



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC



CONECTIVIDADE E INCLUSÃO DIGITAL PARA SÃO PAULO

ACESSO, DISPONIBILIDADE E DESEMPENHO DAS PRAÇAS DIGITAIS

RELATÓRIO R2 - VERSÃO 9 - AVALIAÇÃO DE ACESSO,
DISPONIBILIDADE E DESEMPENHO DAS PRAÇAS DIGITAIS EM 2015

Prof. Sérgio Amadeu da Silveira, UFABC (coordenador)

Santo André, Março de 2016.

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

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 versão anual do relatório, compreendendo a avaliação dos dados obtidos no ano de 2015. Das 120 praças incluídas no programa WiFi Livre SP, este relatório analisa 111, pois as outras nove praças não analisadas foi devido a implantação que ocorreu após o mês de janeiro de 2015. As primeiras versões analisaram-se os dados capturados trimestralmente. Este relatório é anual referente a 2015.

Sumário

EQUIPE DE PROJETO	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	16
4.2. DISPONIBILIDADE DO SERVIÇO	23
4.3. DESEMPENHO DO SERVIÇO	27
4.3.1. DESEMPENHO GLOBAL	28
4.3.2. DESEMPENHO POR EMPRESA	28
4.3.3. DESEMPENHO POR REGIÃO	28
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	51
5. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	58

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 janeiro de 2015, o website do programa contabilizava 111 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 demonstram a qualidade e estabilidade da conexão oferecida à Internet. No caso do programa WiFi Livre SP foi adotado o modelo de contratação de empresas para prestação do serviço de conectividade.

Este relatório tem o objetivo de realizar uma avaliação dos últimos três meses do serviço prestado pelas empresas operadoras do WiFi Livre SP, revelando informações que poderão ser utilizadas para aprimorar os aspectos técnicos da abertura de sinal WiFi. Foram coletados dados provenientes das empresas e do serviço SIMET² durante todo o ano de 2015 de 111 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 versão anual do relatório, compreendendo a avaliação dos dados obtidos nos do ano de 2015. Existe cinco versões trimestrais que foram geradas contando desde outubro de 2014. Foi possível observar que todas as métricas mostraram estáveis em relação à qualidade do serviço prestado comparando com os demais relatórios.

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

2. Referencial Teórico

Sociedades inteligentes em todo o mundo precisam encontrar soluções para as principais tendências que irão mudar o mundo e o modo como vivemos nas próximas décadas. Nesse contexto, uma área de importância especial para o nosso futuro é o desenvolvimento de infraestrutura urbana. Uma análise de *megatendências* globais para a sociedade do futuro baseada em dezenas de projetos de pesquisa e conduzida por governos, agências e especialistas concluiu que até 2020 haverá um grande avanço no modo como a tecnologia pode apropriar-se da inteligência coletiva da sociedade para gerar conexão, colaboração, inovação e vida urbana sustentável (ver projeto Almere Smart 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 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

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>

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

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.

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

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.

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

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). 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

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

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

¹¹ <http://openwireless.org>

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 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

¹² <http://www.caida.org/tools/>

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

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 tem o objetivo de implantar 120 (cento e vinte) praças digitais, das quais em novembro 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 111 (cento e onze) praças, de acordo com a Tabela 2, porque dispunham de informações no período analisado (um ano) tanto das empresas WCS e Ziva quanto do SIMET.

Tabela 2: Praças avaliadas

Região	Número de Praças
Centro	22
Norte	17
Sul	23
Leste	34
Oeste	15
Total	111

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

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

escolhidas três praças em funcionamento de regiões distintas da cidade de São Paulo, as quais obtiveram maior quantidade de dados capturados no último ano. 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)	Largo da Batata (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 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

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.

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>

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 no ano 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 resolvedor DNS da internet, portanto há captura parcial e ou nenhuma captura de dados das praças. A tabela de falhas compreende o período de um ano desse relatório sendo o total de dias com problemas de coleta igual há 35 dias.

Tabela 4: Interrupções nas coletas de dados

Interrupção	Problema
15/01/2015	Captura parcial de dados, inserção de novas praças erro no programa de captura.
23/01/2015 à 24/01/2015	Captura parcial de dados, inserção de novas praças erro no programa de captura.
10/02/2015 à 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 à 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 à 22/02/2015	Falha do Programa de captura dos dados captura parcial de dados.
12/04/2015 à 14/04/2015	Captura de dados prejudicados. Resolvedor DNS de endereços de internet fora de operação sites de capturas não alcançável.
22/07/2015 à 29/07/2015	Falha do Programa de captura dos dados, alteração do IP do servidor de dados.
29/07/2015 à 03/08/2015	Falha do Programa de captura dos dados, alteração do IP do servidor que disponibiliza os dados e os arquivos.
29/10/2015 à 01/11/2015	Migração de serviços e instalação de novo hardware no servidor da UFABC, e a desativação do servidor Azure, falha de captura.
03/11/2015 à 05/11/2015	Alterações nos formatos dos dados fornecidos pelas empresas causou a interrupção da coleta dos dados, ocasionando nenhuma ou coleta parcial de dados.

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

²¹ <http://nuvem.ufabc.edu.br>

cobertura pré-definida, mas o número de usuários representa a soma de todos os usuários conectados em todos os seus APs.

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

- Download TCP (SIMET): Informação que representa o quanto um usuário consegue obter da capacidade da rede. O TCP é um protocolo de comunicação usado na Internet para transferências de arquivos (download/upload), emails, navegação Web, etc., que garante que os dados cheguem corretos no destino. As aplicações da Internet que usam o protocolo TCP geram um tráfego correspondente a mais de 95% do total. A taxa de download TCP mede a velocidade de transferência de informação que uma aplicação que usa o TCP consegue obter em uma rede. Ela depende da capacidade instalada da rede e do seu compartilhamento com outros usuários.
- Latência (SIMET): Informa o tempo transcorrido para uma informação (ou seja, um pacote) percorrer o caminho de ida e volta de origem para destino, medida em milissegundos (ms). É importante porque algumas aplicações são muito sensíveis à latência, como Skype e jogos (onde o "lag" atrapalha os jogadores). Quando a latência é alta, interfere também em outras aplicações, como navegação na Web. O ping é um programa universalmente usado na Internet para medir latência e perda de pacotes, tanto que já virou sinônimo do fenômeno que está medindo. Por exemplo, é comum ouvir as pessoas dizendo que o tempo de ping está alto, o que significa que a latência está alta. Todas as medições do SIMET são realizadas para o Ponto de Troca de Tráfego (PTT) mais próximo do usuário. No caso das praças atendidas pelo programa WiFi Livre provavelmente as medições são efetuadas usando o PTT de São 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

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.

usuários, que são a possibilidade de acesso ao serviço, a disponibilidade do serviço quando o usuário o deseja e o desempenho do serviço.

4.1. Acesso dos Usuários

Todas as praças foram planejadas para oferecer acesso a um determinado número de usuários, de acordo com uma estimativa inicial do número de cidadãos que potencialmente 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 Centro Cultural de São Paulo (a primeira praça da tabela), cujo número máximo de acessos foi estimado em 250, e recebeu na média de 129 usuários, com um desvio padrão aproximado de 137,55 e o número máximo de 501. Este mesmo comportamento pode ser observado em 111 praças.

Como pode ser observado, o paulistano acolheu bem as praças digitais e o seu uso vem aumentando desde o início das medições em outubro de 2014.

Tabela 5: Acesso de usuários às praças

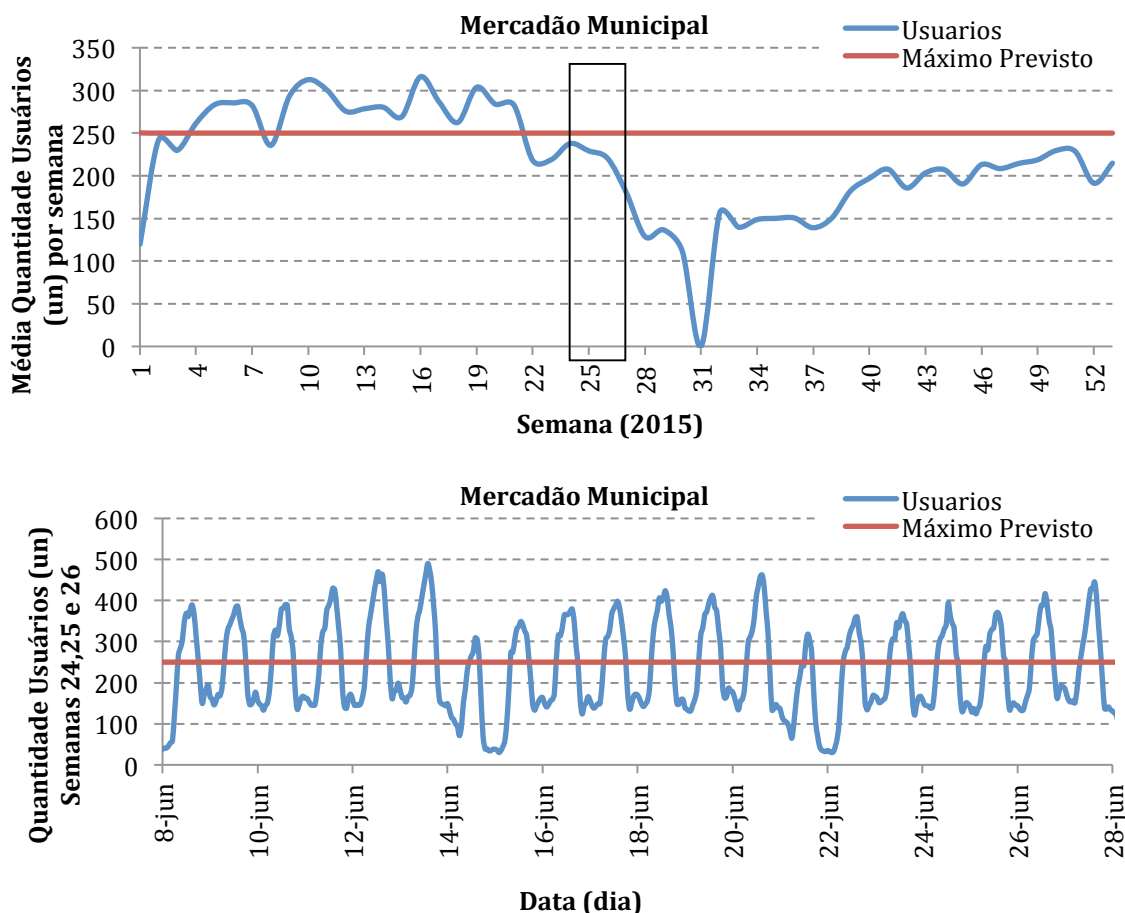
Praça	Região	Acessos	Número de Usuários Observados			
			Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Centro Cultural São Paulo	Centro	250	129,38	137,55	501	1
Largo do Arouche		250	57,33	29,01	234	1
Largo do Cambuci		50	40,19	25,42	101	1
Largo do Paisandú		50	34,02	22,24	102	2
Largo Santa Cecília		75	28,10	16,40	93	0
Largo São Bento		100	45,14	45,93	254	1
Largo São Francisco		100	28,07	19,09	102	1
Masp		250	49,87	35,01	272	3
Mercado Municipal		250	222,89	134,74	501	1
Parque da Aclimação		150	44,54	34,24	270	1
Parque Dom Pedro II		250	62,62	36,41	259	1
Pátio do Colégio		50	22,04	26,28	102	0
Praça da Bandeira		100	49,25	39,59	201	2
Praça da Liberdade		250	24,18	19,68	133	1
Praça da República		250	89,42	53,17	301	5
Praça da Sé		150	52,55	42,67	227	1
Praça do Patriarca		100	42,56	37,82	201	1
Praça Dom José Gaspar		150	102,54	101,06	306	0
Praça Dom Orione		50	13,73	6,65	52	0
Praça Ramos de Azevedo		100	60,22	51,34	202	1
Praça Roosevelt		250	35,27	23,83	233	1
Praça Rotary		100	16,97	14,06	104	1
Largo da Matriz	Norte	125	19,40	19,46	166	0
Largo do Japones		100	37,98	32,68	160	0

Parque Domingos Luís	125	9,03	9,34	70	0
Parque Novo Mundo	100	43,66	30,61	182	0
Parque Tietê	250	34,87	28,71	266	0
Praça 14ª Área / Rua Caldas Novas / Rua Doze	50	12,37	9,96	89	0
Praça da Cultura	75	15,17	10,60	80	0
Praça Doutor João Batista Vasques	100	13,96	12,55	76	0
Praça João Boldo	75	11,35	9,70	83	0
Praça Lourenço de Bellis	50	24,29	17,83	76	0
Praça Marco Antonio Primon Maestre	75	10,71	6,65	48	0
Praça Mariquinha Sciascia	75	16,96	11,55	59	0
Praça na Rua das Imbiraíaras	100	55,44	32,21	150	0
Praça Nossa Senhora dos Prazeres	50	10,29	7,82	80	0
Praça Oscar da Silva	75	14,18	11,82	72	0
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino	50	14,21	9,93	72	0
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)	75	32,01	30,03	300	0
Calçadão Cultural do Grajaú	150	25,72	19,34	97	0
CDC Campo Belo	50	4,39	3,63	28	0
Largo de Moema	125	20,53	15,72	121	0
Largo Dona Ana Rosa	75	10,09	7,09	58	0
Largo Santa Angela	75	21,61	12,87	94	0
Parque da Independência	250	40,26	33,19	254	0
Parque do Nabuco	100	23,99	27,08	179	0
Parque Santo Dias	125	10,54	12,29	102	0
Polo Cultural do Jardim Ângela	50	34,10	20,69	80	0
Praça Alexandre Francisco Rebouças	50	7,70	5,22	36	0
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha	75	27,87	17,87	84	0
Praça Dirceu de Castro Fontoura	75	21,73	25,13	199	0
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros	75	39,78	27,51	155	0
Praça do Largo de Piraporinha	75	66,67	40,94	186	0
Praça Escolar	100	12,00	11,88	68	0
Praça Floriano Peixoto	150	29,12	28,98	120	0
Praça João Adão e Praça Jacó Reimberg Filho	50	13,18	10,23	66	0
Praça João Beíçola	75	24,74	17,87	210	0
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)	150	45,89	38,88	257	0
Praça Luisa P dos Santos (Praça Arariba)	100	18,00	14,84	102	0
Praça Santa Rita de Cássia	50	8,79	6,41	57	0
Praça Toney Arantes	50	5,96	4,46	65	0

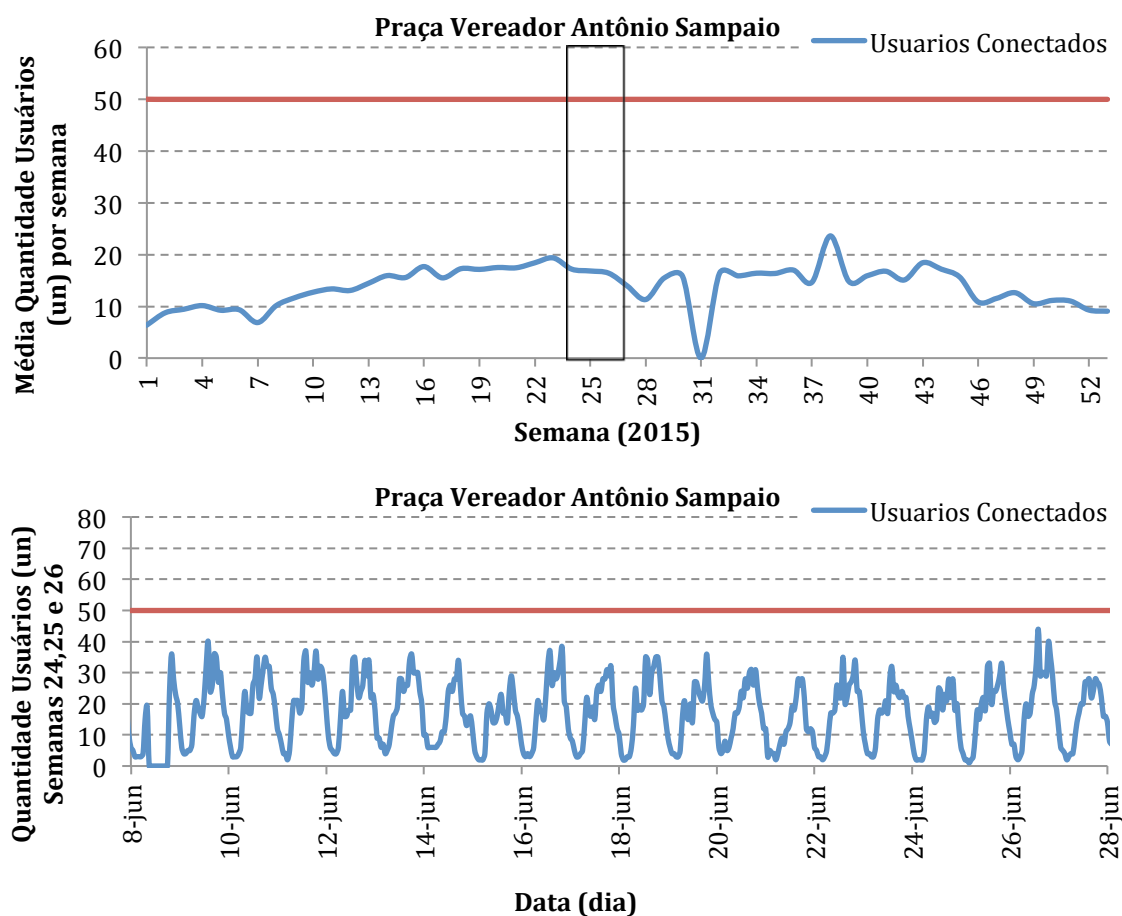
Praia do Sol		75	15,61	10,72	146	0
Largo da Concórdia		150	62,09	48,52	301	1
Largo do Rosário		50	26,51	22,76	102	1
Parque Chico Mendes		100	23,08	20,24	183	1
Parque Ecológico da Vila Prudente		125	19,58	16,53	107	1
Parque Linear Tiquatira		100	16,63	8,94	46	1
Parque Raul Seixas		100	27,31	22,86	144	1
Parque Santa Amélia		100	24,99	18,00	134	1
Praça Brasil (Praça Mãe Menininha do Gantois)		150	26,78	15,93	118	1
Praça Cecília Marques de Araújo		50	18,37	11,81	93	2
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		50	25,92	20,94	102	2
Praça Craveiro do Campo		50	33,48	19,15	101	1
Praça da Conquista (Praça Vereador João Aparecido de Paula)		75	15,83	20,52	137	1
Praça da Estação Vila Mara		50	38,29	25,04	140	2
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		50	21,94	14,30	103	1
Praça do 65 / Pombas Urbanas		150	134,49	48,76	303	3
Praça do Terminal dos Metalúrgicos	Leste	150	94,31	42,62	226	1
Praça Felisberto Fernandes da Silva / Largo São Mateus		100	59,67	25,58	103	0
Praça General Humberto de Sousa Mello		75	31,48	19,26	143	1
Praça Giovani Fani		50	17,92	13,41	97	2
Praça Jaguamitanga		50	15,16	12,99	133	1
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		100	29,55	21,40	101	1
Praça Kantuta		125	16,23	13,25	118	2
Praça na Rua Gregório Ramalho		75	64,68	57,58	254	1
Praça Oslei Francisco Borges		50	56,68	27,80	211	0
Praça Oswaldo Luís da Silveira		50	22,32	13,11	82	2
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		150	74,75	43,29	172	1
Praça Padre Damião		100	26,32	20,68	142	2
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		75	50,90	32,62	217	1
Praça Sampaio Vidal		50	39,96	24,97	103	2
Praça São João Vicenzotto		50	29,84	18,72	103	3
Praça São Luis do Curu		50	21,67	15,74	103	0
Praça Silvio Romero		100	14,54	10,76	124	0
Praça Torquato Plaza		50	46,46	30,84	101	1
Praça Vicente Falcetta		50	17,15	10,05	65	2
Largo da Batata		125	25,26	17,85	123	0
Parque Alfredo Volpi		75	10,58	9,53	72	0
Parque Orlando Villas Bôas		125	2,65	5,00	71	0
Parque Raposo Tavares		75	16,77	18,16	176	0

