



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC



CONECTIVIDADE E INCLUSÃO DIGITAL PARA SÃO PAULO

ACESSO, DISPONIBILIDADE E DESEMPENHO DAS PRAÇAS DIGITAIS

RELATÓRIO R2 - VERSÃO 3 - 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, Maio de 2015.

CONECTIVIDADE E INCLUSÃO DIGITAL PARA SÃO PAULO

Equipe de Projeto

Coordenador

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

Pesquisadores Principais

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

Prof. Dr. Carlos Alberto Kamienski – CMCC/UFABC

Colaboradores

Waleska Barbosa da Silva

Juliano Ratusznei

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 Mabrício

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 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.

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

Sumário

EQUIPE DE PROJETO	2
COORDENADOR.....	2
PESQUISADORES PRINCIPAIS.....	2
COLABORADORES.....	2
RESUMO	3
SUMÁRIO.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO	6
3. METODOLOGIA	10
3.1. OBJETIVOS	10
3.2. EMPRESAS CONTRATADAS.....	11
3.3. PRAÇAS ANALISADAS.....	11
3.4. DADOS E COLETAS.....	12
3.5. MÉTRICAS.....	13
4. RESULTADOS	15
4.1. ACESSO DOS USUÁRIOS.....	15
4.2. DISPONIBILIDADE DO SERVIÇO.....	23
4.3. DESEMPENHO DO SERVIÇO	28
4.3.1. DESEMPENHO GLOBAL	28
4.3.2. DESEMPENHO POR EMPRESA.....	29
4.3.3. DESEMPENHO POR REGIÃO.....	29
4.3.4. DESEMPENHO POR PRAÇA.....	29
4.3.5. TAXA DE ENTRADA TOTAL.....	33
4.3.6. TAXA DE ENTRADA POR USUÁRIO.....	39
4.3.7. LATÊNCIA.....	45
4.3.8. PERDA DE PACOTES.....	52
5. CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59
ANEXOS	61

1. Introdução

Em 2014 a Prefeitura de São Paulo iniciou a implantação do programa WiFi Livre SP¹, 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 abril de 2015, o website do programa registrava que todas estavam em operação, 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 demonstrem 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 SIMET² durante os meses de fevereiro, março e abril de 2015 de 109 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 momentos que forem

¹ <http://wifilivre.sp.gov.br>

² <http://simet.nic.br>

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 terceira versão do relatório, compreendendo a avaliação dos dados obtidos nos meses de fevereiro, março e abril de 2015. A primeira versão analisou os dados capturados no mês de outubro de 2014, e a segunda versão analisou os dados dos três meses subsequentes, isto é, novembro, dezembro de 2014 e janeiro de 2015. Foi possível observar que o número de usuários aumentou expressivamente comparando a média de usuários no período com o relatório que contém o período de três meses. No entanto, este documento não irá comparar quantitativamente os dois períodos, uma vez que eles analisam número 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 0 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 City³). 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 sustentáveis⁴. Dentro dessa perspectiva, a União Europeia está financiando o desenvolvimento de plataformas computacionais dentro da iniciativa

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

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

Europe 2020 chamado *Collective Awareness Platforms for Sustainability and Social Innovation*⁵, 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 Cities⁶ 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)⁷. 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.

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

⁶ <http://eu-smartcities.eu>

⁷ A lista completa está disponível em: 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 Digital⁸ 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 Digital⁹ 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 consequentemente 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 rural¹⁰. 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 Movement¹¹ 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).

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

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

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

¹¹ <http://openwireless.org>

Independente do modelo utilizado, sempre haverá a necessidade de mensurar e divulgar métricas de desempenho da rede que demonstrem 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 CAIDA¹².
- 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

¹² <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%¹³. 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 Sul¹⁴. No entanto, o Parque da Independência analisado neste relatório compõem a região sul e a empresa WCS, de modo que a região sul é pertence a ambas as empresas, as demais 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 e WCS
Leste	WCS
Oeste	ZIVA

3.3. Praças Analisadas

O programa WiFi Livre SP prevê implantar 120 (cento e vinte) praças digitais, das quais em maio de 2015, o website do programa contabilizava 120 (cento e vinte) em operação, 0 (zero) em implantação e 0 (zero) em projeto. Neste relatório foram incluídas 109 (cento e nove) praças, de acordo com a Tabela 2, porque dispunham de informações durante todo o período analisado (três meses) tanto das empresas WCS e Ziva quanto do SIMET.

Tabela 2: Praças avaliadas

Região	Número de Praças
Centro	22
Norte	15
Sul	23

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

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

Leste	34
Oeste	15
Total	109

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, as quais obtiveram maior quantidade de dados capturados nos últimos três meses. Para ter uma amostragem das diferentes capacidades de acesso das praças houve a necessidade de dividir pelo número de usuários as quais foram classificadas em altas, médias ou baixas.

Tabela 3: Praças analisadas individualmente

Região	Acessos Previstos		
	Baixa	Média	Alta
Centro	Largo Santa Cecília (75 acessos)	Parque da Aclimação (150 acessos)	Mercadão Municipal (250 acessos)
Norte	Praça Vereador Antônio Sampaio (50 acessos)	Praça da Cultura (75 acessos)	Praça João Batista Vasques (100 acessos)
Sul	Praça Alexandre Francisco Rebouças (50 acessos)	Parque do Nabuco (100 acessos)	Parque da Independência (250 acessos)
Leste	Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai (50 acessos)	Parque Santa Amélia (100 acessos)	Praça do 65 / Pombas Urbanas (150 acessos)
Oeste	Praça Zilda Natel (50 acessos)	Praça Elis Regina (75 acessos)	Parque Orlando Villas Bôas (125 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)¹⁵. O SIMET é um software desenvolvido pelo NIC.br¹⁶ e executa testes de desempenho em redes com acesso à Internet. Quando o SIMET é instalado em um Access Point (AP)¹⁷ ele realiza testes automaticamente que ficam disponíveis para consulta. Os dados

¹⁵ <http://simet.nic.br>

¹⁶ <http://www.nic.br>

¹⁷ 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.

provenientes do SIMET para as praças podem ser obtidos a partir do próprio website do programa WiFi Livre SP¹⁸.

- **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 (ZIVA¹⁹ e WCS²⁰). 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 NUVEM²¹ 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 fevereiro, março e abril de 2015, mas para alguns dias não existem informações disponíveis, conforme a Tabela 4 onde é tratada a falha do programa de captura dos dados ocorre erro de leitura dos arquivos e ou falta de acesso aos servidores devido ao resolvidor DNS da internet, portanto há captura parcial e ou nenhuma captura 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
10/02/2015 a 12/02/2015	Falha do Programa de captura dos dados, alteração da disponibilidade de dados nos arquivos acessados e ou arquivos fora do padrão.
14/02/2015 a 16/02/2015	Falha do Programa de captura dos dados, realteração da disponibilidade de dados nos arquivos acessados e ou correção de padrão.
20/02/2015 a 22/02/2015	Falha do Programa de captura dos dados, captura parcial de dados.
12/04/2015 a 14/04/2015	Captura de dados prejudicados. Resolvedor DNS de endereços de internet fora de operação sites de capturas não alcançável.

3.5. Métricas

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

¹⁸ <http://wifilivre.sp.gov.br>

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

²⁰ <http://187.62.212.1/prodam/xml>

²¹ <http://nuvem.ufabc.edu.br>

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 Paulo²².
- 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)²³, 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.

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

²² <http://sp.ptt.br>

²³ 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.

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 nona praça da Tabela 5), cujo número máximo de acessos foi estimado em 250, e recebeu na média 286 acessos, com um desvio padrão aproximado de 147,60 e o número máximo de 501. O comportamento de ultrapassar a quantidade máxima de usuários pode ser observado em 61 praças, sendo 16 no Centro, 5 na Zona Norte, 9 na Zona Sul, 28 na Zona Leste e 3 na Zona Oeste. Ou seja, o número está sendo excedido em mais da metade das praças analisadas.

Como pode ser visto o paulistano acolheu bem e está utilizando mais as WiFi das praças em todas as regiões. As praças Dom Orione, Parque Linear Tiquatira não contem dados para essa métrica por razão da informação disponibilizada estar em arquivos que dificultam a leitura. Já a Praça Padre Aleixo (do Forró) apresenta um arquivo de dados estático, isto é, a métrica não muda seu valor.

Tabela 5: Acesso de usuários às praças

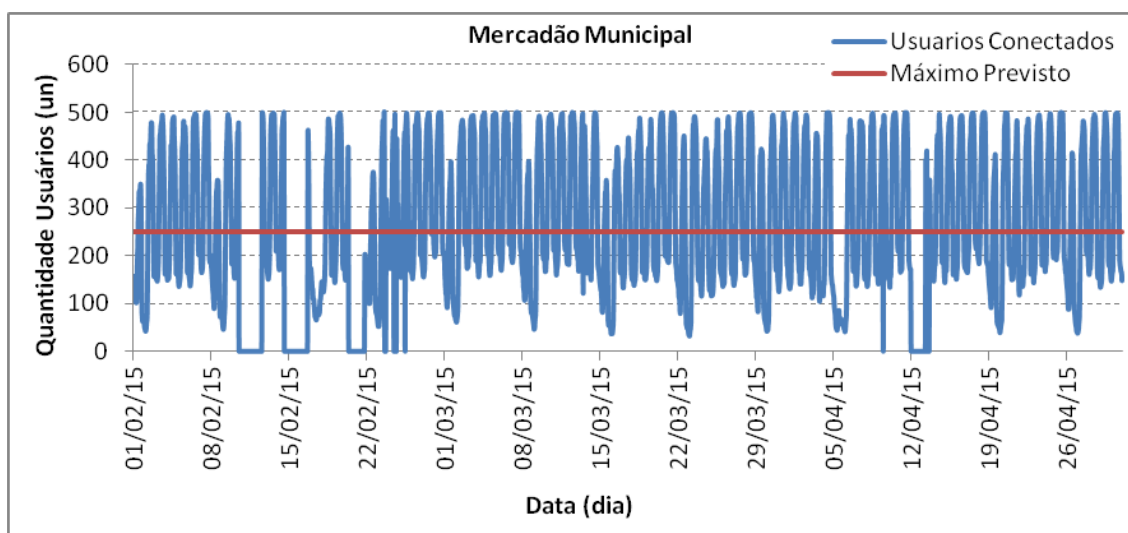
Praça	Região	Acessos	Número de Usuários Observados			
			Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Centro Cultural São Paulo	Centro	250	141	141,80	501	1
Largo do Arouche		250	65	30,88	234	4
Largo do Cambuci		50	54	29,19	101	1
Largo do Paisandú		50	49	26,09	102	3
Largo Santa Cecília		75	30	17,31	93	2
Largo São Bento		100	69	60,92	201	1
Largo São Francisco		100	34	23,55	101	1
MASP		250	64	39,67	272	3
Mercado Municipal		250	286	147,60	501	1
Parque da Aclimação		150	51	39,65	270	1
Parque Dom Pedro II		250	95	41,15	259	17
Pátio do Colégio		50	42	33,68	102	2
Praça da Bandeira		100	84	46,50	201	6
Praça da Liberdade		250	23	14,08	94	1
Praça da República		250	125	61,94	301	8
Praça da Sé		150	74	47,38	227	1
Praça do Patriarca		100	65	51,62	201	4
Praça Dom José Gaspar		150	116	99,93	305	0
Praça Dom Orione		50	-	-	-	-
Praça Ramos de Azevedo		100	86	64,14	202	1
Praça Roosevelt		250	52	28,35	233	3
Praça Rotary		100	23	17,45	90	1
Largo da Matriz	Norte	125	15	14,52	85	0
Largo do Japonês		100	24	23,39	125	0
Parque Domingos Luís		125	5	3,80	25	0

Praça 14ª Área / Rua Caldas Novas / Rua Doze		50	11	8,07	50	0
Praça da Cultura		75	17	10,29	65	0
Praça Doutor João Batista Vasques		100	10	6,87	41	0
Praça João Boldo		75	7	4,35	30	0
Praça Marco Antonio Primon Maestre		75	13	5,29	45	0
Praça Mariquinha Sciascia		75	19	11,59	53	0
Praça na Rua das Imbiraiaras		100	35	26,10	146	0
Praça Nossa Senhora dos Prazeres		50	10	7,37	45	0
Praça Oscar da Silva		75	14	10,98	69	0
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino		50	13	8,71	60	0
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		75	30	25,23	166	0
Terminal Casa Verde		100	26	23,37	172	0
Calçadão Cultural do Grajaú	Sul	150	22	16,34	97	0
CDC Campo Belo		50	5	3,81	23	0
Largo de Moema		125	17	13,29	82	0
Largo Dona Ana Rosa		75	9	6,13	41	0
Largo Santa Angela		75	18	11,04	94	0
Parque da Independência		250	39	27,77	180	0
Parque do Nabuco		100	23	22,80	111	0
Parque Santo Dias		125	10	11,50	94	0
Polo Cultural do Jardim Ângela		50	27	15,93	68	0
Praça Alexandre Francisco Rebouças		50	6	4,07	27	0
Praça Alfredo Egydio de Souza Aranha (Parque Lina e Paulo Raia)		75	11	9,49	57	0
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		75	25	15,61	78	0
Praça Dirceu de Castro Fontoura		75	27	29,79	199	0
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		75	37	25,32	130	0
Praça do Largo de Piraporinha		75	47	29,66	164	0
Praça Escolar		100	13	12,48	67	0
Praça Floriano Peixoto		150	32	31,29	115	0
Praça João Beçola		75	26	17,32	159	0
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		150	61	40,91	223	0
Praça Luisa P dos Santos (Praça Arariba)		100	16	11,80	66	0
Praça Santa Rita de Cássia		50	6	4,45	33	0
Praça Tuney Arantes		50	6	3,56	27	0
Praia do Sol		75	14	8,02	54	0
Largo da Concórdia	Leste	150	100	64,57	301	3
Largo do Rosário		50	36	26,84	102	2
Parque Chico Mendes		100	29	21,68	183	2
Parque Ecológico da Vila Prudente		125	22	17,84	94	1

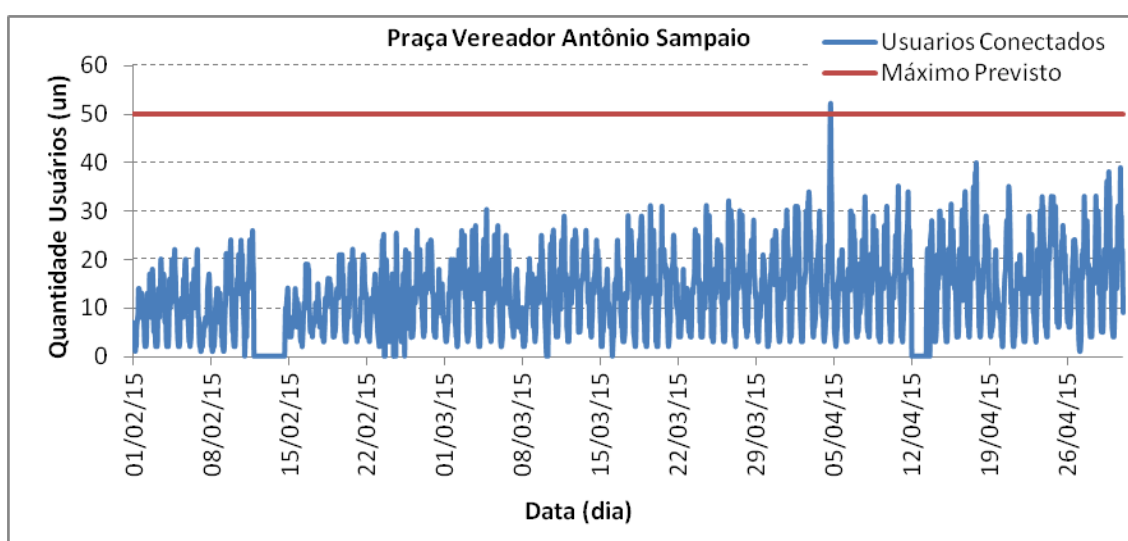
Parque Linear Tiquatira		100	-	-	-	-
Parque Raul Seixas		100	35	25,20	144	1
Parque Santa Amélia		100	29	20,58	118	2
Praça Brasil (Praça Mãe Menininha do Gantois)		150	35	15,80	83	1
Praça Cecília Marques de Araújo		50	24	13,41	93	2
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		50	37	26,83	102	2
Praça Craveiro do Campo		50	44	20,39	101	3
Praça da Conquista (Praça Vereador João Aparecido de Paula)		75	20	14,47	113	1
Praça da Estação Vila Mara		50	50	29,65	139	2
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		50	28	15,77	103	2
Praça do 65 / Pombas Urbanas		150	151	53,30	303	3
Praça do Terminal dos Metalúrgicos		150	96	37,88	225	1
Praça Felisberto Fernandes da Silva / Largo São Mateus		100	68	30,79	102	2
Praça General Humberto de Sousa Mello		75	43	24,01	143	1
Praça Giovani Fani		50	19	12,89	64	2
Praça Jaguamitanga		50	19	14,38	72	1
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		100	39	23,93	101	1
Praça Kantuta		125	19	14,23	118	2
Praça na Rua Gregório Ramalho		75	91	42,82	151	4
Praça Oslei Francisco Borges		50	68	28,56	141	0
Praça Oswaldo Luís da Silveira		50	24	13,43	77	2
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		150	125	0,00	125	125
Praça Padre Damião		100	36	25,41	117	2
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		75	69	39,62	217	3
Praça Sampaio Vidal		50	47	29,33	103	2
Praça São João Vicenzotto		50	37	20,39	103	3
Praça São Luis do Curu		50	31	19,00	103	1
Praça Silvio Romero		100	17	11,83	90	0
Praça Torquato Plaza		50	71	33,43	101	1
Praça Vicente Falcetta		50	21	10,76	55	2
Largo da Batata	Oeste	125	17,72	10,85	68	0
Parque Alfredo Volpi		75	11,35	9,34	72	0
Parque Orlando Villas Bôas		125	6,66	6,57	71	0
Parque Raposo Tavares		75	13,62	13,58	104	0
Praça Arlindo Rossi		100	5,77	5,07	45	0
Praça Benedito Calixto		250	21,63	20,68	122	0
Praça Conde Francisco Matarazzo		50	9,77	7,79	55	0
Praça Cornélia		75	8,59	7,02	41	0
Praça do Pôr-do-Sol		100	13,07	17,02	134	0
Praça Elis Regina		75	13,60	8,50	73	0
Praça Eng. Noriwuki Yamamoto		50	9,70	5,15	35	0
Praça Gen. Porto Carreiro		75	14,08	9,88	61	0

Praça General Guimarães		50	5,55	4,52	34	0
Praça Wilson Moreira da Costa		75	11,72	9,17	55	0
Praça Zilda Natel		50	5,45	4,14	26	0

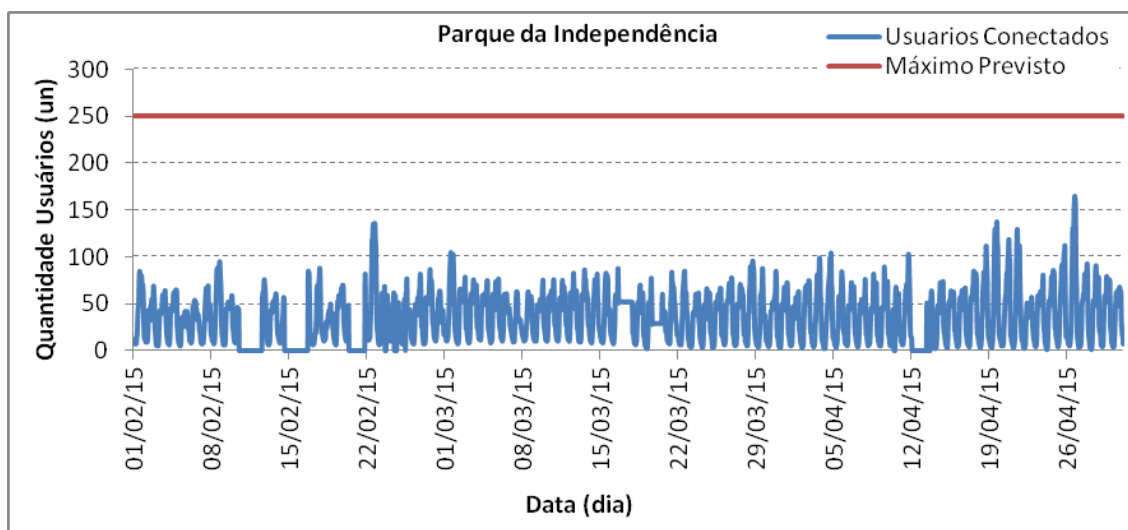
A Figura 1 mostra o número de usuários conectados a cada hora durante o período de observação, nas praças com número alto de acessos previstos de acordo com a Tabela 3. É possível observar que o Mercado Municipal de São Paulo, no Centro, possui grande utilização medida pelo número de usuários conectados, conforme a 19. Em quase todos os dias o número máximo de usuários conectados superou o limite de acessos previstos. Na Zona Leste, a Praça do 65 (Pombas Urbanas) também experimentou um número maior de usuários conectados do que o seu limite previsto. Já as praças das zonas Norte (19), Sul (20) e Oeste (20e) tiveram utilização significativamente pequena ou inferior ao limite de acessos previstos em alguns casos houve uma ultrapassagem desse limite, mas por poucos dias, é possível verificar isso conforme os demais gráficos no Anexo A.



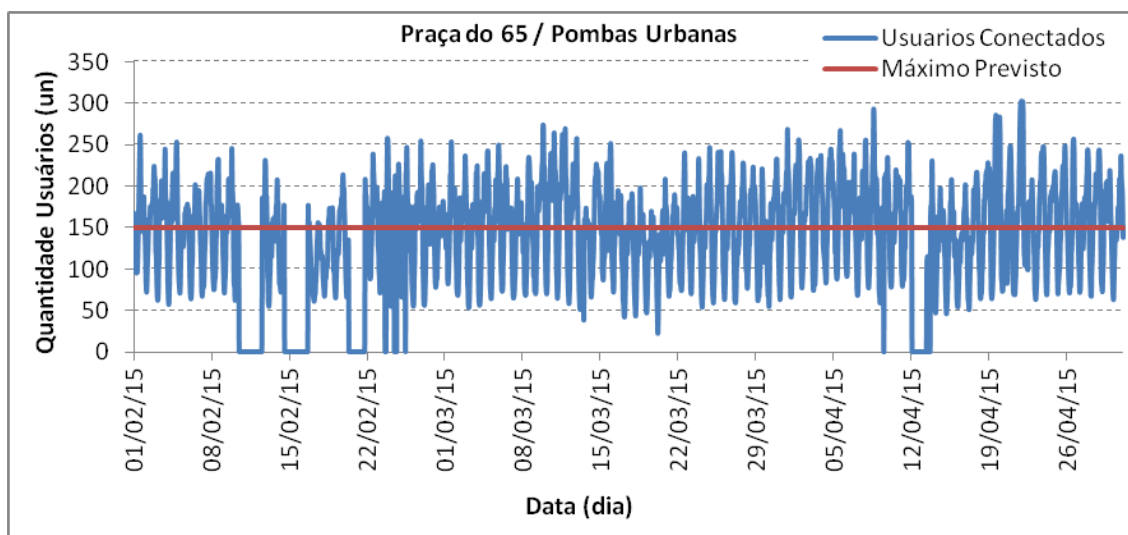
a) Mercado Municipal (Centro).



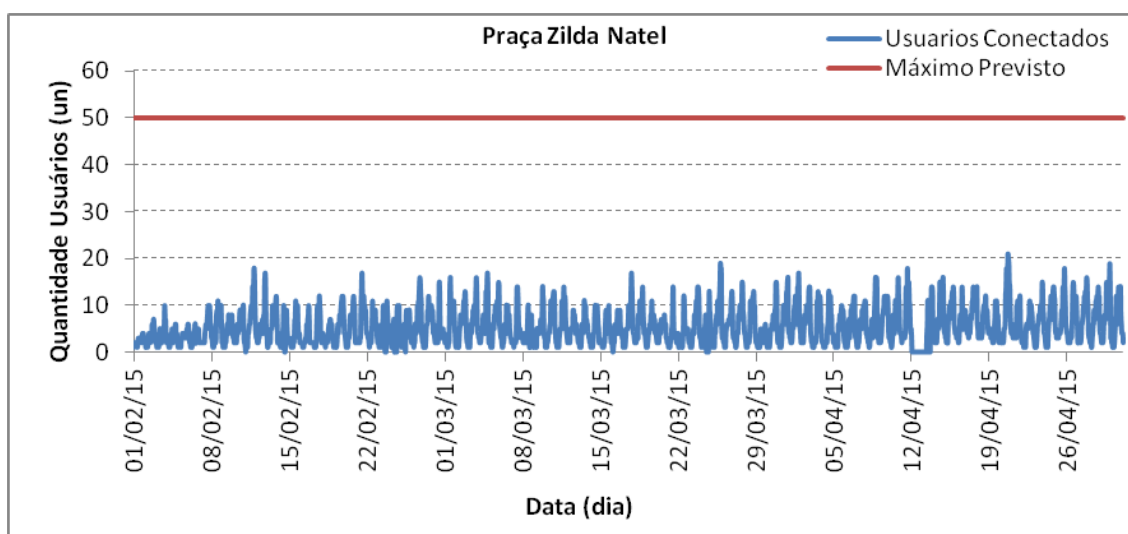
b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).



d) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).



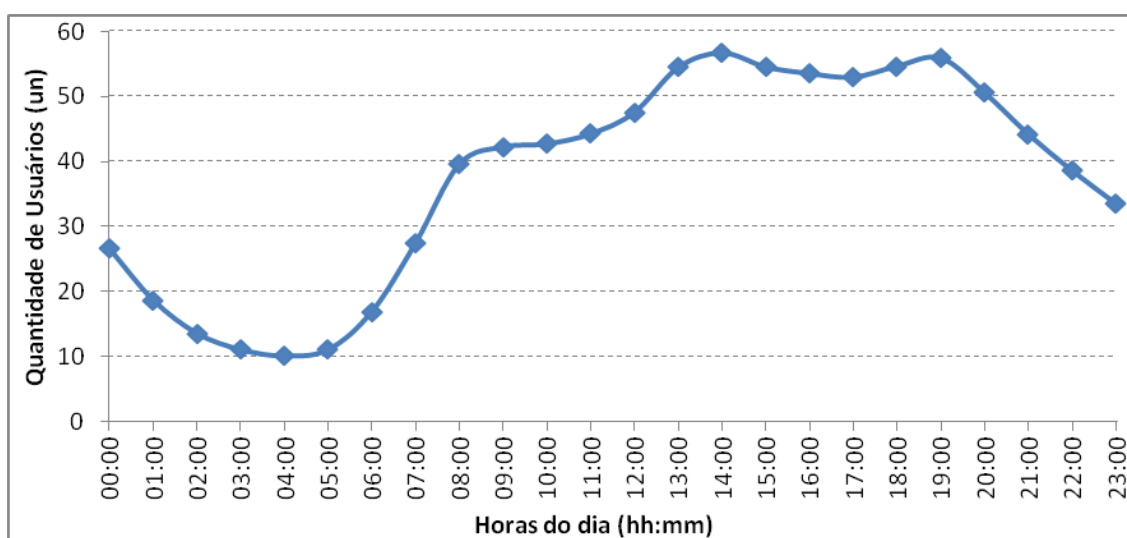
e) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

Figura 1 – Número de usuários conectados; a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul); d) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste); e) Praça Zilda Natel (Oeste).

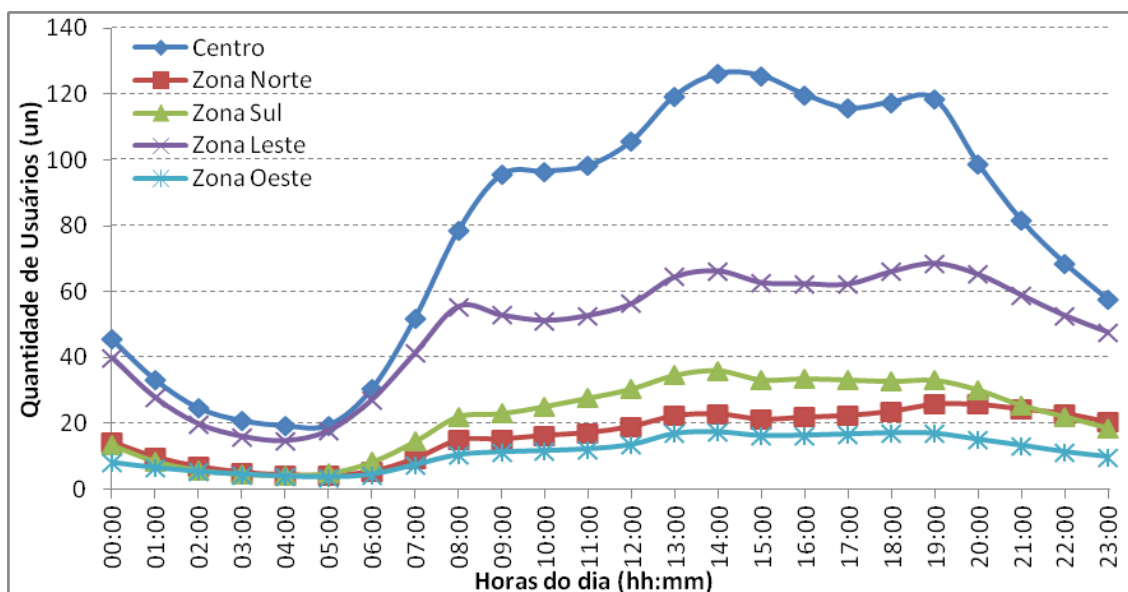
No Parque da Independência (20), é possível observar que o gráfico apresenta um pico de usuários sempre nas datas de sábado e domingo, portanto pode-se classificar o acesso dos usuários como uma praça de final de semana ou de lazer. As praças Mercado Municipal, Praça Vereador Antônio de Sampaio, Praça do 65 / pombas Urbanas e Praça Zilda Natel (19, 19, 20, 20) possuem o comportamento de praças de comercio, pois a maior quantidade de acessos ocorre em dias uteis e sábados, entretanto aos domingos o acesso de usuários da rede diminui em relação ao demais dias da semana.

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 Mercado Municipal, 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.

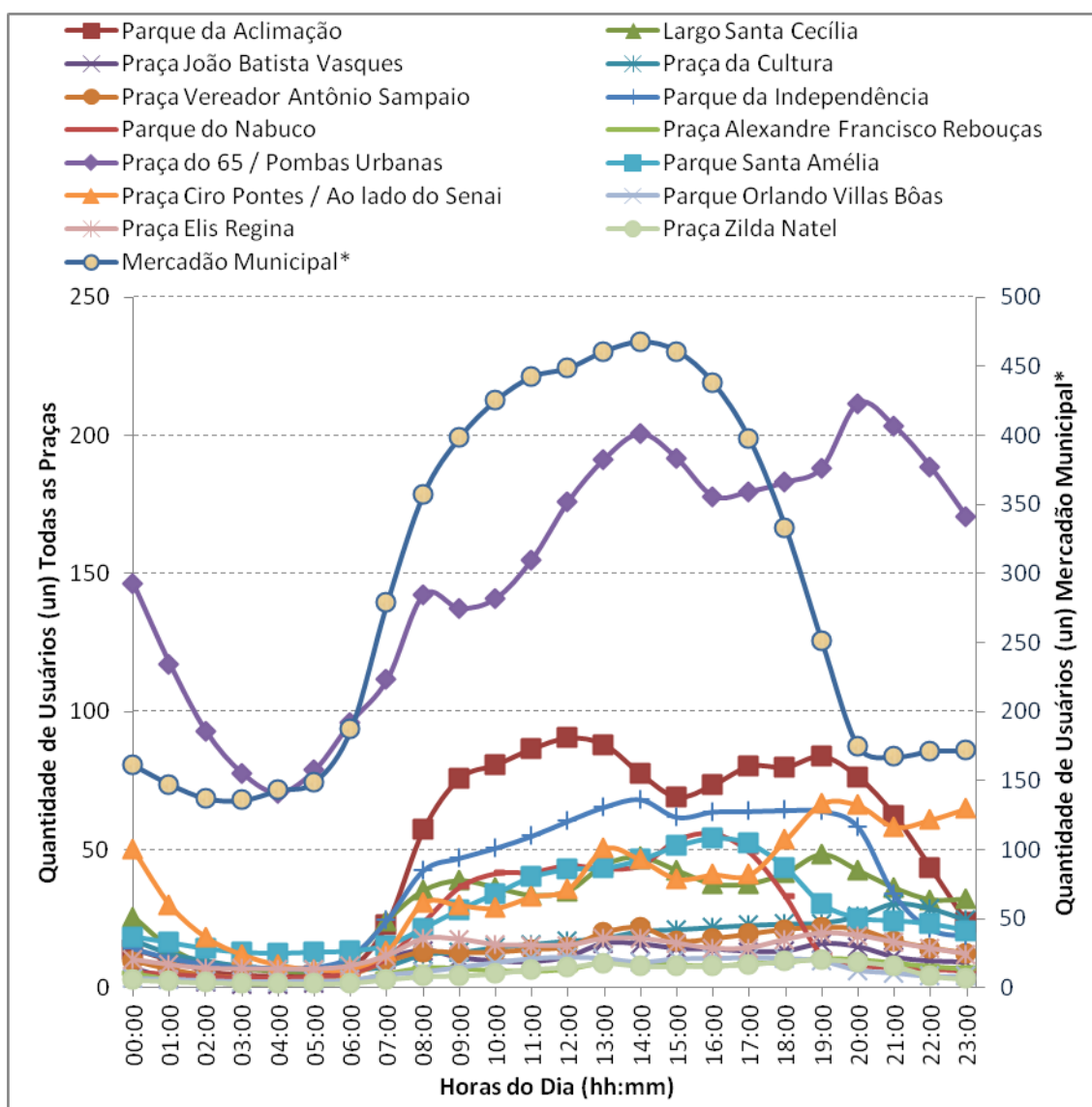
A 21 mostra a média do número de usuários conectados a cada hora em todas as praças onde houve a coleta de informações, isto é, nas 109 praças. A 22 trás a média de usuários nas diversas horas do dia por regiões da cidade de São Paulo. Já a 22 corresponde à análise por praça que são apresentadas na Tabela 3, sendo que nessa figura a Praça do Mercado Municipal é apresentado no segundo o eixo vertical secundário, pois o número de usuários é muito superior ao correspondente às demais praças. A 23 analisa o número de usuários por hora do dia por empresa contratada. É possível observar que em todas as praças o comportamento de maior utilização ocorre no horário comercial e a sua menor utilização nas madrugadas.



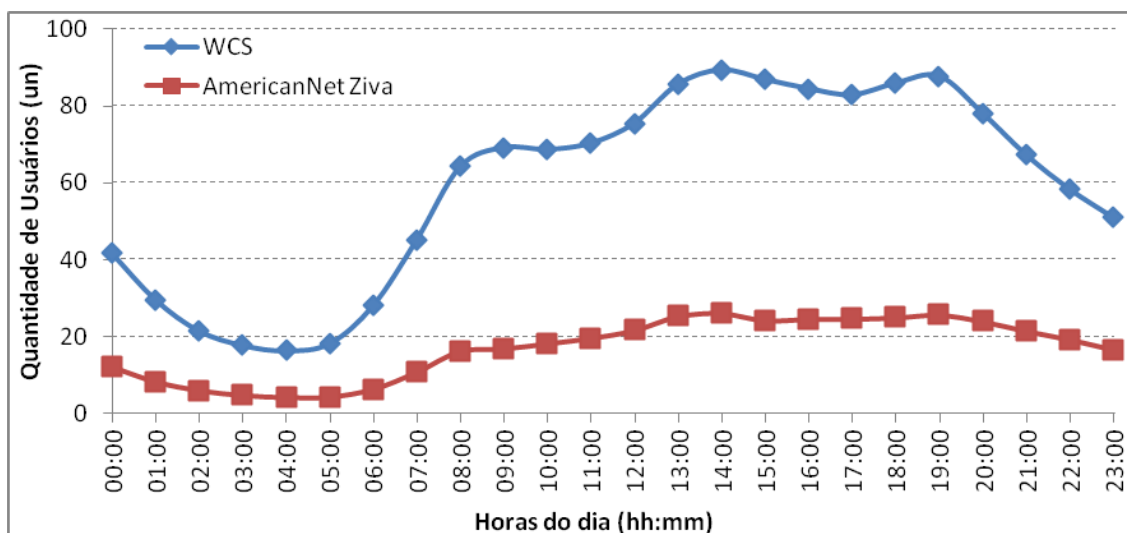
a) Por Total de Usuários da Cidade.



b) Por Regiões da Cidade.



c) Por Praça



d) Por Empresa

Figura 2 - Número de usuários conectados por horas do dia. a) Por Total de Usuários da Cidade; b) Por Regiões; c) Por Praça; d) Por Empresa.

Na 22 nota-se que há um grande volume de acessos nas regiões do centro e zona leste da cidade de São Paulo, que ocorre devido à uma característica da localidade e/ou uma característica da prestadora de serviço, mostrada na 23. Essa figura apresenta a quantidade de usuários em relação às prestadoras de serviço, onde se pode observar uma grande diferença entre as duas companhias em termos de acessos dos usuários. É de se esperar que o número de usuários tenha um comportamento de maior utilização 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 92% quando são considerados os dados das empresas, mas apenas 58% quando considerados os dados provenientes do SIMET. Neste período a Praça Linear Tiquatira não há dados para análise, portanto desconsiderada dessa análise.

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 98%. 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.

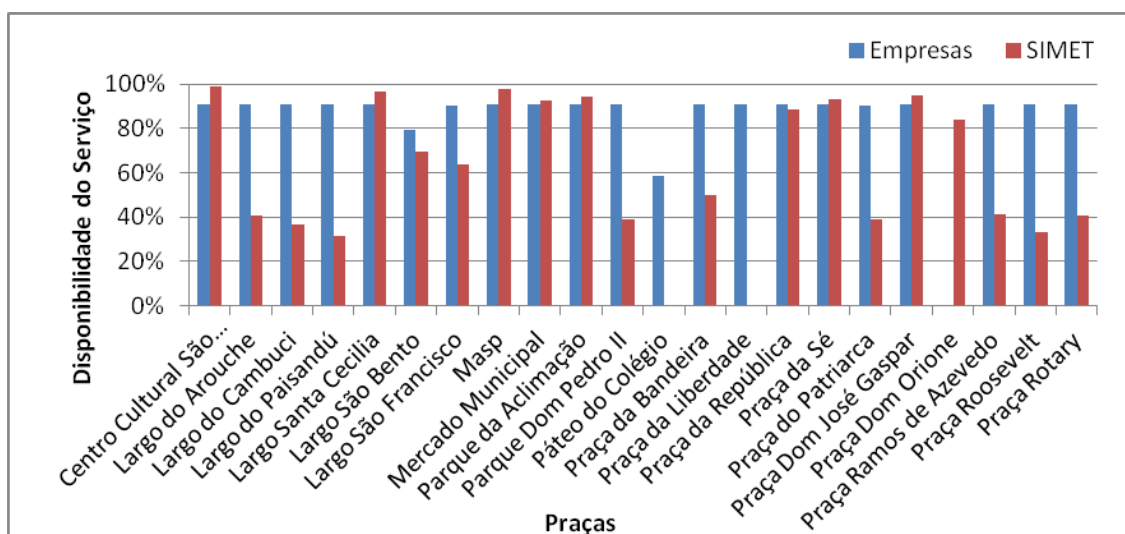
Tabela 6: Disponibilidade do serviço.

Praça	Região	Disponibilidade do serviço (%)	
		Empresas	SIMET
Centro Cultural São Paulo	Centro	90,71	98,88
Largo do Arouche		90,87	40,54
Largo do Cambuci		90,86	36,56
Largo do Paisandú		90,73	31,27
Largo Santa Cecília		90,73	96,72
Largo São Bento		79,04	69,48
Largo São Francisco		90,55	63,90
MASP		90,74	97,89
Mercado Municipal		90,79	92,74
Parque da Aclimação		90,70	94,19
Parque Dom Pedro II		90,71	38,81
Pátio do Colégio		58,42	0,00
Praça da Bandeira		90,86	49,77
Praça da Liberdade		90,77	-
Praça da República		90,86	88,81
Praça da Sé		90,83	93,07
Praça do Patriarca		90,50	38,81
Praça Dom José Gaspar		90,78	94,99
Praça Dom Orione		0,00	83,90
Praça Ramos de Azevedo		90,81	41,10
Praça Roosevelt		90,82	33,15
Praça Rotary		90,88	40,82
Largo da Matriz	Norte	97,59	10,07
Largo do Japonês		97,60	-
Parque Domingos Luís		97,60	95,88
Praça 14ª Área / Rua Caldas Novas / Rua Doze		97,60	74,39
Praça da Cultura		97,60	72,75
Praça Doutor João Batista Vasques		97,60	80,66
Praça João Boldo		97,59	63,86
Praça Marco Antonio Primon Maestre		97,59	94,80
Praça Mariquinha Sciascia		97,59	49,44
Praça na Rua das Imbiraiaras		97,59	-
Praça Nossa Senhora dos Prazeres		97,59	-
Praça Oscar da Silva		97,60	36,61
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino		97,60	92,84
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		97,59	17,74
Terminal Casa Verde		97,03	19,57
Calçadão Cultural do Grajaú	Sul	97,60	12,92
CDC Campo Belo		97,60	-
Largo de Moema		97,95	-
Largo Dona Ana Rosa		97,60	92,74
Largo Santa Angela		97,60	34,13
Parque da Independência		90,58	91,81
Parque do Nabuco		97,60	88,53
Parque Santo Dias		97,60	93,02

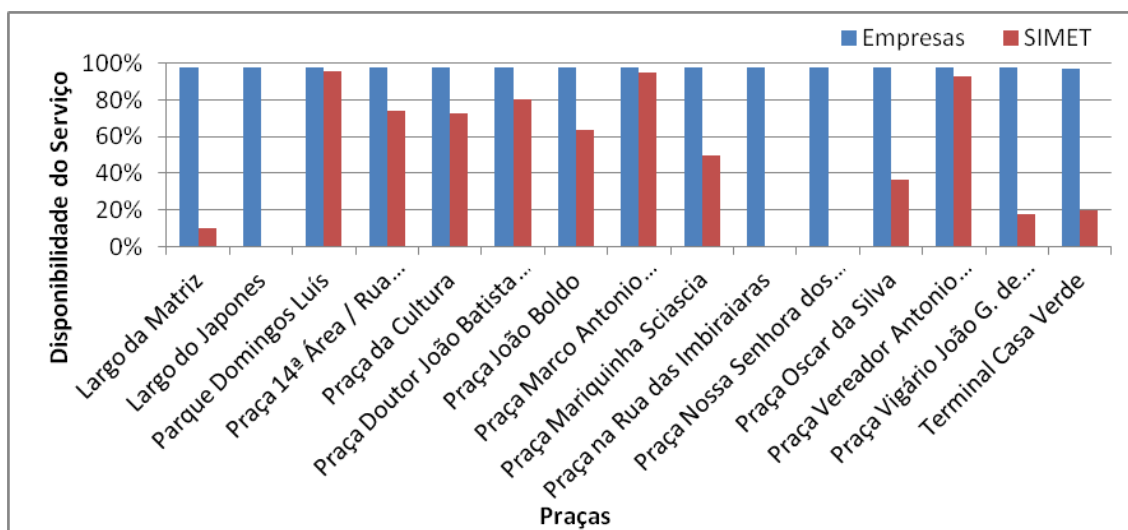
Polo Cultural do Jardim Ângela		97,60	49,30
Praça Alexandre Francisco Rebouças		97,60	88,48
Praça Alfredo Egydio de Souza Aranha (Parque Lina e Paulo Raia)		97,60	29,78
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		97,60	74,30
Praça Dirceu de Castro Fontoura		97,60	59,27
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		97,60	47,57
Praça do Largo de Piraporinha		97,59	4,07
Praça Escolar		97,60	92,84
Praça Floriano Peixoto		97,59	67,42
Praça João Beçola		97,60	10,16
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		97,59	27,39
Praça Luisa P dos Santos (Praça Arariba)		97,60	2,15
Praça Santa Rita de Cássia		97,60	7,87
Praça Tuney Arantes		97,60	1,64
Praia do Sol		97,59	58,85
Largo da Concórdia	Leste	90,79	86,47
Largo do Rosário		90,49	97,19
Parque Chico Mendes		90,71	38,48
Parque Ecológico da Vila Prudente		90,73	32,58
Parque Linear Tiquatira		90,61	36,66
Parque Raul Seixas		90,71	95,18
Parque Santa Amélia		90,82	94,52
Praça Brasil (Praça Mãe Menininha do Gantois)		90,68	96,25
Praça Cecília Marques de Araújo		90,71	97,19
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		90,54	97,28
Praça Craveiro do Campo		64,09	31,98
Praça da Conquista (Praça Vereador João Aparecido de Paula)		90,40	73,41
Praça da Estação Vila Mara		90,71	95,22
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		90,66	98,69
Praça do 65 / Pombas Urbanas		90,82	66,39
Praça do Terminal dos Metalúrgicos		90,60	64,14
Praça Felisberto Fernandes da Silva / Largo São Mateus		90,82	97,89
Praça General Humberto de Sousa Mello		90,64	94,94
Praça Giovani Fani		90,66	98,69
Praça Jaguamitanga		90,49	85,44
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		90,72	96,72
Praça Kantuta		90,54	29,17
Praça na Rua Gregório Ramalho		90,39	88,34
Praça Oslei Francisco Borges		90,64	88,34
Praça Oswaldo Luís da Silveira		90,83	95,65
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		90,68	85,35
Praça Padre Damião		90,63	95,83

Praça Professoras (Na Av. Das Alamedas)		86,86	71,21
Praça Sampaio Vidal		90,75	72,99
Praça São João Vicenzotto		82,16	90,78
Praça São Luis do Curu		88,60	58,01
Praça Silvio Romero		63,99	93,31
Praça Torquato Plaza		90,69	97,05
Praça Vicente Falcetta		90,79	86,47
Largo da Batata	Oeste	97,59	66,34
Parque Alfredo Volpi		97,60	28,56
Parque Orlando Villas Bôas		97,58	64,37
Parque Raposo Tavares		97,59	46,86
Praça Arlindo Rossi		97,60	-
Praça Benedito Calixto		97,60	-
Praça Conde Francisco Matarazzo		97,60	-
Praça Cornélia		97,60	42,93
Praça do Pôr-do-Sol		97,59	12,87
Praça Elis Regina		97,58	86,66
Praça Eng. Noriwuki Yamamoto		97,60	74,72
Praça Gen. Porto Carreiro		97,60	-
Praça General Guimarães		97,60	-
Praça Wilson Moreira da Costa		95,19	15,96
Praça Zilda Natel		97,50	88,30

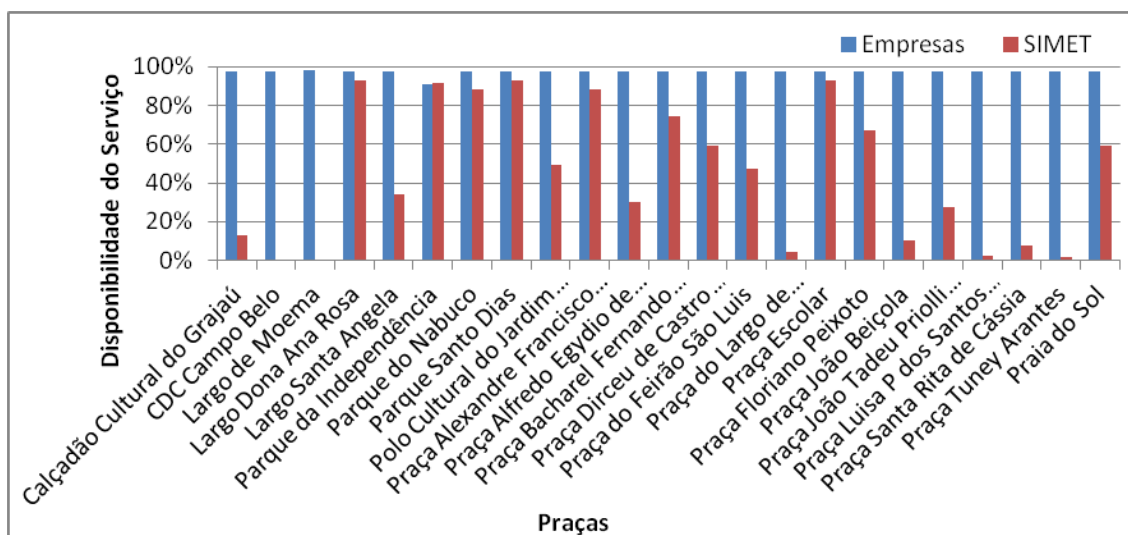
Na Figura 3 é possível observar a disponibilidade das 109 praças analisadas divididas pelas regiões Centro, Zona Norte, Zona Sul, Zona Leste e Zona Oeste da cidade de São Paulo. A disponibilidade medida pelas empresas e pelo SIMET são complementares em alguns casos como o MASP, onde o valor da disponibilidade 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 do MASP, a disponibilidade é de 97,89%. Esse comportamento se estende por praças da região Central e Leste.



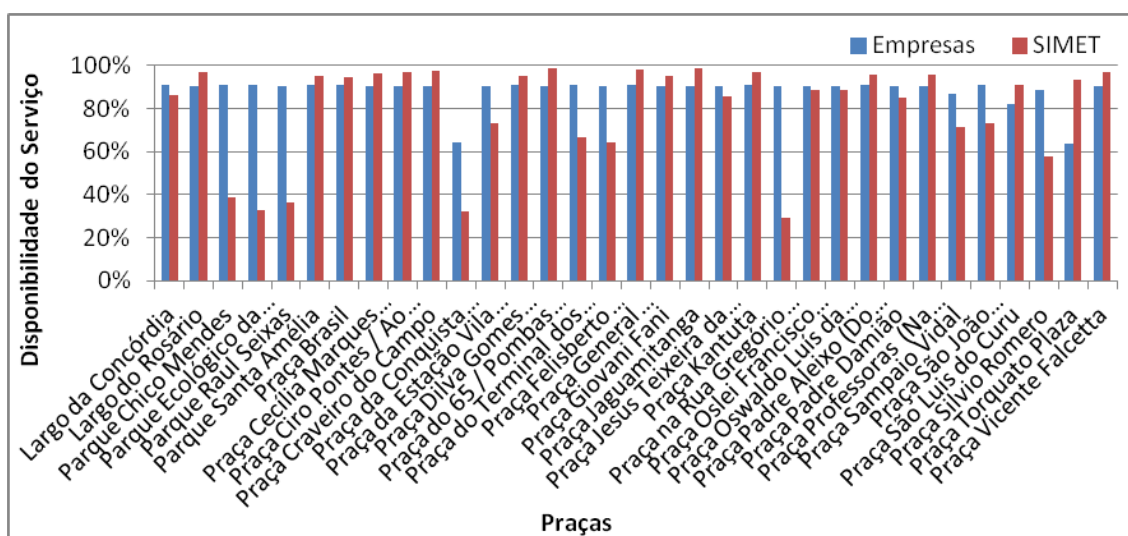
a) Centro



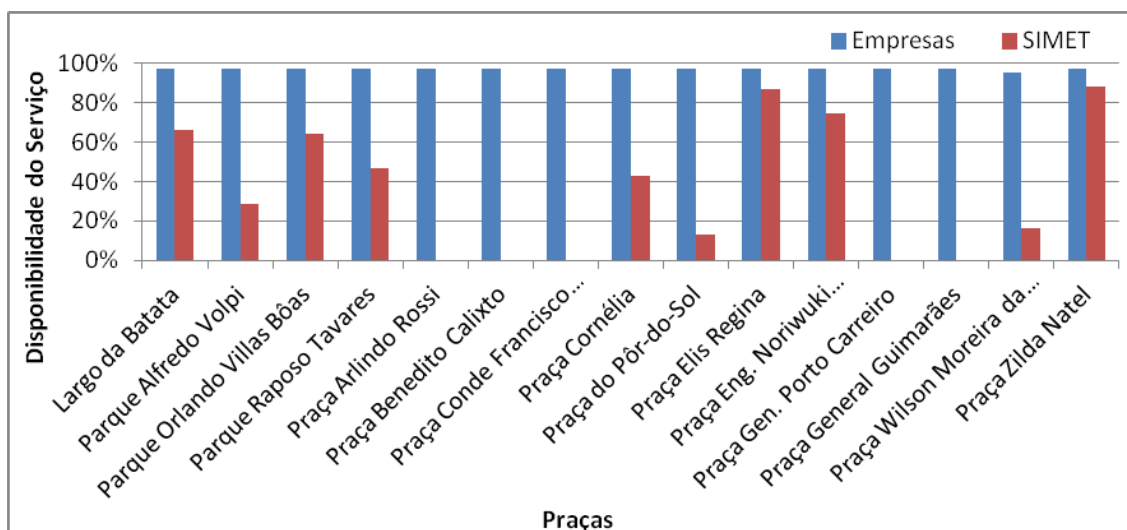
b) Zona Norte



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) Zona Oeste.

De acordo com as métricas e condições analisadas, em geral as praças possuem uma disponibilidade de 92% em média pela métrica das empresas e de 58% pelos dados do SIMET. A disponibilidade é um fator que afeta a qualidade de experiência dos serviços para os usuários.

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 109 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 1355,46 Mbps e a média das médias de todas as praças foi de 12,55 Mbps.

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 (%)
1355,46	12,55	4109	39	0,32	16,86	96,01	1,96

Na Tabela 7 é possível visualizar a soma do número de usuários médio que foi de 4.109 e a média de 39. 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 320 Kbps, enquanto a latência média foi 96,01 ms e o percentual médio de perda de pacotes ficou próximo de 2%.

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, e o Parque da Independência que 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

Em- presa	Praça					SIMET		
	Taxa Entrada Soma (Mbps)	Taxa Entra- da Mé- dia (Mbps)	Número Usuários Soma	Número Usuários Média	Entrada / Usuá- rios (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latên- cia (ms)	Perda Pacotes (%)
WCS	1181,48	19,03	3247	55	0,35	18,09	66,90	1,30
ZIVA	173,98	3,38	862	17	0,20	16,62	102,63	1,98

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 com exceção da região sul, que possui somente o Parque da Independência sob responsabilidade da empresa WCS. É possível observar novamente que o Centro e a Zona Leste tiveram maior utilização, comparados com as demais regiões, ambas 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 / Usuá- rios (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latência (ms)	Perda Pacotes (%)
Centro	809,58	36,80	1628	78	0,31	17,82	92,24	1,96
Norte	59,73	3,98	248	17	0,25	20,32	147,00	2,42
Sul	89,88	4,09	485	22	0,17	12,67	99,80	2,21
Leste	362,25	10,65	1581	48	0,19	16,96	86,53	1,88
Oeste	34,01	2,27	168	11	0,20	18,81	66,08	1,21

4.3.4. Desempenho por praça

A Tabela 10 apresenta os resultados de desempenho individuais para todas as 109 praças analisadas. Vários aspectos podem ser observados, entre os quais alguns são destacados com maior ênfase:

- a) Somente as praças no Centro da cidade de São Paulo respondem por cerca de 59,73% de todo o tráfego de entrada e 39,61% do número total de usuários. As demais regiões correspondem a 40,27% de todo o tráfego de entrada e 60,39% do número total de usuários. Isto demonstra que a utilização das praças do Centro é muito superior às das demais regiões.
- b) 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 do MASP no Centro 1,91 ms com média de usuários de 64.
- c) As praças Pátio do Colégio, Praça da Liberdade, Largo do Japonês, Praça na Rua das Imbiraíaras, Praça Nossa Senhora dos Prazeres, CDC Campo Belo, Largo de Moema, Praça Arlindo Rossi, Praça Benedito Calixto, Praça Conde Francisco Matarazzo, Praça Gen. Porto Carreiro e Praça General Guimarães não apresentam dados para o SIMET, que é compatível também com os resultados apresentados na Tabela 9. Já a Praça Linear Tiquatira não apresenta dado algum.
- d) A perda de pacotes apresenta uma grande variação, por exemplo, de 14,30% na Praça Largo São Bento para 0,05% na Praça Kantuta.
- e) Algumas praças estão tendo baixa utilização, isso ocorre em todas as regiões. Isto é possível de ser observado pela taxa de entrada e número de usuários baixos, ao mesmo tempo que 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 consequentemente diminuir a média. Como pode ser observado na Figura 3 - Disponibilidade do Serviço. a) Centro; b) Zona Norte; c) Zona Sul; d) Zona Leste; e) Zona Oeste., 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 (%)
Centro Cultural São Paulo	Centro	133,91	141	0,95	8,81	443,29	2,86

Largo do Arouche		34,65	65	0,53	17,80	97,04	0,30
Largo do Cambuci		16,14	54	0,30	14,03	80,53	0,15
Largo do Paisandú		3,93	49	0,08	38,51	2,79	0,14
Largo Santa Cecília		1,20	30	0,04	8,33	40,79	0,58
Largo São Bento		5,55	69	0,08	14,97	38,78	14,30
Largo São Francisco		2,06	34	0,06	19,54	87,24	4,70
MASP		13,54	64	0,21	39,83	1,91	0,11
Mercado Municipal		394,24	286	1,38	11,93	160,89	3,86
Parque da Aclimação		15,66	51	0,31	21,65	51,57	0,97
Parque Dom Pedro II		19,90	95	0,21	15,50	138,91	1,19
Pátio do Colégio		15,56	42	0,37			
Praça da Bandeira		13,46	84	0,16	14,34	93,45	1,55
Praça da Liberdade		2,07	23	0,09			
Praça da República		33,76	125	0,27	12,16	79,88	2,88
Praça da Sé		20,78	74	0,28	13,61	47,26	0,13
Praça do Patriarca		16,32	65	0,25	15,50	138,91	1,19
Praça Dom José Gaspar		0,00	115	0,00	11,74	38,67	0,55
Praça Dom Orione		0,00			27,02	49,81	0,47
Praça Ramos de Azevedo		52,30	86	0,61	14,34	93,45	1,55
Praça Roosevelt		10,41	52	0,20	14,85	107,75	1,34
Praça Rotary		4,15	23	0,18	22,03	51,9	0,29
Largo da Matriz		5,71	15	0,39	35,84	18,46	2,09
Largo do Japonês		4,87	24	0,21			
Parque Domingos Luís		2,44	5	0,50	20,54	32,8	0,85
Praça 14ª Área / Rua Caldas Novas / Rua Doze		2,04	11	0,18	14,34	118,59	1,29
Praça da Cultura		0,33	17	0,02	14,16	103,25	4,92
Praça Doutor João Batista Vasques		2,58	10	0,27	14,64	275,35	5,14
Praça João Boldo		2,34	7	0,36	31,47	25,72	0,52
Praça Marco Antonio Primmon Maestre		2,49	13	0,20	24,01	55,94	1,16
Praça Mariquinha Sciascia	Norte	2,25	19	0,12	16,53	253,99	4,66
Praça na Rua das Imbirairas		12,93	35	0,37			
Praça Nossa Senhora dos Prazeres		2,64	11	0,25			
Praça Oscar da Silva		3,63	14	0,26	18,90	436,95	2,59
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino		2,46	13	0,19	18,49	96,45	1,94
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		7,21	30	0,24	25,73	16,35	0,18
Terminal Casa Verde		5,81	26	0,22	9,23	330,12	3,74
Calçadão Cultural do Grajaú		4,74	22	0,22	19,42	79,97	2,15
CDC Campo Belo		0,62	5	0,13			
Largo de Moema		1,98	16	0,12			
Largo Dona Ana Rosa	Sul	0,57	9	0,06	16,78	58,67	1,02
Largo Santa Angela		1,99	18	0,11	3,65	62,03	4,58
Parque da Independência		9,64	39	0,25	19,48	21,92	0,07
Parque do Nabuco		8,05	23	0,35	14,28	19,07	1,40
Parque Santo Dias		2,18	10	0,21	4,91	112,78	4,39

Polo Cultural do Jardim Ângela		3,57	27	0,13	11,84	207,89	2,15
Praça Alexandre Francisco Rebouças		0,90	6	0,14	19,68	37,32	0,62
Praça Alfredo Egydio de Souza Aranha (Parque Lina e Paulo Raia)		4,86	25	0,20	6,09	457,94	7,61
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		3,60	27	0,13	5,81	72,57	1,48
Praça Dirceu de Castro Fontoura		7,49	36	0,21	18,70	60,27	0,81
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		6,50	47	0,14	14,73	101,23	4,54
Praça do Largo de Piraporinha		3,03	13	0,24	17,94	108,26	2,07
Praça Escolar		4,69	32	0,15	1,67	29,55	0,79
Praça Floriano Peixoto		4,92	26	0,19	14,54	72,39	0,27
Praça João Beçola		14,38	61	0,24	12,82	202,47	6,78
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		1,55	16	0,10	0,37	95,51	0,07
Praça Luisa P dos Santos (Praça Arariba)		0,71	6	0,12	18,84	44,9	0,38
Praça Santa Rita de Cássia		0,87	6	0,16	12,92	110,67	2,20
Praça Tuney Arantes		3,04	14	0,21	18,94	40,55	0,85
Praia do Sol		4,74	22	0,22	19,42	79,97	2,15
Largo da Concórdia		24,95	100	0,25	13,81	184,82	0,30
Largo do Rosário		7,28	36	0,20	16,54	61,36	5,01
Parque Chico Mendes		5,98	28	0,21	29,30	21,33	0,21
Parque Ecológico da Vila Prudente		3,32	22	0,15	23,58	34,17	0,06
Parque Linear Tiquatira		0,00					
Parque Raul Seixas		5,87	35	0,17	18,39	52,84	0,39
Parque Santa Amélia		8,94	29	0,31	11,17	85,29	0,68
Praça Brasil (Praça Mãe Menininha do Gantois)		5,20	35	0,15	14,61	61,3	0,46
Praça Cecília Marques de Araújo		4,06	24	0,17	10,17	58,58	1,82
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai	Leste	7,09	37	0,19	14,69	90,43	0,67
Praça Craveiro do Campo		23,87	44	0,54	15,28	159,18	0,36
Praça da Conquista (Praça Vereador João Aparecido de Paula)		1,19	20	0,06	22,60	4,34	0,51
Praça da Estação Vila Mara		11,53	50	0,23	12,62	93,13	3,83
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		5,69	28	0,20	17,74	22,65	0,28
Praça do 65 / Pombas Urbanas		123,74	151	0,82	20,03	39,84	1,16
Praça do Terminal dos Metalúrgicos		12,51	96	0,13	11,22	205,33	2,21
Praça Felisberto Fernandes da Silva / Largo São		4,74	68	0,07	6,17	251,23	12,31

Mateus							
Praça General Humberto de Sousa Mello		9,92	43	0,23	17,35	81,7	0,33
Praça Giovani Fani		1,90	19	0,10	26,62	22,46	0,67
Praça Jaguamitanga		1,71	19	0,09	20,03	39,84	1,16
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		6,22	39	0,16	12,97	53,69	3,02
Praça Kantuta		2,86	19	0,15	16,15	22,65	0,05
Praça na Rua Gregório Ramalho		15,43	91	0,17	16,26	67,95	0,22
Praça Oslei Francisco Borges		18,45	68	0,27	16,12	96,15	2,92
Praça Oswaldo Luís da Silveira		6,55	24	0,27	16,12	96,15	2,92
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		0,00	125	0,00	12,91	197,46	0,67
Praça Padre Damião		5,37	36	0,15	23,18	100,21	2,74
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		2,77	69	0,04	20,41	166,93	0,83
Praça Sampaio Vidal		3,33	48	0,07	12,07	329,67	9,14
Praça São João Vicenzotto		5,17	37	0,14	17,01	35,05	5,67
Praça São Luis do Curu		2,51	31	0,08	17,11	26,36	0,26
Praça Silvio Romero		1,03	17	0,06	26,00	20,07	0,54
Praça Torquato Plaza		21,38	71	0,30	13,48	53,52	0,45
Praça Vicente Falcetta		1,68	21	0,08	17,87	19,9	0,08
Largo da Batata		2,31	18	0,13	9,09	34,75	0,34
Parque Alfredo Volpi		1,39	11	0,12	30,49	16,81	0,45
Parque Orlando Villas Bôas		0,90	7	0,14	46,68	38,28	0,48
Parque Raposo Tavares		4,73	14	0,35	8,43	39,26	0,35
Praça Arlindo Rossi		1,27	6	0,22			
Praça Benedito Calixto		1,69	22	0,08			
Praça Conde Francisco Matarazzo		1,80	10	0,18			
Praça Cornélia	Oeste	1,17	9	0,14	17,33	84,98	1,95
Praça do Pôr-do-Sol		2,75	13	0,21	4,59	48,76	1,11
Praça Elis Regina		2,86	14	0,21	22,68	24,46	0,91
Praça Eng. Noriwuki Yamamoto		2,67	10	0,28	14,13	104,52	2,08
Praça Gen. Porto Carreiro		5,19	14	0,37			
Praça General Guimarães		0,94	6	0,17			
Praça Wilson Moreira da Costa		3,91	12	0,33	17,77	172,5	1,50
Praça Zilda Natel		0,43	5	0,08	16,91	96,5	2,92

4.3.5. Taxa de entrada total

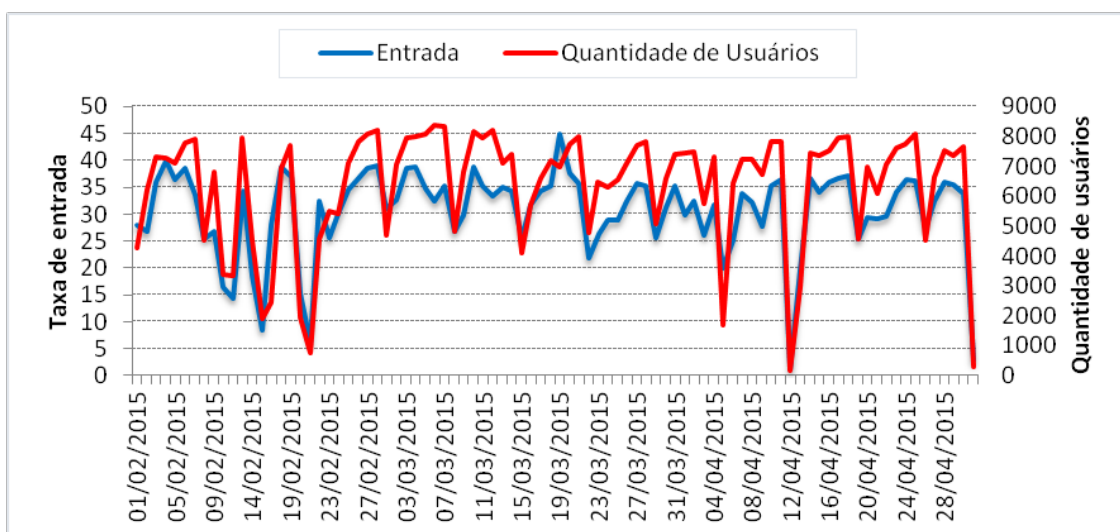
Esta seção faz uma análise comparativa mais detalhada entre a taxa de entrada nas praças e o número de usuários conectados. O objetivo é tentar identificar o efeito do aumento do número de usuários na taxa geral da praça e na taxa média que cada usuário

consegue obter. Para isto, são analisadas as praças com maior número previsto de acessos do Centro, Zona Norte e Zona Leste.

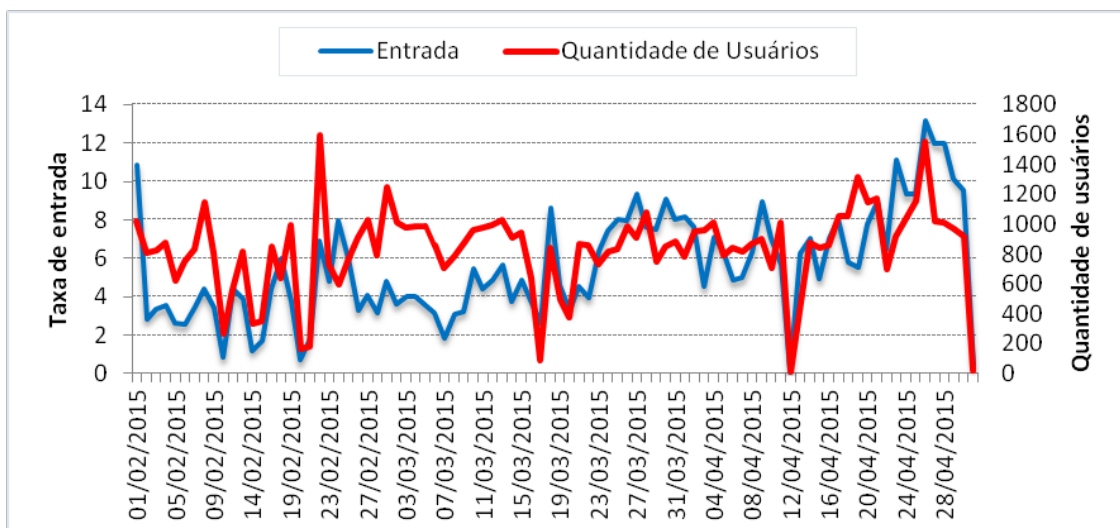
4.3.5.1. Taxa de entrada total vs. número de usuários (serie temporal)

A Figura 4 apresenta a série temporal da soma do número de usuários e da soma da taxa de entrada para o Mercado Municipal (34), Parque da Independência (34), Praça do 65/Pombas Urbanas (35). A soma é realizada com todos os valores que ocorrem no dia, tanto o numero de usuários como a taxa de entrada.

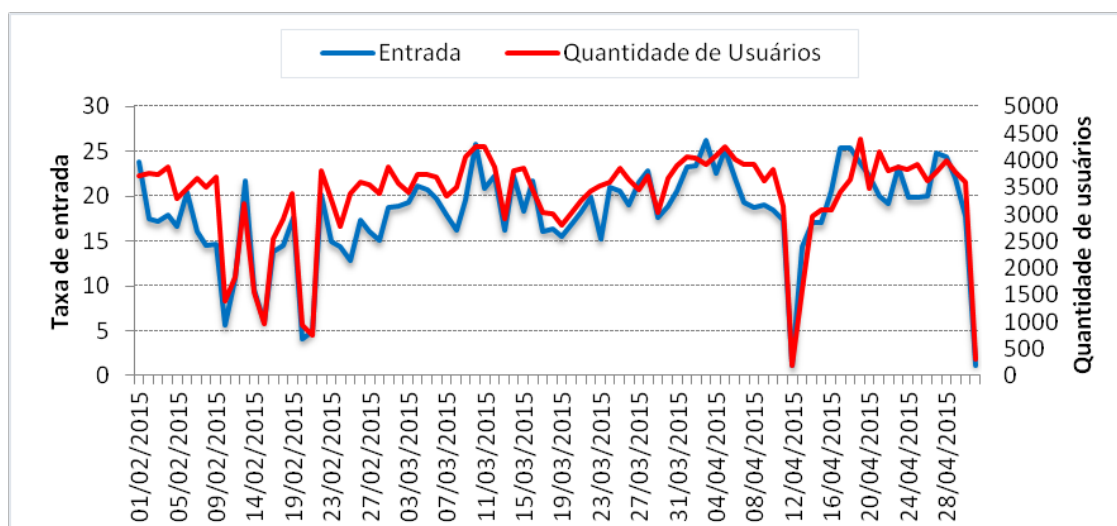
Na Figura 4 também é possível notar que a taxa de entrada aumenta de acordo com a quantidade de usuários conectados de forma síncrona, ocasionada pelo tipo de conexão contratada a qual deve se ajustar a quantidade de usuários conectados naquele instante. Em outras palavras esse comportamento demonstra que a qualidade está em conformidade com a licitação do serviço contratado.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Parque da Independência (Zona Sul).



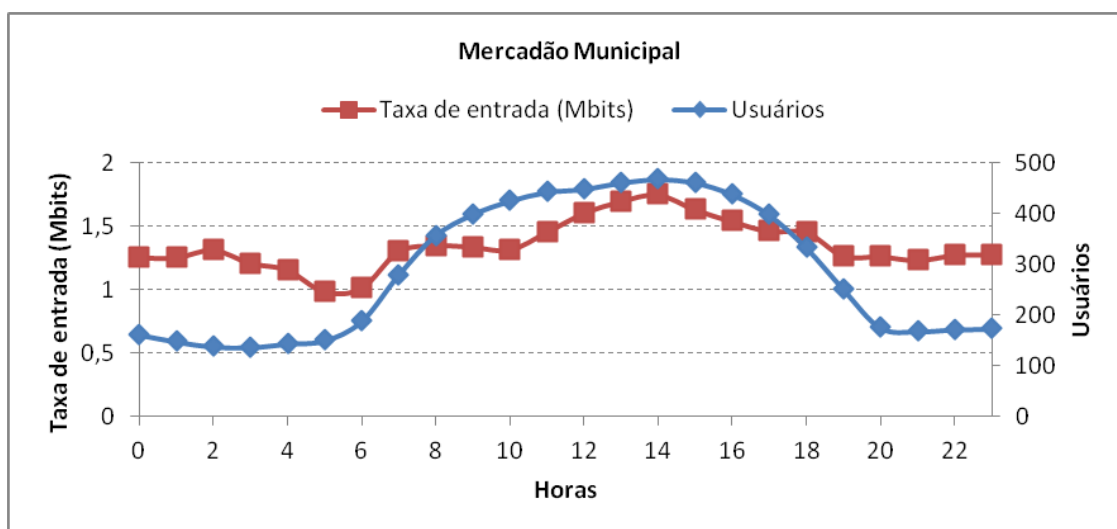
c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

Figura 4 – Taxa de entrada total vs. número de usuários (serie temporal); a) Mercado Municipal (Centro); b) Parque da Independência (Zona Sul); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

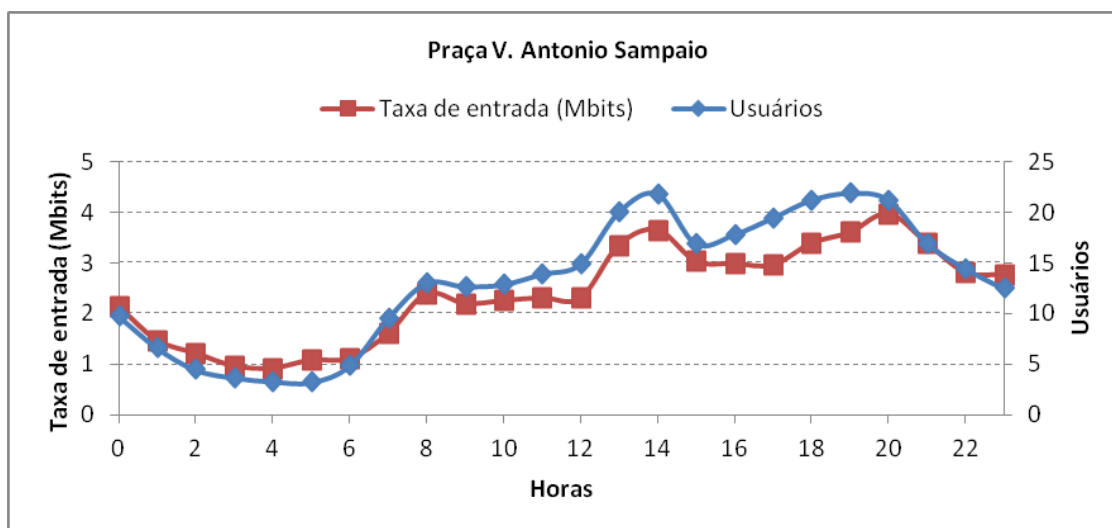
A Figura 4 apresenta a série temporal da ocorrência da taxa de entrada pela quantidade de usuários do Mercado Municipal, Parque da Independência e Praça do 65 / Pombas Urbanas (as demais praças estão apresentadas no ANEXO B).

4.3.5.2. Taxa de entrada total vs. número de usuários (por hora)

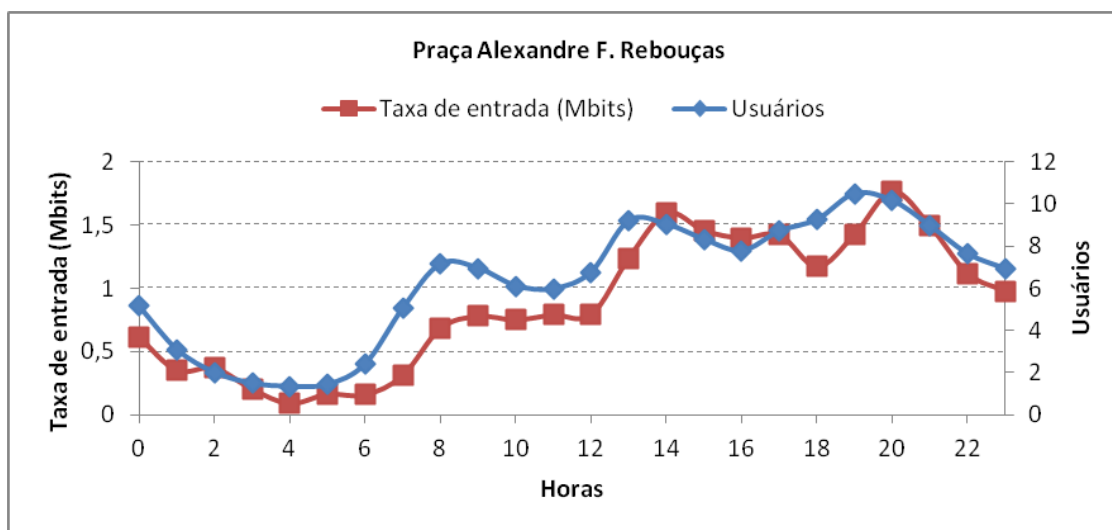
A Figura 5 mostra uma perspectiva em relação às horas do dia sobre a taxa de entrada e o número de usuários conectados. Este gráfico mostra em quais horas do dia os usuários utilizam a conexão da praça com maior frequência. É possível observar que nas madrugadas o número de usuários diminui e no horário comercial a quantidade de usuários aumenta. A taxa de entrada acompanha a variação do número de usuários. Além desse fato é possível observar em quais horas do dia os usuários trafegam maior quantidade de dados.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Praça Alexandre Francisco Rebouças (Zona Sul).

Figura 5 – Taxa de entrada total vs. número de usuários (por hora); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça Alexandre Francisco Rebouças (Zona Sul).

No Mercado Municipal (35) o pico de transferência de dados ocorre às 14 horas, enquanto que na Praça Vereador Antônio Sampaio (36) e na Praça Alexandre Francisco Rebouças (36), ocorrem três picos de transferência de dados que são às 8, 14 e 20 horas às quais podem ser considerados horários de entrada, almoço e saída do expediente de trabalho. Portanto as pessoas utilizam a conexão dessas praças como horário de lazer. As demais 15 praças analisadas estão contidas no ANEXO C – Taxa de entrada total vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.

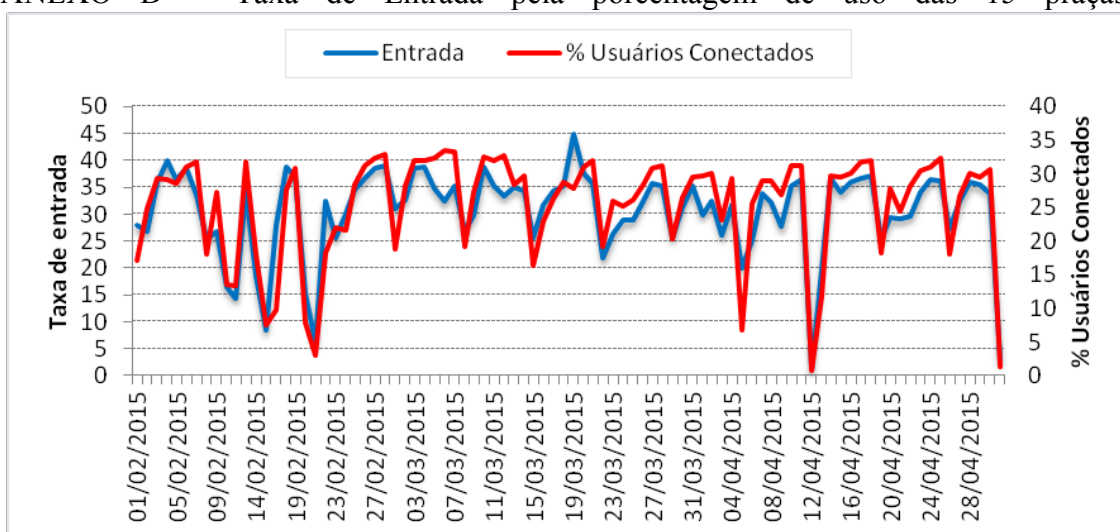
4.3.5.3. Taxa de entrada total vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo)

A Figura 6 apresenta a utilização da taxa de entrada em relação ao número máximo de usuários previstos para cada praça. Nesta perspectiva é possível observar se a taxa de entrada está sendo mais utilizada que a capacidade prevista ou se está ocorrendo

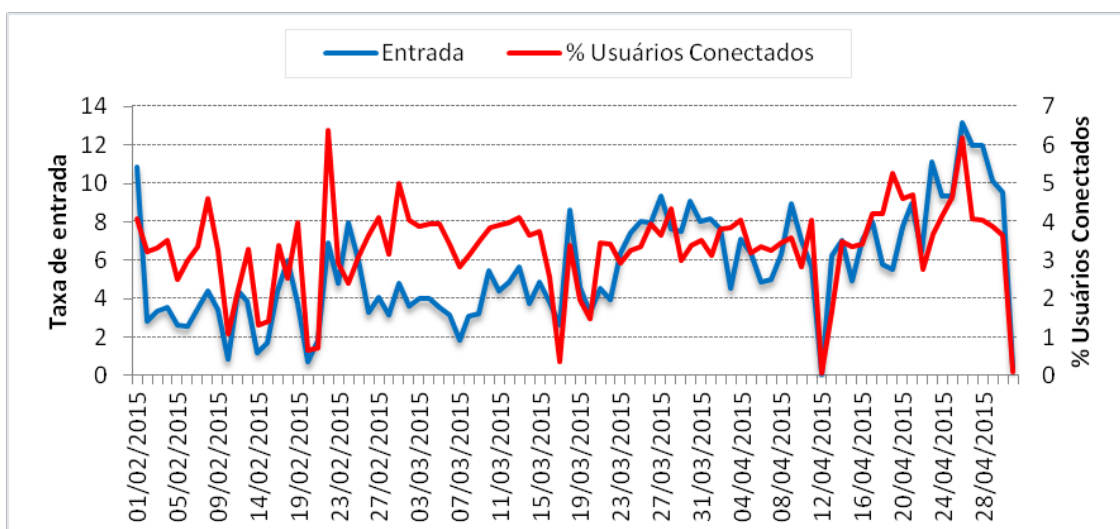
desperdício de recursos, que ocorre quando uma praça é utilizada por muito menos usuários que o previsto. Uma vez identificado qualquer um dos problemas acima, é possível redistribuir os recursos oferecidos nas praças, para obter um melhor aproveitamento destes recursos.

