



FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS  
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

KAIRO FELIPE

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE BICICLETAS  
COMPARTILHADAS DE BRASÍLIA**

BRASÍLIA  
2018

KAIRO FELIPE

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE BICICLETAS  
COMPARTILHADAS DE BRASÍLIA**

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

Orientadora: Eng<sup>a</sup> Civil Mônica Soares Velloso, D.Sc.

BRASÍLIA  
2018

KAIRO FELIPE

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE BICICLETAS  
COMPARTILHADAS DE BRASÍLIA**

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

Banca Examinadora:

---

Eng.<sup>a</sup> Mônica Soares Velloso, D.Sc.  
Orientadora

---

Eng.<sup>a</sup> Maruska Tatiana Nascimento da Silva Bueno, D.Sc.  
Examinador 1

---

Eng.<sup>o</sup> Jairo Furtado Nogueira, M.Sc.  
Examinador 2

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelos planos e bênçãos em minha vida segundo a sua imensa misericórdia pela com minha alma.

Não seria o homem que sou se não pelos cuidados e lições de meus amados pais que me ensinaram o caminho reto e se esforçaram ao máximo para me dar o melhor.

Sou grato a família, amigos e ao meu amor pelo apoio e carinho nessa caminhada.

Agradeço a todos os mestres que passaram por minha vida, ensinando, inspirando e demonstrando como eu gostaria de ser.

Sou grato em particular pelos ensinamentos e valorosa orientação da professora Mônica Soares Velloso e do amigo Rodrigo Azevedo Oliveira por não medir esforços em favor do transporte eficiente e sustentável.

## RESUMO

O forte desenvolvimento econômico pelo mundo aliado a falta de planejamento resultaram nas cidades atualmente em sérios problemas de mobilidade urbana e na qualidade dos espaços públicos. Congestionamentos diários, poluição do ar, perda da qualidade de vida e produtividade são os desafios dos gestores públicos atualmente.

Esse cenário despertou em vários países estratégias focadas no transporte sustentável que prioriza o modal coletivo e não motorizado em detrimento do particular motorizado. A bicicleta nesses termos se destaca e oferece vantagens pelo baixo custo de aquisição e manutenção em relação aos carros, alcança muitas vezes regiões que o ônibus e metrô não passam, faz a manutenção da saúde, não polui e alimenta o transporte coletivo auxiliando duplamente no modelo sustentável. Na última década sistemas de bicicletas compartilhadas se difundiram pelo mundo como forma de incentivar o modal e oferecer a população uma alternativa de comodidade para seu deslocamento. Entretanto muitos sistemas sucumbiram por não se atentar as necessidades dos usuários ou se desenvolveram de forma incoerente a realidade das cidades, ao passo que outros são um sucesso e mudaram a dinâmica dos deslocamentos nas cidades. O presente estudo busca analisar o desempenho do atual sistema de bicicletas compartilhadas de Brasília baseado nos problemas existentes através da combinação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) em análises georreferenciadas com as características e percepção dos usuários em relação ao sistema. Tal metodologia resulta em indicadores que é utilizado para construir um novo arranjo espacial e oferece aos gestores públicos *feedback* em relação a infraestrutura cicloviária, disposição espacial das estações, identificação de demandas não supridas e fraquezas em relação a operação do sistema. A pesquisa conclui que o atual sistema de bicicletas compartilhadas em Brasília se encontra em situação desfavorável de desempenho contribuindo para sua inviabilidade e deixando em risco sua existência. O estudo provoca se permitir, abertura da percepção referente a otimização do sistema preservando a sustentabilidade na mobilidade urbana.

**Palavras-chave:** Sistema de Bicicletas Compartilhadas. SIG. Mobilidade Urbana.

## ABSTRACT

The strong economic development in the world coupled with the lack of planning resulted in the cities currently in serious problems of urban mobility and the quality of public spaces. Daily congestion, air pollution, loss of quality of life and productivity are the challenges of public managers today.

This scenario has awakened in several countries strategies focused on sustainable transport that prioritize the collective mode and not motorized to the detriment of the particular motorized. The bicycle in these terms stands out and offers advantages by the low cost of acquisition and maintenance in relation to the cars, often reaches regions that the bus and subway do not pass, does the maintenance of the health, does not pollute and feeds the collective transport aiding doubly in the model sustainable. In the last decade, bike sharing systems have spread throughout the world as a way of encouraging the modal and offer the population an alternative of convenience for their displacement. However, many systems have succumbed to failure when not paid attention to users' needs or to develop incoherently to the reality of cities, while others are a success and have shifted the dynamics of city displacements. The present study seeks to analyze the performance of the current system of shared bicycles in Brasilia based on the existing problems through the combination of the Geographic Information System (GIS) in georeferenced analyzes with the characteristics and perception of the users in relation to the system. Such methodology results in indicators that are used to construct a new spatial arrangement and offer public managers feedback regarding the cycling infrastructure, the spatial arrangement of stations, identification of unsupplied demands and finally, weaknesses in relation to the operation of the system. The research concludes that the current system of shared bicycles in Brasília is in an unfavorable performance situation contributing to its unfeasibility and jeopardizing its existence. The study provokes to allow, opening of the perception regarding the optimization of the system to preserve the sustainability in urban mobility.