Praça Arlindo Rossi	Oeste	100	6,53	5,80	69	0
Praça Benedito Calixto		250	20,84	20,16	183	0
Praça Conde Francisco Matarazzo		50	10,49	8,43	65	0
Praça Cornélia		75	10,60	8,89	55	0
Praça do Pôr-do-Sol		100	17,43	20,56	208	0
Praça Elis Regina		75	13,42	7,94	73	0
Praça Eng. Noriwuki Yamamoto		50	13,81	9,49	85	0
Praça Gen. Porto Carreiro		75	13,79	10,60	66	0
Praça General Guimarães		50	22,77	19,13	100	0
Praça Wilson Moreira da Costa		75	11,12	8,93	64	0
Praça Zilda Natel		50	6,40	4,74	31	0

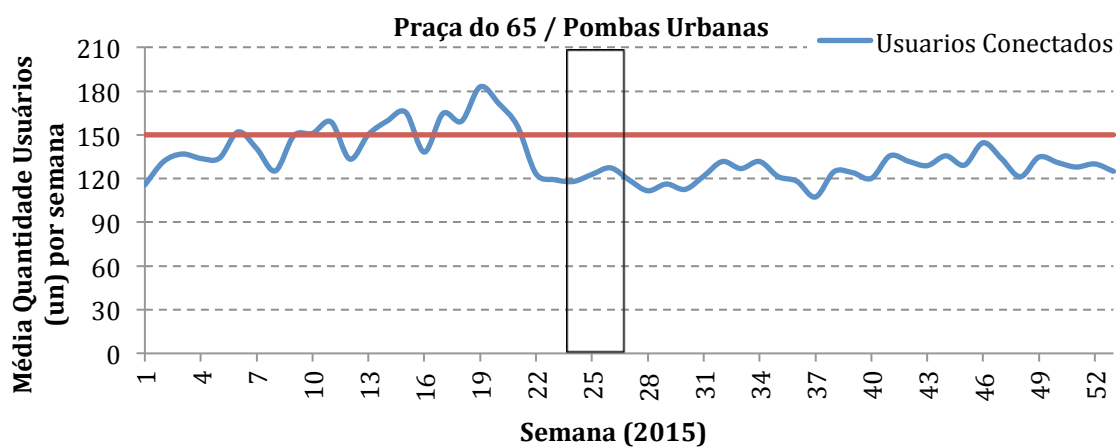
A Figura 1 mostra a média do número de usuários conectados por semana nas praças com número alto de acessos previstos de acordo com a Tabela 3. É possível observar que o Mercado Municipal de São Paulo, no Centro, possui grande utilização medida pelo número de usuários conectados, conforme a figura 1. Em 17 semanas o número máximo de usuários conectados superou o limite de acessos previstos. Na Zona Leste, a Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste) também experimentou um número maior de usuários conectados do que o seu limite previsto. Já a Praça Vereador Antônio Sampaio, na zona norte, houve utilização significativamente pequena ou inferior ao limite de acessos previstos.

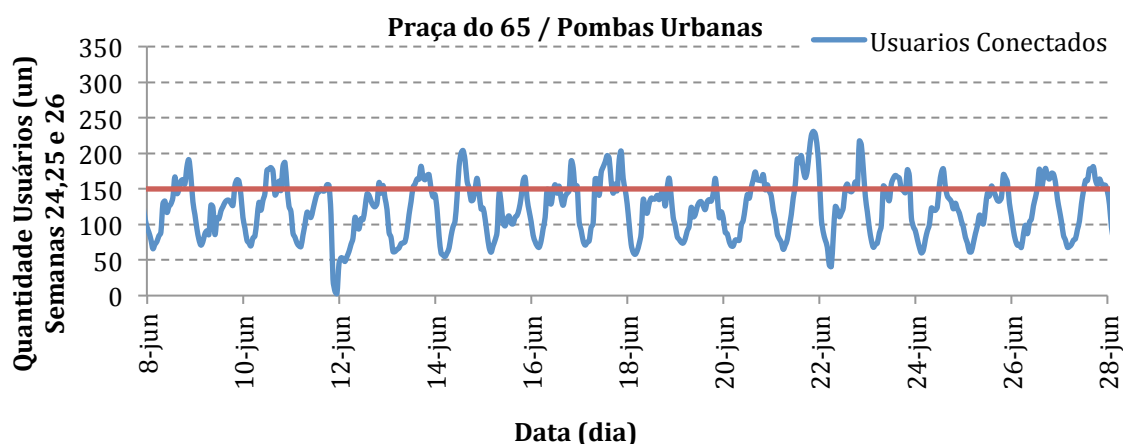


a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).





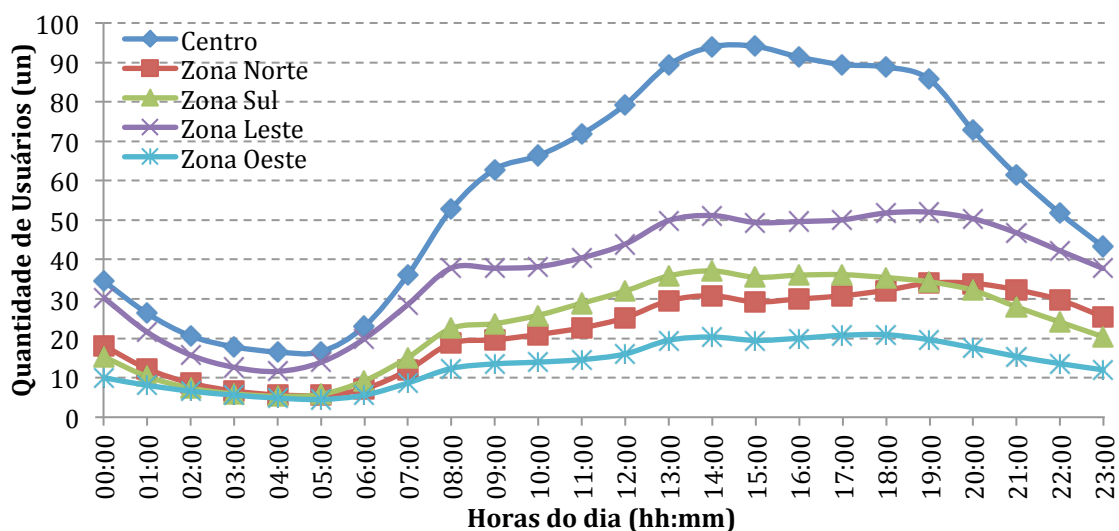
c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

Figura 1 – Número de usuários conectados; a) Mercadão Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

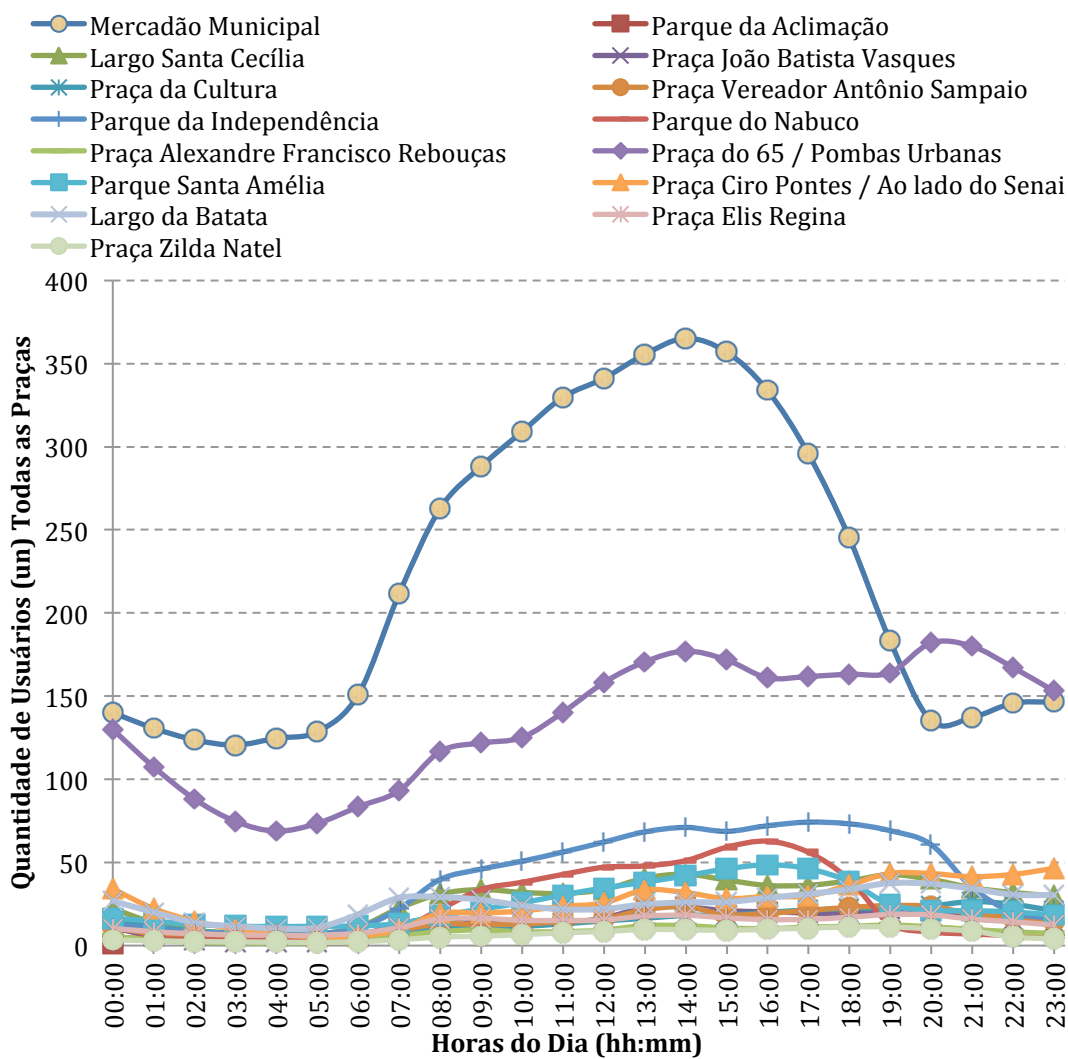
Em algumas praças, é possível observar que o gráfico apresenta um pico de usuários maior durante os dias úteis da semana as praças Mercadão Municipal, Praça Vereador Antônio de Sampaio, Praça do 65 / pombas Urbanas (Figura 1, a, b, c) possuem o comportamento de praças de comercio, entretanto aos sábados e domingos o acesso de usuários da rede diminui em relação ao demais dias da semana. Existem praças que esse efeito ocorre ao contrário são consideradas praças de lazer, pois os usuários utilizam nos finais de semanas. Ocorrem também praças onde os acessos não variam de acordo com os dias da semana, portanto para essas praças não há classificação.

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 Mercadão 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.

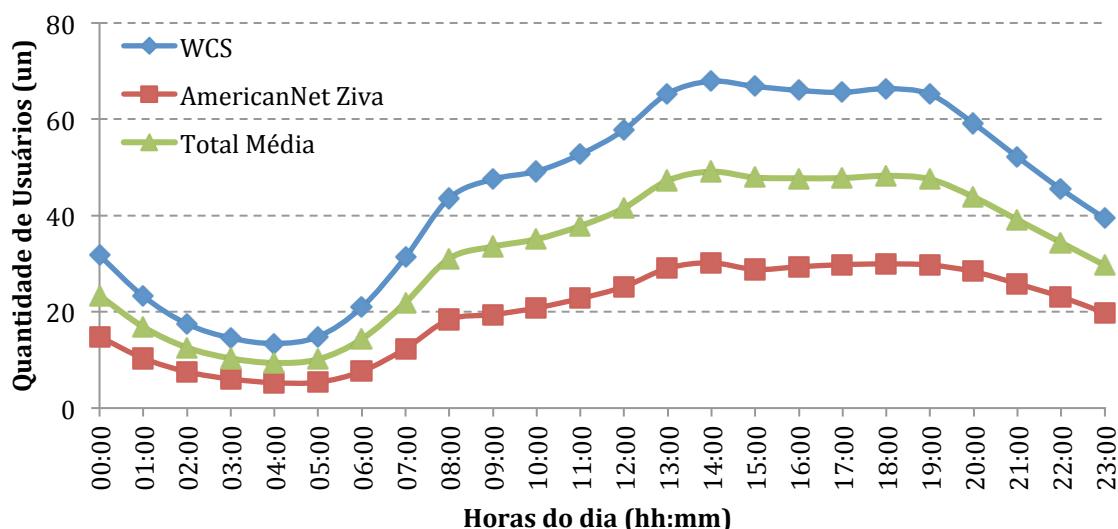
A Figura 2.a trás a média de usuários nas diversas horas do dia por regiões da cidade de São Paulo. Já a 2.b corresponde à análise por praça que são apresentadas na Tabela 3. Na ultima análise da 2.c trás à referência do número de usuários por hora do dia por empresa contratada. É possível observar que em todas as praças o comportamento de maior utilização ocorre no horário comercial e a sua menor utilização nas madrugadas.



a) Por Regiões da Cidade.



b) Por Praça



c) Por Empresa, Total Média.

Figura 2 - Número de usuários conectados por horas do dia. a) Por Regiões; b) Por Praça; c) Por Empresa, Total Média.

Na Figura 2.b nota-se que há um grande volume de acessos nas regiões do centro e zona leste da cidade de São Paulo isso se deve a uma característica da localidade e/ou uma característica da prestadora de serviço que podemos acompanhar na 2.c, a qual mostra a quantidade de usuários pelas prestadoras de serviços uma grande diferença entre as duas companhias em termos de acesso pelos usuários é possível visualizar a média de usuários conectados nas 111 praças analisadas. 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 apresenta a disponibilidade de acordo com os dados fornecidos pelas empresas e pelo SIMET. Em primeiro lugar, é possível observar que nenhuma praça esteve 100% disponível no período observado. Além disso, existe uma grande variação da disponibilidade do ponto de vista das empresas e do SIMET. Em geral a média da disponibilidade esteve em 95% quando são considerados os dados das empresas, mas apenas 66% quando considerados os dados provenientes do SIMET.

É possível observar que para as regiões Centro e Leste a disponibilidade varia de praça para praça, enquanto que para as regiões Norte, Sul e Oeste todas as praças apresentam disponibilidade de aproximadamente 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.

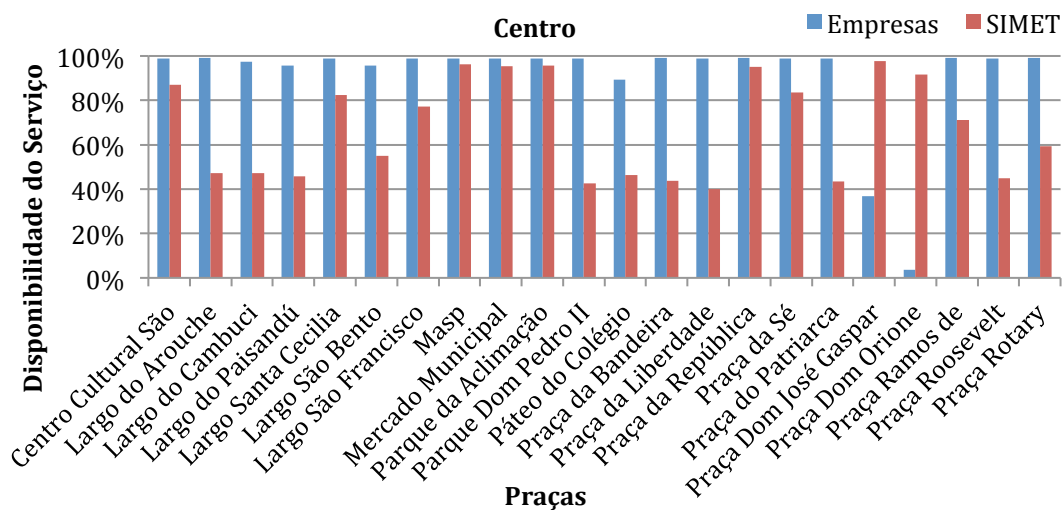
Tabela 6: Disponibilidade do serviço.