Nos gráficos apresentados nas Figuras 6, é possível observar de uma maneira diferente o que foi apresentado na Figura 4 aqui se leva em conta a abordagem da porcentagem em que a praça digital foi construída. O que é considerado é a quantidade total de usuários que a praça esta aprovisionada para suportar.

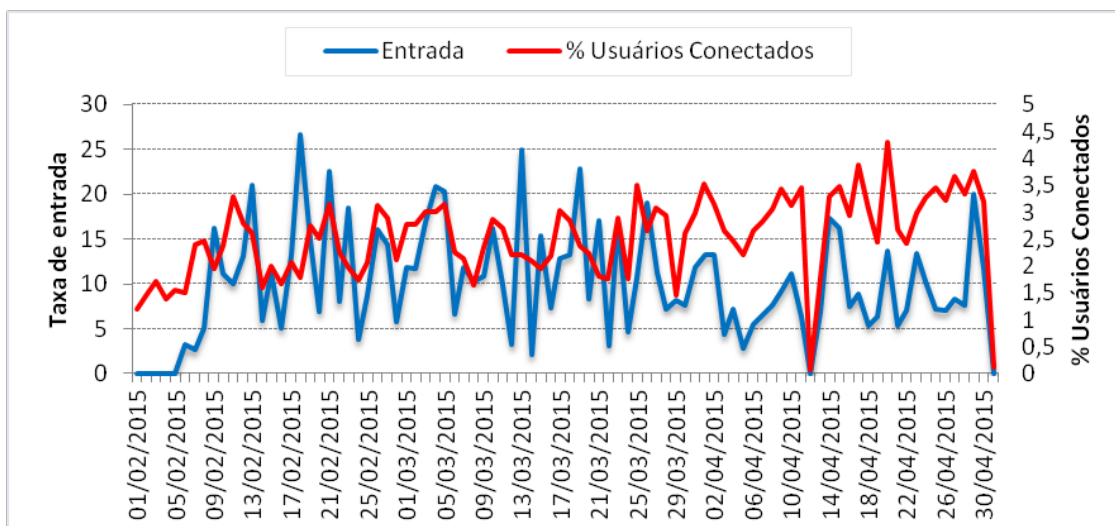
A 37 mostra a taxa de entrada pela porcentagem de usuários conectados no Mercadão Municipal é possível observar que ambas as curvas estão na mesma frequência de variação isto quer dizer que os usuários estão utilizando o serviço. O Parque da Independência (37) e a Praça Zilda Natel 38 possuem um comportamento semelhante ao citado. As 15 praças analisadas nesse tipo de métrica estão contidas no ANEXO D – Taxa de Entrada pela porcentagem de uso das 15 praças.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Parque da Independência (Zona Sul).



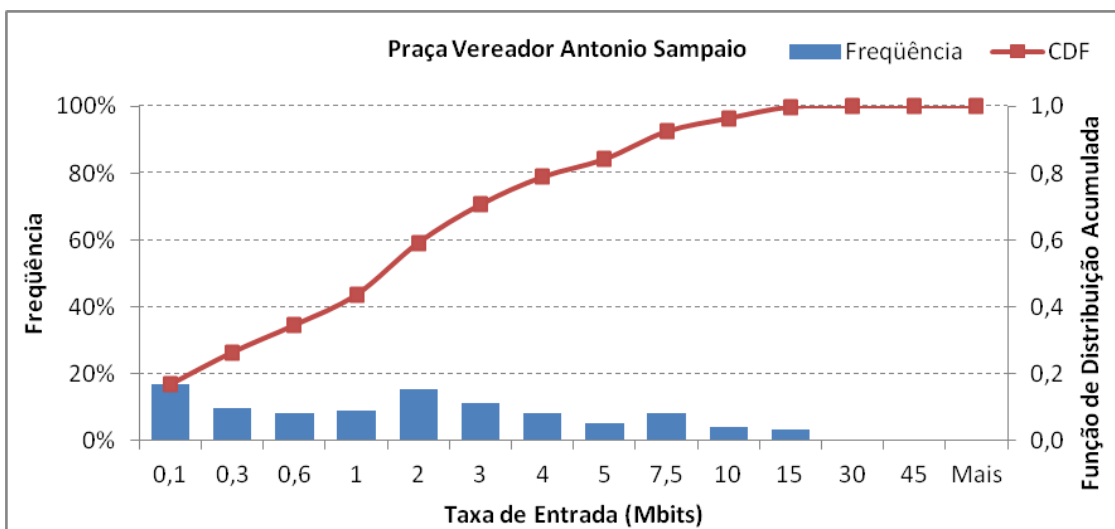
c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

Figura 6 – Taxa de entrada total vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo); a) Mercado Municipal (Centro); b) Parque da Independência (Zona Sul); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

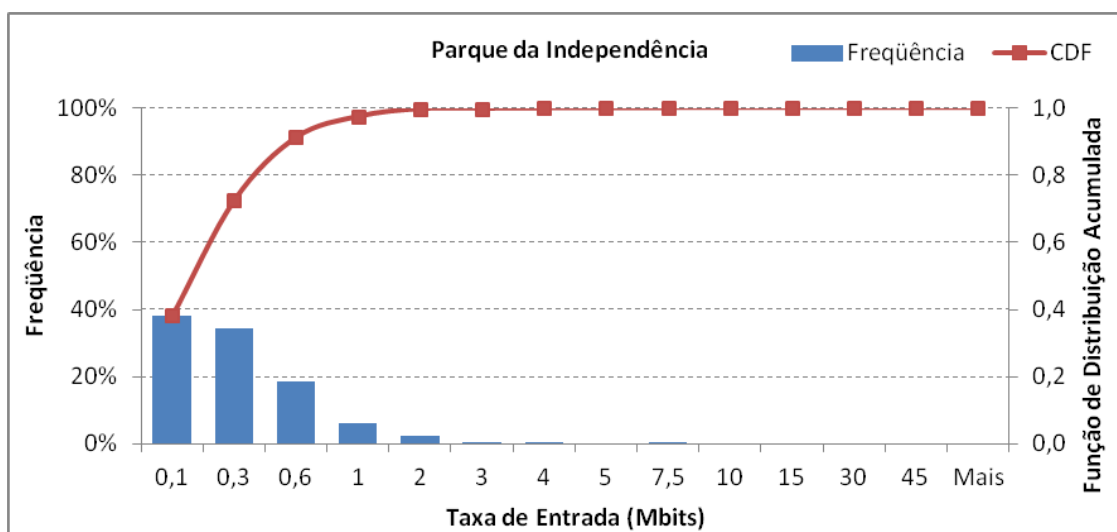
4.3.5.4. Histograma e Distribuição Acumulada da Taxa de entrada total

O histograma da taxa de entrada total mostra a frequência de ocorrências próximas a uma taxa de entrada. Isto é, a frequência de ocorrência é calculada pelo total de vezes em que as taxas de entrada 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 taxa de entrada no intervalo de 0,1 a n , onde n é a medida em Mbits da taxa de entrada.

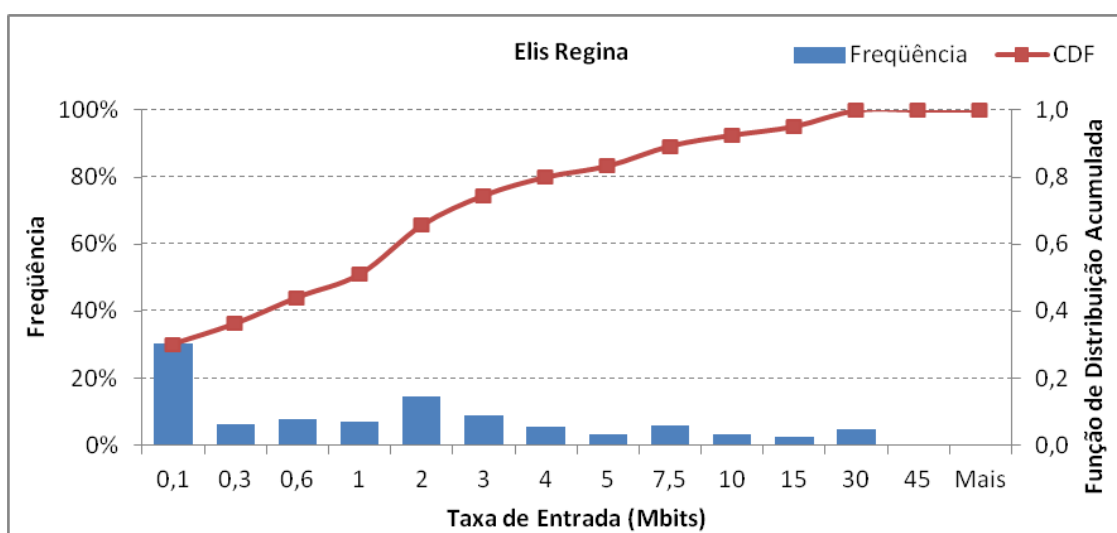
É possível observar que para a Praça Vereador Antônio Sampaio e Praça Elis Regina estão com cerca de 18% dos valores da taxa de entrada a 2 Mbits 39 e 39 respectivamente. Já o Parque da Independência está cerca de 98% abaixo de 1 Mbits. As análises efetuadas no Mercado Municipal juntamente com as 14 praças são disponibilizadas no ANEXO E – Histograma e Distribuição Acumulada da Taxa de entrada total das 15 praças.



a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



b) Parque da Independência (Zona Sul).



c) Praça Elis Regina (Zona Oeste).

Figura 7 – Histograma e Distribuição Acumulada da Taxa de entrada total; a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); b) Parque da Independência (Zona Sul); c) Praça Elis Regina (Zona Oeste).

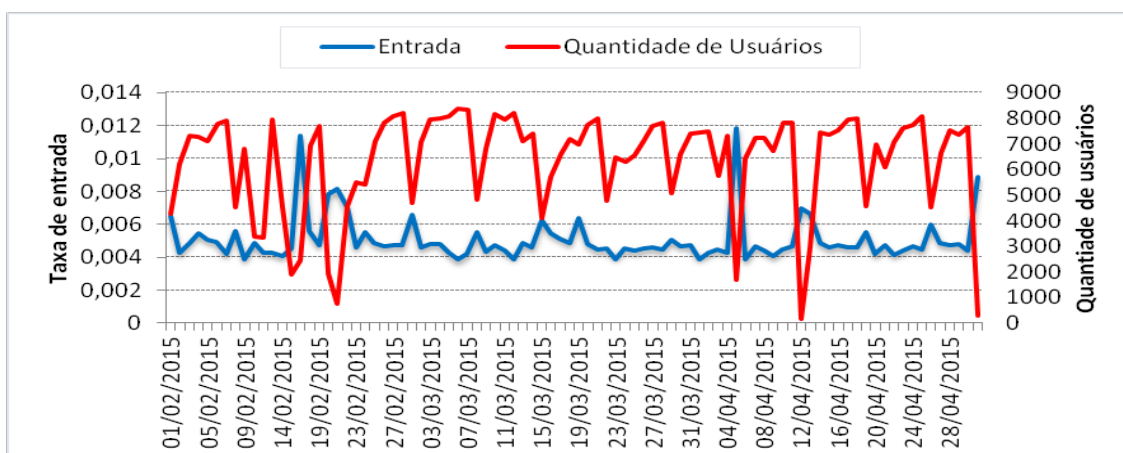
4.3.6. Taxa de entrada por usuário

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 unitária por usuário da praça e na taxa média que cada usuário consegue obter.

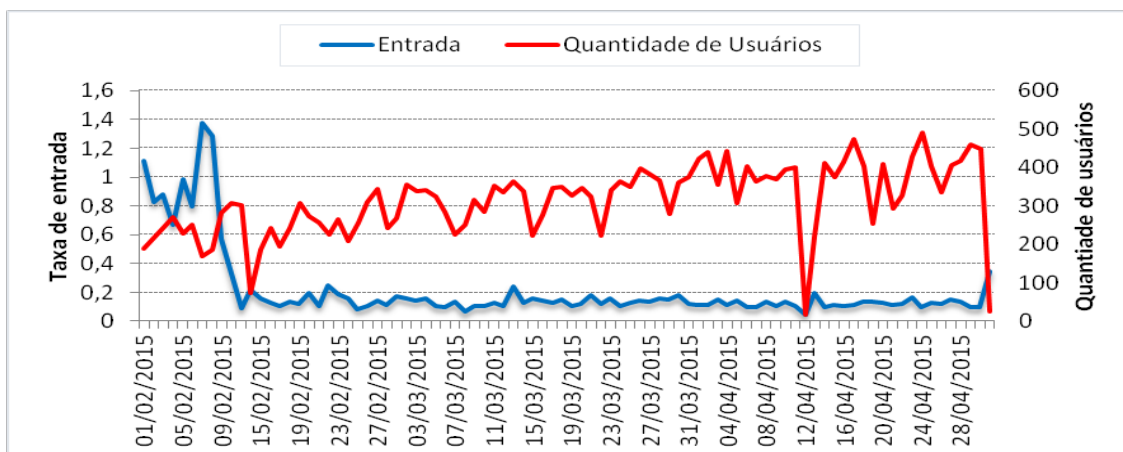
Para isto, é calculada a taxa de entrada total dividida pela quantidade de usuários naquele exato momento. O resultado é a taxa de entrada unitária ou taxa de entrada média por usuário.

4.3.6.1. Taxa de entrada por usuário vs. número de usuários (serie temporal)

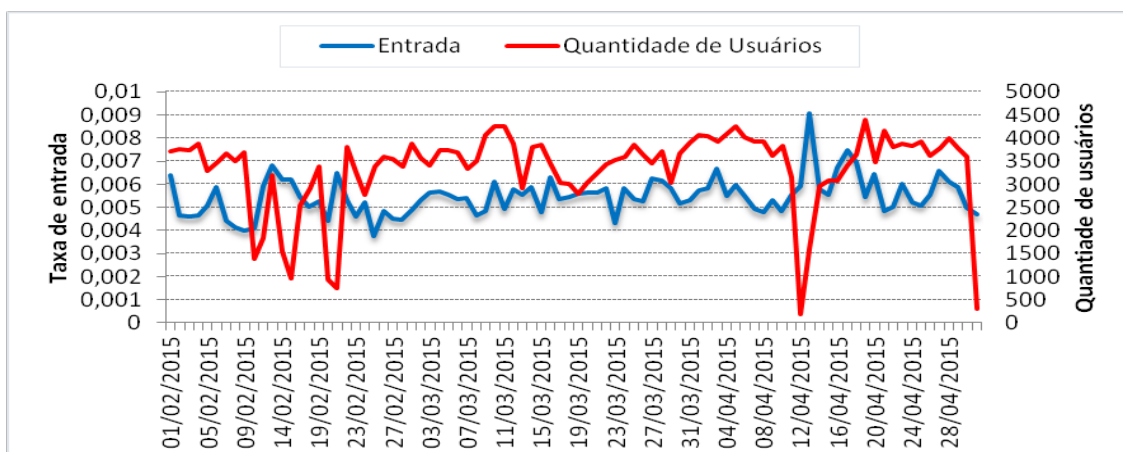
Nessa subseção é possível visualizar a taxa de entrada unitária pela quantidade de usuários ao período dos três meses analisados. Para isto, é calculada a taxa de entrada total dividida pela quantidade de usuários naquele exato momento. O resultado é a taxa de entrada unitária ou taxa de entrada por usuário.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

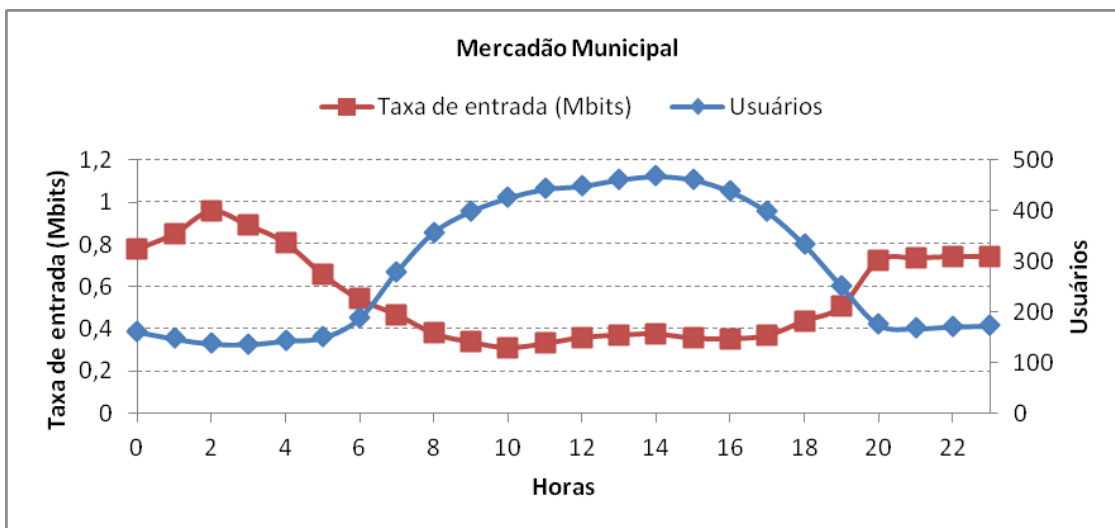
Figura 8 – Taxa de entrada por usuário vs. número de usuários (serie temporal); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

Na

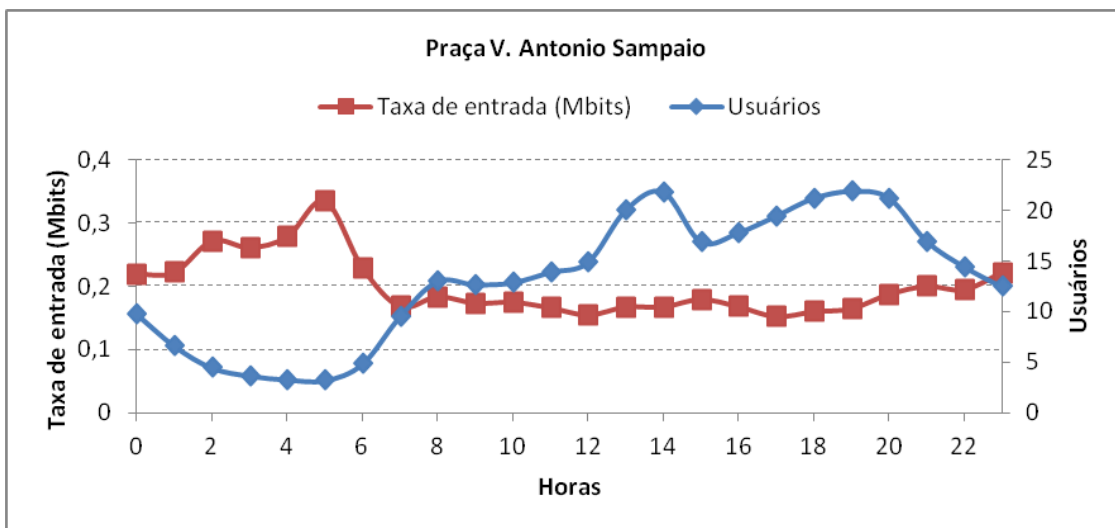
Figura 8 é possível observar que a quantidade máxima de usuários esperada por praça serve para dar uma estimativa da largura de banda que será utilizada, em relação ao comportamento de aumento ou diminuição da largura de banda à medida que usuários conctam ou desconectam da praça. Nas praças apresentadas na Figura 840, 40 e 40 a métrica se mantêm estável ao longo do dos dias analisados. Os gráficos das outras praças estão disponíveis no ANEXO F.

4.3.6.2. Taxa de entrada por usuário vs. número de usuários (por hora)

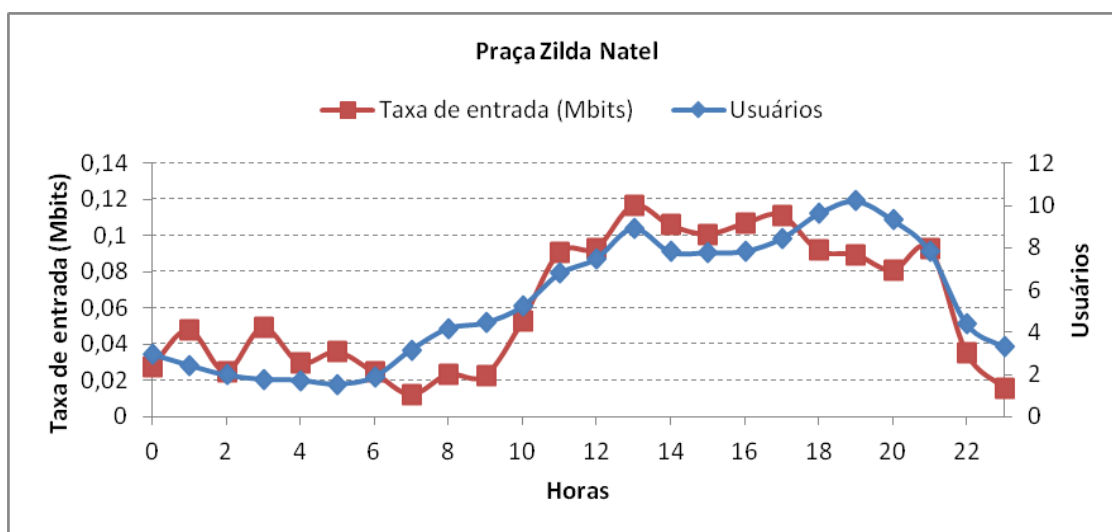
Esta subseção traz uma abordagem das praças em relação às horas do dia, a série temporal exibida na subseção anterior não é possível analisar como a praça comporta-se nos diferentes horários do dia. Na Figura 9 é possível notar que nas madrugadas formam alguns picos conseguidos por usuários quase solitários usando a rede, esse comportamento ocorre em todas as praças.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

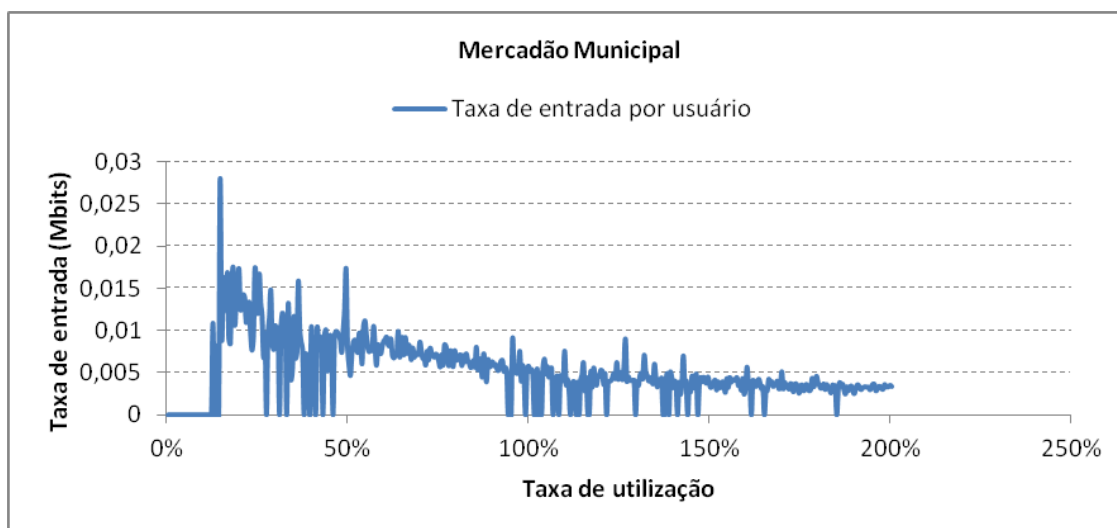
Figura 9 – Taxa de entrada por usuário vs. número de usuários (por hora); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

No Mercado Municipal (41) é possível observar que à medida que aumenta a quantidade de usuários diminui a largura de banda, que ocorre devido ao compartilhamento da conexão pelos usuários. O mesmo comportamento pode ser observado na Praça Vereador Antônio Sampaio (42). Já na Praça Zilda Natel (42) esse comportamento é diferente, pois a taxa de entrada não é dividida, mas aumenta à medida que aumenta o número de usuários. É possível ver essas e as outras praças analisadas no ANEXO G.

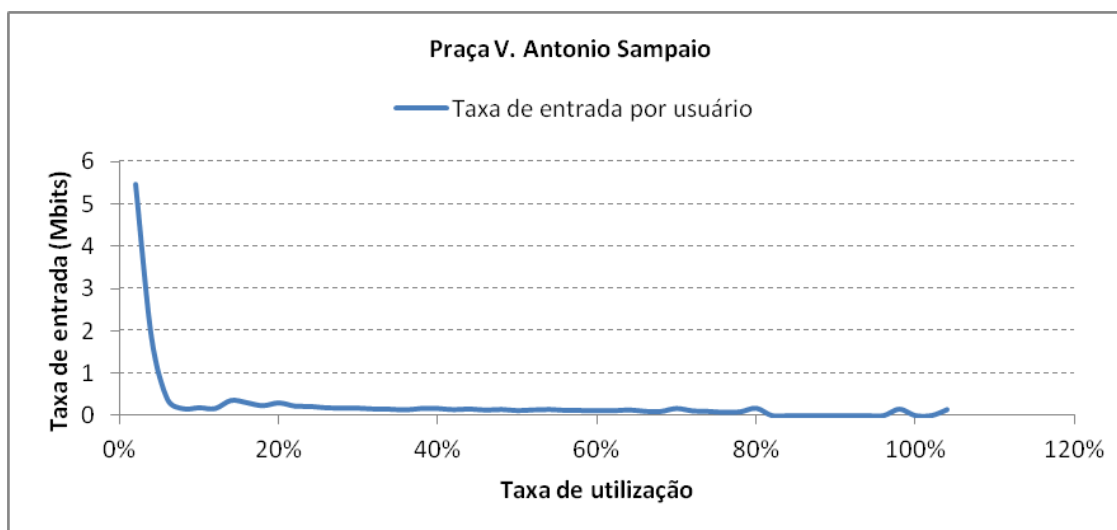
4.3.6.3. Taxa de entrada por usuário vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo)

A Figura 10 apresenta a utilização da taxa de entrada por usuário em relação ao número máximo de usuários previstos para cada praça. Nos gráficos apresentados nas Figuras 10, é possível observar de uma maneira diferente o que foi apresentado na Figura 6 aqui se leva em conta a abordagem da porcentagem em que a praça digital foi construída.

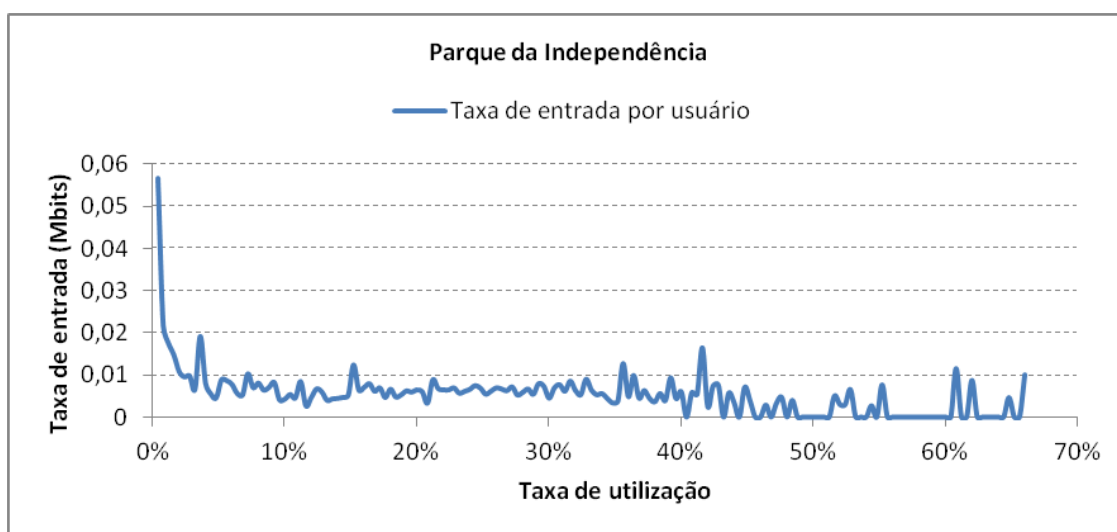
A 43 mostra a taxa de entrada pela porcentagem de usuários conectados no Mercado Municipal, onde é possível observar a variação da taxa de entrada percebida pelos usuários. A Praça Vereador Antônio Sampaio (43) e o Parque da Independência (43) possuem um comportamento semelhante ao citado. As 15 praças analisadas nesse tipo de métrica estão contidas no ANEXO H.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



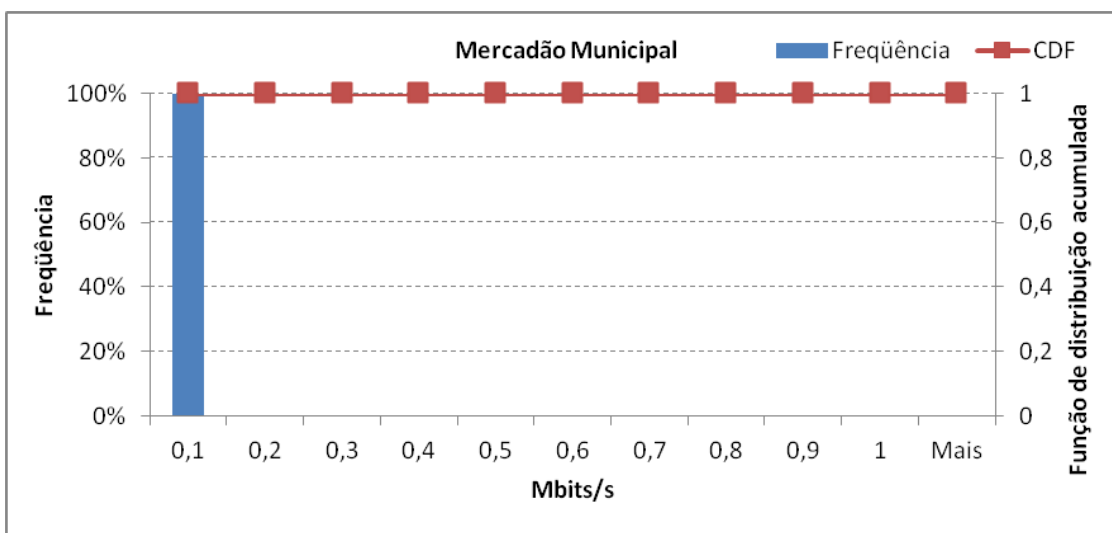
c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 10 – Taxa de entrada por usuário vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

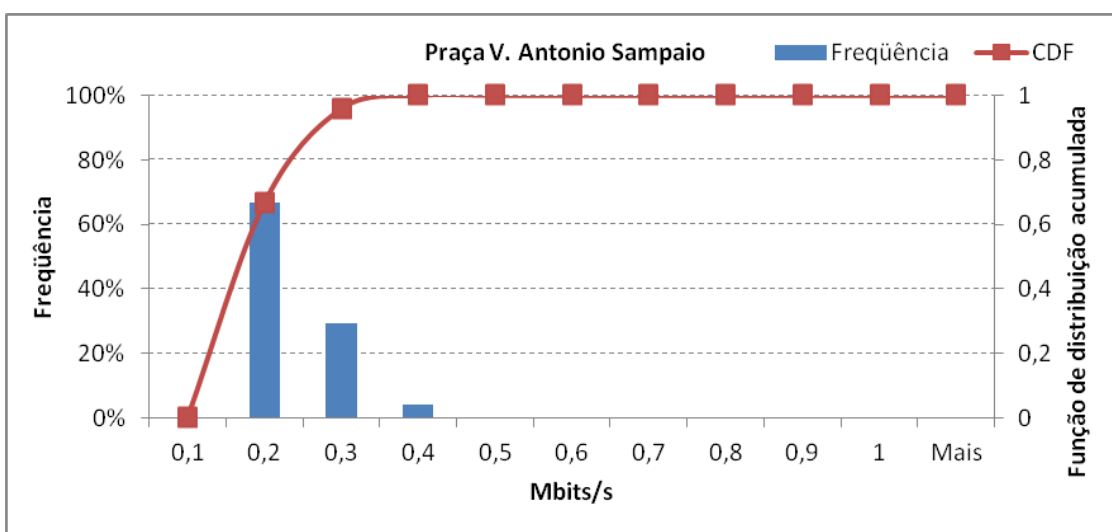
4.3.6.4. Histograma e distribuição Acumulada

O histograma da taxa de entrada por usuário mostra a frequência de ocorrências próximas a uma taxa de entrada, isto é, a frequência de ocorrência é calculada pelo total de vezes em que as taxas de entrada 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 taxa de entrada por usuário no intervalo de 0,1 a n , onde n é a medida em Mbps.

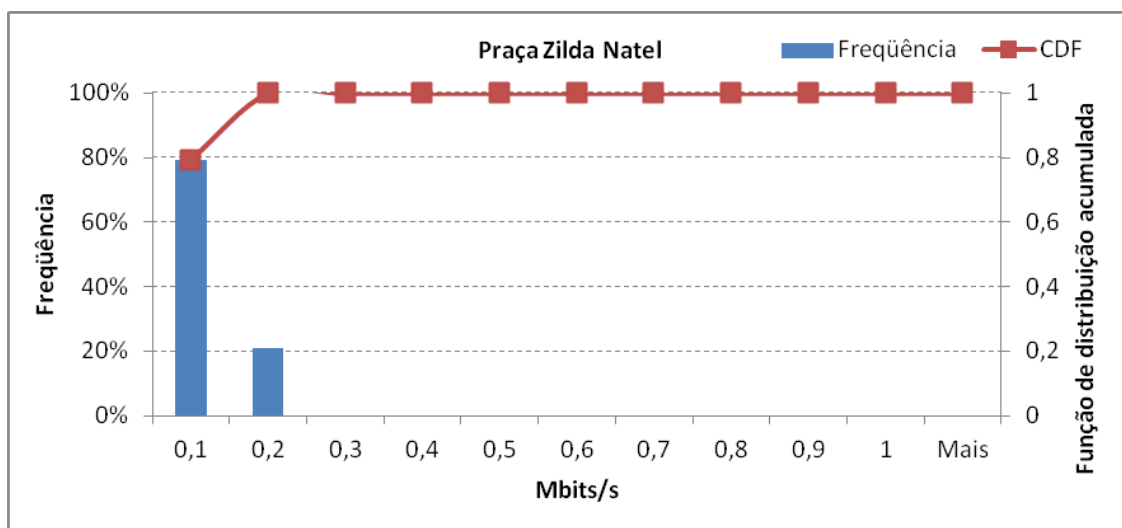
É possível observar na Figura 11 que para a Praça Vereador Antônio Sampaio e Praça Zilda Natel possuem variações maiores que do mercado municipal que fica em torno de 0,1 Mbps. As análises efetuadas nas outras 12 praças são disponibilizadas no ANEXO I.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

Figura 11 – Histograma e distribuição Acumulada da taxa de entrada por usuário; a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

4.3.7. Latência

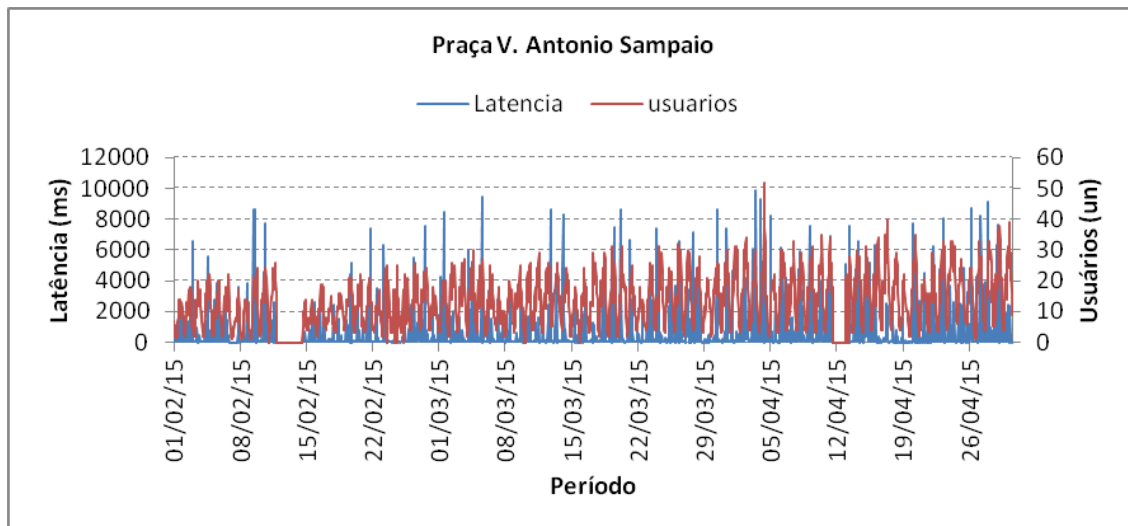
Uma estratégia para compreender o comportamento do uso compartilhado de uma praça digital na qualidade de experiência do usuário é observar o efeito do aumento do número de usuários na latência. Quando a latência assume valores excessivamente altos, o usuário frequentemente é afetado negativamente, seja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

A latência medida nas praças está em um nível acima do esperado, o que significa que 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 usuário.

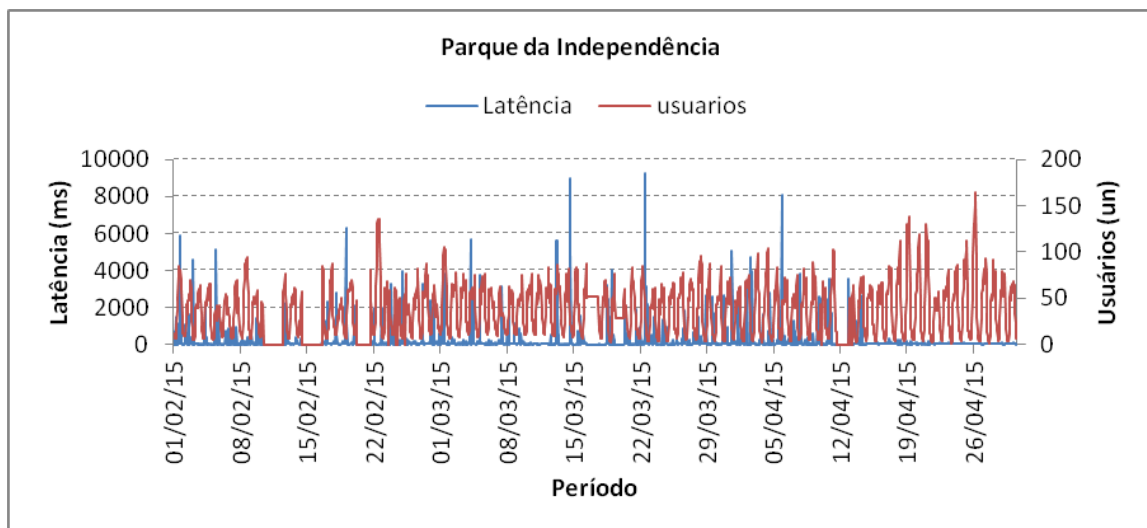
4.3.7.1. Latência vs. número de usuários (serie temporal)

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.

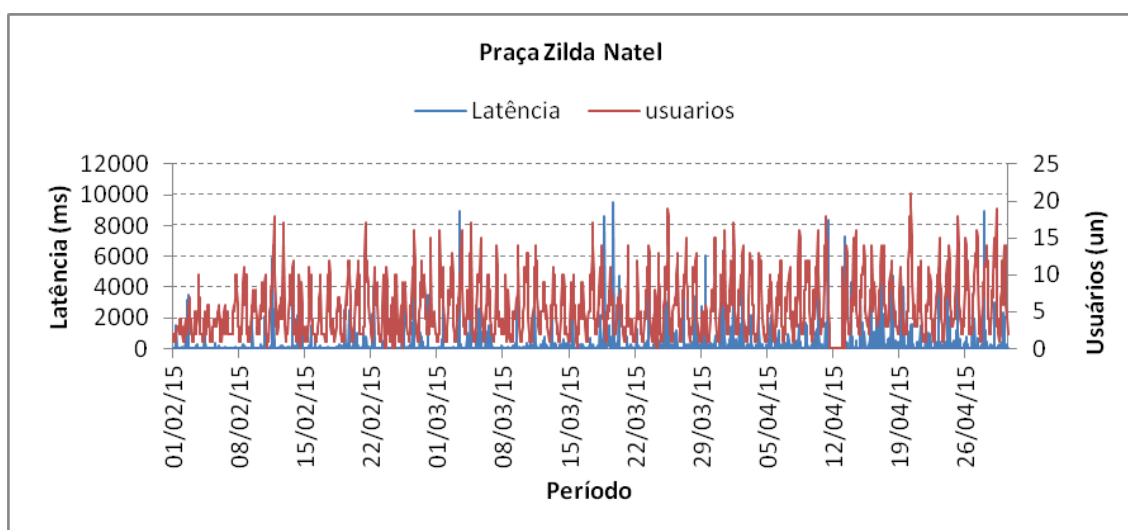
A Figura 12 – Latência vs. número de usuários (serie temporal); a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); b) Parque da Independência (Zona Sul); c) Praça Zilda Natel (Oeste). Figura 12 apresenta um gráfico que relaciona a latência com o número de usuários na série temporal isso é a análise das latências no período de três meses, tanto na Praça Vereador Antônio Sampaio quanto no Parque da Independência e na Praça Zilda Natel ocorrem alguns picos de latência acima dos 8000 milissegundos como é possível ver na 46, 46 e 47 respectivamente. Outras análises das 15 praças da Tabela 3 estão contidas no ANEXO J.



a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



b) Parque da Independência (Zona Sul).

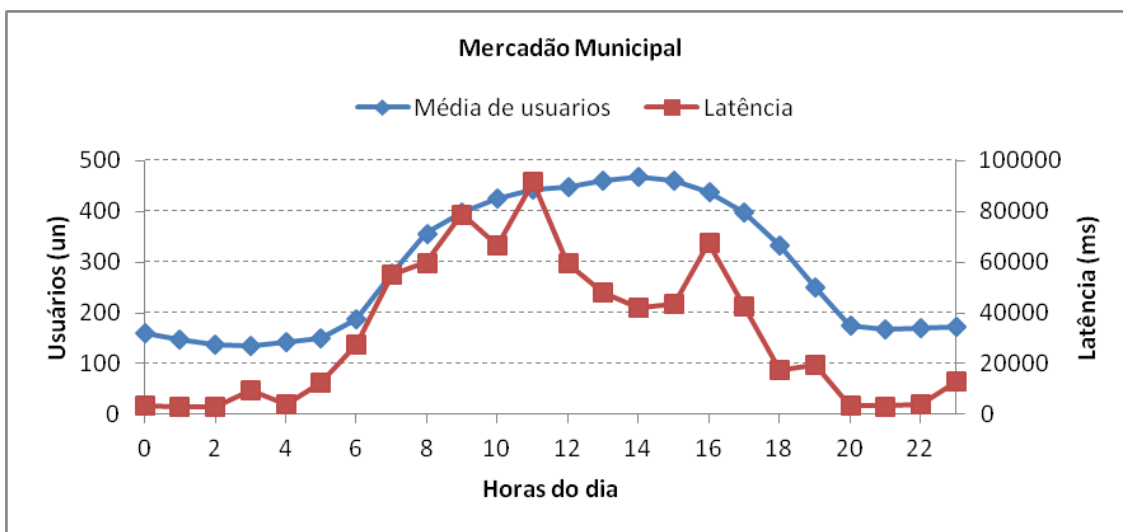


c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

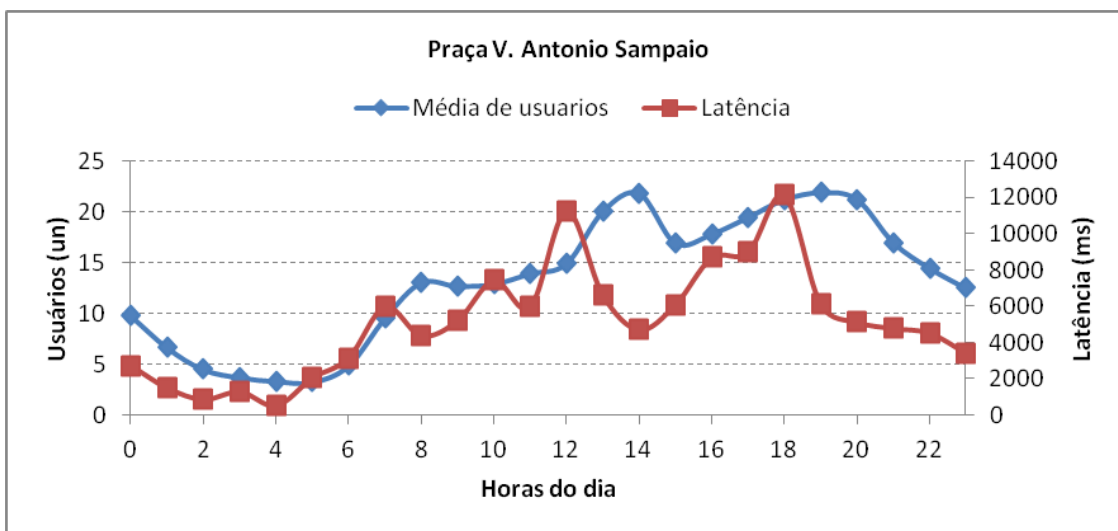
Figura 12 – Latência vs. número de usuários (serie temporal); a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); b) Parque da Independência (Zona Sul); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

4.3.7.2. Latência vs. número de usuários (por hora).

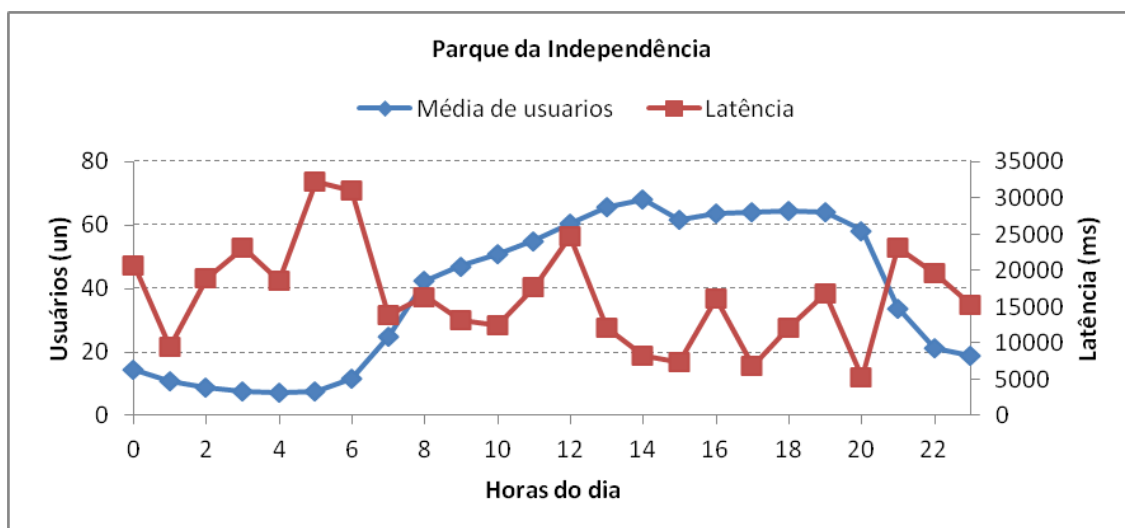
A latência por número de usuários agrupado pelos horários do dia tende a identificar o que ocorre com a latência à medida que a quantidade de usuários aumenta e também identificar o que ocorre no horário comercial já que esse horário corresponde ao maior uso da praça digital.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 13 – Latência vs. número de usuários (por hora); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

É possível observar na Figura 13 – Latência vs. número de usuários (por hora); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul). Figura 13 que no Mercado Municipal a latência varia com a quantidade de usuários conectados, entretanto se observarmos o Parque da Independência têm-se picos de latência muito altos no horário da madrugada onde é possível notar que há poucos usuários conectados e valores de latência baixos quando há quantidades de usuários acima da média. Portanto não é possível afirmar que a latência varia em conformidade com o número de usuários. A Praça Vereador Antônio Sampaio possui uma característica intermediária as duas praças citadas anteriormente. Demais gráficos é possível visualizar no ANEXO K – Latência vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.

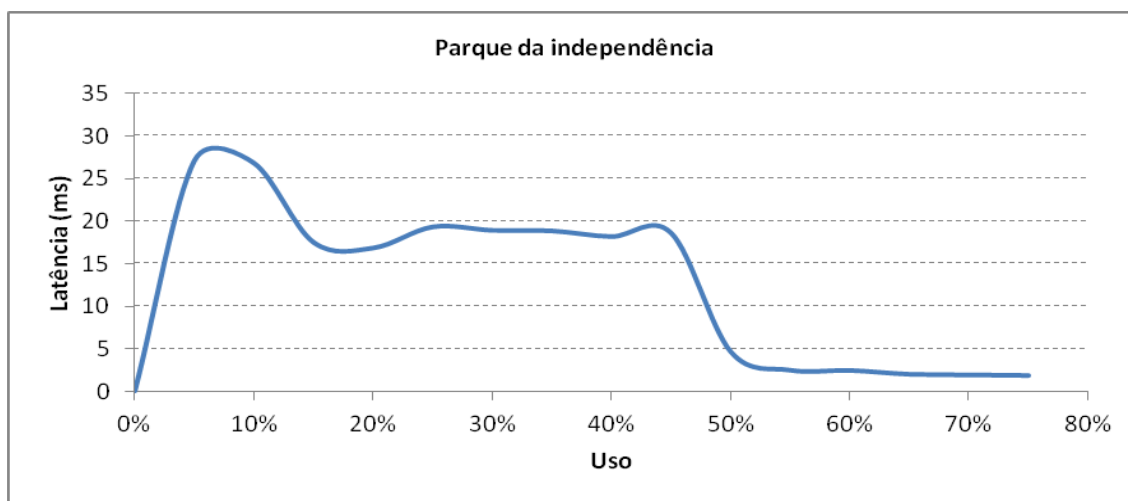
4.3.7.3. Latência vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo).

A latência por taxa de utilização permite identificar o que ocorre com a latência à medida que a quantidade de usuários aumenta em relação ao que a praça está provisionada em termos de largura de banda.

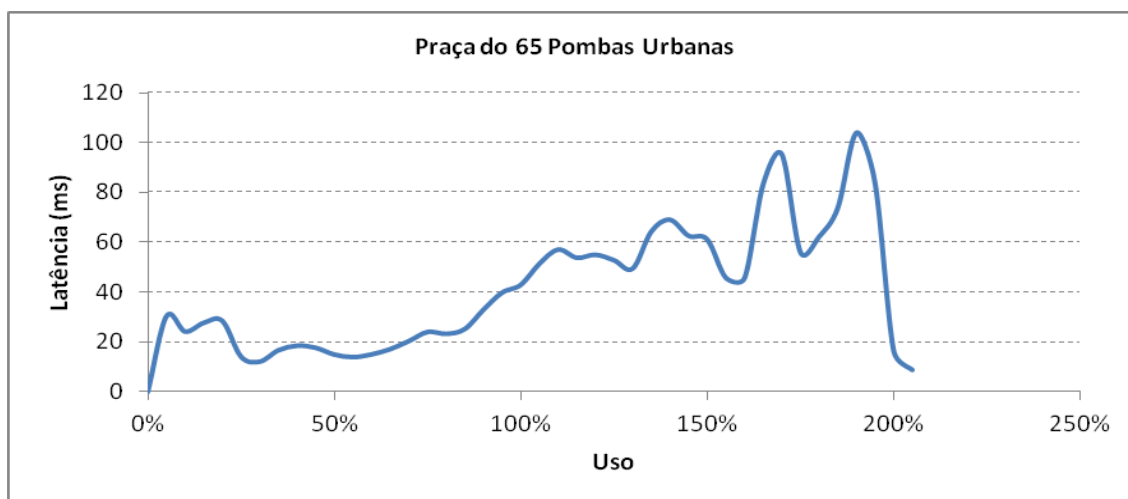
A Figura 14 apresenta a latência pela carga do sistema para o Parque da Independência (49), Praça do 65 / Pombas Urbanas (49) e a Praça Zilda Natel (50) sendo o valor de 100% varia de acordo com a Tabela 3 que são 250, 150 e 50 usuários respectivamente para essas praças. É possível visualizar os outros gráficos no ANEXO L – Latência vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo) das 15 praças.

Na maioria das praças analisadas a latência é menor quando há menos usuários conectados, entretanto é observável na Figura 14 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

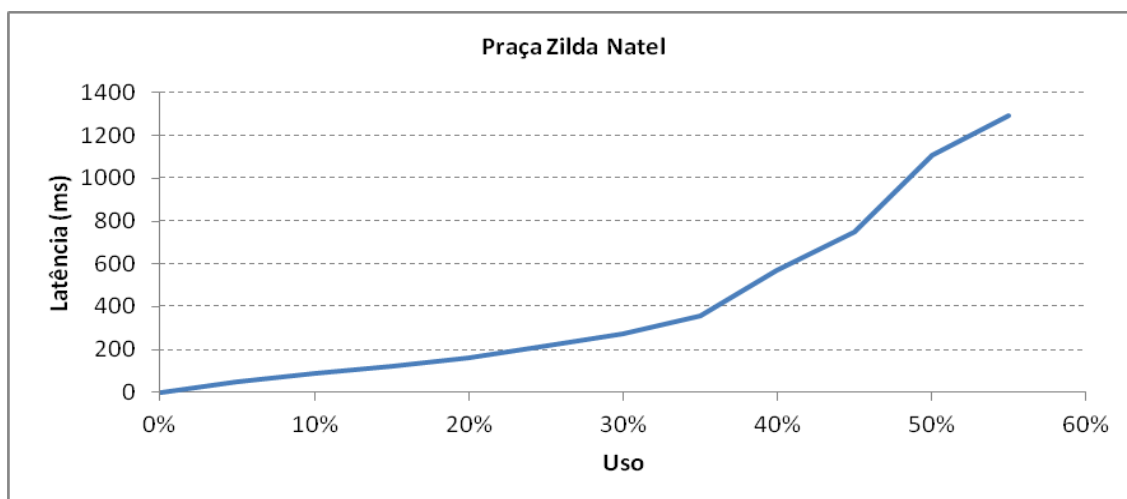
sistema e a latência. Estes gráficos corroboram com as informações apresentadas na Figura 12 e Figura 13.



a) Parque da Independência (Zona Sul).



b) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).



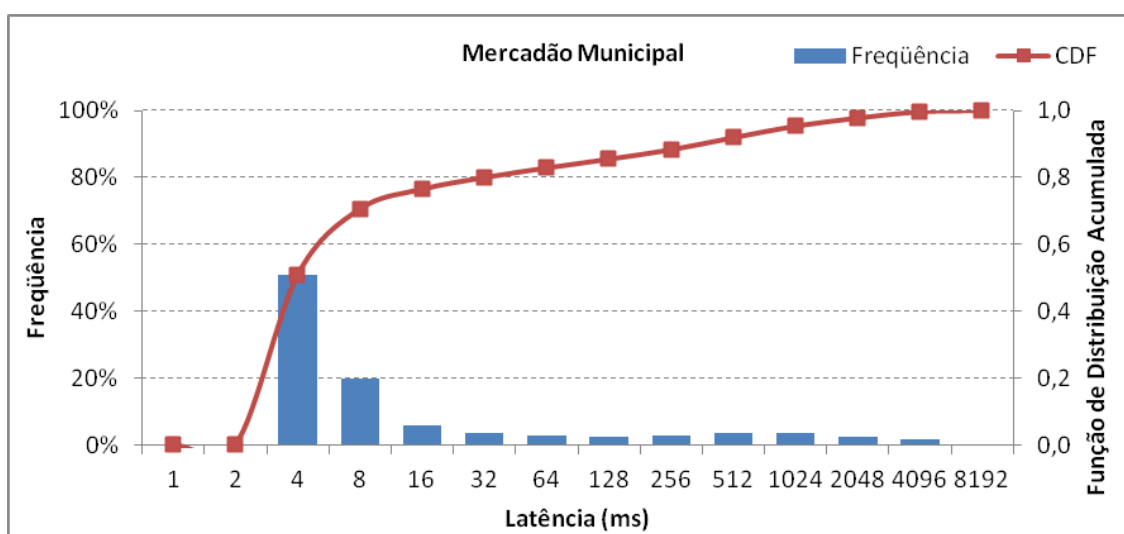
c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

Figura 14 – Latência vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo); a) Parque da Independência (Zona Sul); b) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

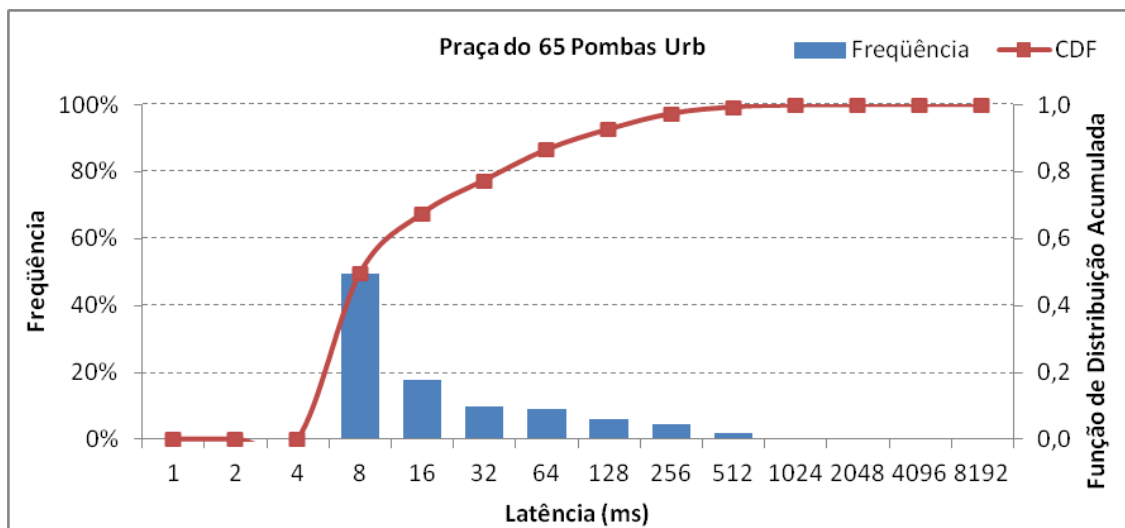
4.3.7.4. Histograma e Distribuição Acumulada da Latência.

A Figura 15 o histograma da latência, 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.

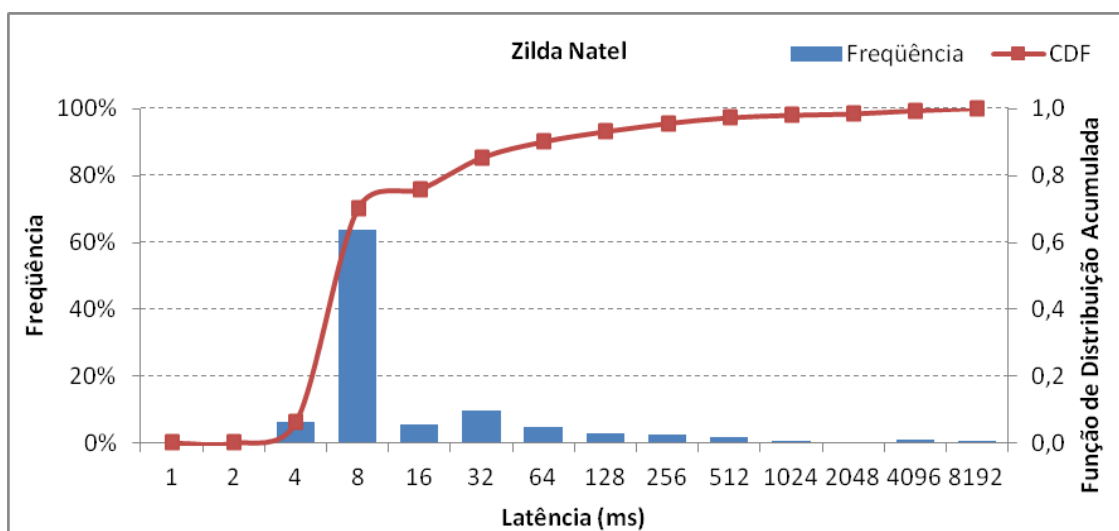
Na Figuras 15 é possível observar que mais da metade dos valores medidos de latência estão entre 4 e 8 ms no Mercado Municipal, Praça do 65 / Pombas Urbanas e da Praça Zilda Natel 83% abaixo de 128 ms o que é considerado um valor muito bom para latência. Demais praças da Tabela 3 são possíveis observar no ANEXO M.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).



c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

Figura 15 – Histograma e Distribuição Acumulada da Latência; a) Mercadão Municipal (Centro); b) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

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 Paulo²⁴, que está fora da rede das empresas contratadas.

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 15, que apresenta a latência considerando todas as praças analisadas, 97% das latências medidas estão abaixo de 512 ms.

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.

²⁴ <http://ptt.br/adesao/sp/>

4.3.8. Perda de pacotes

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.

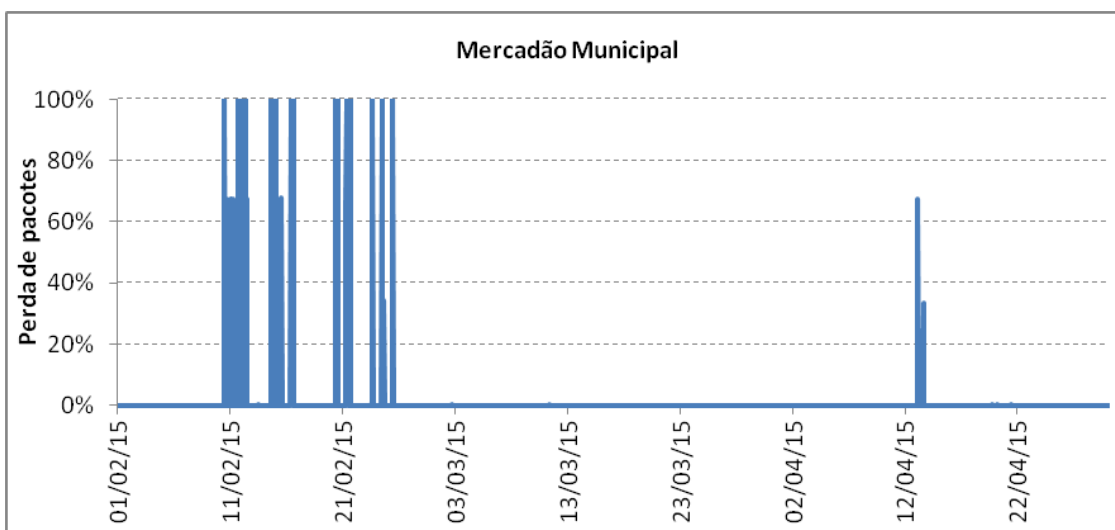
A perda de pacotes pode estar associada a vários fatores como embaralhamento de sinal, causado por dispositivos como babás eletrônicas, fornos micro-ondas ou telefones sem fios que operam na mesma frequência do WiFi. Em outro caso o embaralhamento de sinal pode ser causado pela quantidade de dispositivos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

4.3.8.1. Perda de pacotes (serie temporal).

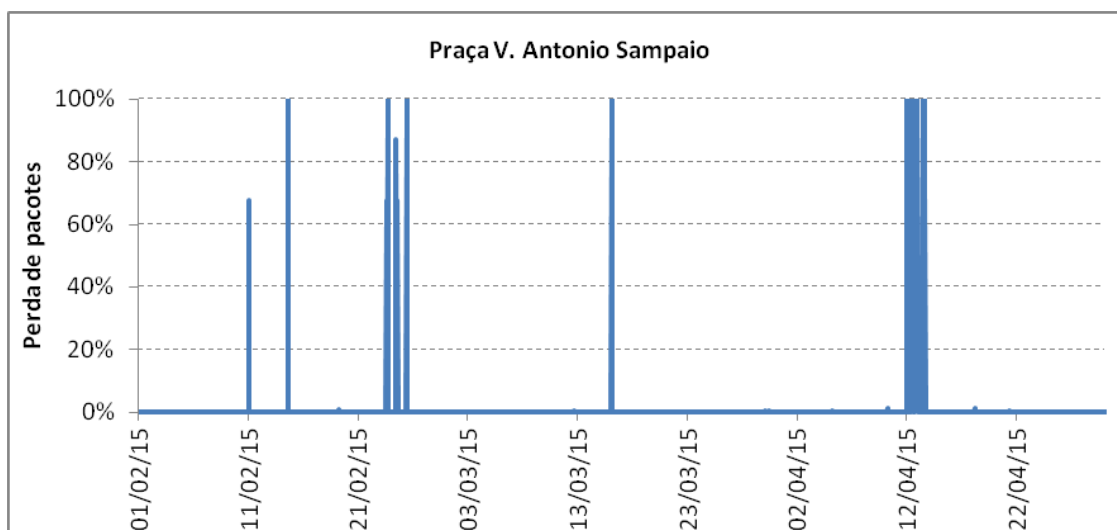
A estratégia é compreender o comportamento do uso compartilhado de uma praça digital na qualidade de experiência do usuário e observar o efeito do aumento do número de usuários em relação à perda de pacotes.

Na Figura 16, o eixo vertical principal é a medida da porcentagem de perda de pacotes no eixo horizontal apresenta a série temporal dos três meses analisados e pode ser visualizado onde ocorreu perda de pacotes.

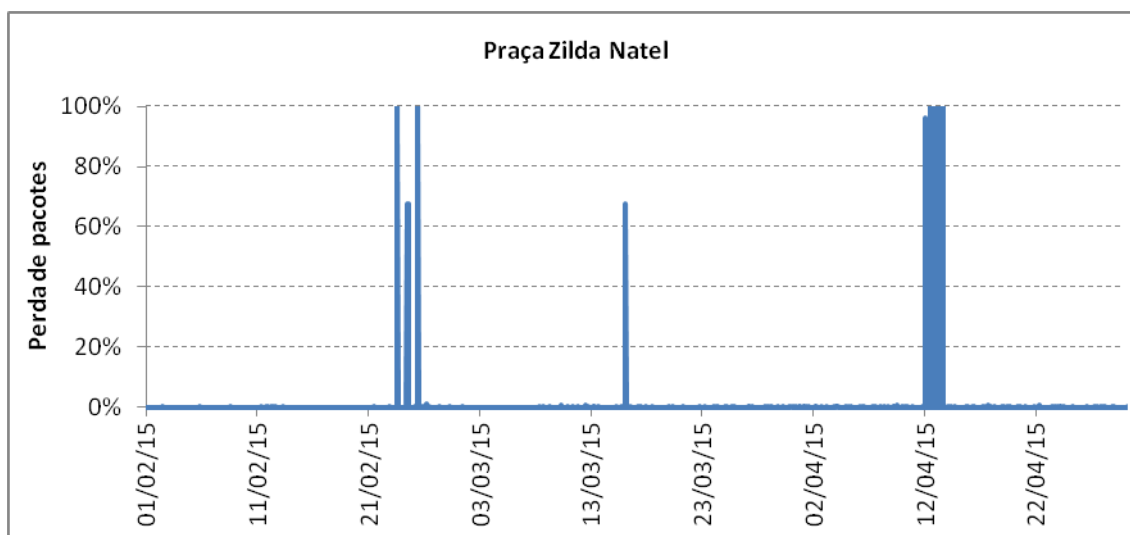
No Mercadão Municipal na Praça Vereador Antônio Sampaio e na Praça Zilda Natel (46, 46, 47) ocorrem perdas graves que são a perda total de 100% dos pacotes transmitidos. Esse comportamento ocorre em algumas praças da Tabela 3 contidas no ANEXO N – Perda de Pacotes (serie temporal) das 15 praças.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



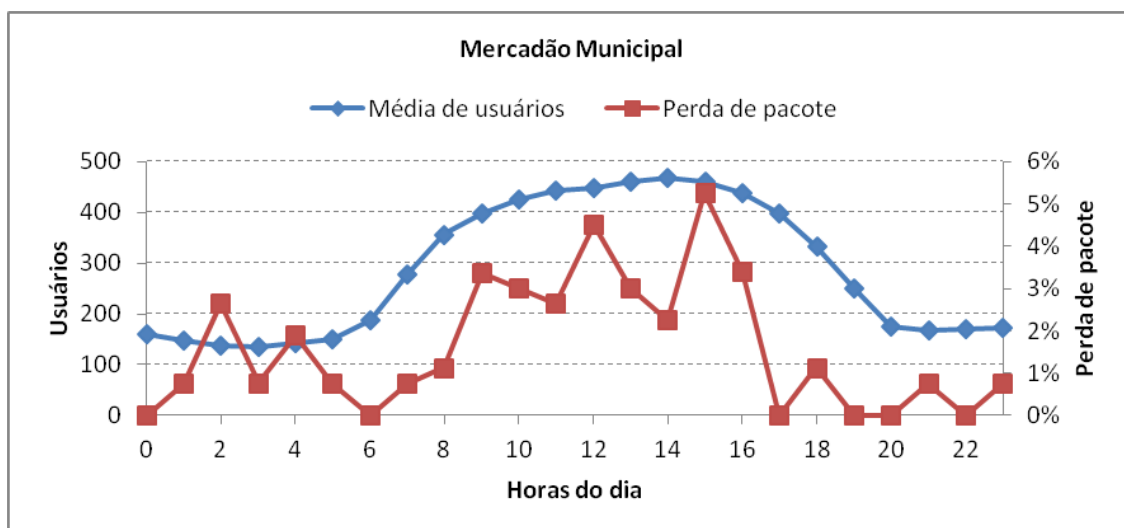
c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

Figura 16 – Perda de Pacotes (serie temporal); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

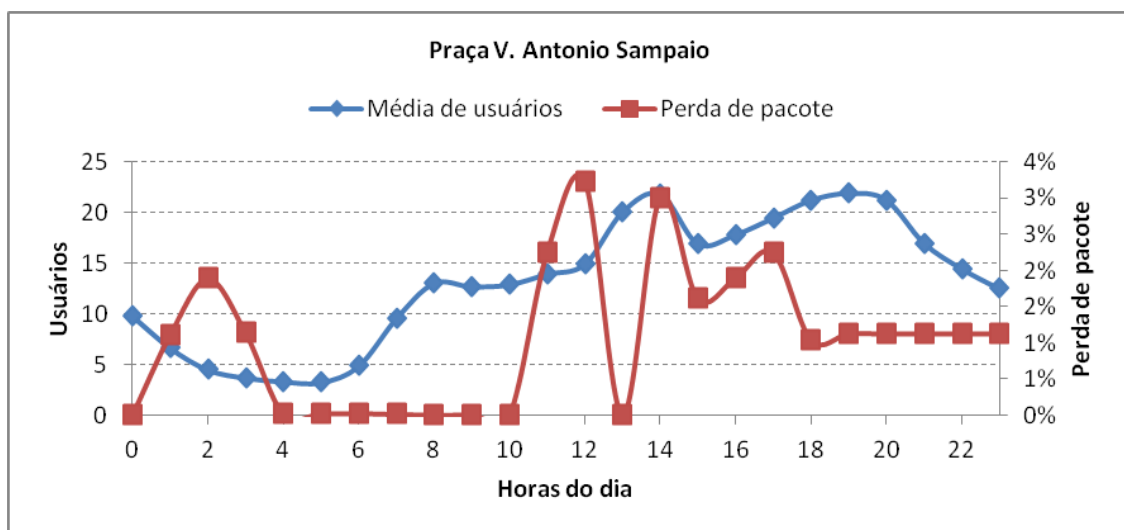
4.3.8.2. Perda de pacotes vs. número de usuários (por hora)

A principal contribuição da 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. 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.

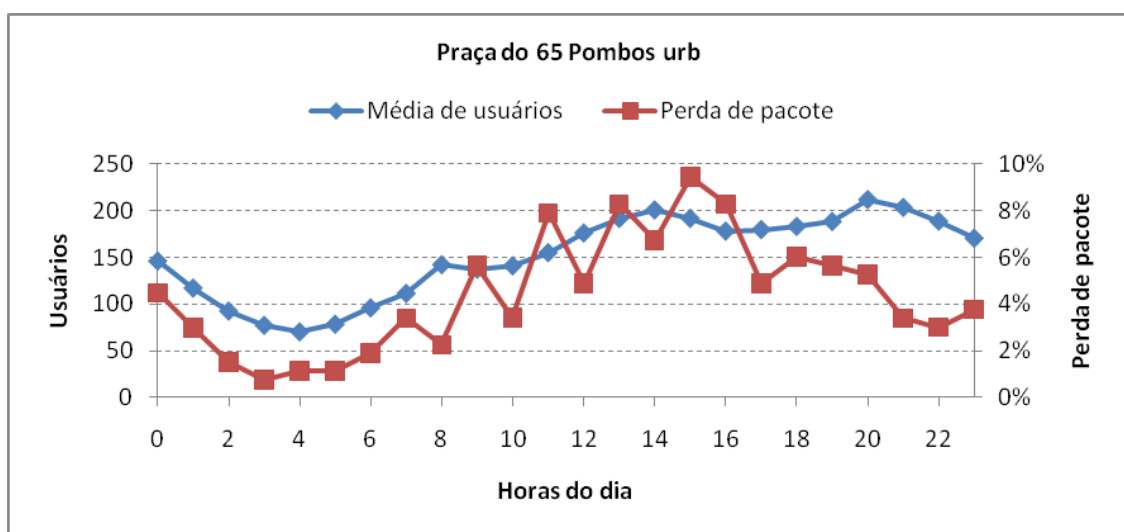
Na Figura 17 porcentagem de perda de pacotes por hora no Mercado Municipal e na Praça Vereador Antônio Sampaio ocorre um pico próximo a 4% de perda ao meio dia, é possível observar que a perda de pacotes ocorre um aumento no horário comercial provavelmente por interferência de muitos usuários ou aparelhos que utilizem a mesma frequência que a frequência de transmissão do sinal de radio do WiFi.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

Figura 17 – Perda de pacotes vs. número de usuários (por hora); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

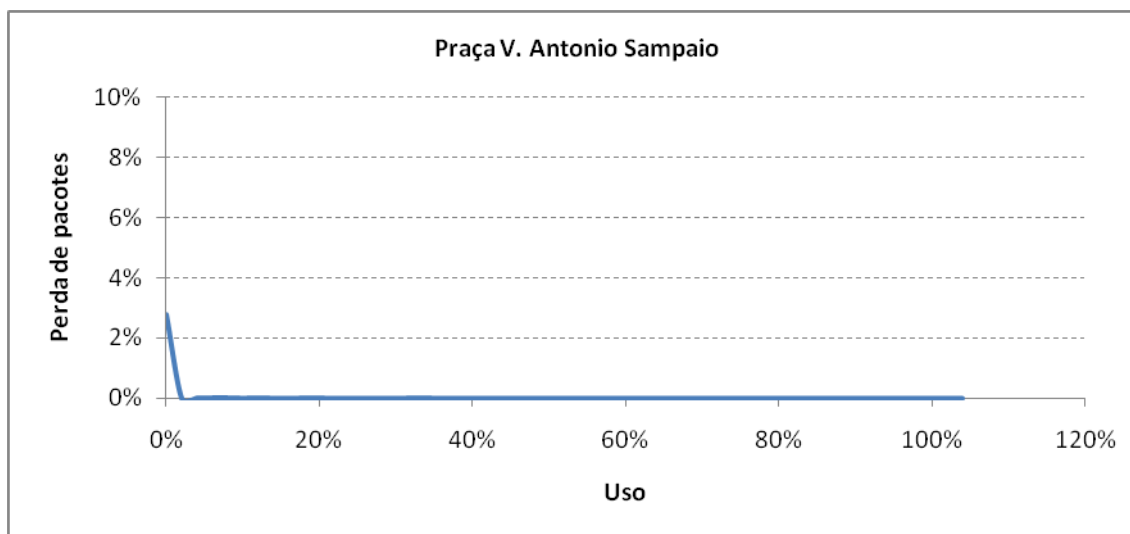
Outras praças analisadas em relação a latência por usuários pelas horas diárias estão inseridas no ANEXO O – Perda de pacotes vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.

4.3.8.3. Perda de pacotes vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo).

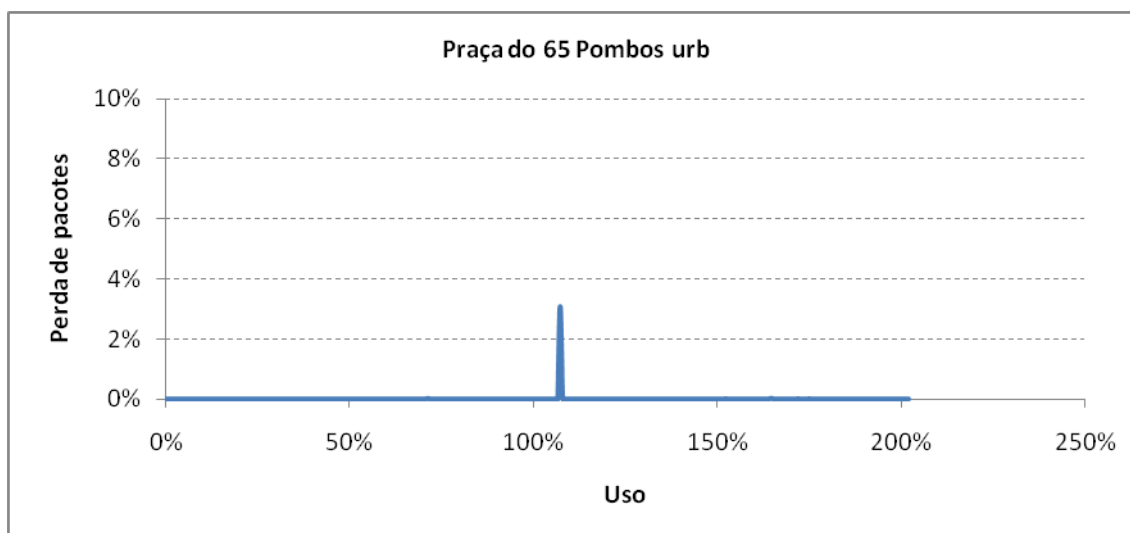
Nessa subseção é visualizada a perda de pacotes em relação à carga do sistema, sendo a carga do sistema considerada o número máximo de usuários conforme a Tabela 3.

A Praça do 65 / Pombas Urbanas (56) possui capacidade para 150 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 150 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 P – Perda de pacotes vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo) das 15 praças.

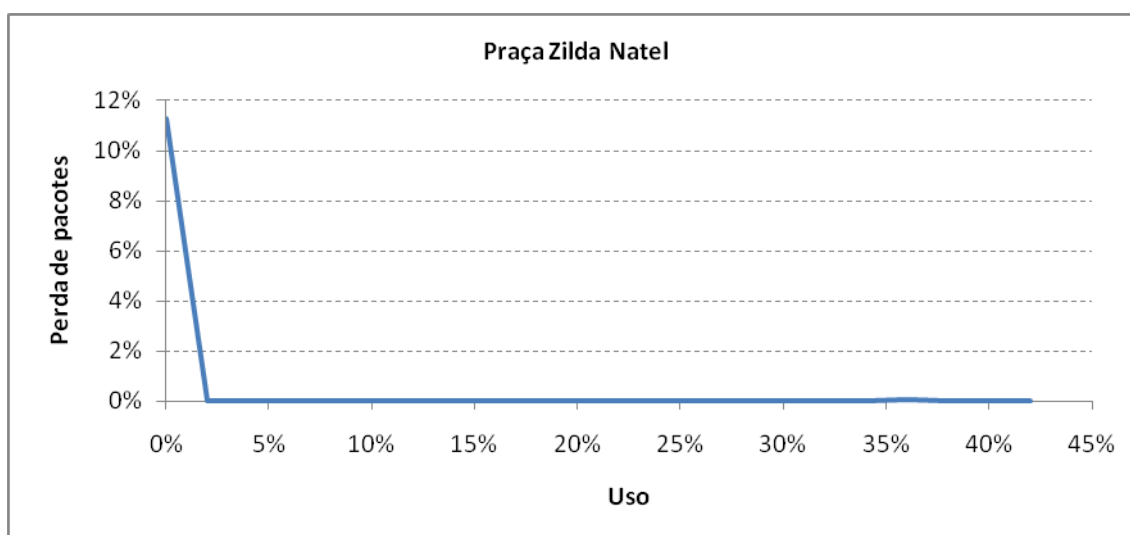
As praças Praça Vereador Antônio Sampaio, Praça do 65 / Pombas Urbanas e Praça Zilda Natel possuem em algum momento uma perda de pacotes como pode ser visto nas 55, 56 e 56.



a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



b) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).



c) Praça Zilda Natel (Zona Oeste).