**Keywords:** Bike Sharing System. GIS. Urban Mobility.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIXI	Bicycle-Taxi
CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DFTrans	Transporte Urbano do Distrito Federal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
LSCP	<i>Location Set Covering Problem</i>
MCLP	<i>Maximal Coverage Location Problem</i>
MSAP	<i>Maximal Service Area Problem</i>
PDAD	Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
RA	Região Administrativa
SEGETH	Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UnB	Universidade de Brasília

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
3.1	SISTEMA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS .....	13
3.1.1	História do sistema de bicicletas compartilhadas .....	14
3.1.2	Vantagens do sistema de bicicletas compartilhadas .....	17
3.1.3	Sistemas de bicicletas compartilhadas no mundo.....	18
3.1.3.1	<i>Europa</i> .....	18
3.1.3.2	<i>China</i> .....	18
3.1.3.3	<i>América do Norte</i> .....	19
3.1.3.4	<i>América Latina</i> .....	19
3.1.3.5	<i>Índia</i> .....	20
3.1.3.6	<i>África</i> .....	20
3.1.4	Sistema de bicicletas compartilhadas no Brasil .....	20
3.1.5	Sistema de bicicletas compartilhadas em Brasília .....	25
3.1.5.1	<i>Programa Ciclovitário do Distrito Federal</i> .....	25
3.1.5.2	<i>Sistema de Bicicletas Compartilhadas de Brasília +Bike</i> .....	26
3.2	FERRAMENTAS PARA ANÁLISE GEORREFERENCIADA DO SISTEMA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS .....	27
3.2.1	Sistema de Informação Geográfica (SIG) .....	27
3.2.1.1	<i>Dados abertos</i> .....	27
3.2.1.2	<i>Shapefile</i> .....	28
3.2.2	Análise espacial .....	28
3.2.2.1	<i>Modelo de área de serviço</i> .....	29
3.2.3	Avaliação de desempenho de sistema de bicicletas compartilhadas de Wuhan segundo Ying Zhang .....	30
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
4.1	LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS USUÁRIOS .....	33
4.2	LEVANTAMENTO DOS DADOS GEORREFERENCIADOS DA ÁREA DE ESTUDO .....	33

4.3	ANÁLISE DA REDE CICLOVIÁRIA.....	34
4.4	ANÁLISE ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS COMPARTILHADAS... 34	
4.5	OTIMIZAÇÃO ESPACIAL DA LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS.....	35
4.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS E COMPOSIÇÃO DE NOVO CENÁRIO COM EXPANSÃO .....	35
4.7	TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	35
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DO MÉTODO EM BRASÍLIA.....</b>	<b>37</b>
5.1	CARACTERÍSTICAS DOS USUÁRIOS .....	37
5.1.1	Perfil dos usuários.....	38
5.1.2	Avaliação do sistema de bicicletas compartilhadas pelos usuários.....	40
5.2	LEVANTAMENTO DOS DADOS GEORREFERENCIADOS DA ÁREA DE ESTUDO .....	42
5.2.1	Dados Georreferenciados de Brasília .....	43
5.3	ANÁLISE DA REDE CICLOVIÁRIA.....	47
5.3.1	Discussão dos resultados .....	48
5.4	ANÁLISE ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS COMPARTILHADAS... 50	
5.4.1	Características das estações de bicicletas.....	50
5.4.1.1	<i>Características espaciais das estações de bicicletas.....</i>	<i>50</i>
5.4.1.2	<i>População coberta pelas estações de bicicletas .....</i>	<i>52</i>
5.4.2	Análise de acessibilidade .....	55
5.4.2.1	<i>Estações de bicicletas, Paradas de Ônibus e Estações de Metrô.....</i>	<i>55</i>
5.4.2.2	<i>Estações de bicicletas e zonas de demanda.....</i>	<i>61</i>
5.4.2.3	<i>Análise de demanda em relação a área de serviço das estações de bicicletas.....</i>	<i>65</i>
5.5	OTIMIZAÇÃO ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS.....	70
5.6	TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	77
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>ESTUDOS FUTUROS.....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO FECHADO .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O surgimento das grandes cidades, ocasionado pelo forte desenvolvimento econômico, acarretou em uma série de problemas ambientais e sociais, entre os principais o aquecimento global, a poluição do ar e grandes congestionamentos, resultado da expressiva utilização de automóveis no transporte da população. Neste cenário, a utilização da bicicleta apresenta vantagens interessantes, seja pelo seu baixo custo de aquisição ou por ser considerada um transporte sustentável. Nesses termos, a estratégia em utilizar a bicicleta como alimentadora do transporte público se mostra atrativa para que usuários possam evadir-se dos problemas de congestionamento, além de contribuir para a implementação de uma política de transporte sustentável.

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), atualmente 84,72% da população brasileira vive em áreas urbanas, enquanto apenas 15,28% vive em áreas rurais (IBGE, 2015). Esse expressivo êxodo rural não contou com planejamento sustentável, resultando em uma ocupação desordenada das cidades, posto que as políticas de desenvolvimento não levaram em consideração a escala humana, facilmente percebida quando várias outras questões ganharam mais força no planejamento urbano, como a acomodação do vertiginoso aumento de tráfego de automóveis (GEHL, 2015). Além disso, as ideologias dominantes de planejamento – em especial, o modernismo – deram baixa prioridade ao espaço público, às áreas de pedestres e ao papel do espaço urbano como local de encontro dos moradores da cidade, implicando em sérios problemas sociais, ambientais e de logística. Brasília é um clássico exemplo de cidade modernista, que sofre com problemas de baixa qualidade do transporte público, congestionamentos e poluição atmosférica (GEHL, 2015).

