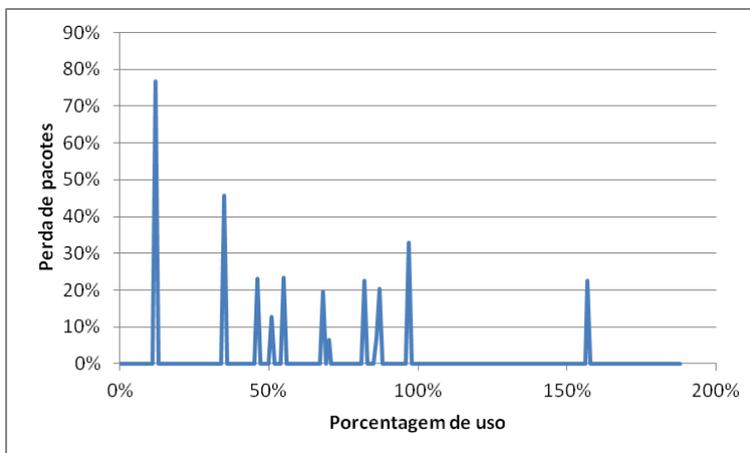
**ANEXO G** – Perda de pacotes pela porcentagem de uso das 15 praças.



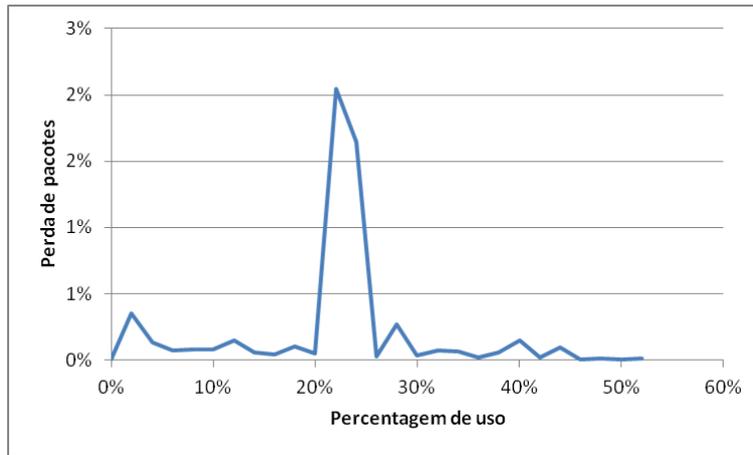
a) Mercado Municipal (Centro).



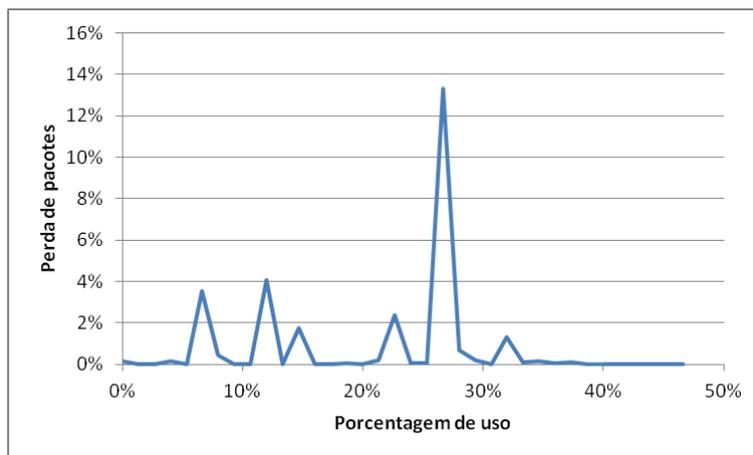
b) Pátio do Colégio (Centro).