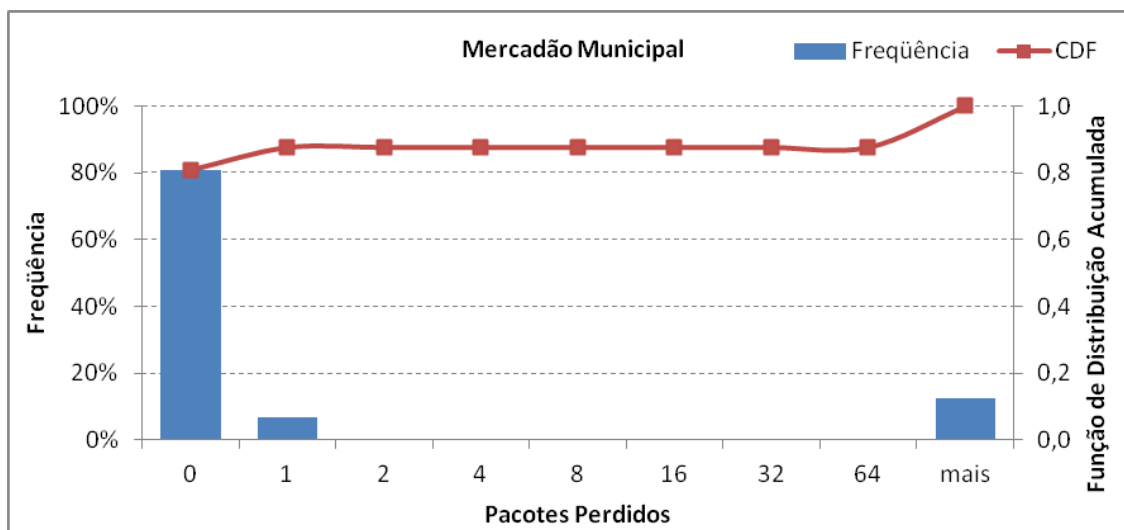
Figura 18 – Perda de pacotes vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo). a) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); b) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste); c) Praça Zilda Natel (Oeste).

4.3.8.4. Histograma e Distribuição Acumulada da Perda de pacotes.

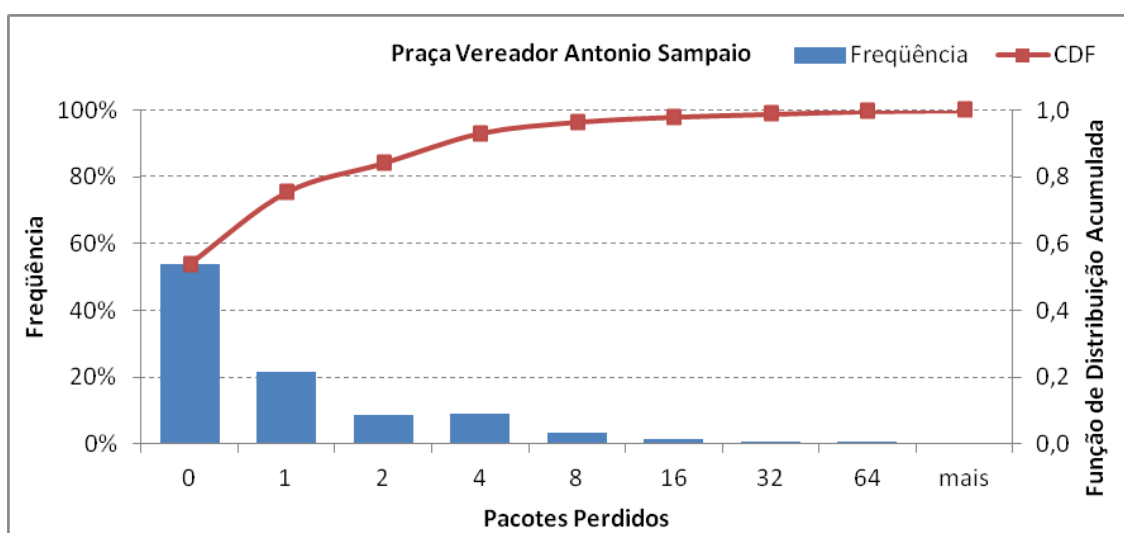
Nessa subseção é possível visualizar o histograma que mostra a frequência em que ocorre a perda de pacotes analisados no período de três meses cerca de 85% das medidas realizadas sobre a perda de pacotes encontra-se entre 0% e 1% de perda. Isto demonstra que o serviço possui baixa perda de pacotes um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

As Figura 19 – Histograma e Distribuição Acumulada da Perda de Pacotes; a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste). do Mercado Municipal, Praça Vereador Antônio Sampaio e Praça do 65 / Pombas Urbanas possuem um valor abaixo da media da latência calculada para todas as praças do período analisados, entretanto a maior parte das perdas de pacotes está abaixo de 2% de perda de pacotes.

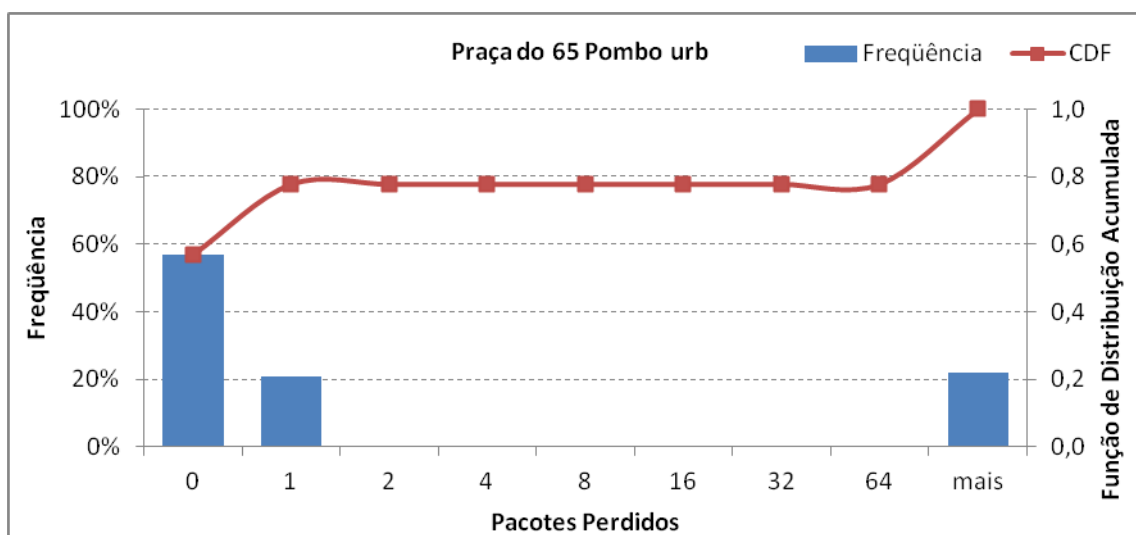
Perdas de pacotes consideradas graves são encontradas nas 57 e 58 respectivas ao Mercado Municipal e Praça do 65 / Pombas Urbanas ao extremo direito do eixo horizontal são correspondentes a 12% e 22%.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

Figura 19 – Histograma e Distribuição Acumulada da Perda de Pacotes; a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

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 fevereiro, março e abril 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 92% em média pela métrica das empresas e de 58% pelos dados do SIMET. Possivelmente essas métricas variem para os próximos relatórios devido à quantidade de praças estar totalmente implantadas, isto é, compondo um total de 120 praças. 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 320 Kbits/s para todas as 109 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 39,61% de total de usuários que utilizam as praças digitais. A região central também é responsável por 59,73% 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 87% estão dentro de padrões aceitáveis sendo que 63% estão abaixo de 16 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 fevereiro a maio 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 87, 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.

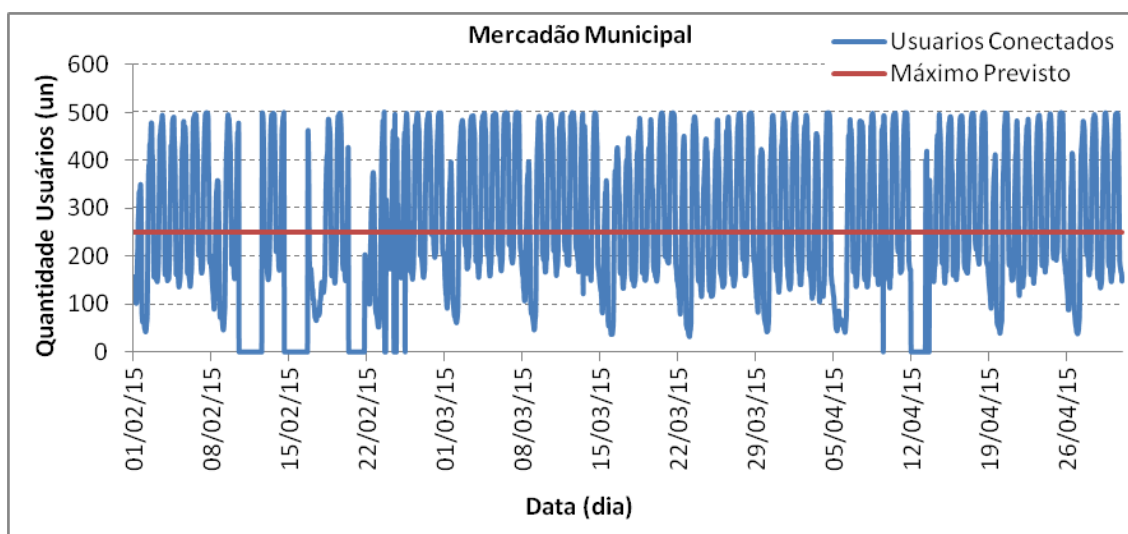
Este relatório é o terceiro de uma série que deverá ser gerada trimestralmente. Espera-se que para os próximos relatórios incluir uma análise comparativa entre os períodos de observação.

Referências

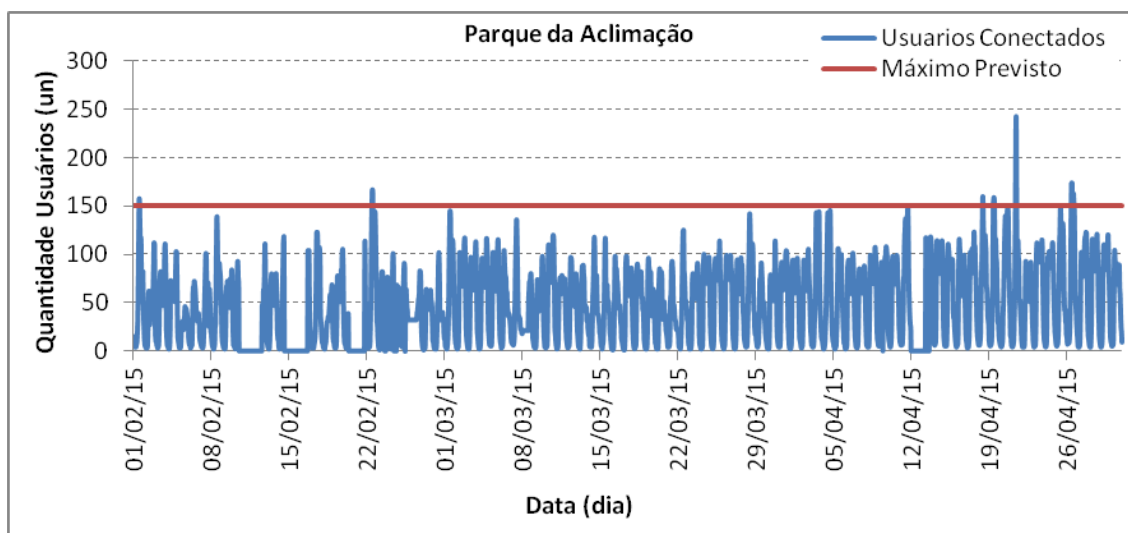
- SCHAFFERS, H., et al. "Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation." *The future internet*: 431-446, 2011.
- KPMG, "Expect the Unexpected: Building business value in a changing world", KPMG International 2012, <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/building-business-value.pdf>.
- 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, 1st 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.

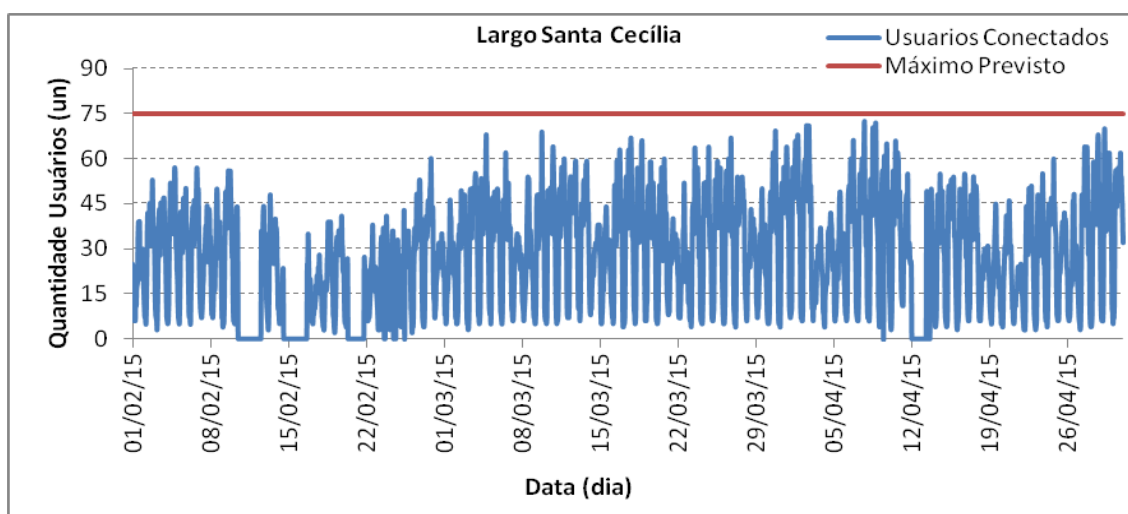
ANEXO A – Número de usuários conectados das 15 praças.



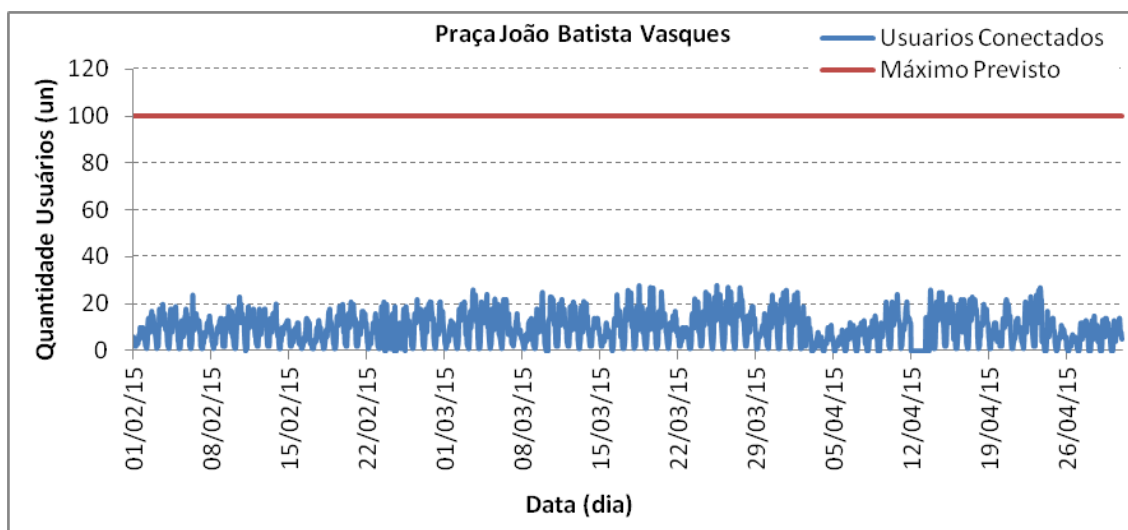
a) Mercado Municipal.



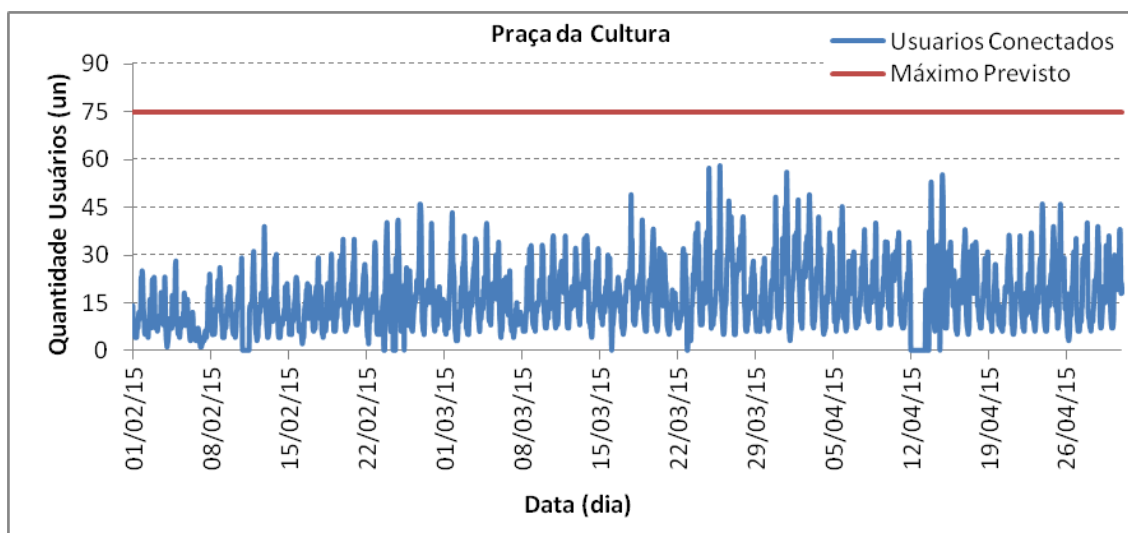
b) Parque da Aclimação.



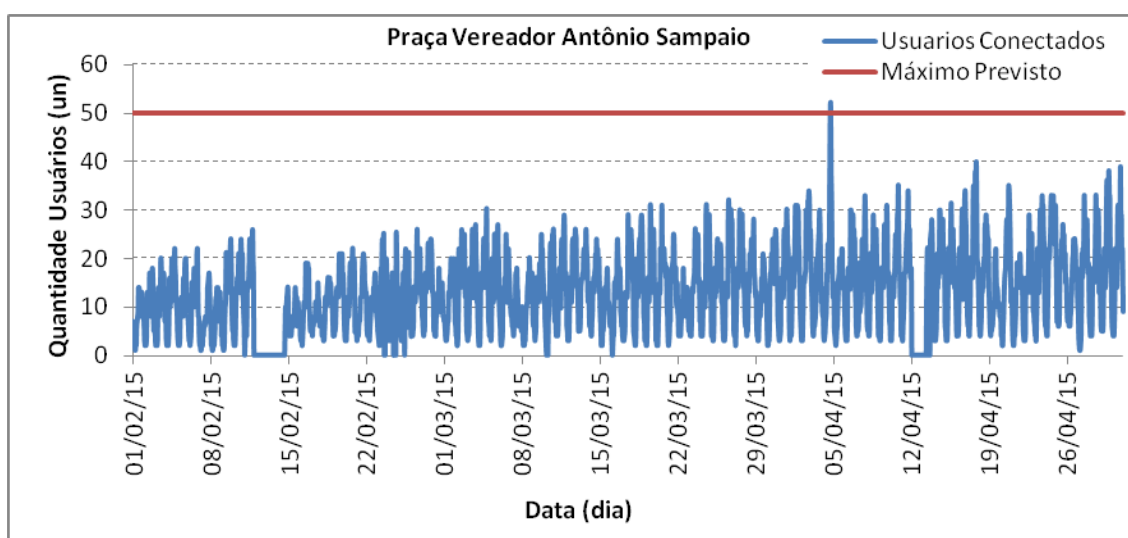
c) Largo Santa Cecília.



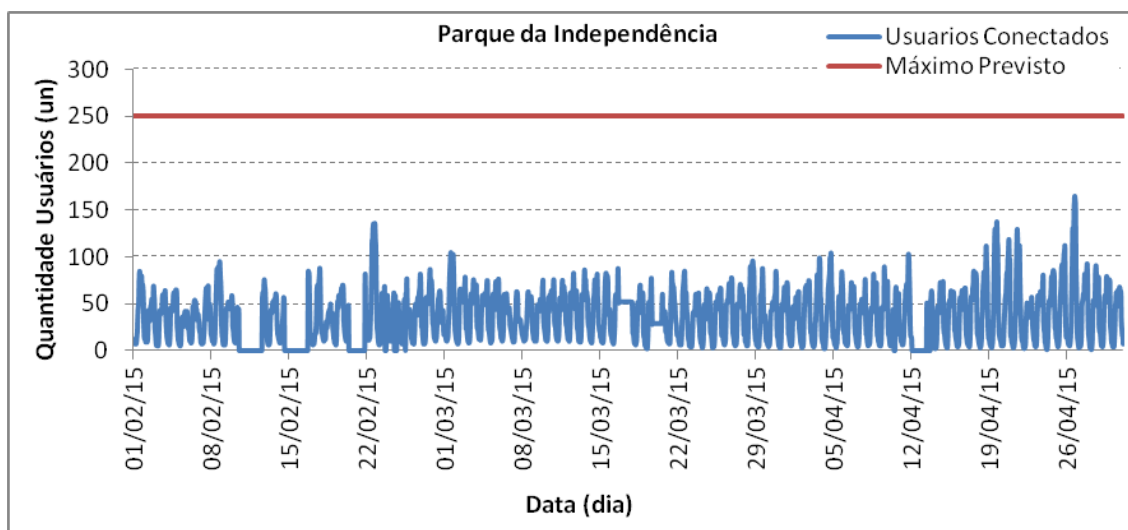
d) Praça João Batista Vasques.



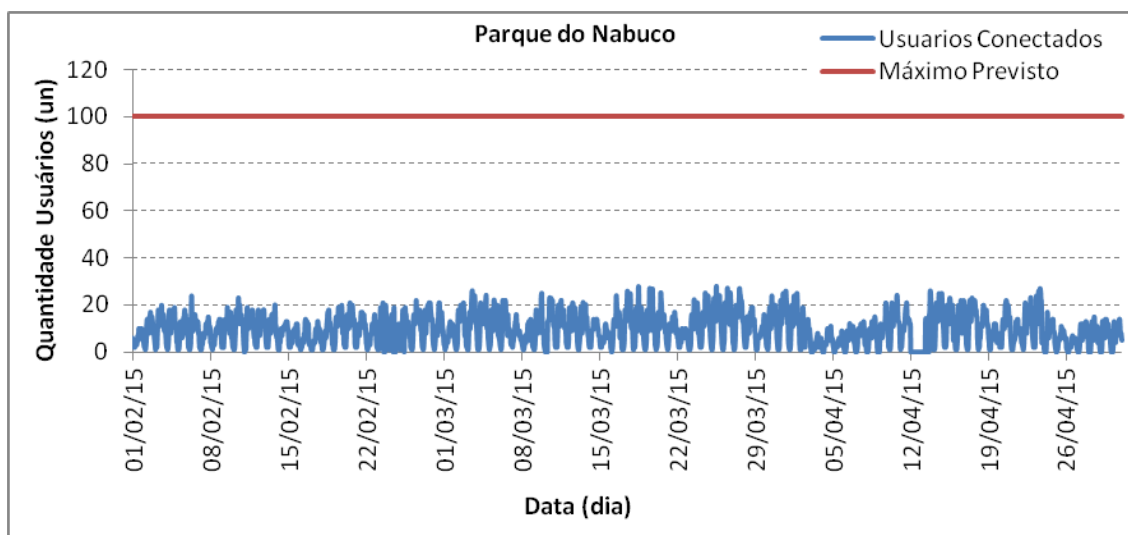
e) Praça da Cultura.



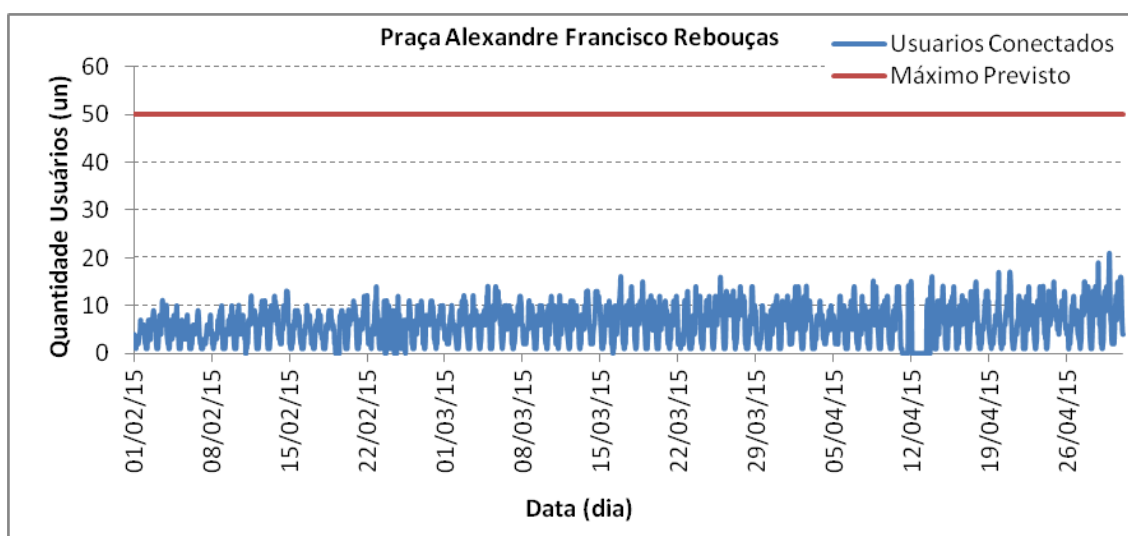
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



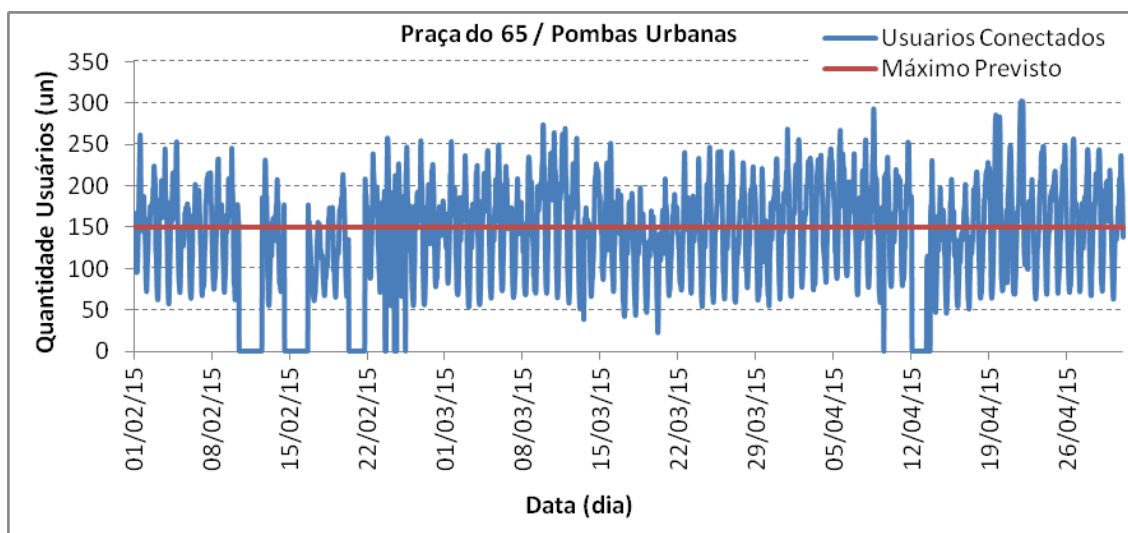
g) Parque da Independência.



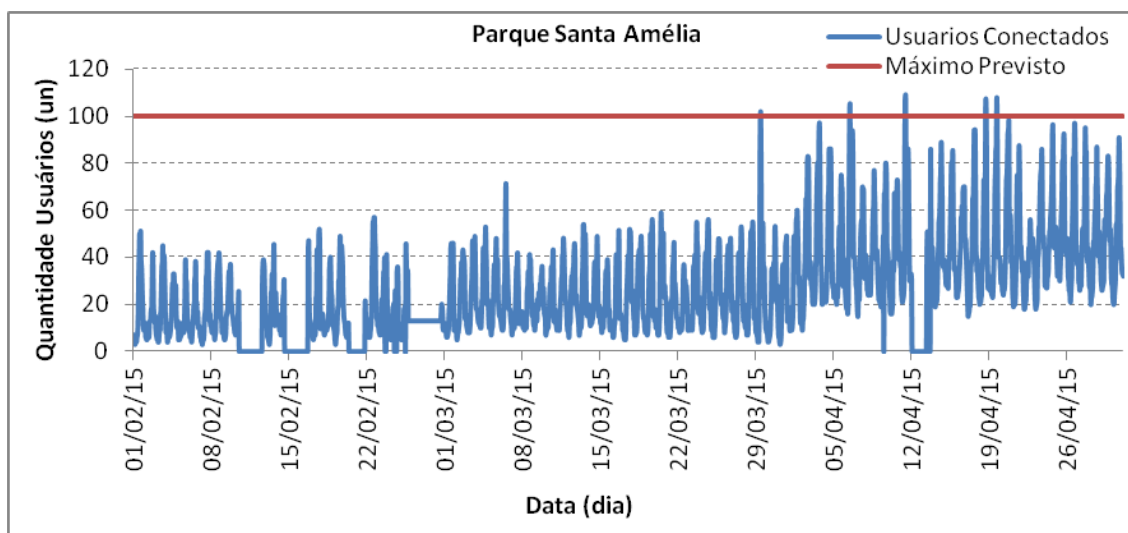
h) Parque do Nabuco.



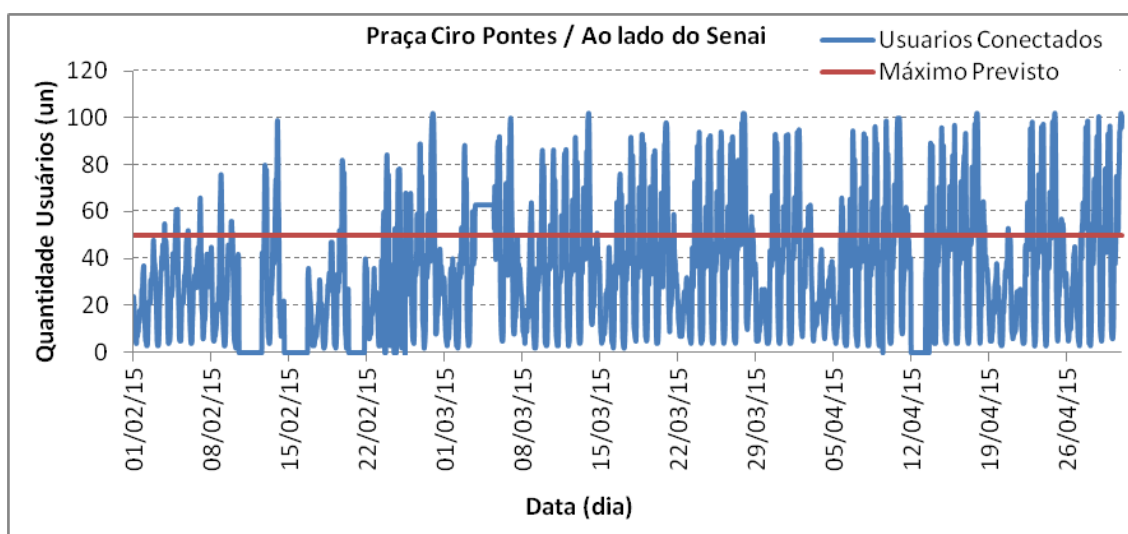
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



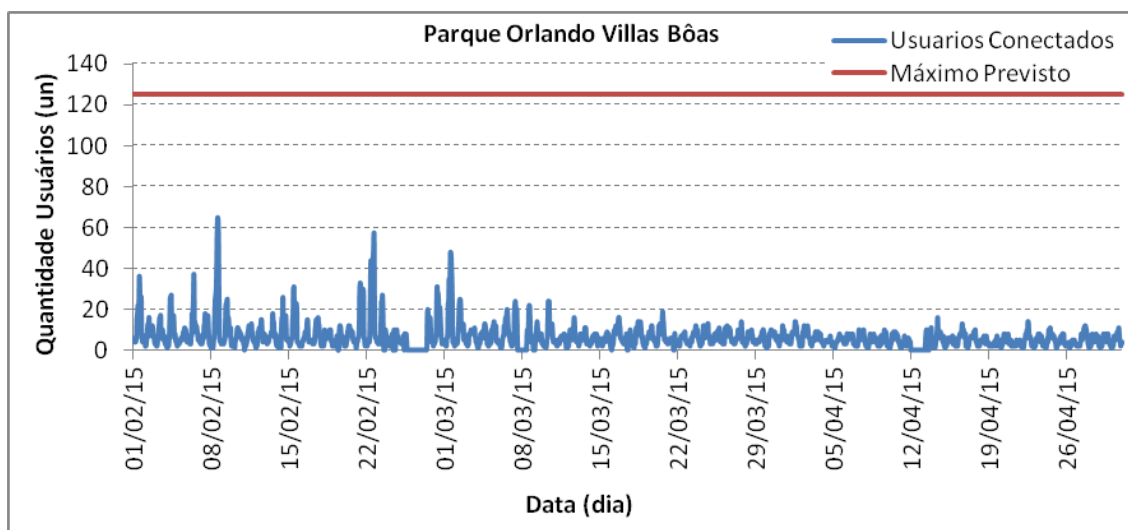
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



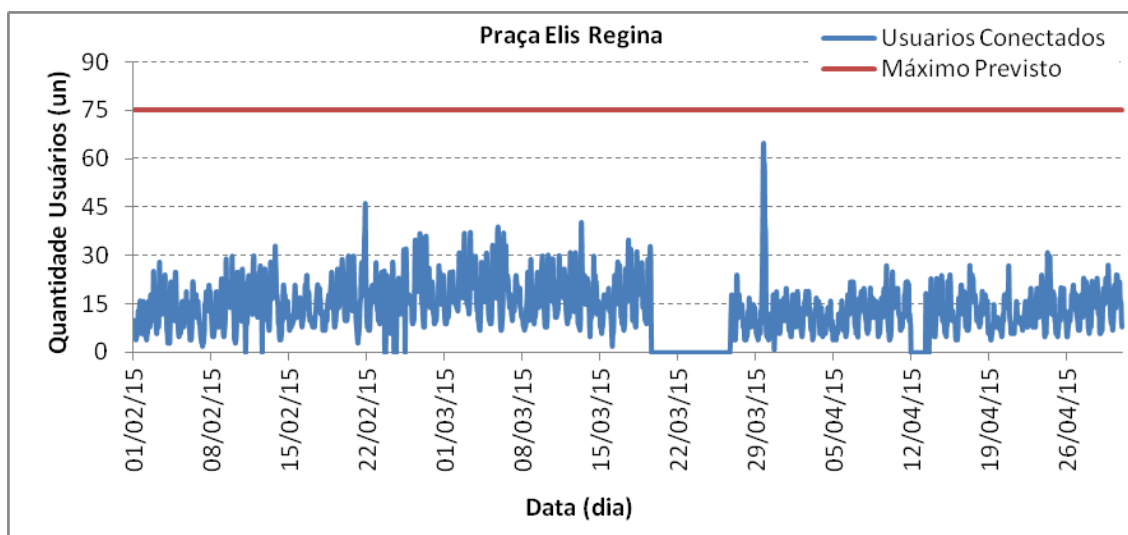
k) Parque Santa Amélia.



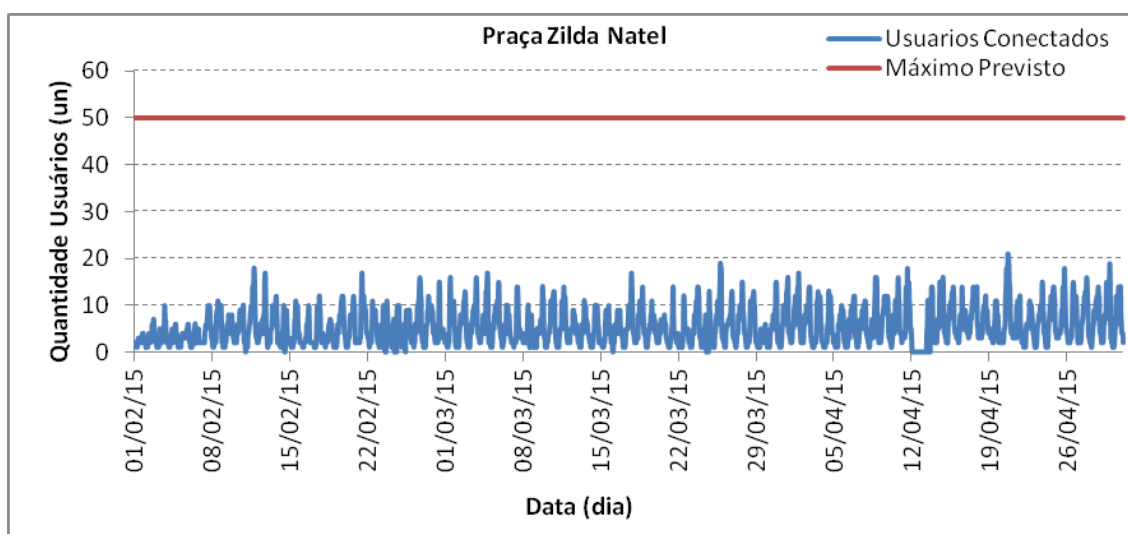
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



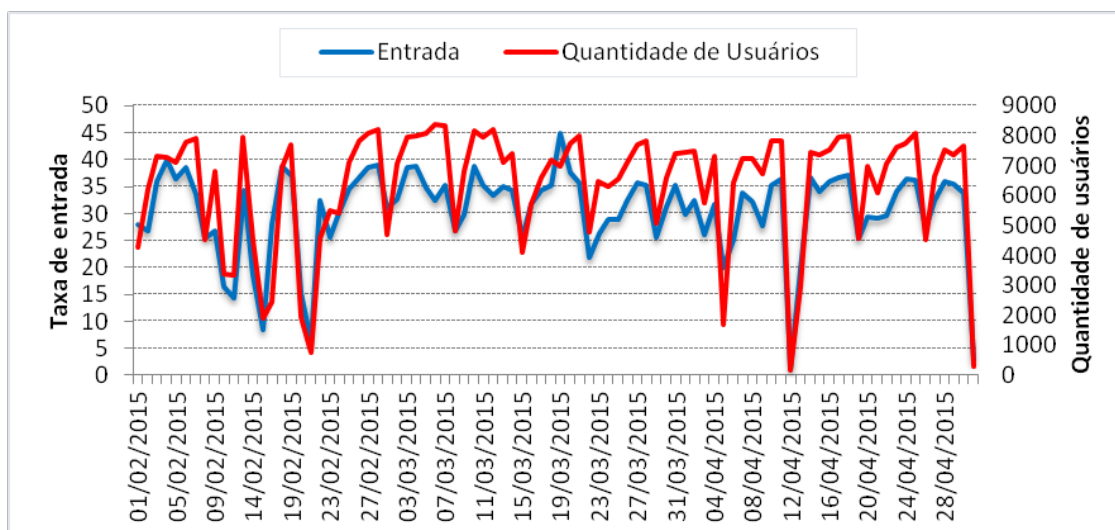
m) Parque Orlando Villas Bôas.



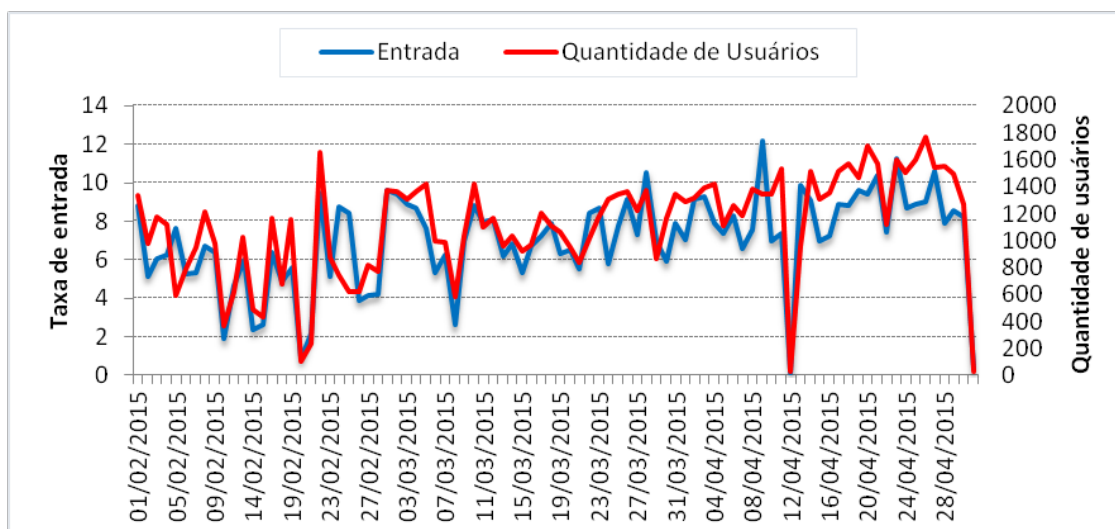
n) Praça Elis Regina.



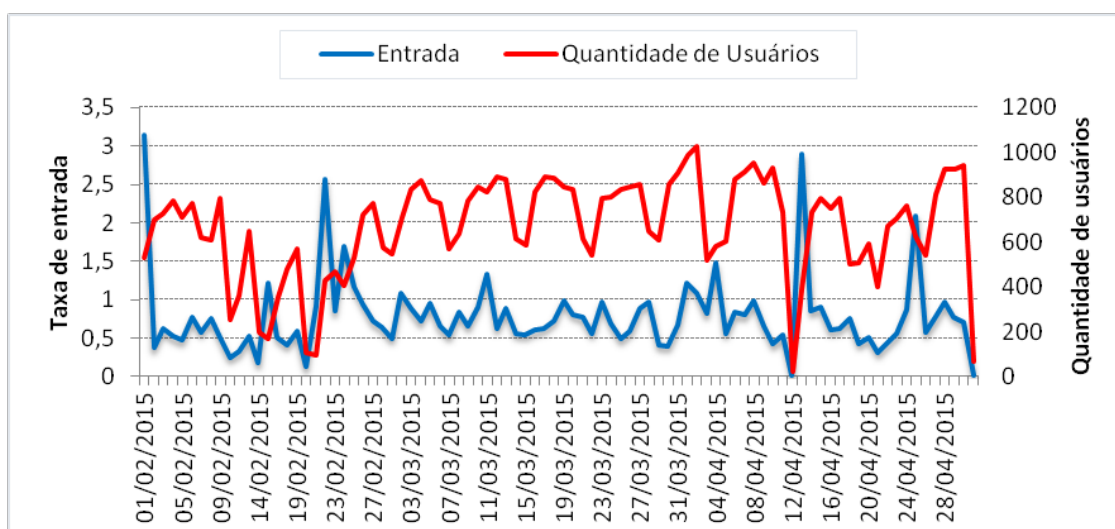
o) Praça Zilda Natel.

ANEXO B – Taxa de entrada total vs. número de usuários (serie temporal) das 15 praças.

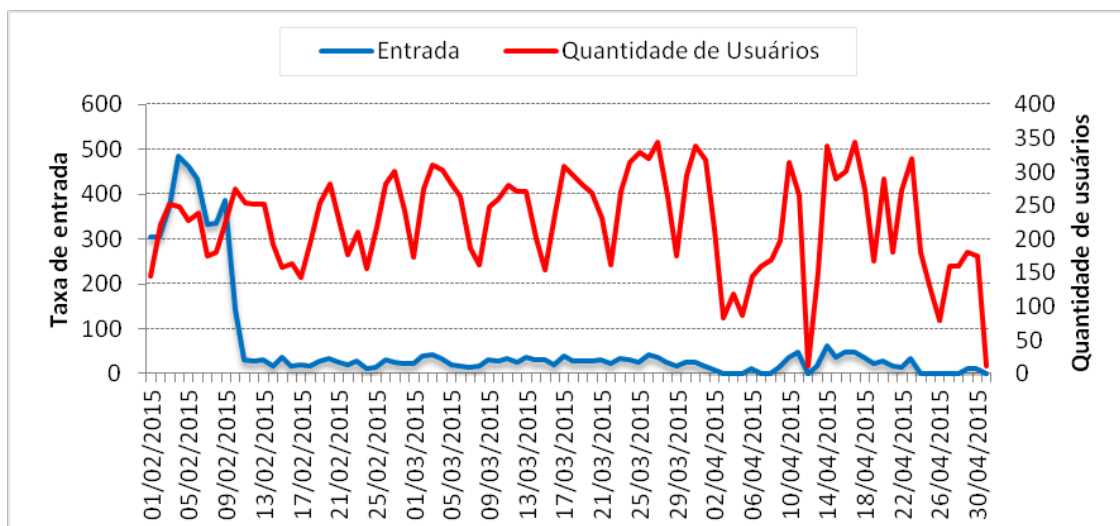
a) Mercado Municipal.



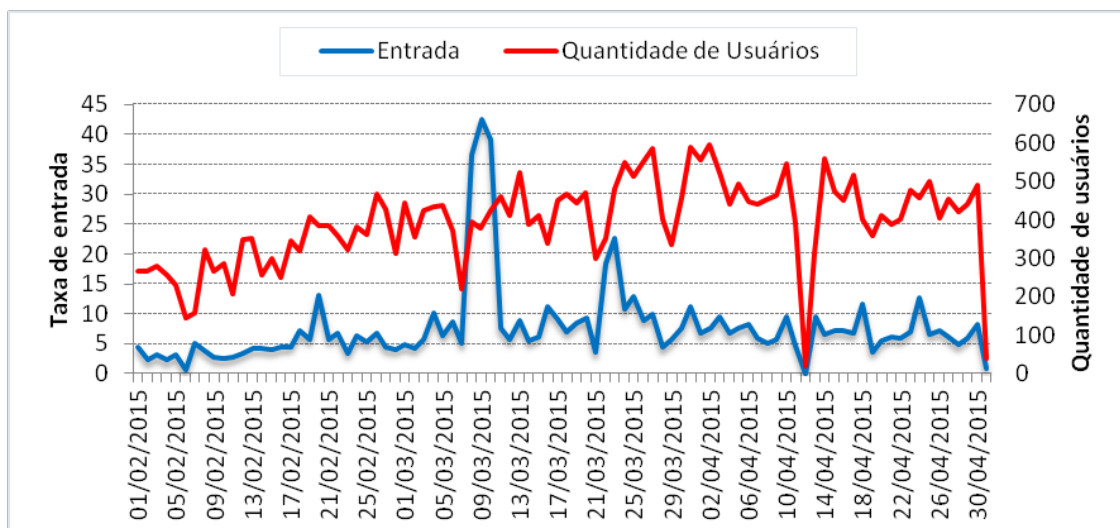
b) Parque da Aclimação.



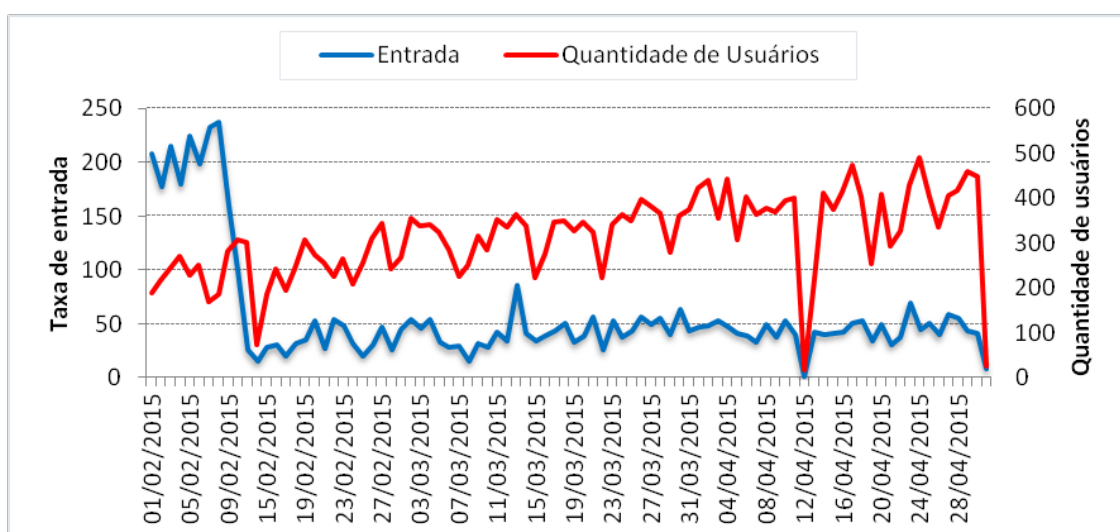
c) Largo Santa Cecília.



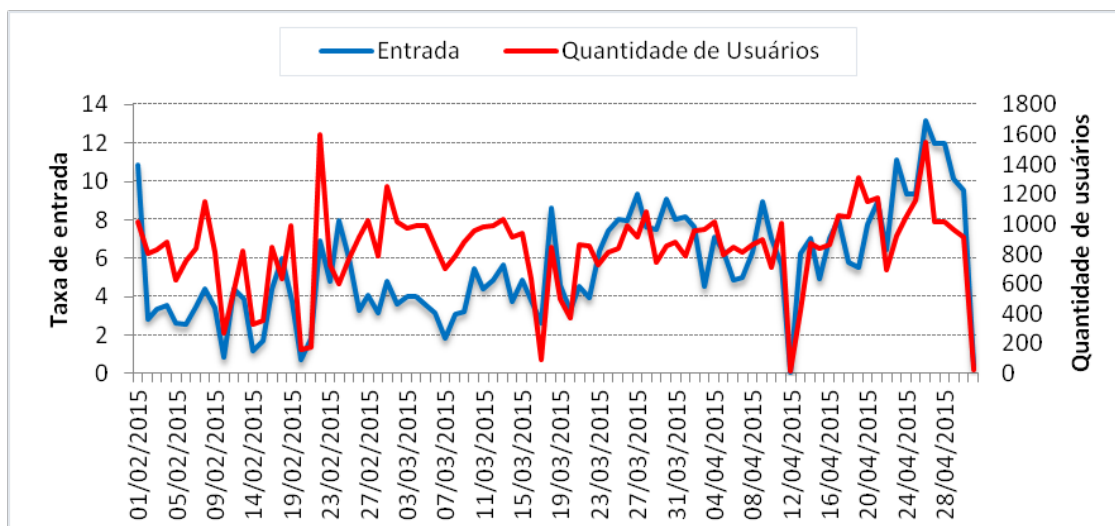
d) Praça João Batista Vasques.



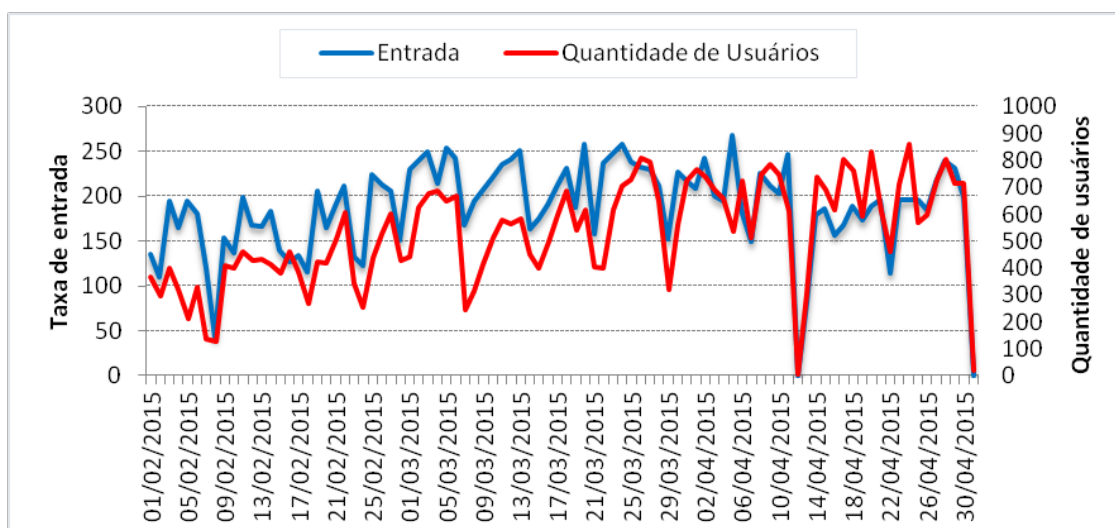
e) Praça da Cultura.



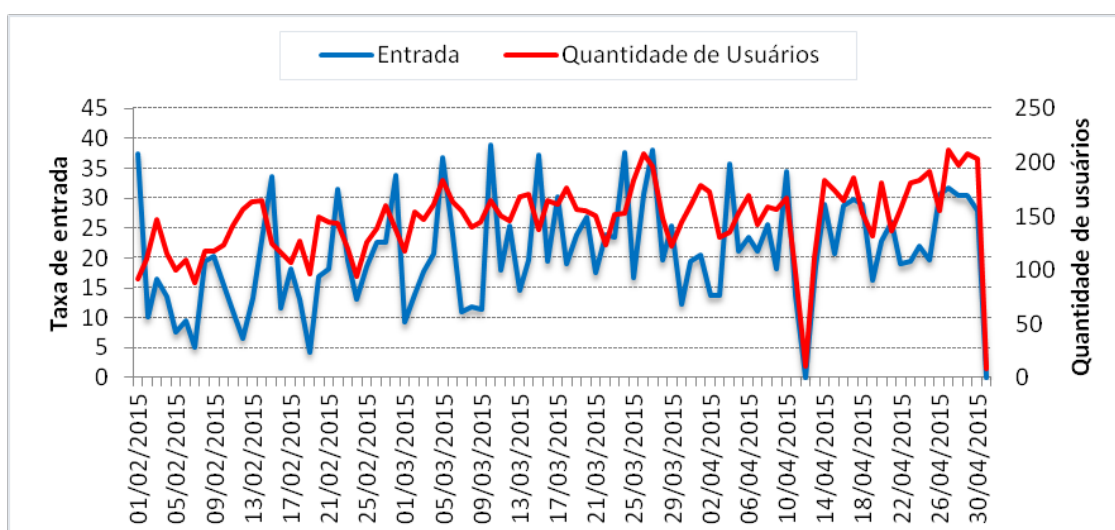
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



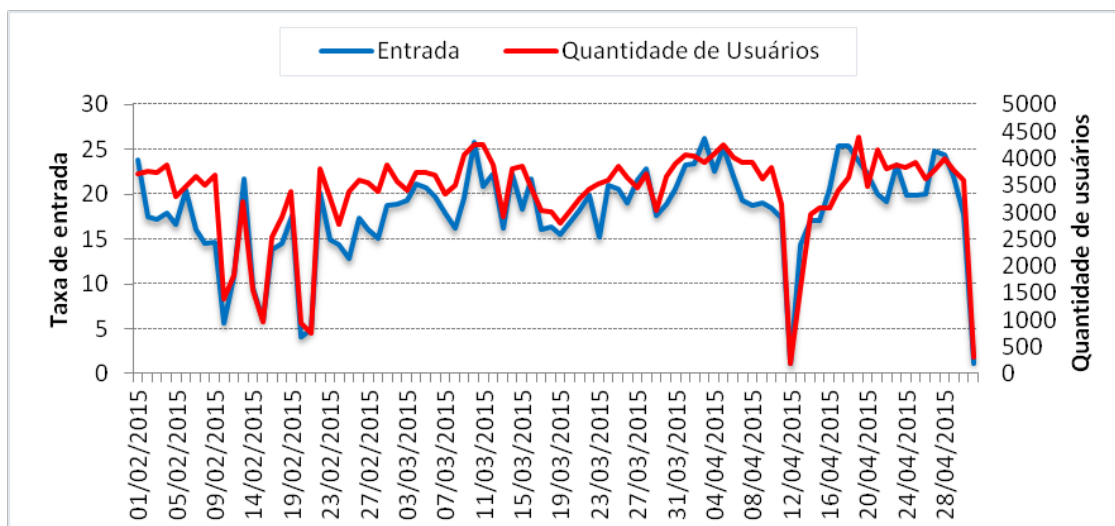
g) Parque da Independência.



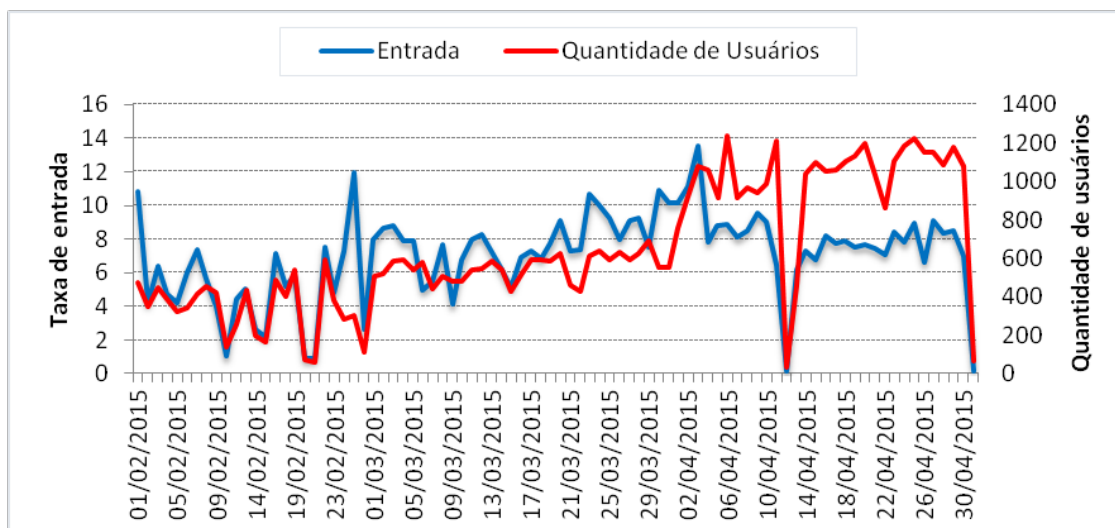
h) Parque do Nabuco.



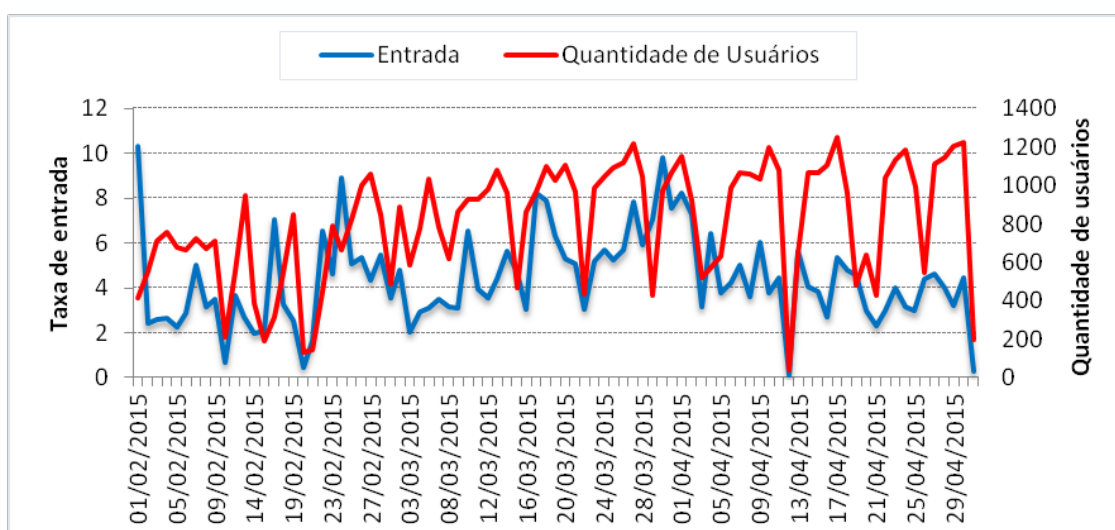
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



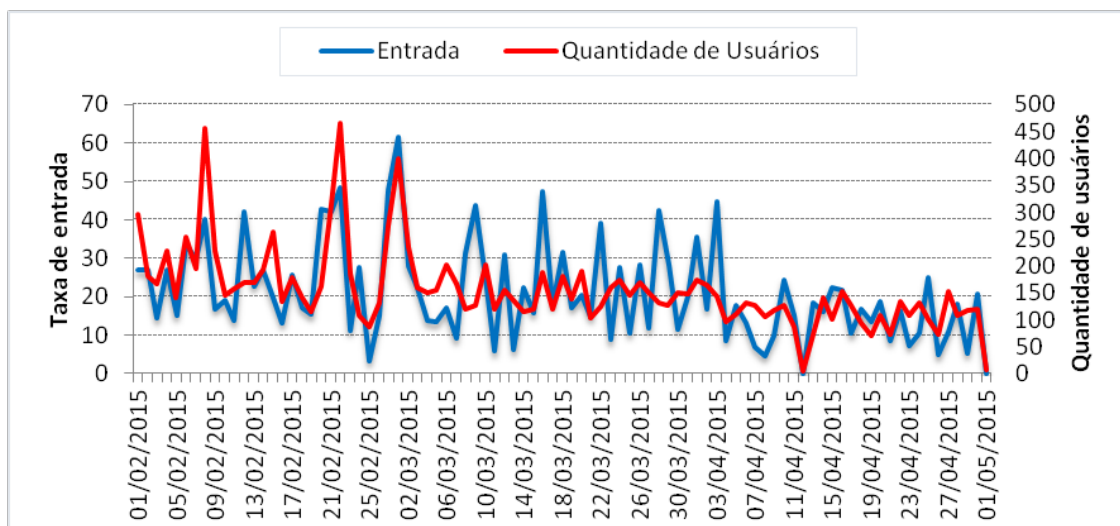
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



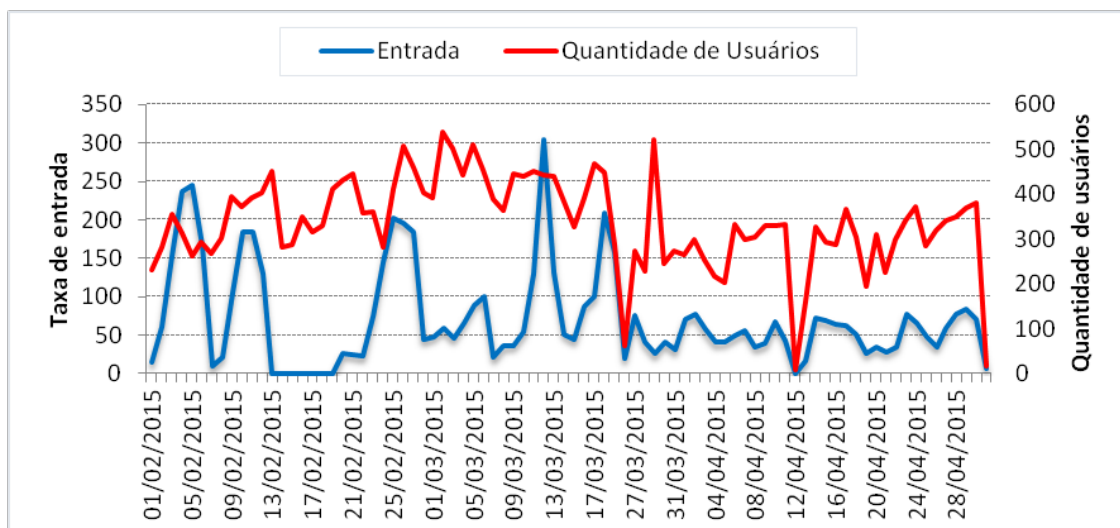
k) Parque Santa Amélia.



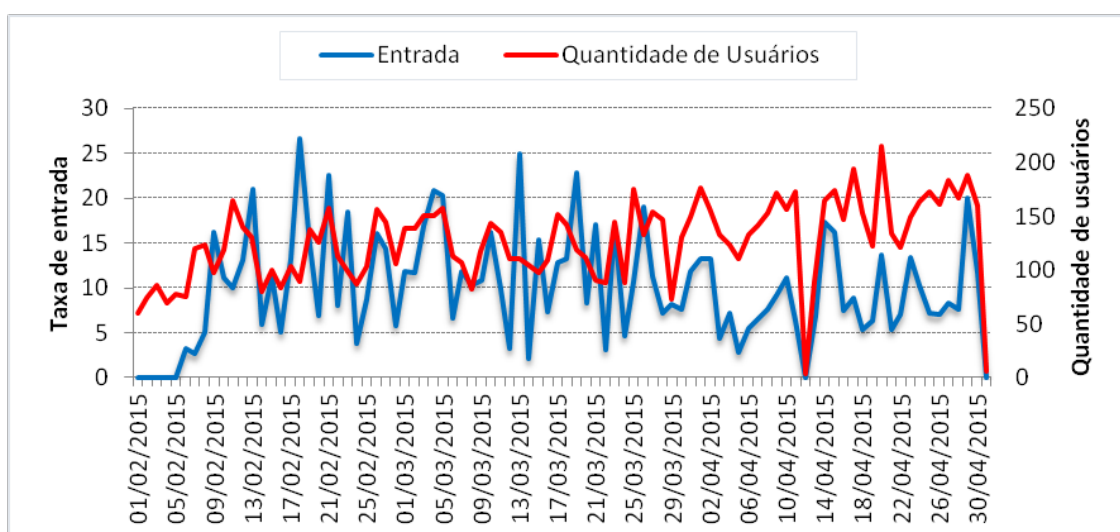
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

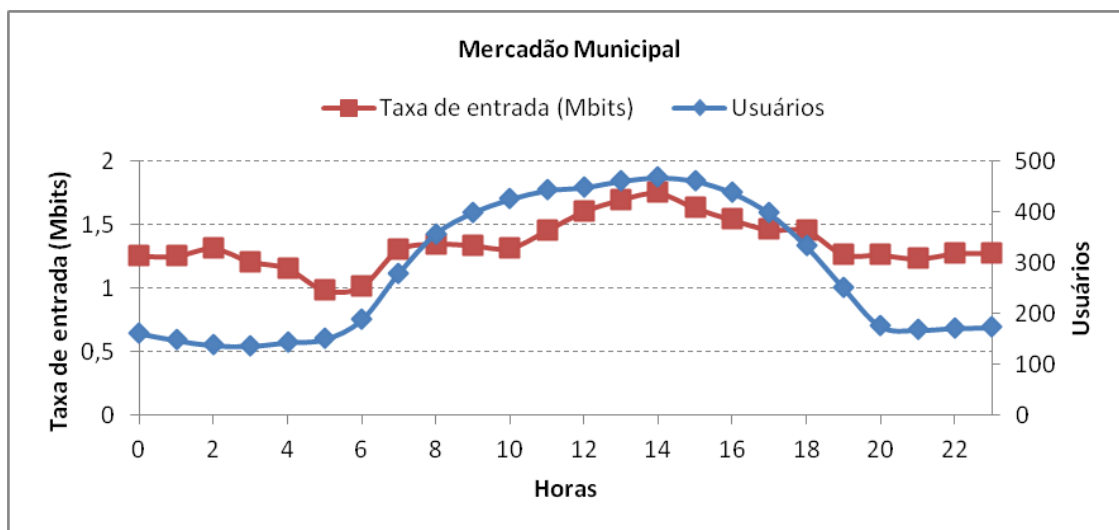


n) Praça Elis Regina.

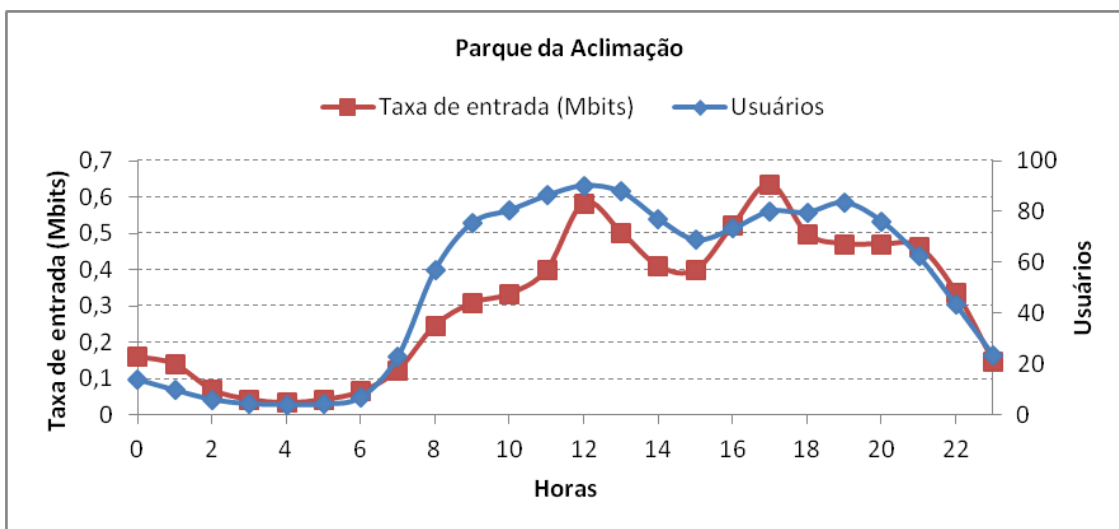


o) Praça Zilda Natel.

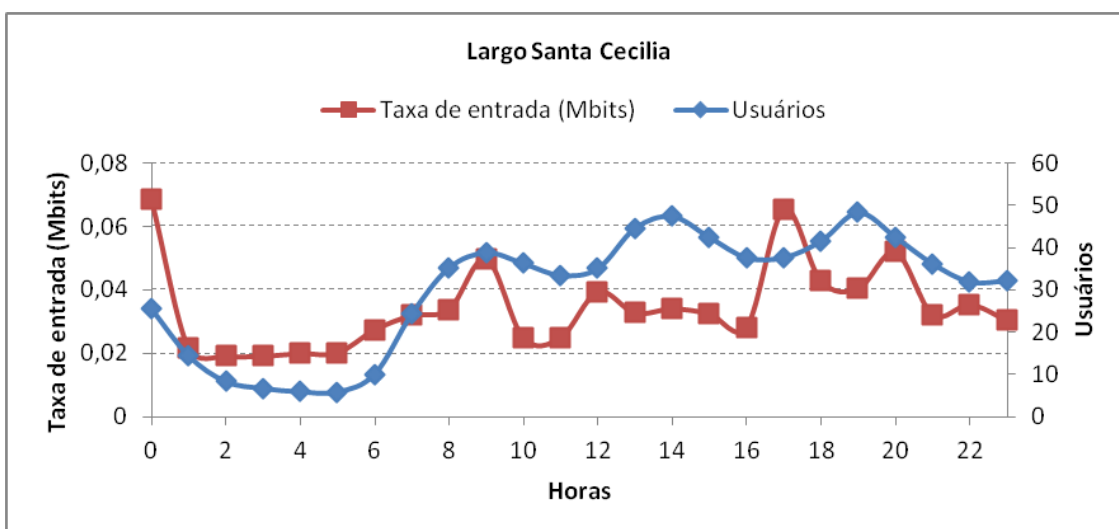
ANEXO C – Taxa de entrada total vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.



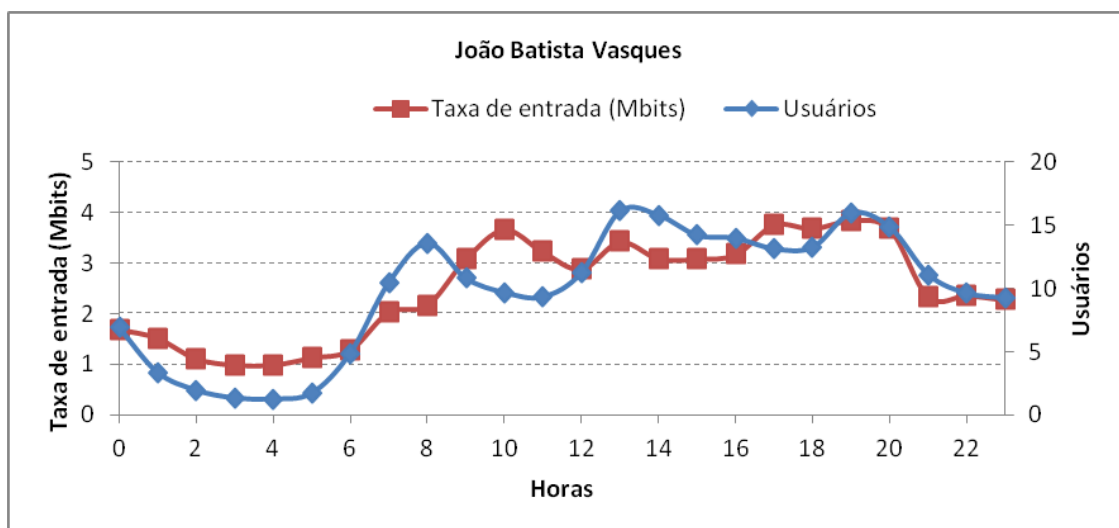
a) Mercado Municipal.



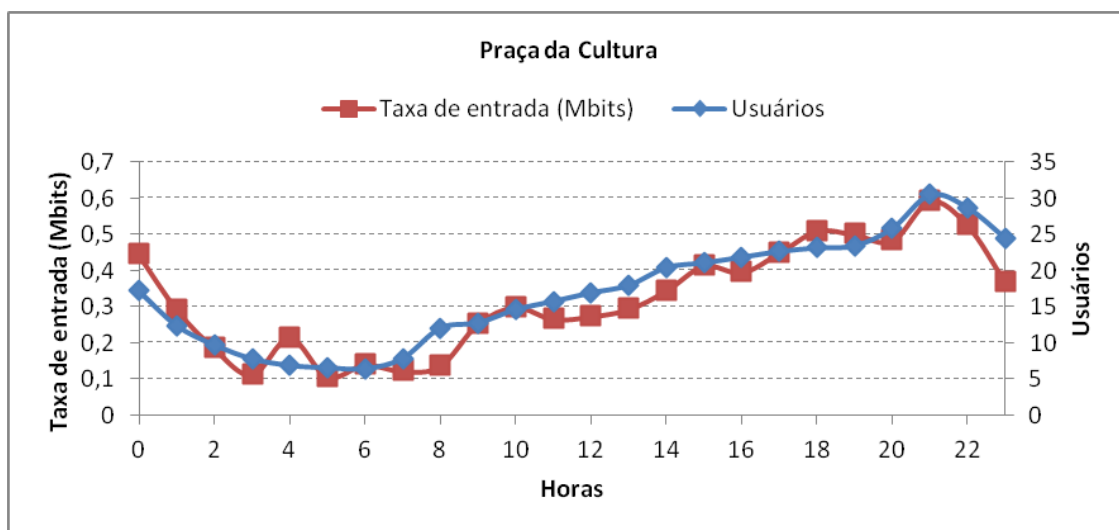
b) Parque da Aclimação.



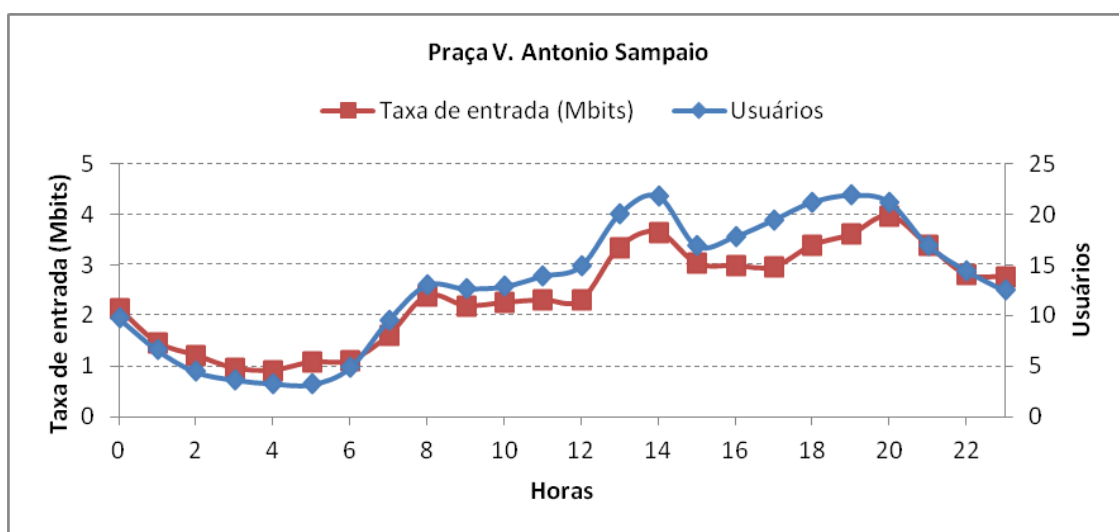
c) Largo Santa Cecília.



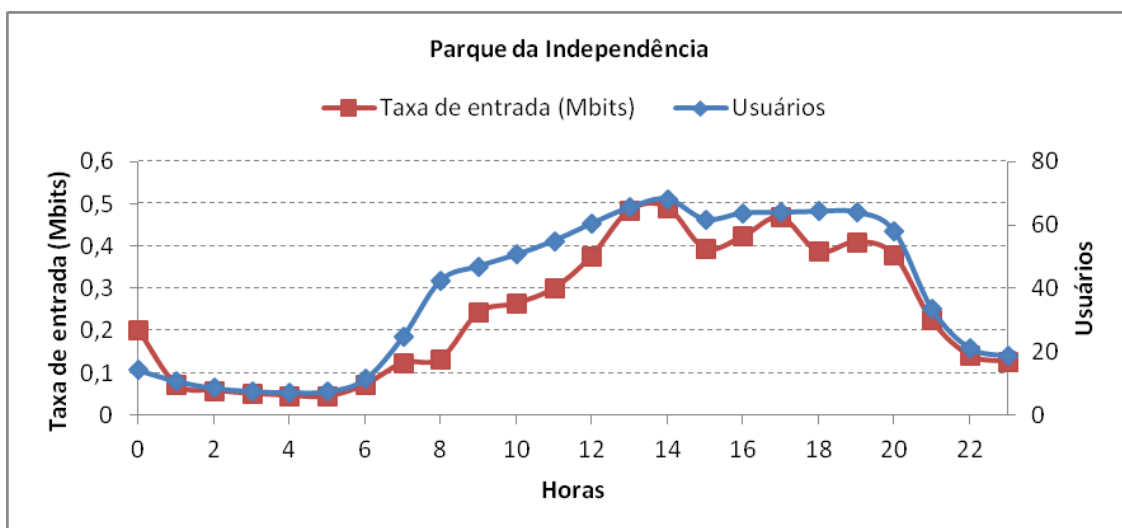
d) Praça João Batista Vasques.



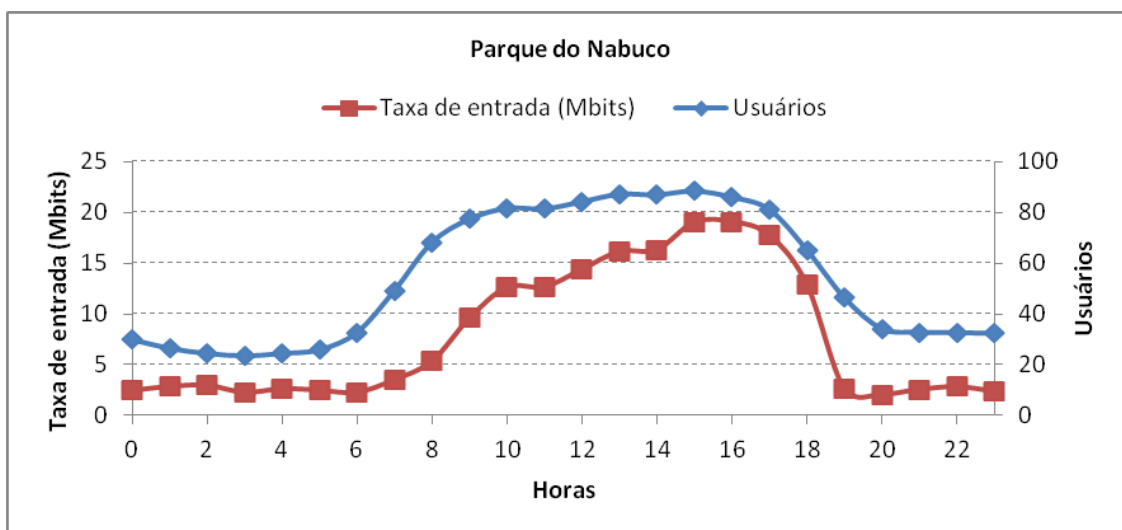
e) Praça da Cultura.