Praça	Região	Disponibilidade do serviço (%)	
		Empresas	SIMET
Centro Cultural São Paulo	Centro	99%	87%
Largo do Arouche		99%	47%
Largo do Cambuci		97%	47%
Largo do Paisandú		96%	46%
Largo Santa Cecília		99%	82%
Largo São Bento		96%	55%
Largo São Francisco		99%	77%
MASP		99%	96%
Mercado Municipal		99%	95%
Parque da Aclimação		99%	96%
Parque Dom Pedro II		99%	43%
Pátio do Colégio		89%	46%
Praça da Bandeira		99%	44%
Praça da Liberdade		99%	40%
Praça da República		99%	95%
Praça da Sé		99%	83%
Praça do Patriarca		99%	43%
Praça Dom José Gaspar		37%	98%
Praça Dom Orione		4%	92%
Praça Ramos de Azevedo		99%	71%
Praça Roosevelt		99%	45%
Praça Rotary		99%	59%
Largo da Matriz	Norte	99%	94%
Largo do Japonês		99%	81%
Parque Domingos Luís		99%	45%
Parque Novo Mundo		99%	47%
Parque Tietê		99%	32%
Praça 14ª Área / Rua Caldas Novas / Rua Doze		99%	48%
Praça da Cultura		99%	95%
Praça Doutor João Batista Vasques		99%	97%
Praça João Boldo		99%	93%
Praça Lourenço de Bellis		99%	98%
Praça Marco Antonio Primon Maestre		99%	98%
Praça Mariquinha Sciascia		84%	48%
Praça na Rua das Imbiraiaras		99%	55%
Praça Nossa Senhora dos Prazeres		99%	97%
Praça Oscar da Silva		99%	97%
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramarino		99%	85%
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		99%	88%
Calçadão Cultural do Grajaú		99%	98%
CDC Campo Belo		99%	96%
Largo de Moema		99%	92%
Largo Dona Ana Rosa		99%	90%
Largo Santa Angela		99%	96%
Parque da Independência		99%	43%

Parque do Nabuco		99%	89%
Parque Santo Dias		99%	95%
Polo Cultural do Jardim Ângela		98%	97%
Praça Alexandre Francisco Rebouças		99%	89%
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		99%	97%
Praça Dirceu de Castro Fontoura		97%	76%
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		99%	90%
Praça do Largo de Piraporinha		96%	92%
Praça Escolar		85%	77%
Praça Floriano Peixoto		87%	97%
Praça João Adão e Praça Jacó Reimberg Filho		99%	67%
Praça João Beíçola		97%	20%
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		97%	29%
Praça Luisa P dos Santos (Praça Arariba)		97%	89%
Praça Santa Rita de Cássia		72%	30%
Praça Tuney Arantes		72%	39%
Praia do Sol		97%	73%
Largo da Concórdia		97%	70%
Largo do Rosário		97%	72%
Parque Chico Mendes		97%	75%
Parque Ecológico da Vila Prudente		72%	59%
Parque Linear Tiquatira		97%	56%
Parque Raul Seixas		97%	68%
Parque Santa Amélia		97%	41%
Praça Brasil (Praça Mãe Menininha do Gantois)		97%	30%
Praça Cecília Marques de Araújo		97%	68%
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		97%	79%
Praça Craveiro do Campo		97%	33%
Praça da Conquista (Praça Vereador João Aparecido de Paula)		97%	67%
Praça da Estação Vila Mara		97%	38%
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		97%	51%
Praça do 65 / Pombas Urbanas		97%	56%
Praça do Terminal dos Metalúrgicos		97%	37%
Praça Felisberto Fernandes da Silva / Largo São Mateus		97%	19%
Praça General Humberto de Sousa Mello		97%	37%
Praça Giovani Fani		97%	67%
Praça Jaguamitanga		97%	56%
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		97%	68%
Praça Kantuta		97%	71%
Praça na Rua Gregório Ramalho		97%	30%
Praça Oslei Francisco Borges		97%	31%
Praça Oswaldo Luís da Silveira		96%	63%

Praça Padre Aleixo (Do Forró)		97%	89%
Praça Padre Damião		97%	55%
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		97%	39%
Praça Sampaio Vidal		97%	36%
Praça São João Vicenzotto		97%	82%
Praça São Luis do Curu		97%	68%
Praça Silvio Romero		99%	77%
Praça Torquato Plaza		97%	57%
Praça Vicente Falcetta		97%	84%
Largo da Batata	Oeste	97%	59%
Parque Alfredo Volpi		97%	91%
Parque Orlando Villas Bôas		97%	77%
Parque Raposo Tavares		97%	48%
Praça Arlindo Rossi		97%	68%
Praça Benedito Calixto		97%	23%
Praça Conde Francisco Matarazzo		97%	81%
Praça Cornélia		97%	58%
Praça do Pôr-do-Sol		72%	26%
Praça Elis Regina		97%	57%
Praça Eng. Noriwuki Yamamoto		97%	19%
Praça Gen. Porto Carreiro		97%	52%
Praça General Guimarães		97%	58%
Praça Wilson Moreira da Costa		97%	36%
Praça Zilda Natel		97%	60%

Na Figura 3 é possível observar a disponibilidade de algumas das 111 praças analisadas divididas pelas regiões Centro, Zona Norte e Zona Leste da cidade de São Paulo. A disponibilidade medida pelas empresas e pelo SIMET são complementares em alguns casos como a Praça Dom José Gaspar, onde o valor da disponibilidade do SIMET ultrapassa o valor medido pelas empresas. Podemos considerar que a disponibilidade desta praça é dada pelo valor da maior métrica (SIMET), uma vez que se a praça não estivesse disponível, não haveria resposta às solicitações de transmissão de dados enviadas. Isto ocorre devido a erros nos dados coletados e disponibilizados pelas empresas. Portanto, no caso da Praça Dom José Gaspar, a disponibilidade é de 96%. Esse comportamento se estende por praças da região Central, Norte e Leste.



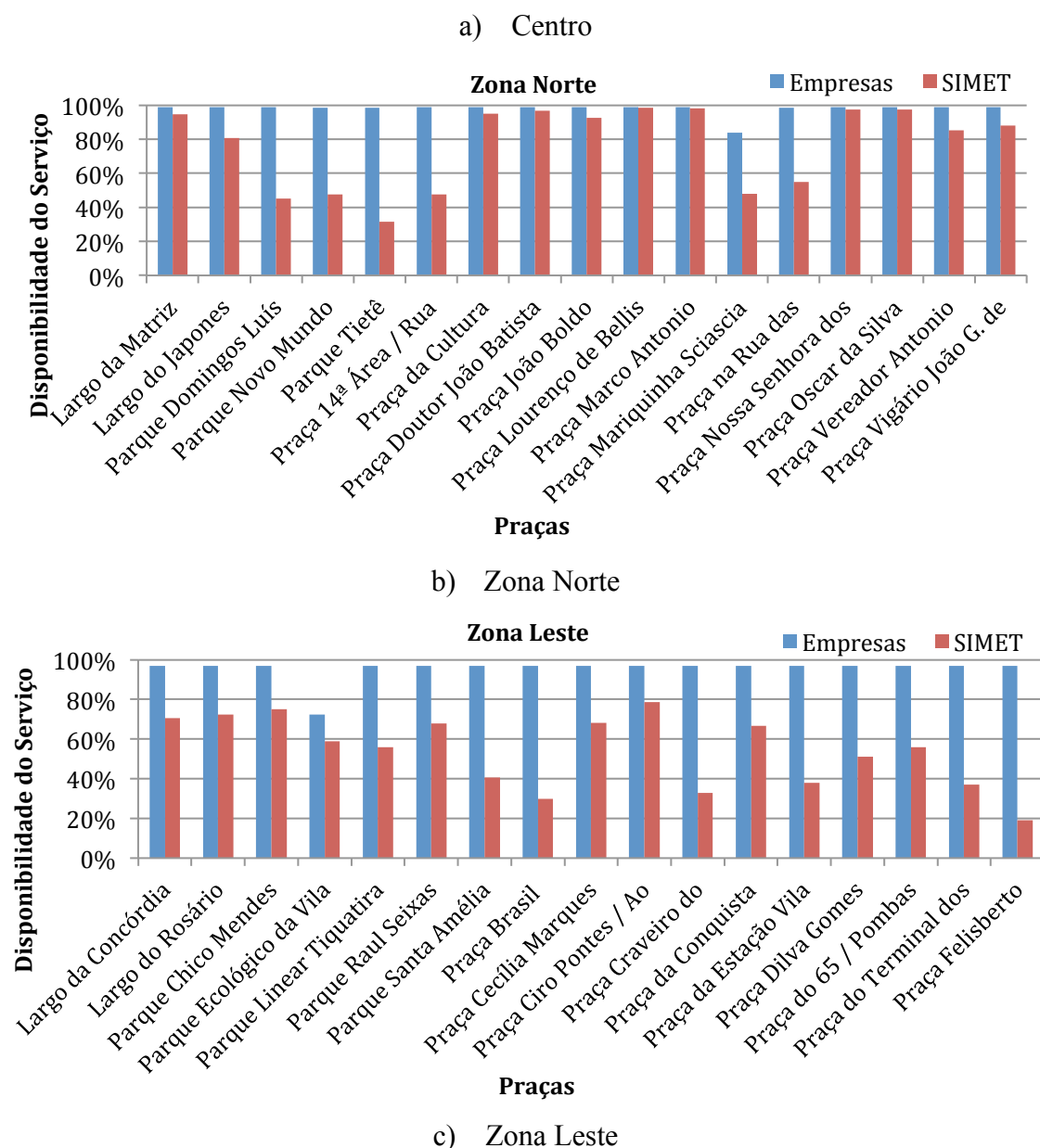


Figura 3 - Disponibilidade do Serviço. a) Centro; b) Zona Norte; c) Zona Leste.

A disponibilidade do serviço, de acordo com as métricas e condições analisadas, em geral as praças possuem uma disponibilidade de 95% em média pela métrica das empresas e de 66% pelos dados do SIMET. 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 111 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 1390,26 Mbps e a média das médias de todas as praças foi de 12,52 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 (%)
1390,26	12,52	3603	32,46	0,39	23,10	74,96	1,37

Na Tabela 7 é possível visualizar a soma do número de usuários médio que foi de 3.603 e a média de 32,46. 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 386 Kbps, enquanto a latência média foi 74,96 ms e o percentual médio de perda de pacotes ficou em 1,37% de perda.

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 e as características das praças.

Tabela 8: Desempenho Médio por Empresa

Em- presa	Praça					SIMET		
	Taxa Entrada Soma (Mbps)	Taxa Entrada Média (Mbps)	Número Usuários Soma	Número Usuários Média	Entrada / Usuários (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latência (ms)	Perda Pacotes (%)
WCS	1136,24	18,67	2542	44,66	0,42	23,22	73,50	1,05
ZIVA	254,02	4,59	1062	19,32	0,24	26,94	60,98	1,29

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 a qual possui somente o Parque da Independência atribuída a empresa WCS. É possível observar novamente que o Centro e a Zona Leste tiveram maior utilização,

comparados com as demais regiões. E estas duas regiões são operadas pela empresa WCS.

Tabela 9: Desempenho por Região

Região	Praça					SIMET		
	Taxa Entrada Soma (Mbps)	Taxa Entrada Média (Mbps)	Número Usuários Soma	Número Usuários Média	Entrada / Usuários (Mbps)	Download TCP (Mbps)	Latência (ms)	Perda Pacotes (%)
Centro	701,58	31,89	1253	56,97	0,36	18,52	90,51	1,42
Norte	100,28	5,90	372	21,86	0,27	28,84	60,84	1,29
Sul	115,12	5,01	528	22,95	0,22	24,32	67,87	1,26
Leste	422,98	12,44	1248	36,70	0,24	19,65	87,77	1,52
Oeste	50,31	3,35	202	13,49	0,25	29,26	50,01	1,23

4.3.4. Desempenho por Praça

A Tabela 10 apresenta os resultados de desempenho individuais para todas as 119 praças analisadas. Vários aspectos podem ser observados, entre os quais alguns são destacados com maior ênfase:

- 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 com exceção ao MASP, Largo da Matriz, Largo de Moema, Praça Vigário João G. de Lima, Praça General Guimarães.
- A perda de pacotes apresenta uma grande variação, por exemplo, de 4,09% na Praça do Largo São Bento para 0,05% no Largo de Moema.
- Algumas praças estão tendo baixa utilização, isso ocorre em todas as regiões. É possível ser observado pela taxa de entrada e número de usuários baixos, mas taxa de download alcançado pelo SIMET é muito alta. Ou seja, existe capacidade instalada nas praças que não está sendo usada no momento.
- 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, 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	136,21	129,72	1,05	12,97	356,63	3,77
Largo do Arouche		39,61	57,41	0,69	17,28	78,81	0,86
Largo do Cambuci		12,88	40,25	0,32	17,97	94,91	1,07
Largo do Paisandú		5,80	34,12	0,17	23,54	88,13	1,13
Largo Santa Cecília		4,78	28,13	0,17	13,15	48,37	0,96
Largo São Bento		11,35	45,39	0,25	15,50	80,51	4,09
Largo São Francisco		4,78	28,11	0,17	23,99	88,92	1,65
MASP		12,52	50,08	0,25	38,73	2,62	0,20
Mercado Municipal		305,62	223,08	1,37	11,44	67,82	1,13
Parque da Aclimação		17,38	44,56	0,39	21,44	60,92	1,41
Parque Dom Pedro II		13,20	62,86	0,21	21,52	95,94	1,73
Pátio do Colégio		5,56	22,24	0,25	18,49	65,09	0,30
Praça da Bandeira		11,39	49,52	0,23	15,09	107,66	1,21
Praça da Liberdade		4,62	24,3	0,19	12,53	84,65	0,36
Praça da República		30,49	89,69	0,34	14,62	108,08	2,25
Praça da Sé		13,73	52,79	0,26	15,93	77,27	1,25
Praça do Patriarca		14,51	42,69	0,34	17,37	123,97	1,78
Praça Dom José Gaspar		0,00	101,87	0,00	17,16	60,17	0,99
Praça Dom Orione		0,97	13,79	0,07	22,67	62,56	0,64
Praça Ramos de Azevedo		47,13	60,42	0,78	17,99	87,38	1,69
Praça Roosevelt		5,66	35,36	0,16	18,16	86,91	1,95
Praça Rotary		3,40	16,99	0,20	19,80	63,91	0,84
Largo da Matriz	Norte	5,91	19,38	0,30	46,52	4,34	0,33
Largo do Japonês		10,29	38	0,27	52,42	11,70	0,30
Parque Domingos Luís		3,65	9,04	0,40	27,49	63,35	1,26
Parque Novo Mundo		13,16	41,17	0,32	22,07	59,53	1,25
Parque Tietê		7,93	34,84	0,23	21,99	74,77	1,60
Praça 14ª Área / Rua Caldas Novas / Rua Doze		2,27	12,36	0,18	20,12	80,37	1,90
Praça da Cultura		2,45	15,15	0,16	18,22	81,31	1,89
Praça Doutor João Batista Vasques		4,61	13,93	0,33	21,77	117,03	2,68
Praça João Boldo		3,97	11,36	0,35	26,44	47,25	0,61
Praça Lourenço de Bellis		6,27	22,64	0,28	20,23	80,96	1,68
Praça Marco Antonio Primon Maestre		2,53	10,7	0,24	34,15	82,91	1,44
Praça Mariquinha Sciascia		2,88	16,94	0,17	24,25	100,49	1,64
Praça na Rua das Imbiraíaras		16,35	55,45	0,29	43,57	8,59	0,17
Praça Nossa Senhora dos Prazeres		2,68	10,29	0,26	11,27	36,35	1,93
Praça Oscar da Silva		4,28	14,15	0,30	25,64	109,26	1,49
Praça Vereador Antonio Sampaio / Av. Ultramirino		2,95	14,21	0,21	21,60	72,06	1,65
Praça Vigário João G. de Lima (Praça do Samba)		8,10	32,08	0,25	52,47	3,94	0,06
Calçadão Cultural do		8,25	25,7	0,32	26,61	80,46	1,30

Grajaú							
CDC Campo Belo		0,90	4,39	0,21	24,46	17,07	0,41
Largo de Moema		2,88	20,55	0,14	39,12	3,48	0,05
Largo Dona Ana Rosa		0,76	10,1	0,08	21,87	89,56	1,19
Largo Santa Angela		3,72	21,61	0,17	21,60	65,44	1,68
Parque da Independência		11,69	40,3	0,29	31,50	42,20	0,21
Parque do Nabuco		8,13	24,01	0,34	23,63	61,57	1,78
Parque Santo Dias		3,51	10,53	0,33	17,37	79,82	2,81
Polo Cultural do Jardim Ângela		5,36	34,13	0,16	15,47	108,79	2,36
Praça Alexandre Francisco Rebouças		1,51	7,71	0,20	20,73	47,16	0,54
Praça Bacharel Fernando Braga Pereira da Rocha		5,75	27,9	0,21	20,36	165,41	3,13
Praça Dirceu de Castro Fontoura		3,68	21,75	0,17	14,18	121,59	1,75
Praça do Feirão São Luis - Início da Rua Arraial dos Couros		8,98	39,79	0,23	25,59	59,53	0,85
Praça do Largo de Piraporinha		10,34	66,67	0,16	28,99	30,87	0,51
Praça Escolar		3,38	12	0,28	30,08	79,45	1,15
Praça Floriano Peixoto		4,91	29,15	0,17	40,80	14,07	0,31
Praça João Adão e Praça Jacó Reimberg Filho		2,84	12,52	0,23	22,13	106,96	2,46
Praça João Beïçola		6,64	24,74	0,27	26,69	77,27	0,84
Praça João Tadeu Priolli (Praça do Campo Limpo)		12,13	45,81	0,26	15,97	154,48	3,30
Praça Luisa P dos Santos (Praça Arariba)		3,50	18,02	0,19	21,26	38,92	0,91
Praça Santa Rita de Cássia		1,59	8,8	0,18	22,02	59,28	0,59
Praça Toney Arantes		1,31	5,96	0,22	22,07	7,51	0,14
Praia do Sol		3,36	15,6	0,22	26,84	50,16	0,78
Largo da Concórdia	Leste	18,09	62,38	0,29	13,57	129,63	0,56
Largo do Rosário		5,31	26,53	0,20	19,53	55,30	2,36
Parque Chico Mendes		5,08	23,07	0,22	22,89	98,23	1,91
Parque Ecológico da Vila Prudente		3,33	19,58	0,17	24,79	74,23	1,47
Parque Linear Tiquatira		1,17	16,65	0,07	19,09	86,25	0,88
Parque Raul Seixas		5,19	27,33	0,19	22,83	50,58	0,96
Parque Santa Amélia		8,97	24,93	0,36	14,92	79,43	0,93
Praça Brasil (Praça Mãe Menininha do Gantois)		4,84	26,88	0,18	15,37	82,92	0,90
Praça Cecília Marques de Araújo		2,93	18,34	0,16	16,53	78,24	1,43
Praça Ciro Pontes / Ao Lado do Senai		5,20	26	0,20	18,41	64,22	0,56
Praça Craveiro do Campo		19,45	33,54	0,58	16,09	113,51	1,29
Praça da Conquista (Praça Vereador João Aparecido de Paula)		1,47	16,38	0,09	25,28	49,62	1,07
Praça da Estação Vila		8,81	38,29	0,23	18,51	113,21	3,87

Mara							
Praça Dilva Gomes Martins (COHAB 1)		4,84	22	0,22	19,54	46,81	1,02
Praça do 65 / Pombas Urbanas		125,24	134,67	0,93	23,49	80,02	1,60
Praça do Terminal dos Metalúrgicos		53,92	94,59	0,57	20,38	85,13	1,18
Praça Felisberto Fernandes da Silva / Largo São Mateus		15,54	59,78	0,26	14,02	119,91	3,10
Praça General Humberto de Sousa Mello		7,89	31,54	0,25	16,96	102,83	1,19
Praça Giovani Fani		1,97	17,9	0,11	19,59	98,10	1,59
Praça Jaguamitanga		1,51	15,13	0,10	29,27	60,08	1,54
Praça Jesus Teixeira da Costa e Biblioteca Cora Coralina		7,08	29,52	0,24	14,79	129,54	3,88
Praça Kantuta		3,09	16,26	0,19	18,04	59,02	0,70
Praça na Rua Gregório Ramalho		11,68	64,91	0,18	24,13	147,91	1,40
Praça Oslei Francisco Borges		30,66	56,78	0,54	19,30	86,84	1,25
Praça Oswaldo Luís da Silveira		6,23	22,26	0,28	16,63	104,73	1,56
Praça Padre Aleixo (Do Forró)		20,27	75,06	0,27	18,94	129,41	1,16
Praça Padre Damião		3,42	26,31	0,13	17,25	105,05	2,52
Praça Professoras (Na Av. Das Alamandas)		5,63	51,19	0,11	20,52	120,64	0,93
Praça Sampaio Vidal		8,41	40,06	0,21	22,31	110,26	2,96
Praça São João Vicenzotto		5,38	29,91	0,18	21,85	55,30	2,15
Praça São Luis do Curu		2,83	21,75	0,13	17,49	54,13	0,75
Praça Silvio Romero		0,73	14,53	0,05	31,10	50,02	0,86
Praça Torquato Plaza		14,91	46,6	0,32	15,06	118,17	1,60
Praça Vicente Falcetta		1,89	17,22	0,11	19,55	45,07	0,66
Largo da Batata	Oeste	5,11	25,27	0,20	32,83	51,90	0,67
Parque Alfredo Volpi		2,23	10,57	0,21	39,10	7,62	0,52
Parque Orlando Villas Bôas		0,30	2,64	0,11	22,62	82,11	1,28
Parque Raposo Tavares		6,16	16,77	0,37	15,40	68,71	3,12
Praça Arlindo Rossi		2,33	6,53	0,36	64,01	25,44	0,70
Praça Benedito Calixto		2,09	20,81	0,10	36,51	52,72	2,00
Praça Conde Francisco Matarazzo		2,55	10,5	0,24	22,69	6,79	0,30
Praça Cornélia		2,08	10,6	0,20	24,84	73,76	1,43
Praça do Pôr-do-Sol		4,80	17,42	0,28	31,48	60,93	0,81
Praça Elis Regina		3,49	13,42	0,26	24,52	62,37	1,35
Praça Eng. Noriwuki Yamamoto		3,14	13,8	0,23	20,04	85,75	1,11
Praça Gen. Porto Carreiro		6,38	13,79	0,46	31,72	6,29	0,64
Praça General		3,20	22,78	0,14	39,85	3,09	0,17

Guimarães							
Praça Wilson Moreira da Costa		5,43	11,1	0,49	13,34	85,74	2,77
Praça Zilda Natel		1,02	6,4	0,16	19,96	76,91	1,60

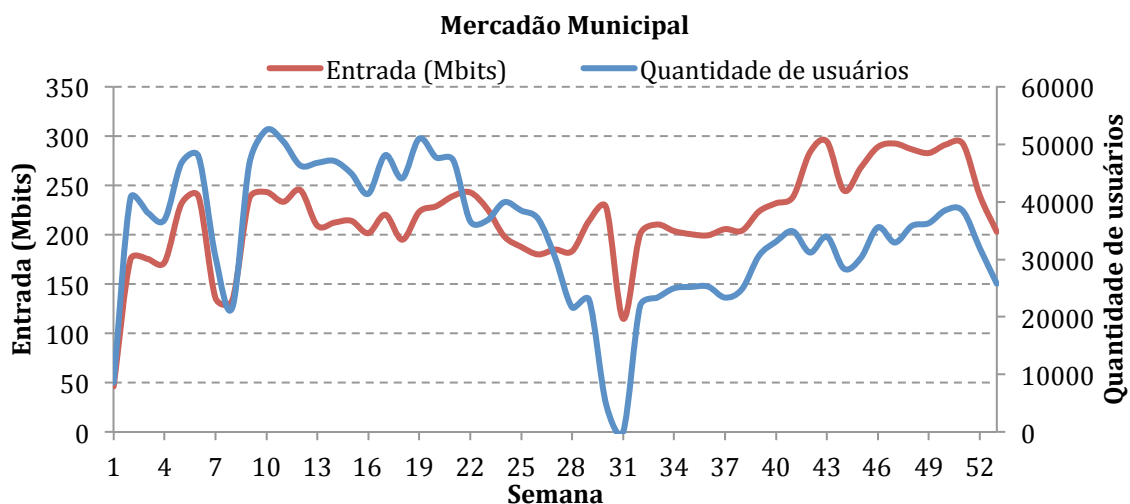
4.3.5. Taxa de entrada total

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.