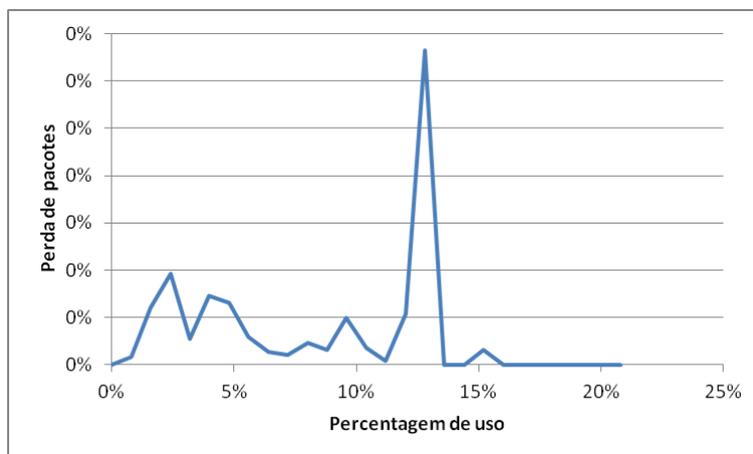
c) Praça da Bandeira (Centro).



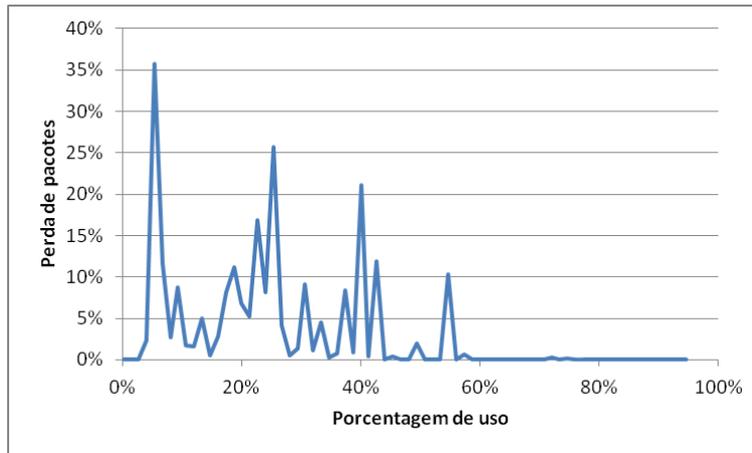
d) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



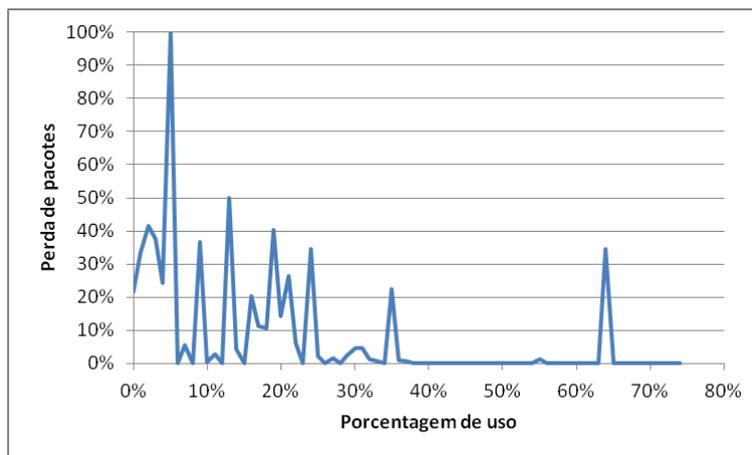
e) Praça Dona Mariquinha Sciascia (Zona Norte).



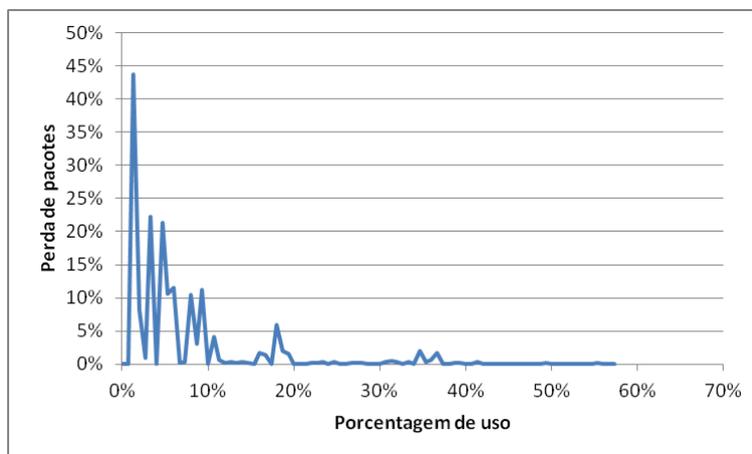
f) Praça Domingos Luís (Zona Norte).