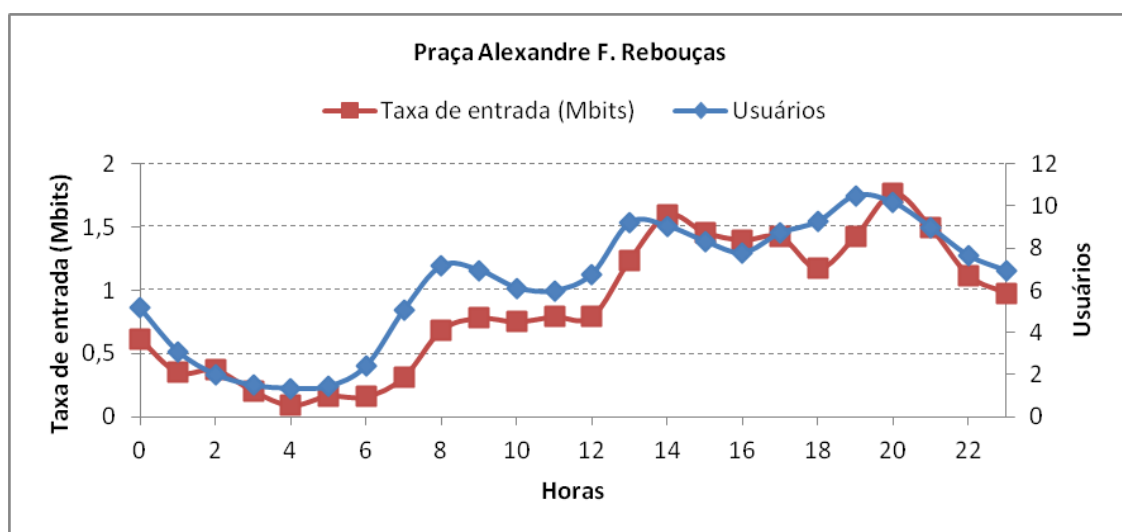
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



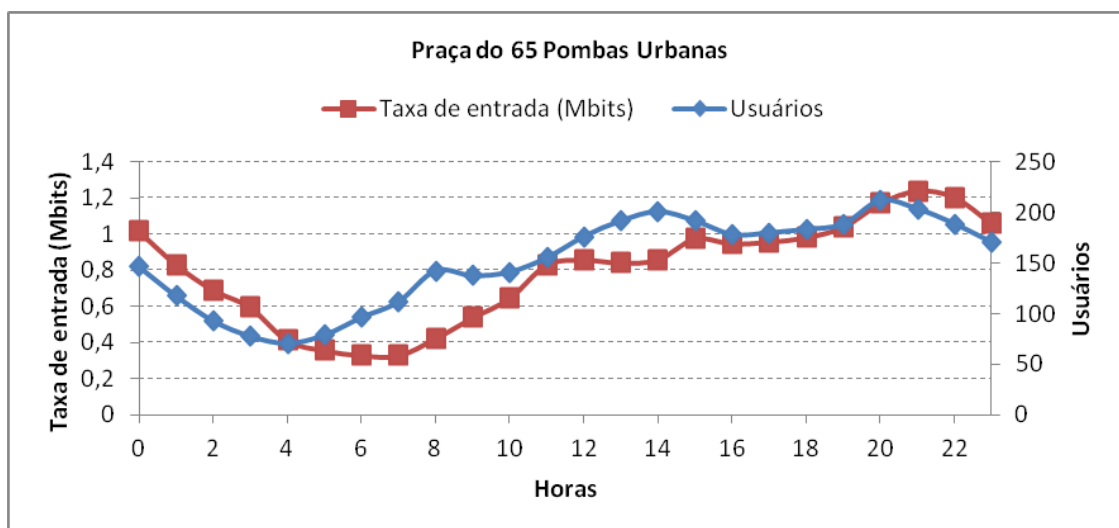
g) Parque da Independência.



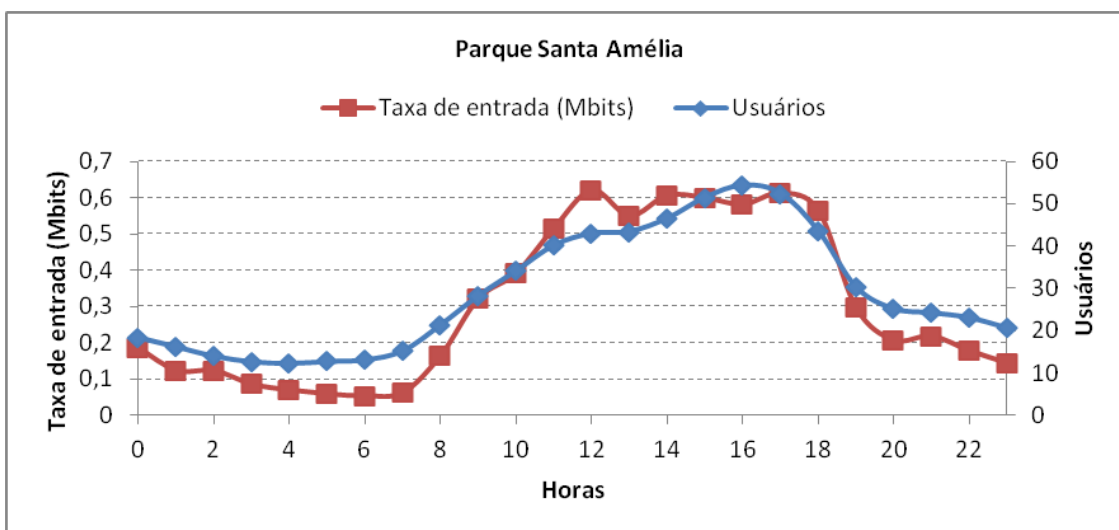
h) Parque do Nabuco.



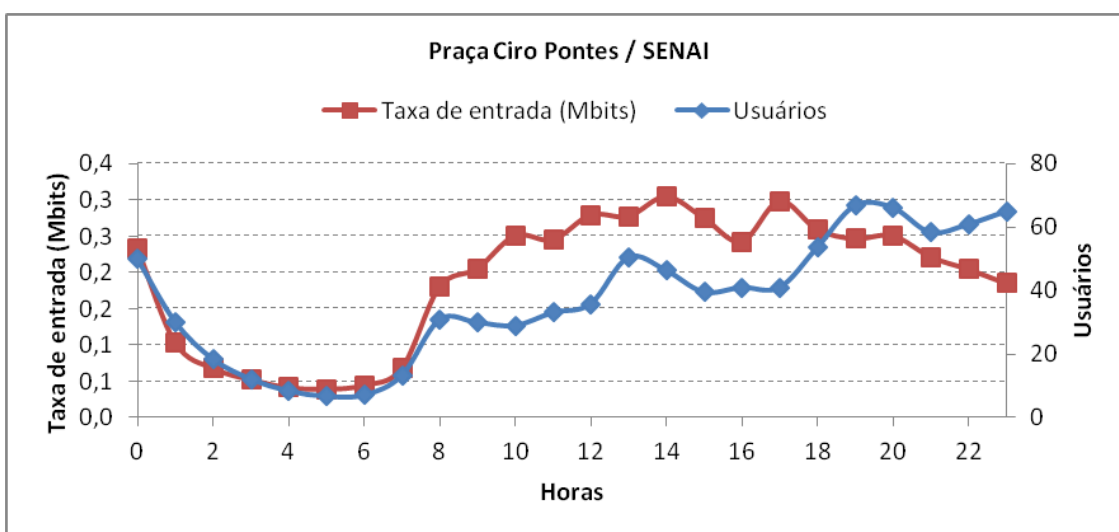
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



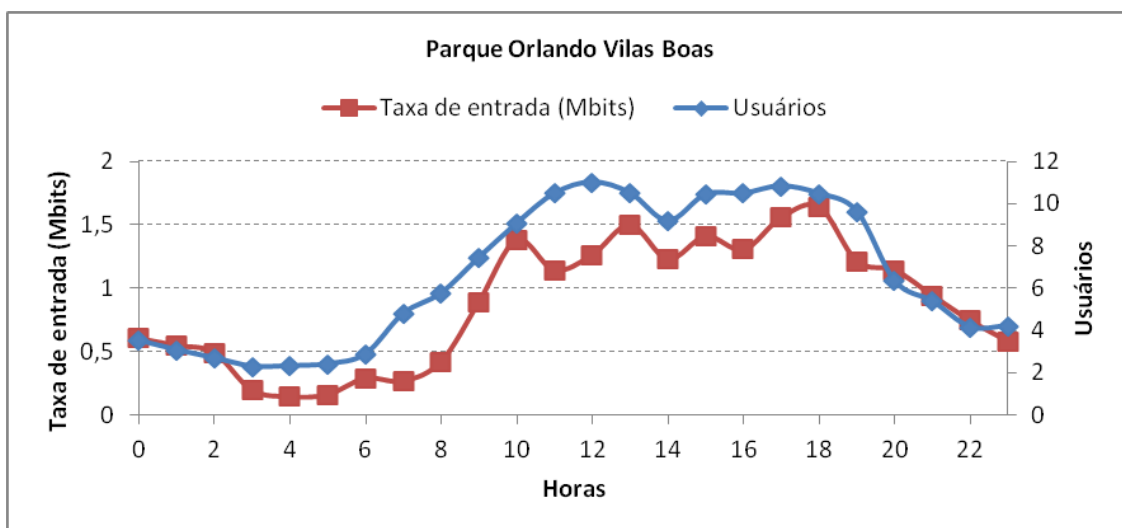
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



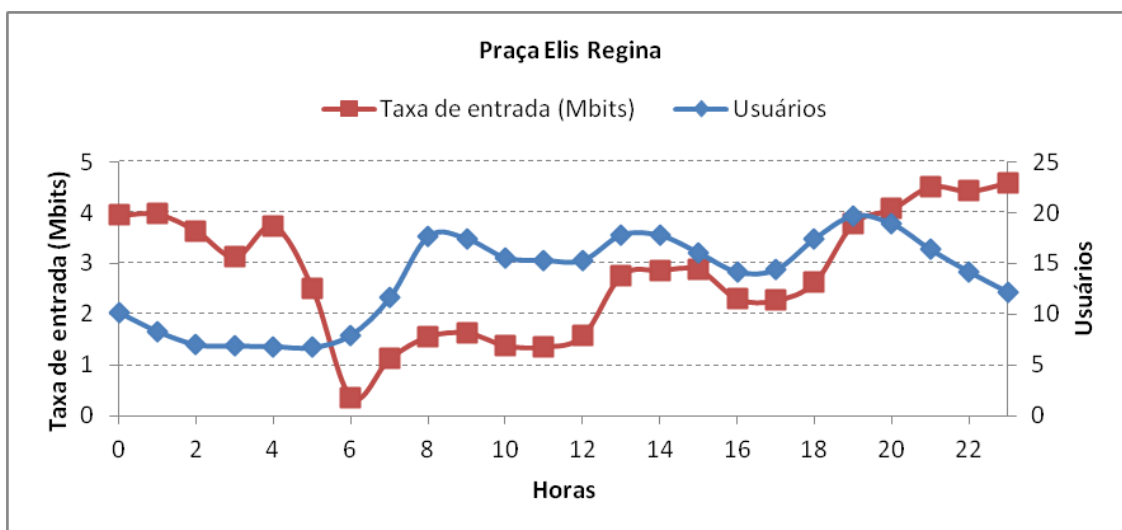
k) Parque Santa Amélia.



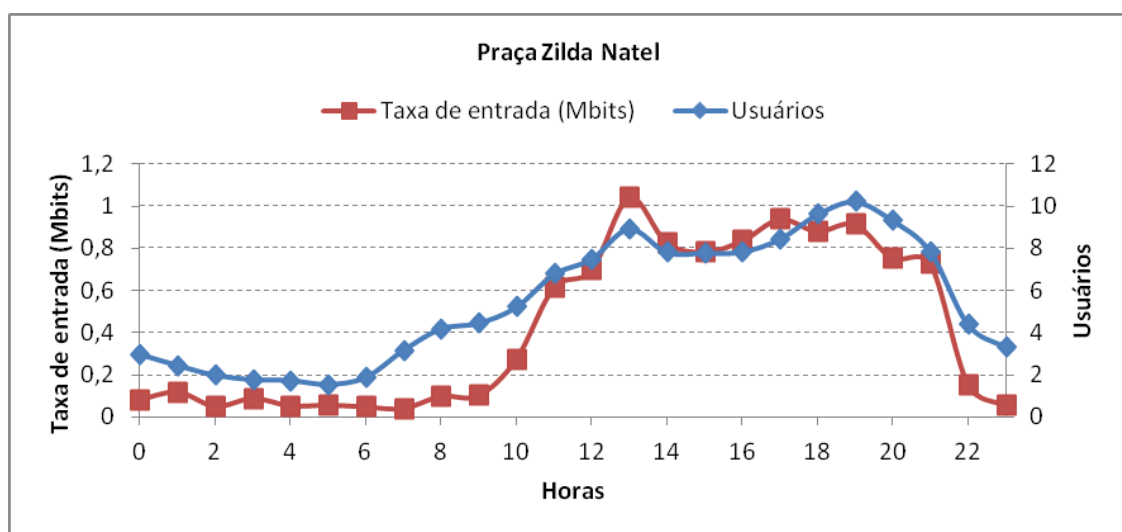
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

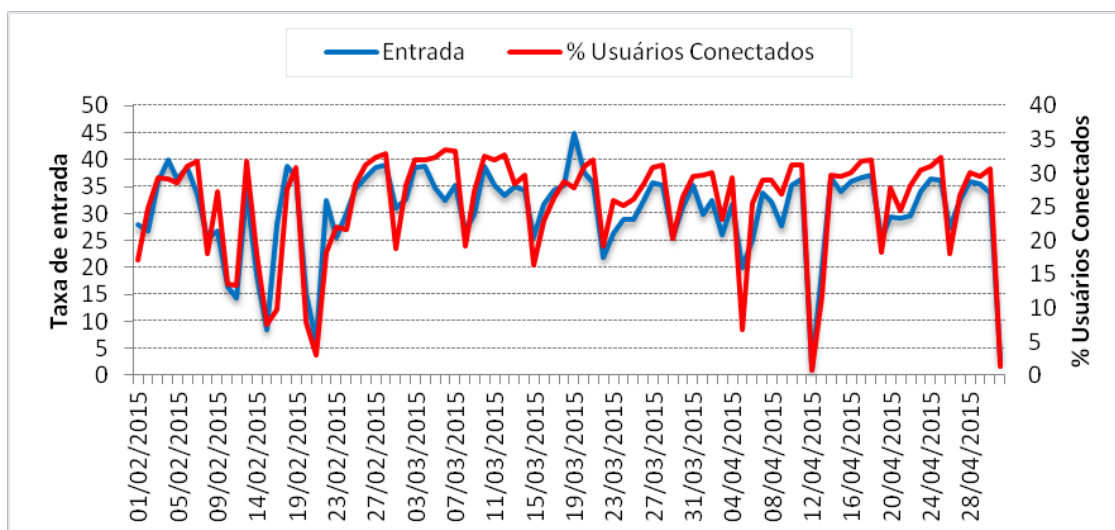


n) Praça Elis Regina.

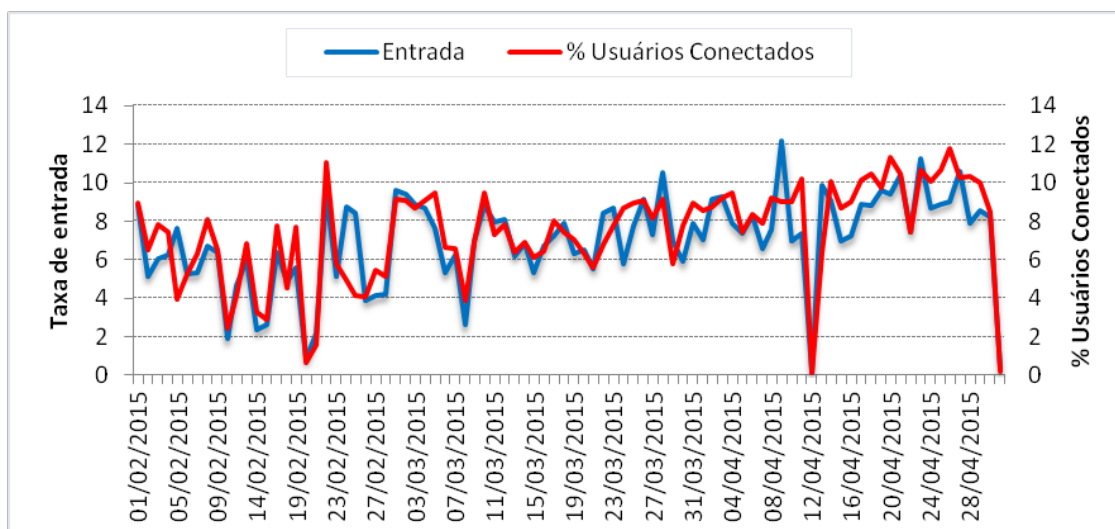


o) Praça Zilda Natel.

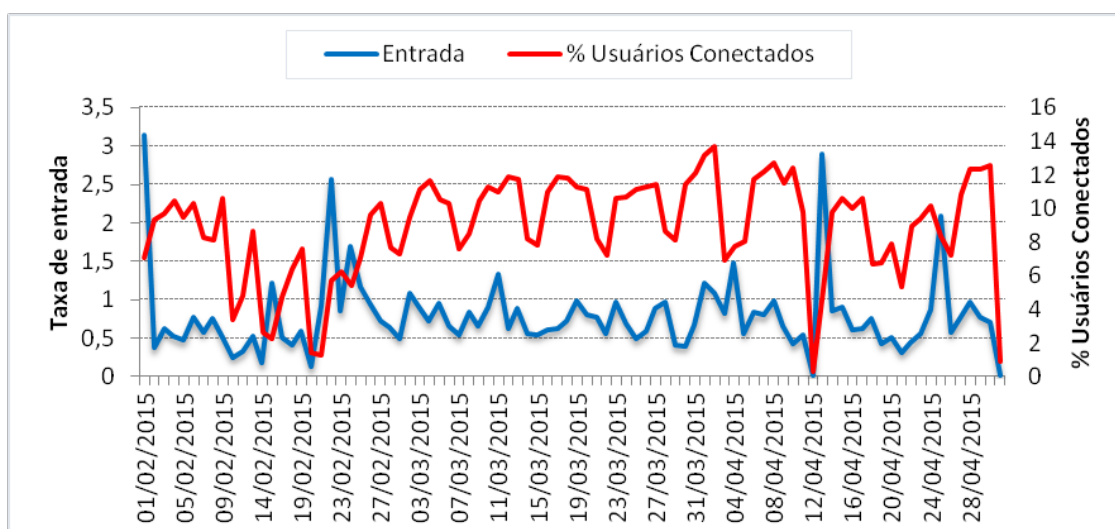
ANEXO D – Taxa de Entrada pela porcentagem de uso das 15 praças.



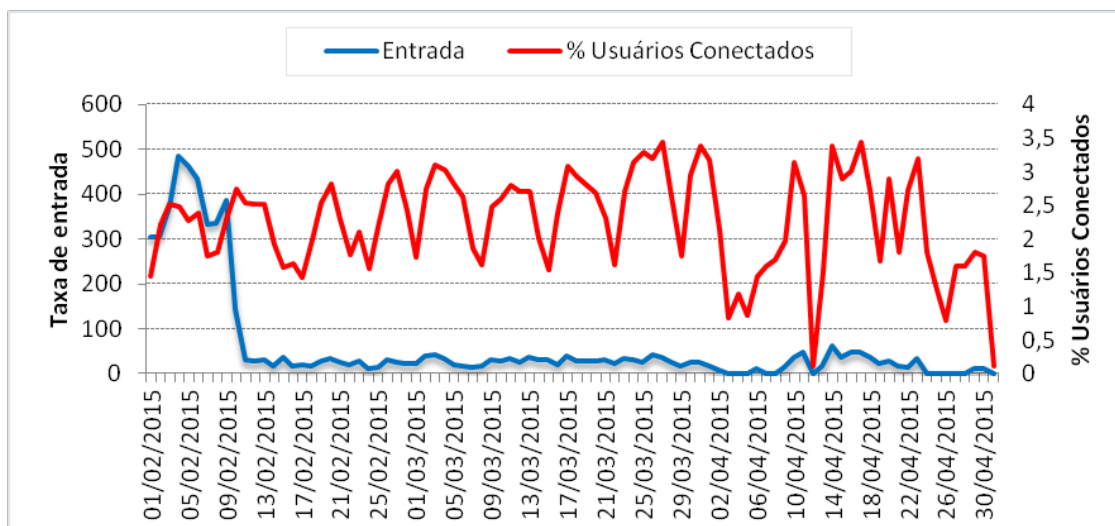
a) Mercado Municipal.



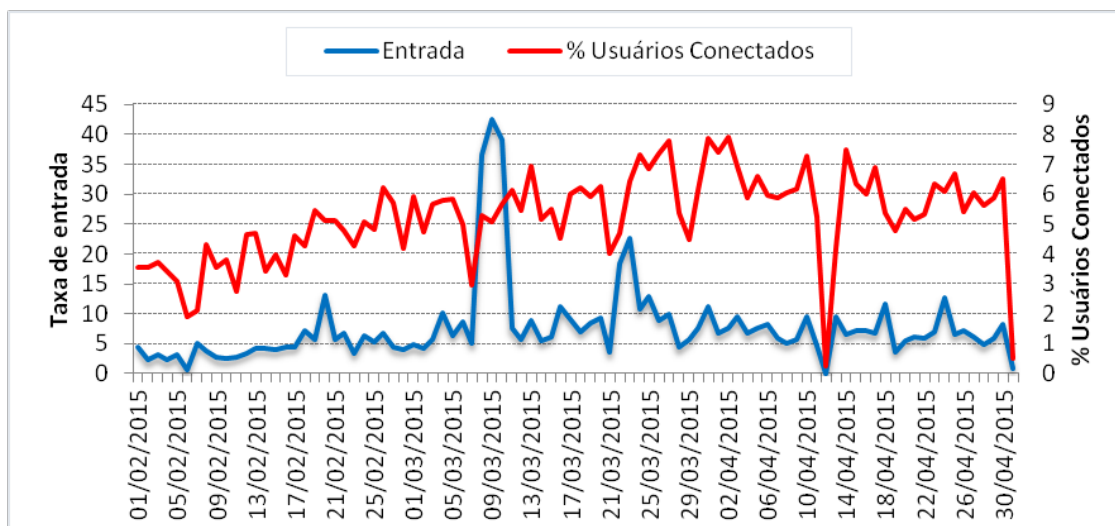
b) Parque da Aclimação.



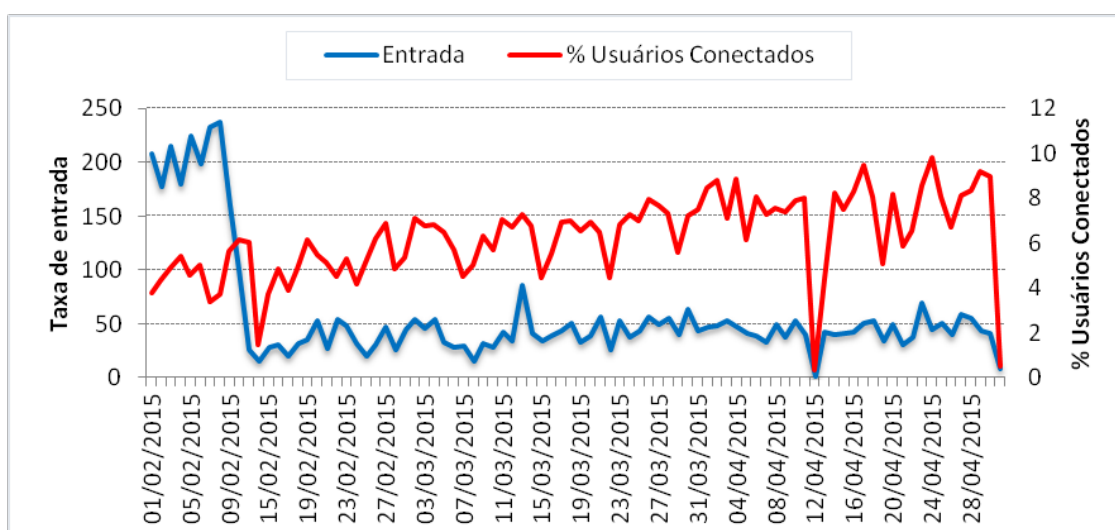
c) Largo Santa Cecília.



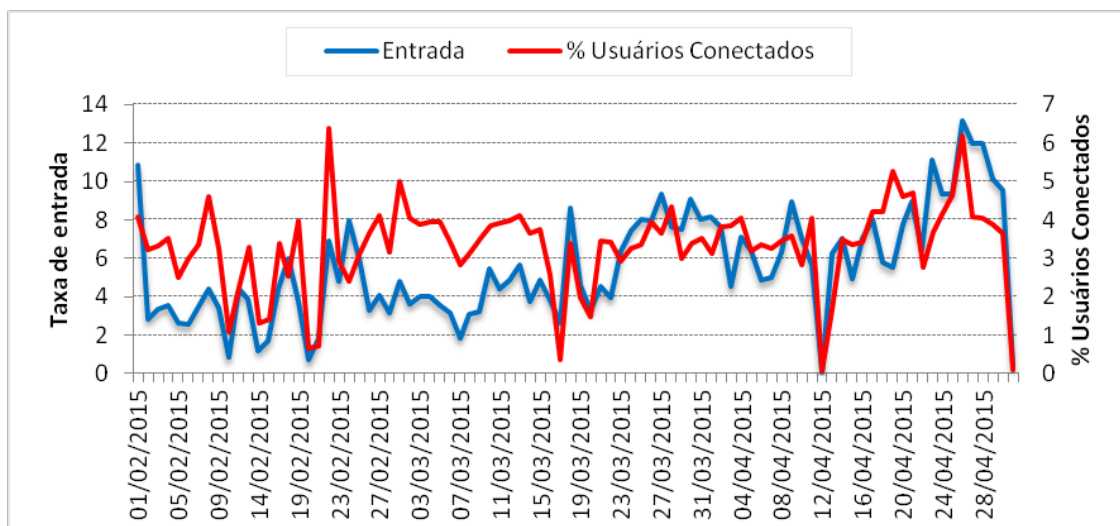
d) Praça João Batista Vasques.



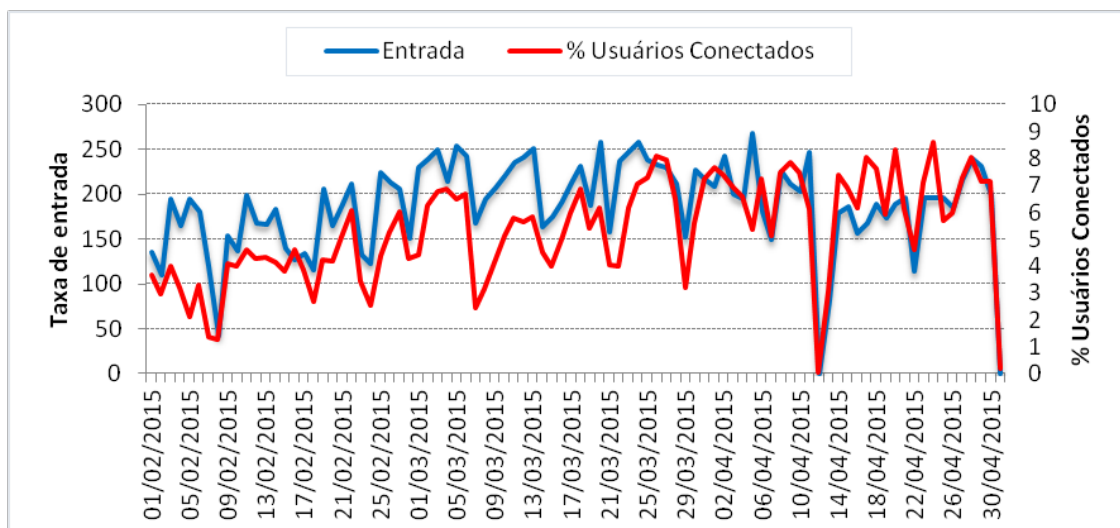
e) Praça da Cultura.



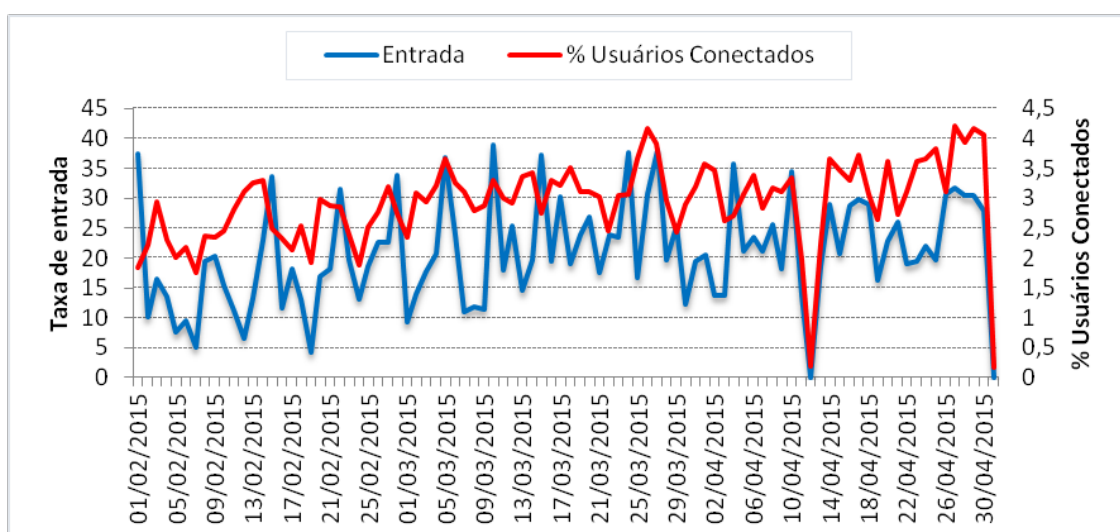
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



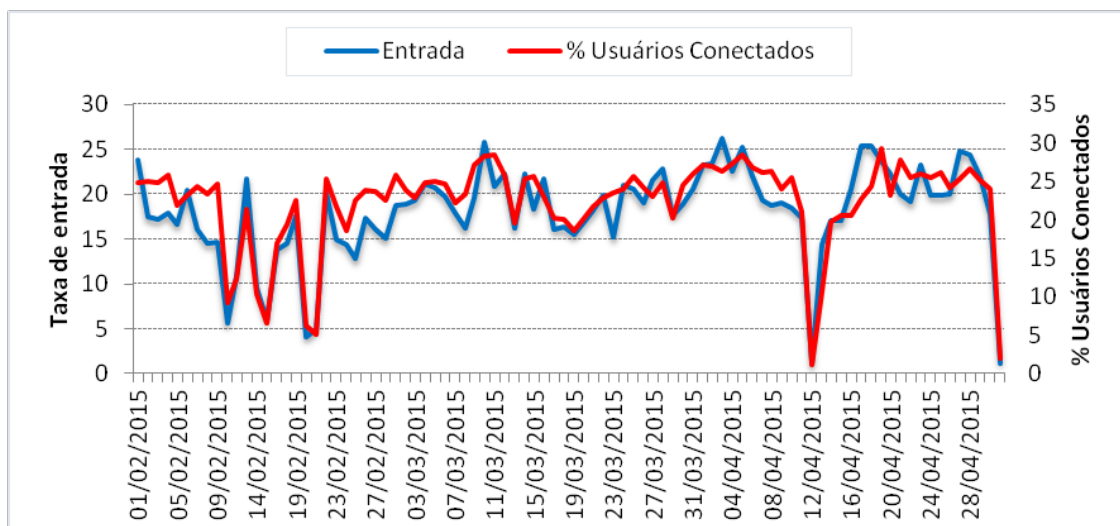
g) Parque da Independência.



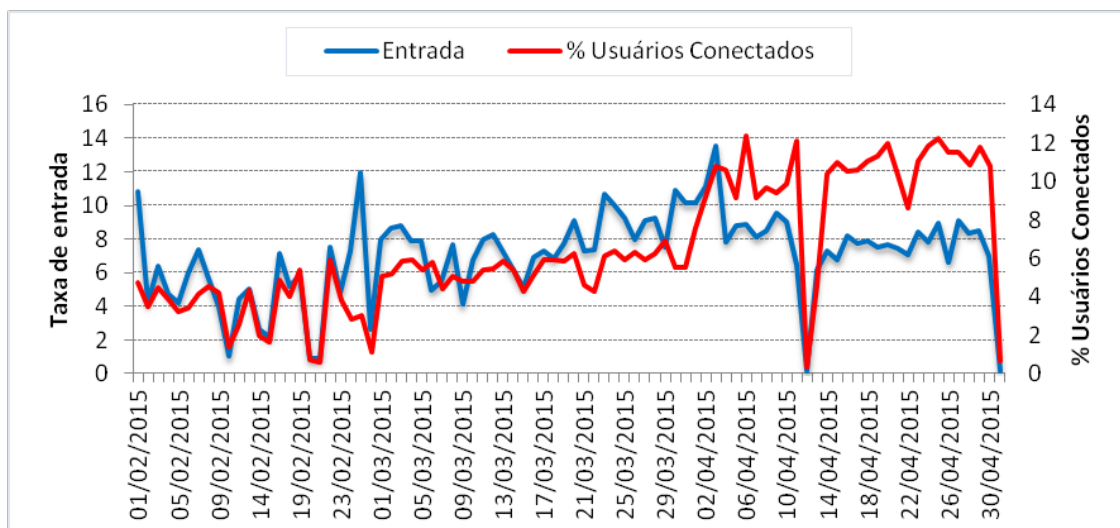
h) Parque do Nabuco.



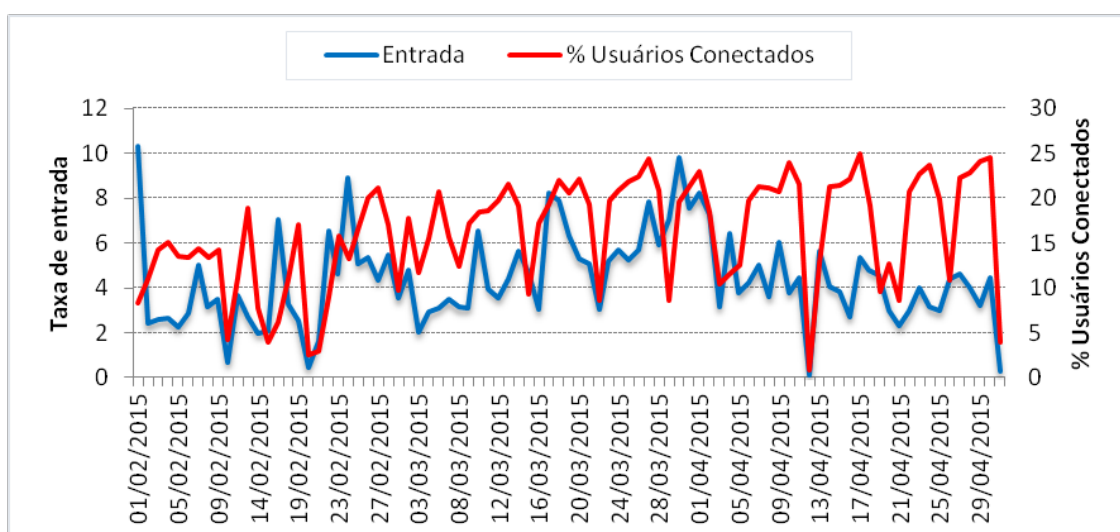
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



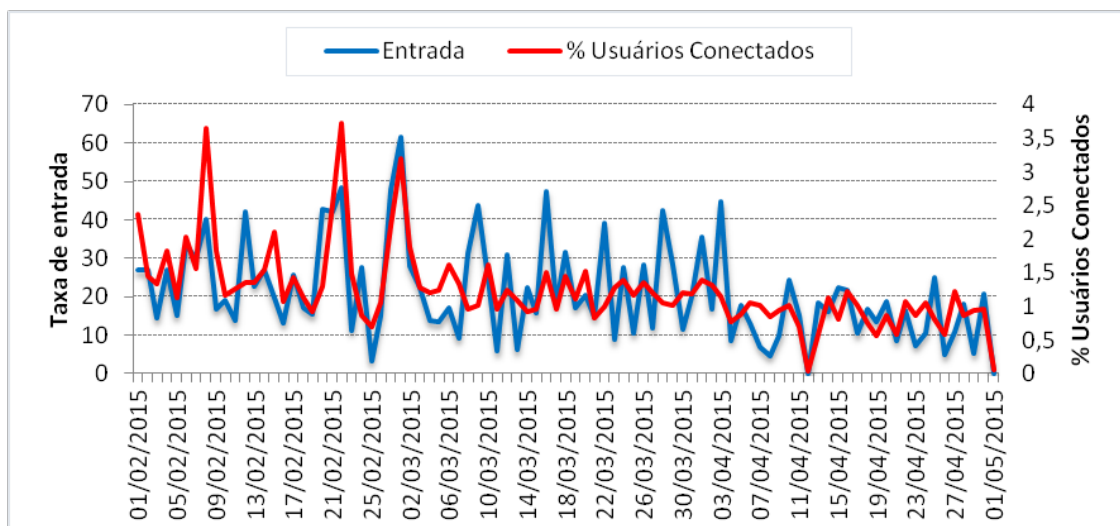
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



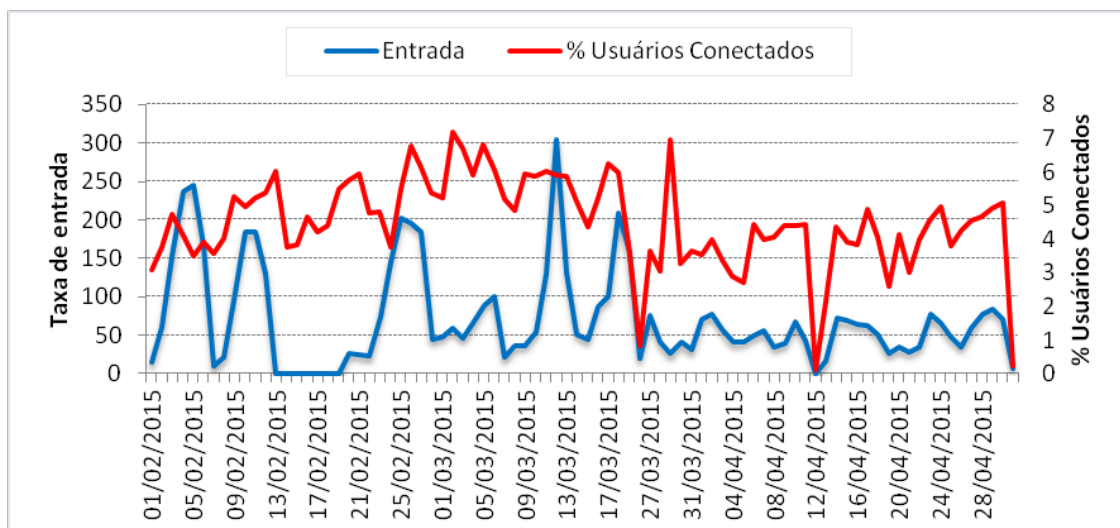
k) Parque Santa Amélia.



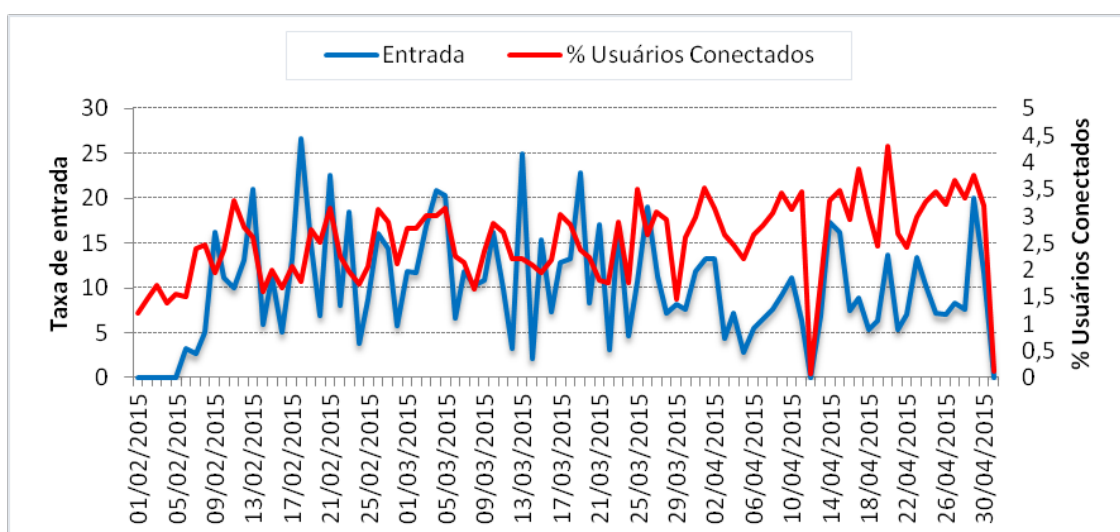
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



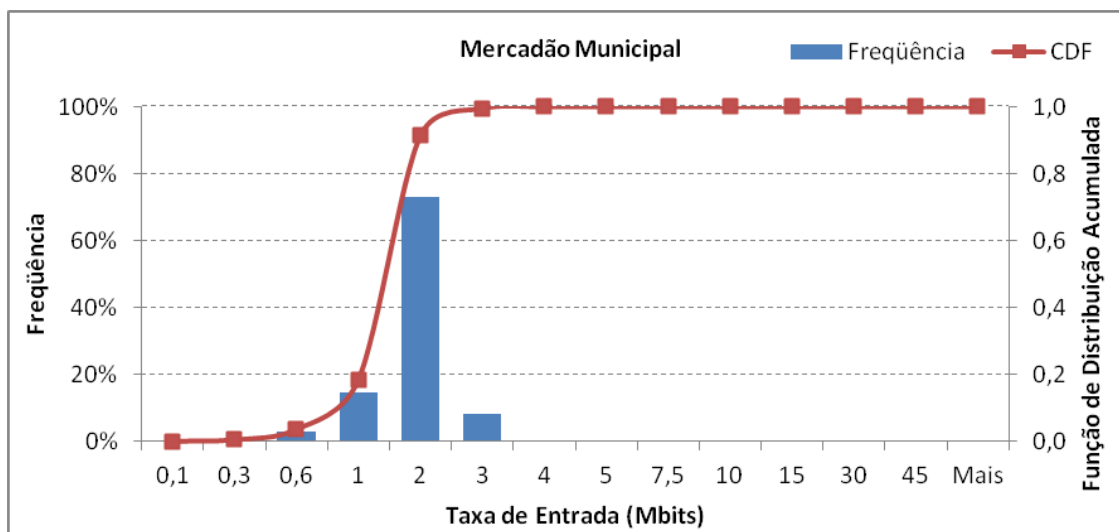
m) Parque Orlando Villas Bôas.



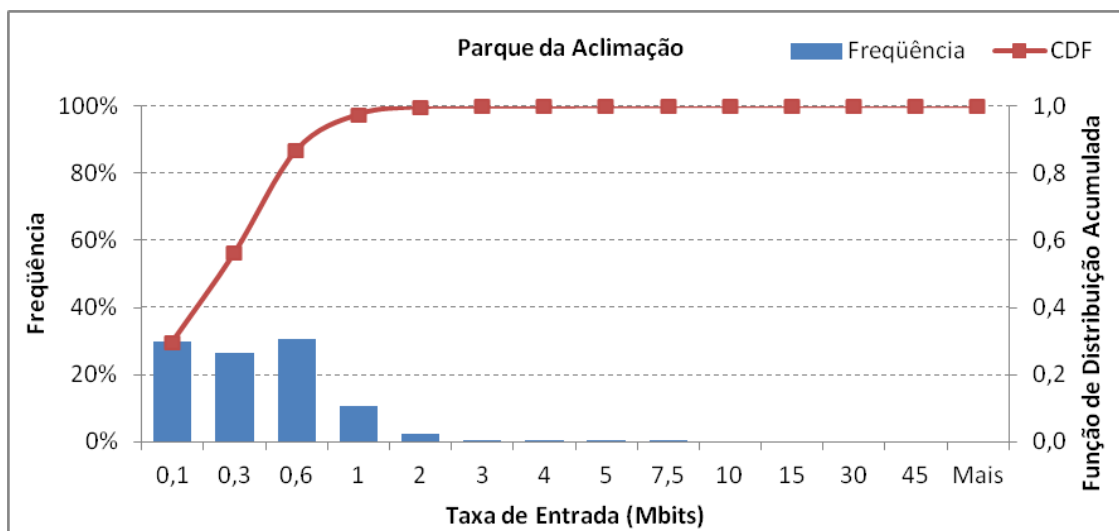
n) Praça Elis Regina.



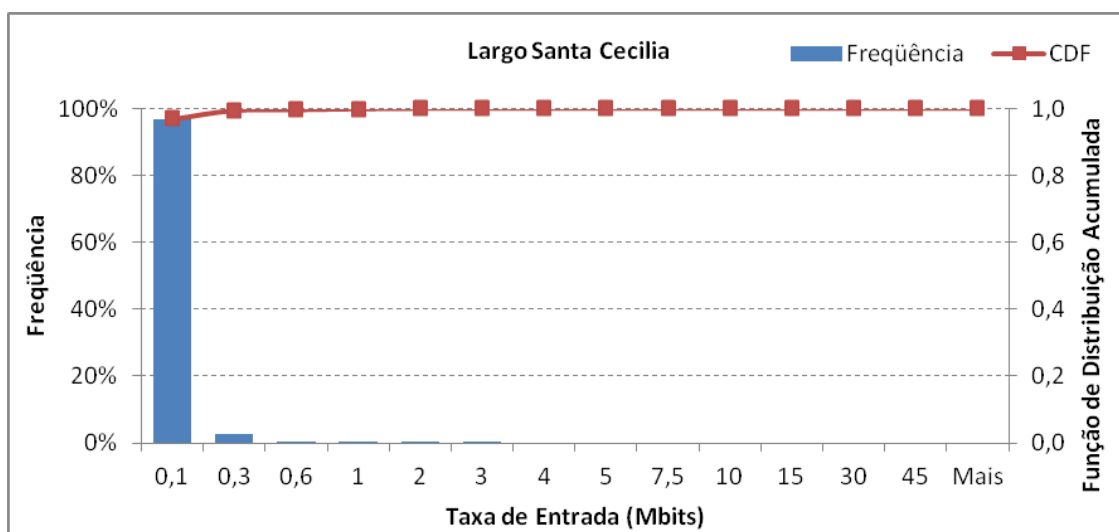
o) Praça Zilda Natel.

ANEXO E – Histograma e Distribuição Acumulada da Taxa de entrada total das 15 praças.

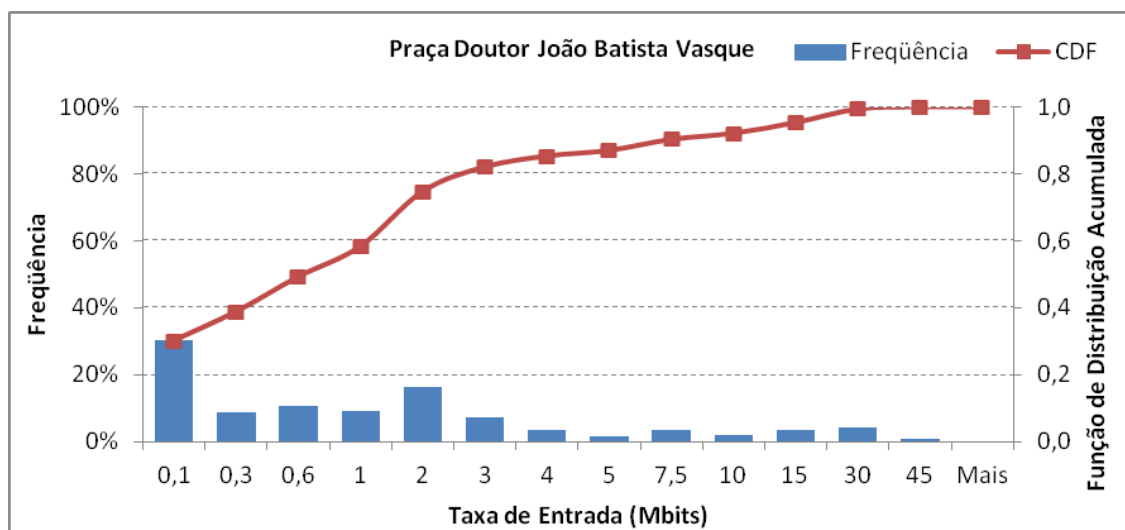
a) Mercado Municipal.



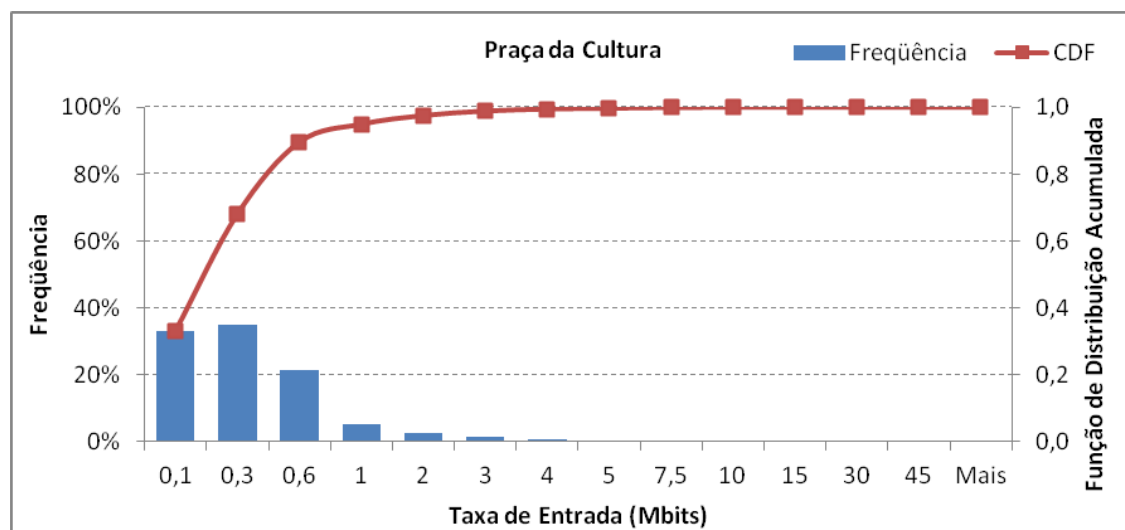
b) Parque da Aclimação.



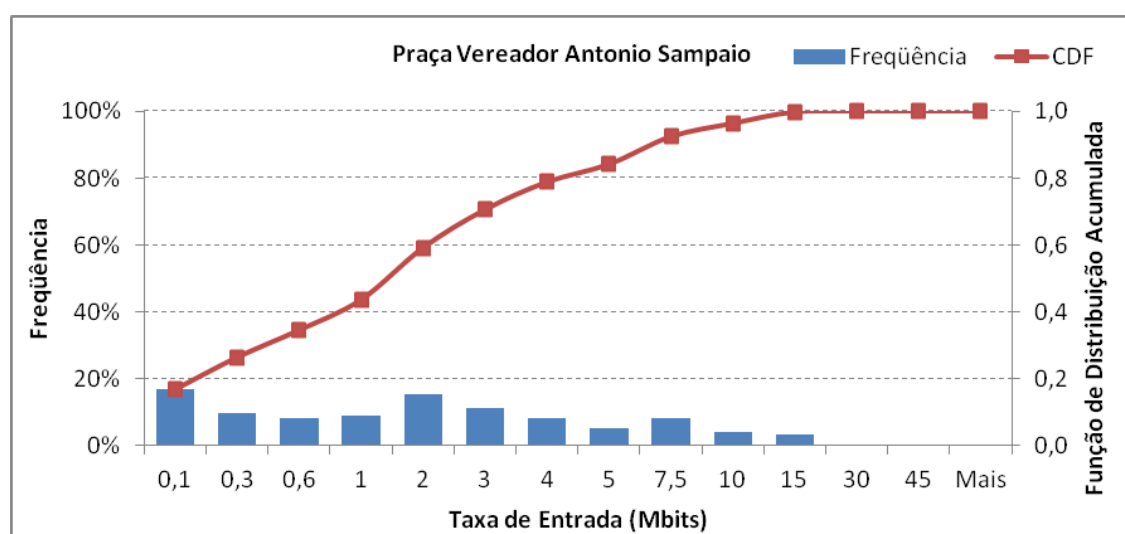
c) Largo Santa Cecília.



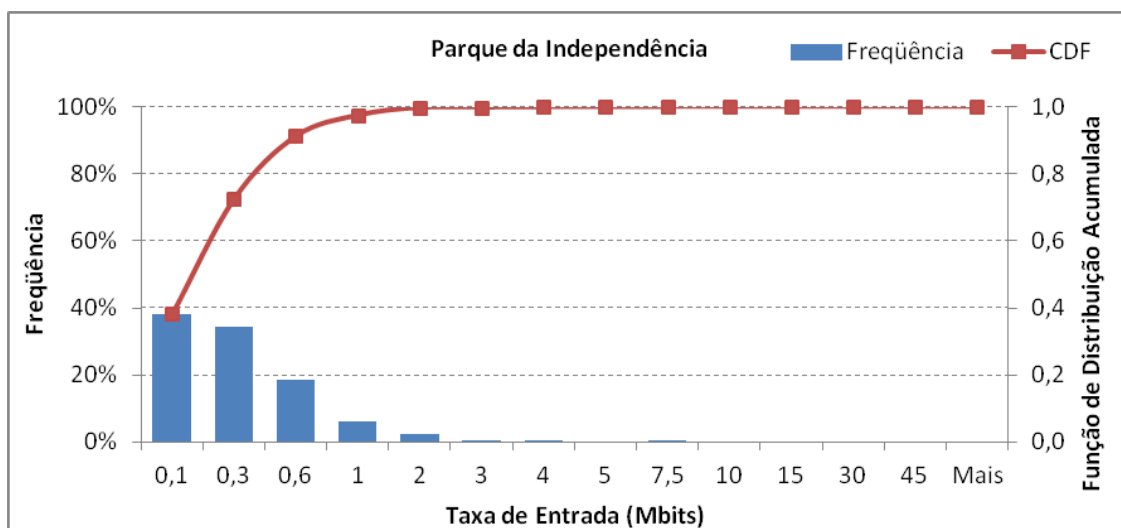
d) Praça João Batista Vasques.



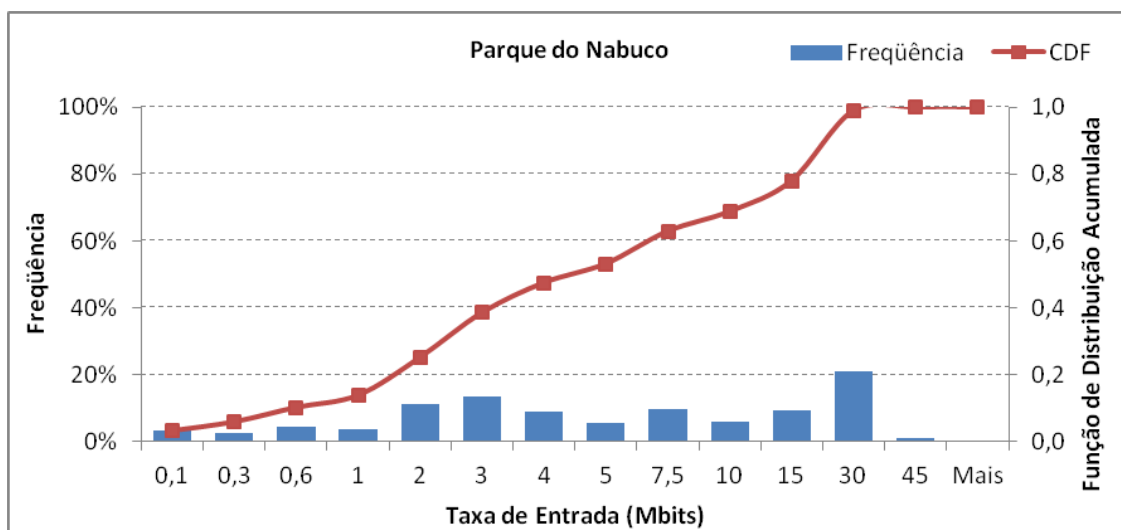
e) Praça da Cultura.



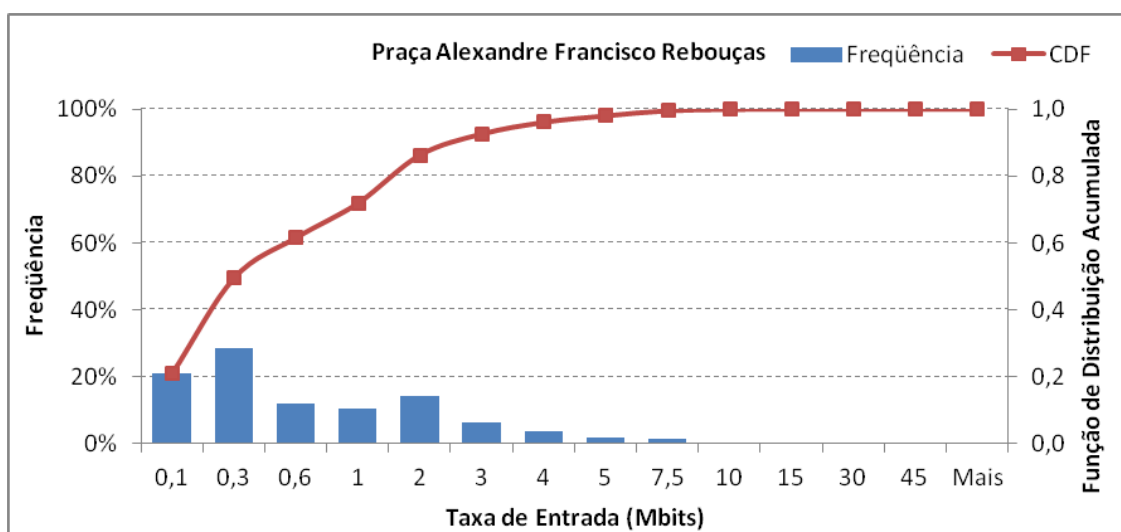
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



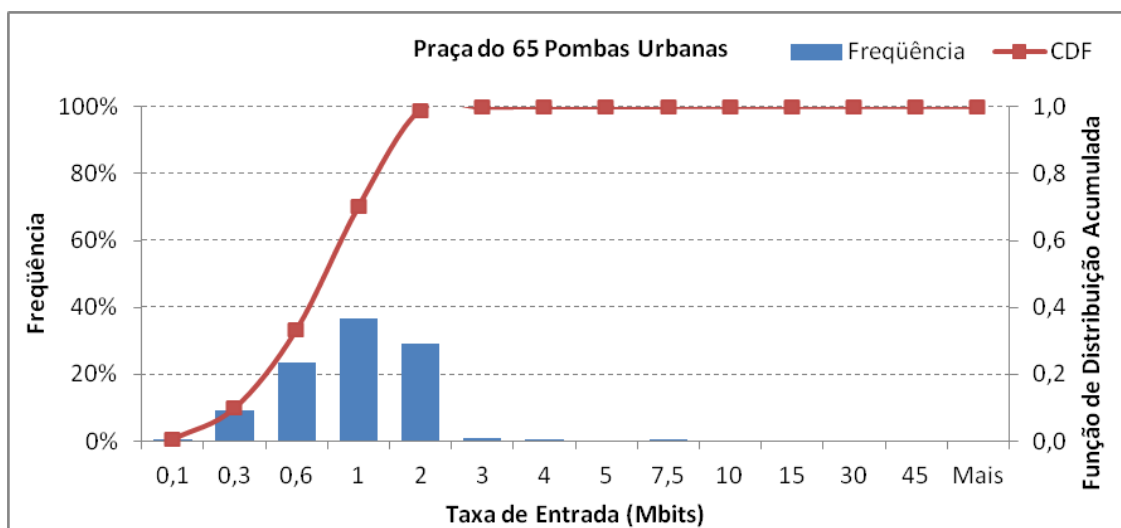
g) Parque da Independência.



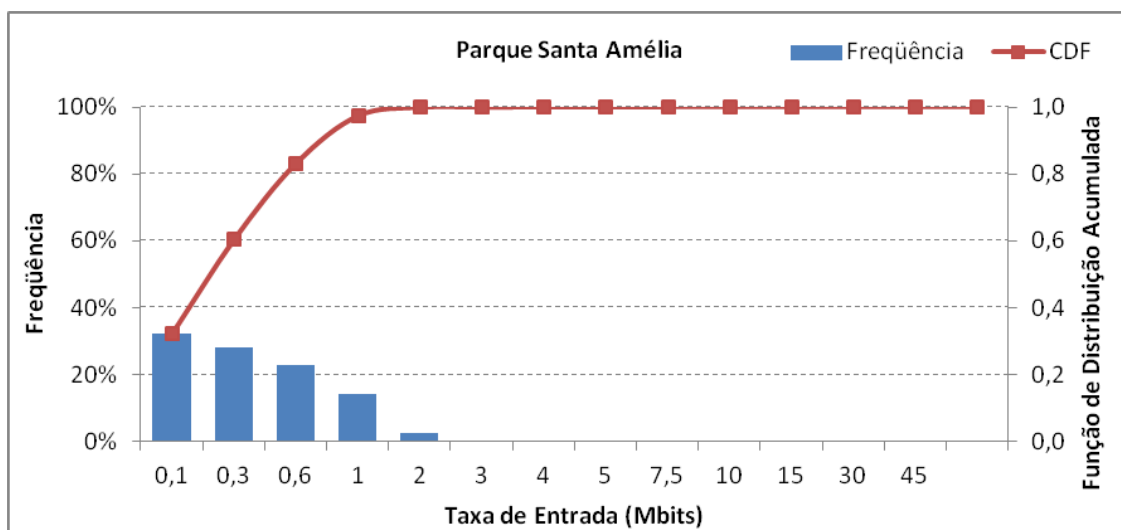
h) Parque do Nabuco.



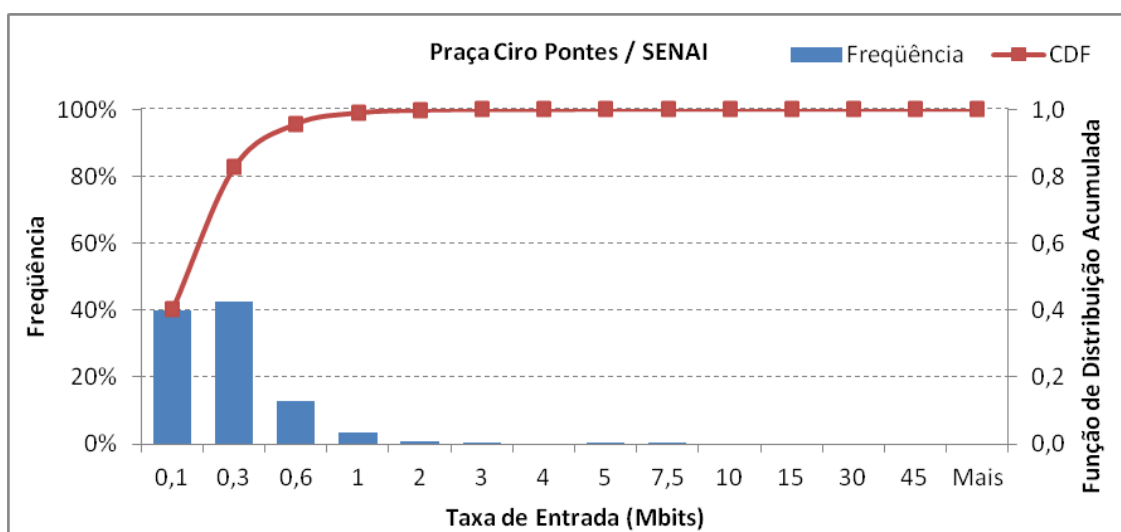
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



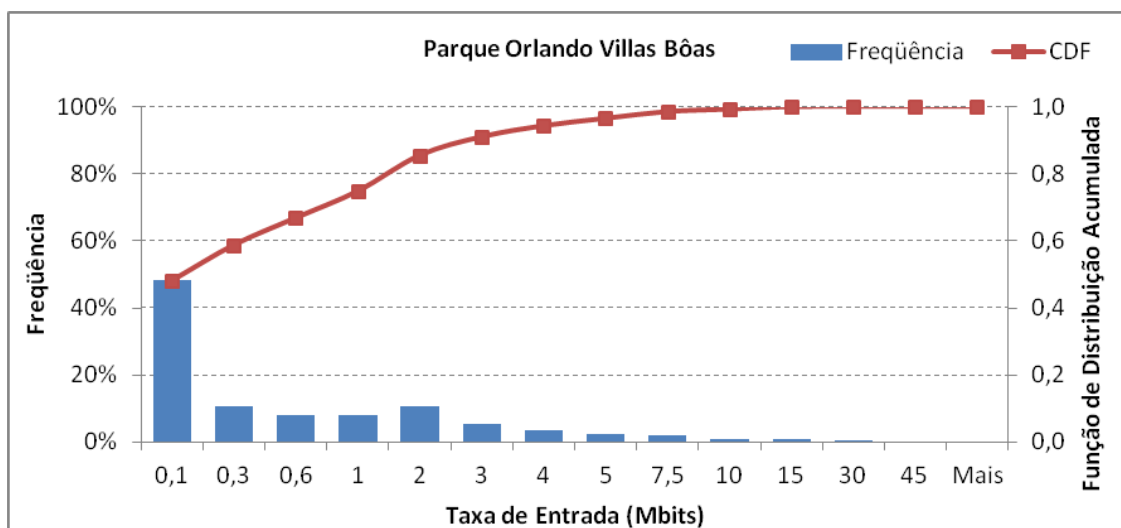
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



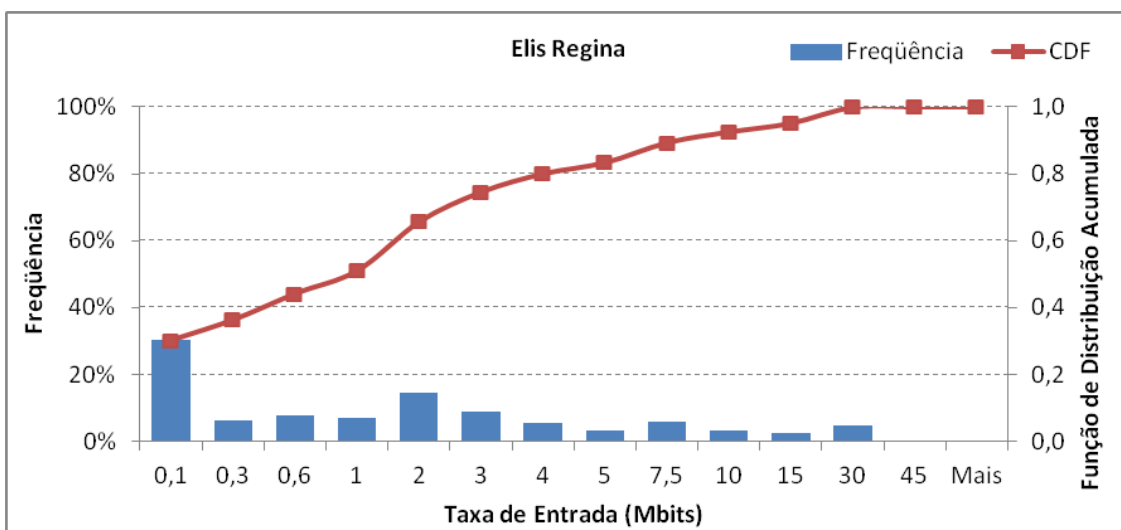
k) Parque Santa Amélia.



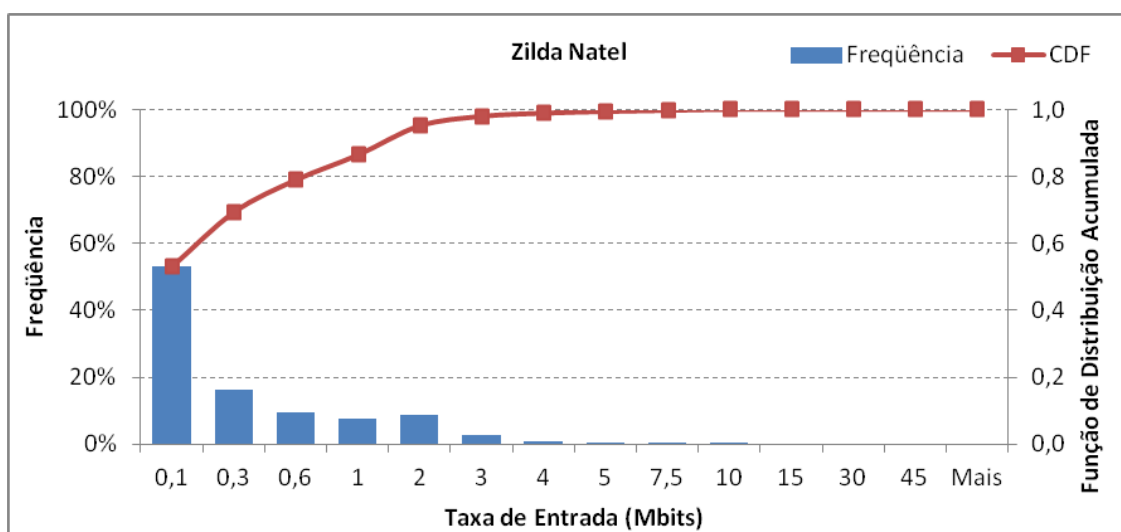
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

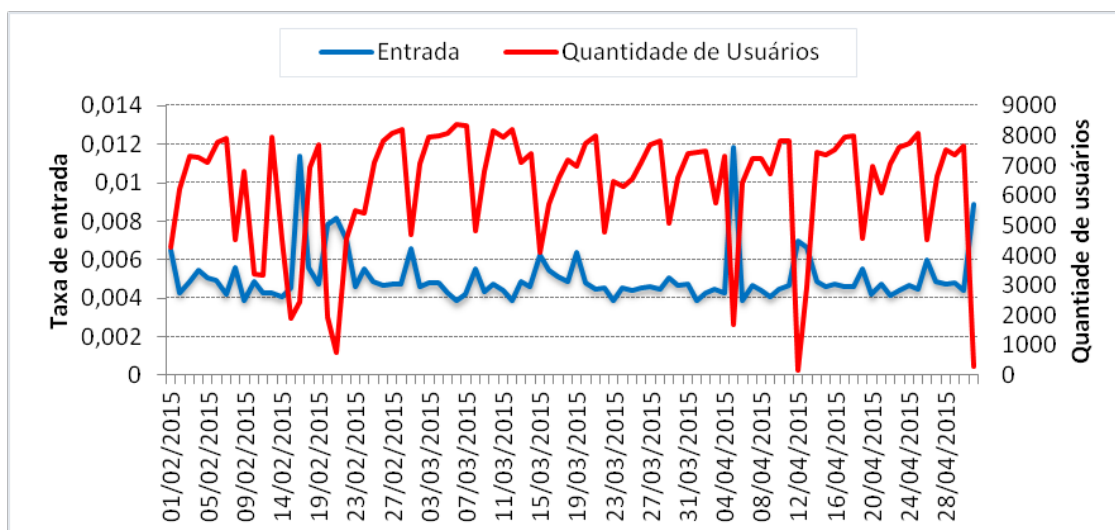


n) Praça Elis Regina.

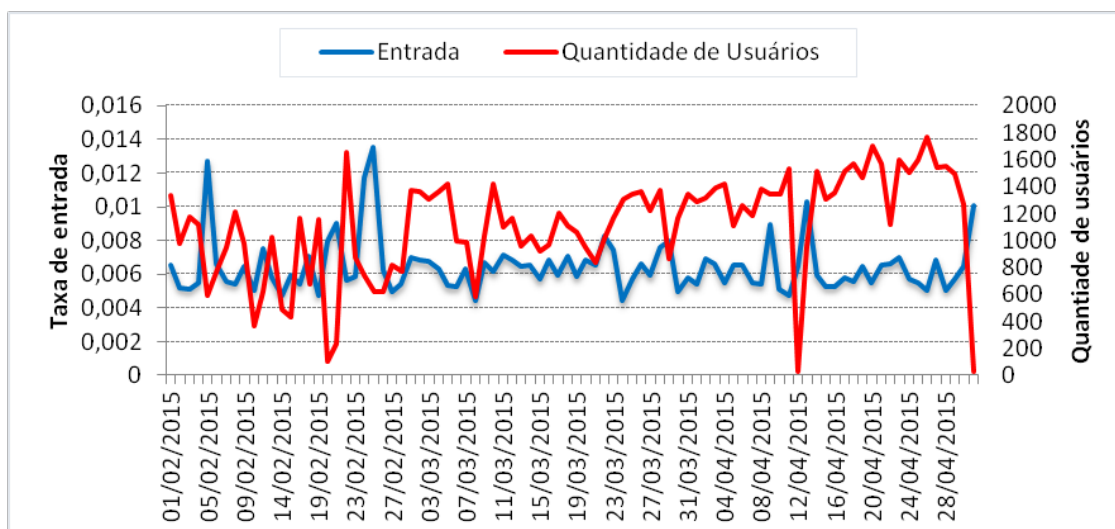


o) Praça Zilda Natel.

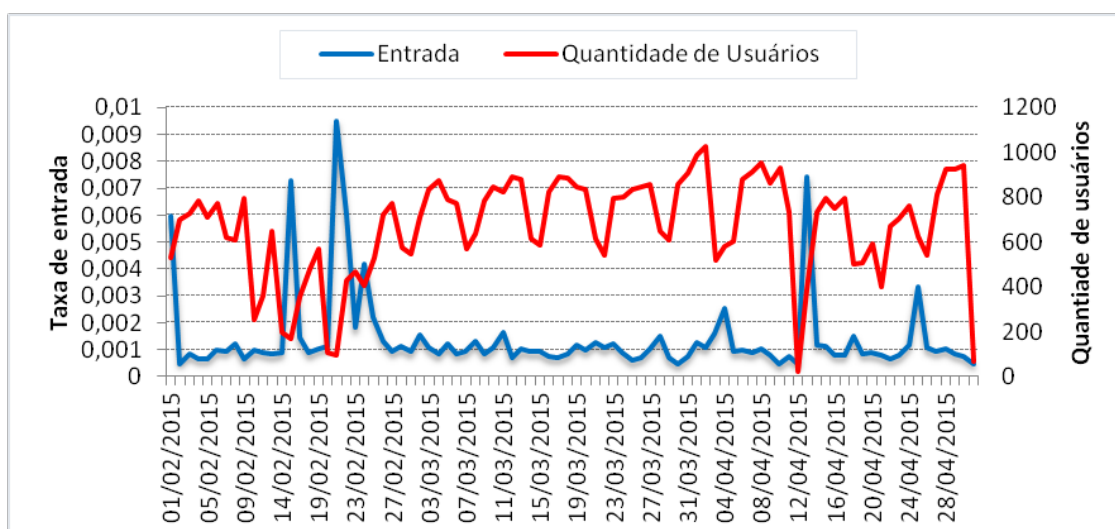
ANEXO F – Taxa de entrada por usuário vs. número de usuários (serie temporal) das 15 praças.



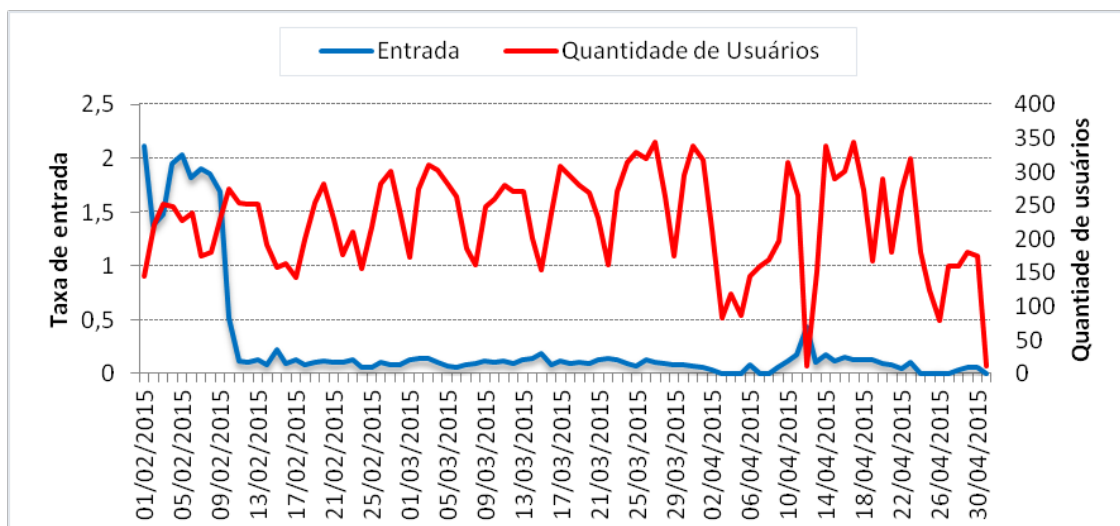
a) Mercado Municipal.



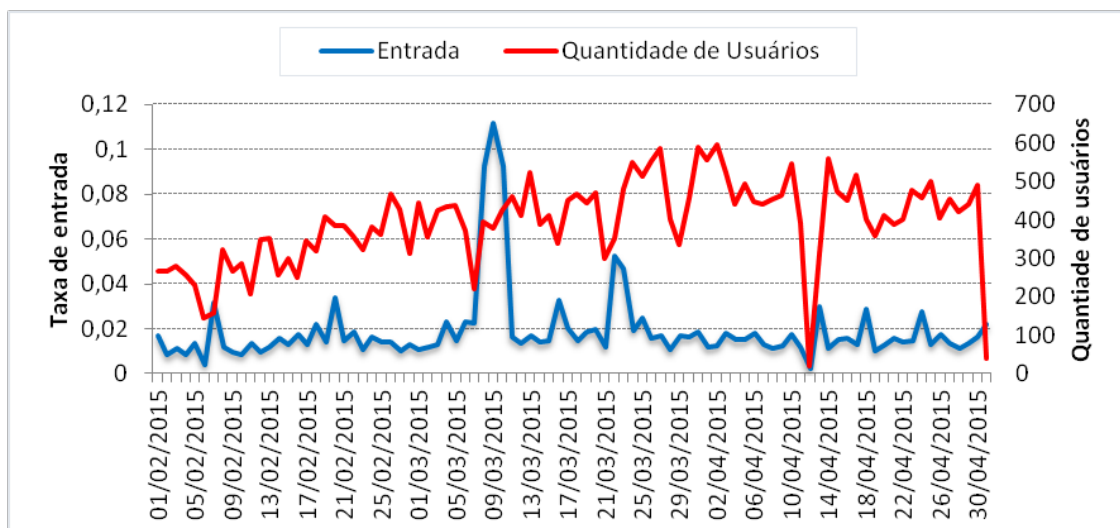
b) Parque da Aclimação.



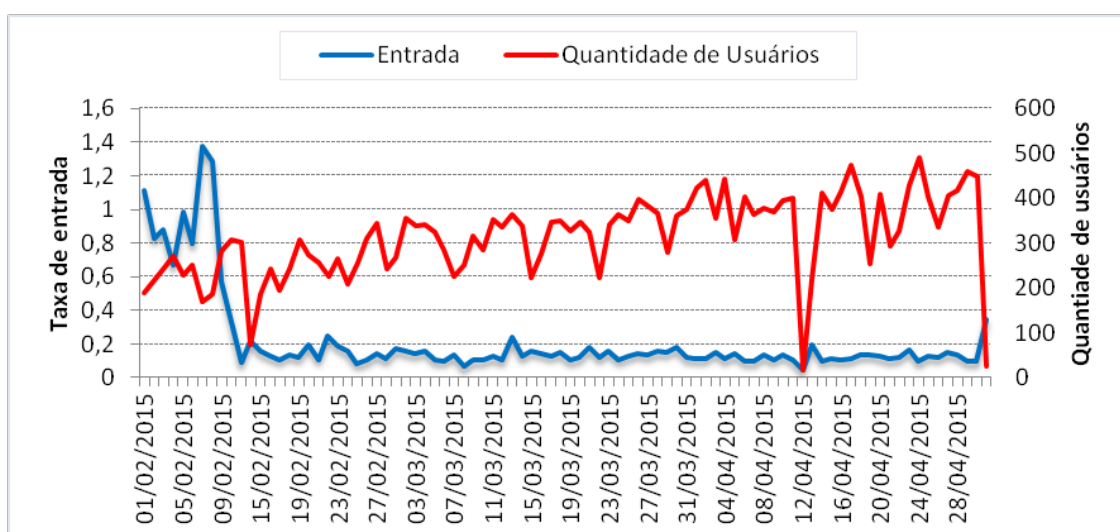
c) Largo Santa Cecília.



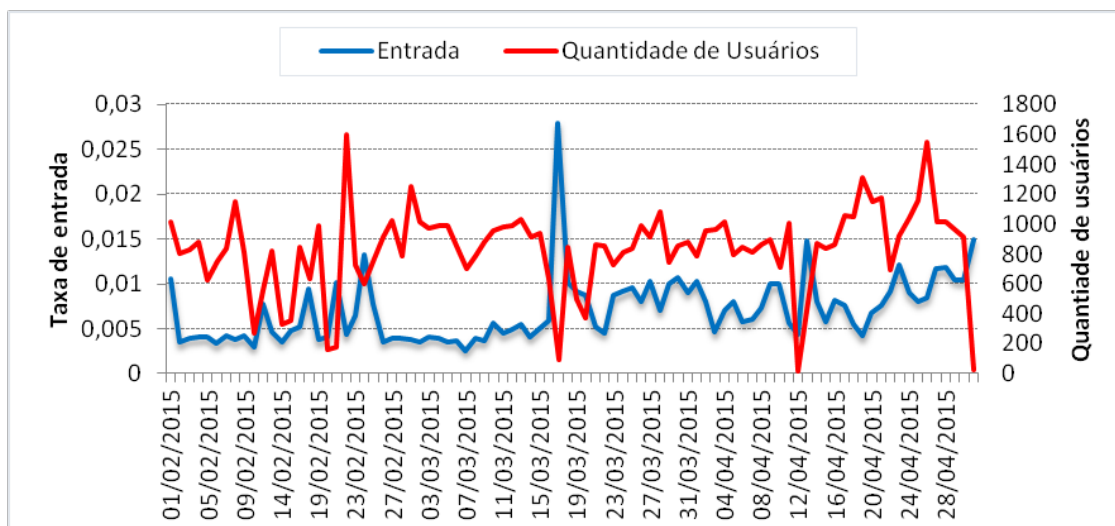
d) Praça João Batista Vasques.