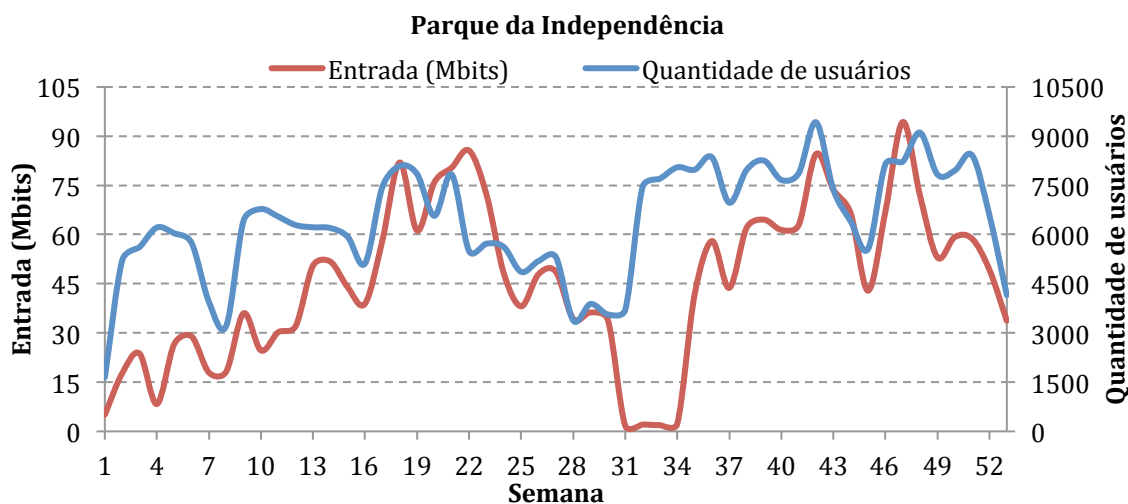
4.3.5.1. Taxa de Entrada Total vs. Número de Usuários (serie temporal)

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

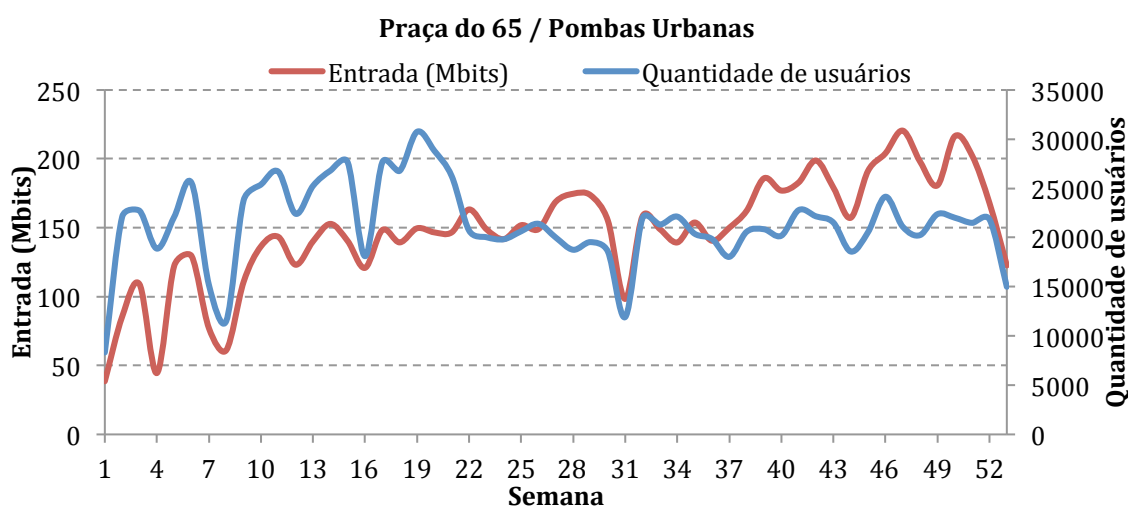
Na Figura 4 também é possível observar que a taxa de entrada aumenta de acordo com a quantidade de usuários conectados em paralelo, isto ocorre por causa do tipo de conexão contratada que se ajusta a quantidade de usuários conectados naquele instante. Em outras palavras, esse comportamento demonstra que o serviço está em conformidade com a licitação do serviço contratado.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Parque da Independência (Zona Sul).

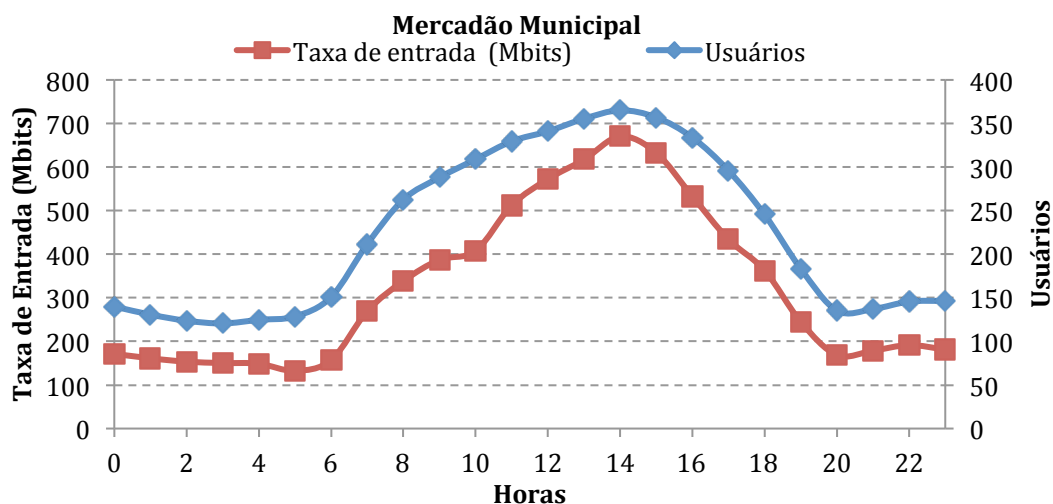


c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

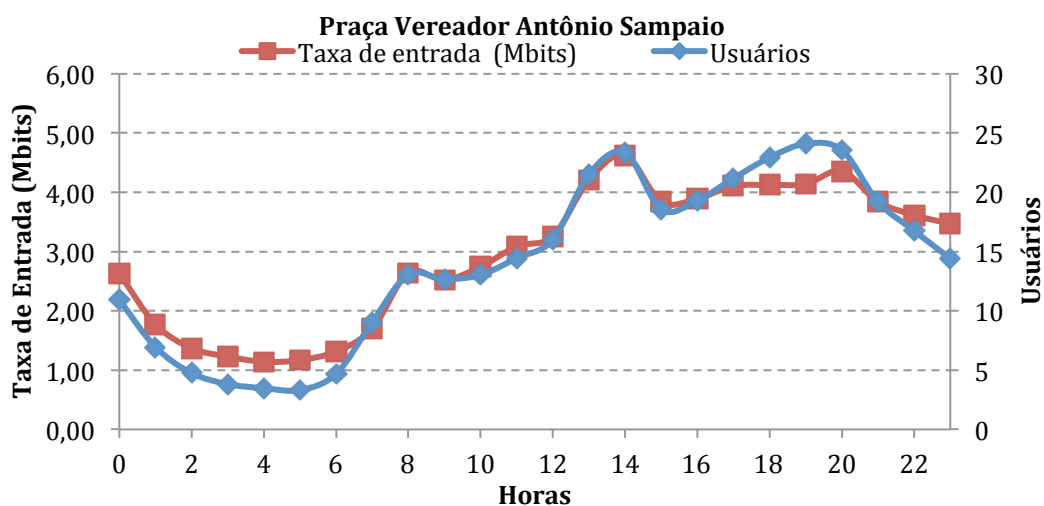
Figura 4 – Taxa de entrada total vs. número de usuários (serie temporal); a) Mercado Municipal (Centro); b) Parque da Independência (Zona Sul); c) Praça do 65 / Pombas Urbanas (Zona Leste).

4.3.5.2. Taxa de Entrada Total vs. Número de Usuários (por hora)

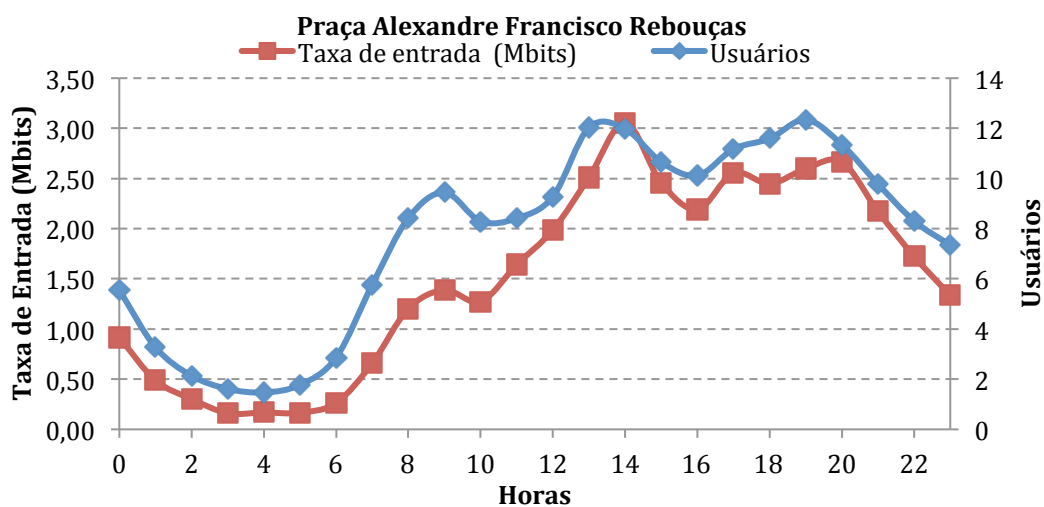
A Figura 5 mostra uma perspectiva em relação às horas do dia sobre a taxa de entrada e o número de usuários conectados. Nesse gráfico é possível notar em quais horas do dia os usuários utilizam a conexão da praça com maior frequência, se observa que nas madrugadas o número de usuários diminui e no horário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



a) Mercadão 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).

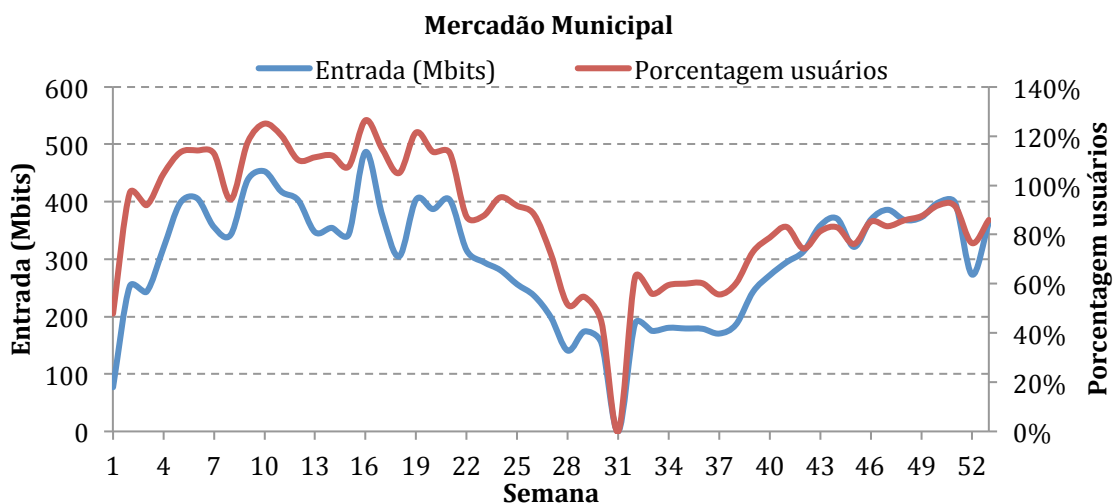
No Mercado Municipal o pico de transferência de dados ocorre às 14 horas, enquanto que na Praça Vereador Antônio Sampaio e na Praça Alexandre Francisco Rebouças, ocorrem três picos de transferência de dados que são às 8, 14 e 19 horas às quais podem ser considerados horários de entrada, almoço e saída do expediente de trabalho. Portanto as pessoas utilizam a conexão dessas praças nos horários de lazer.

4.3.5.3. Taxa de entrada total vs. Taxa de Utilização.

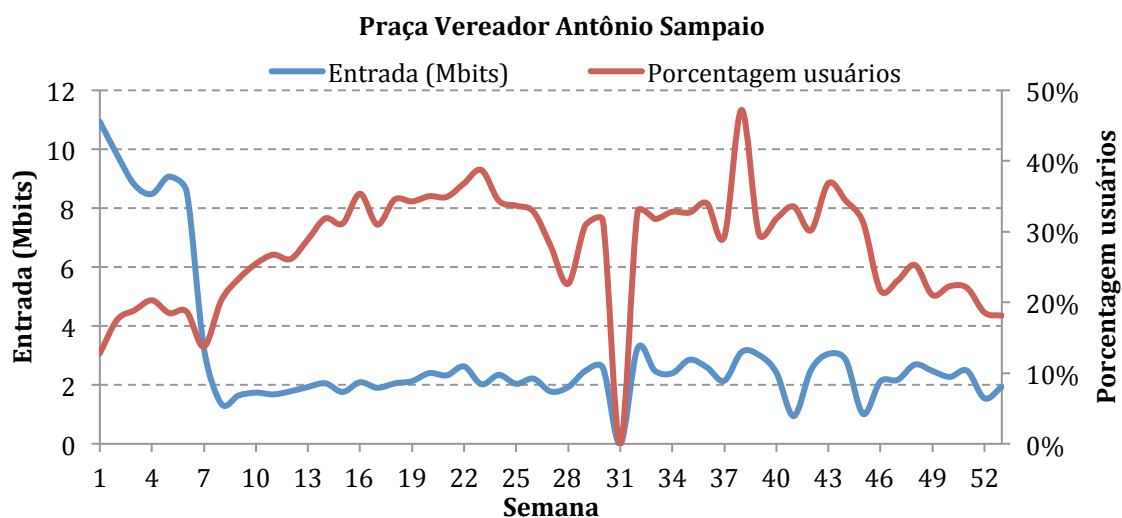
A Figura 6 apresenta a utilização da taxa de entrada em relação ao número máximo de usuários previstos para cada praça. Nesta perspectiva é possível observar se a taxa de entrada esta sendo mais utilizada que a capacidade prevista ou se está ocorrendo desperdício de recursos, que ocorre quando uma praça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

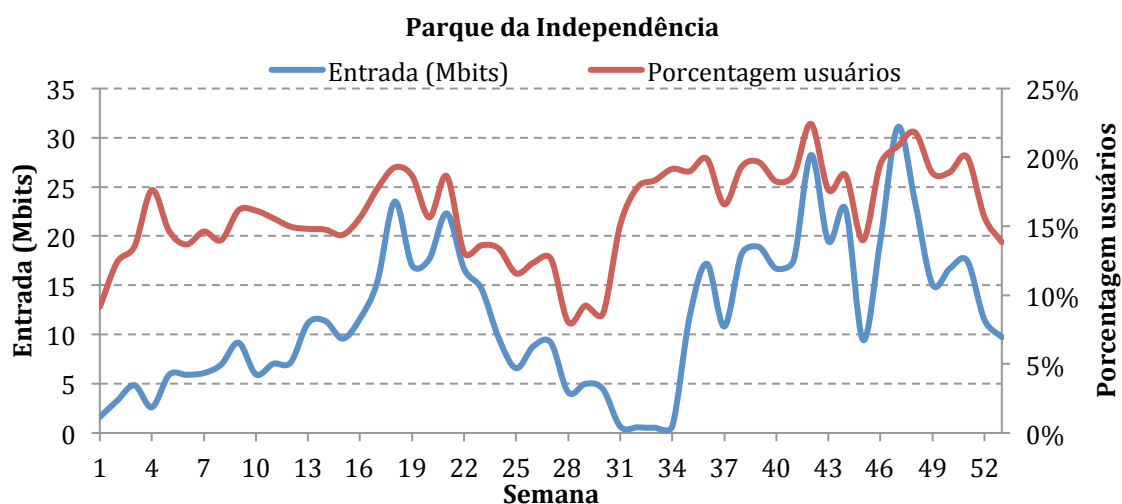
A Figura 6 (a) mostra a taxa de entrada pela porcentagem de usuários conectados no Mercado Municipal é possível observar que ambas as curvas estão na mesma frequência de variação isto quer dizer que os usuários estão utilizando o serviço. O Parque da Independência e a Praça Vereador Antônio Sampaio possuem um comportamento semelhante ao citado.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



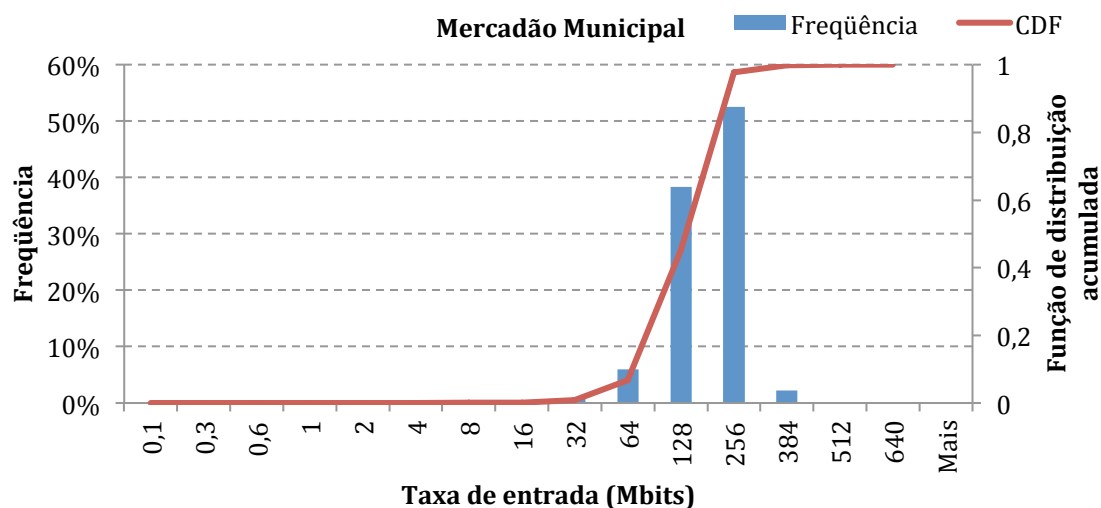
c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 6 – Taxa de entrada total 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).