Em 2017, a Capital Federal alcançou a marca de 3 milhões de habitantes, ficando atrás apenas da cidade de São Paulo (12 milhões) e do Rio de Janeiro (6,5 milhões), superando as expectativas de seu idealizador urbanista Lucio Costa que planejou a cidade para uma população de pouco mais de 500 mil habitantes (AUGUSTO, 2017). O Distrito Federal também registra uma taxa de 0,56 veículos por habitante segundo a frota de veículos disponibilizado pelo Departamento nacional de Trânsito (DENATRAN) (2016), totalizando em 1,7 milhões de veículos.

Essa conjuntura contribui para o cenário Nacional onde existe um veículo para cada quatro habitantes, somando no país um total de 65,8 milhões de veículos, onde 50,7 milhões são automóveis e 15,1 milhões motocicletas (IBPT, 2018). Paralelamente, a emissão de CO<sub>2</sub> resultantes do uso de combustível em quilogramas por habitante em Brasília no ano de 2016 foi de 1016 quilos, uma das maiores do país (MOBILIDADOS, 2018).

Em Brasília, apenas 40,71% da população utiliza o transporte público para se deslocar ao trabalho, sendo que deste percentual, a divisão modal se classifica em 38,07% ônibus e 2,64% metrô segundo a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílio (PDAD) (2015). O tempo de deslocamento para este tipo de viagem é estimado em 68,05 minutos no horário de pico, segundo dados do Transporte Urbano do Distrito Federal (DFTrans) (SEGETH, 2018).

Na capital do país, o sistema de transporte de alta e média capacidade tem sido utilizado para comportar grandes deslocamentos, seja para o trabalho ou lazer, mas não é apropriado para desenvolver curtas distâncias ou para fornecer serviço porta-a-porta. Desta forma, a integração do transporte público com sistemas de bicicletas compartilhadas na cidade pode garantir uma maior acessibilidade aos usuários além de se ser um atrativo a mais na escolha pelo ônibus ou metrô.

Por outro lado, Brasília vem colhendo os resultados da implantação de um Plano Cicloviário que vem se consolidando desde 2002 (VELLOSO, 2015). Felizmente, os sucessivos governos têm assumido o desafio de consolidar este novo modelo de deslocamento não motorizado na cidade. Atualmente o Distrito Federal conta com aproximadamente 475 quilômetros de infraestrutura Cicloviária entre ciclovias, ciclofaixas, vias compartilhadas e calçadas partilhadas, sendo Brasília contemplada por aproximadamente 120,78 quilômetros segundo o arquivo georreferenciado disponibilizado na plataforma online Geoportal da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação (SEGETH) (2018), além de há quatro anos atuar com um sistema de compartilhamento de bicicletas, apesar de seu uso ser modesto quando comparado a algumas cidades europeias. É, portanto, necessário avaliar a eficiência do sistema de compartilhamento de bicicletas em Brasília para que o mesmo não venha a sucumbir, a exemplo do que aconteceu com o sistema chamado de

“Bluegogo” da China, que teve suas operações encerradas dois anos após sua inauguração em 2016, resultando na venda de setenta mil bicicletas (CIRIACO, 2018).

Segundo o Observatório Territorial do Distrito Federal (SEGETH, 2018), 40,49% da população da cidade (1.011.426 pessoas) tem acesso a alguma forma de infraestrutura cicloviária ou ciclável da porta de sua casa, a uma distância máxima de 5 minutos de caminhada, ou seja, de aproximadamente 400 metros. Esta estrutura considera Ciclovias, Ciclofaixas, Ruas Compartilhadas e Zonas 30.

Esse cenário positivo ofereceu condições para que a cidade implementasse um sistema de bicicletas públicas no ano de 2014, conhecido atualmente pelo nome de “+Bike”. No início foram instaladas apenas dez estações na região turística do Eixo Monumental, contemplando 100 bicicletas. Em apenas dois anos, mais trinta estações foram instaladas na Asa Sul e na Asa Norte, bairros da área central da cidade. Finalmente, em 2017, outras cinco estações foram adicionadas ao sistema, abrangendo inclusive a Universidade de Brasília (UnB) (MARTIMON, 2017). Um ano mais tarde, mais duas estações foram agregadas ao sistema, nas Quadras 408/409 Norte e 410/411 Norte, regiões próximas à UnB, onde há grande demanda por esses veículos. Atualmente Brasília conta com 47 estações de compartilhamento (AGÊNCIA BRASÍLIA, 2018).

No entanto, apesar dos avanços, verifica-se ainda baixa densidade de estações por km<sup>2</sup>, ineficiência no atendimento à demanda em horários de pico, número de bicicletas e de vagas por população limitadas, inexistência de integração com os modais de transporte, além de outros problemas que ocorrem com o sistema +Bike (SOUSA; SILVA; OLIVEIRA, 2016).

O presente trabalho pretende analisar o sistema +Bike utilizando a metodologia de Zhang (2011), que por meio de estudo de caso do maior sistema de bicicletas compartilhadas, localizado na cidade de Wuhan na China, elaborou uma metodologia que analisa cada parte do sistema, desde os usuários até as estações, com foco na acessibilidade ao sistema de transporte público. A acessibilidade, segundo o autor, é a principal característica de um sistema de bicicletas compartilhadas, sendo assim a avaliação de seu desempenho necessita de uma metodologia consistente que considere o sistema como um todo e identifique fraquezas e oportunidades que aliadas à perspectiva do usuário podem compor um sistema de sucesso e melhorar os problemas atuais de transporte.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar se o desempenho do sistema de compartilhamento de bicicletas em Brasília é eficiente, segundo a metodologia de Zhang (2011), utilizando análise georreferenciada.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudar as características dos usuários do sistema de bicicletas compartilhadas +Bike de Brasília.
- Selecionar e executar indicadores para avaliação das ciclovias de Brasília.
- Analisar as características das estações de bicicletas +Bike.
- Analisar a acessibilidade entre estações de bicicletas +Bike e equipamentos públicos da cidade.
- Estabelecer um modelo para otimização de localização espacial das estações de bicicletas +Bike.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 SISTEMA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS