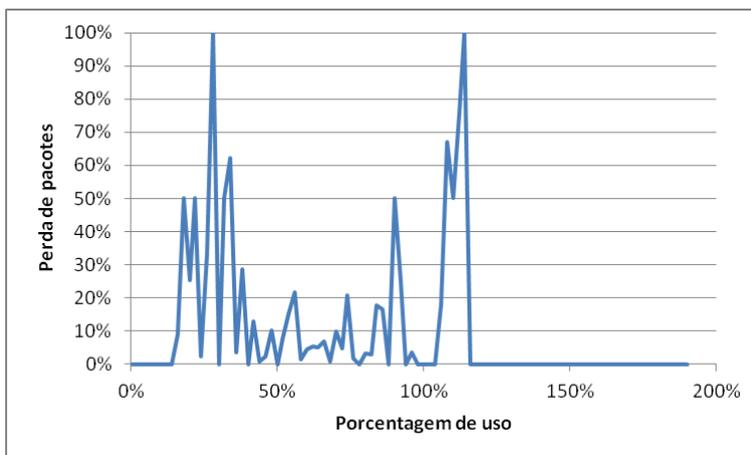
g) Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha (Zona Sul).



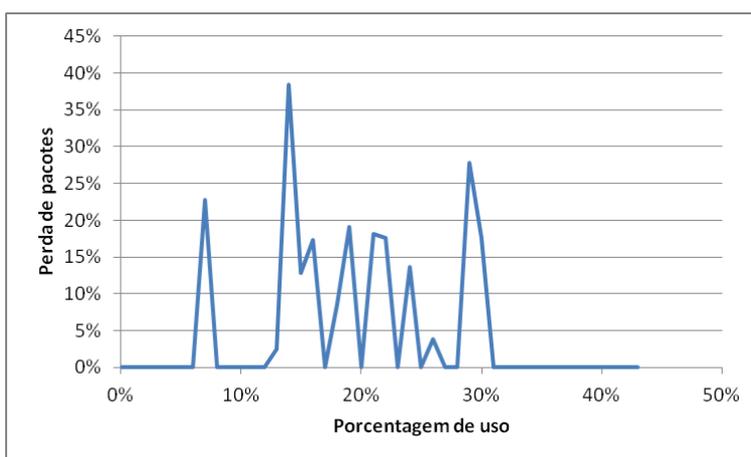
h) Parque do Nabuco (Zona Sul).



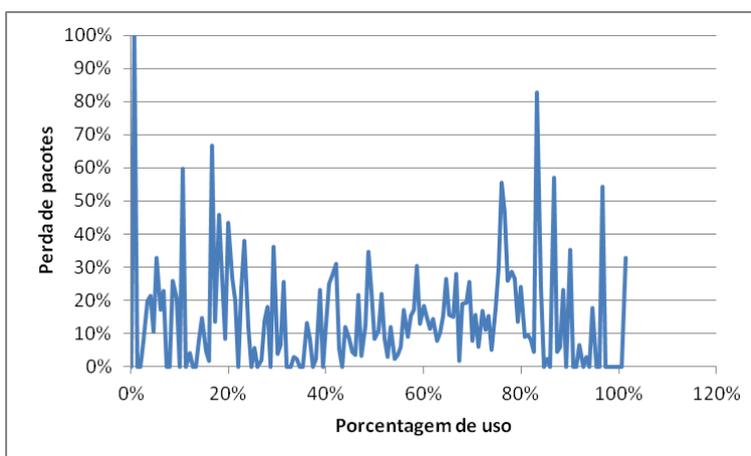
i) Praça João Tadeu Priolli - Campo Limpo (Zona Sul).