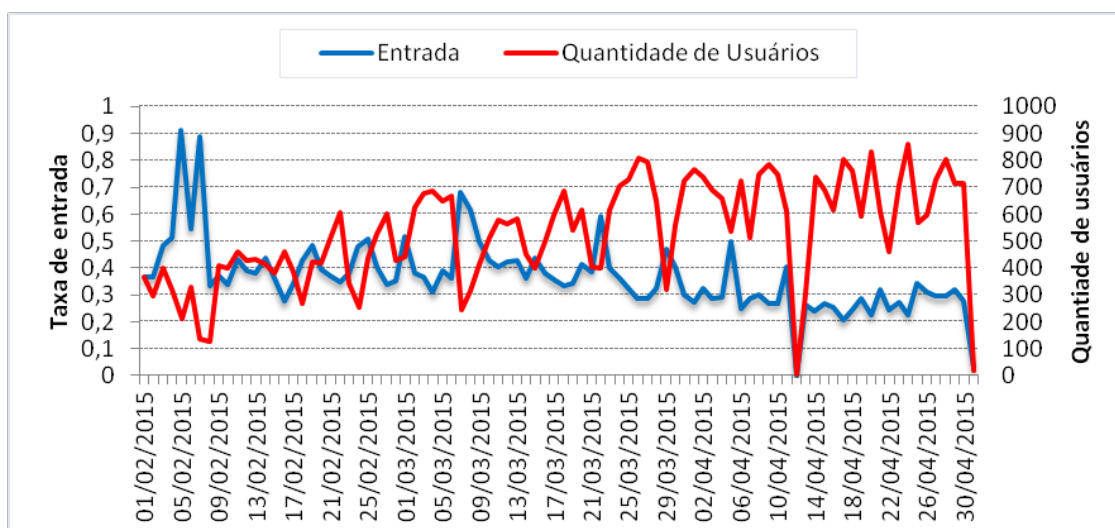
e) Praça da Cultura.



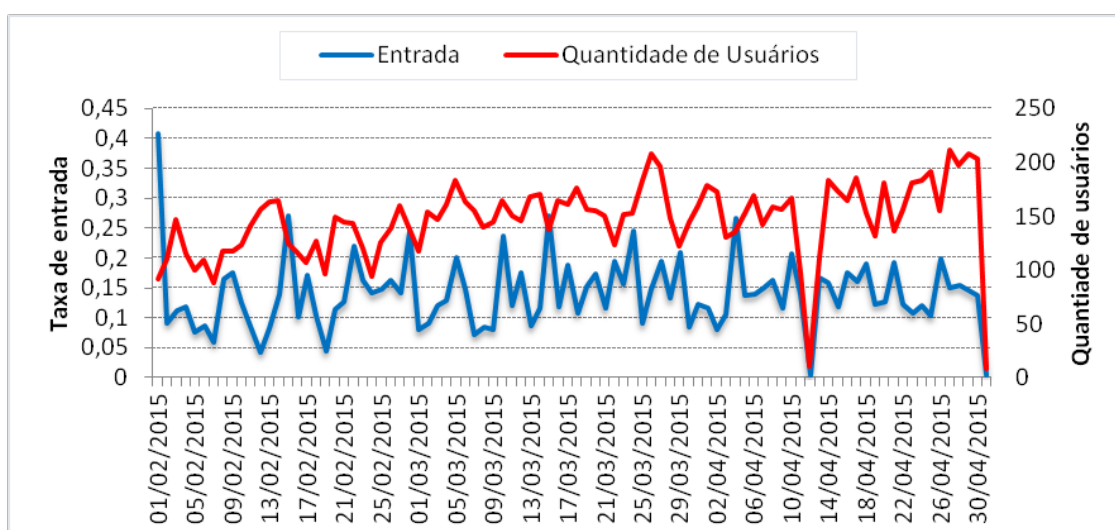
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



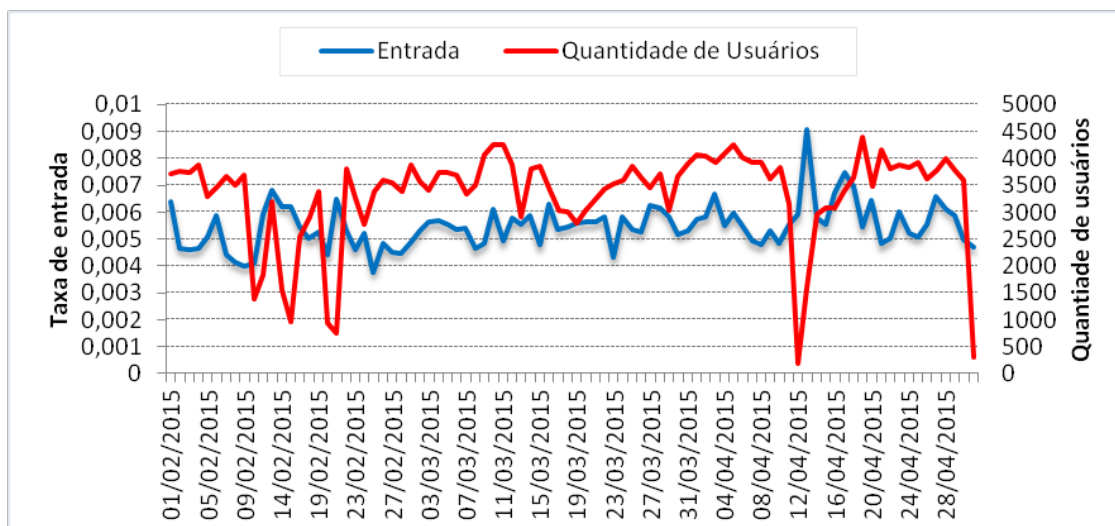
g) Parque da Independência.



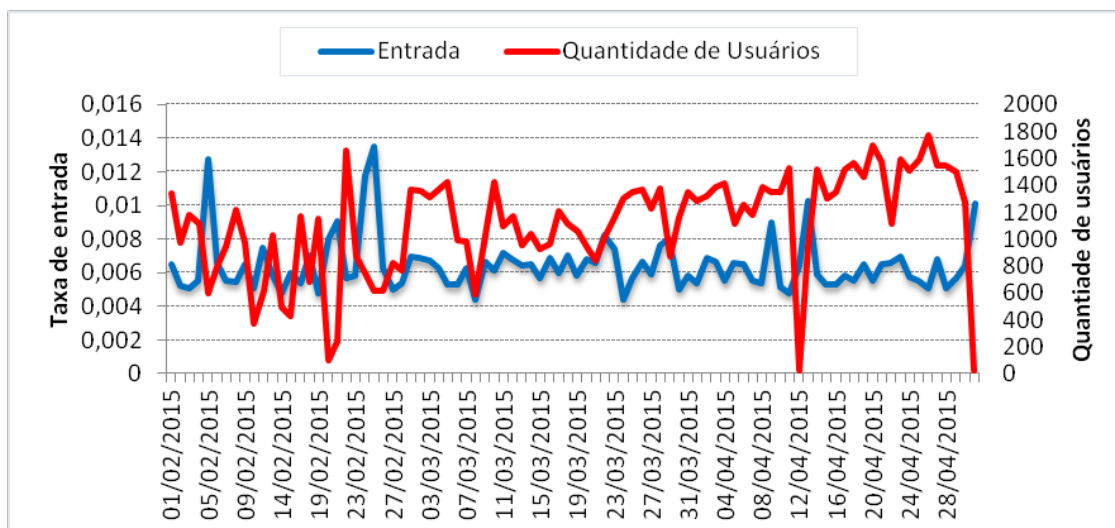
h) Parque do Nabuco.



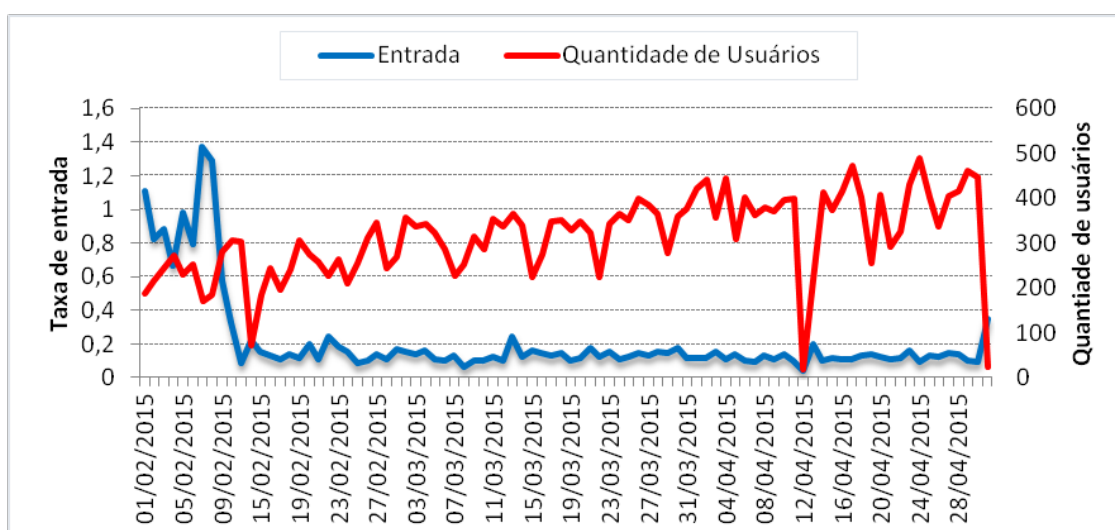
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



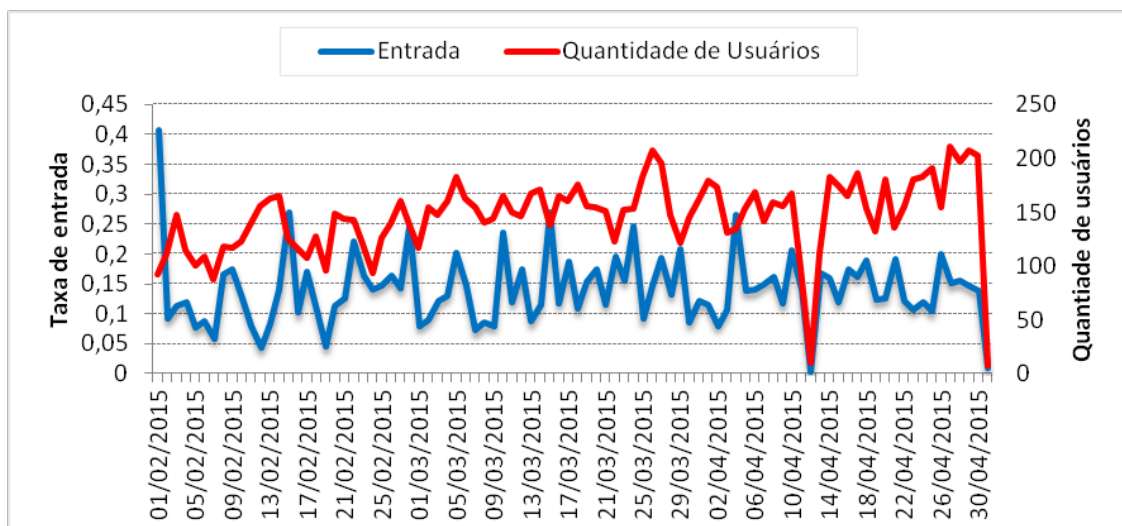
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



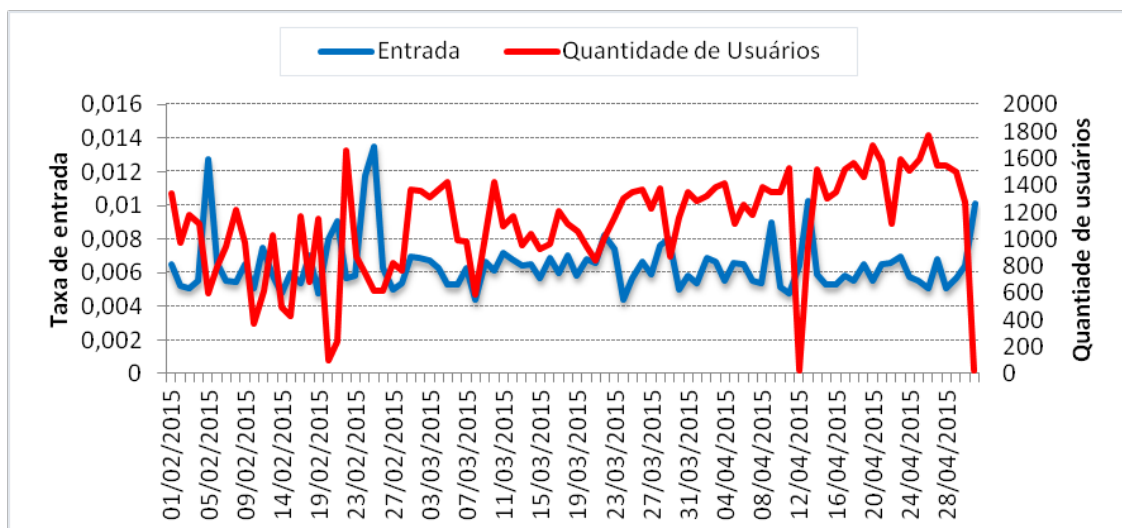
k) Parque Santa Amélia.



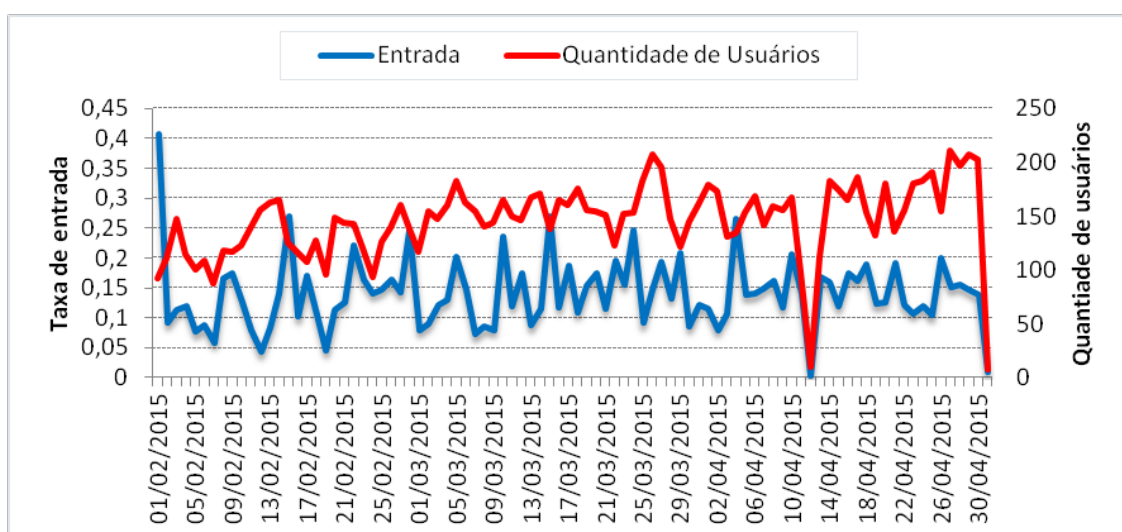
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

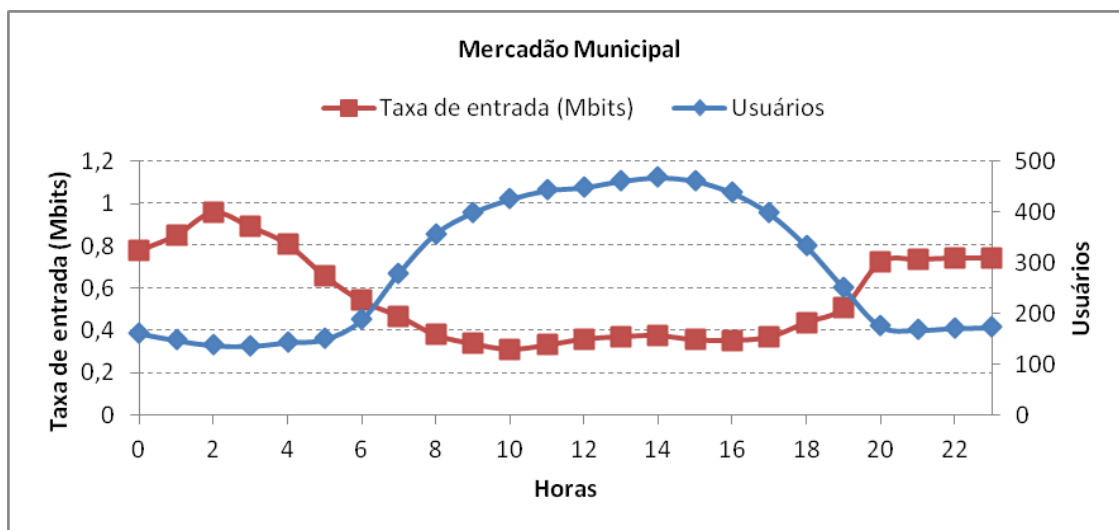


n) Praça Elis Regina.

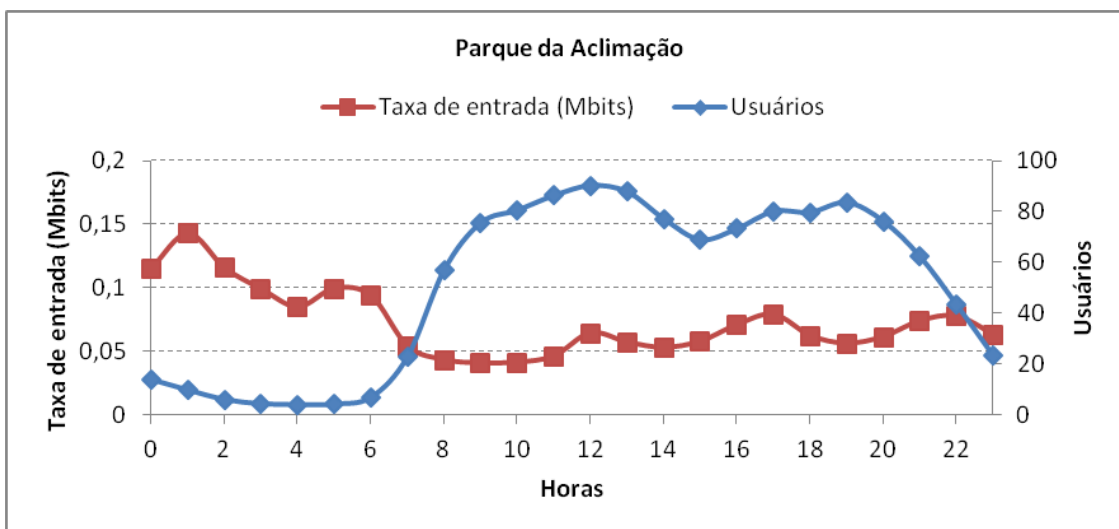


o) Praça Zilda Natel.

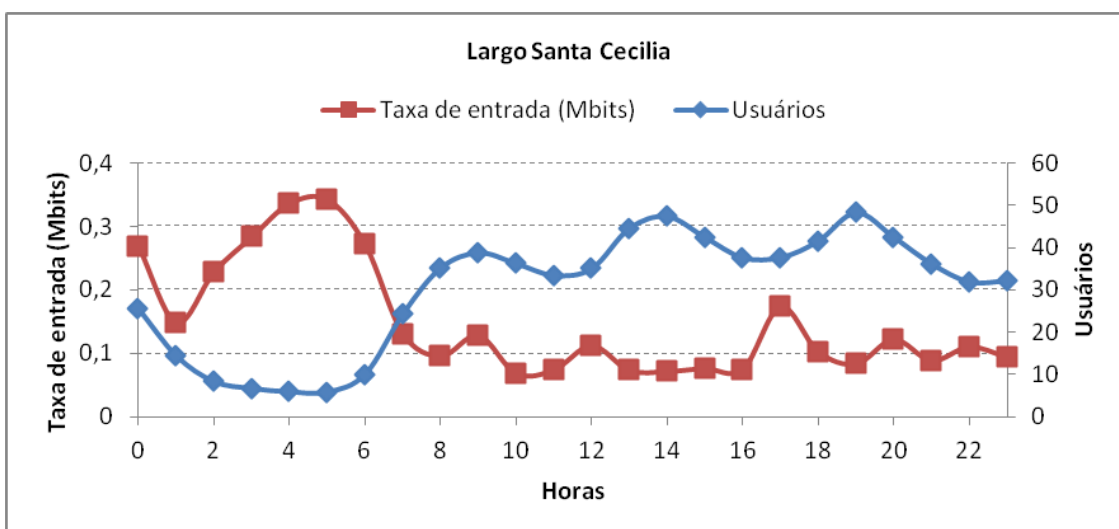
ANEXO G – Taxa de entrada por usuário vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.



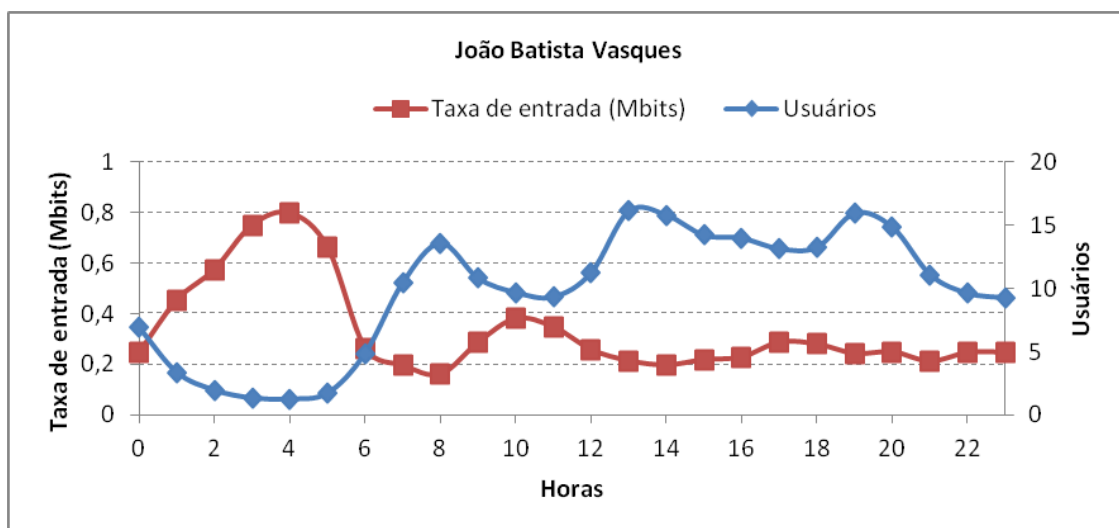
a) Mercado Municipal.



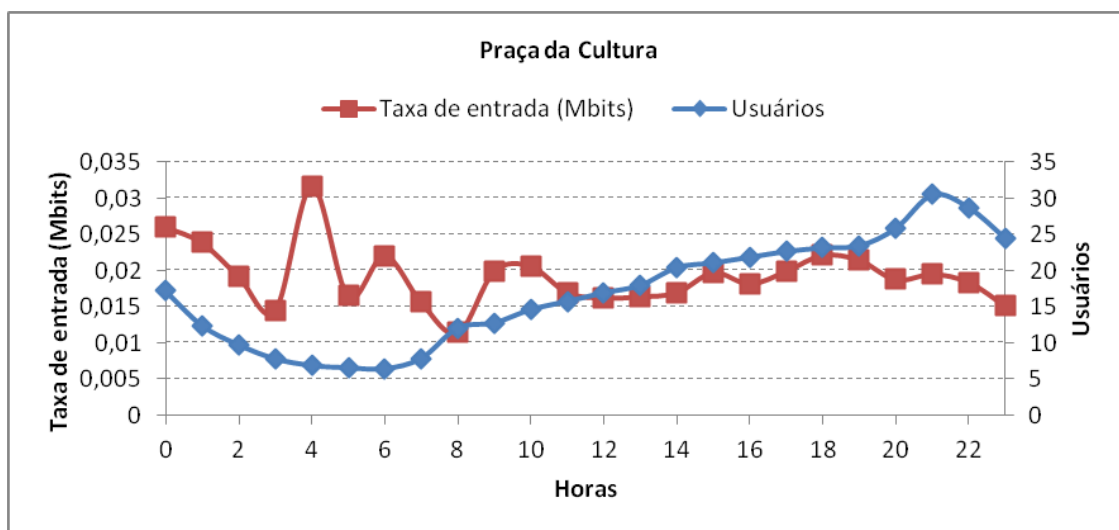
b) Parque da Aclimação.



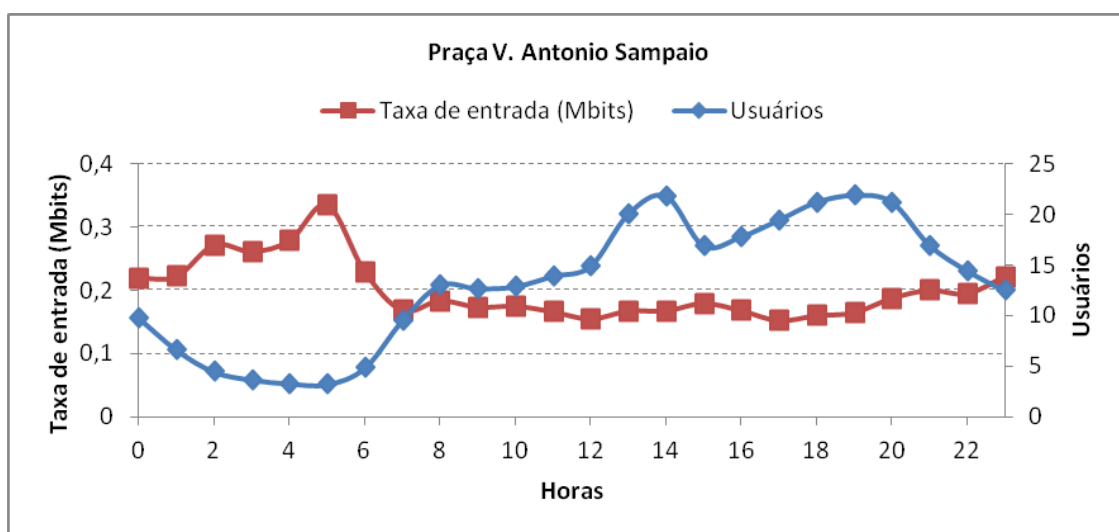
c) Largo Santa Cecília.



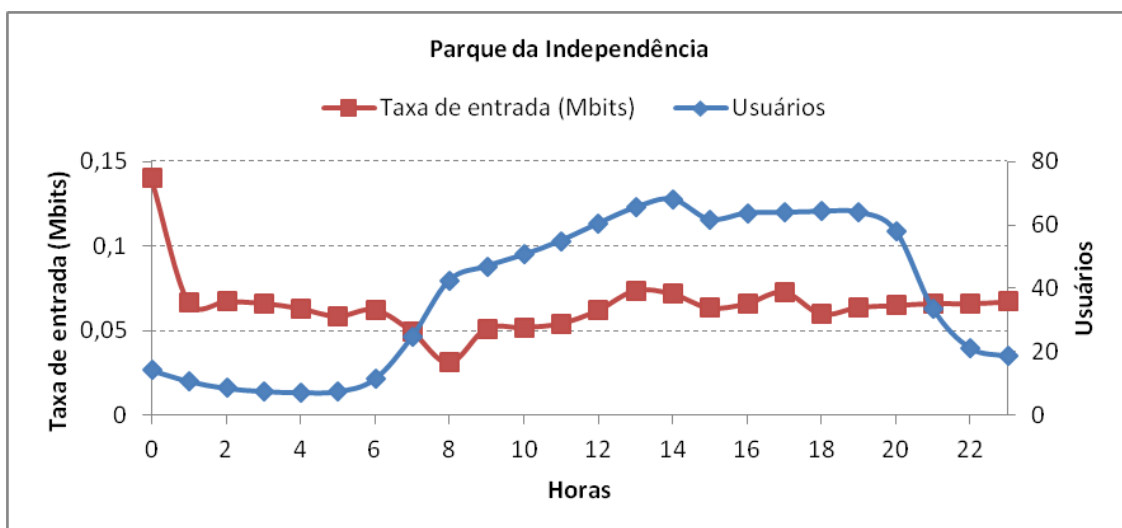
d) Praça João Batista Vasques.



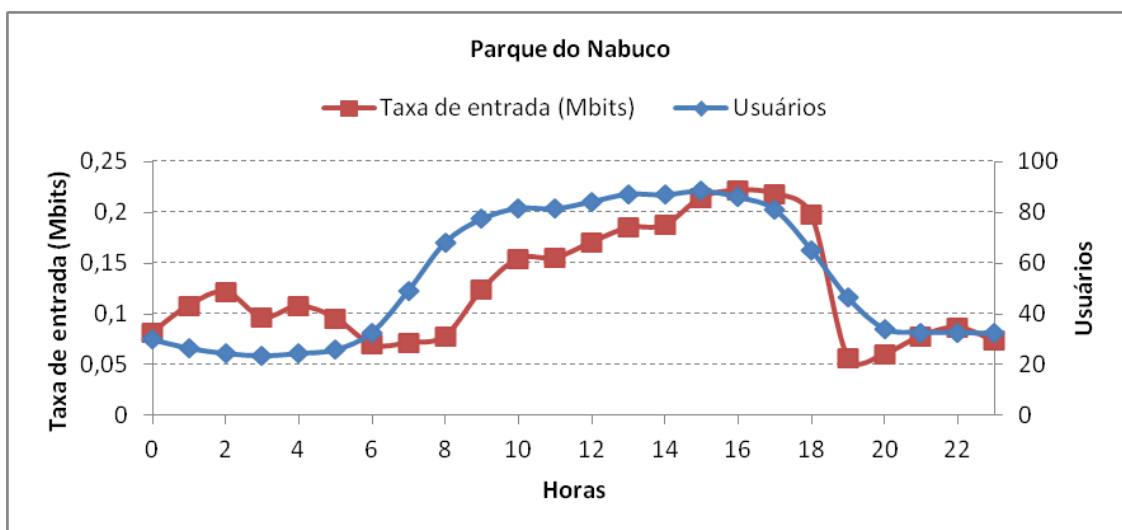
e) Praça da Cultura.



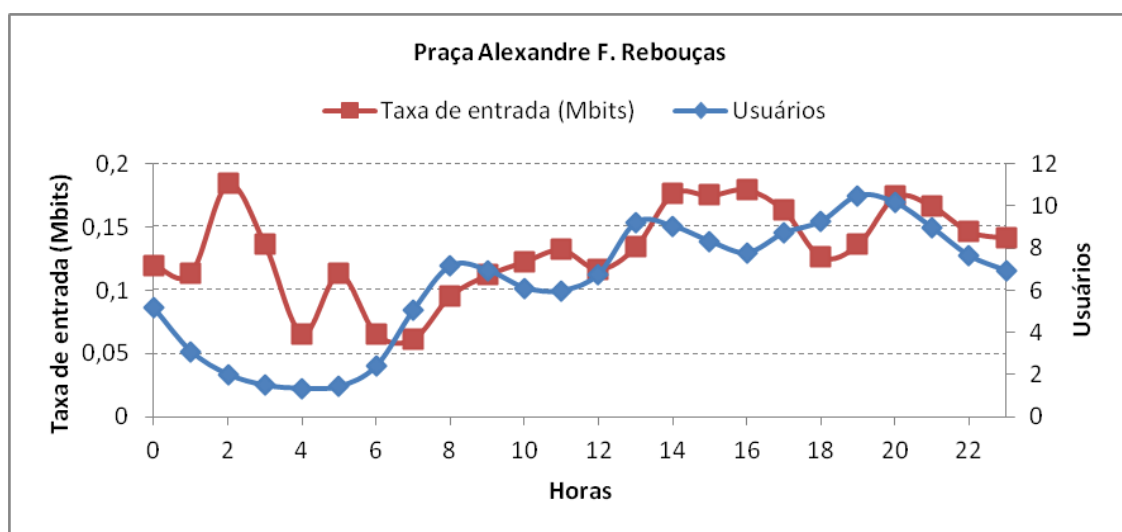
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



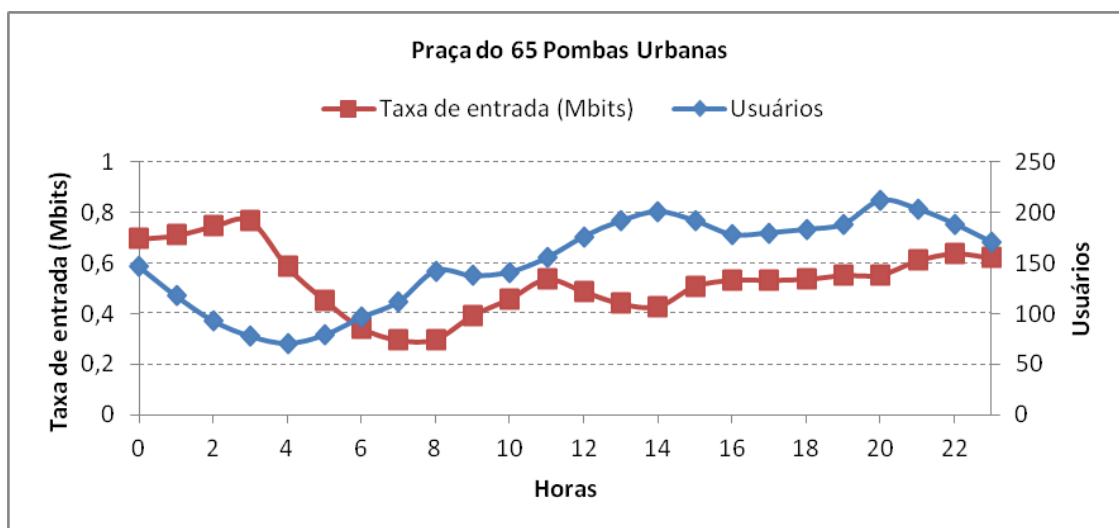
g) Parque da Independência.



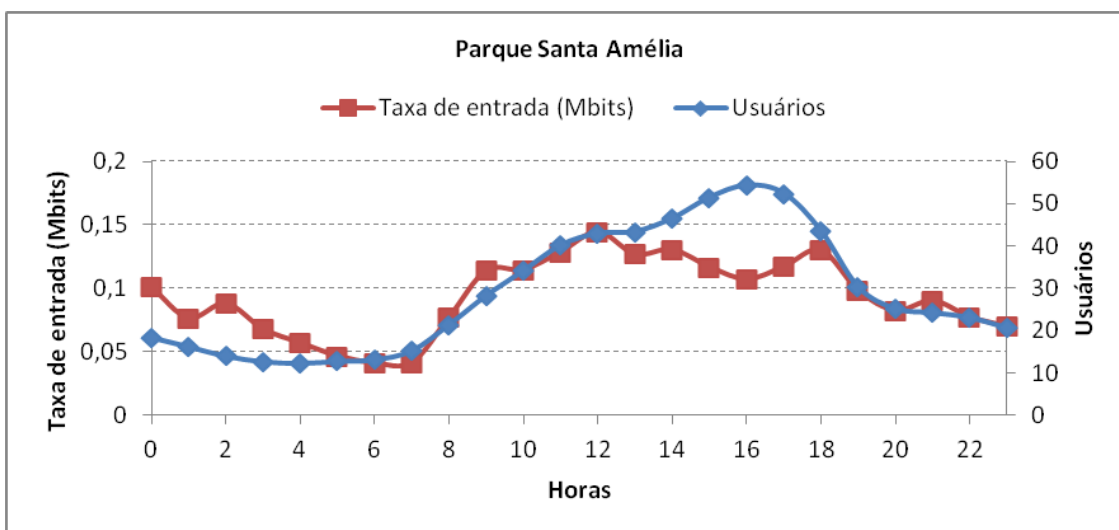
h) Parque do Nabuco.



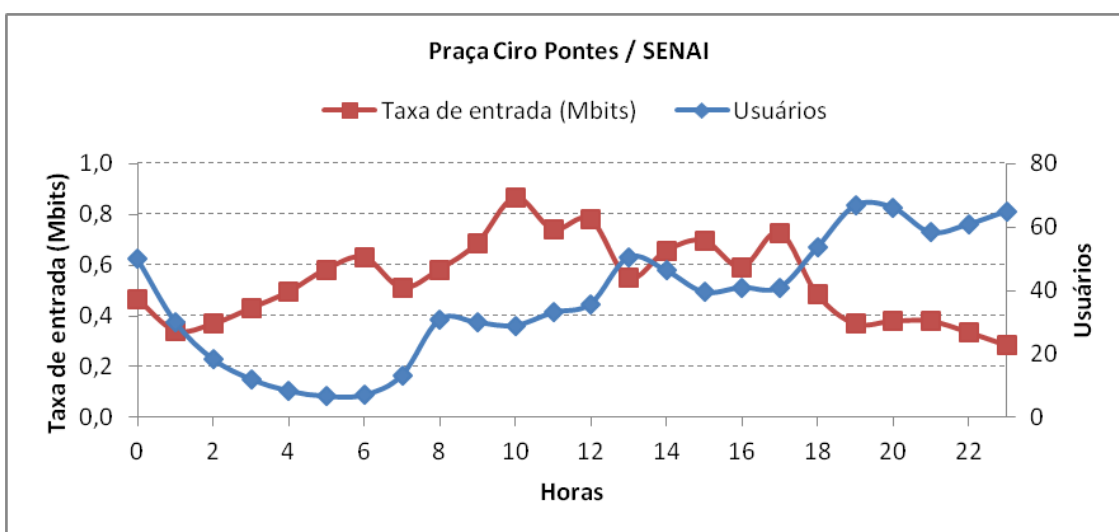
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



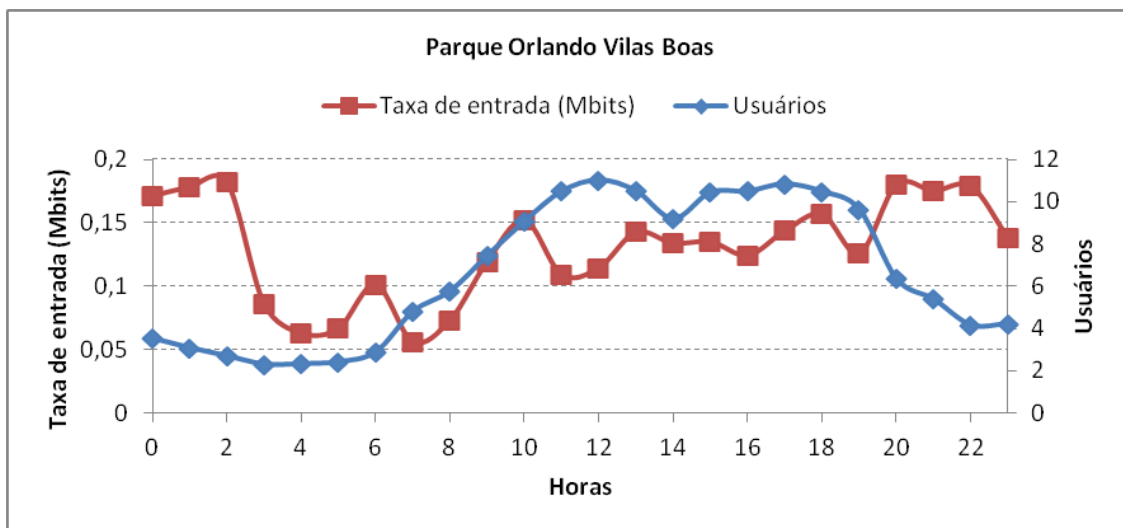
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



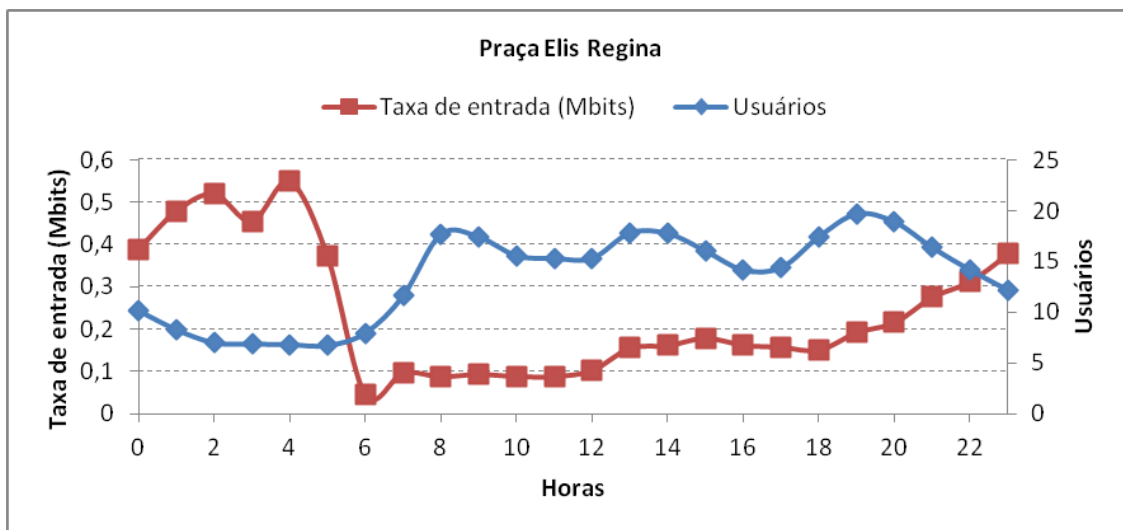
k) Parque Santa Amélia.



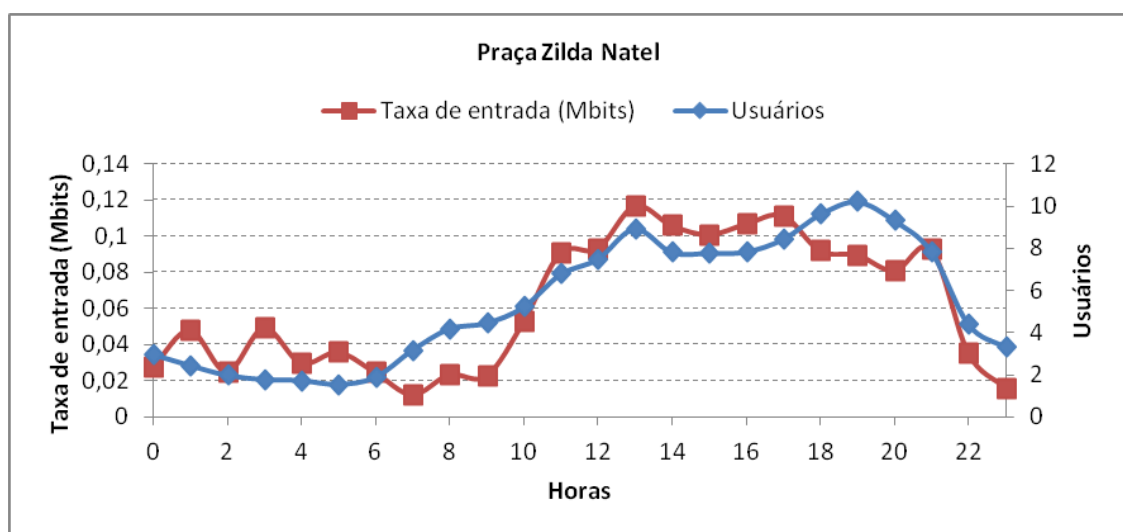
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

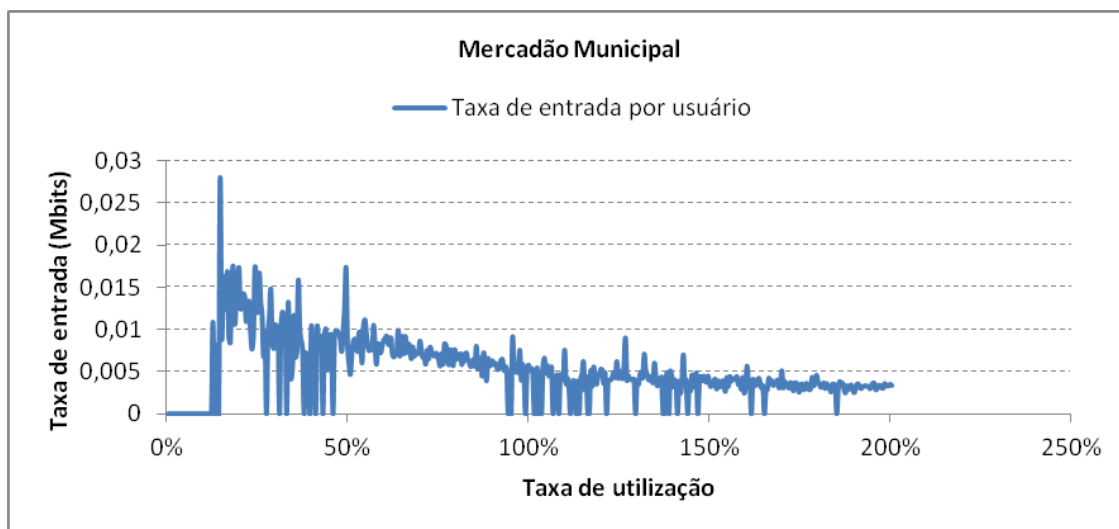


n) Praça Elis Regina.

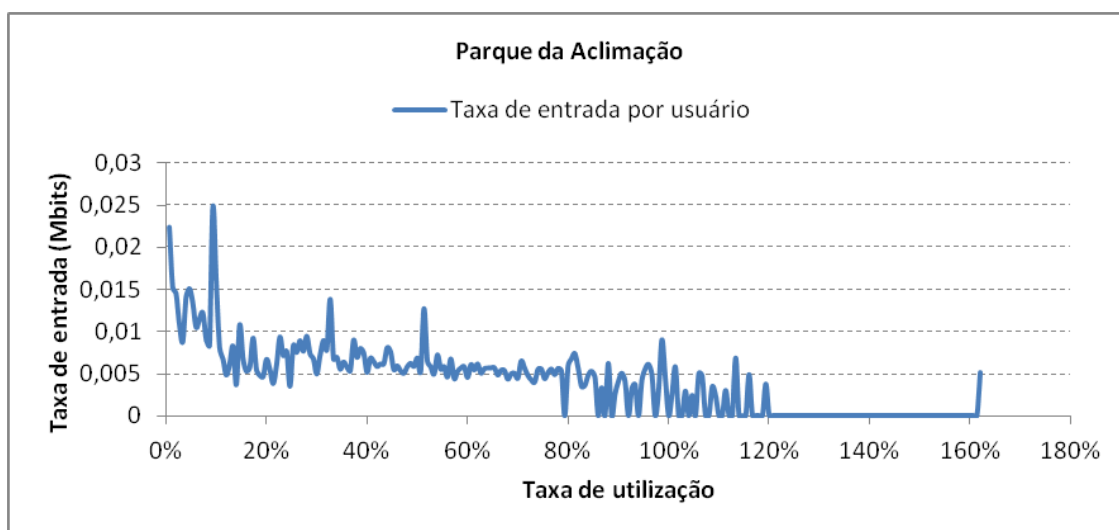


o) Praça Zilda Natel.

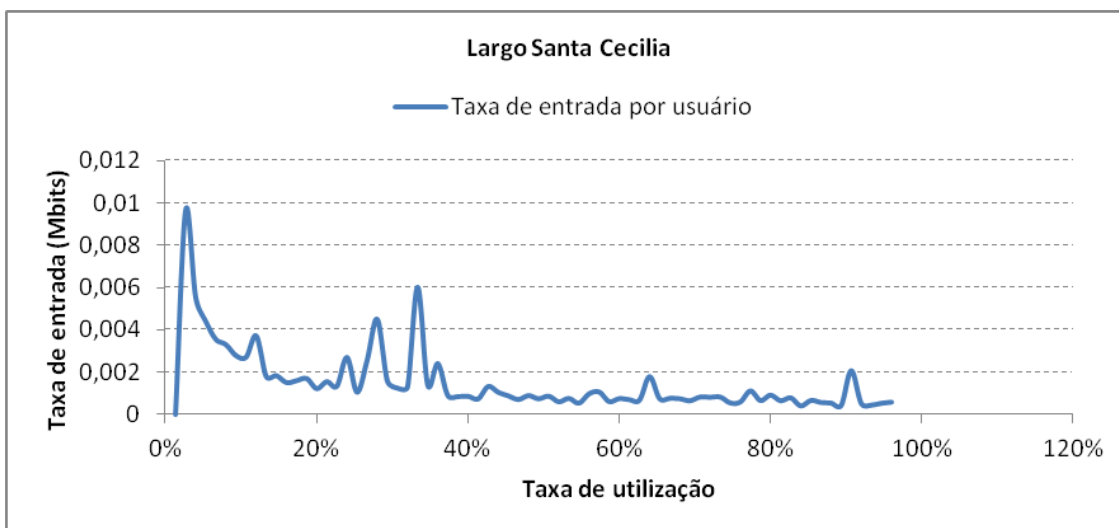
ANEXO H – Taxa de entrada por usuário vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo) das 15 praças.



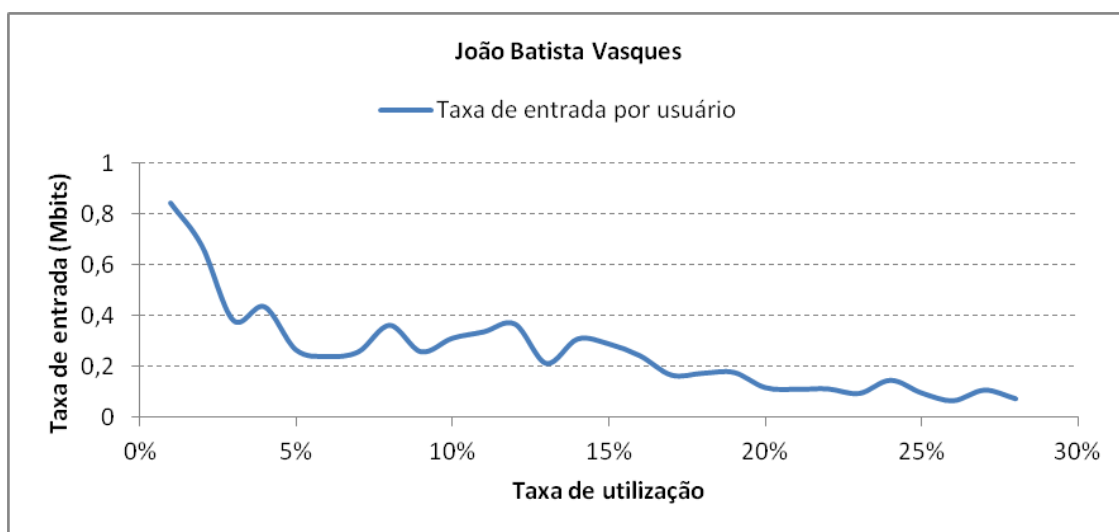
a) Mercado Municipal.



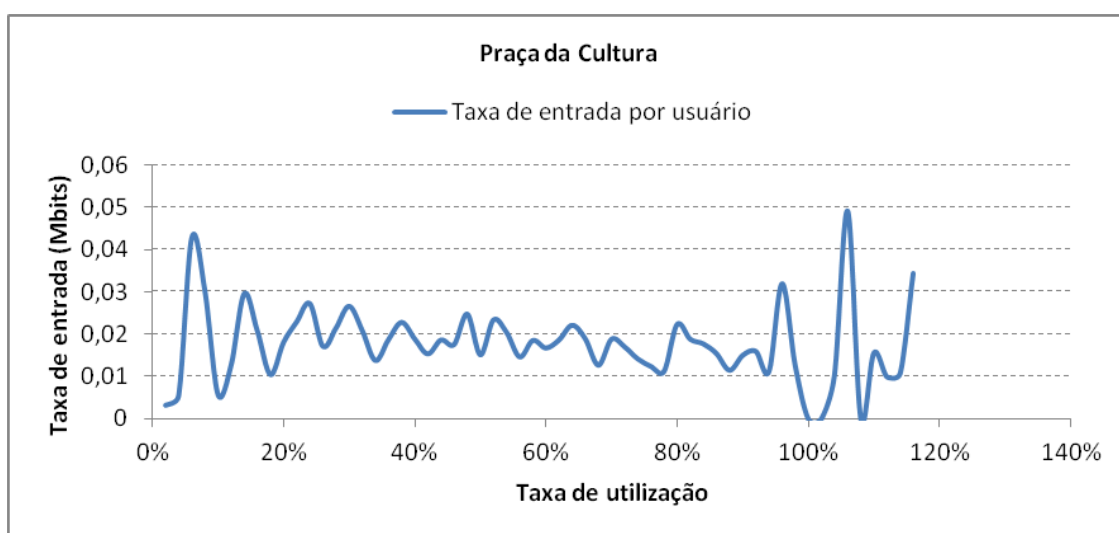
b) Parque da Aclimação.



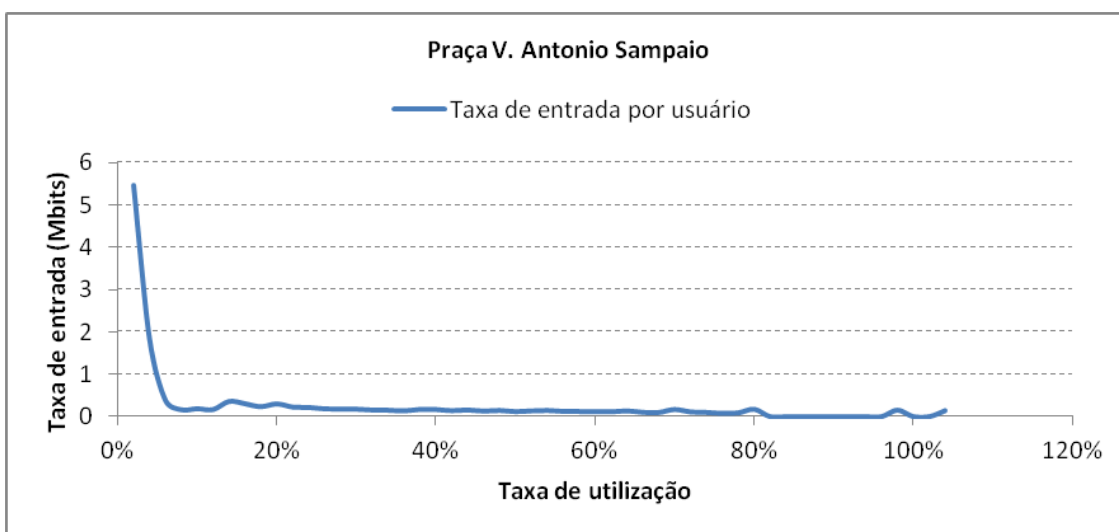
c) Largo Santa Cecília.



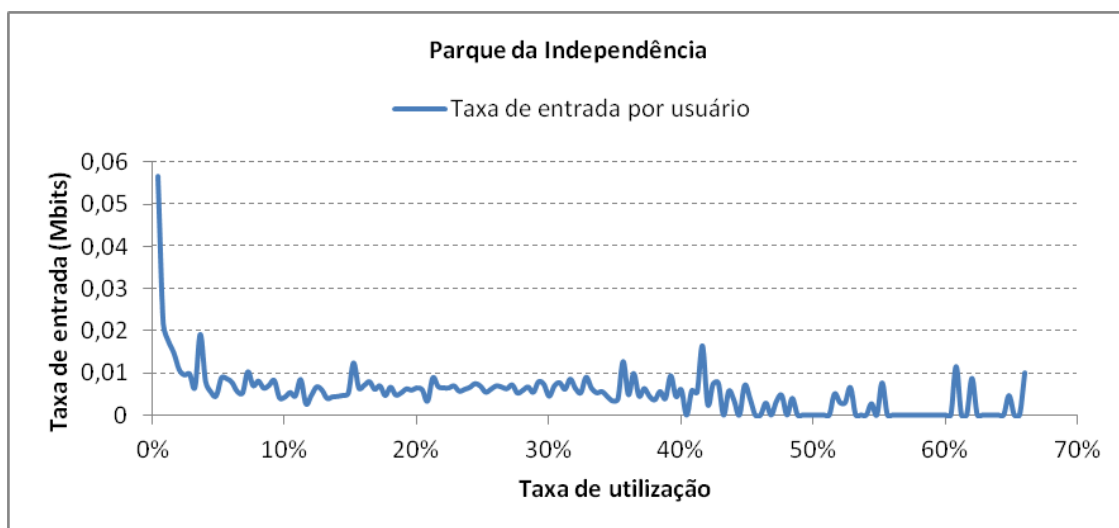
d) Praça João Batista Vasques.



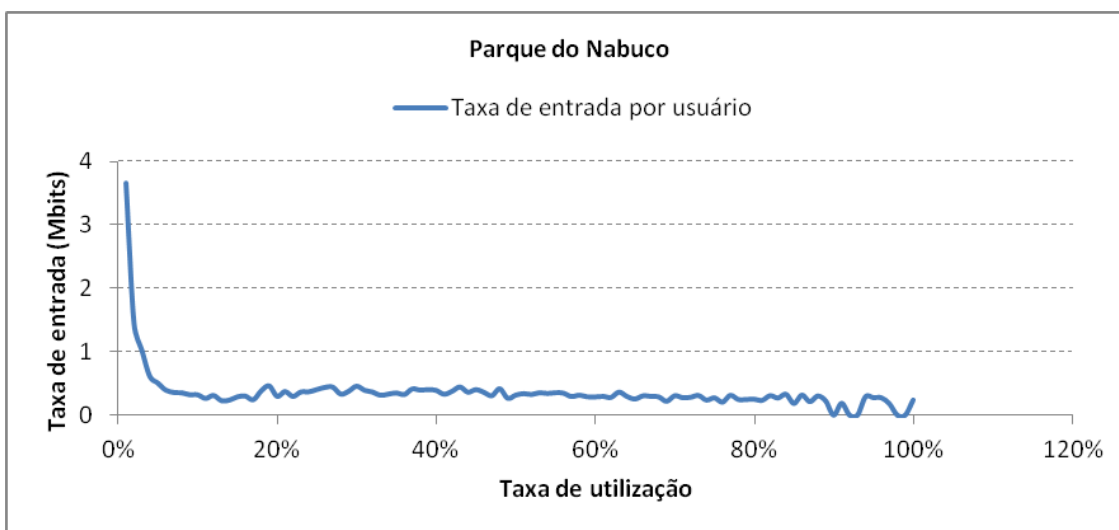
e) Praça da Cultura.



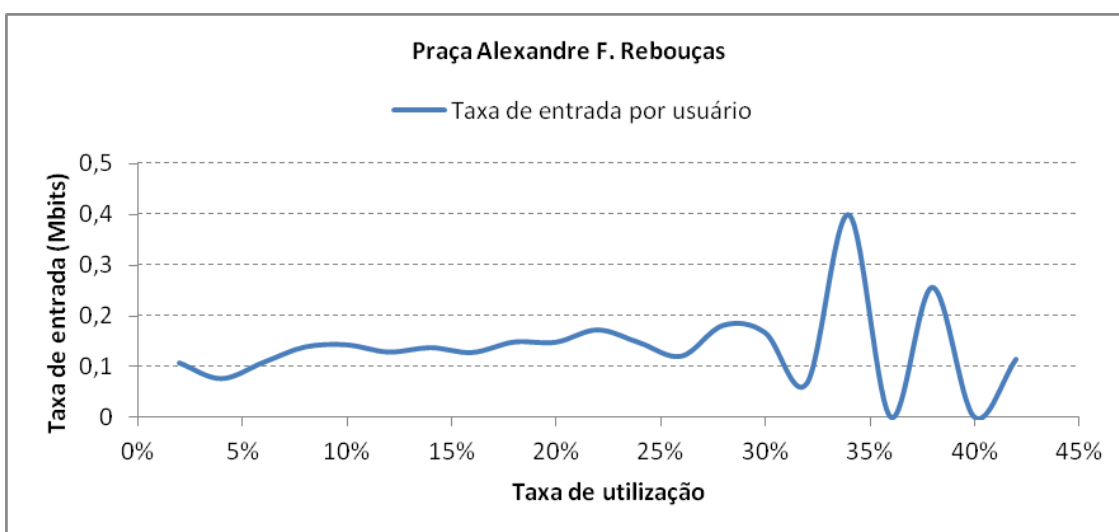
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



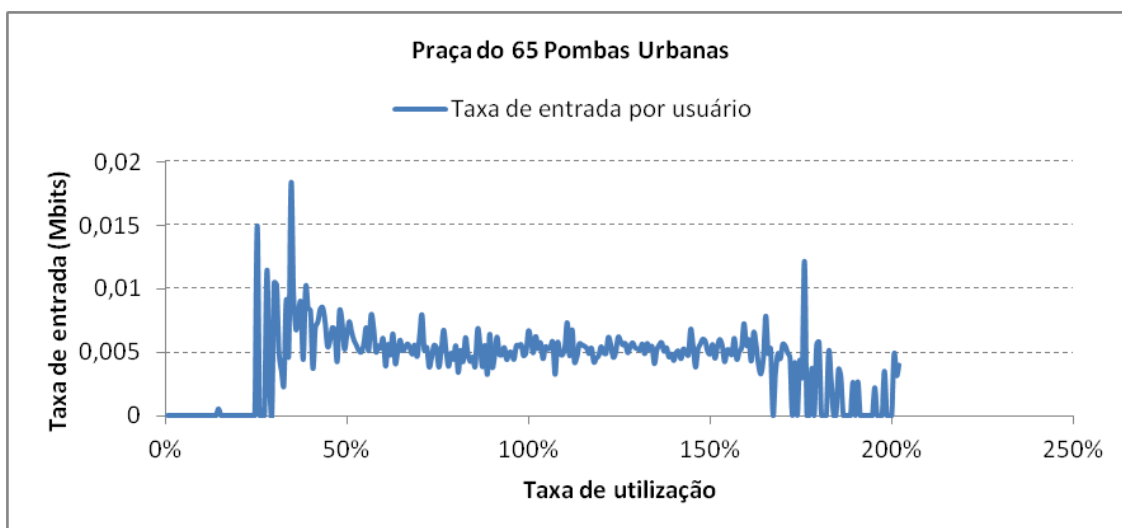
g) Parque da Independência.



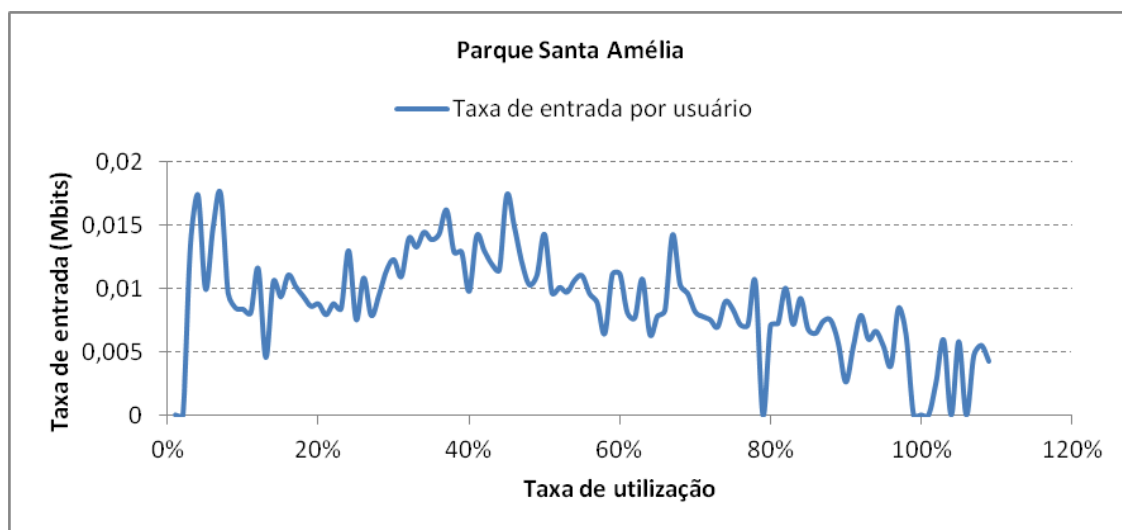
h) Parque do Nabuco.



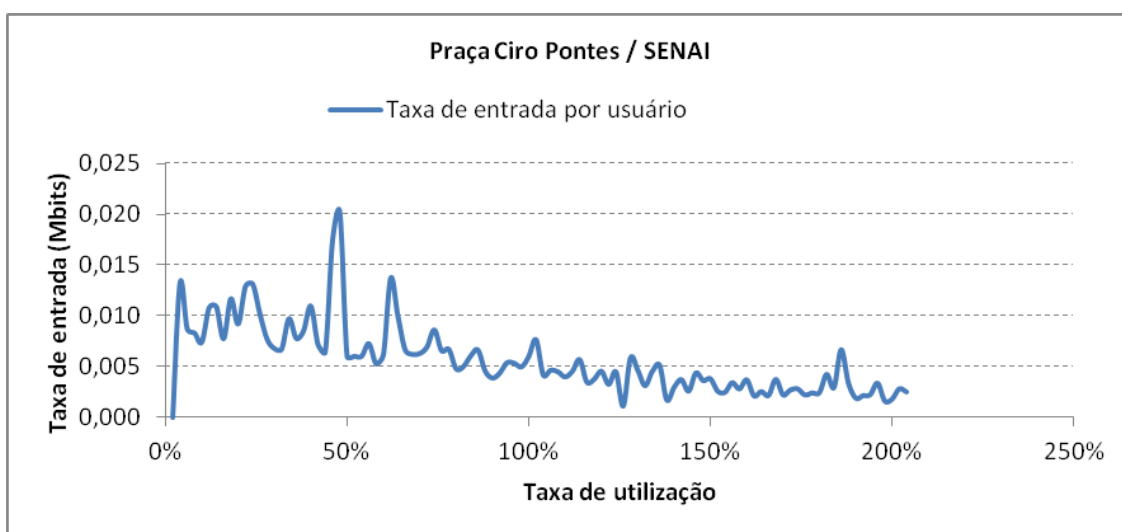
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



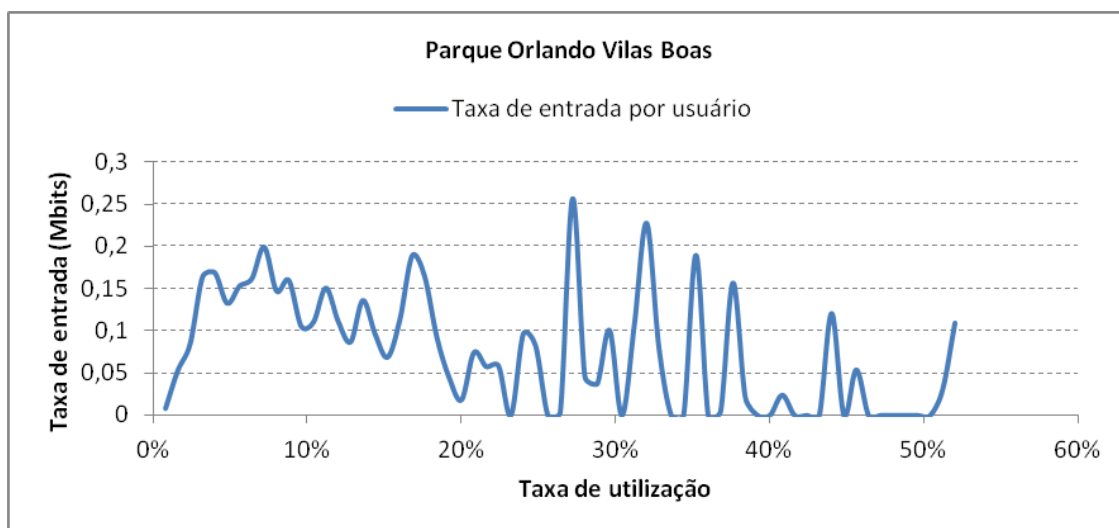
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



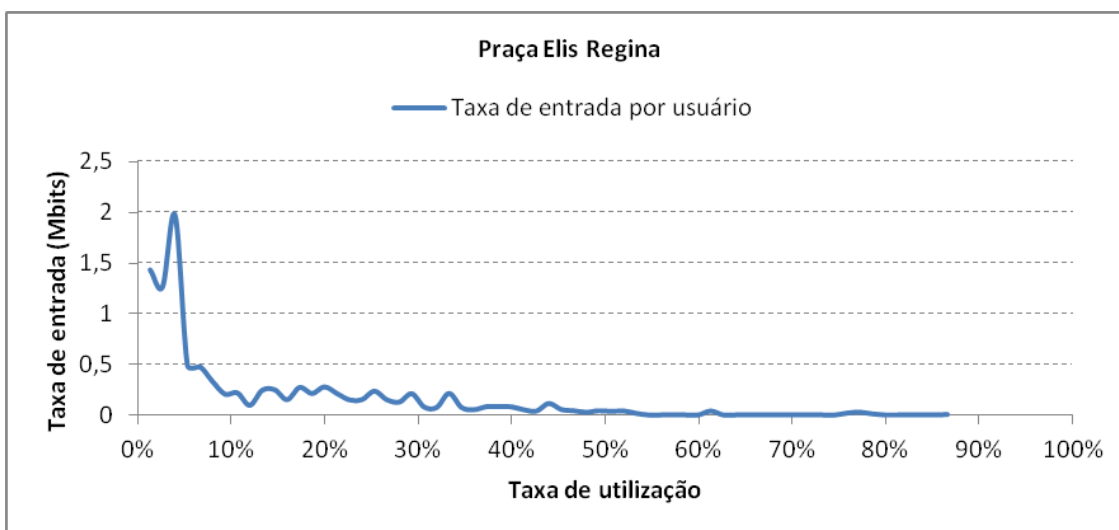
k) Parque Santa Amélia.



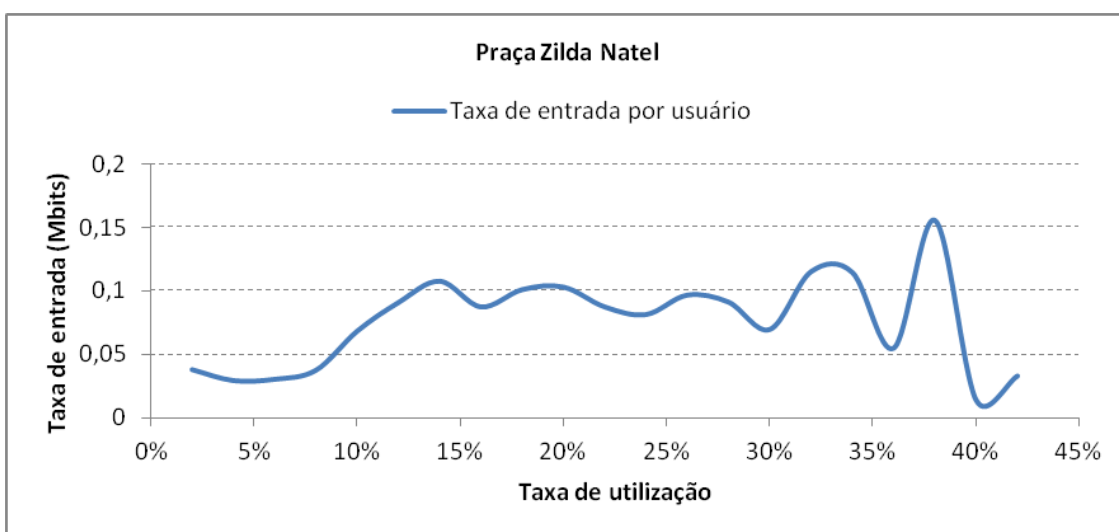
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



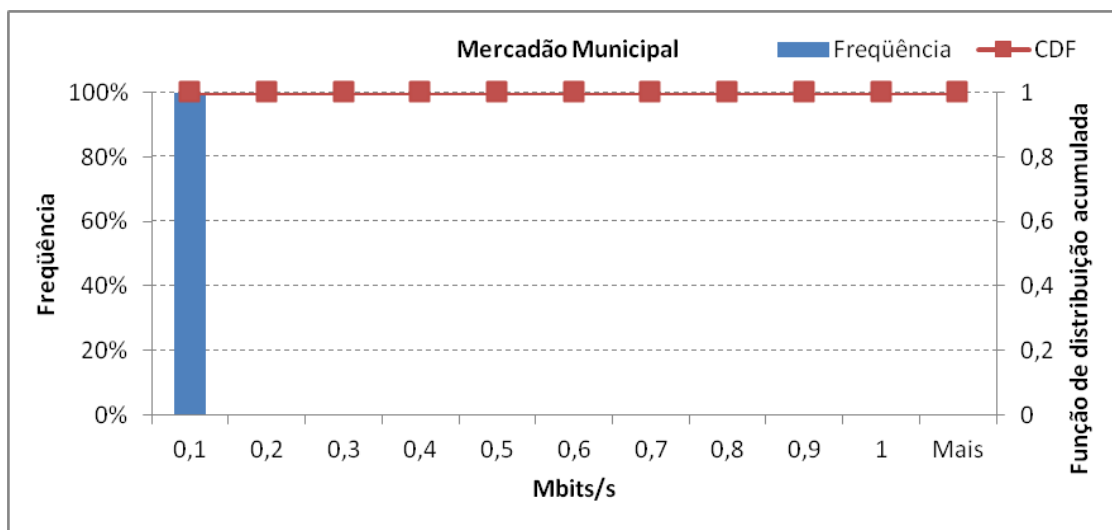
m) Parque Orlando Villas Bôas.



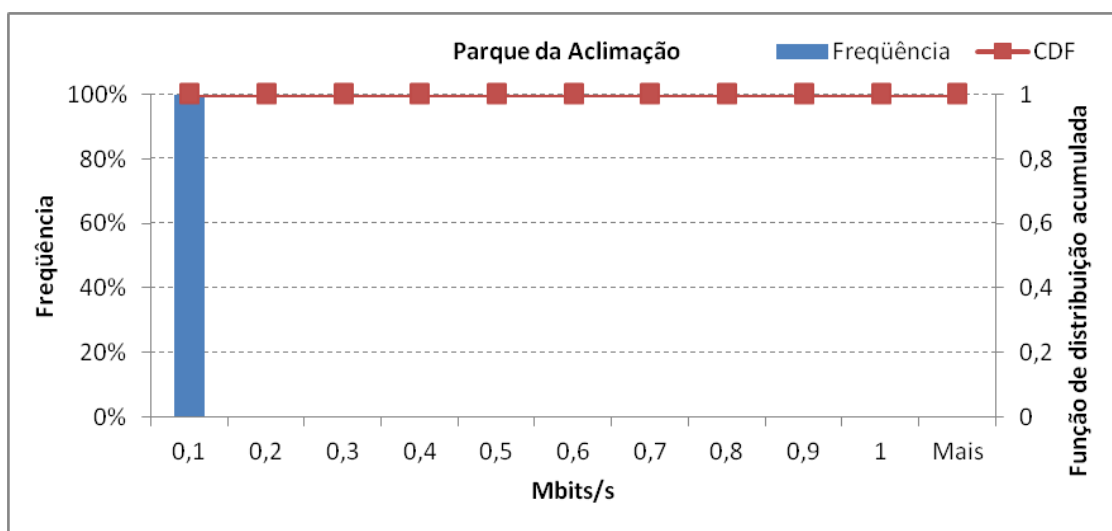
n) Praça Elis Regina.



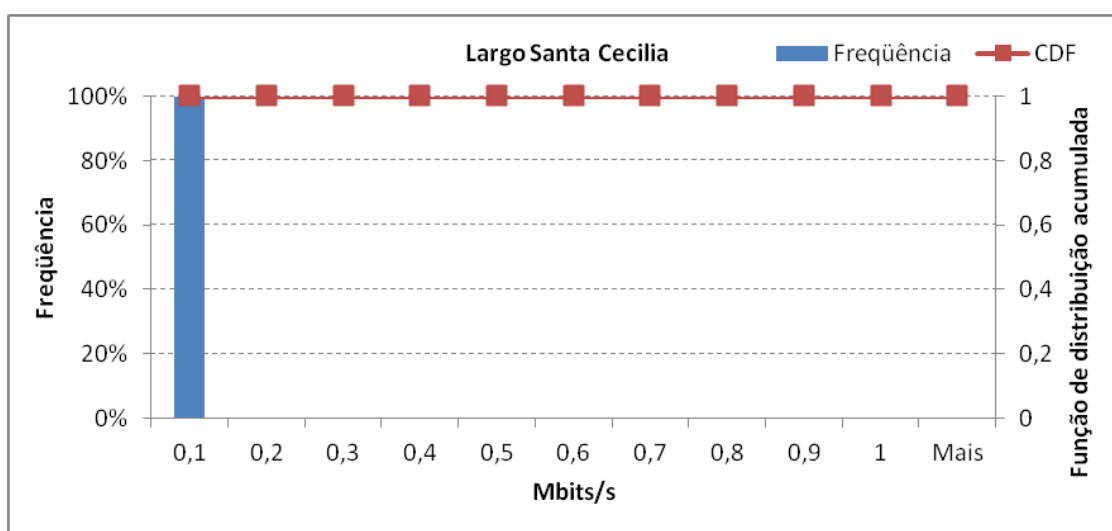
o) Praça Zilda Natel.

ANEXO I – Histograma e distribuição Acumulada da taxa de entrada por número de usuários das 15 praças.

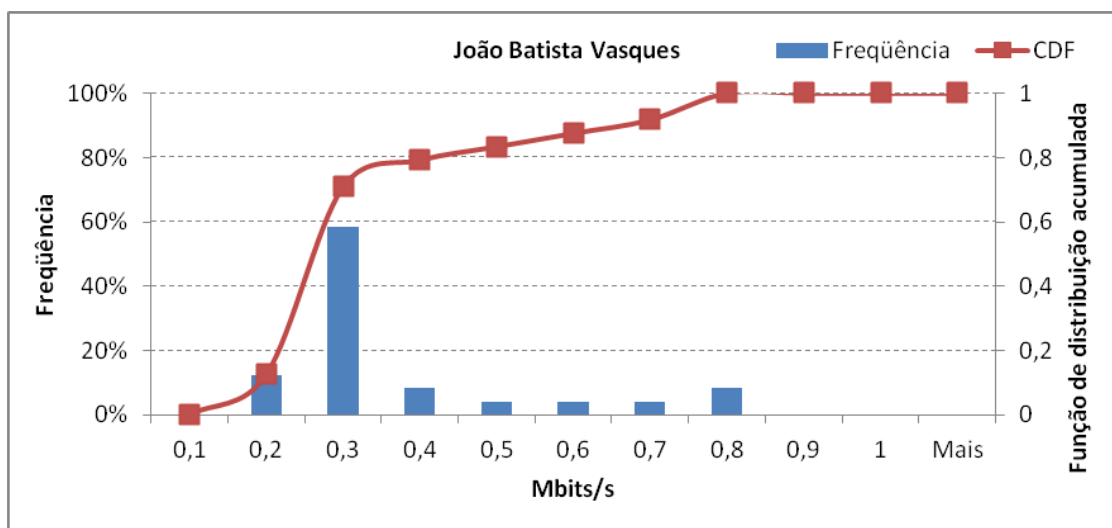
a) Mercado Municipal.



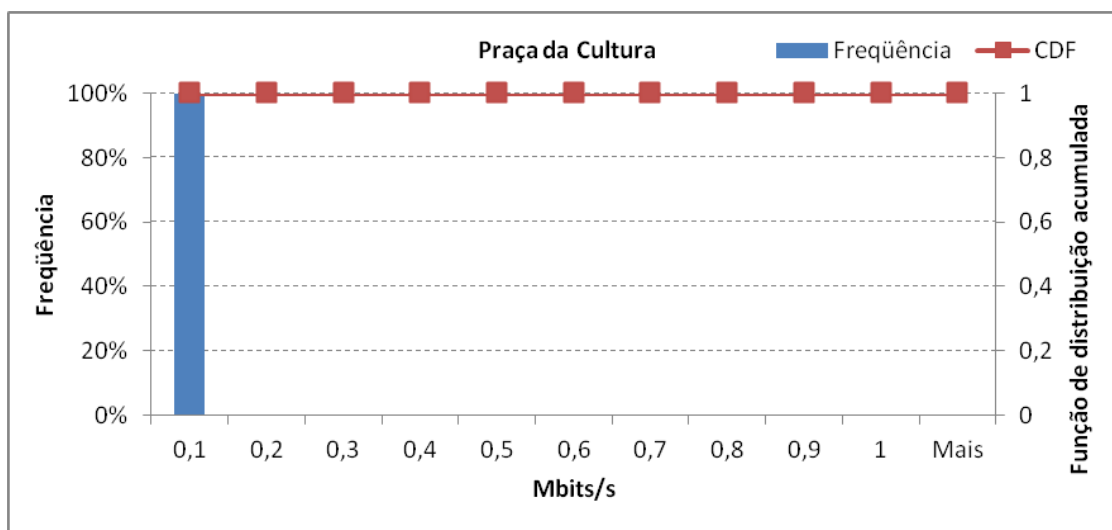
b) Parque da Aclimação.



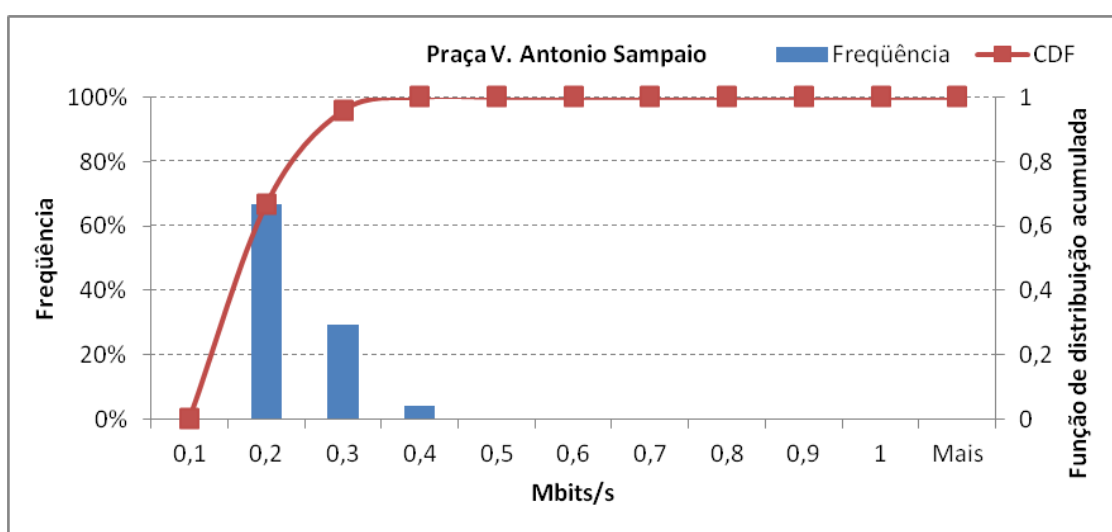
c) Largo Santa Cecília.