Sistema de Bicicletas Compartilhadas é um serviço público ou privado onde bicicletas são disponibilizadas para uso comum em um curto período por meio de aluguel ou de forma gratuita. Muitos sistemas permitem que o usuário retire a bicicleta em uma estação a devolva em outra, utilizando um cadastro e fazendo uso de alguma forma de pagamento, a depender de cada sistema (ITDP, 2013).

Outro modelo que está dominando as ruas dos principais centros urbanos em todo o mundo é a chamada “*Dockless Bikeshare*”, um Sistema de bicicletas compartilhadas sem a presença de uma estação, possibilitando que o usuário possa começar e terminar sua viagem exatamente em sua origem e destino sem se preocupar em encontrar uma estação (ITDP, 2018).

Além do modelo de operação, diversas características estão presentes em cada sistema que se relacionam com a cultura da cidade de formas diferentes, tornando a experiência única. Segundo o manual de Planejamento de compartilhamento de bicicletas do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) (2013), o sucesso de cada sistema está estreitamente relacionado com cada peculiaridade: tecnologia, operação, financiamento, preços, acessibilidade, cobertura, bicicletas, estações, usuários, entre outros.

Apesar de enfrentar inúmeras dificuldades, este conceito de mobilidade urbana tem alcançado crescimentos exuberantes. Em 2007 o primeiro sistema de grande escala de compartilhamento de bicicletas foi criado na França chamado de *Vélib'*. Em apenas cinco anos em 2012 já haviam aproximadamente 700 sistemas de bicicletas compartilhadas no mundo inteiro (MEDDIN, 2013). Nesse mesmo movimento de ascensão, em 2017 o número de sistema de bicicletas compartilhadas em todo o planeta passa dos 1600 (MEDDIN, 2017). E cada vez mais sistemas estão surgindo, visto as vantagens que a bicicleta traz para a rede de transporte, meio ambiente e qualidade de vida nas cidades (ITDP, 2018). A Figura 1 a seguir apresenta o Mapa Mundial dos sistemas de bicicletas compartilhadas atualmente.

**Figura 1 – Mapa Mundial dos sistemas de bicicletas compartilhadas**



Fonte: <[www.bikesharingmap.com](http://www.bikesharingmap.com)>

### 3.1.1 História do sistema de bicicletas compartilhadas

Segundo DeMaio (2008) o Sistema de Bicicletas Compartilhadas surgiu na Europa e se desenvolveu ao longo dos últimos 40 anos passando por três gerações. A primeira geração começou em 1965 com as *White bikes* (bicicletas brancas). Proposto pelo vereador de Amsterdam, Luud Schimmelpennick, sua ideia consistia em distribuir gratuitamente 20.000 bicicletas pintadas de branco para ser retirada e devolvidas em qualquer parte da cidade, afim de reduzir o tráfego de carros no centro da cidade, no entanto, o projeto foi vetado pela assembleia municipal (ITDP, 2013).

O projeto das *White bikes* foi então apropriado pelo movimento holandês de contracultura Provos, formado por anarquistas ativistas que queriam mudar a sociedade capitalista. Em reação à ameaça do consumismo, a grande utilização de automóveis e poluição do ar, os Provos pegaram 50 bicicletas velhas, pintaram de branco e distribuíram pela cidade de Armsterdam para uso público, ao mesmo tempo em que divulgavam a iniciativa por meio de panfletos (ZEE, 2016).

No entanto, a iniciativa não ocorreu como planejada, posto que as bicicletas foram jogadas em canais ou apropriadas para uso privado, além de apreendidas pela polícia local sob alegação de incitarem o roubo por não estarem trancadas. Desta forma, o programa durou apenas alguns dias (DEMAIO, 2008). A Figura 2 a seguir retrata o ativismo do grupo Provos em relação as White Bikes.

**Figura 2 - Provos com a White Bike**



Fonte: <[www.cyclinginfo.co.uk](http://www.cyclinginfo.co.uk)>

A tentativa seguinte de implantação de um sistema de bicicletas compartilhadas aconteceu em La Rochelle, na França, em 1993. Este sistema, gratuito e mais regulamentado, permitia ao público utilizar a bicicleta por 2 horas. A cidade de Cambridge, na Inglaterra, implementou um sistema similar no mesmo ano. Este tipo de sistema, também conhecido como bicilotecas, reduziu os problemas de roubo e vandalismo, já que os usuários tinham que mostrar documentos de identidade e deixar um depósito como garantia para usar as bicicletas. Mas essas bicilotecas também exigiam que o usuário devolvesse a bicicleta ao mesmo lugar onde a havia retirado, o que limitava a utilidade do sistema como opção de transporte de um ponto a outro (ITDP, 2013).