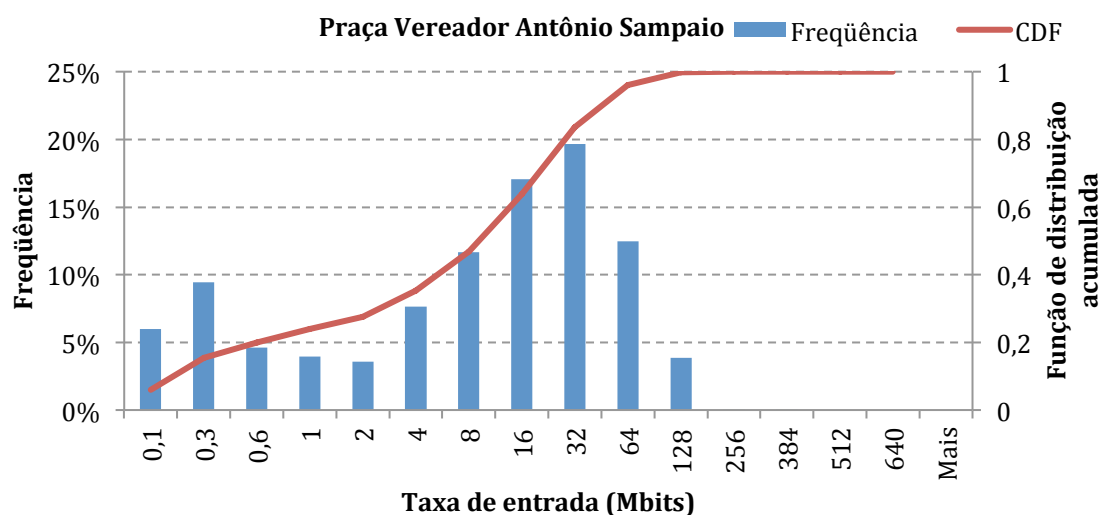
4.3.5.4. Histograma e Distribuição Acumulada da Taxa de Entrada Total

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.

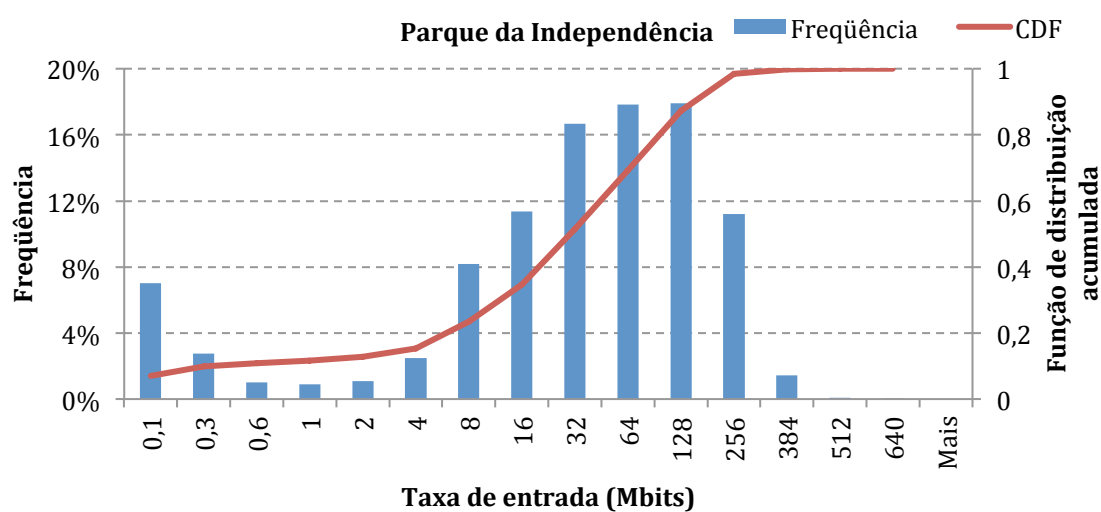
É possível observar que para o Mercado Municipal está com cerca de 52% dos valores próximos a taxa de entrada total de 256 Mbits. Já para o Parque da Independência estão 40% entre 32 e 128 Mbits (c). Na (b) correspondente a Praça Vereador Antônio Sampaio cerca de 80% abaixo de 32 Mbits.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

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

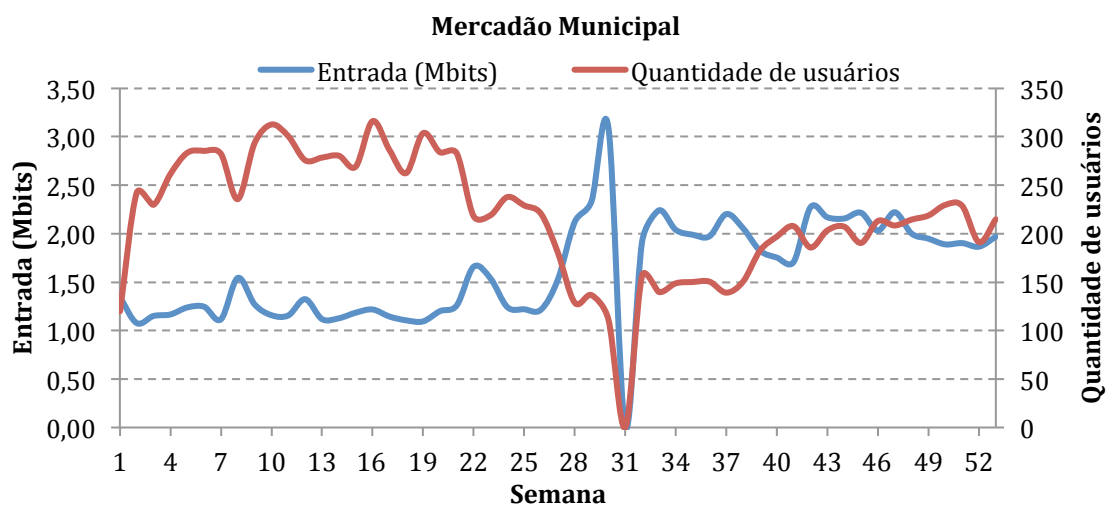
4.3.6. Taxa de entrada por usuário

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.

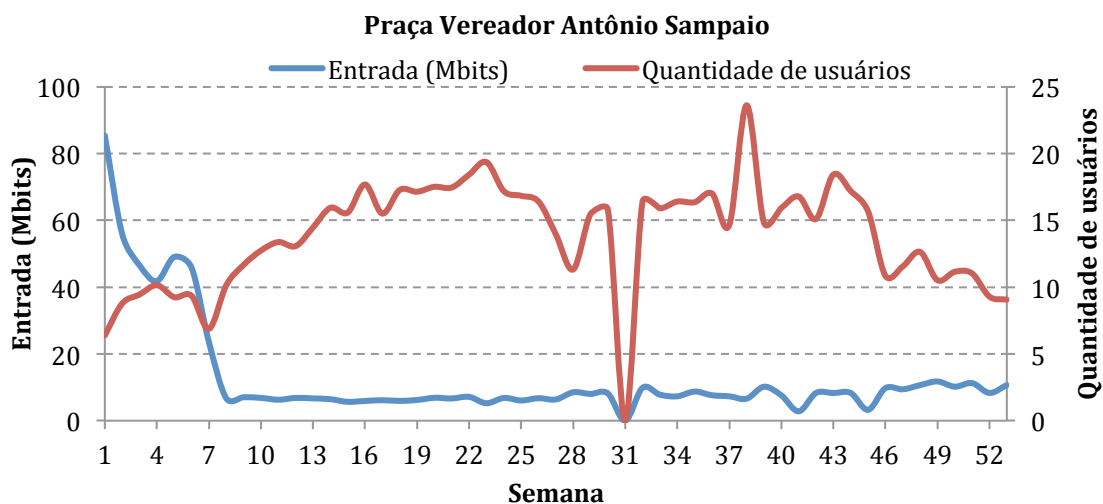
Para isto, é calculada a taxa de entrada total dividida pela quantidade de usuários naquele exato momento. O resultado é a taxa de entrada unitária ou taxa de entrada por usuário.

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

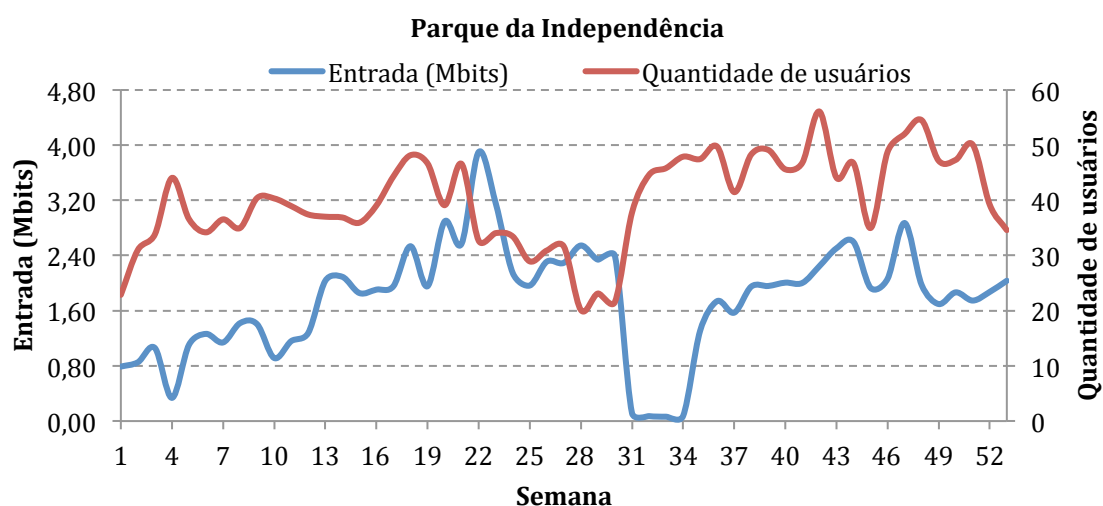
Nessa subseção é possível visualizar a taxa de entrada unitária pela quantidade de usuários ao período de um ano analisados. Para isto, é calculada a taxa de entrada total dividida pela quantidade de usuários naquele exato momento. O resultado é a taxa de entrada unitária ou taxa de entrada por usuário.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

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) Parque da Independência (Zona Sul).

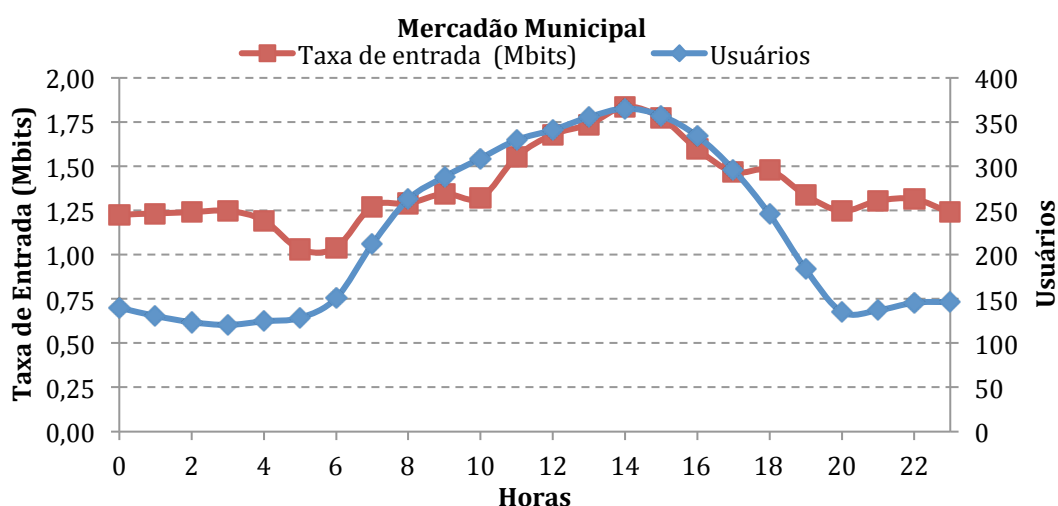
Na Figura 8 é observável em relação ao comportamento de aumento ou diminuição da largura de banda à medida que usuários conectam ou desconectam da praça, a quantidade máxima de usuários por praça que compõem o edital serve para uma estimativa da largura de banda é possível ver tanto no Mercado Municipal como na Praça Vereador Antônio Sampaio e no Parque da Independência (Figura 8) a métrica se mantém estável ao longo das semanas analisadas com exceção na semana 31 a qual não há dados.

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

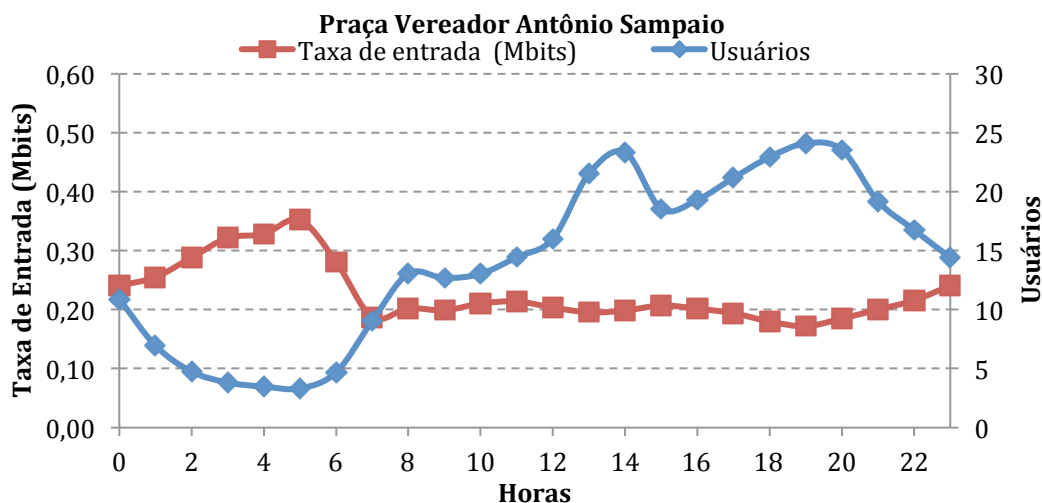
Nessa subseção traz uma abordagem das praças em relação às horas do dia, a série temporal exibida na subseção anterior não é possível analisar como a praça comporta-se nos diferentes horários do dia. Na Figura 9 é possível notar que nas madrugadas formam

alguns picos conseguidos por usuários quase solitários usando a rede, esse comportamento ocorre em todas as praças.

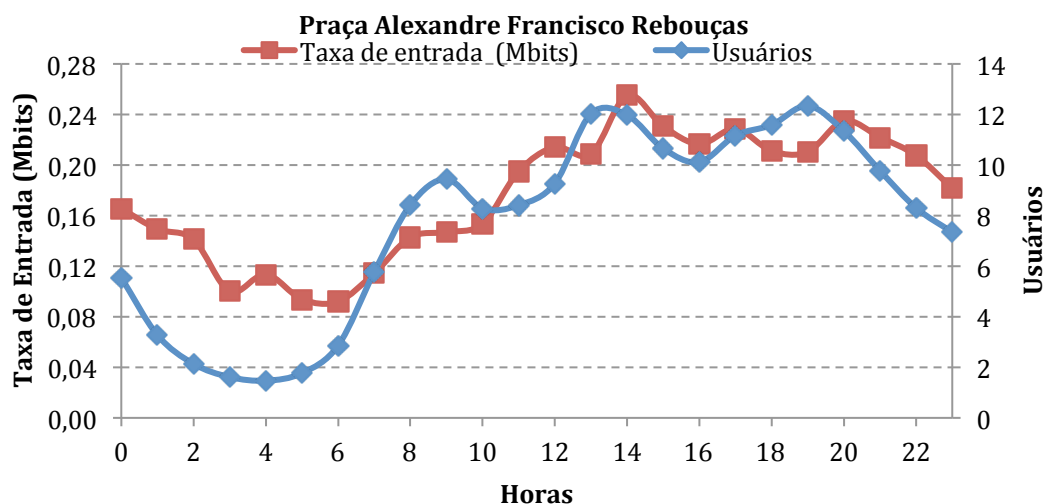
No Mercado Municipal é possível observar que à medida que aumenta a quantidade de usuários aumenta a largura de banda isso ocorre devido que a largura de banda é influenciada pela quantidade de usuários conectados, isto é, quanto maior o número de usuários conectados maior será a largura de banda. É possível notar esse mesmo comportamento na Praça Alexandre Francisco Rebouças. Já na Praça Vereador Antônio Sampaio esse comportamento é diferente, pois a taxa de entrada é dividida pelo número de usuários.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



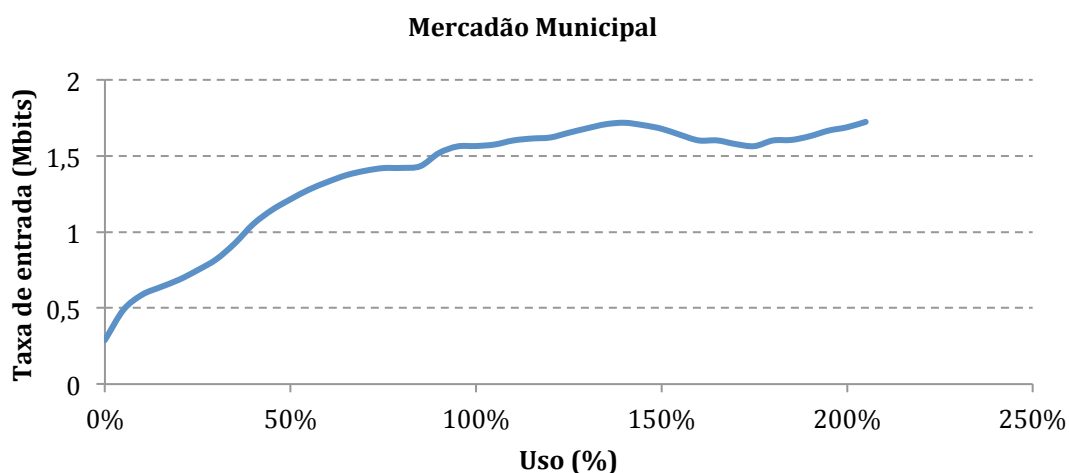
c) Praça Alexandre Francisco Rebouças (Zona Sul).