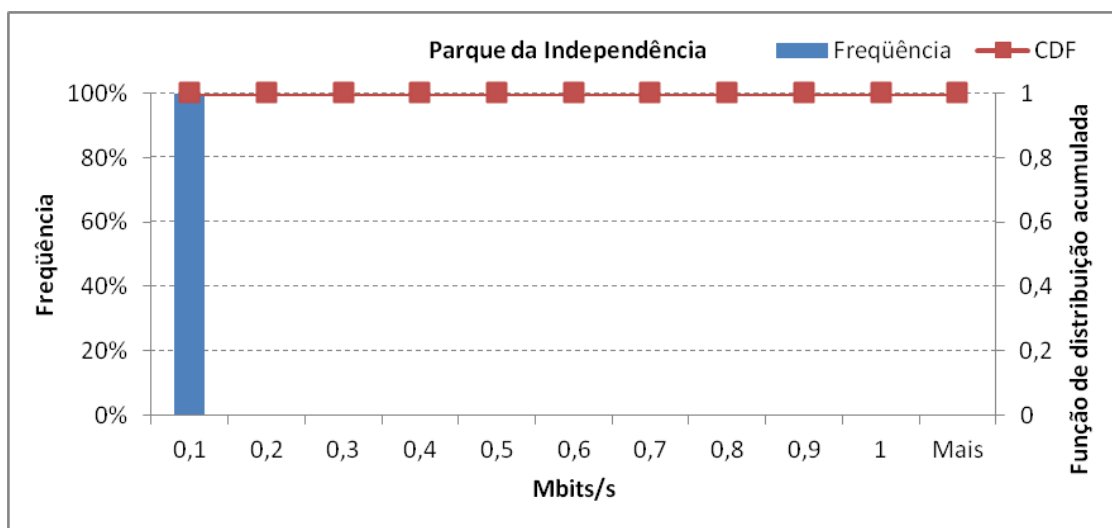
d) Praça João Batista Vasques.



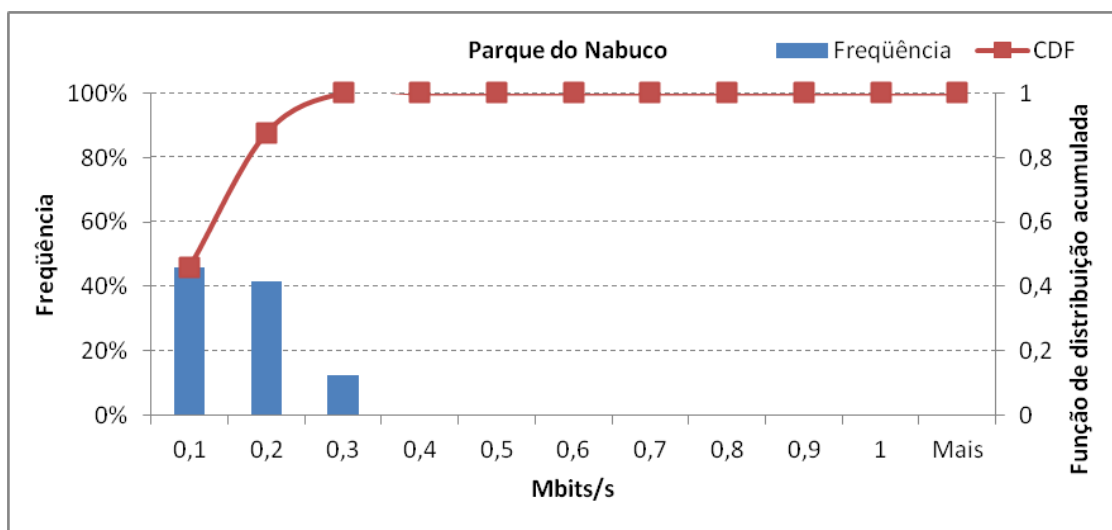
e) Praça da Cultura.



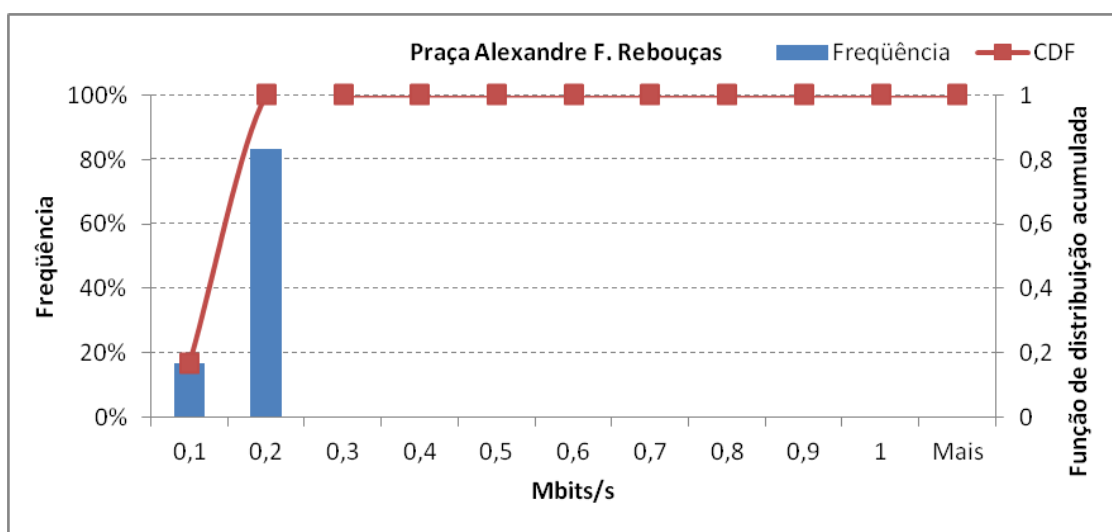
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



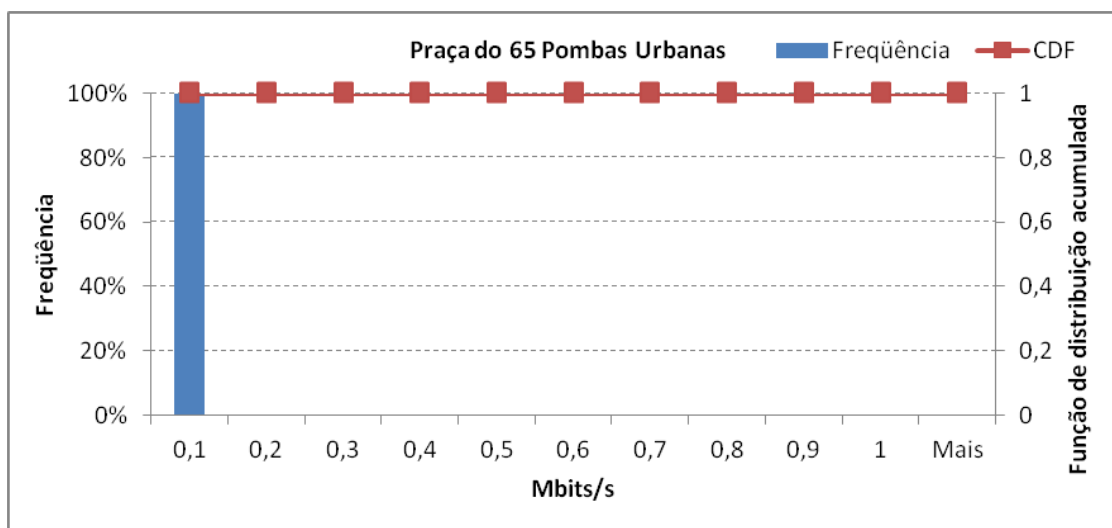
g) Parque da Independência.



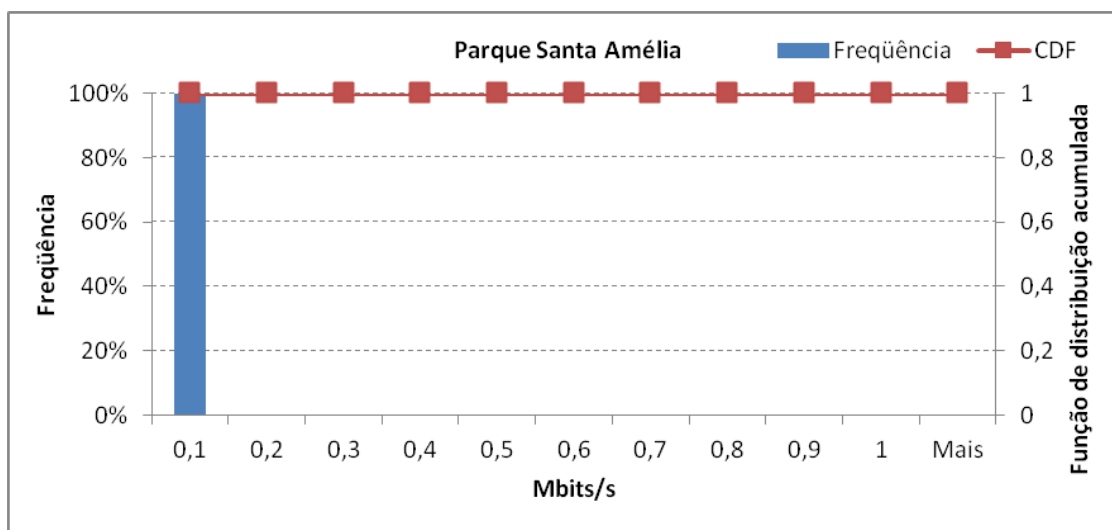
h) Parque do Nabuco.



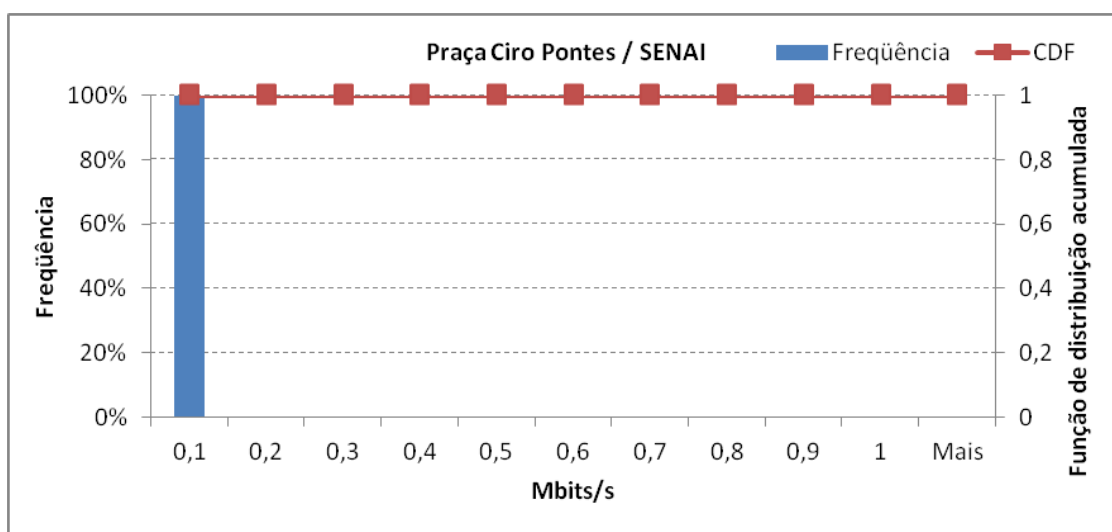
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



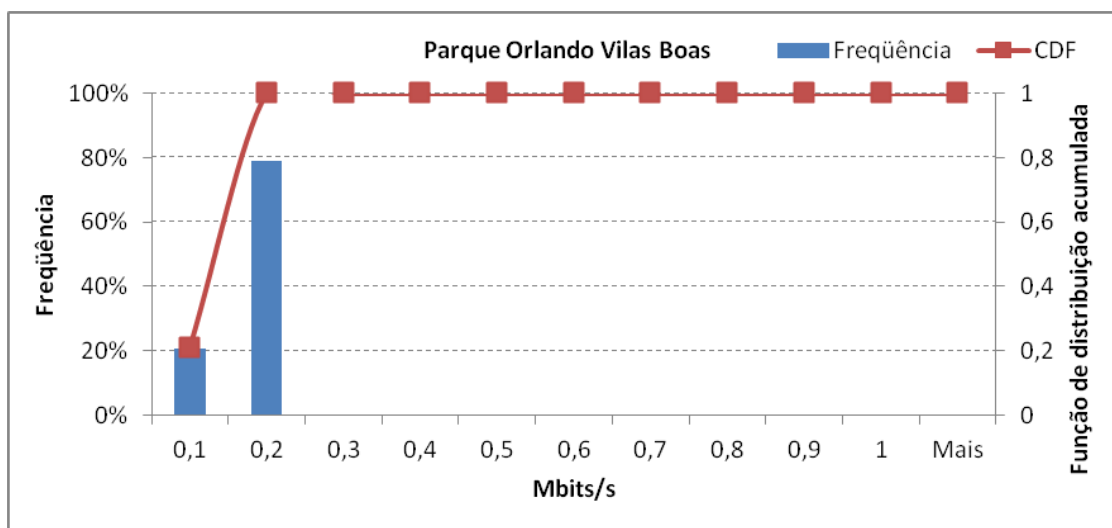
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



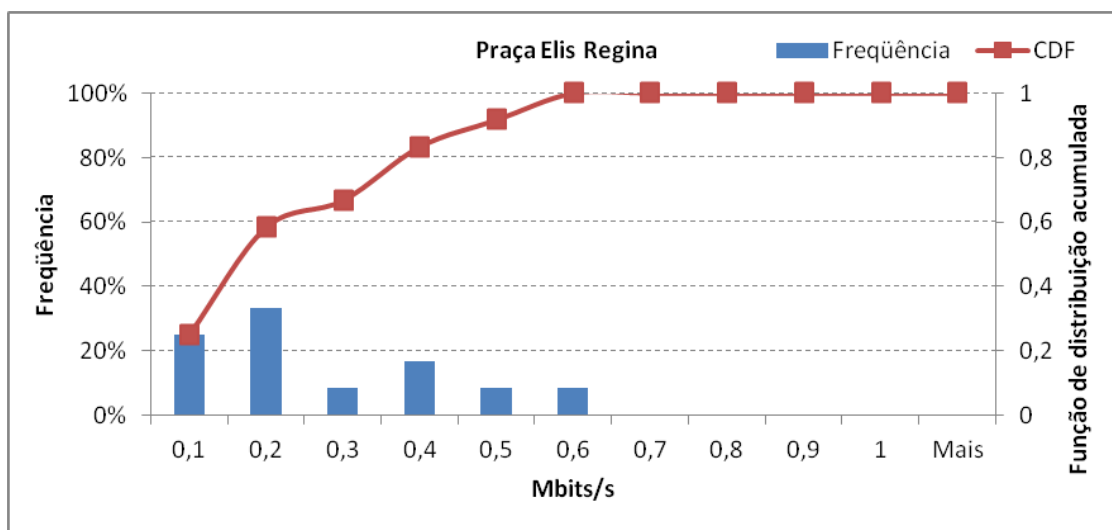
k) Parque Santa Amélia.



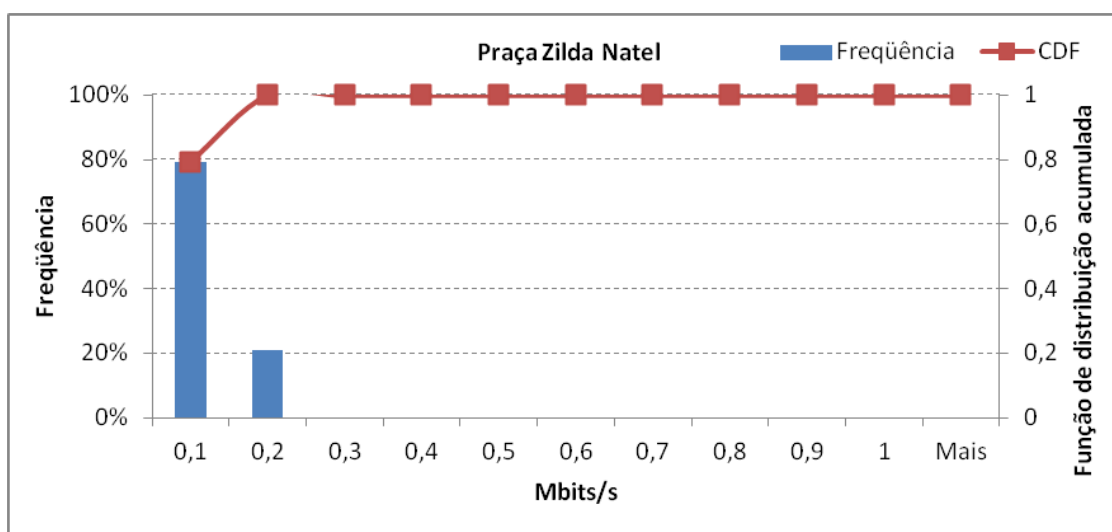
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

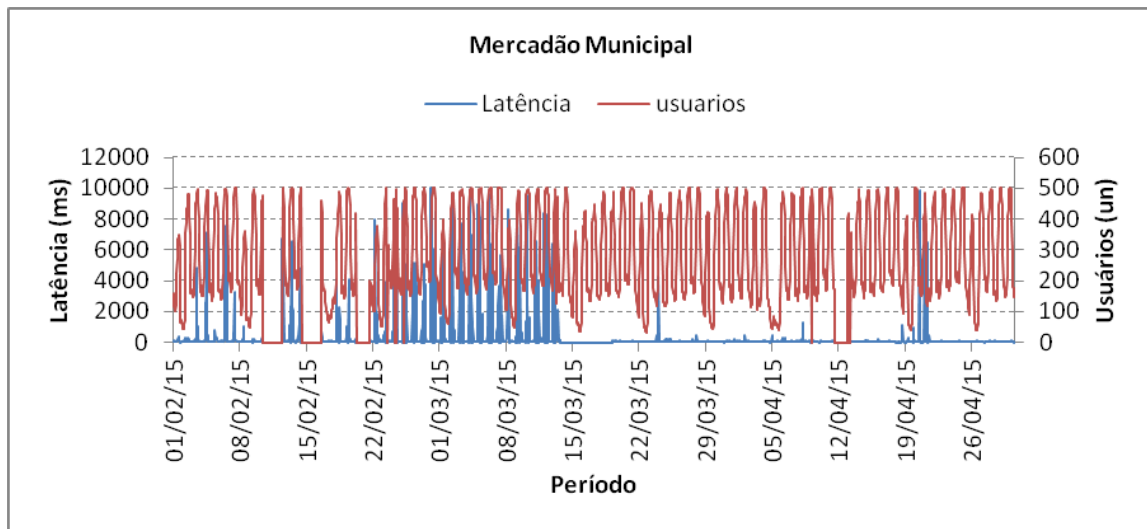


n) Praça Elis Regina.

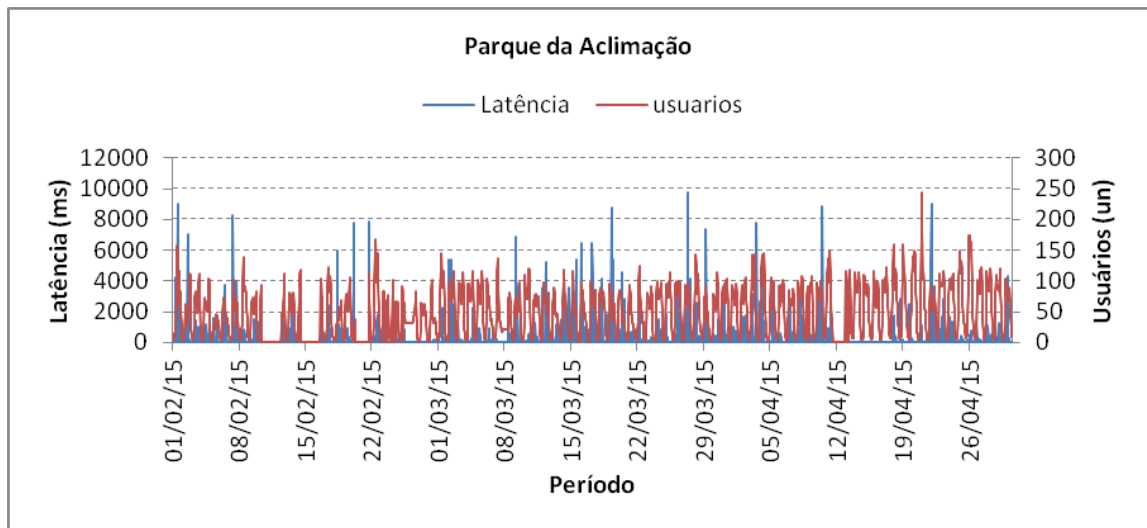


o) Praça Zilda Natel.

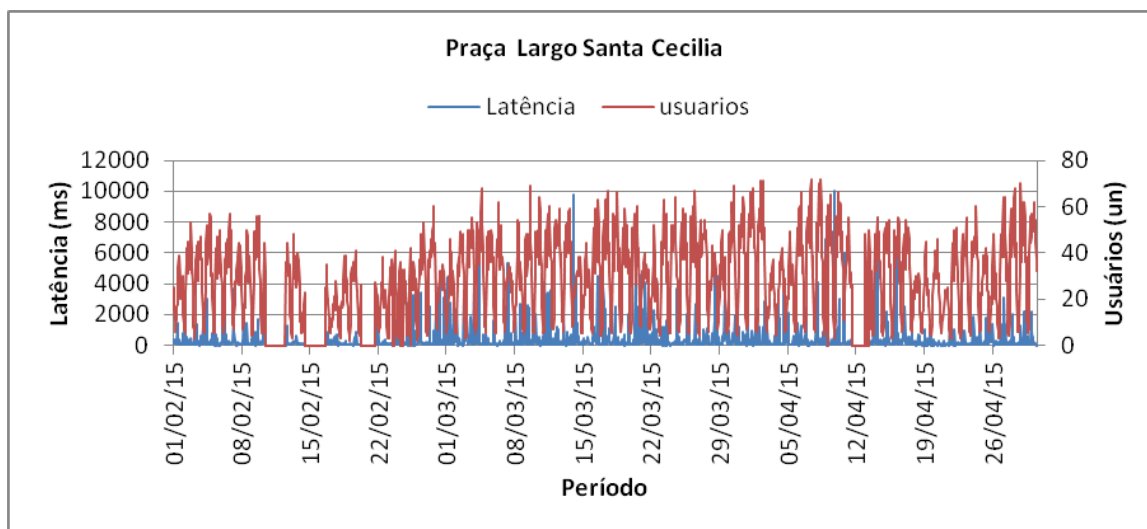
ANEXO J – Latência vs. número de usuários (serie temporal) das 15 praças.



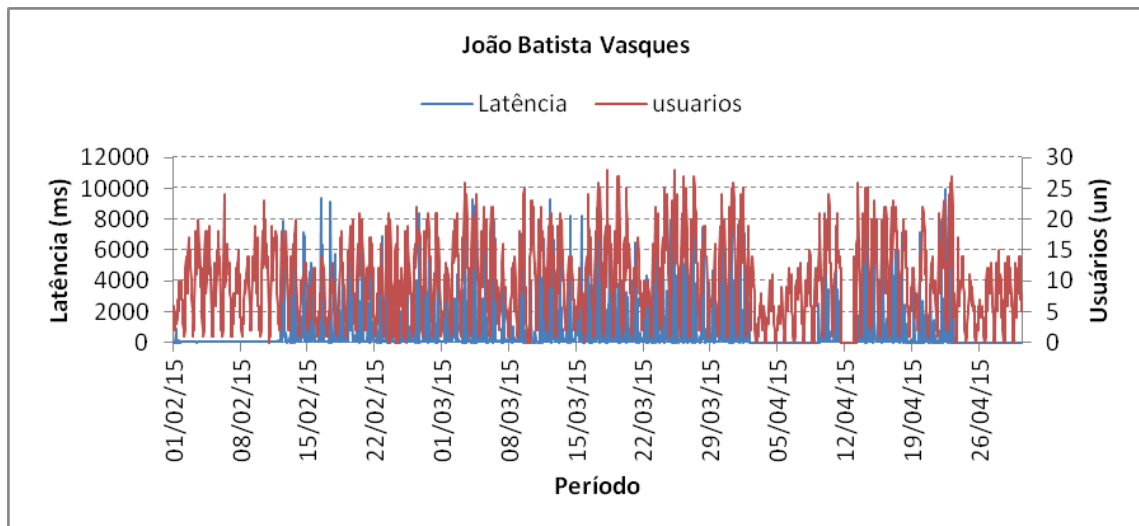
a) Mercado Municipal.



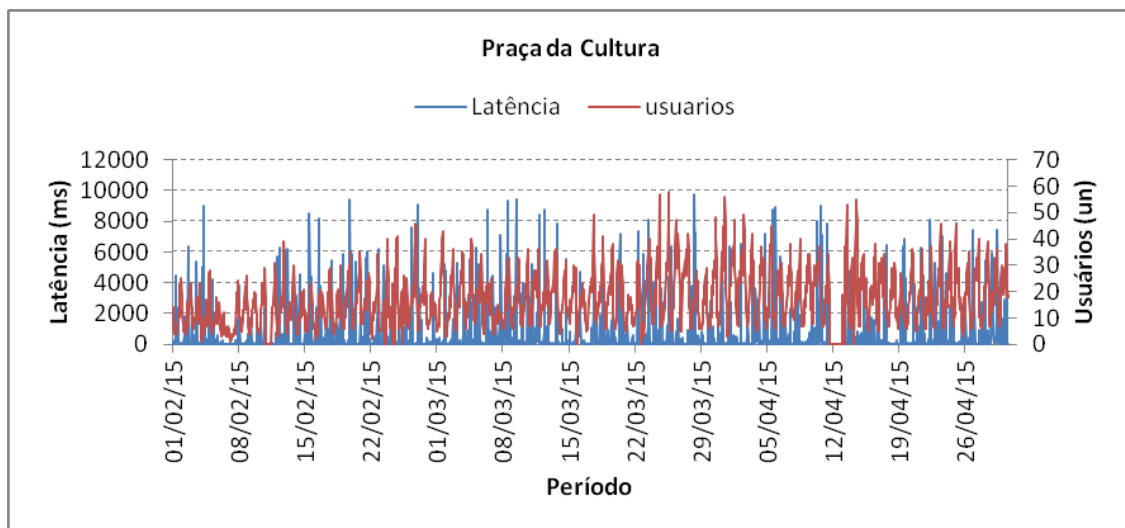
b) Parque da Aclimação.



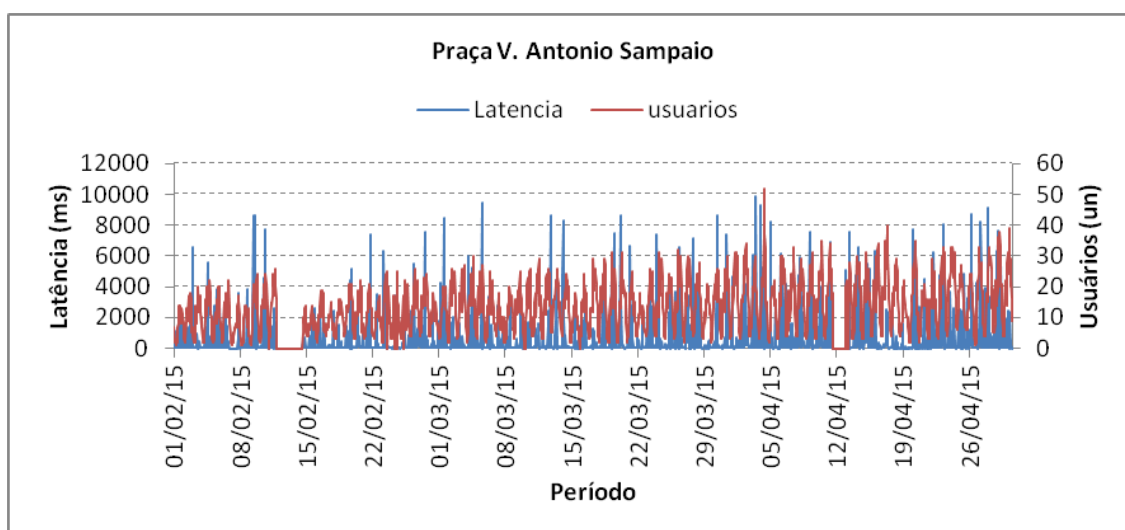
c) Largo Santa Cecília.



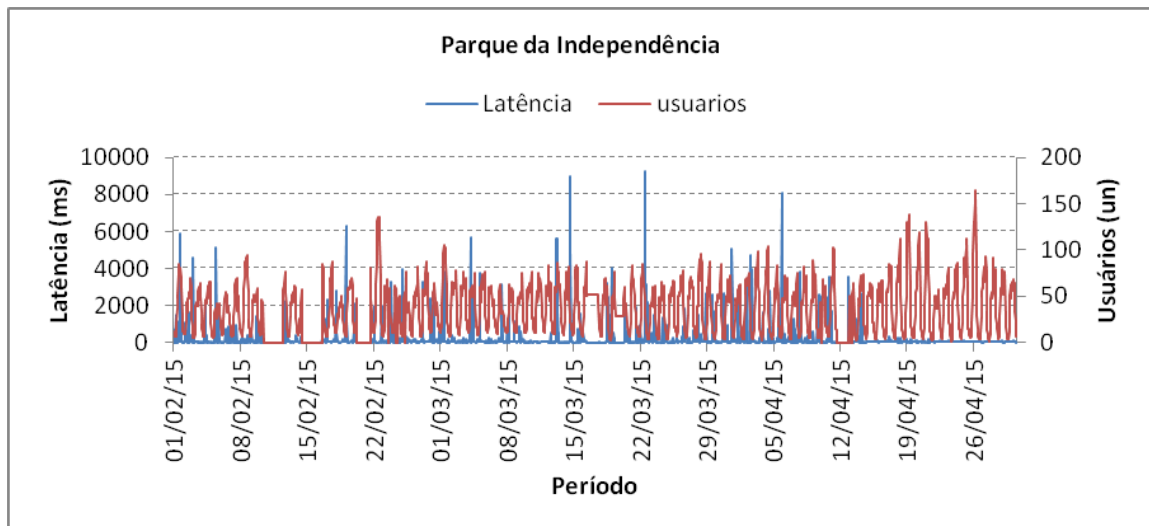
d) Praça João Batista Vasques.



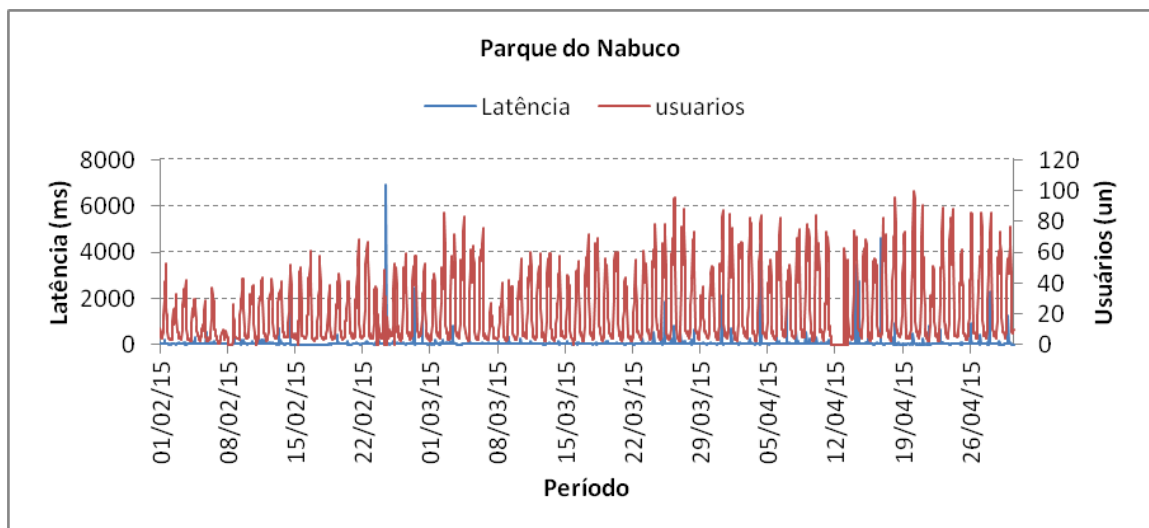
e) Praça da Cultura.



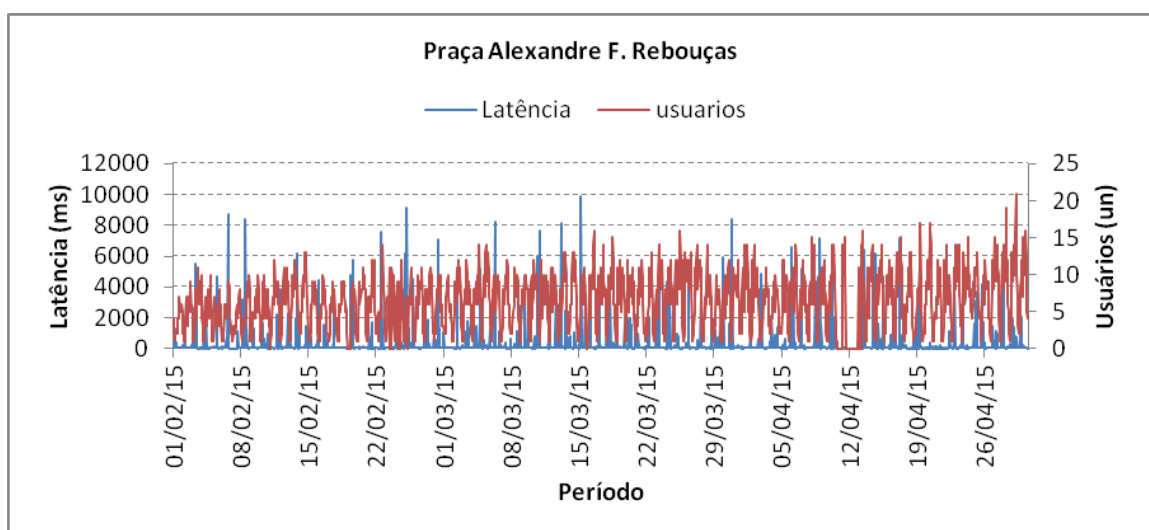
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



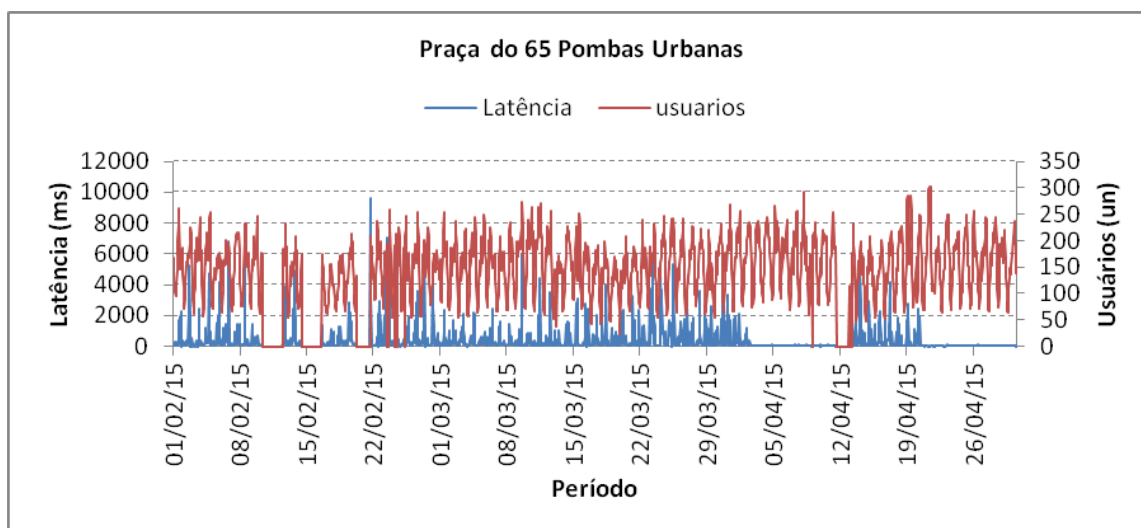
g) Parque da Independência.



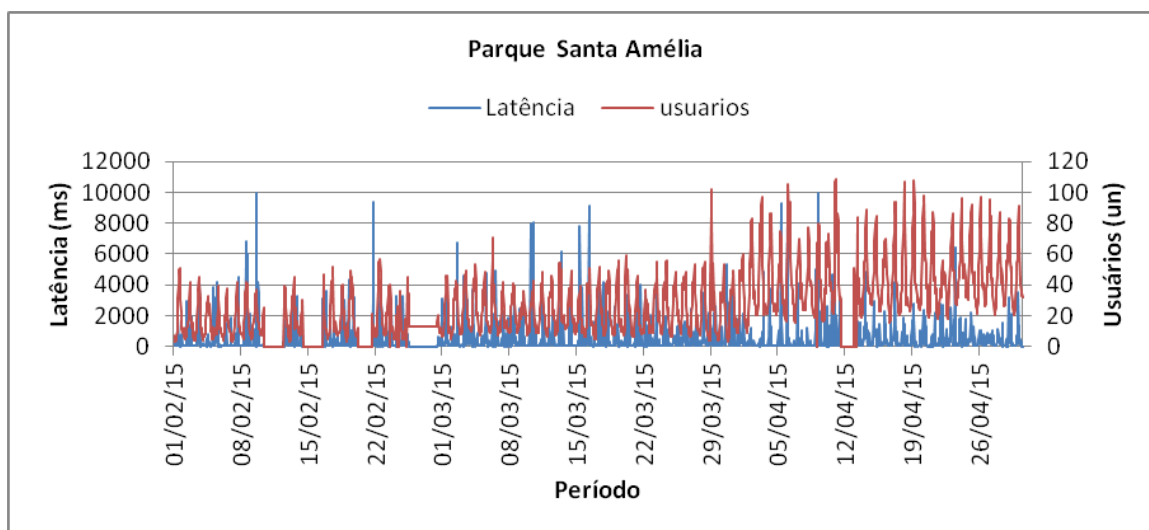
h) Parque do Nabuco.



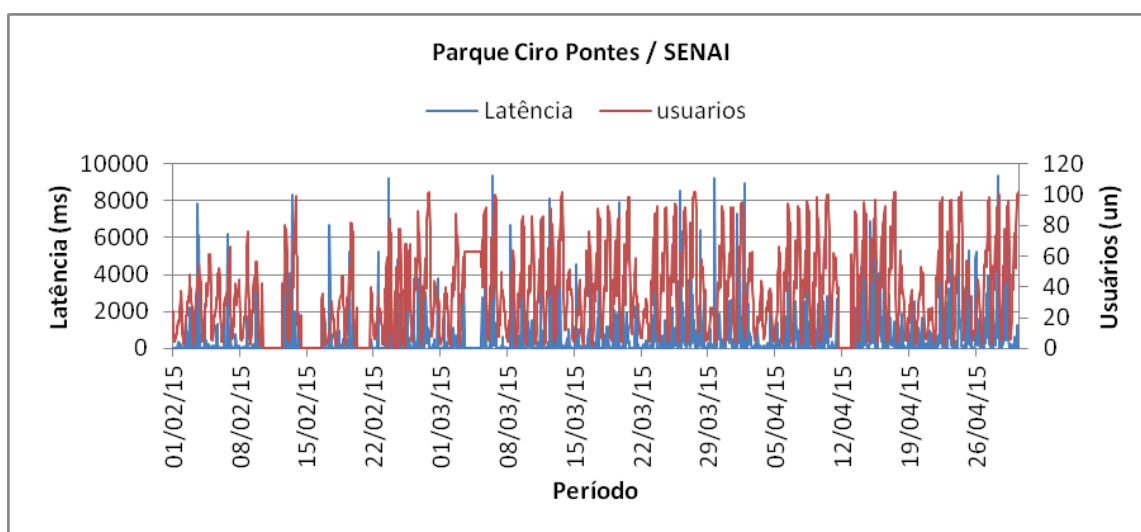
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



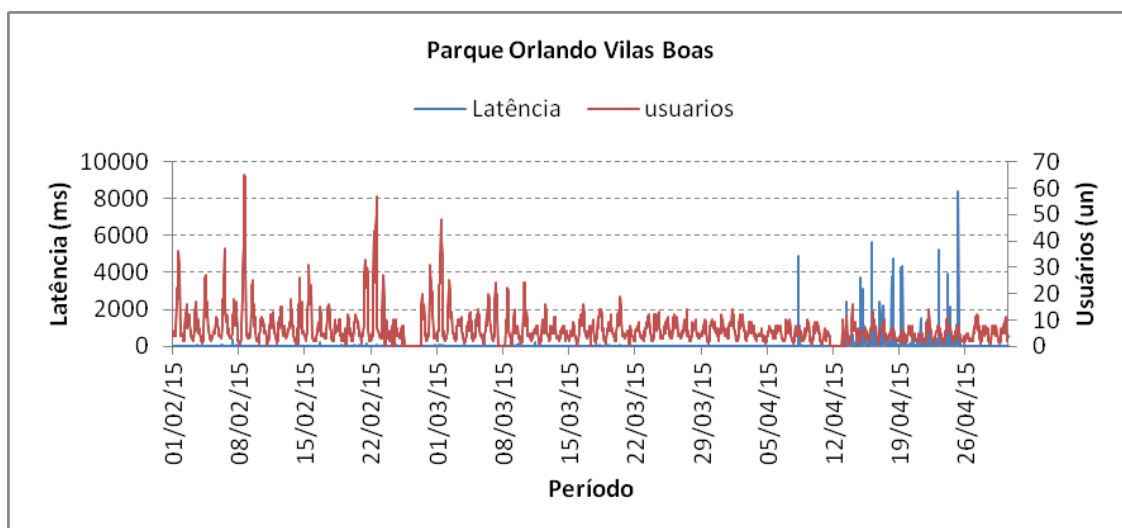
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



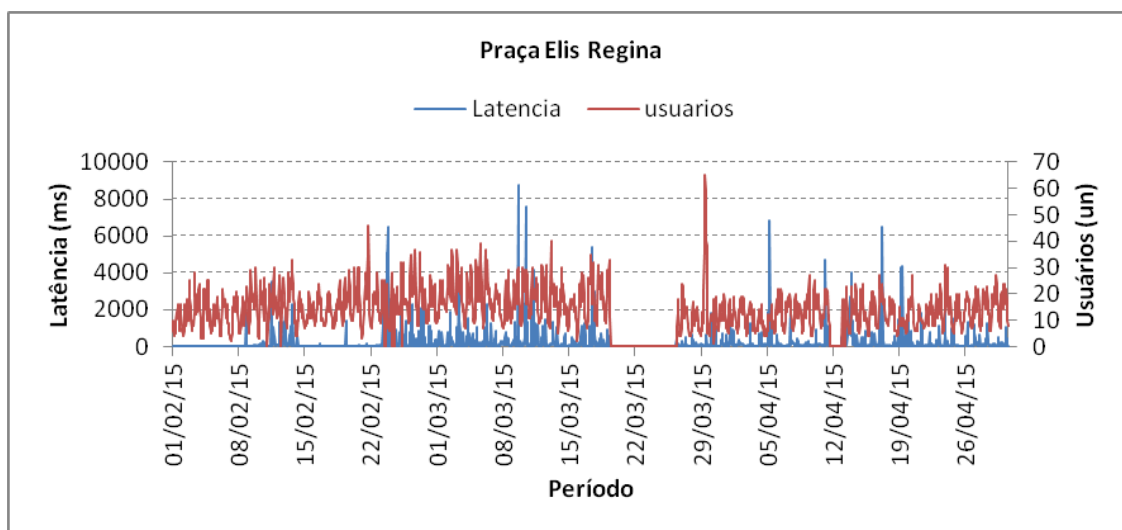
k) Parque Santa Amélia.



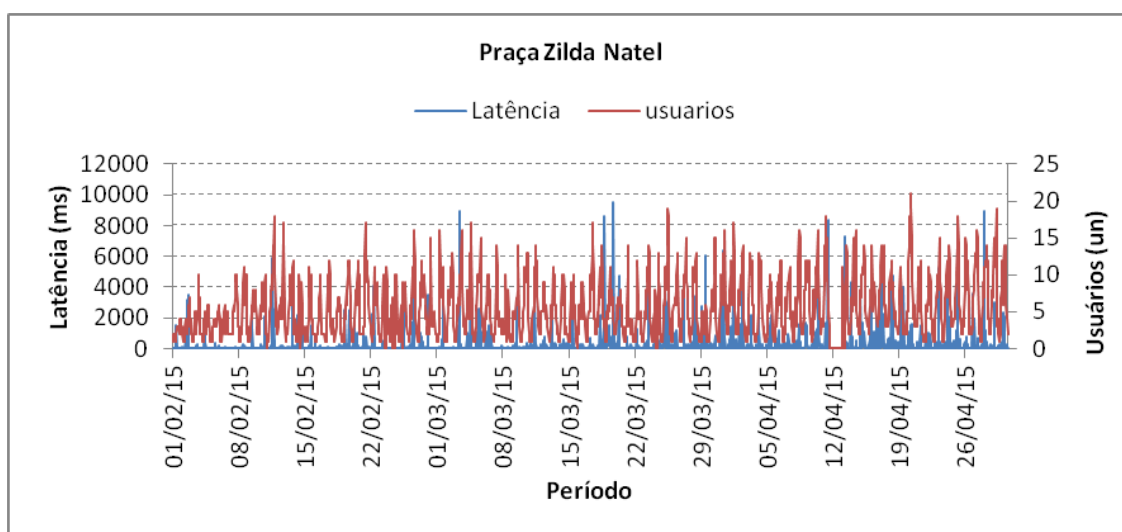
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

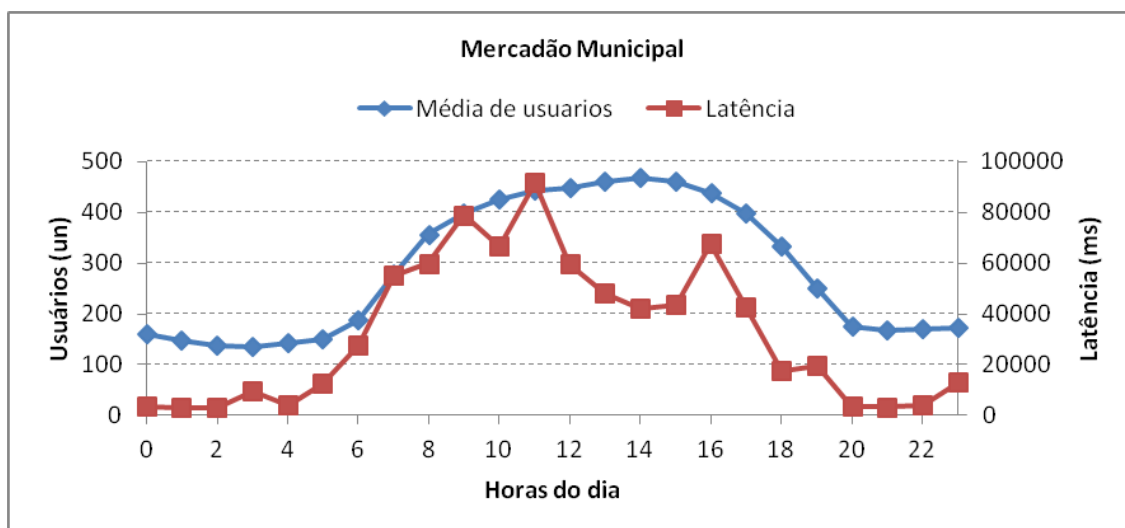


n) Praça Elis Regina.

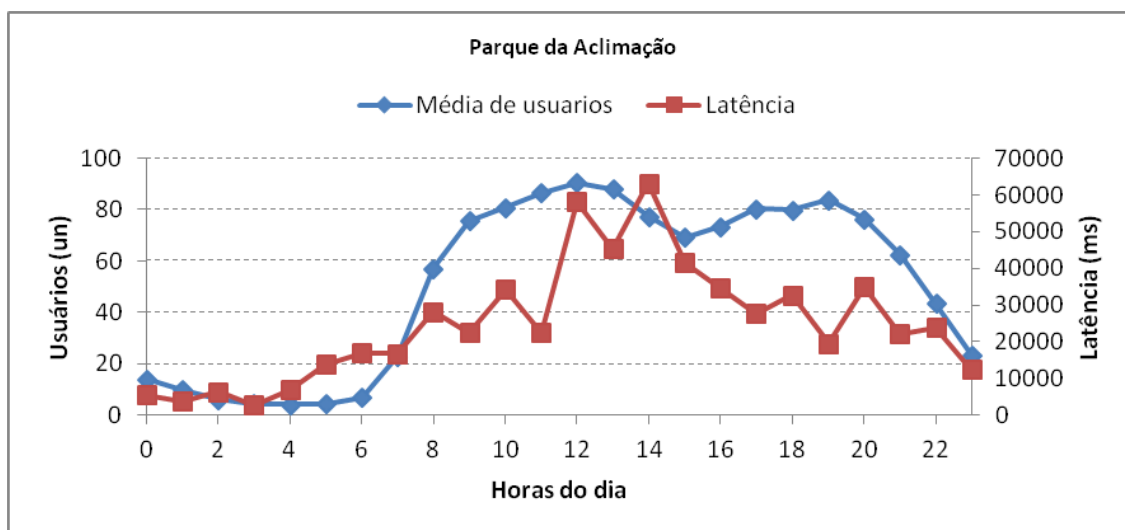


o) Praça Zilda Natel.

ANEXO K – Latência vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.

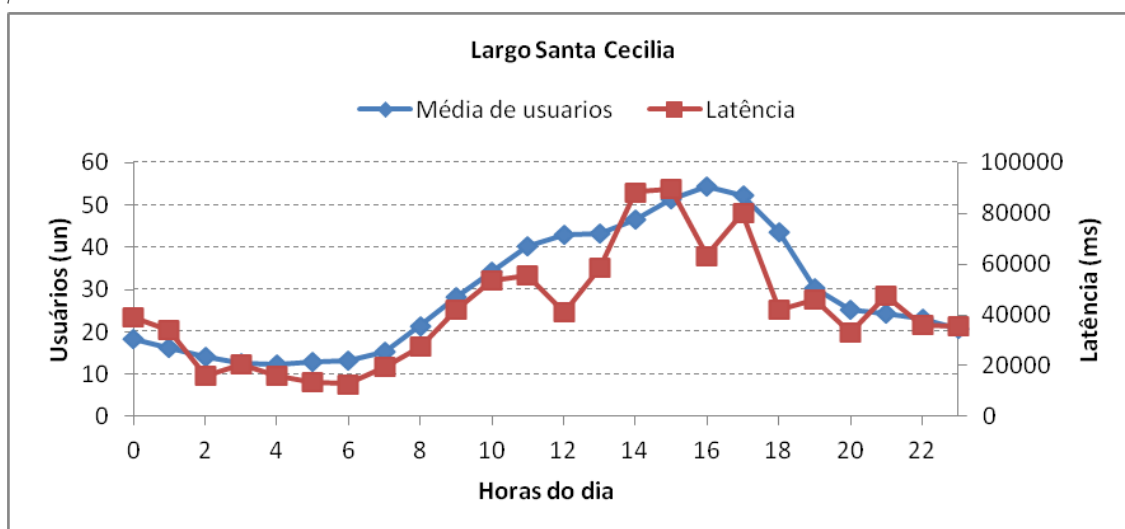


a) Mercadão Municipal.

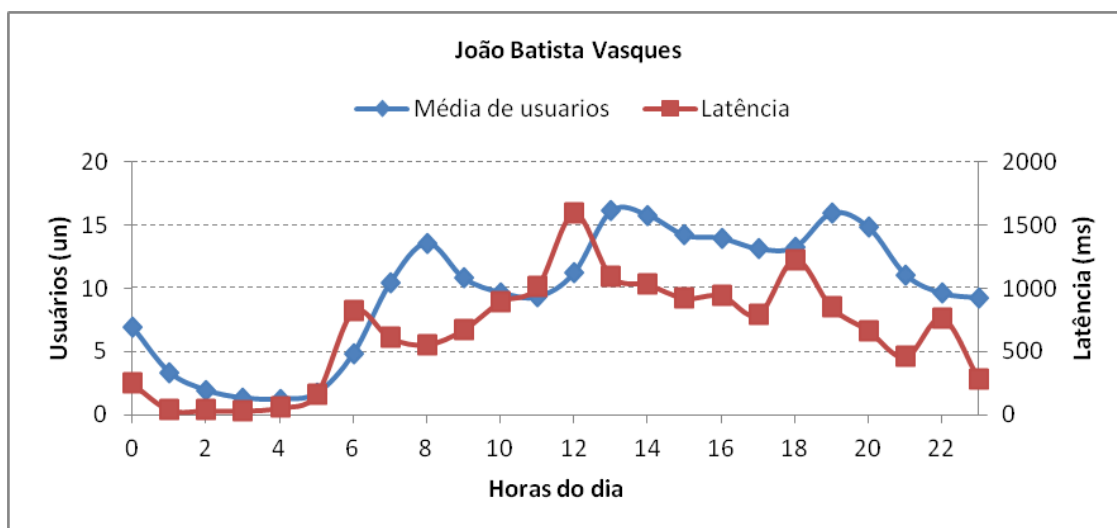


b) Parque da Aclimação.

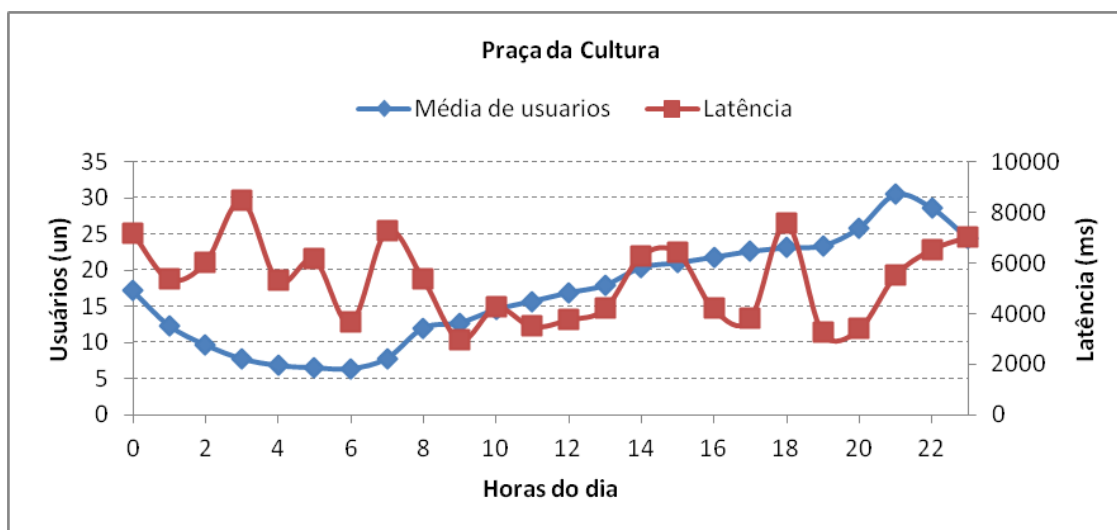
7



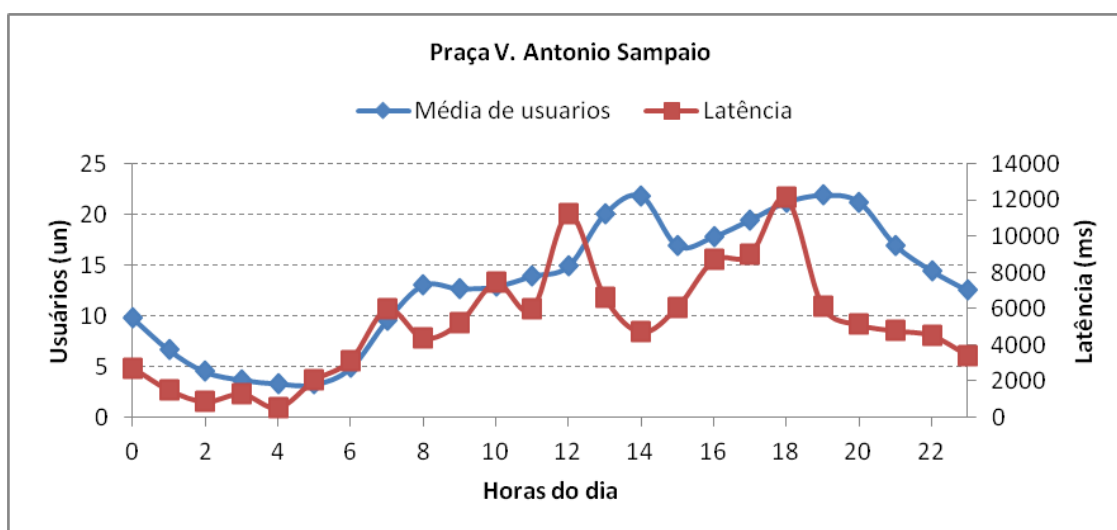
c) Largo Santa Cecília.



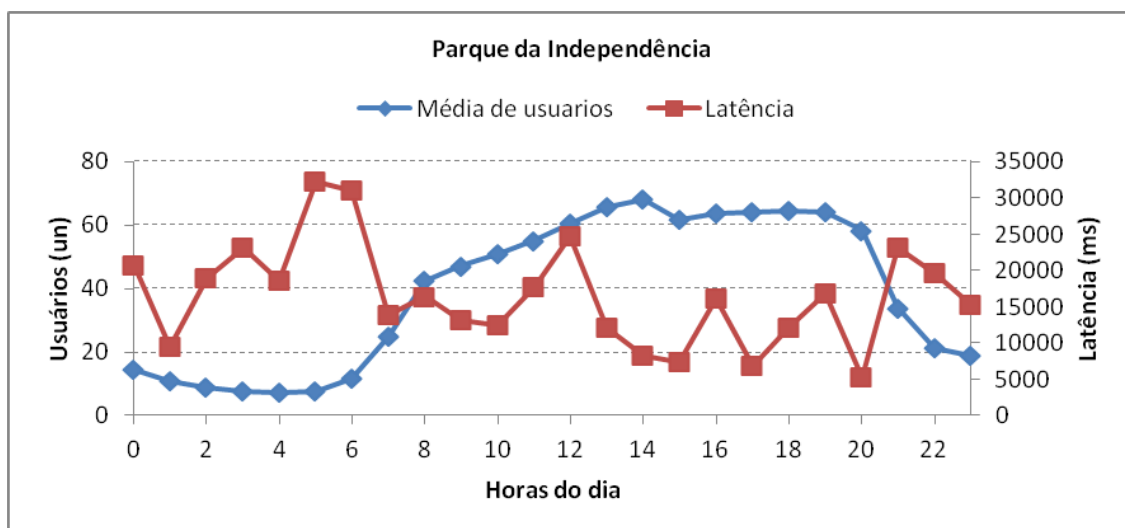
d) Praça João Batista Vasques.



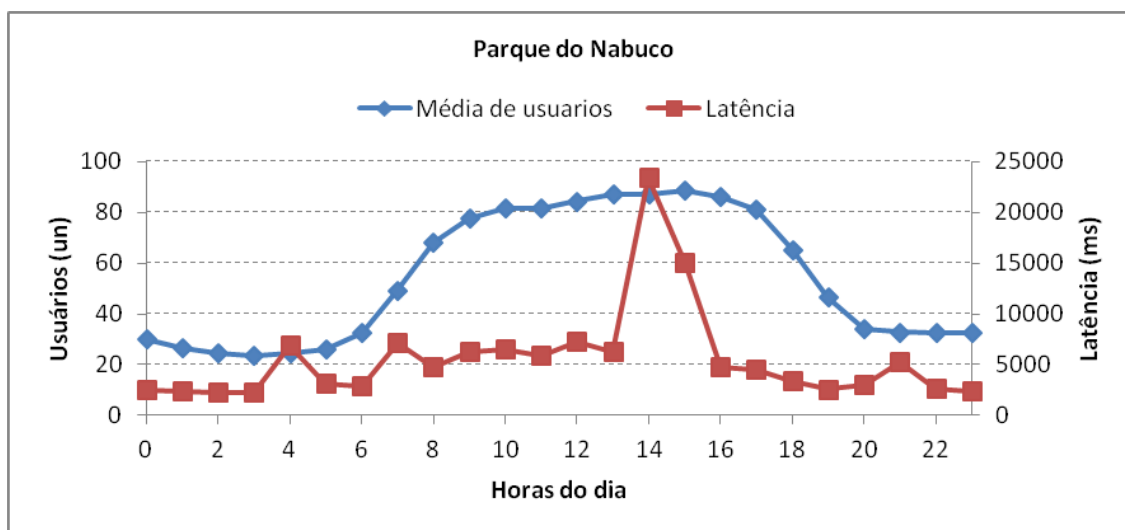
e) Praça da Cultura.



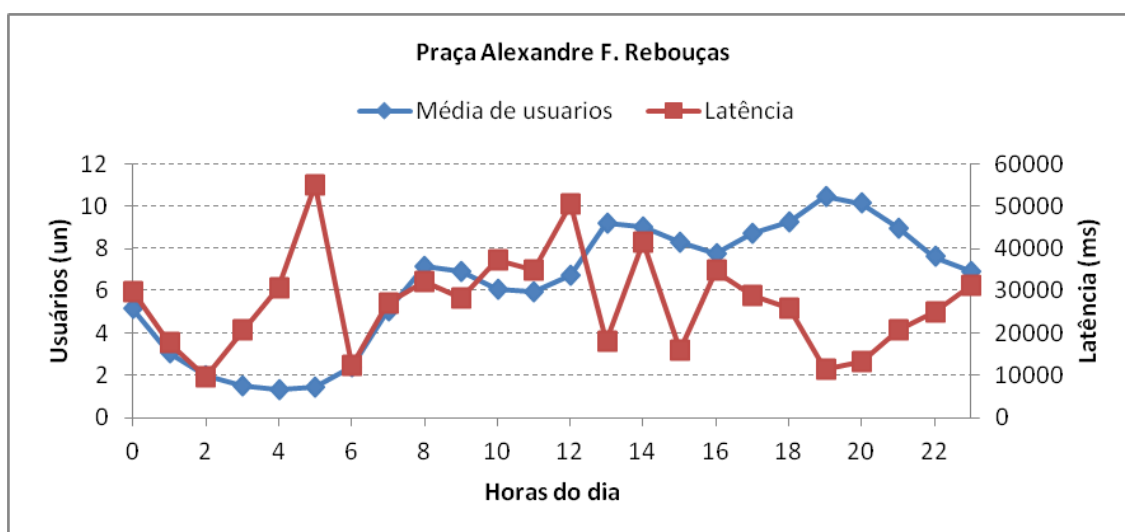
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



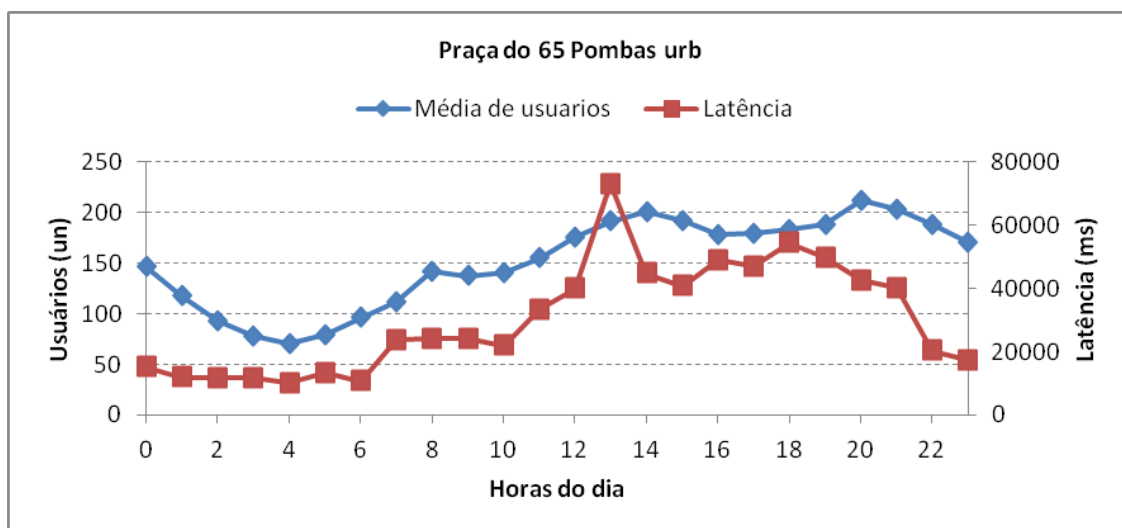
g) Parque da Independência.



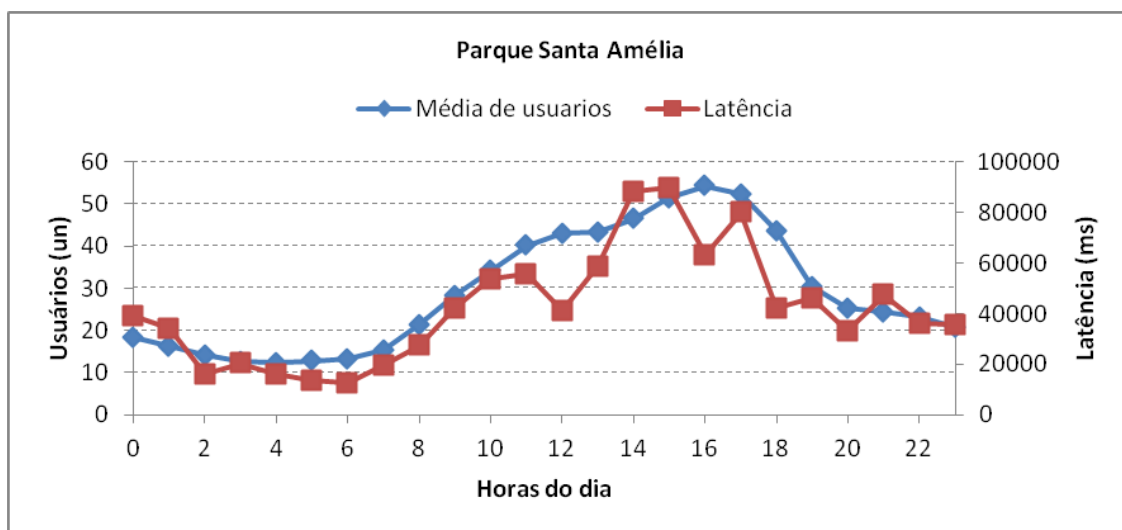
h) Parque do Nabuco.



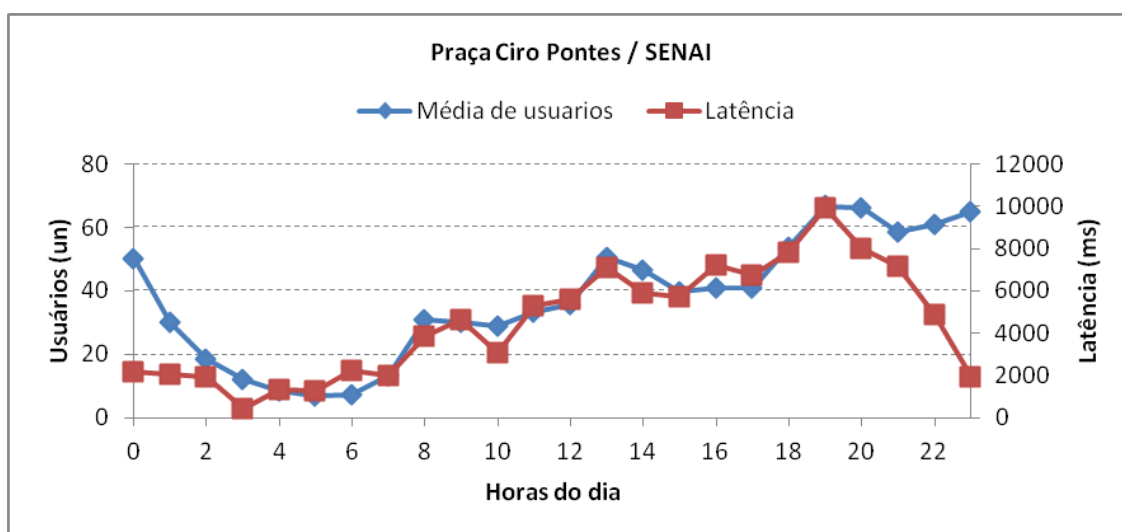
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



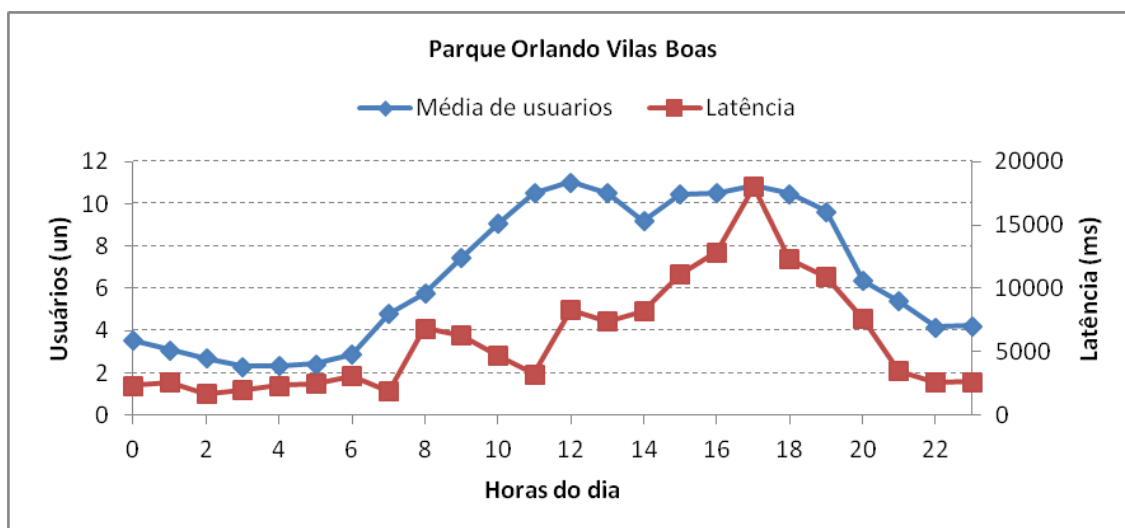
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



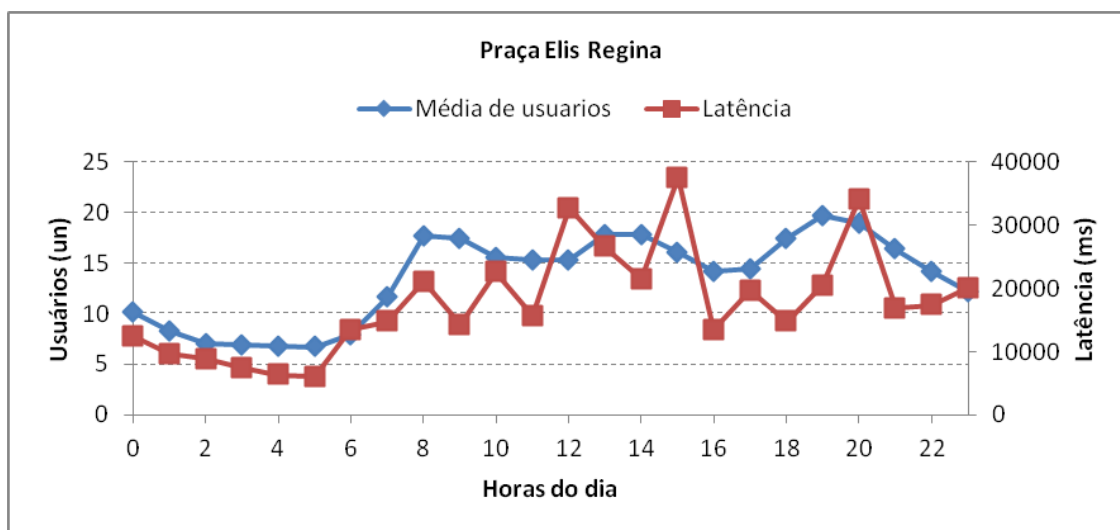
k) Parque Santa Amélia.



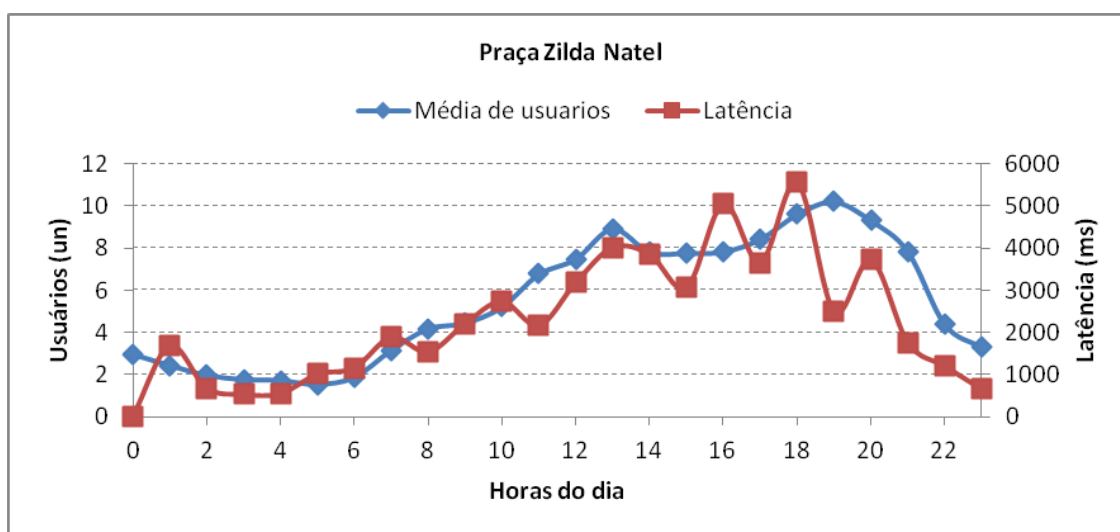
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

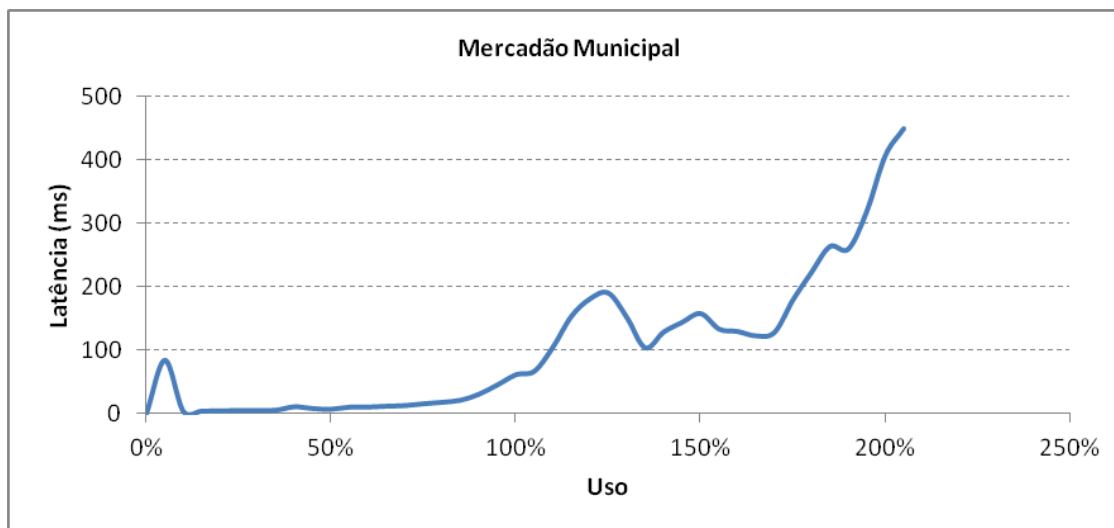


n) Praça Elis Regina.

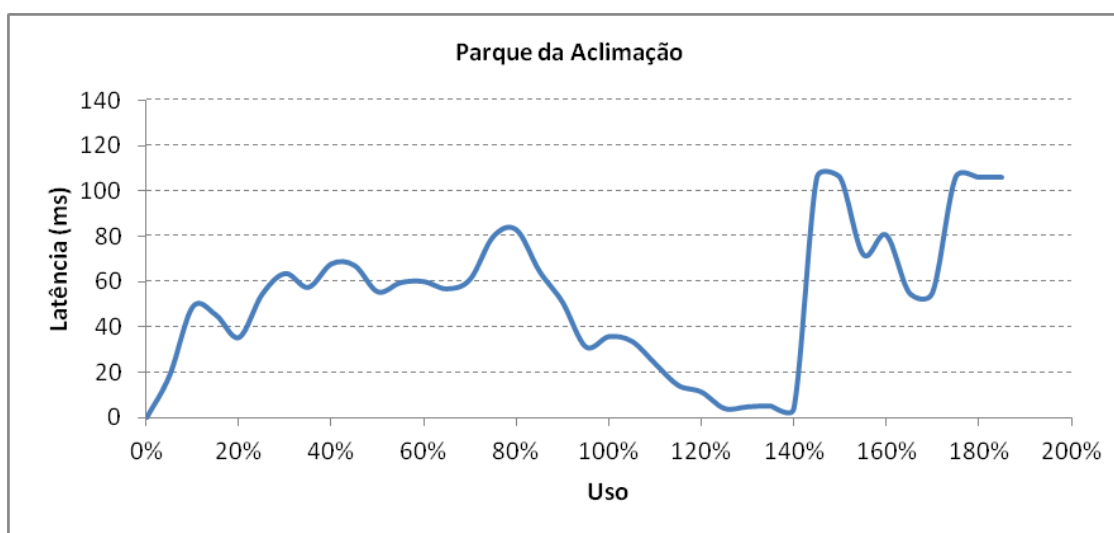


o) Praça Zilda Natel.

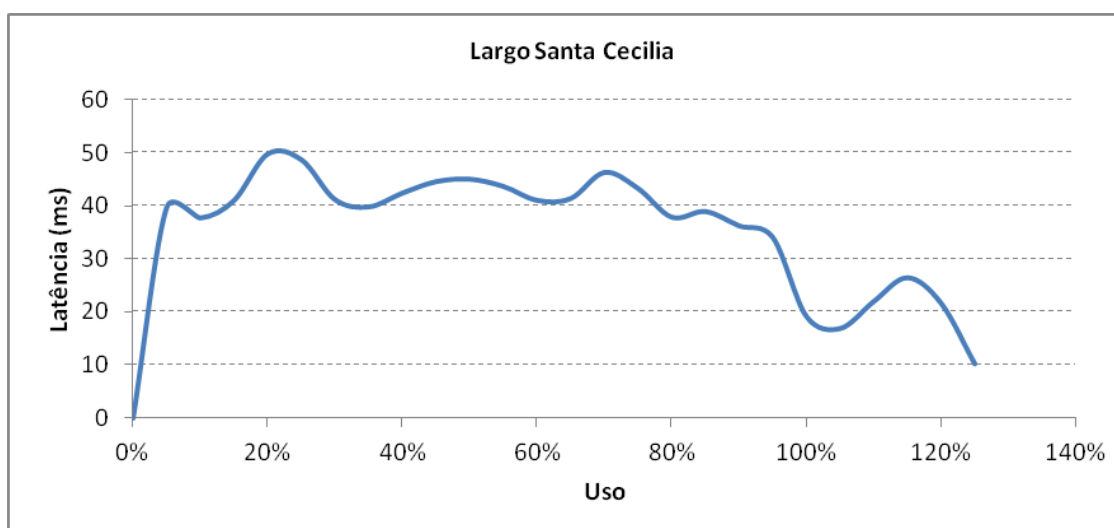
ANEXO L – Latência vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo) das 15 praças.



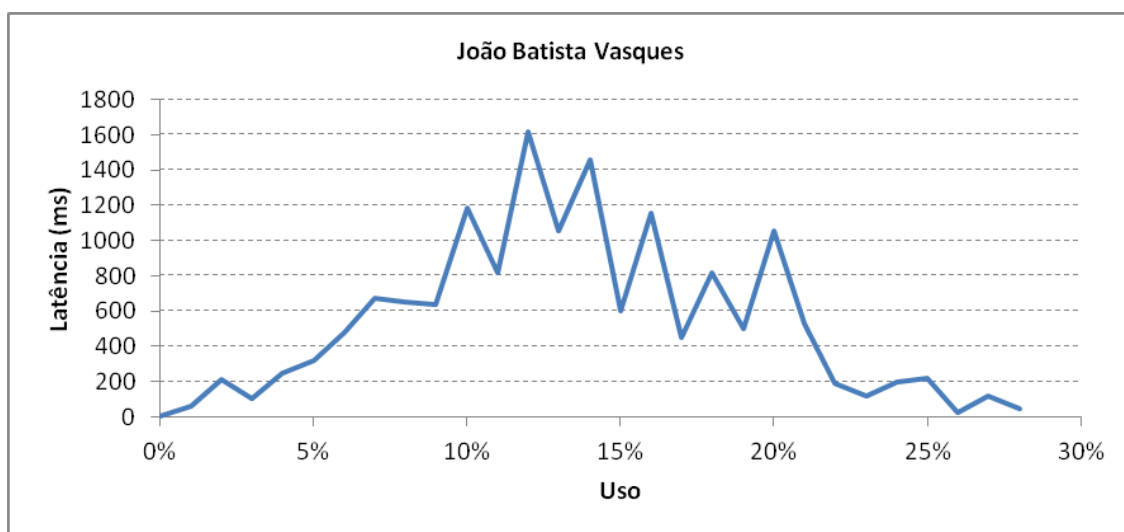
a) Mercado Municipal.