Após 30 anos das *White bikes*, em 1995, a segunda geração de bicicletas compartilhadas em larga escala foi lançada em Copenhague, na Dinamarca, chamada *Bycyklenm*, desta vez contando com muitas melhorias em relação à geração anterior. Nesse novo sistema, o usuário tinha a possibilidade de retirar e retornar a bicicleta em lugares específicos da cidade por meio de trancas operadas com moedas. Além disso, as bicicletas foram projetadas para uso intensivo, com pneus de borracha sólida e publicidade em suas rodas. Inspirados após uma noite serem vítimas de roubo, Morten Sadolin and Ole Wessung criaram a *Bycyklenm* para reduzirem os roubos de bicicletas. Apesar de serem mais sofisticado e formais que a geração anterior, o sistema também experimentou roubos devido ao anonimato dos usuários (DEMAIO, 2008). Na Figura 3 adiante é retratado um sistema de segunda geração na Dinamarca.

**Figura 3 – “The Bicycle in Denmark” (1993)**



Fonte: <[www.bike-sharing.blogspot.com](http://www.bike-sharing.blogspot.com)>

Em seguida, em 1996, na Universidade de Portsmouth, na Inglaterra, um novo sistema foi utilizado. Neste novo sistema, o estudante utilizava um Cartão magnético para liberar as bicicletas nas estações. Esse sistema e a geração seguinte foram concebidos com uma série de avanços tecnológicos tornando-as mais inteligentes, desde travas eletrônicas, sistemas de telecomunicação, cartões magnéticos, até acesso por telefones ou computadores de bordo. Nos anos seguintes, os sistemas de bicicletas compartilhadas cresceram de forma lenta até 2005 com o lançamento do sistema Velo'v, em Lyon, na França (DEMAIO, 2008).

Em três anos Lyon obteve um crescimento de 500% no trânsito de bicicletas, contemplando mais de 1,5 milhões de quilômetros percorridos por esse modal, equivalente a 7,260 toneladas de CO<sub>2</sub> consumidos pela mesma distância usando automóvel. Tal sucesso chamou atenção da capital que em 2007 lançou em Paris o sistema Vélib', contando com 10.600 bicicletas, que rapidamente expandiu para 20.600. Este momento marcou o início da era das bicicletas compartilhadas, pois chamou a atenção do mundo em relação ao modal e seus benefícios para o trânsito, sendo assim rapidamente expandido para diversos países (DEMAIO, 2008). A Figura 4 a seguir retrata o sistema Vélo'v em Lyon.

**Figura 4 – Estação Vélo'v na praça Edgar Quinet**



Fonte: <[www.de.wikipedia.org/wiki](http://www.de.wikipedia.org/wiki)>

Existe ainda as chamadas *dockless bikeshare*, ou seja, sistema de bicicletas compartilhadas sem estação. Não necessariamente um novo conceito, mas muitos a consideram como quarta geração. As bicicletas *dockless* expandiram rapidamente a partir de 2015 devido a dezenas de *startups* que investiram nesse modelo de negócio na China e no mundo, oferecendo flexibilidade ao usuário de usá-la em qualquer lugar da cidade utilizando o aplicativo da operadora (ITDP, 2018).

### 3.1.2 Vantagens do sistema de bicicletas compartilhadas

As bicicletas têm diversas vantagens como modo de transporte para viagens urbanas de curta distância: elas alcançam destinos desfavorecidos, requerem menos infraestrutura e geralmente não enfrentam congestionamentos. Além disso, elas são relativamente baratas para aquisição assim como a sua manutenção, não poluem o meio ambiente na sua operação e faz a manutenção da saúde do usuário através do exercício. O seu valor é inegável quando consideramos que seu uso alimenta viagens de outros modos de transporte público coletivo expandindo o alcance pela integração modal (DEMAIO, 2008).

A implementação de um sistema de bicicletas públicas traz muitos benefícios pois provê um rápido, conveniente e flexível opção de transporte público interno e pode ser a porta de entrada para a aceitação e adoção do ciclismo como modal de

transporte em cidades onde ciclismo ainda não atingiu uma boa marca de uso. Também sua implementação faz sentido em cidades onde há um bom número de ciclistas ao passo que incentivam a escolha de um modal público de transporte sustentável mais barato que os demais, além de encorajar a integração modal de viagens (BUHRMANN et al. 2008).

### 3.1.3 Sistemas de bicicletas compartilhadas no mundo

#### 3.1.3.1 *Europa*

A experiência europeia fornece um robusto histórico de planejamento, implementação e operações de compartilhamento de bicicletas. Os demais sistemas em todo o mundo foram inspirados nas inovações desenvolvidas no continente que apresentam escala alargada, tecnologias avançadas e operam sob parcerias público-privadas (SHAHEEN, 2010).

Desde 2007 com a difusão das bicicletas compartilhadas pelos sistemas Velo'v e Vélib' diversos sistemas foram surgindo por toda a Europa, alcançando no ano de 2016 a marca de 524 sistemas de compartilhamento de bicicletas (MEDDIN, 2017), e em 2009 encontravam-se presentes em 19 países europeus (SHAHEEN, 2010).

#### 3.1.3.2 *China*

O sistema de bicicletas compartilhadas na China vivenciou um crescimento explosivo a partir de 2008. Isso é evidente por exemplo em Hangzhou que lançou suas bicicletas compartilhadas em 2008 com 4.900 bicicletas e expandiu seu sistema para 50.000 bicicletas em 2009. Em 2016, o sistema de Hangzhou oferecia mais de 97.000 bicicletas que eram utilizadas diariamente por mais de 300.000 pessoas, número que equivale a 113 milhões de viagens por ano. E a cidade ainda planeja expandir o sistema para 175.000 bicicletas até 2020 (MENGWEI, 2016).