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 Alexandre Francisco Rebouças (Zona Sul).

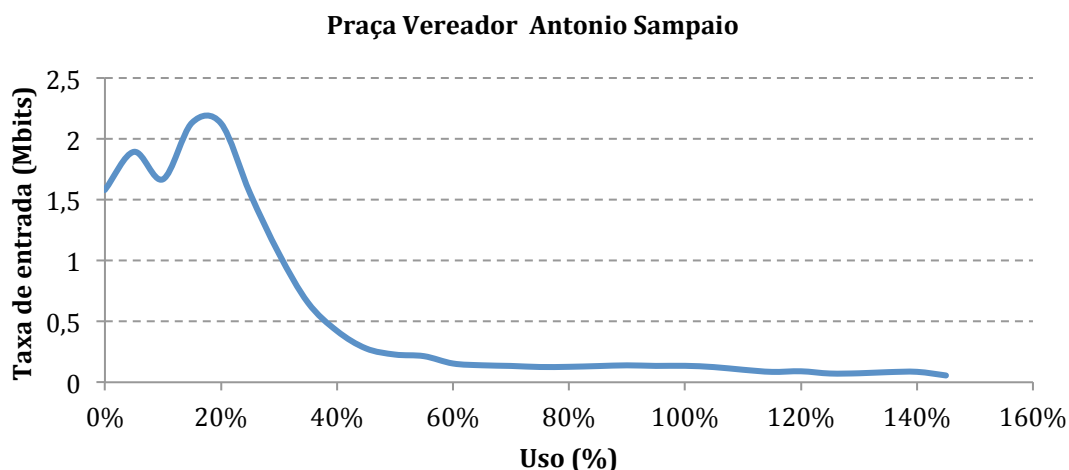
4.3.6.3. Taxa de Entrada por Usuário vs. Taxa de Utilização.

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.

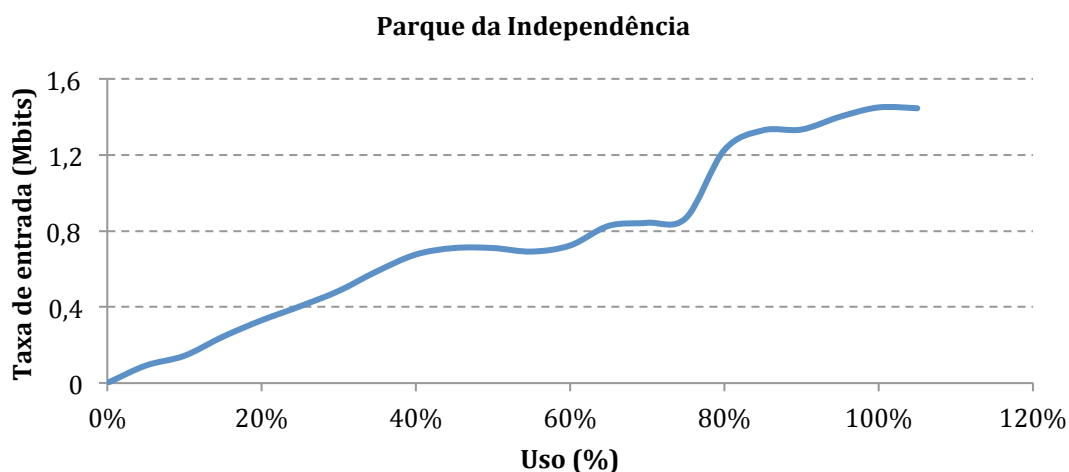
A Figura 10 (a) mostra a taxa de entrada pela porcentagem de usuários conectados no Mercado Municipal é possível observar a variação da taxa de entrada sentido pelos usuários. A Praça Vereador Antônio Sampaio e o Parque da Independência possuem um comportamento semelhante ao citado.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



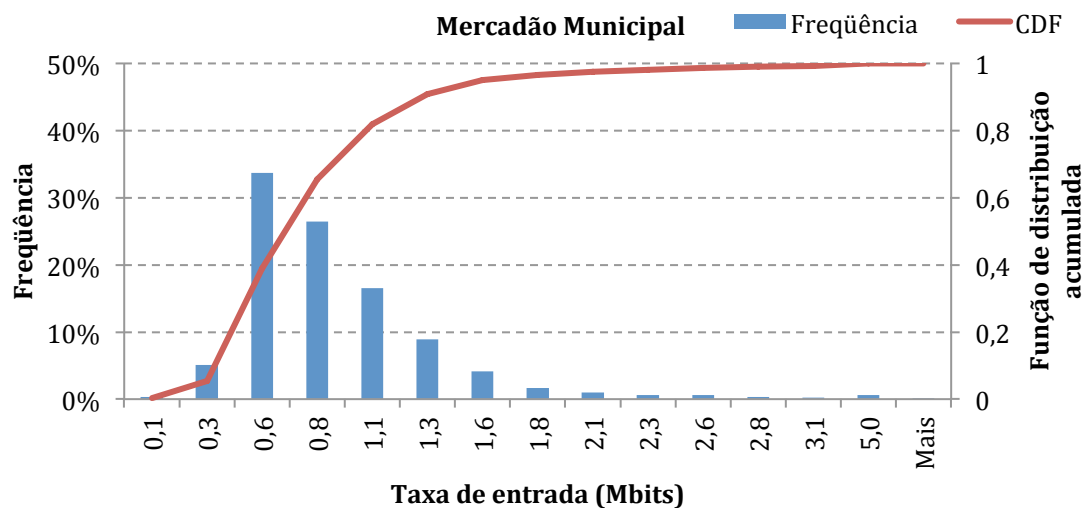
c) Parque da Independência (Zona Sul).

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).

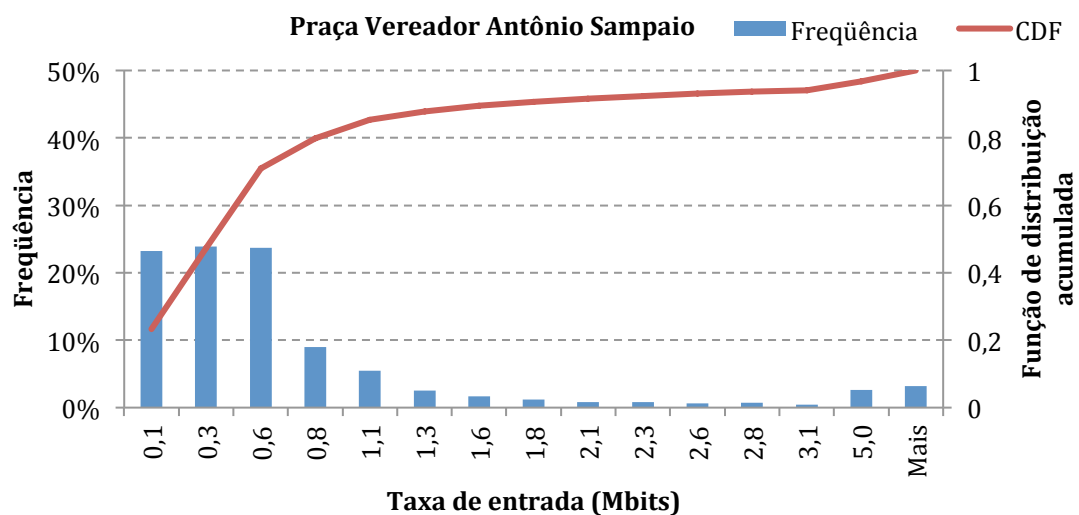
4.3.6.4. Histograma e Distribuição Acumulada

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 Mbit/s.

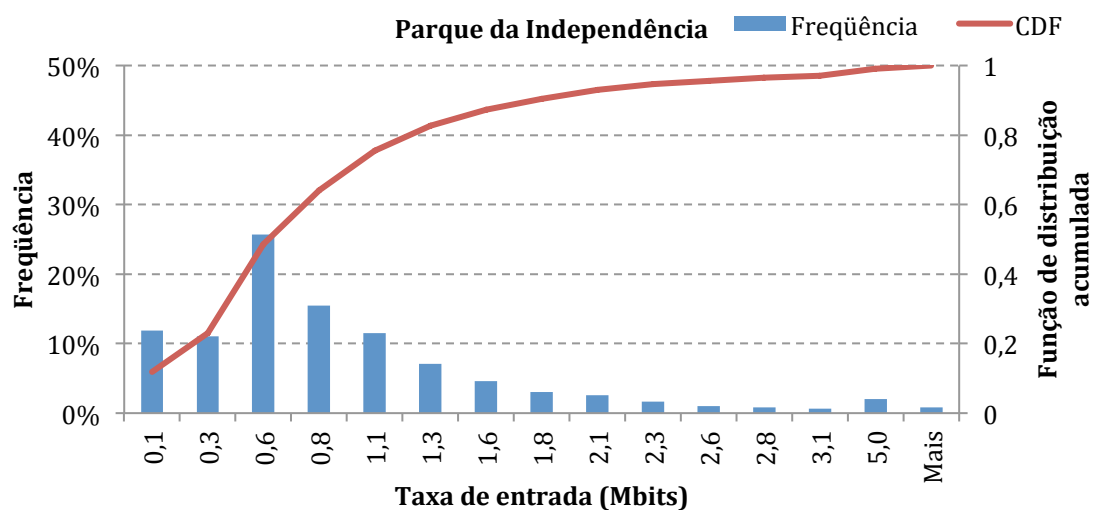
É possível observar na Figura 11 que para a Praça Vereador Antônio Sampaio e Parque da Independência possuem variações menores que do Mercado Municipal que fica na maioria das vezes acima de 0,6 Mbit/s.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 11 – Histograma e distribuição Acumulada da taxa de entrada por usuário; a) Mercadão Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

4.3.7. Latência

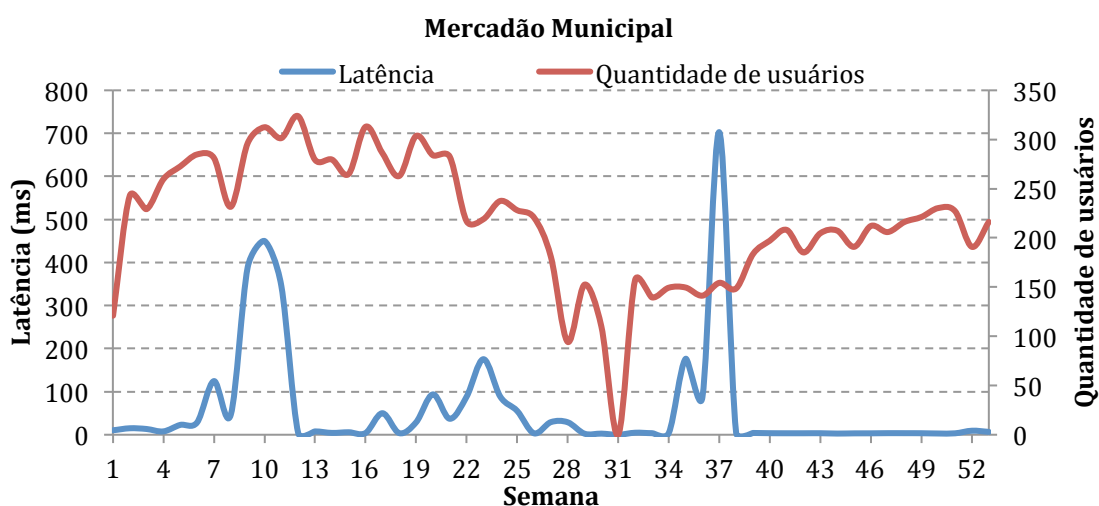
Uma estratégia para compreender o comportamento do uso compartilhado de uma praça digital na qualidade de experiência do usuário é observar o efeito do aumento do número de usuários na latência. Quando a latência assume valores excessivamente altos, o usuário frequentemente é afetado negativamente, seja 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, podem ocorrer alguns atrasos, porém na sua grande maioria das transferências de pacotes de dados não há um atraso anormal ou um atraso percebido pelo o usuário.

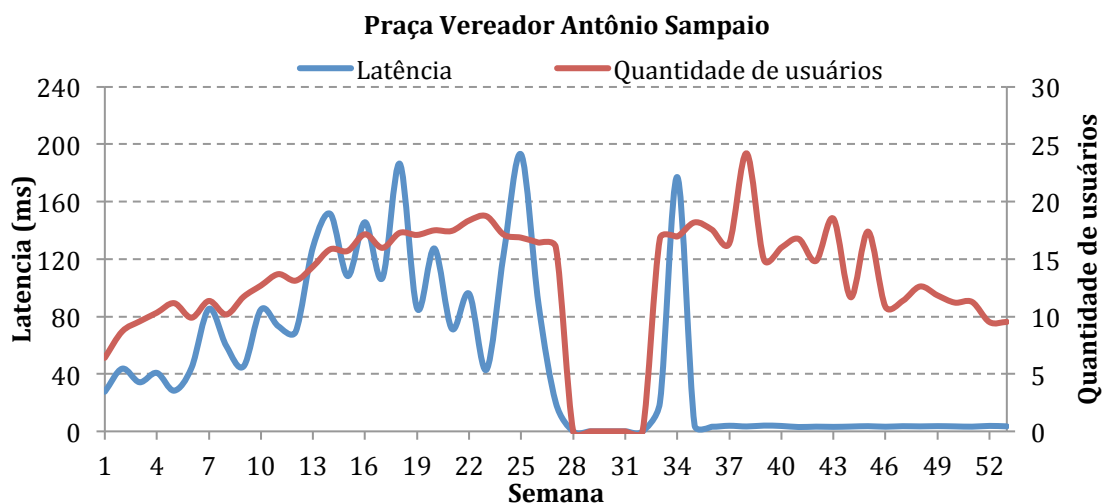
4.3.7.1. Latência vs. número de usuários (serie temporal)

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.

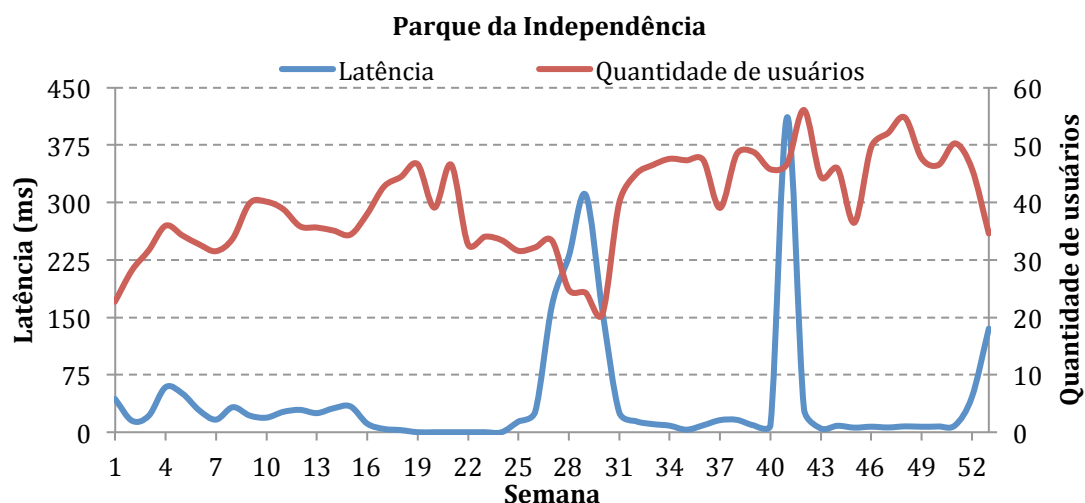
A Figura 12 apresenta um gráfico que relaciona a latência com o número de usuários na série temporal isso é a análise das latências no período de um ano, o Mercadão Municipal, Praça Vereador Antônio Sampaio e o Parque da Independência apresentam alguns picos de latência acima dos 150 milissegundos como é possível ver nas Figuras 12 (a), (b) e (c), respectivamente.



a) Mercadão Municipal (Centro)



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).

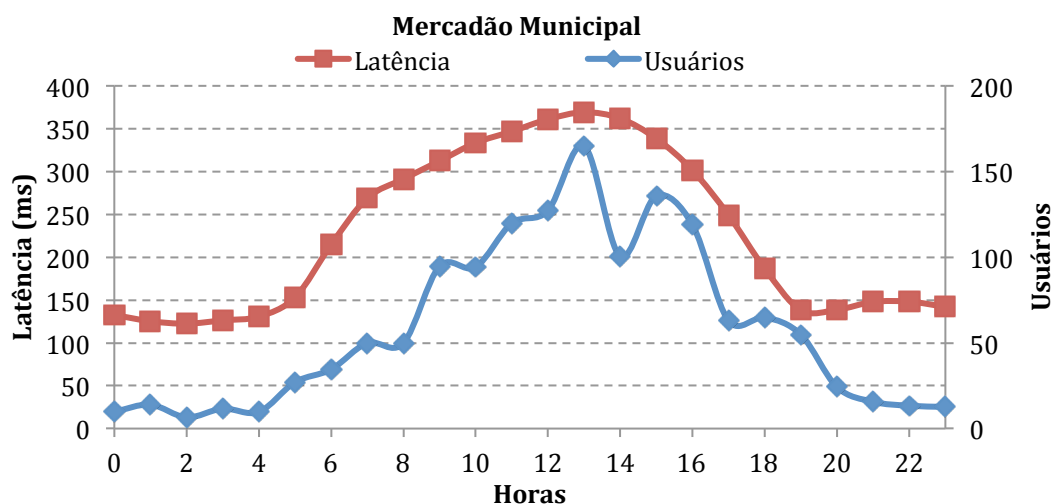


c) Parque da Independência (Zona Sul).