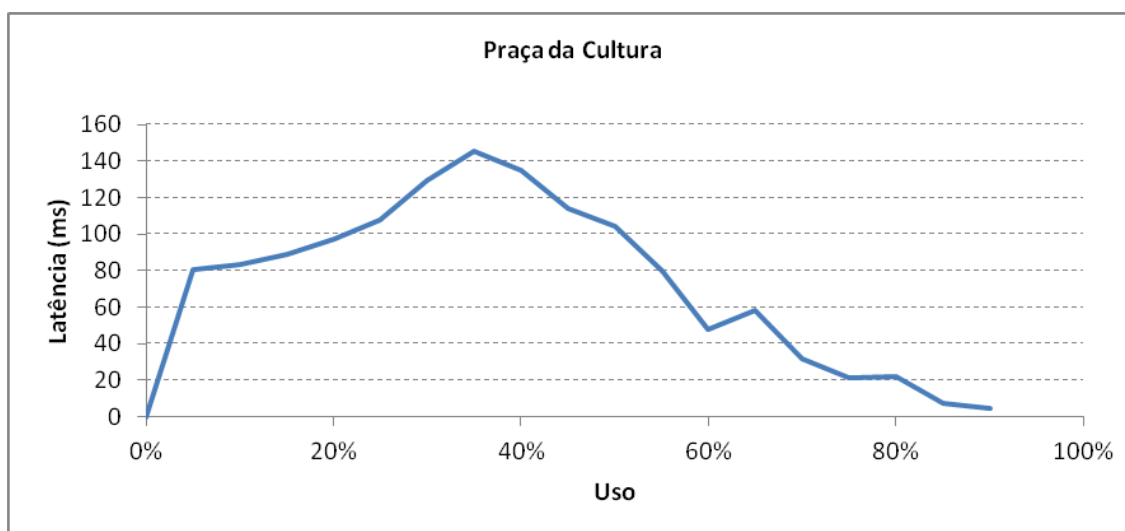
b) Parque da Aclimação.



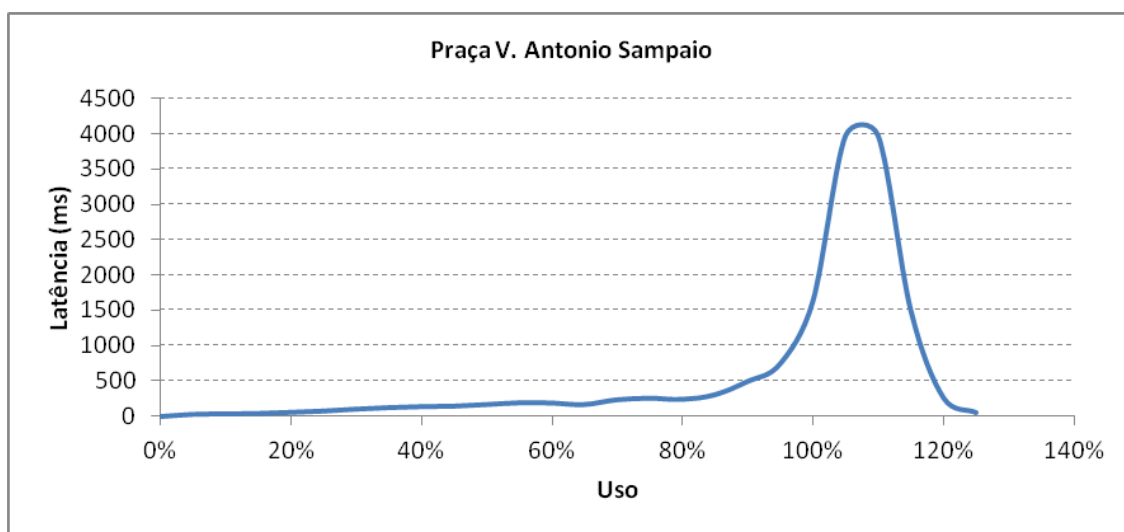
c) Largo Santa Cecília.



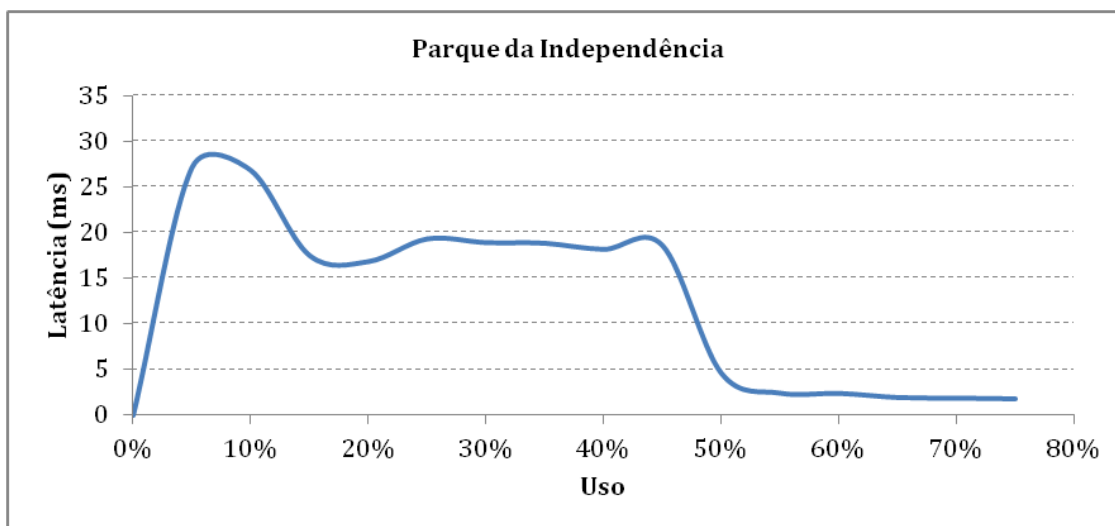
d) Praça João Batista Vasques.



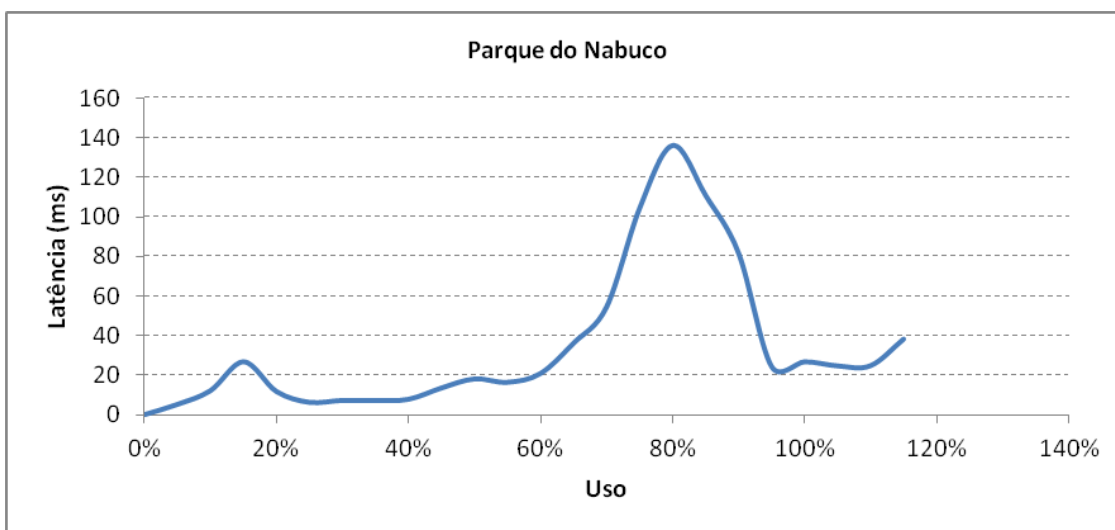
e) Praça da Cultura.



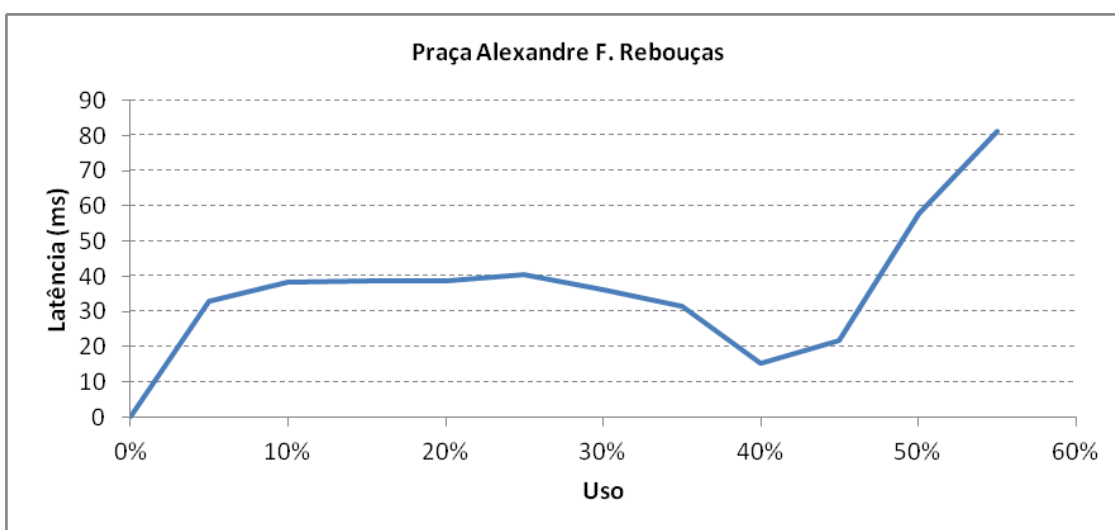
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



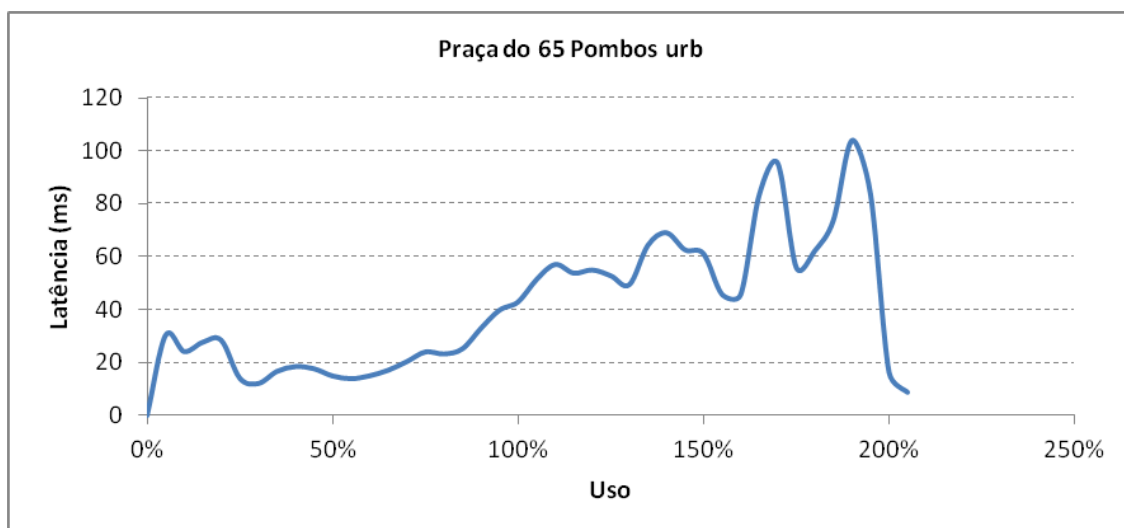
g) Parque da Independência.



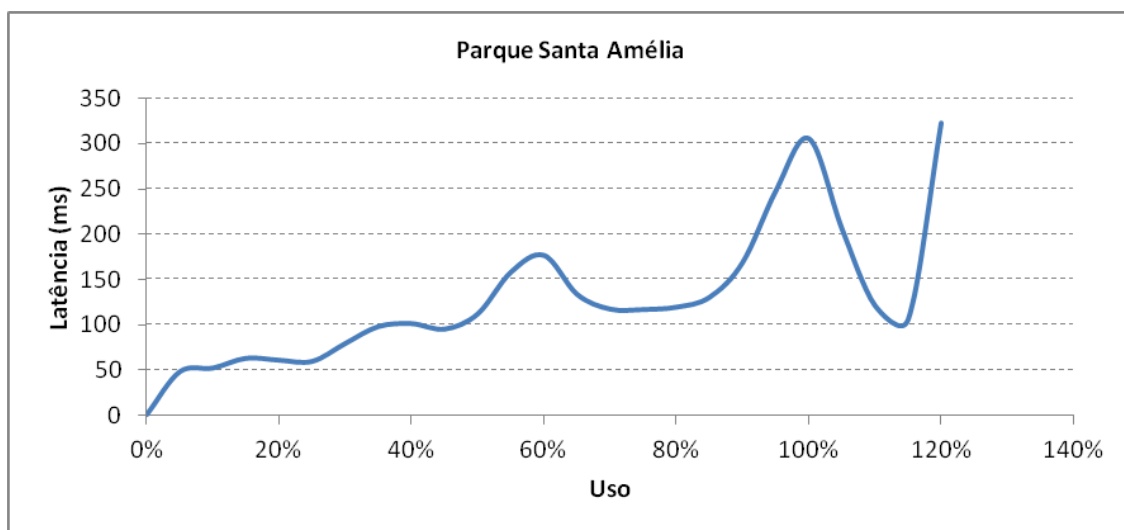
h) Parque do Nabuco.



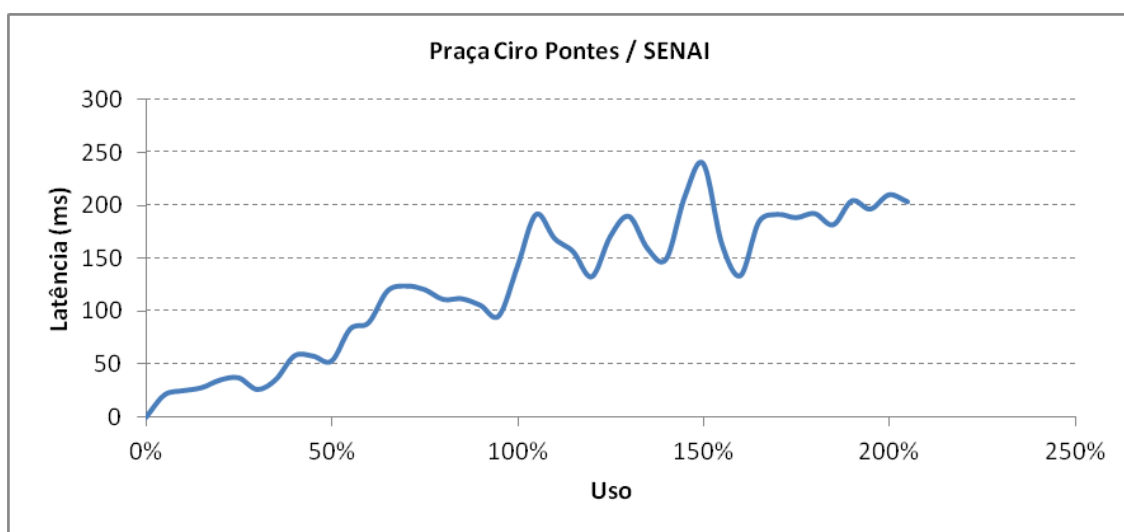
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



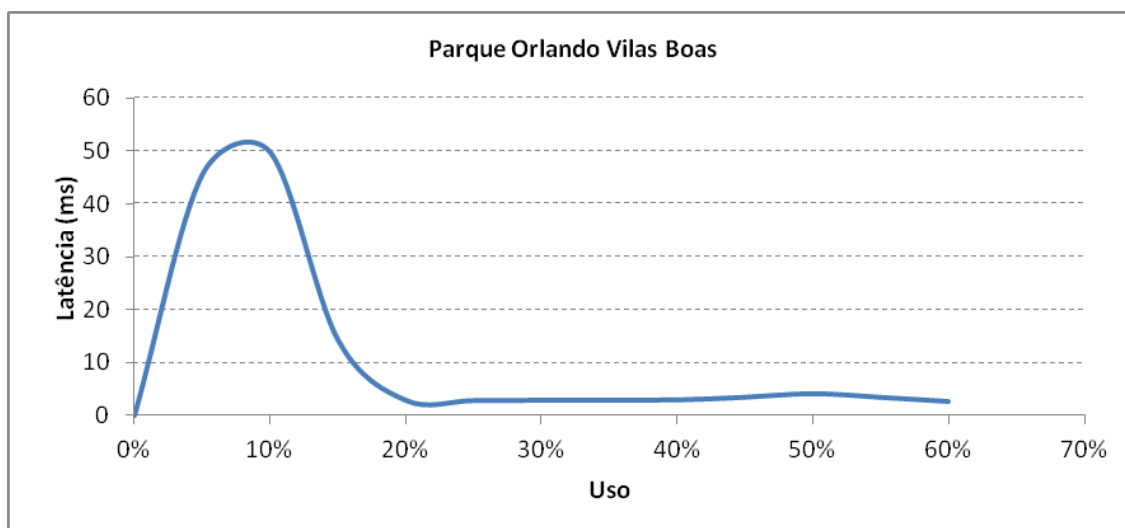
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



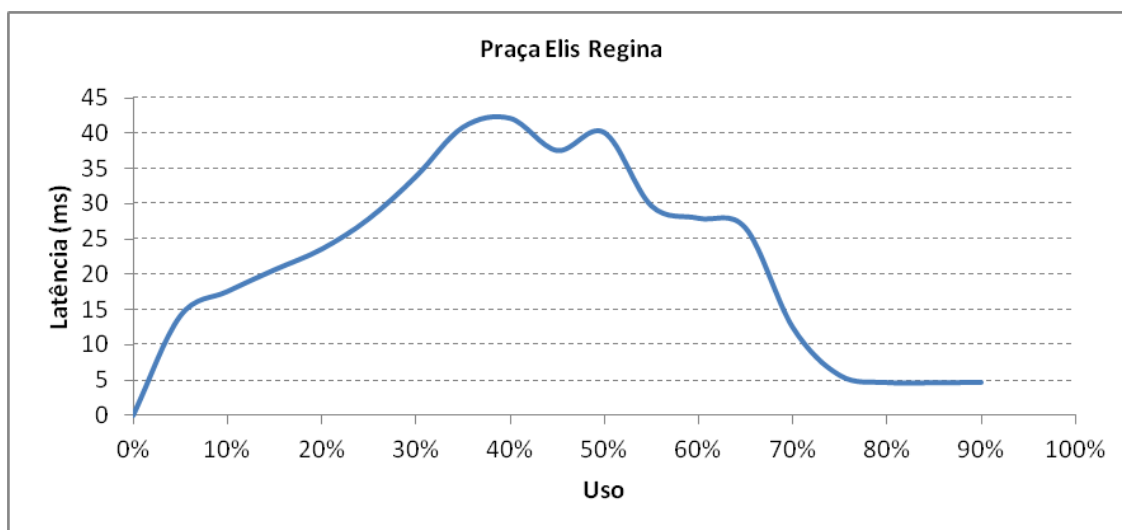
k) Parque Santa Amélia.



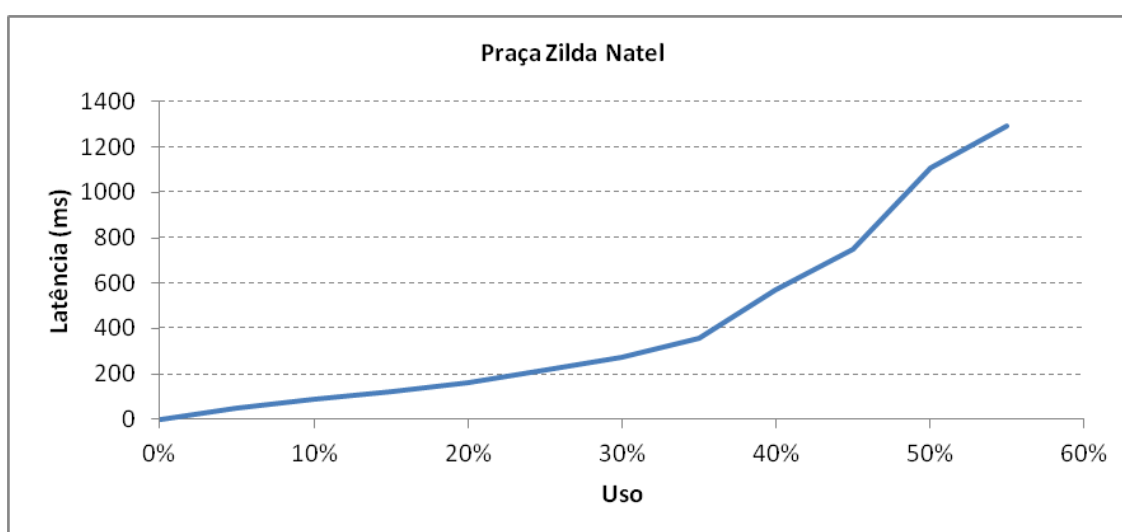
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

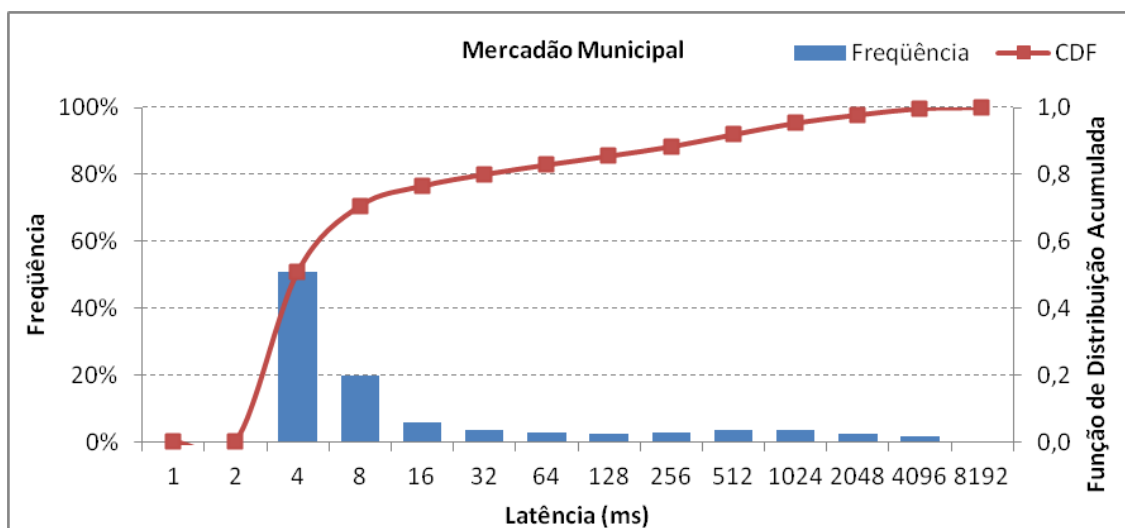


n) Praça Elis Regina.

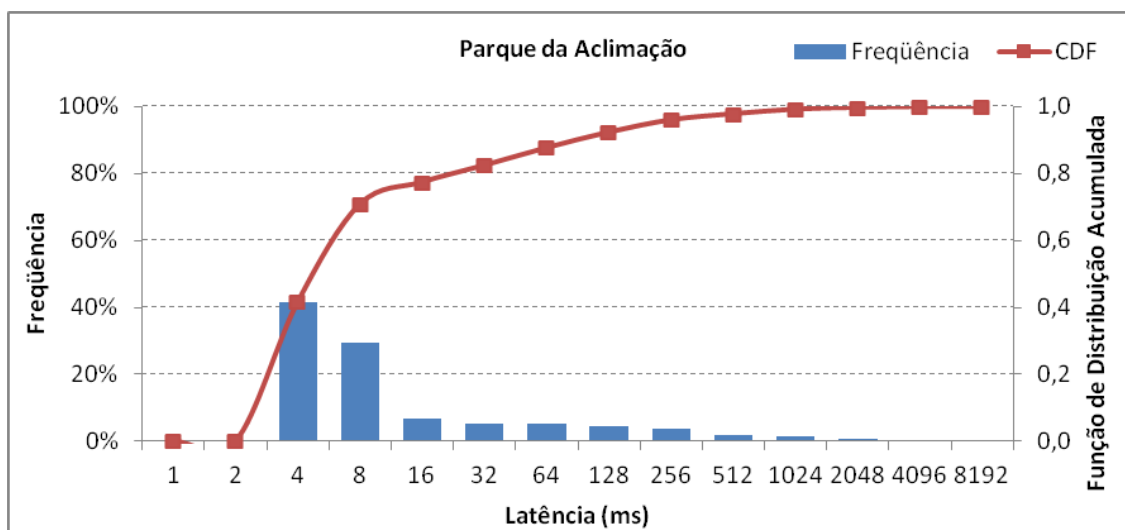


o) Praça Zilda Natel.

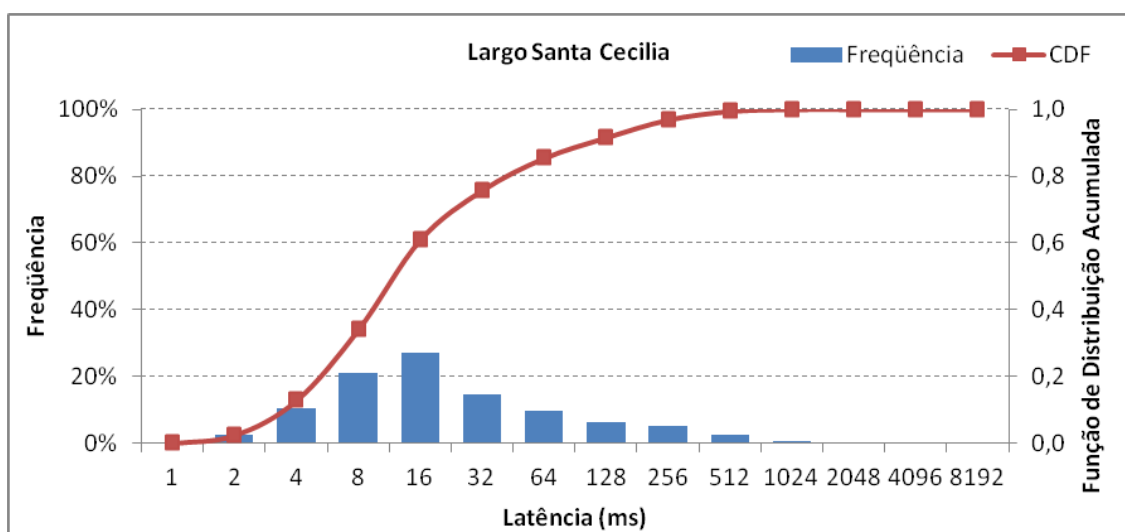
ANEXO M – Histograma e Distribuição Acumulada da Latência das 15 praças.



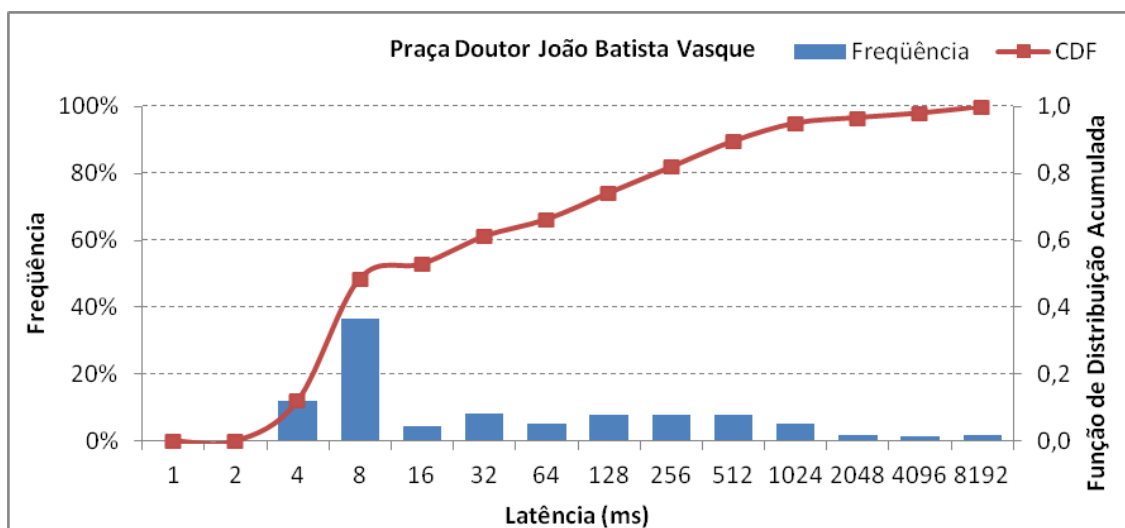
a) Mercadão Municipal.



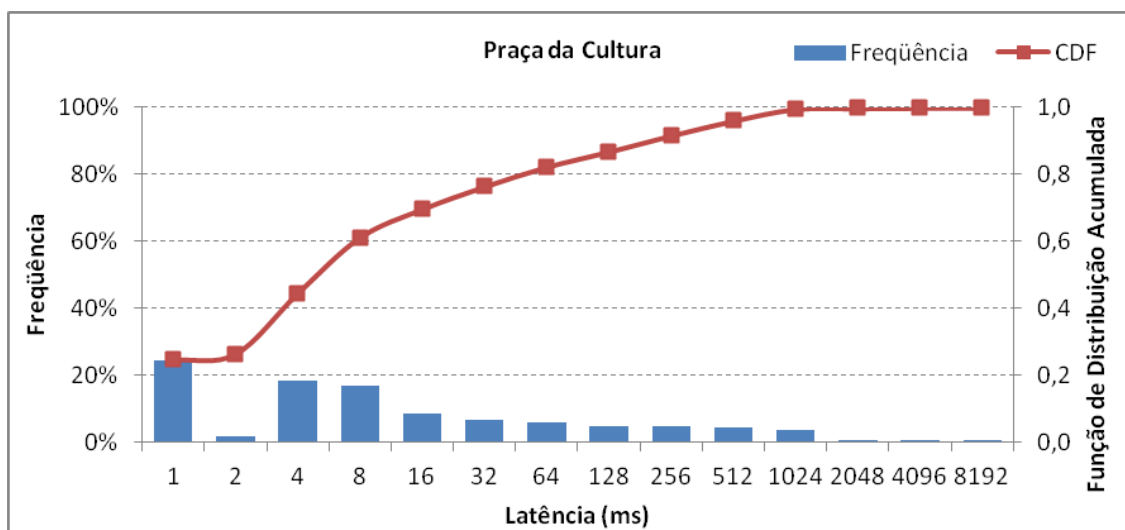
b) Parque da Aclimação.



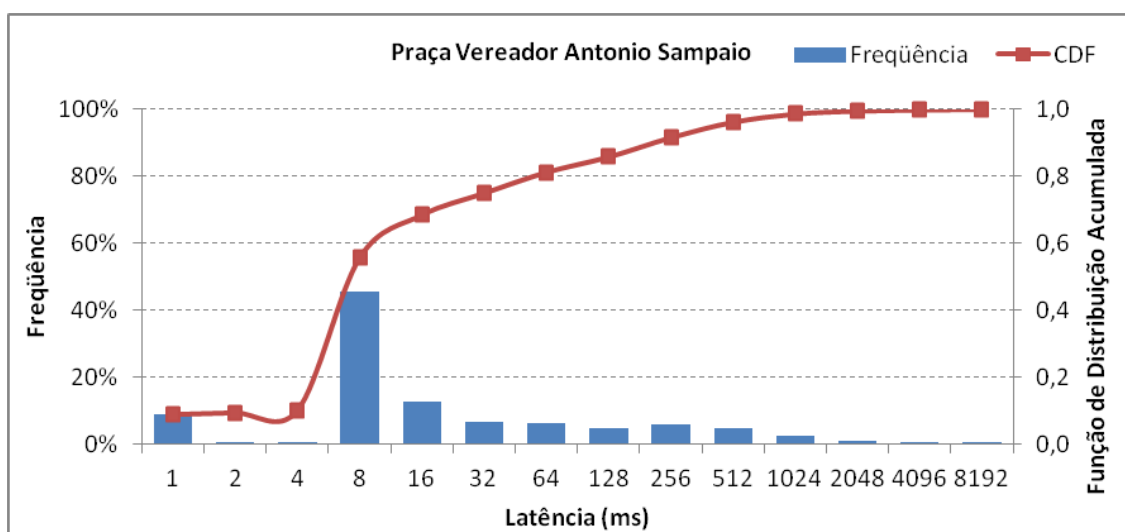
c) Largo Santa Cecília.



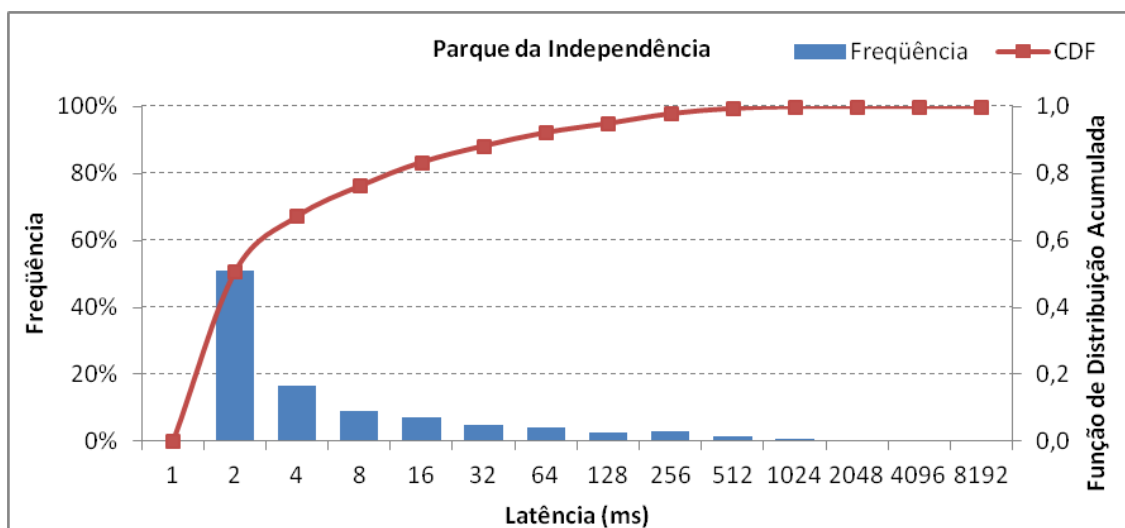
d) Praça João Batista Vasques.



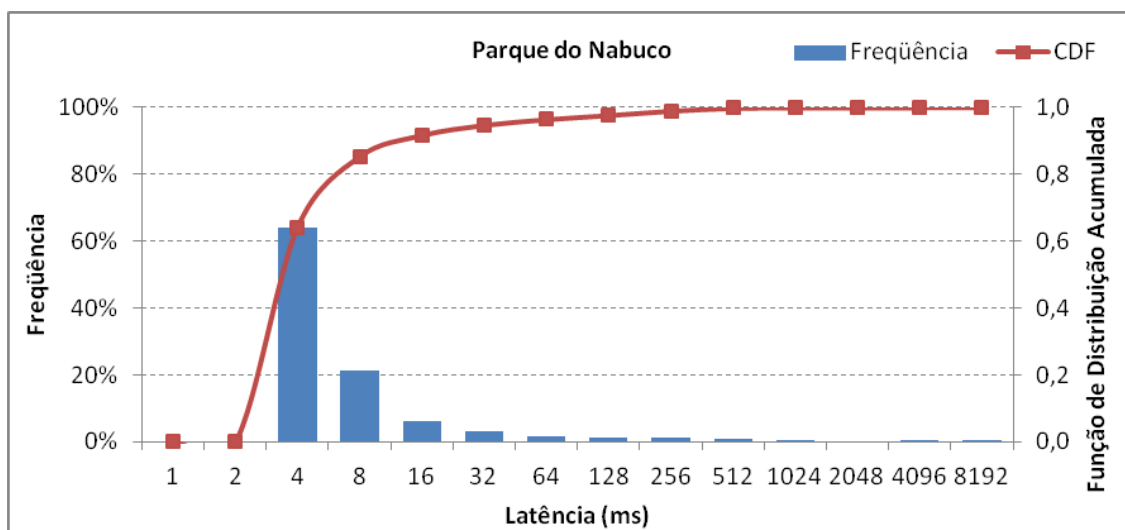
e) Praça da Cultura.



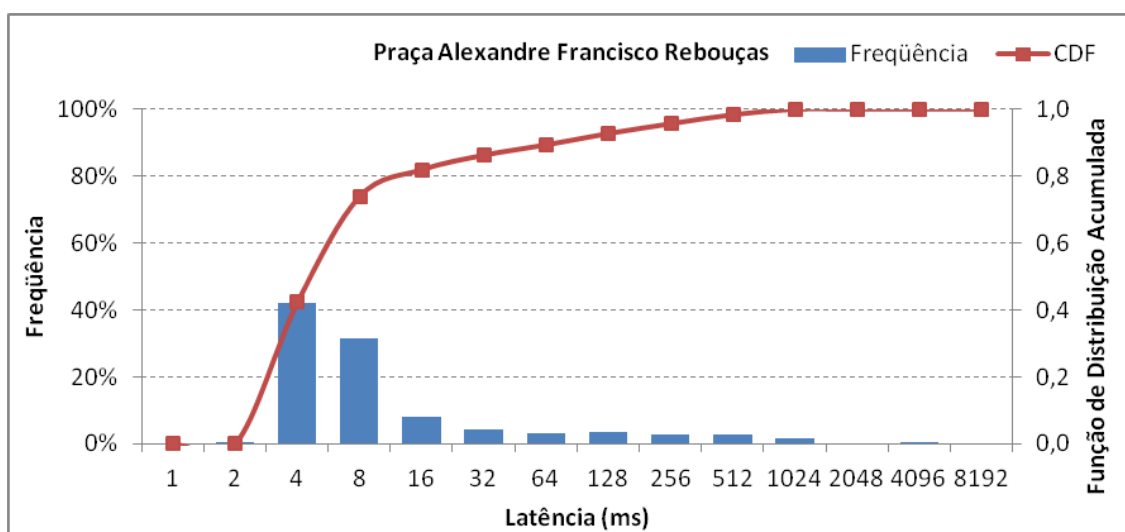
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



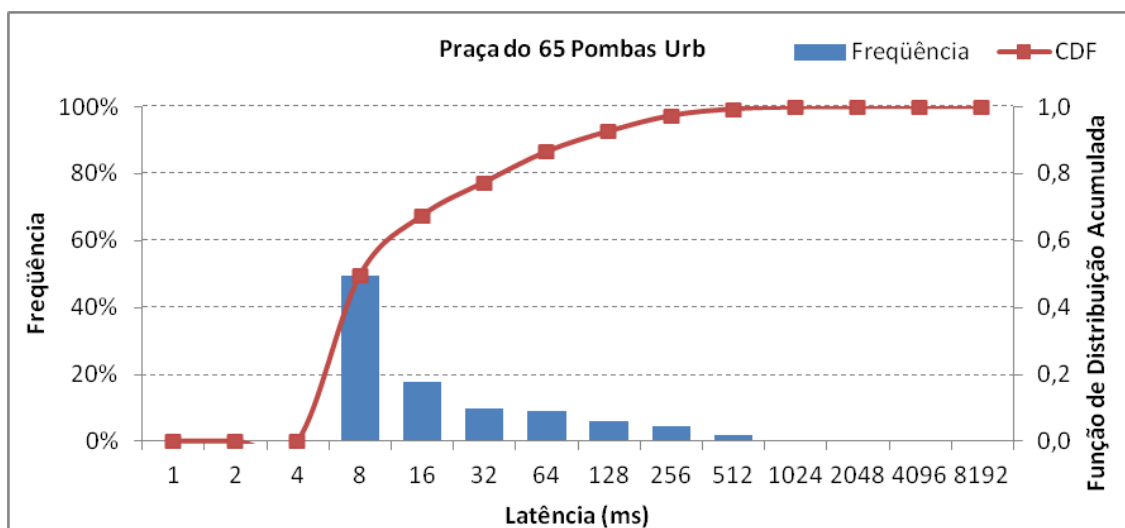
g) Parque da Independência.



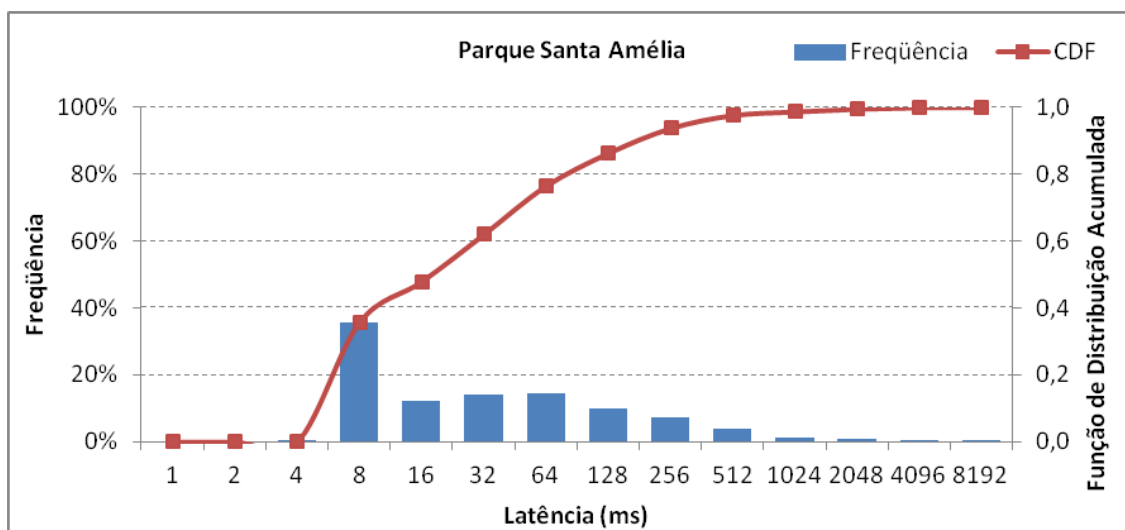
h) Parque do Nabuco.



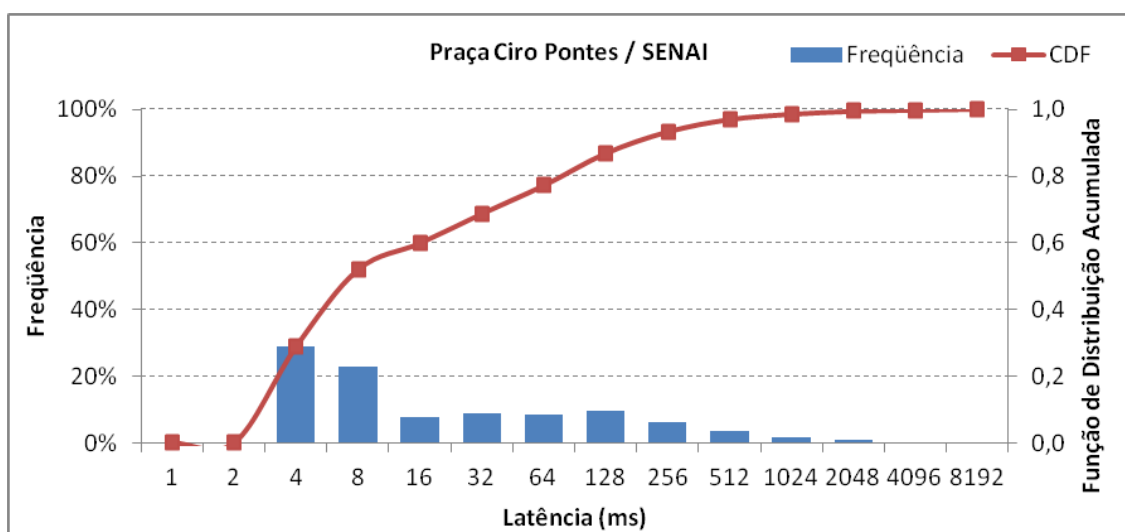
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



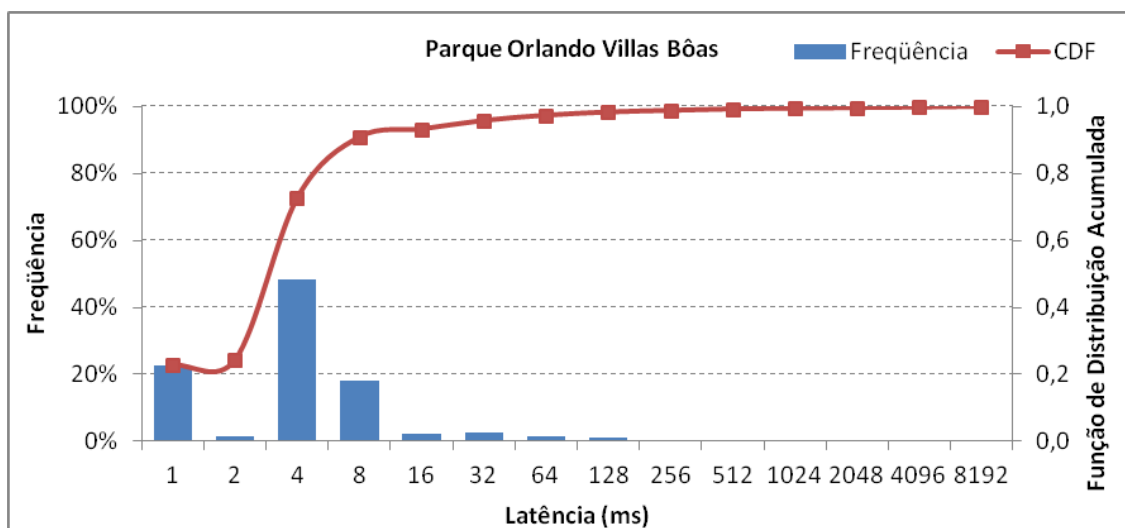
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



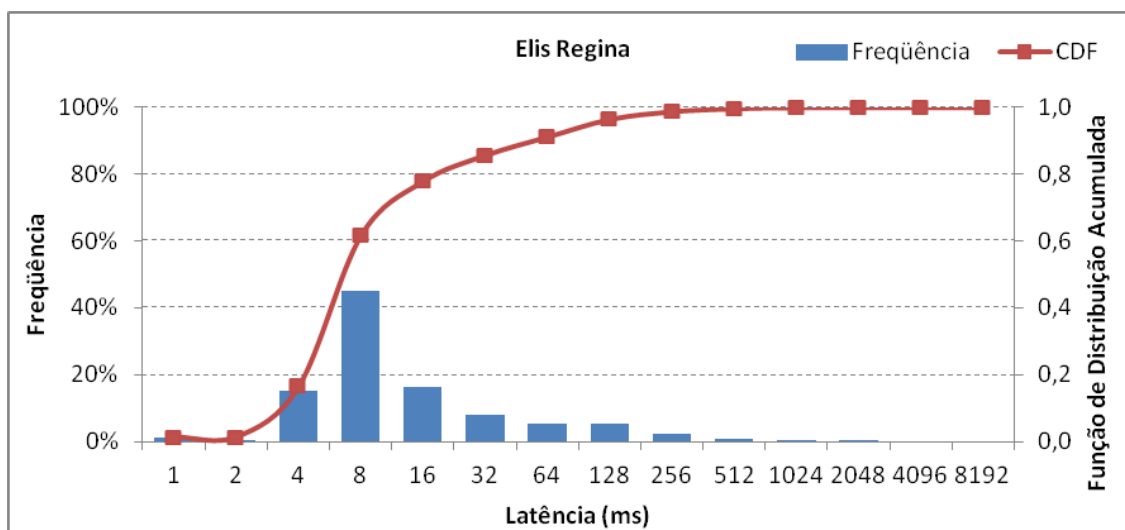
k) Parque Santa Amélia.



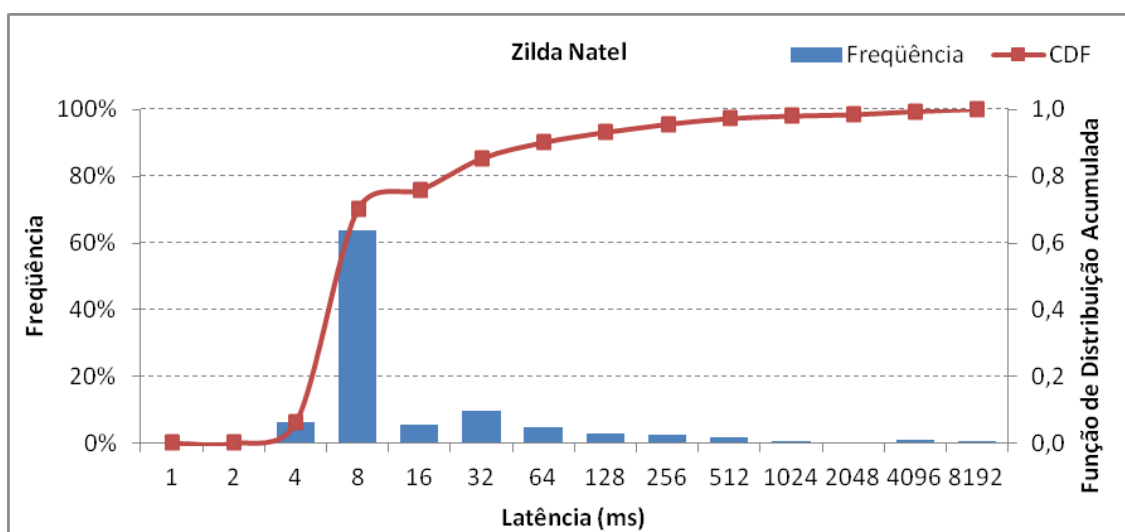
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

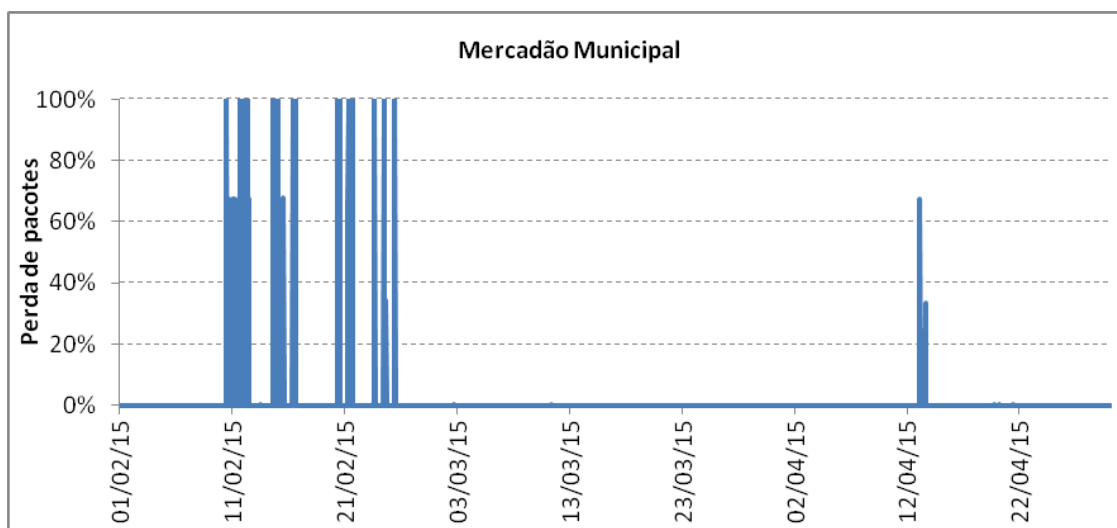


n) Praça Elis Regina.

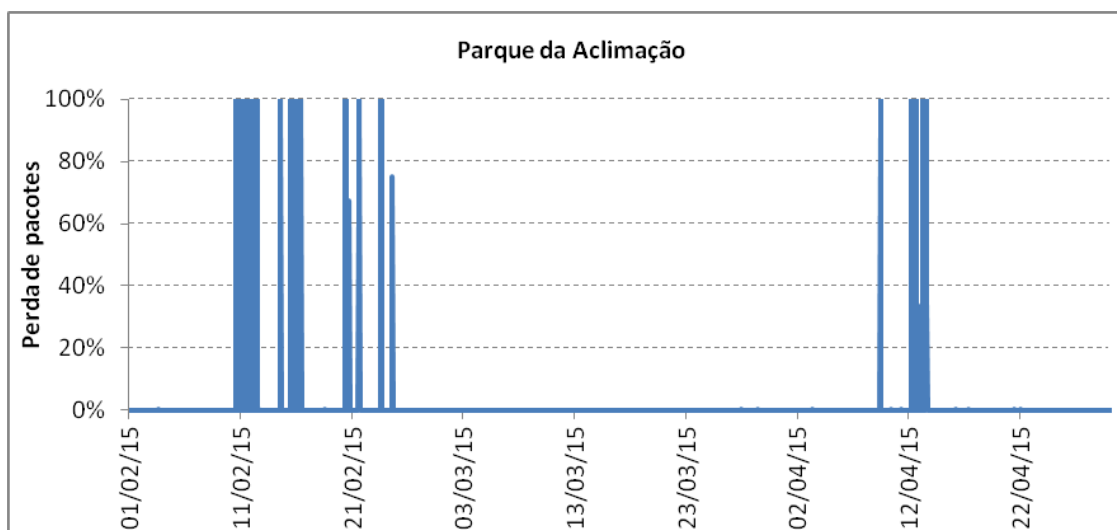


o) Praça Zilda Natel.

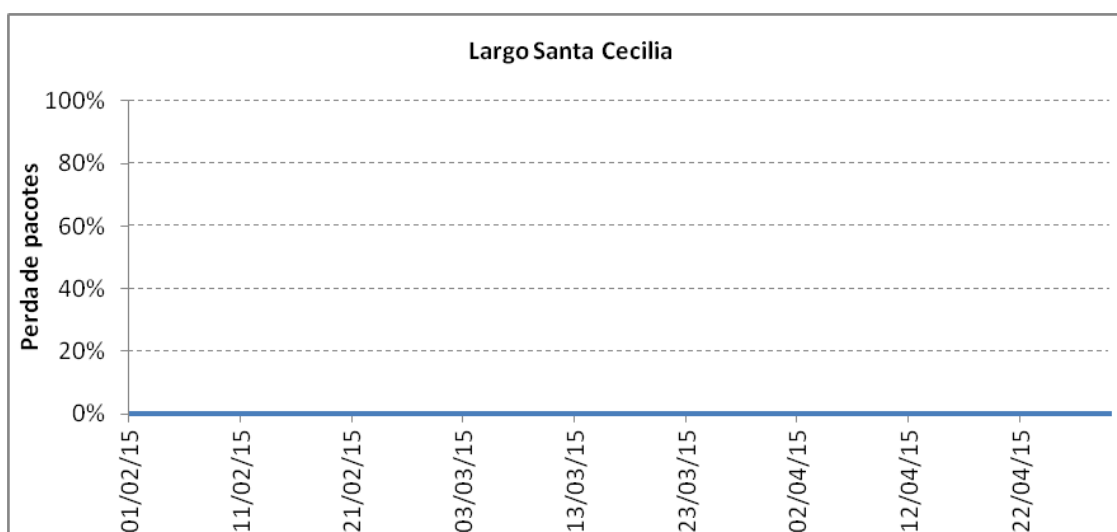
ANEXO N – Perda de Pacotes (serie temporal) das 15 praças.



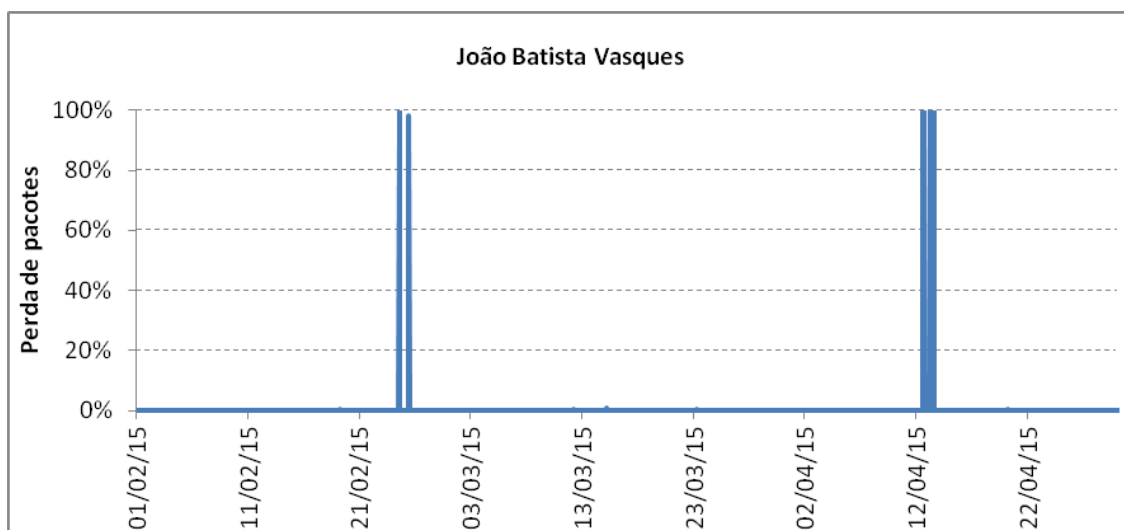
a) Mercadão Municipal.



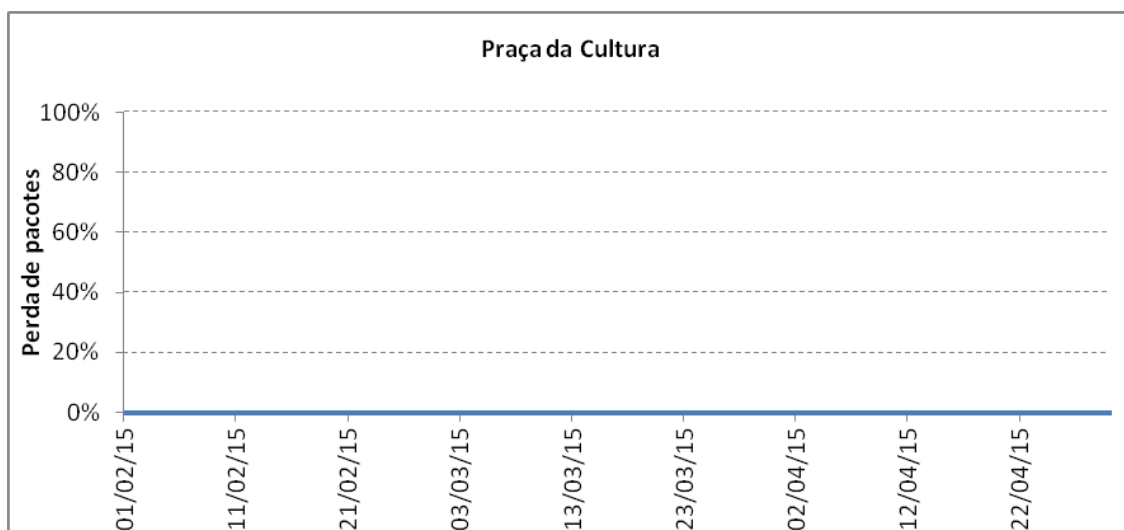
b) Parque da Aclimação.



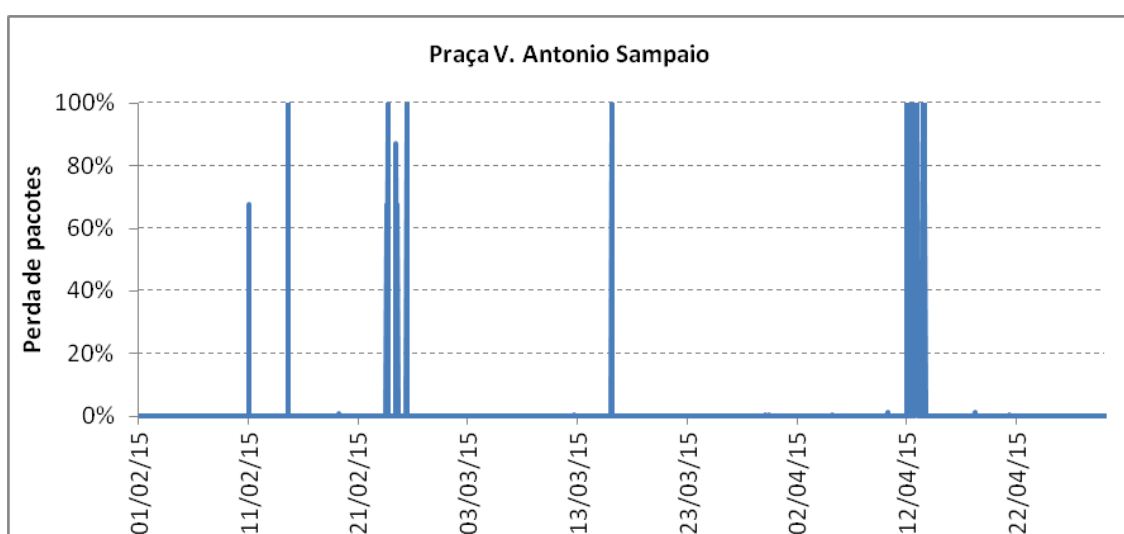
c) Largo Santa Cecília.



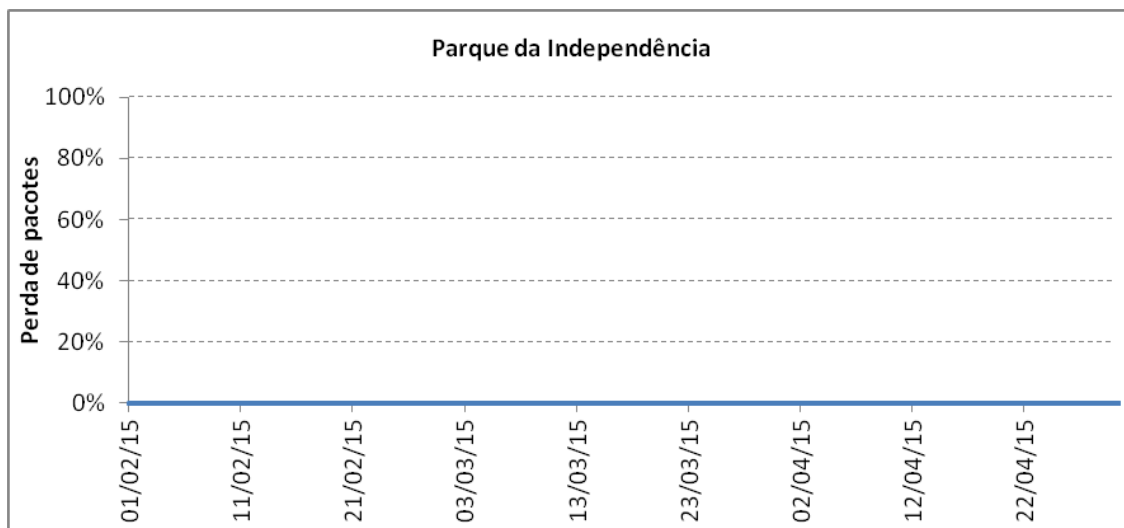
d) Praça João Batista Vasques.



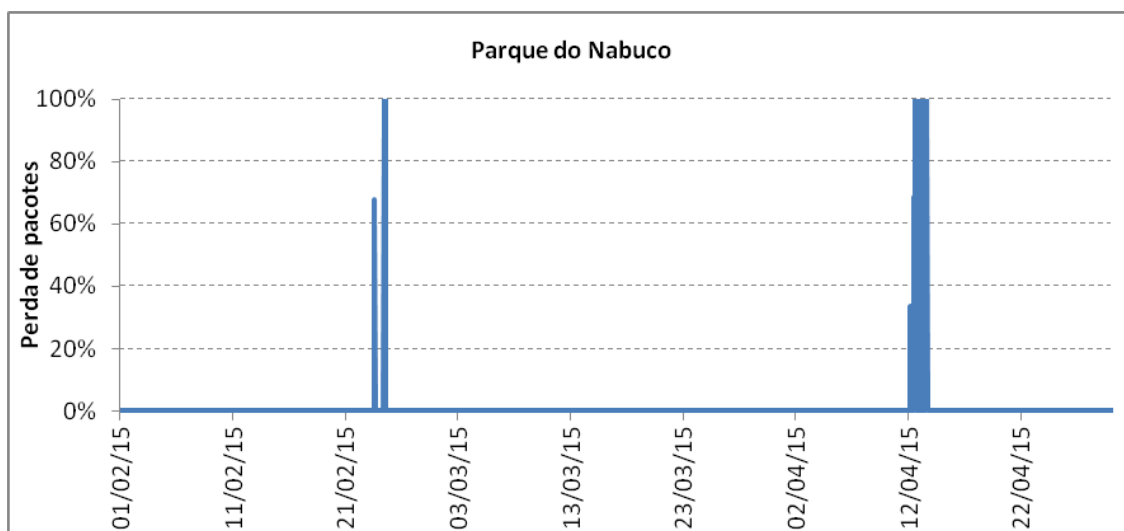
e) Praça da Cultura.



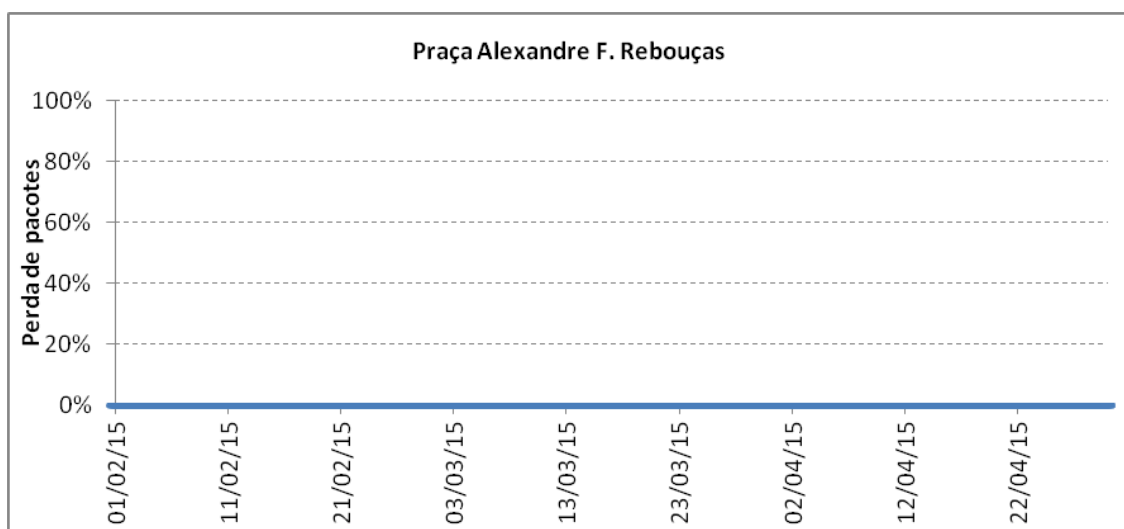
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



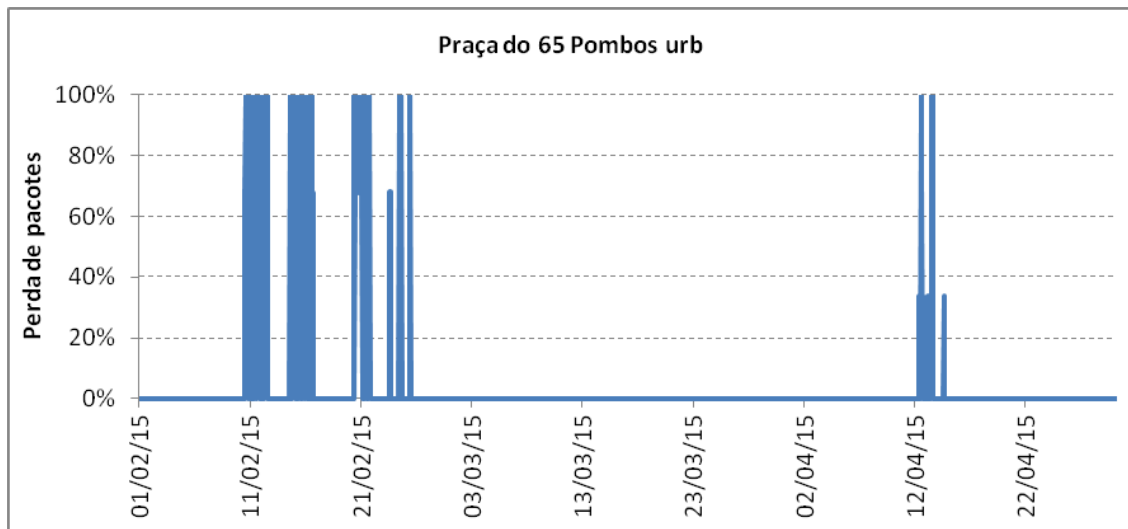
g) Parque da Independência.



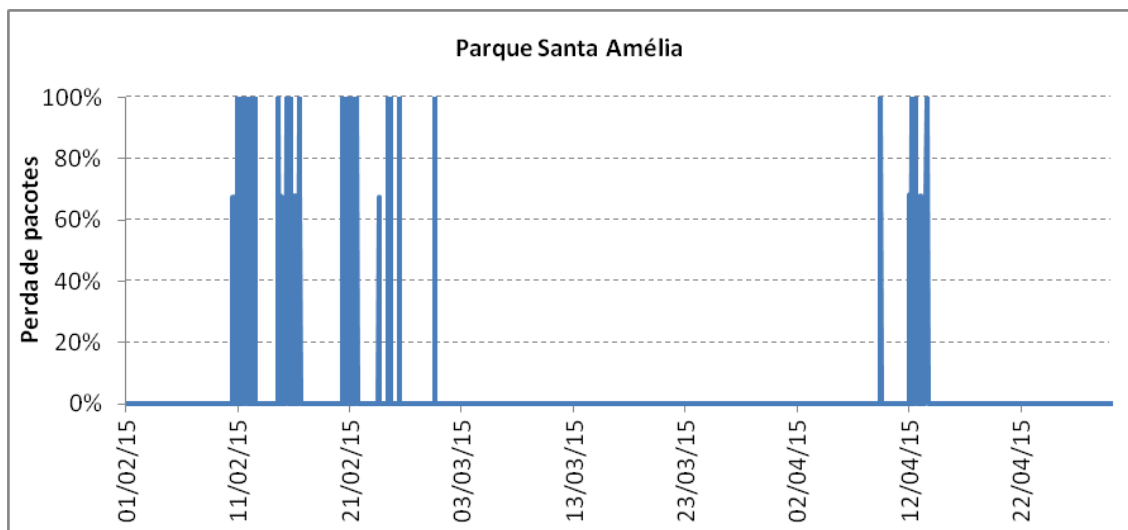
h) Parque do Nabuco.



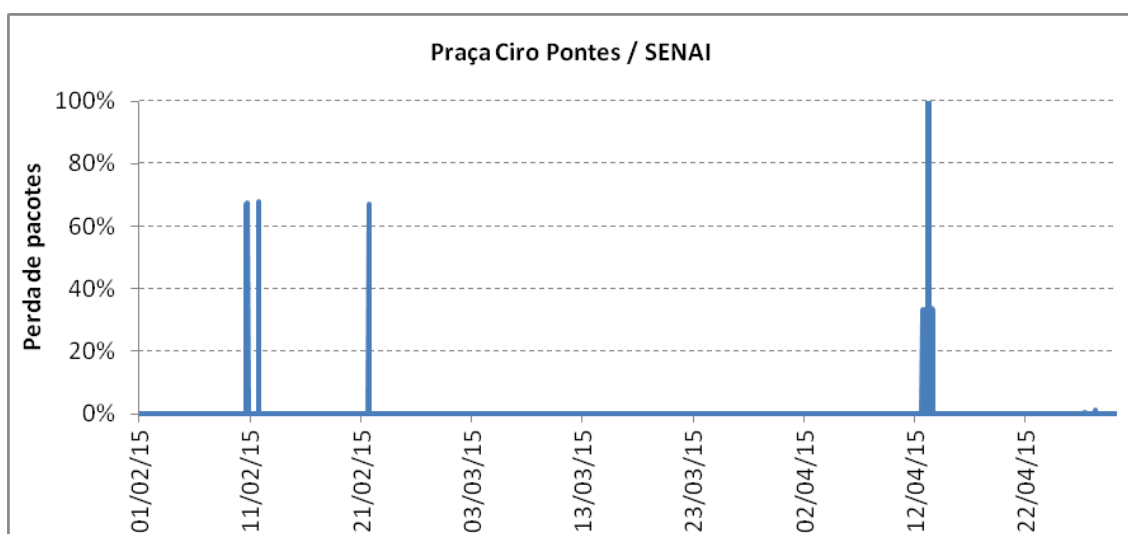
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



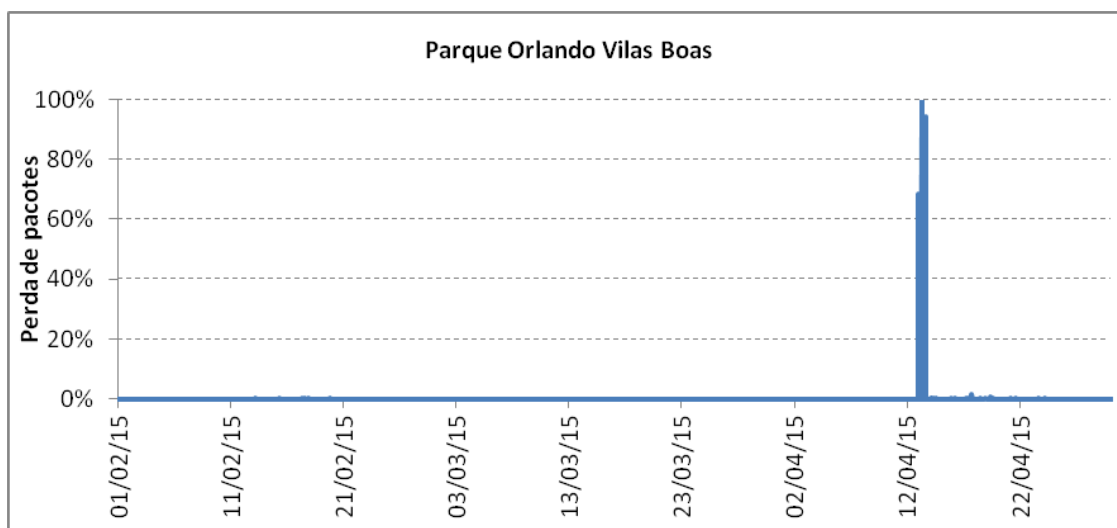
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



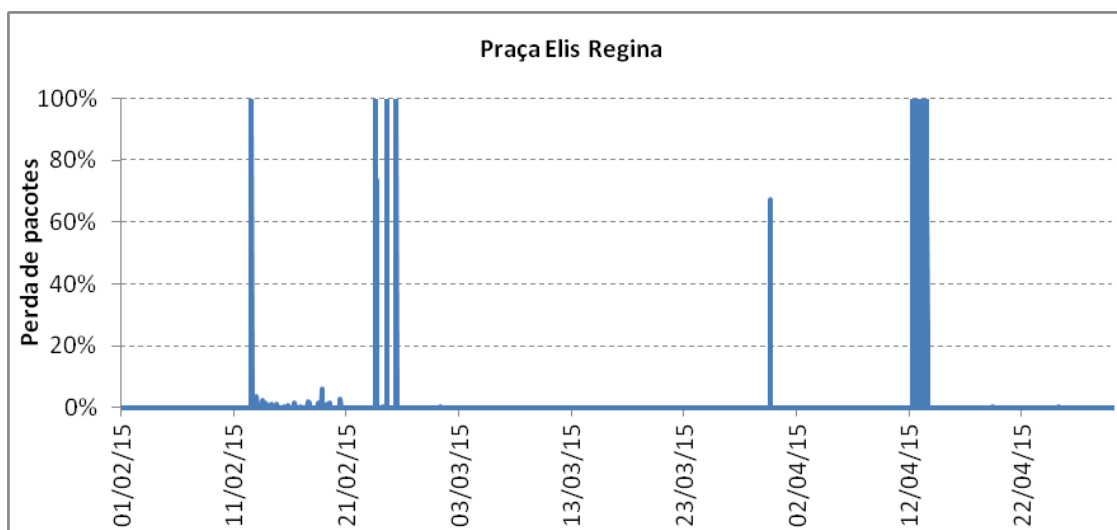
k) Parque Santa Amélia.



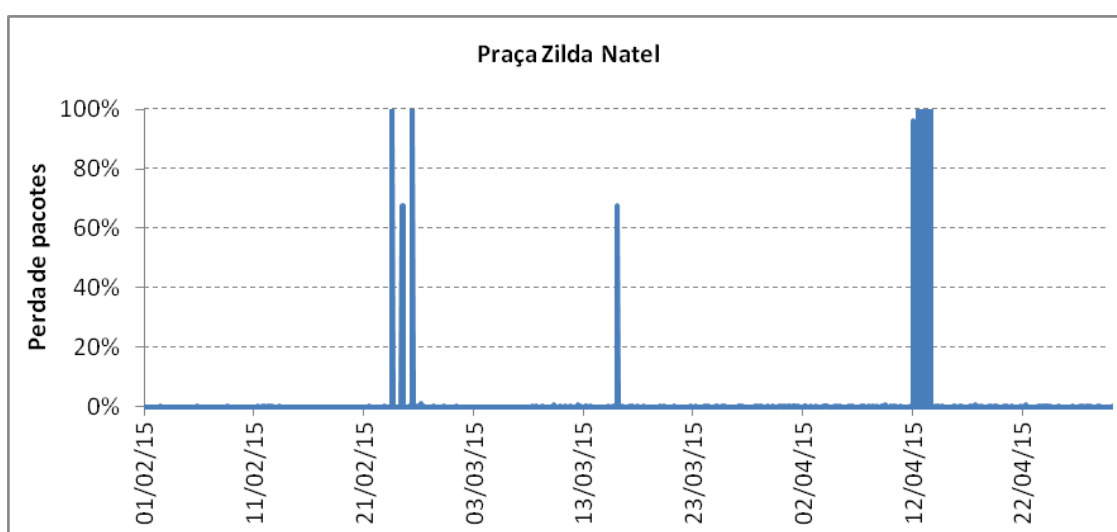
1) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

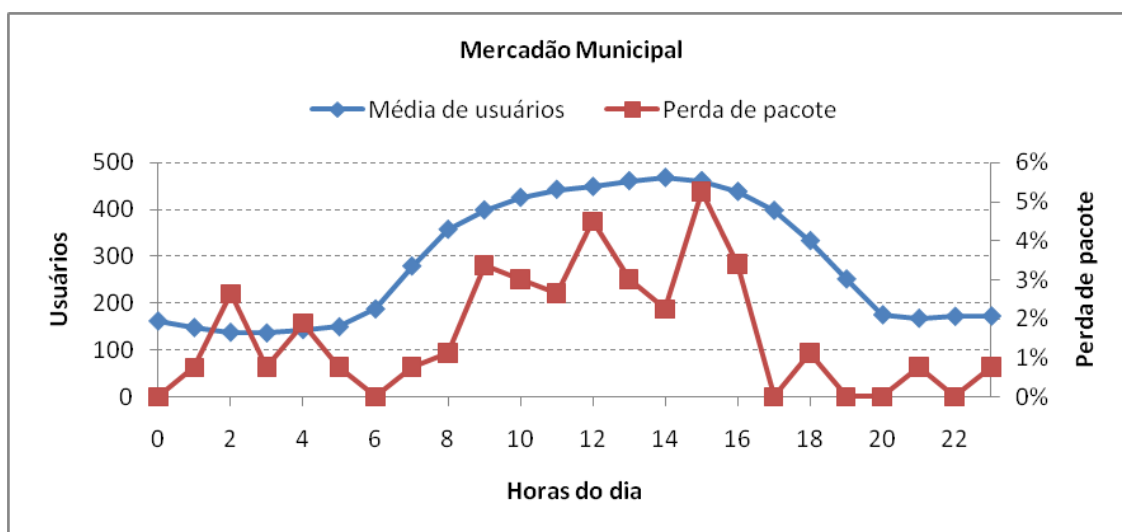


n) Praça Elis Regina.

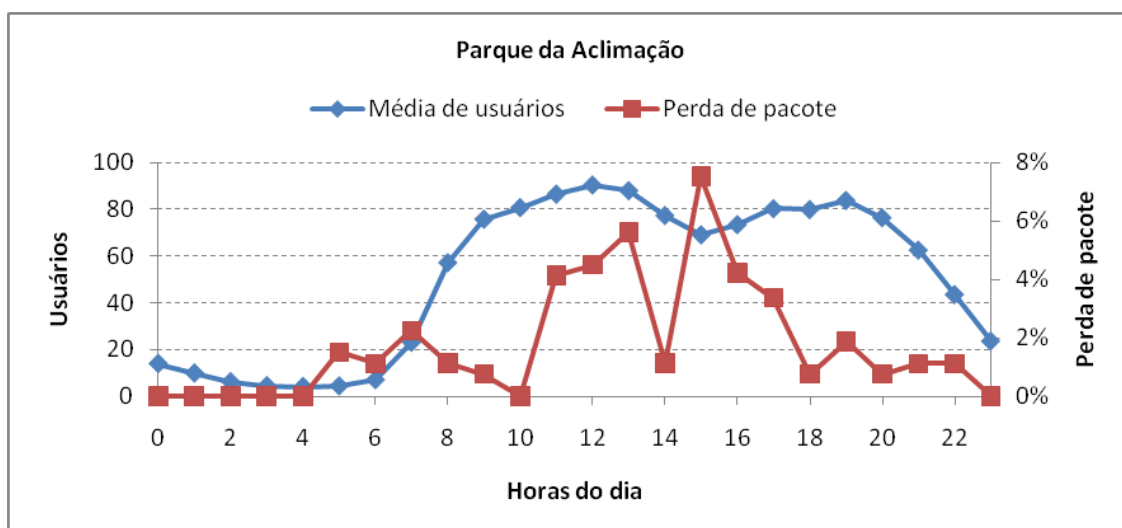


o) Praça Zilda Natel.