Este cenário é similar a outras grandes cidades chinesas, principalmente depois das bicicletas sem estações terem se difundido na China. A tecnologia foi bem aceita pela população, e é responsável pela maior expansão de usuários e

equipamentos que o mundo já viu. Shanghai tem um cenário de um milhão de bicicletas *dockless* nas ruas, seguida pela cidade de Guangzhou, com oitocentos mil operado por diversas empresas privadas que disputam o mercado colaborativo. Em resposta às dificuldades que esse sistema vem gerando como pilhas de bicicletas e desordem no espaço urbano, os governos locais vêm desenvolvendo várias formas de regulação (ITDP, 2018).

#### 3.1.3.3 América do Norte

Embora a experiência de compartilhamento de bicicletas na América do Norte seja mais limitada, o programa piloto SmartBike, de Washington, nos Estados Unidos, demonstrou que o compartilhamento de bicicletas é viável. Lançado em 2008, o SmartBike marcou o início da experiência da América do Norte com sistemas baseados em TI (SHAHEEN, 2010). Em maio de 2009, no Canadá, um importante sistema entrou em operação, chamado de Bicycle-TaXI (BIXI) nas cidades de Montreal e Quebec.

Em 2017, 35 milhões de viagens foram feitas nos Estados Unidos por meio de bicicletas compartilhadas, 25% a mais que o ano anterior. Esse crescimento é atribuído ao aumento dos usuários dos sistemas, assim como o lançamento de dezenas de sistemas pelo país. Desde 2010, 123 milhões de viagens foram realizadas pelo sistema de bicicletas compartilhadas no Estados Unidos. O número de companhias operadoras cresceu expressivamente em 2017, e o número de bicicletas mais que dobrou, passando de 42.500 em 2016 para 100.000 em 2017 (NACTO, 2017).

#### 3.1.3.4 América Latina

Na América Latina, os primeiros sistemas foram lançados em 2008, sendo os pioneiros no Brasil com a UseBike em São Paulo e com o Samba no Rio de Janeiro. Após o lançamento do Samba no Brasil, o Chile lançou seu próprio programa com 50 bicicletas e 10 estações de bicicletas (SHAHEEN, 2010). Em seguida, outros sistemas foram surgindo, e nos últimos 5 anos a expansão se estendeu a diversos países. Cidades como Medellín, Buenos Aires, Santiago e Quito evoluíram seus sistemas da segunda geração para a terceira introduzindo bicicletas elétricas.

Atualmente, no México a Ecobici é o maior sistema da América Latina, com mais de 45 milhões de viagens desde 2010 e mais de duzentos mil usuários (ITDP, 2018).

#### 3.1.3.5 Índia

O Ministério de Habitação e Assuntos Urbanos da Índia lançou a missão Cidades Inteligentes, um programa de renovação urbana que promove o uso diversificado do solo e desenvolvimento compacto aliado ao pedestre e ciclista. A missão promove o compartilhamento de bicicletas como opção de integração modal ao transporte público na origem e destino incentivando cidades como Bhopal, Mysuru e Pune a implementar o sistema. Várias outras cidades estão com o sistema de bicicletas compartilhadas em planejamento (ITDP, 2018).

#### 3.1.3.6 África

O primeiro programa de bicicletas compartilhadas na África, o Medina Bikes, foi lançado em 2016 em Marrakesh na vigésima segunda conferência sobre mudança climática e compõe o conjunto de ações para reduzir o consumo de combustível fóssil em Marrocos (KIRK, 2016). Um ano mais tarde, na Universidade de Nairóbi, um sistema foi lançado para uso de estudantes e funcionários (UN HABITAT, 2017). Na cidade do Cairo, as bicicletas ganharam força depois do governo aprovar o lançamento um programa de três anos de investimentos em ciclovias e rotas, para o lançamento do primeiro sistema de bicicletas compartilhadas da cidade.

#### 3.1.4 Sistema de bicicletas compartilhadas no Brasil

Segundo a publicação sobre sistemas de bicicletas compartilhadas elaborado pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento, no Brasil, o primeiro sistema de bicicletas compartilhadas de terceira geração foi implementado no Rio de Janeiro, em 2008. Até novembro de 2015 outras doze cidades brasileiras desenvolveram sistemas semelhantes: Porto Alegre (RS), Fortaleza (CE), Recife (PE), Aracaju (SE), Santos (SP), Sorocaba (SP), Salvador (BA), Petrolina (PE), São Paulo (SP), Brasília (DF), Belo Horizonte (MG) e Bertioga (SP), (com estações

apenas no bairro de Riviera de São Lourenço). Outros sistemas de terceira geração também estão em operação, com funcionamento em formatos diferenciados, nas seguintes localidades: Universidade Federal de Juiz de Fora (MG, para uso restrito no interior do campus universitário) e na cidade de Ipaussu (SP, com apenas uma estação).

Na Tabela 1 é apresentado um resumo de todos os sistemas de bicicletas compartilhadas no Brasil e de suas características com dados do ano de 2018.