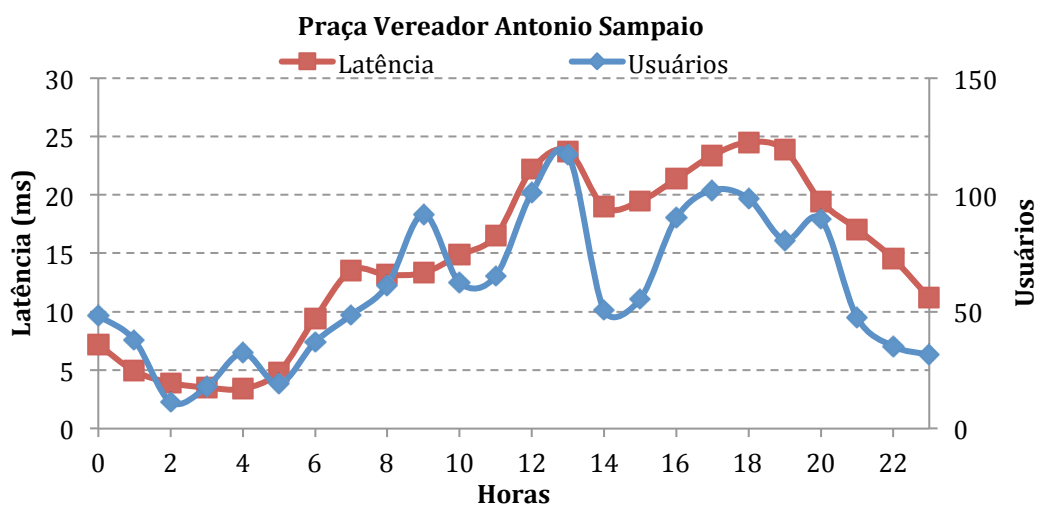
Figura 12 – Latência vs. número de usuários; a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

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

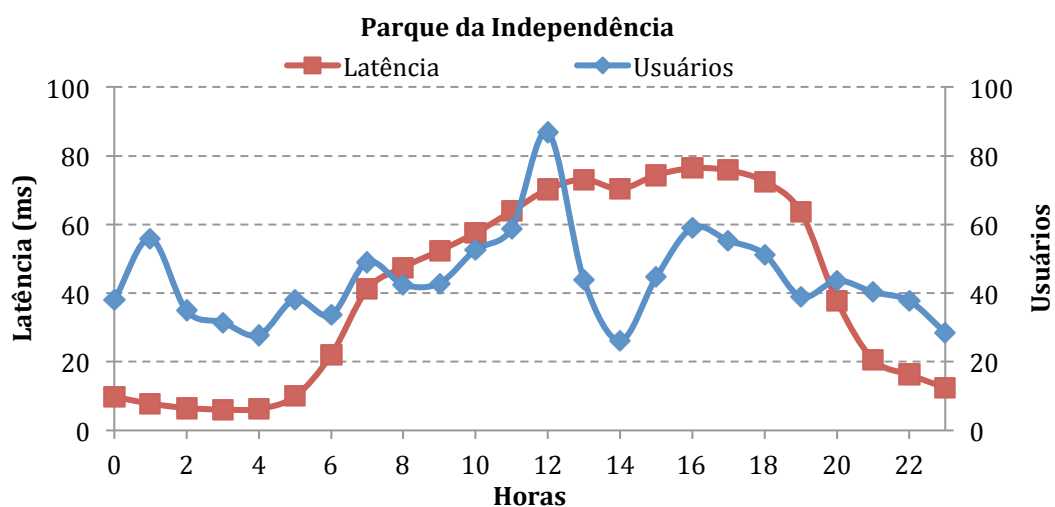
A latência por número de usuários agrupado pelos horários do dia tende a identificar o que ocorre com a latência à medida que a quantidade de usuários aumenta e também identificar o que ocorre no horário comercial já que esse horário corresponde ao maior uso da praça digital.



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).

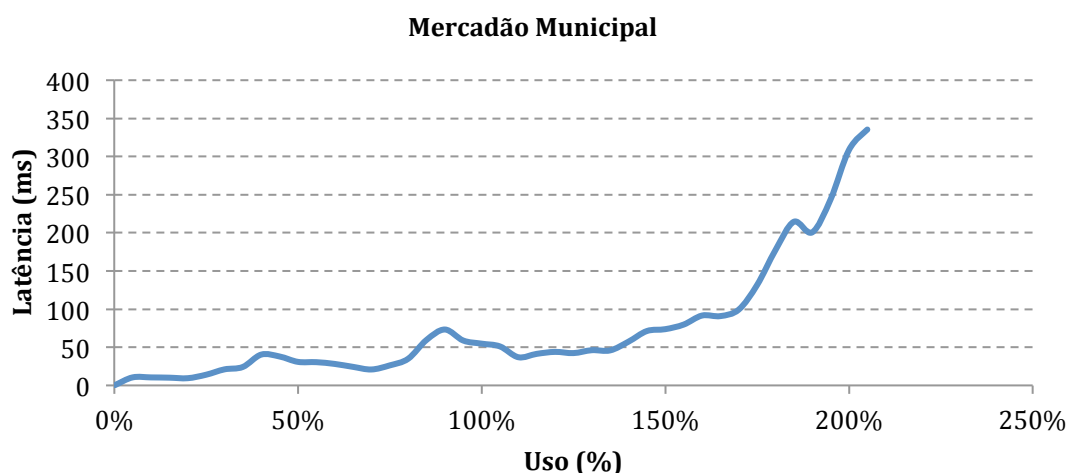
É possível observar na Figura 13 que ambas as praças apresentam latência variando de acordo com a quantidade de usuários conectados em horário comercial.

4.3.7.3. Latência vs. Taxa de Utilização.

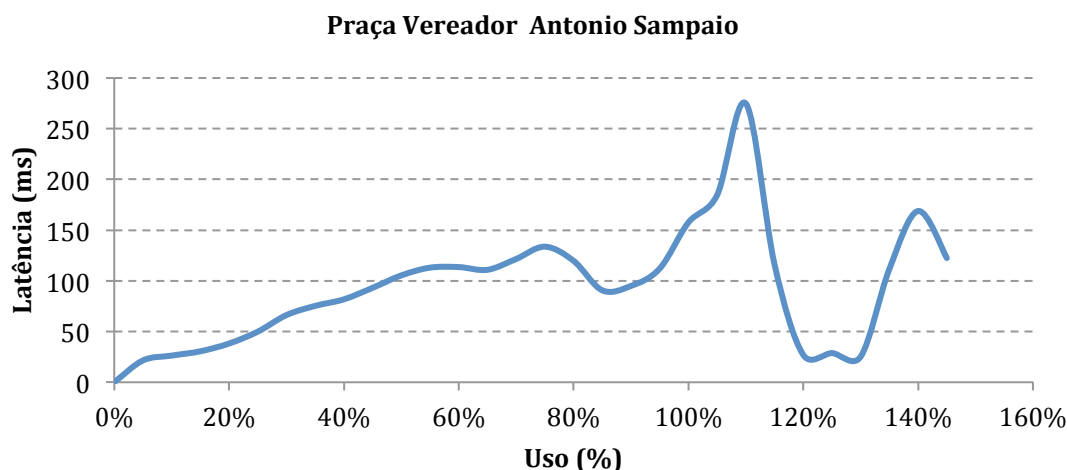
A latência por taxa de utilização permite identificar o que ocorre com a latência à medida que a quantidade de usuários aumenta em relação ao que a praça está provisionada em termos de largura de banda.

A Figura 14 apresenta a latência pela carga do sistema para o Mercado Municipal, Praça Vereador Antônio Sampaio e Parque da Independência sendo o valor de 100% variam de acordo com a Tabela 3 que são 250, 50 e 250 usuários respectivamente para essas praças.

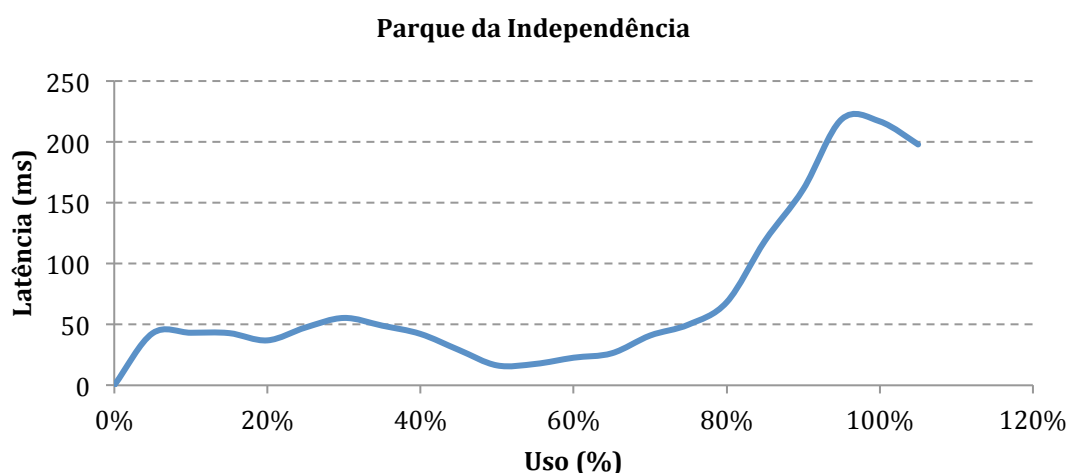
Na maioria das praças analisadas a latência é menor quando há menos usuários conectados, ou seja, um resultado intuitivo. Entretanto é observável na Figura 14 que quando a praça atinge valores superiores a 100% de seu limite máximo da taxa de transmissão, a latência começa a ter picos acima de 150 ms. É possível observar que há uma relação direta entre carga do sistema e a latência, como seria esperado. Estes gráficos corroboram com as informações apresentadas na Figura 12 e Figura 13.



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



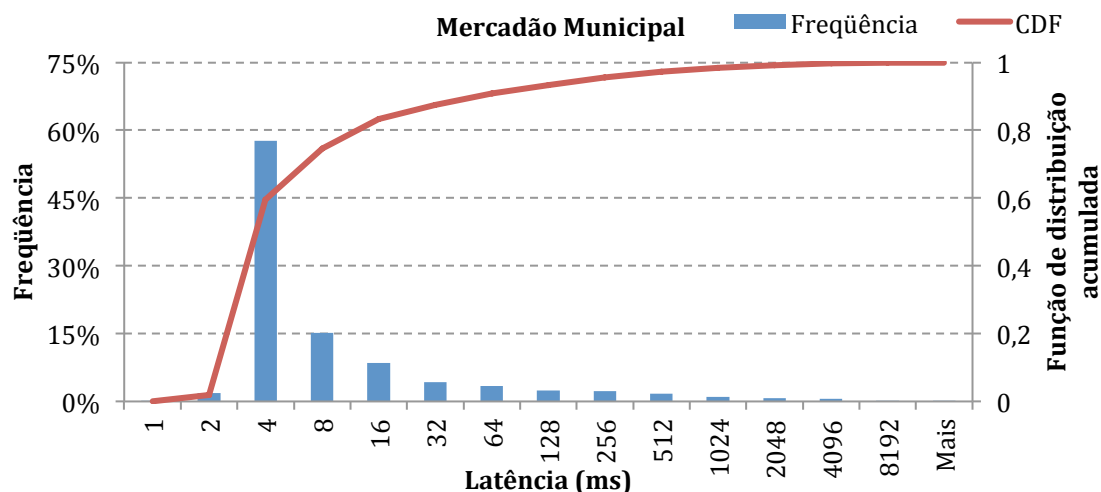
c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 14 – Latência 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).

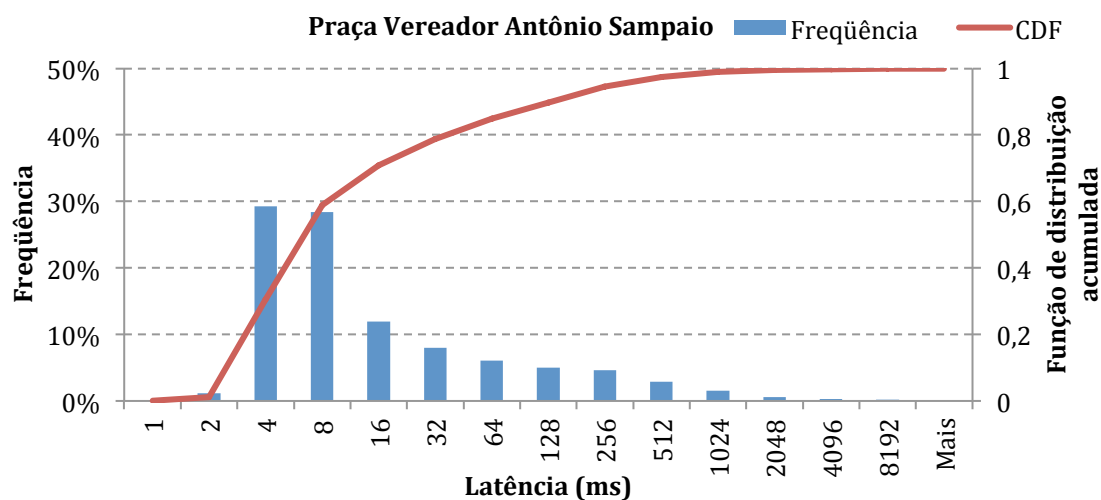
4.3.7.4. Histograma e Distribuição Acumulada da Latência.

A Figura 15 mostra 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.

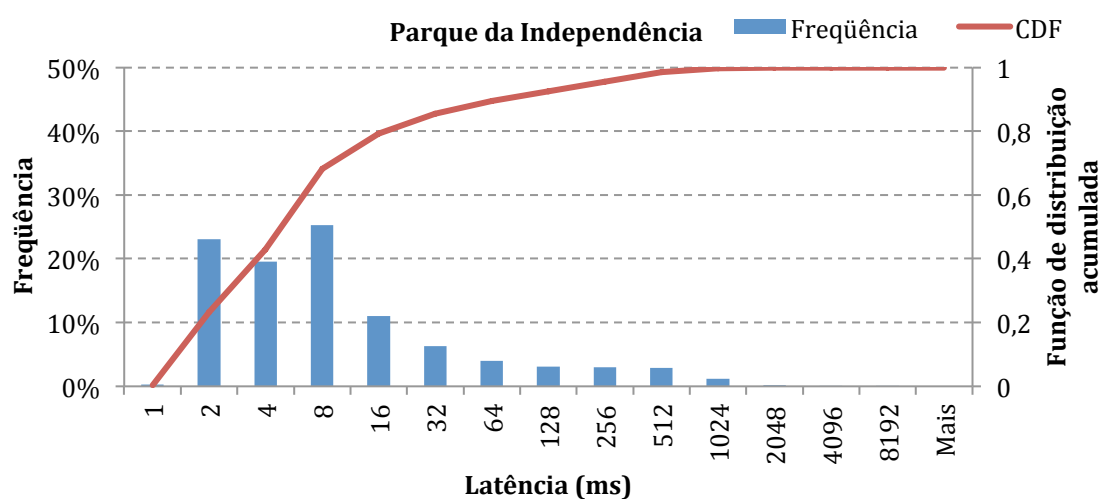
Nas Figuras 15 é possível observar que mais da metade dos valores medidos de latência estão entre 4 e 8 ms no Mercado Municipal, Praça Vereador Antônio Sampaio e Parque da Independência mais de 60% estão abaixo de 8 ms o que é considerado um valor aceitável da latência para utilização de serviços básicos na internet.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 15 – Histograma e Distribuição Acumulada da Latência; a) Mercadão Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

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.

4.3.8. Perda de Pacotes

A perda de pacotes é uma métrica mais agressiva em termos de Qualidade de Experiência para o usuário. 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 Wi-Fi. 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 disso, ocorrem perdas de pacotes quando há um congestionamento de pacotes nos roteadores, ou seja, a demanda de uso da rede é maior que a sua capacidade.

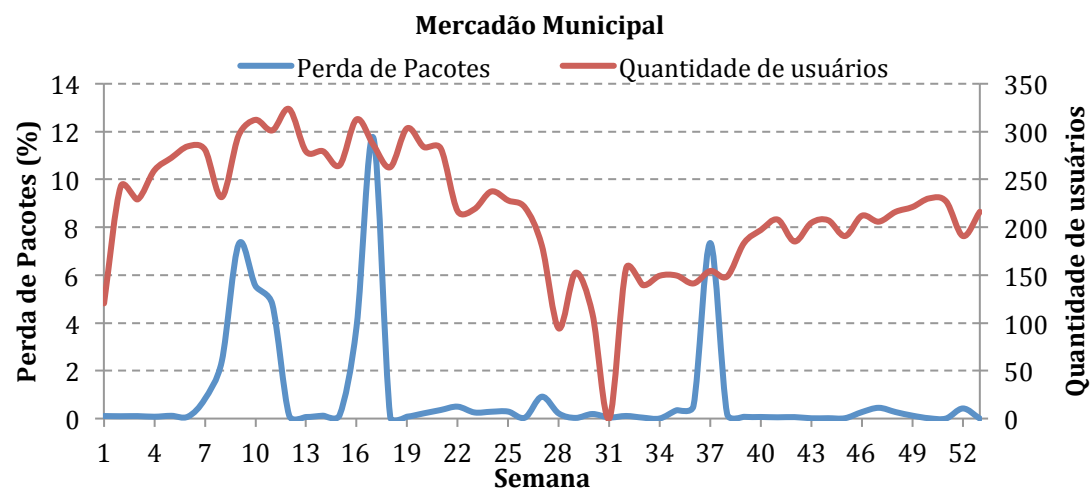
4.3.8.1. Perda de Pacotes (serie temporal)

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.

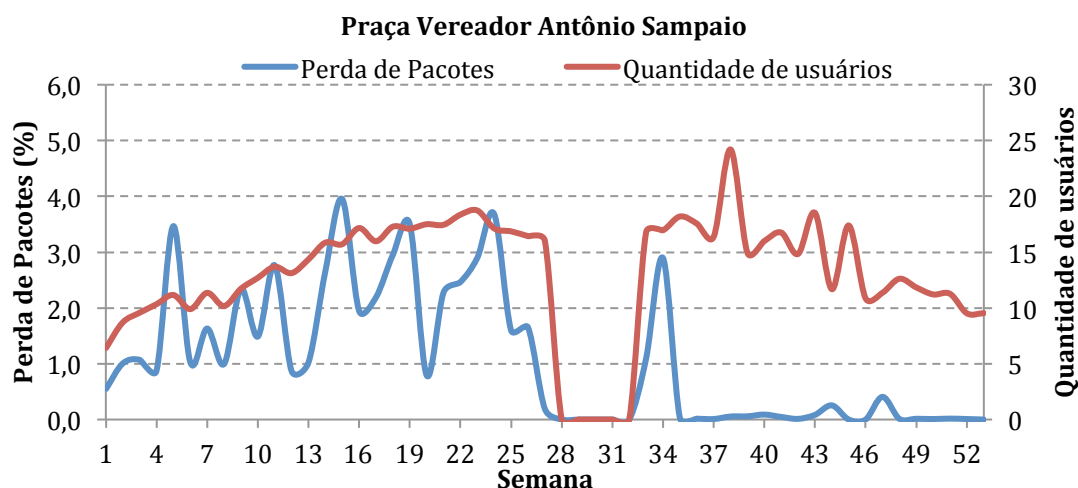
Na Figura 16, o eixo vertical principal é a medida da porcentagem de perda de pacotes no eixo horizontal apresenta a série temporal dos três meses analisados e pode ser visualizado onde ocorreu perda de pacotes.

Apesar de haverem perdas de pacotes significativas de 10% no Mercado Municipal, é possível observar que estas perdas foram raros casos de exceção. Portanto no caso das semanas 7 à 12, 17 e 37 são semanas em que os usuários enfrentaram dificuldades de navegação é possível constatar, porque, na semana subsequente há uma queda no número de usuários utilizando a praça.