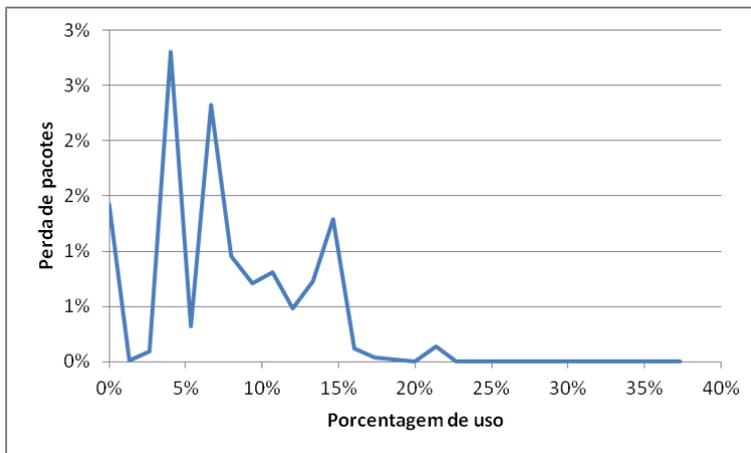
j) Praça Dilva Gomes Martins - Cohab 1 (Zona Leste).



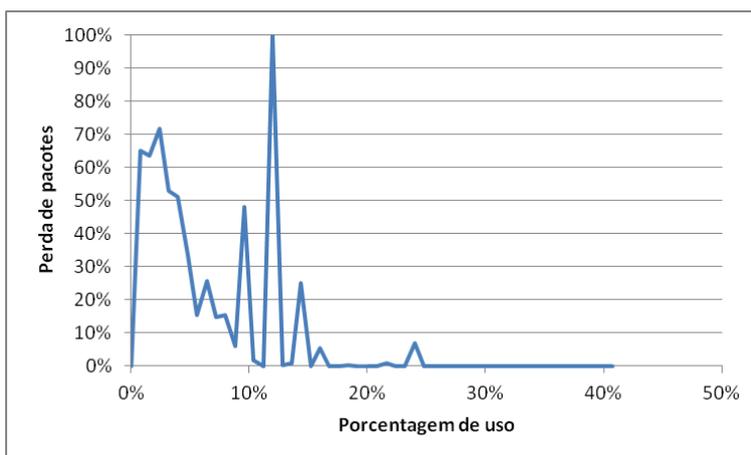
k) Parque Linear Tiquatira (Zona Leste).



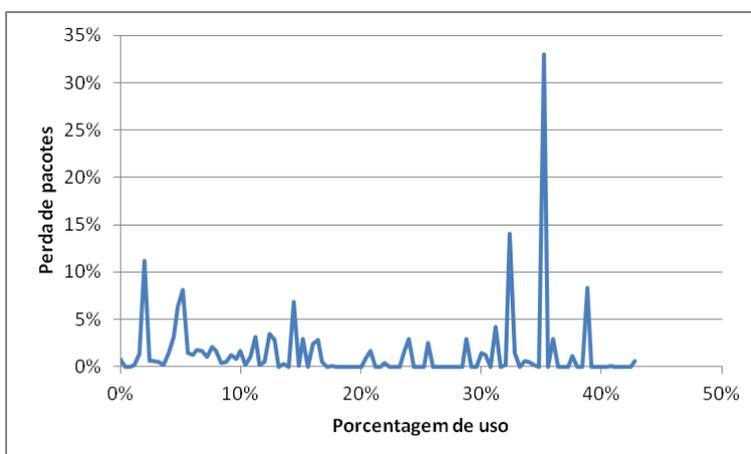
l) Praça Padre Aleixo - do Forró (Zona Leste).



m) Praça Elis Regina (Zona Oeste).



n) Parque Orlando Villas Bôas (Zona Oeste).



o) Praça Benedito Calixto (Zona Oeste).