**Tabela 1 – Sistema de Bicicletas Compartilhadas no Brasil**

Estado	Cidade	Nome	Operadora	Ano de lançamento do 1º sistema	Estações
SP	Bertioga (Riviera de São Lourenço)	Rivibike	Tembici	27/02/2012	7
	Santos	Bike Santos	Serttel	28/12/2012	37
	São Paulo	Bike Sampa	Tembici	23/05/2012	260
		CicloSampa	CycloSampa	13/12/2013	17
		Yellow	Yellow	02/08/2018	0
	Sorocaba	Integra Bike	Tembici	15/05/2012	25
ES	Vila Velha	Bike VV	Tembici	23/03/2018	20
	Vitória	Bike Vitória	Serttel	01/05/2018	27 + 3kids
MG	Belo Horizonte	Bike BH	Serttel	2014	40
	Uberlândia	UdiBike	tembici	03/04/2016	4
RS	Passo Fundo	PF Vai de Bici	Morbhis	13.05.2016	10
	Porto Alegre	Bike POA	Tembici	22/07/2012	41
PE	Recife	Bike PE	Tembici	11/09/2017	80
	Petrolina	PetroBike	Mobilicidade	19/11/2011	7
AM	Manaus	MANÔbike	Tembici	11/04/2017	15
BA	Salvador	Bike Salvador	Tembici	22/09/2013	50
CE	Fortaleza	Bicicletar	Serttel	15/12/2014	80
DF	Brasília	+Bike	Serttel	28/05/2014	48
GO	Goiânia	GynDebike	Serttel	20/12/2016	16
PA	Belém	Bike Belém	Tembici	02/04/2016	12
RJ	Rio de Janeiro	Bike Rio	Tembici	01/12/2008	260

Continua

Nome	Bicicletas	Usuários cadastrados	Viagens realizadas	Toneladas crédito CO2	Sistema
Rivibike	45	-	-	-	3 geração
Bike Santos	370	-	-	-	3 Geração
Bike Sampa	2600	-	-	-	3 geração
CicloSampa	200	-	-	-	3 geração
Yellow	2000	-	-	-	dockless
Integra Bike	200	-	-	-	3 geração
Bike VV	200	-	-	-	3 geração
Bike Vitória	270 + 30 kids	60000	601870	219	3 geração
Bike BH	400	-	405190	146	3 geração
UdiBike	40	-	-	-	3 geração
PF Vai de Bici	100	-	-	-	3 geração
Bike POA	410	-	-	-	3 geração
Bike PE	800	-	-	-	3 geração
PetroBike	100	-	-	-	3 geração
MANÔbike	150	7500	2215808	-	3 geração
Bike Salvador	400	-	-	-	3 geração
Bicicletar	800	209000	2219941	803	3 geração
+Bike	480	190846	1122994	-	3 geração
GynDebike	160	-	132905	48	3 geração
Bike Belém	120	-	-	-	3 geração
Bike Rio	2600	-	-	-	3 geração

Continua

Nome	Preço (R\$)*	Uso
Rivibike	3D: 20 / M: 30 / S: 100 / A: 150 /	2 horas. Intervalo : 15 minutos
Bike Santos	D: 5 / M: 10 / S: 8,30 p/m / A: 7,50 p/m	45 min / Int: 15 min / +5 reais por 45 min excedente.
Bike Sampa	3D: 15 / D: 8 / M: 20 / A: 160	60 minutos / intervalo: 15 minutos
CicloSampa	30 min grátis + 30 min por 5 reais	30 min / 7 min de intervalo
Yellow	1 real para 15 minutos	ilimitado
Integra Bike	1 hora grátis + 5 reais por hora excedente	1 hora grátis. Intervalo 15 min
Bike VV	D: 5,40 / 3D: 8,10 / M: 10,80 / A: 67,50	60 minutos / intervalo: 15 minutos
Bike Vitória	D: 6,30 / M: 12,60 / A: 78,75	Seg a Sáb 60 min. Dom: 90 min. Int: 15 min
Bike BH	D: 3 / M: 9 / A: 60	Seg a Sáb 60 min. Dom: 90 min. Int: 15 min
UdiBike	Gratuito	2 horas. Intervalo de 10 min
PF Vai de Bici	Gratuito	2 horas grátis / intervalo de 15 minutos
Bike POA	D: 8 / 3D: 15 / M: 20 / A: 160	60 minutos / intervalo: 15 minutos
Bike PE	D: 8 / 3D: 15 / M: 20 / A: 160	Seg a Sáb 60 min. Dom: 120 min. Int: 15 min
PetroBike	D: 5 / M: 10 / A: 10	60 minutos / intervalo: 15 minutos
MANÔbike	D: 5 / M: 10	Seg a Sáb: 60 min. Dom: 90 min. Int: 15 min
Bike Salvador	D: 8 / M: 10 / A: 100	Seg a Sáb: 45 min. Dom: 90 min.
Bicicletar	D: 5 / M: 10 / A: 60	Seg a Sáb: 60 min. Dom: 90 min. Int: 15 min
+Bike	A: 10 / M: 6 / D: 3 (+BikeKids também)	60 minutos / intervalo: 15 minutos
GynDebike	D: 4 / M: 8 / S: 35 / A: 70	Seg a Sáb: 60 min. Dom: 90 min. Int: 15 min
Bike Belém	D: 5 / M: 10	Seg a Sáb: 60 min. Dom: 90 min. Int: 15 min
Bike Rio	D: 5 / M: 10	60 minutos / intervalo: 15 minutos

\* (D: 1 dia; 3D: 3 Dias; S: Semanal; M: Mensal; A: Anual.)