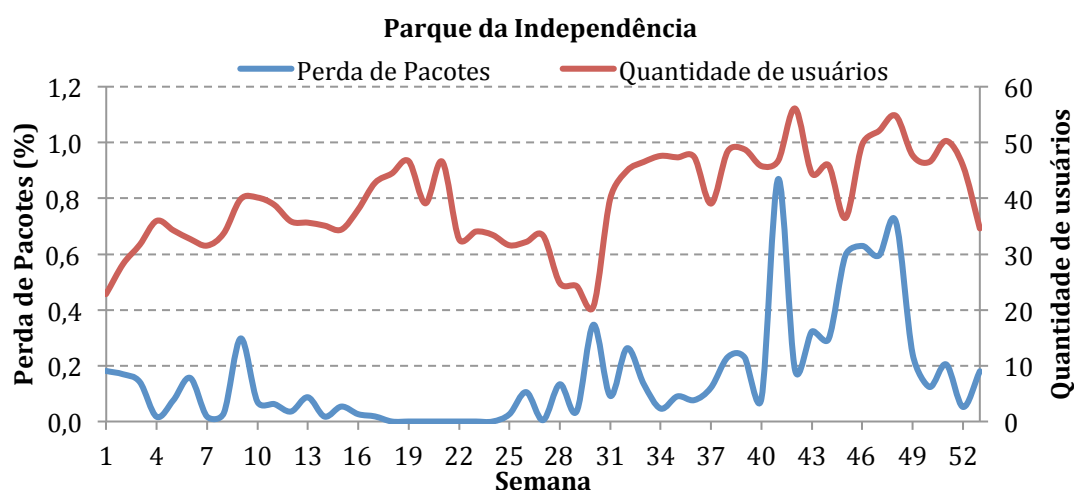
²⁴ <http://ptt.br/adesao/sp/>



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



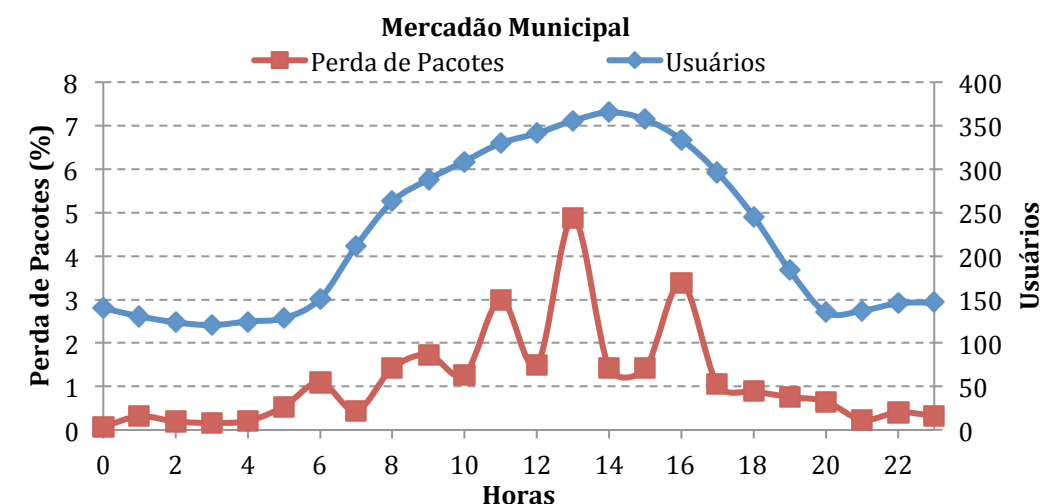
c) Parque da Independência (Zona Sul)

Figura 16 – Perda de Pacotes (serie temporal); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

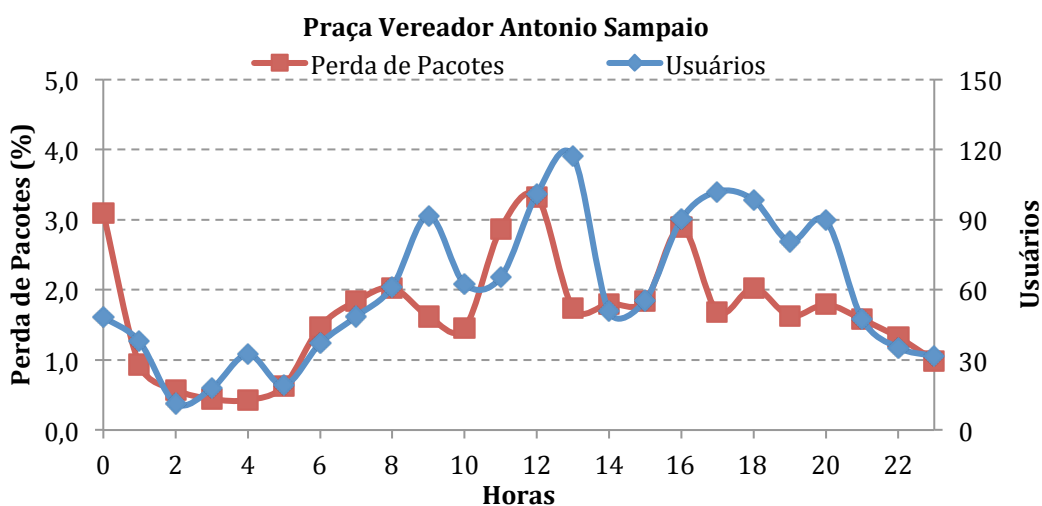
4.3.8.2. Perda de pacotes vs. número de usuários (por hora)

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.

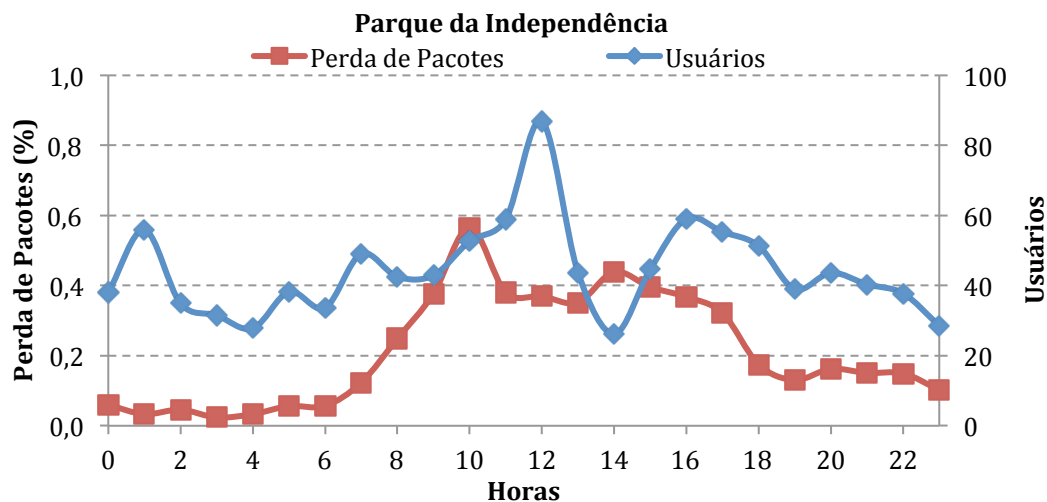
Na Figura 17 percentagem de perda de pacotes por hora ocorre um pico próximo a 5% de perda, é possível observar que a perda de pacotes ocorre um aumento no horário comercial provavelmente por interferência de muitos usuários ou aparelhos que utilizem a mesma frequência que a frequência de transmissão do sinal de radio do WiFi.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

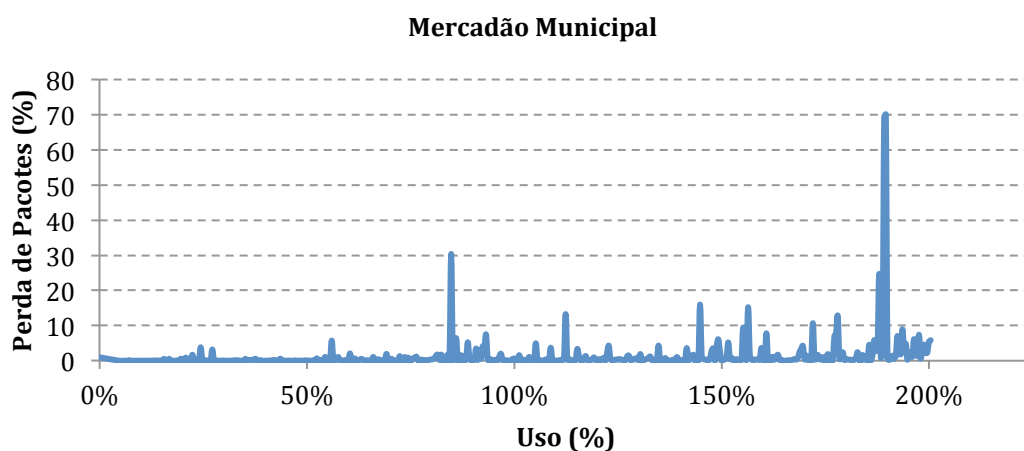
Figura 17 – Perda de pacotes vs. número de usuários (por hora); a) Mercado Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

4.3.8.3. Perda de Pacotes vs. Taxa de Utilização.

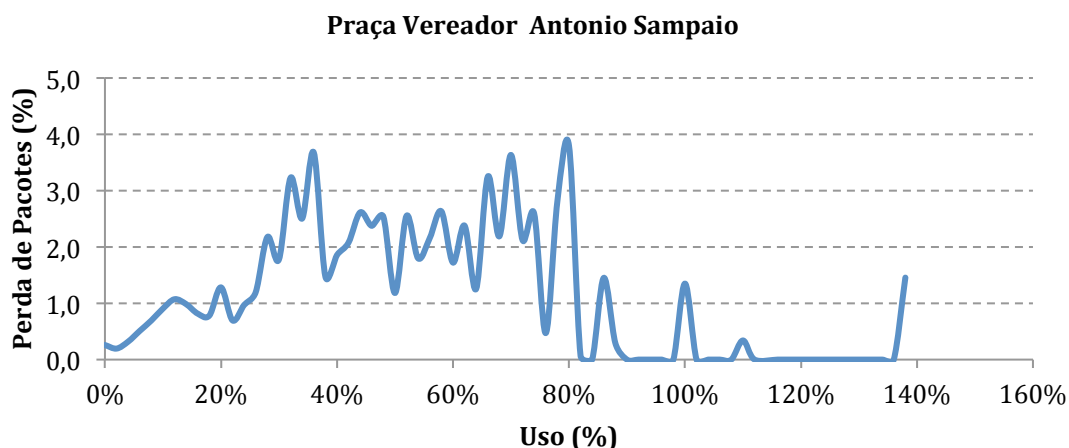
Nessa subseção é visualizada a perda de pacotes em relação à carga do sistema, sendo a carga do sistema considerada o número máximo de usuários conforme a Tabela 3.

A Praça do Mercado Municipal possui capacidade para 250 usuários, quando a quantidade de usuários conectados chega a essa quantidade dizemos que o sistema está a 100% da sua capacidade, sendo possível ter mais de 250 usuários conectados, portanto a carga do sistema não é um fator limitante. Nessa figura é possível verificar que a quantidade de usuários conectados não afeta diretamente essa métrica.

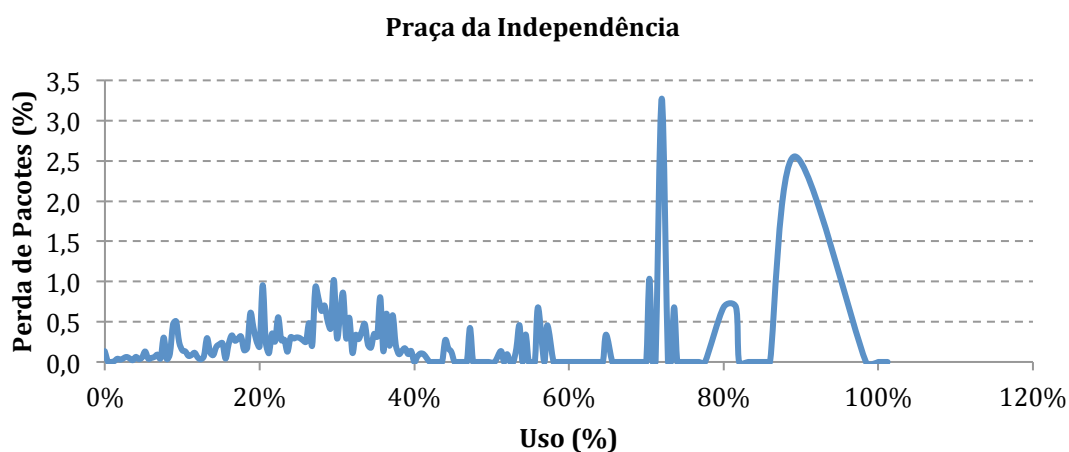
A Praça Vereador Antônio Sampaio e o Parque da Independência possuem em algum momento uma perda de pacotes, mas são consideradas baixas se comparado com o Mercado Municipal onde com 180% da sua capacidade de uso atinge cerca de 70% de perda. Essas informações podem ser vistas nas Figuras 18 (a), (b) e (c).



a) Mercado Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



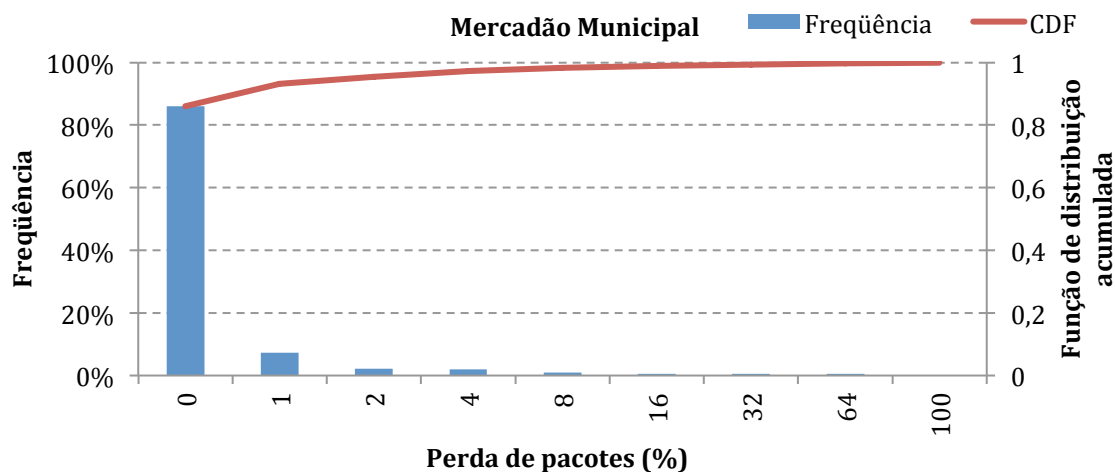
c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 18 – Perda de pacotes vs. Taxa de utilização (% número de usuários conectados em relação ao máximo). a) Mercado Municipal; b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

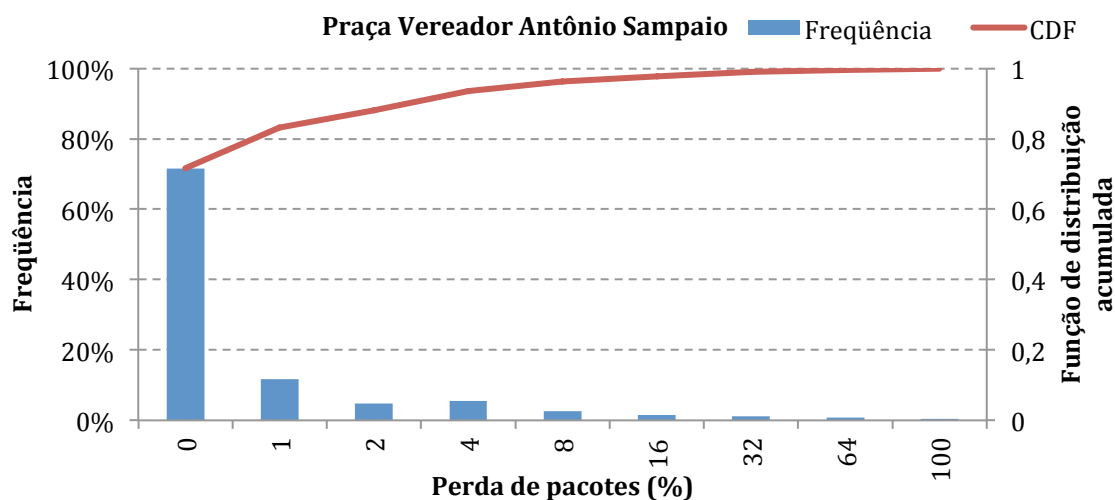
4.3.8.4. Histograma e Distribuição Acumulada da Perda de Pacotes

Nessa subseção é possível visualizar o histograma que mostra a frequência em que ocorre a perda de pacotes analisados no período de um ano de 80% 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.

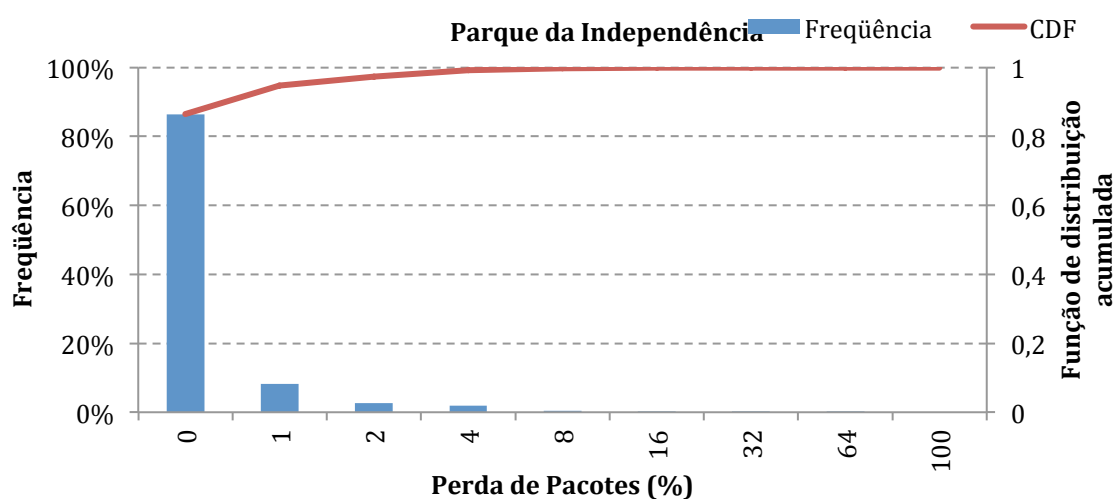
A Figura 19 (Mercado Municipal, Praça Vereador Antônio Sampaio e Parque da Independência) apresenta um valor abaixo da media da latência calculada para todas as praças do período analisados, entretanto a maior parte das perdas de pacotes está abaixo de 2% de perda de pacotes.



a) Mercadão Municipal (Centro).



b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte).



c) Parque da Independência (Zona Sul).

Figura 19 – Histograma e Distribuição Acumulada da Perda de Pacotes; a) Mercadão Municipal (Centro); b) Praça Vereador Antônio Sampaio (Zona Norte); c) Parque da Independência (Zona Sul).

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 durante o ano de 2015, mas para alguns dias não existem informações disponíveis.

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:

- Dentre as 120 praças implantadas para este relatório foram possíveis analisar dados de 111 praças. As nove praças não analisadas foi devido a implantação que ocorreu após o mês de janeiro de 2015.
- 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.
- Na média as praças possuem uma disponibilidade de 95% pela métrica das empresas e de 66% pelos dados do SIMET. A disponibilidade é um fator que afeta a qualidade de experiência dos serviços para os usuários.
- A taxa de entrada e o número de usuários conectados nas praças estão sendo disponibilizados conforme as condições do contrato que garante 512 Kbps para cada usuário conectado. No período analisado, esse valor médio global foi de 386 Kbps para as 111 praças. 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 latência aumenta conforme aumenta o número de usuários conectados nas praças. Essa correlação é baixa se comparando quando há poucos usuários conectados com os valores máximos de usuários conectados na praça. Os valores de latência estão um pouco mais altos do que a especificação, embora considerando valores para interação entre usuários de aplicações síncronas como VoIP foi observado que mais de 90% estão dentro de padrões aceitáveis para o uso de serviços básicos de internet com atraso de no máximo 150 ms, sendo que 70% estão abaixo de 16 ms, sendo esse 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. Cerca de 90% das medidas realizadas sobre a perda de pacotes encontra-se entre 0% e 2% de perda.

Para este período anual 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 80, e a perda de pacotes está baixa. Pode-se concluir que o Wi-Fi Livre SP nas praças opera de forma bem satisfatória para as proporções de uma região metropolitana.

Referências

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