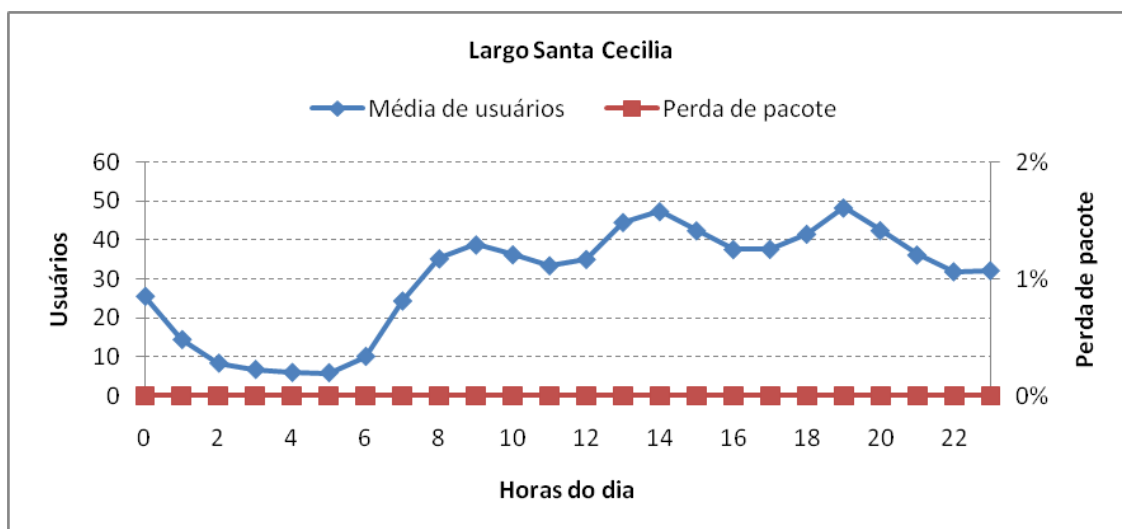
ANEXO O – Perda de pacotes vs. número de usuários (por hora) das 15 praças.



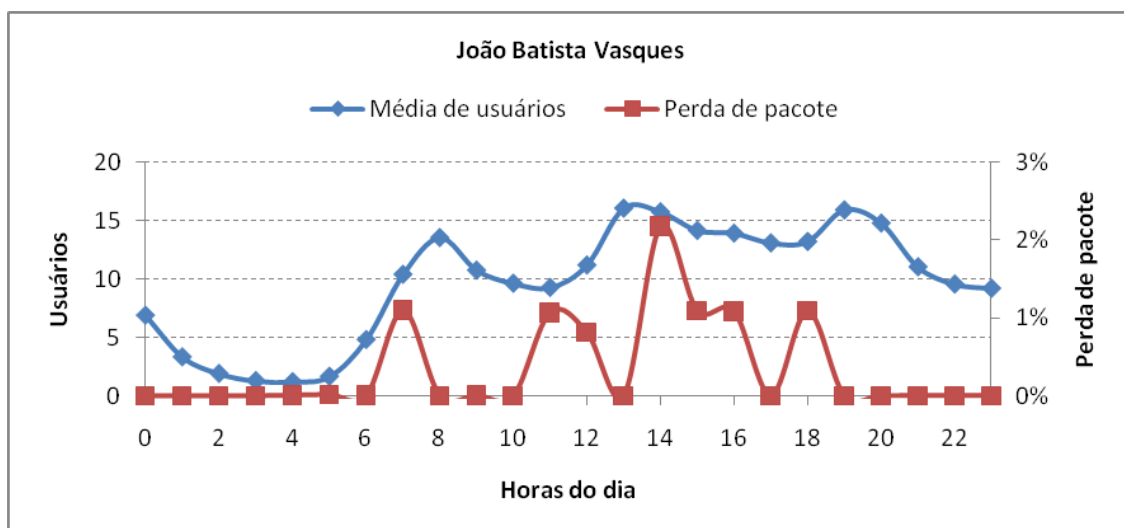
a) Mercadão Municipal.



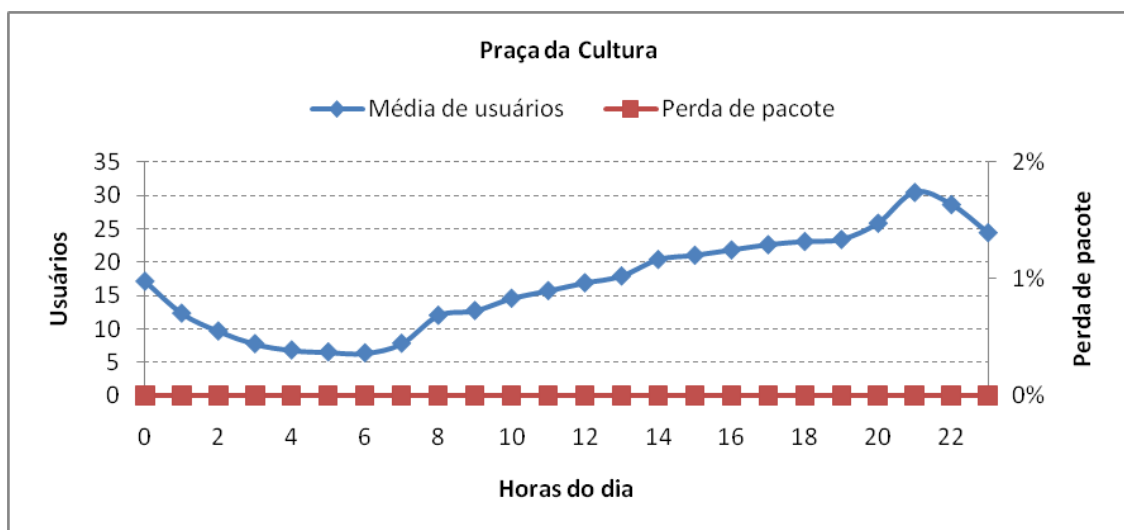
b) Parque da Aclimação.



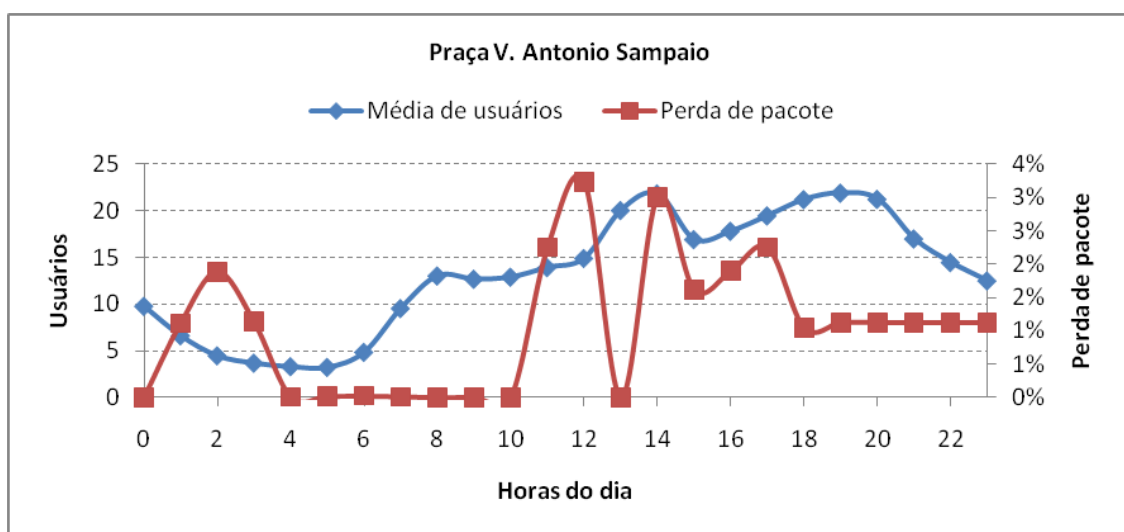
c) Largo Santa Cecília.



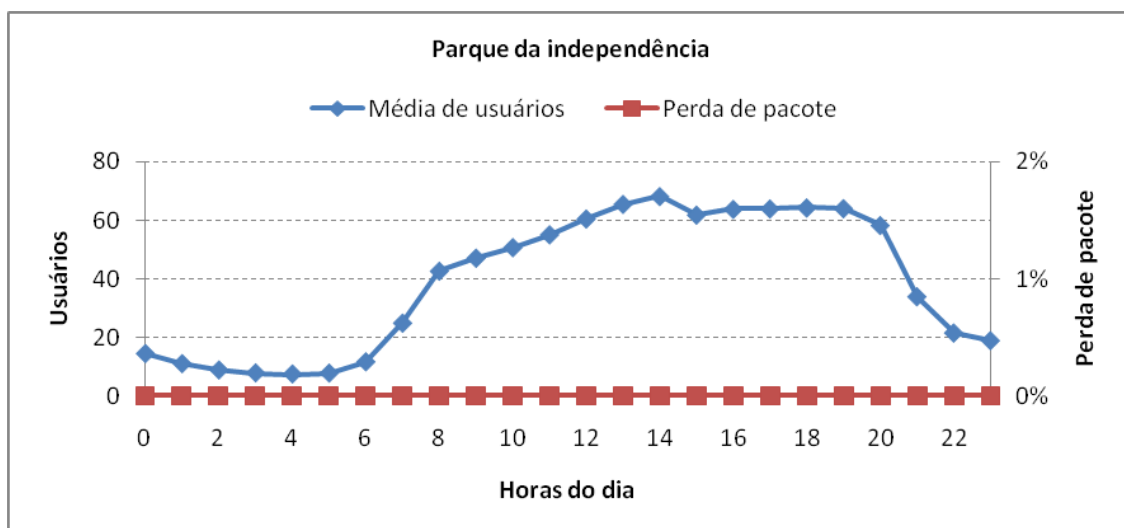
d) Praça João Batista Vasques.



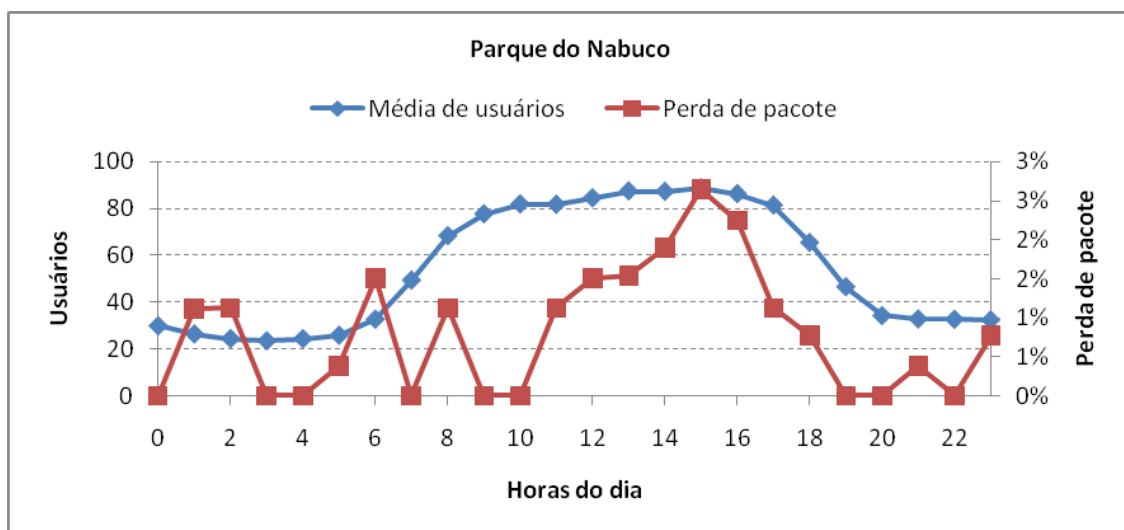
e) Praça da Cultura.



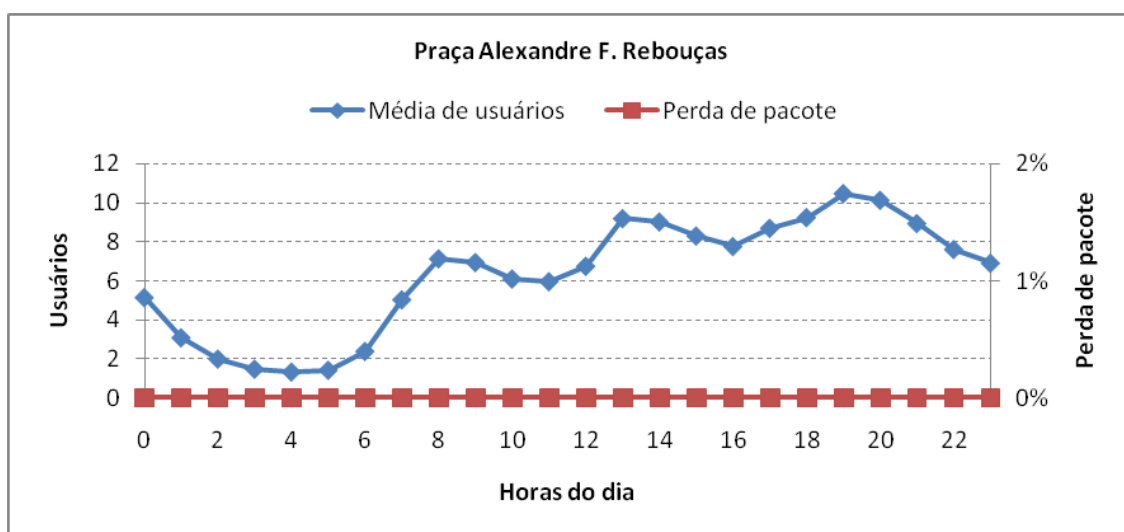
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



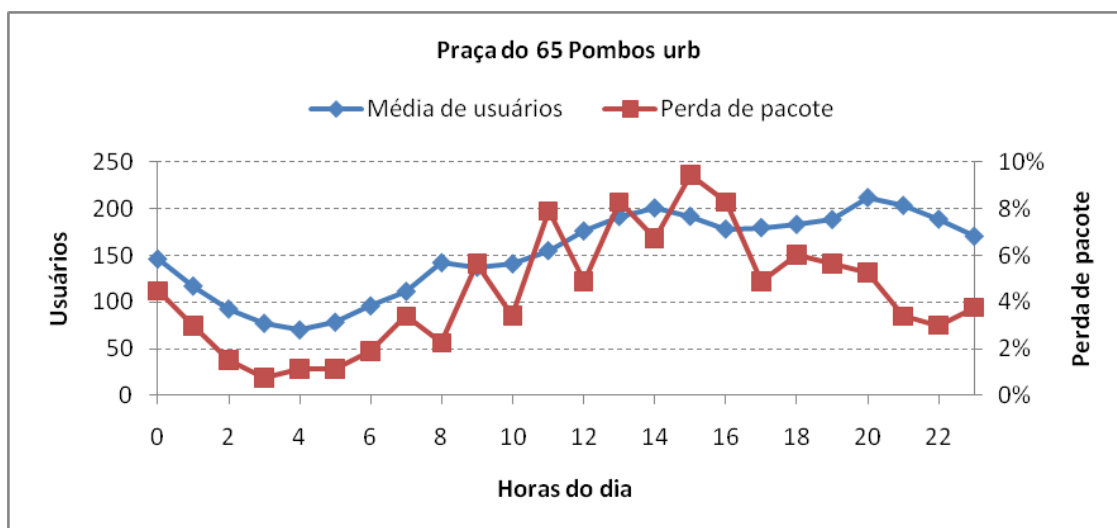
g) Parque da Independência.



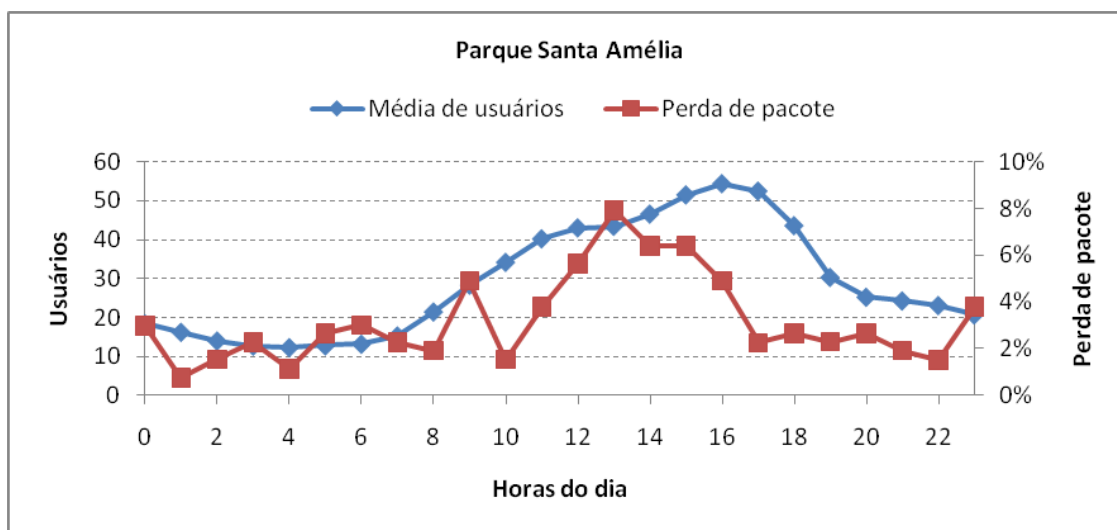
h) Parque do Nabuco.



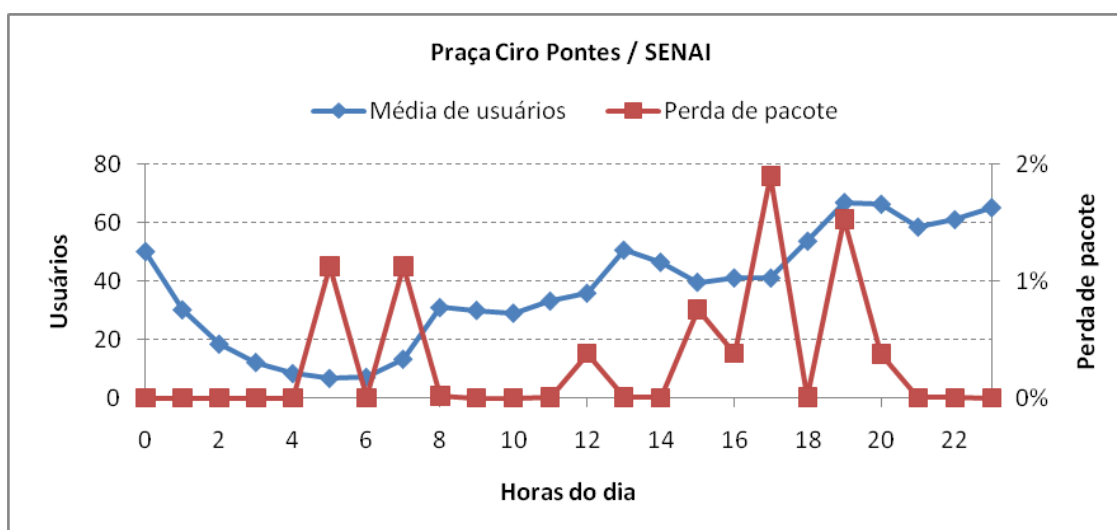
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



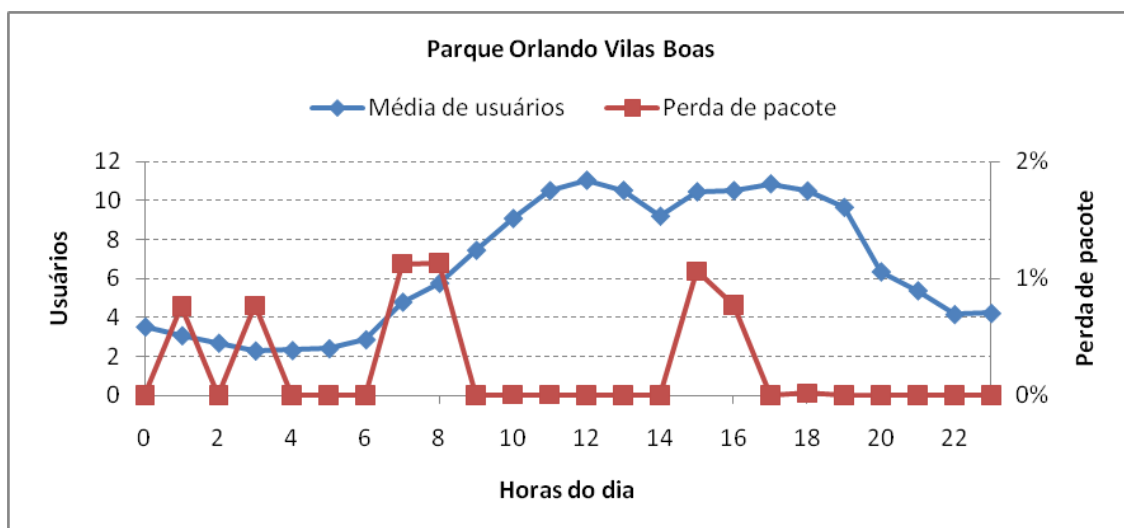
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



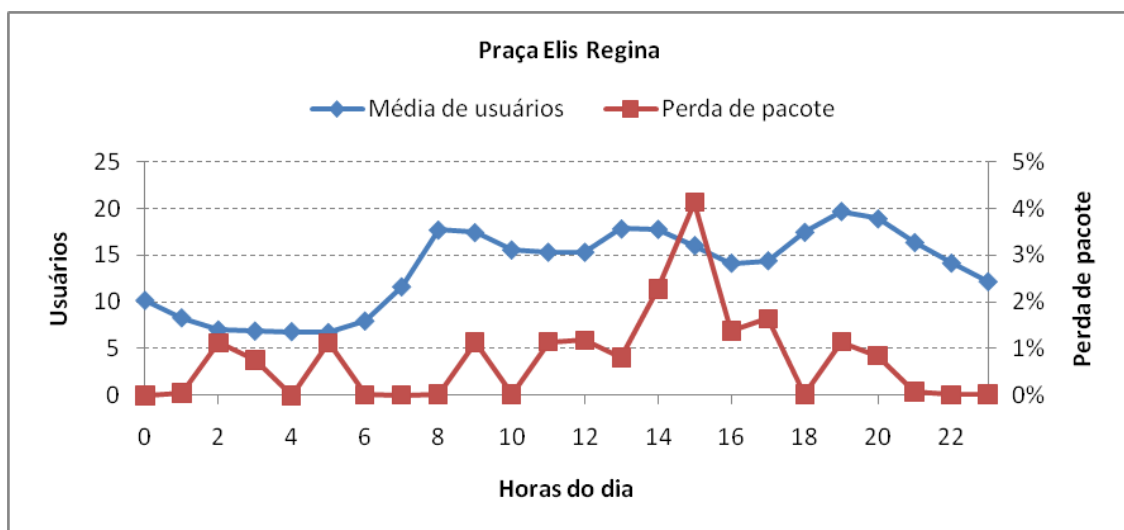
k) Parque Santa Amélia.



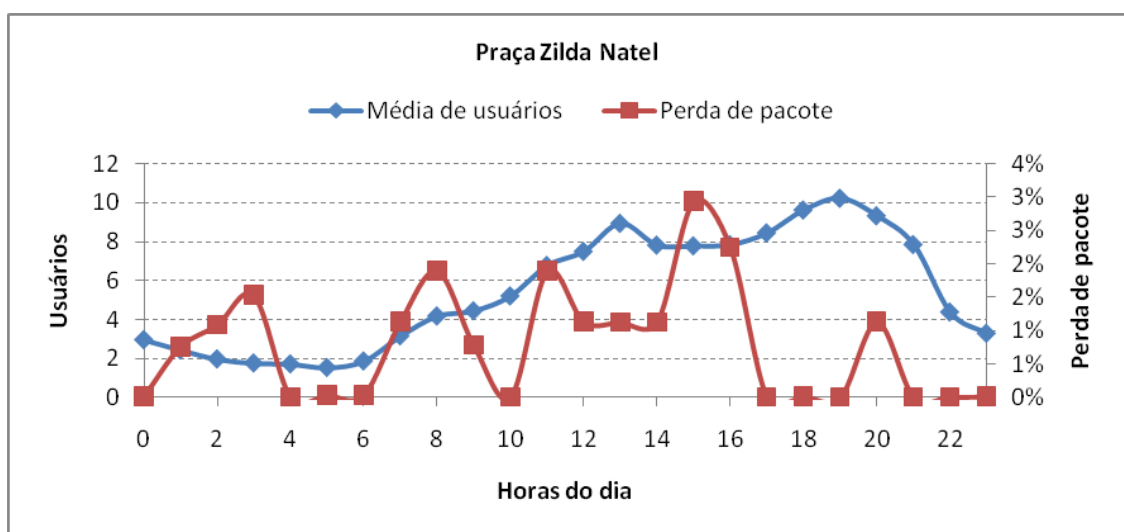
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

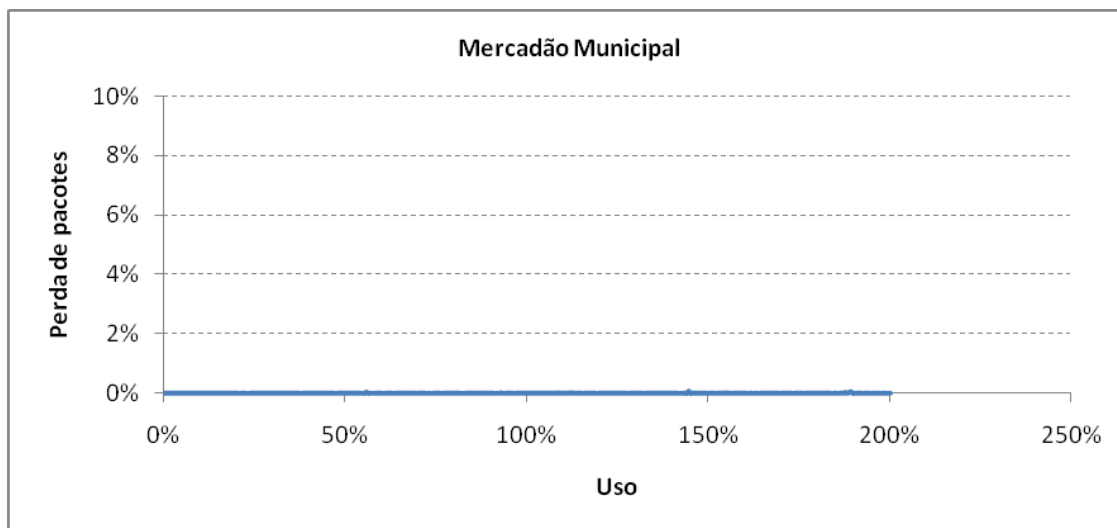


n) Praça Elis Regina.

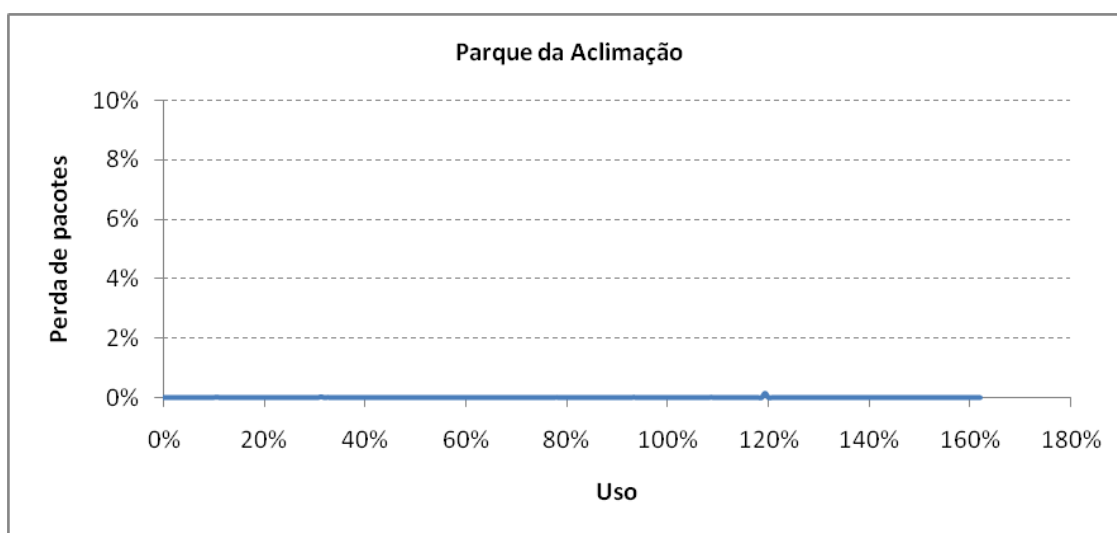


o) Praça Zilda Natel.

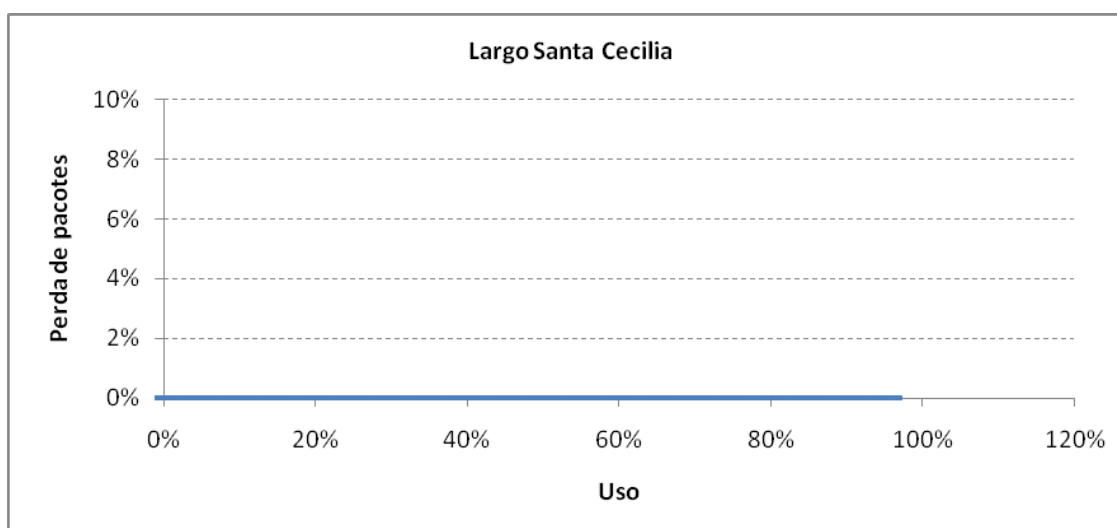
ANEXO P – Perda de pacotes vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo) das 15 praças.



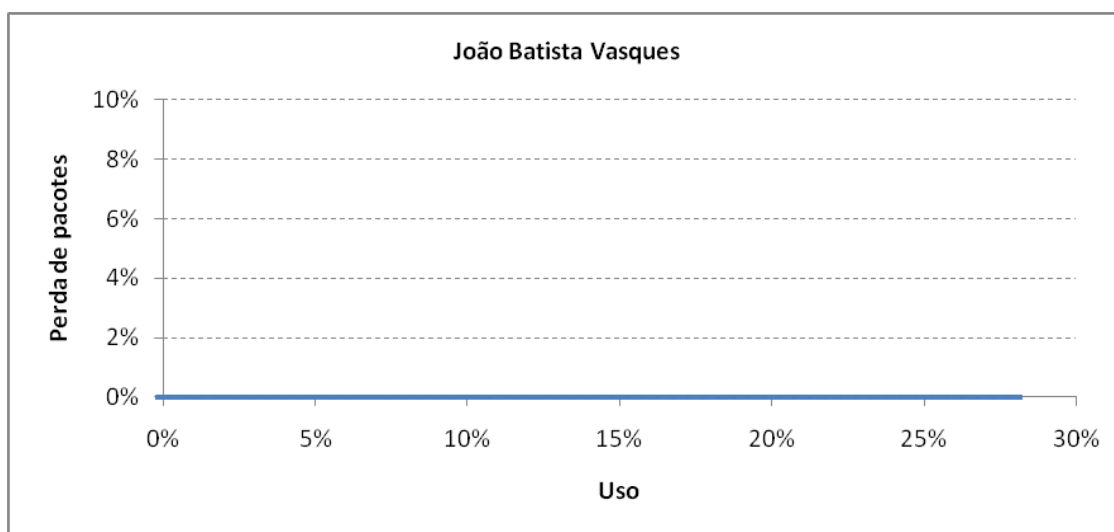
a) Mercado Municipal.



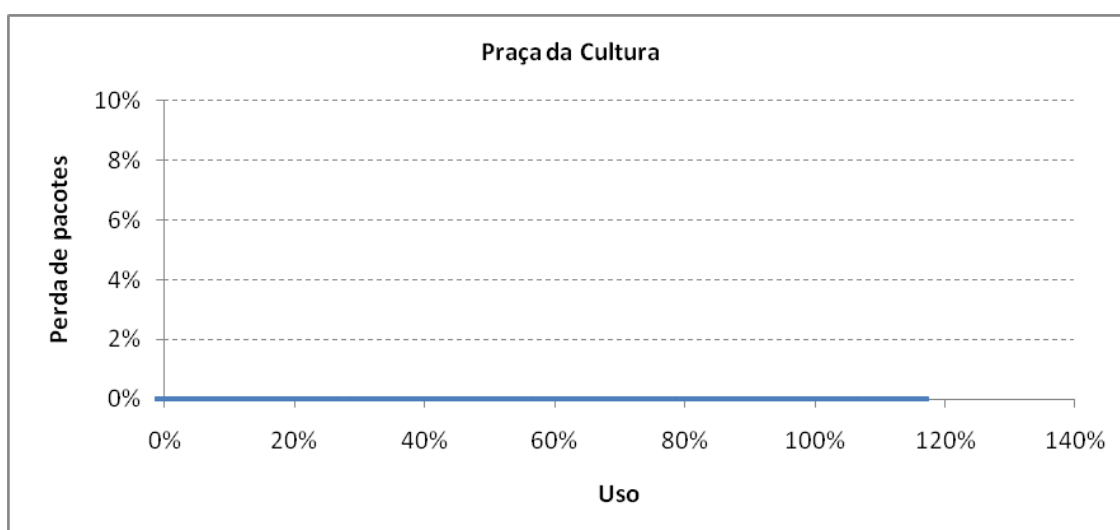
b) Parque da Aclimação.



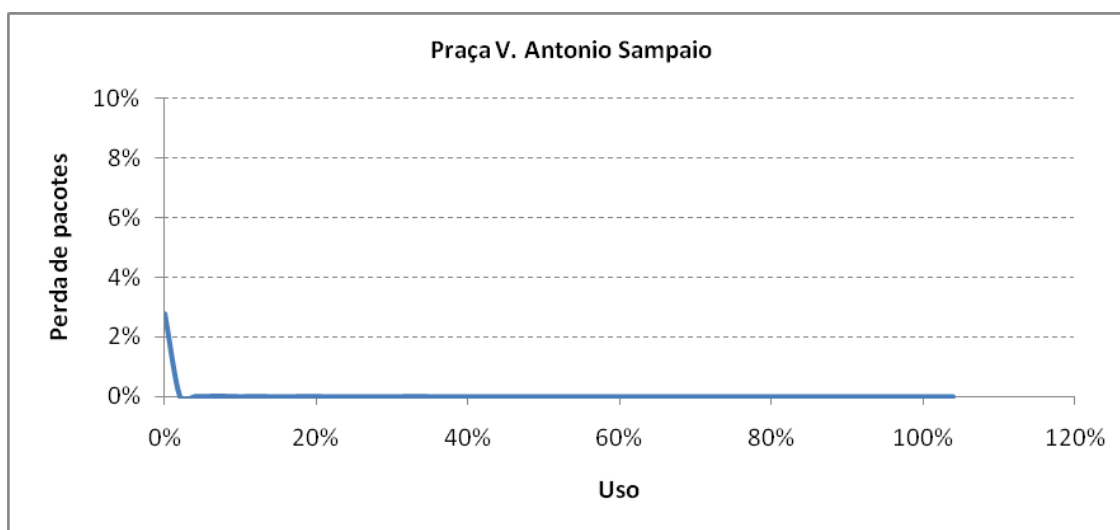
c) Largo Santa Cecília.



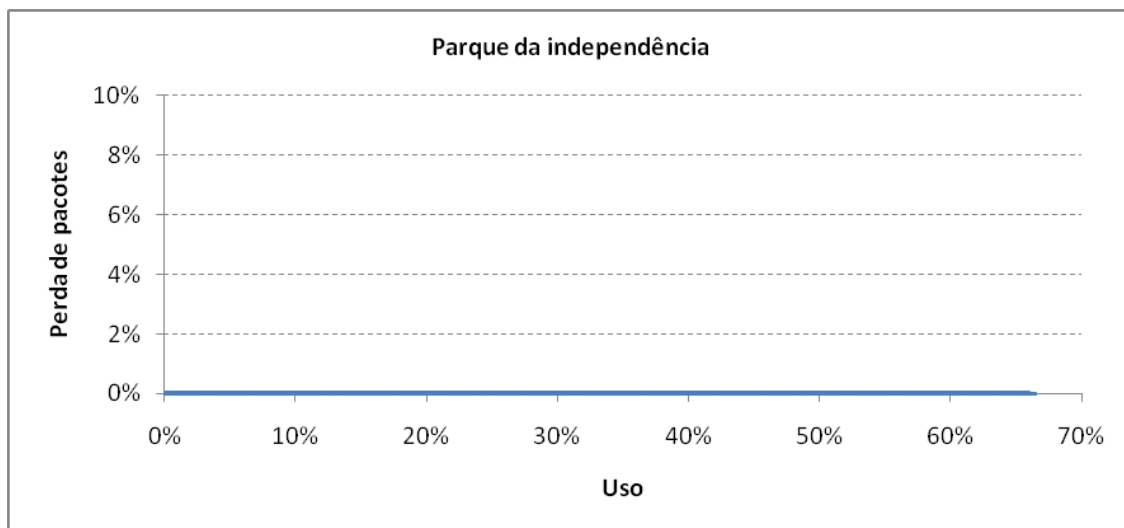
d) Praça João Batista Vasques.



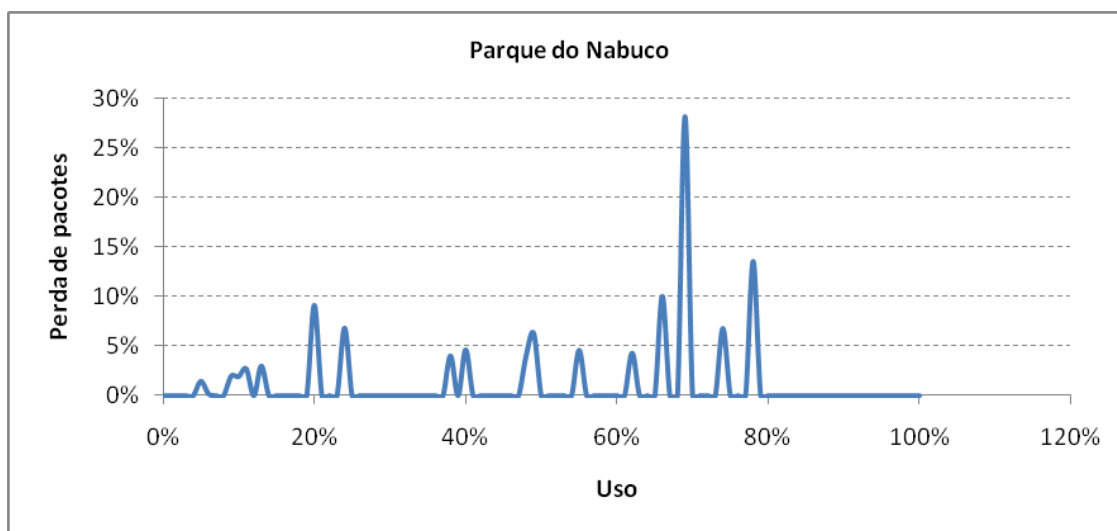
e) Praça da Cultura.



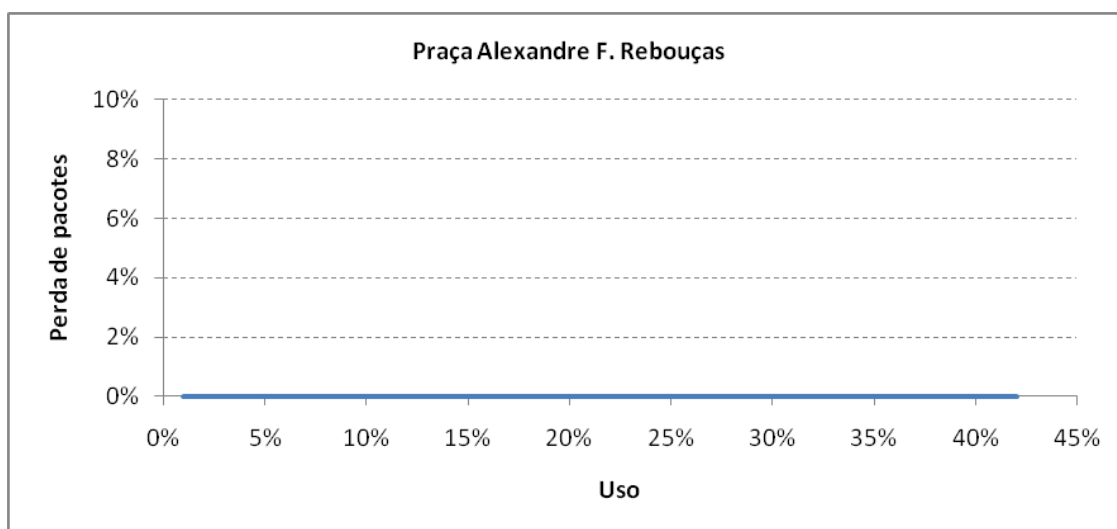
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



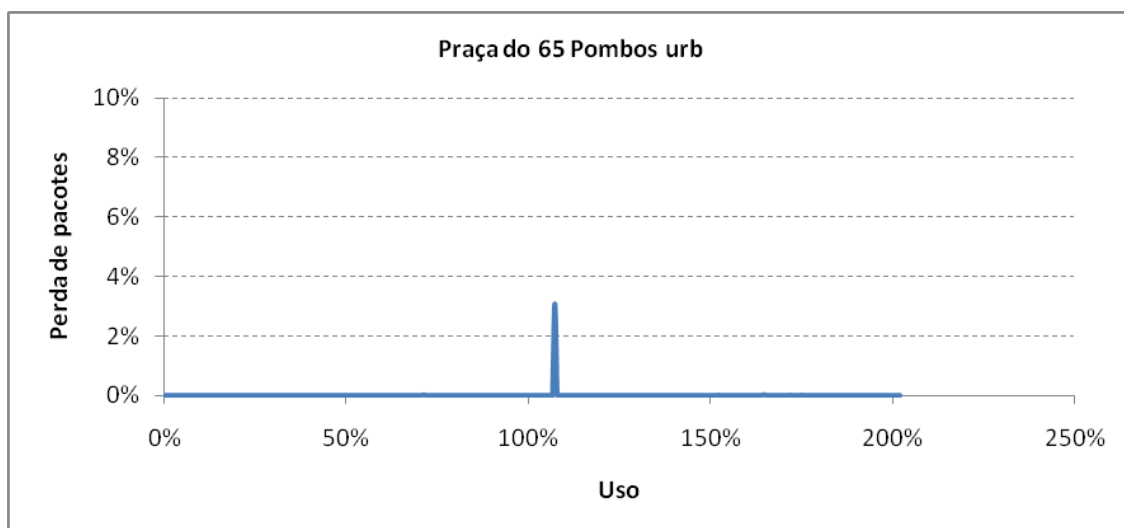
g) Parque da Independência.



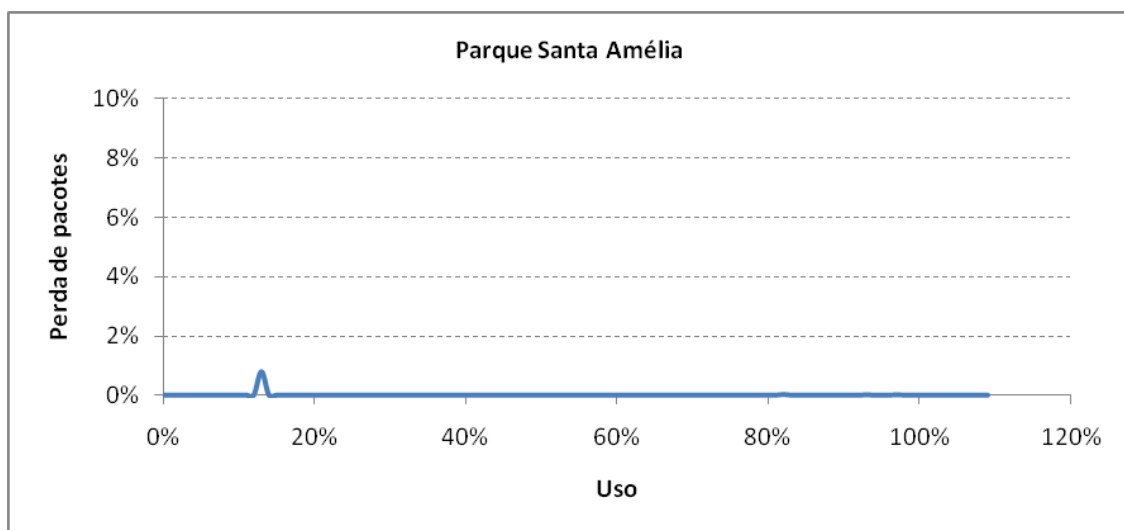
h) Parque do Nabuco.



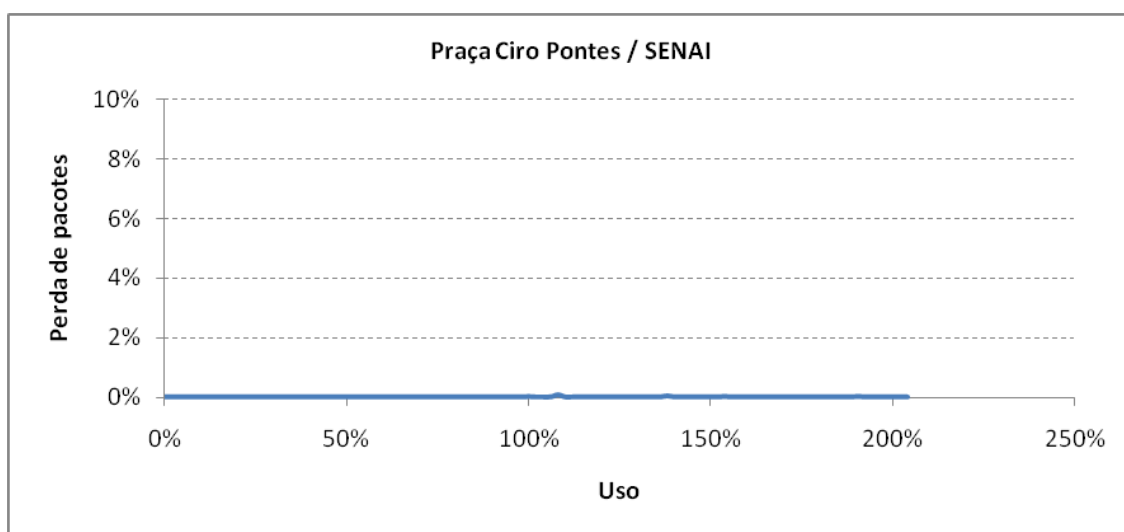
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



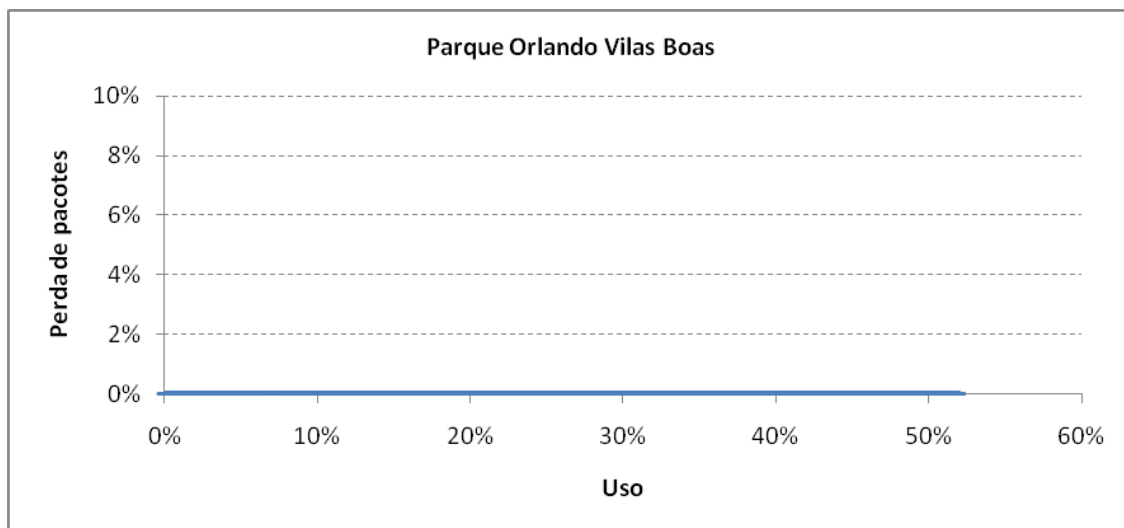
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



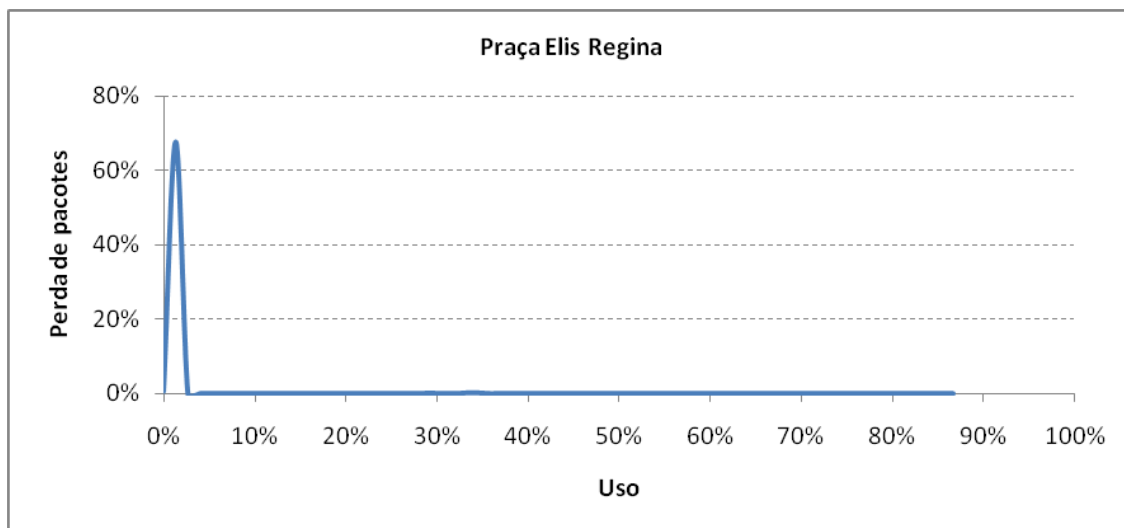
k) Parque Santa Amélia.



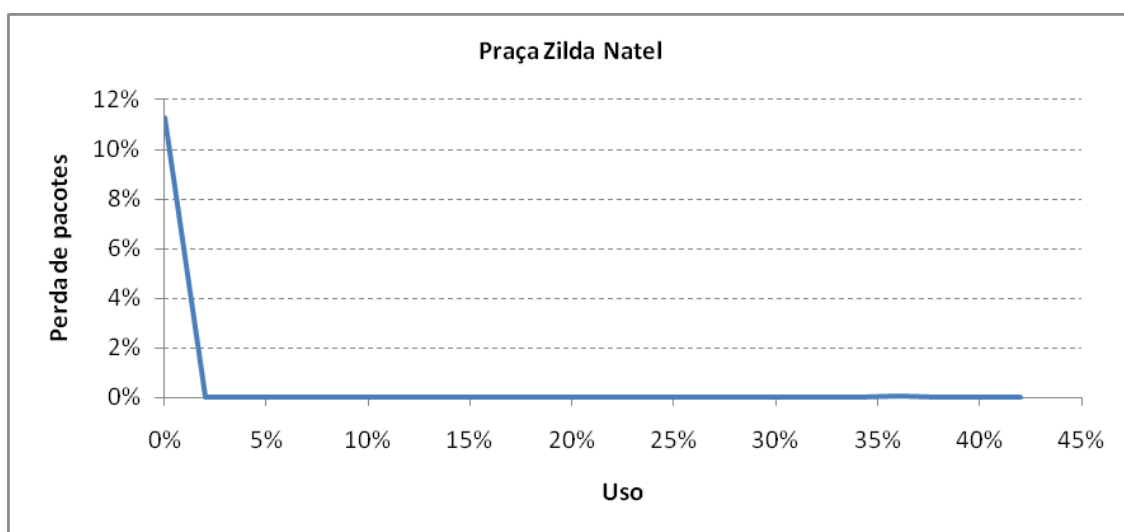
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.

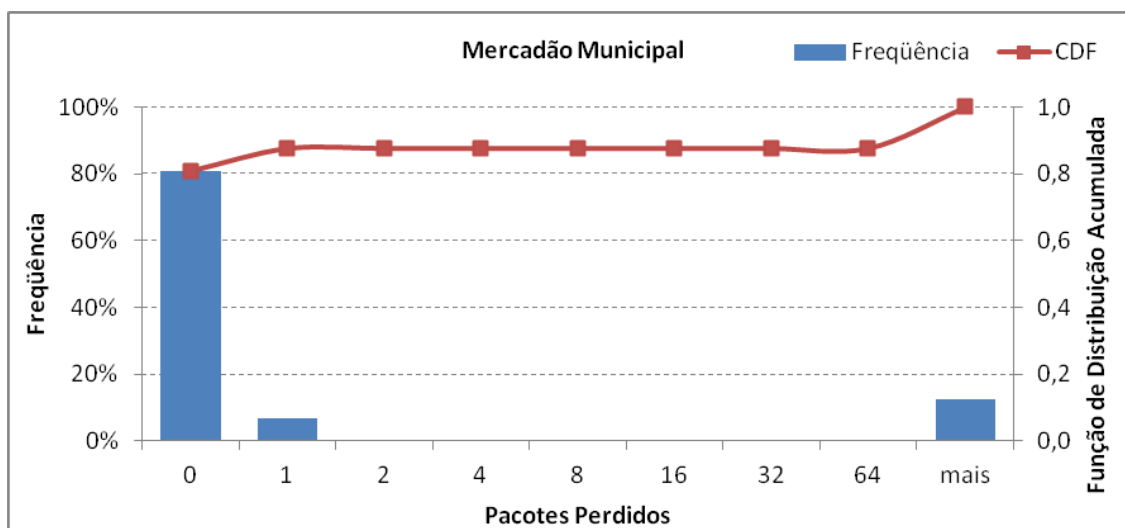


n) Praça Elis Regina.

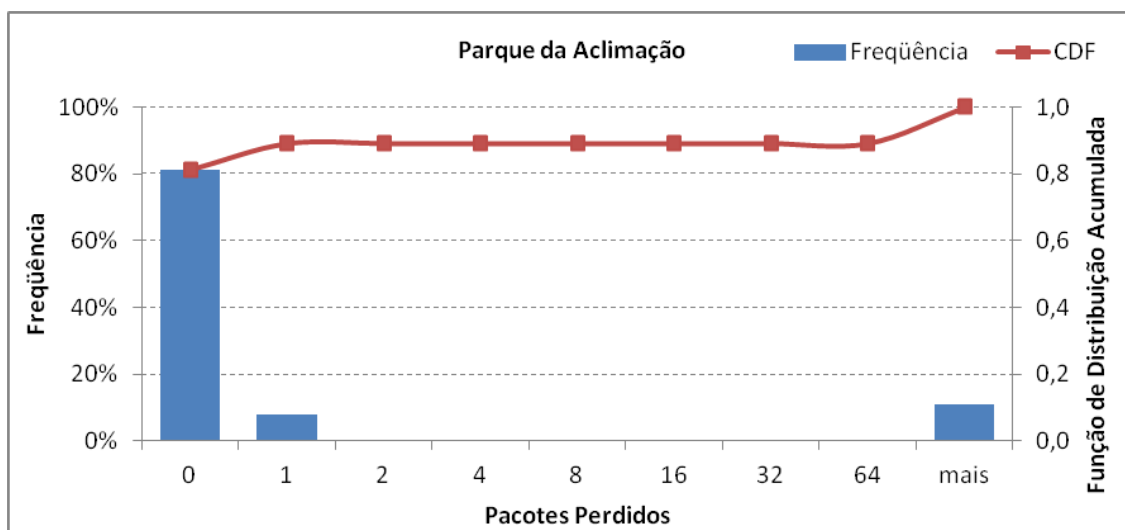


o) Praça Zilda Natel.

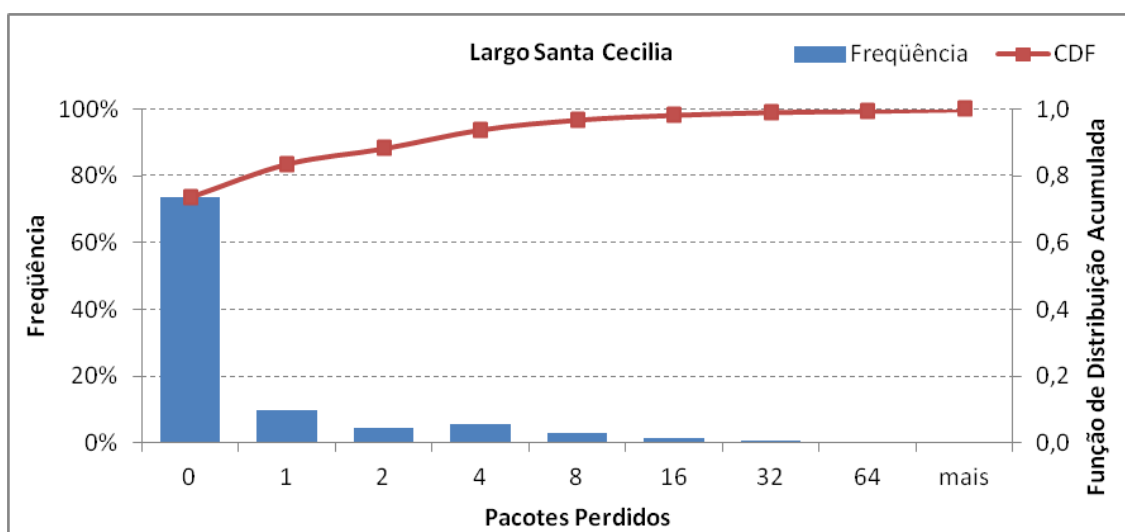
ANEXO Q – Histograma e Distribuição Acumulada da Perda de pacotes das 15 praças.



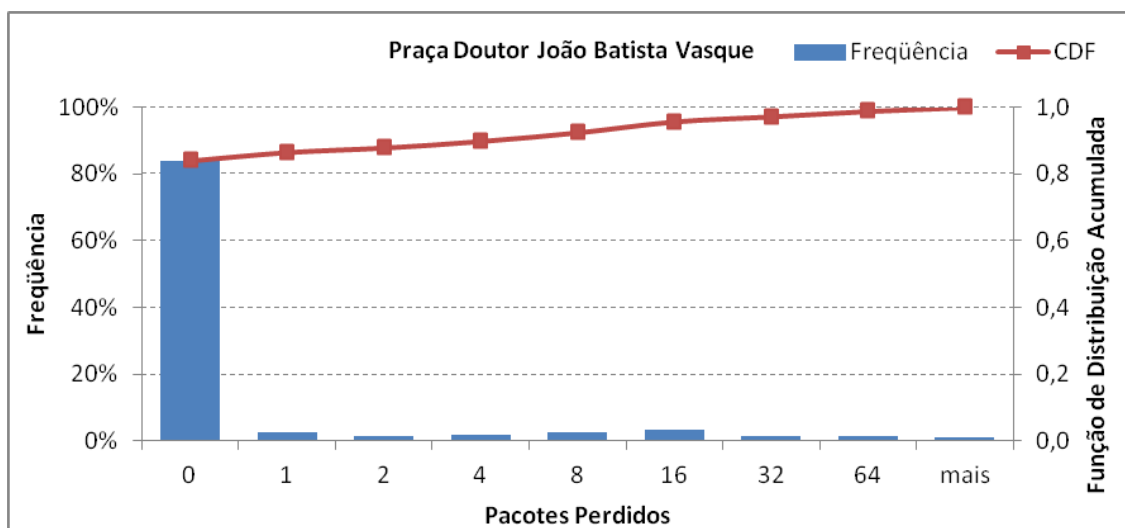
a) Mercadão Municipal.



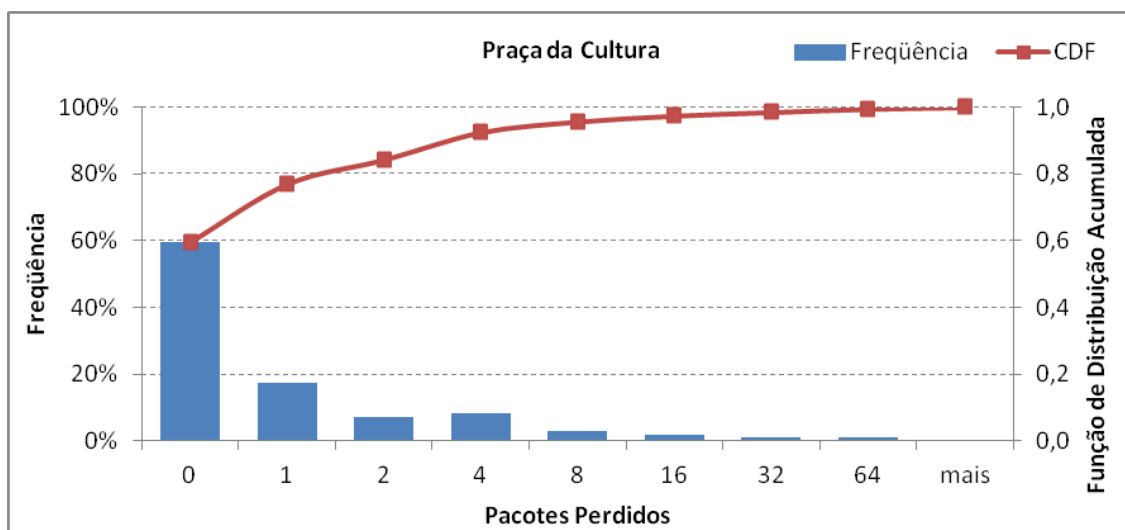
b) Parque da Aclimação.



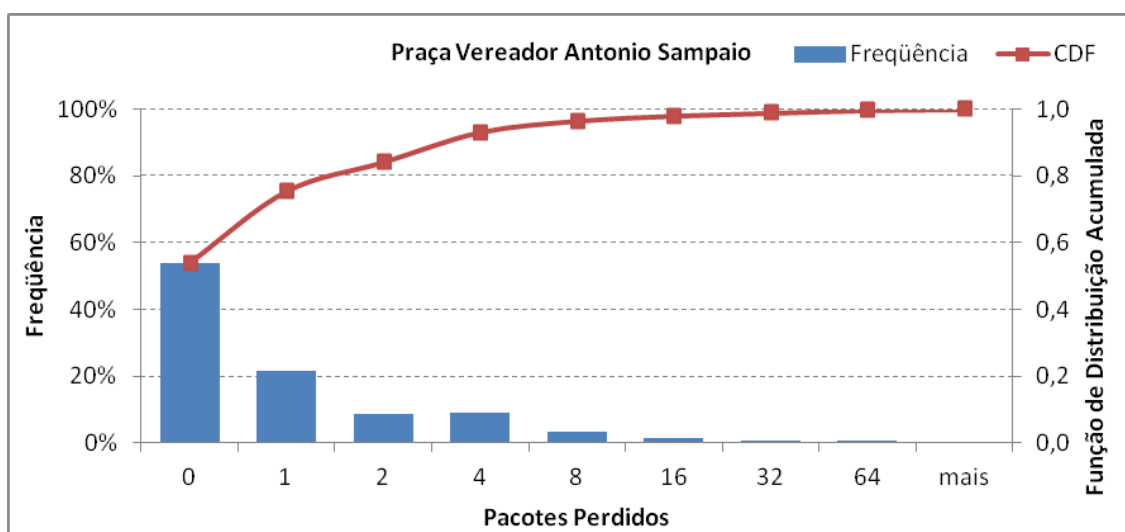
c) Largo Santa Cecília.



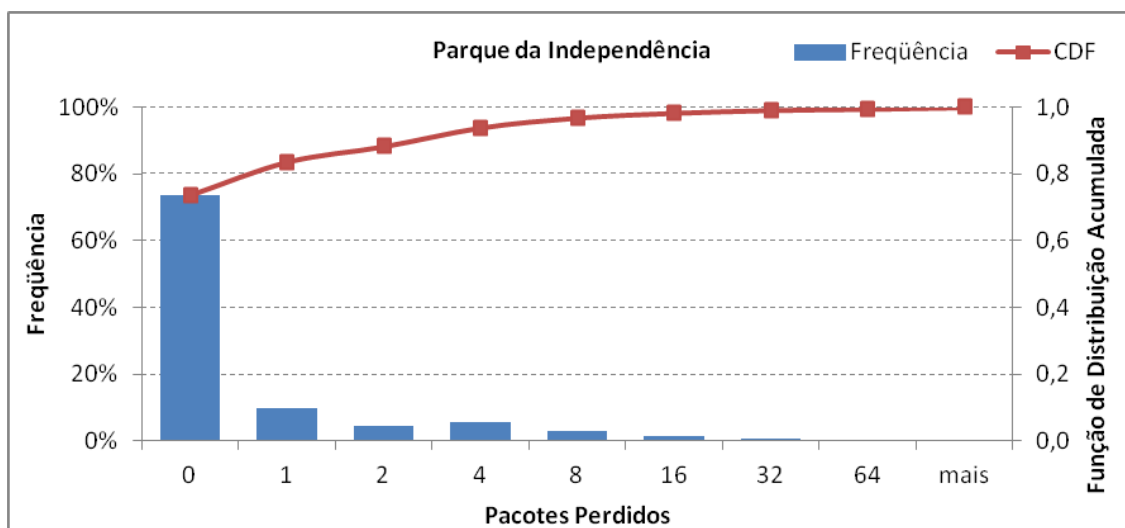
d) Praça João Batista Vasques.



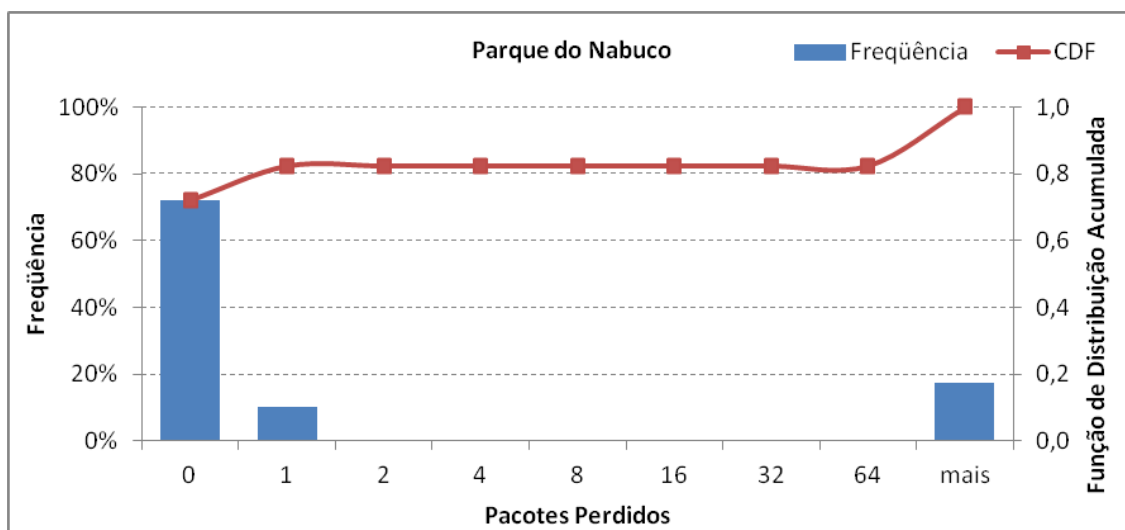
e) Praça da Cultura.



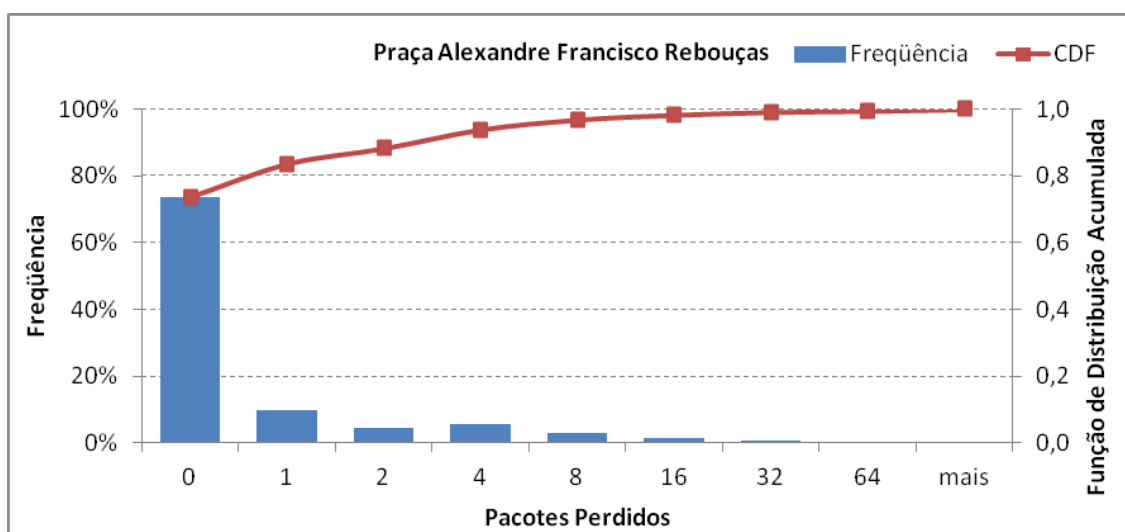
f) Praça Vereador Antônio Sampaio.



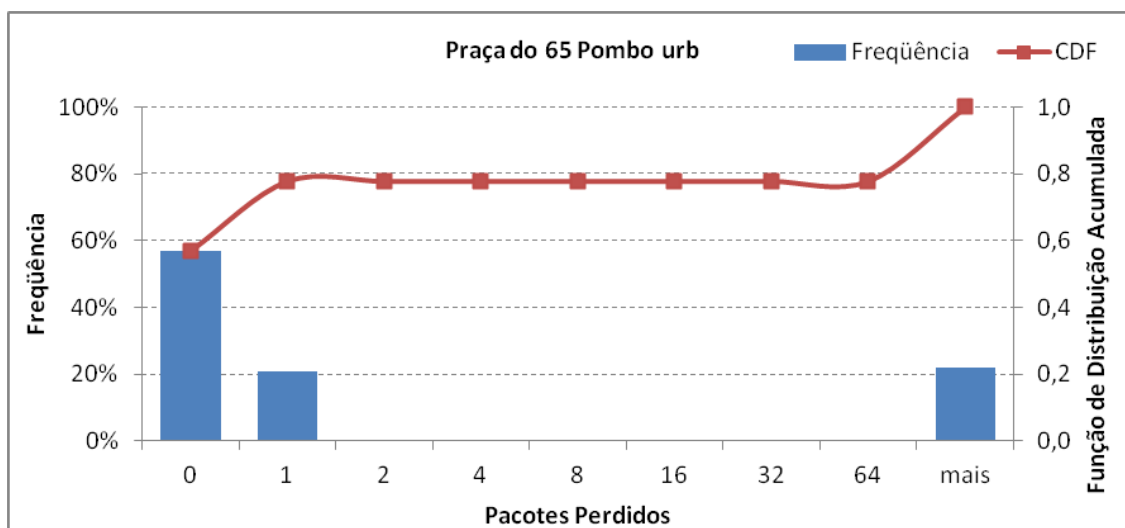
g) Parque da Independência.



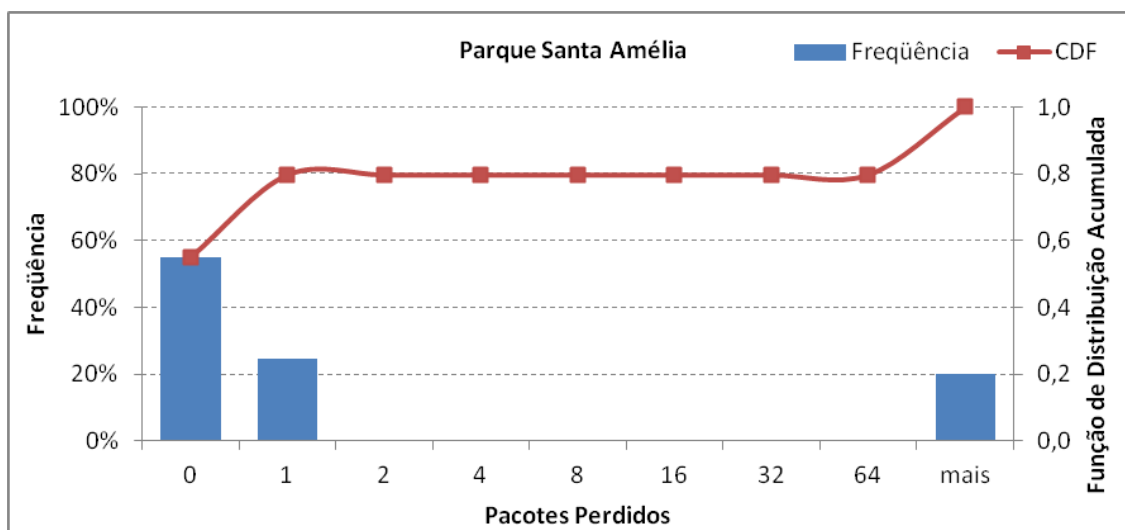
h) Parque do Nabuco.



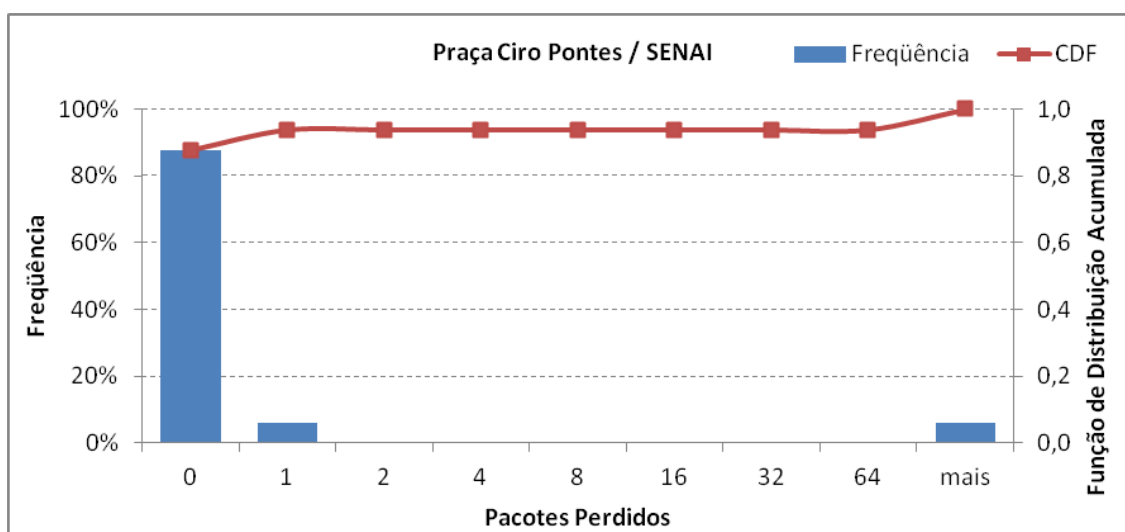
i) Praça Alexandre Francisco Rebouças.



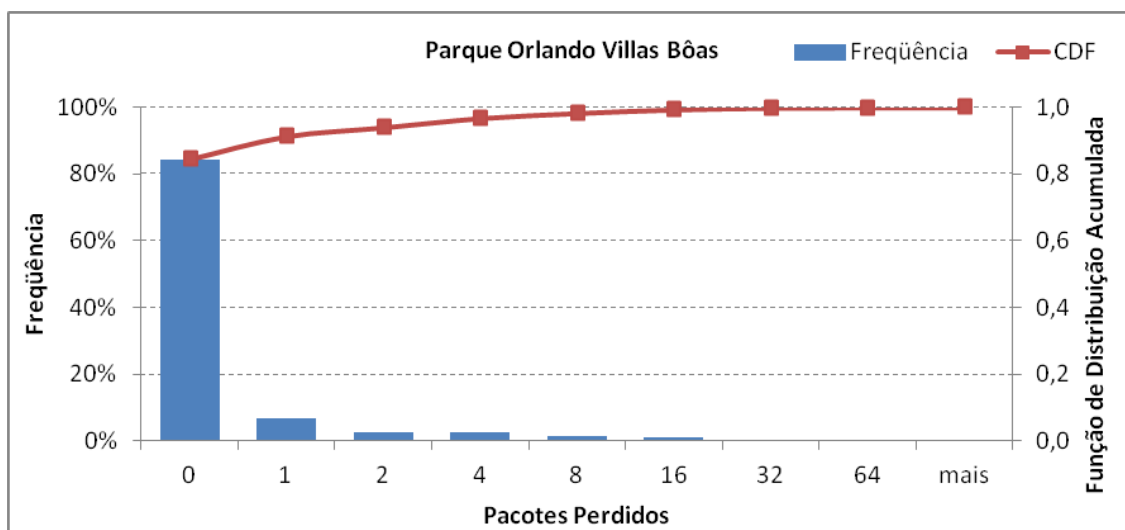
j) Praça do 65 / Pombas Urbanas.



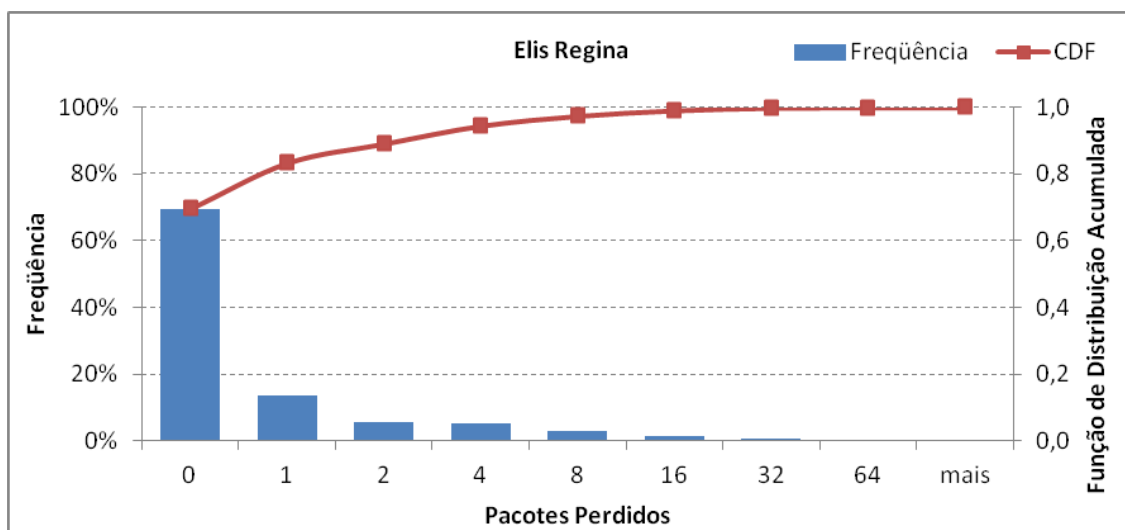
k) Parque Santa Amélia.



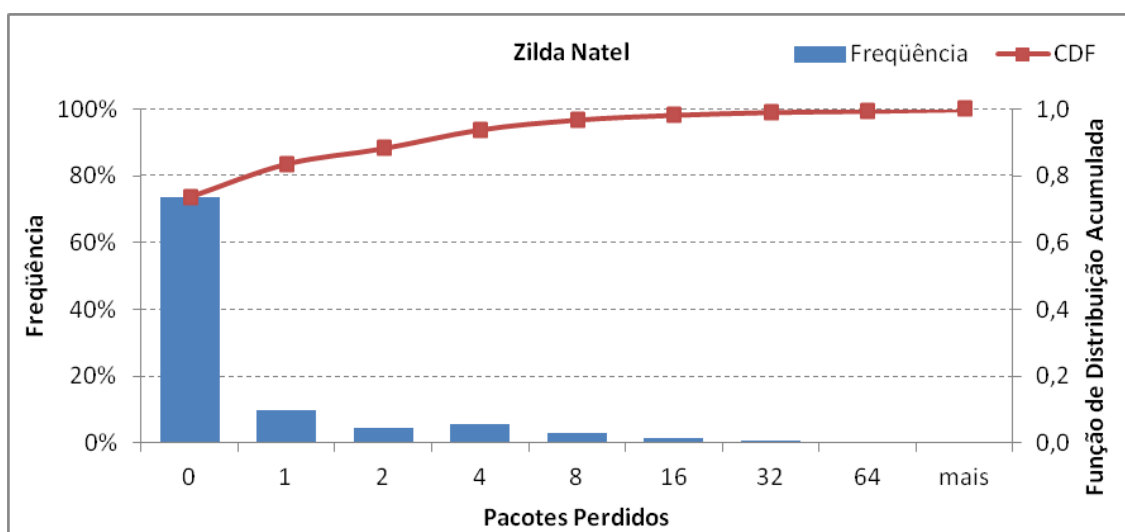
l) Praça Ciro Pontes / Ao lado do Senai.



m) Parque Orlando Villas Bôas.



n) Praça Elis Regina.



o) Praça Zilda Natel.