Continua

Nome	Financiamento	Integração	Tecnologia	Data dos dados
Rivibike	Privado	-	Totem	out/18
Bike Santos	Público / privado	Cartão de Transportes	App, ligação, Cartão	out/18
Bike Sampa	Público / Privado	Bilhete Único	App, Cartão, Totem	out/18
CicloSampa	Privado	Bilhete Único	Totem	out/18
Yellow	Privado	-	App, qrcode	out/18
Integra Bike	Público/privado	Transporte Coletivo Municipal	Cartão, Totem	out/18
Bike VV	Público/Privado	-	-	out/18
Bike Vitória	Público/privado	-	App, Ligação	out/18
Bike BH	Público/Privado	-	App, Ligação	out/18
UdiBike	Público	-	Totem	out/18
PF Vai de Bici	Público/Privado	-	App	out/18
Bike POA	Público/Privado	Cartão TRI	App, Cartão	out/18
Bike PE	Público/Privado	-	-	out/18
PetroBike	Público/Privado	-	App, Totem	out/18
MANÔbike	Público/privado	-	App e Cartão	abr/18
Bike Salvador	Privado	-	-	out/18
Bicicletar	Público/Privado	-	App, ligação, Cartão	jun/18
+Bike	Público/ Privado	Integração com transporte público	App	set/18
GynDebike	Público/Privado	-	-	out/18
Bike Belém	Público/Privado	-	-	out/18
Bike Rio	Público/Privado	-	App, Cartão, Totem	out/18

Fonte: Elaborado pelo autor

Conclusão.

### 3.1.5 Sistema de bicicletas compartilhadas em Brasília

#### 3.1.5.1 Programa Cicloviário do Distrito Federal

Nos últimos quinze anos houve grande desenvolvimento da infraestrutura cicloviária em todo o mundo. A Dinamarca e Holanda foram pioneiras na adoção de política públicas voltadas a esse modo de transporte e hoje são referências internacionais. Atualmente esses países desfrutam de extensas malhas cicloviárias e condições favoráveis para o uso de bicicleta. A Holanda, por exemplo, já conta com 35 mil quilômetros de infraestrutura cicloviária (COMISSÃO EUROPEIA, 2000). Os demais países europeus, além da China, Estados Unidos e alguns países latino americanos foram paulatinamente se atentando para a importância de contemplar este modo de transporte em seus planos de mobilidade e começaram a investir nos primeiros esforços de implementar medidas de desincentivo ao uso do automóvel como forma de melhorar a qualidade de vida urbana (ITDP, 2018).

No Brasil, o Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503), aprovado em 1997, incorporou algumas especificidades da bicicleta e imputou a correta hierarquia de prioridade na circulação a partir das relações de força no trânsito (BRASIL, 1997). Além disso, em 2001, foi criado o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, que regulamenta os instrumentos urbanísticos previsto no Plano Diretor dos municípios com mais de 20 mil habitantes e estabelece a elaboração de planos de transporte para cidades com mais de 500 mil habitantes (BRASIL, 2001). Igualmente importante, é a Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei nº 12.587, aprovada em 2012, que reforça a correta priorização dos modos ativos e coletivos de transporte e ainda estabelece prazos para que os municípios a partir de 20 mil habitantes elaborem seus planos de mobilidade (BRASIL, 2012). Diante dos avanços dos diplomas legais, diversas cidades brasileiras despontaram com potenciais para infraestrutura cicloviária, mas apenas o Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília são de fato cidades representativas deste cenário (SOARES et al., 2015).

Brasília teve seu planejamento cicloviário iniciado no ano de 2002 (VELLOSO, 2015). Em setembro de 2005, foi criado um Grupo de Trabalho no âmbito do Governo do Distrito Federal para estabelecer as diretrizes do Programa Cicloviário do DF. O resultado foi a elaboração do estudo da demanda de ciclistas na cidade e

a definição da construção de redes cicloviárias que pudessem oferecer conforto e segurança aos usuários.

Ainda de acordo com Velloso (2015), mais tarde, em 2011, dando continuidade ao Programa Cicloviário, foi criado o Comitê Gestor da Política de Mobilidade Urbana por Bicicleta no DF, período em que foram promovidas discussões sobre planejamento, execução, supervisão e avaliação das ações de promoção da mobilidade por bicicleta. Foi nesta época que foram iniciadas as tratativas para a introdução do Sistema de Bicicletas Públicas em Brasília.

### 3.1.5.2 *Sistema de Bicicletas Compartilhadas de Brasília +Bike*

O Sistema +Bike de Brasília tem a finalidade de apresentar-se como alternativa sustentável e não poluente de transporte da cidade. É composto por estações inteligentes conectadas a uma central de operações abastecidas por energia solar. Os pontos de disponibilização de bicicletas foram distribuídos por alguns logradouros da cidade, locais em que os usuários cadastrados podem retirar a bicicleta e posteriormente devolvê-la na mesma ou em outra estação de sua conveniência. O Projeto que dá corpo ao +Bike tem por objetivos introduzir a alternativa da bicicleta como modo de transporte sustentável e não poluente, promover a saúde por meio do combate ao sedentarismo, estimular a prática de hábitos saudáveis, contribuir para a redução de engarrafamentos e poluição ambiental e promover a humanização dos ambientes urbanos (SOUSA; SILVA; OLIVEIRA, 2016)

Para sua implementação, foram realizadas 9.086 entrevistas na área central de Brasília, sobretudo com usuários de transporte público, contemplando a Rodoviária do Plano Piloto, a Estação Central do Metrô/DF e os Setores Hoteleiros Sul e Norte. Tais pesquisas levantaram dados socioeconômicos e de opinião a fim de compor a demanda potencial do sistema, assim como planejar rotas desejadas pelos usuários. Após procedimento licitatório, o sistema passou a ser operado pela empresa Serttel com financiamento do Banco Itaú, que detinha direito de *marketing* sobre as bicicletas (SOUSA; SILVA; OLIVEIRA, 2016).

## 3.2 FERRAMENTAS PARA ANÁLISE GEORREFERENCIADA DO SISTEMA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS

### 3.2.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Burrough (1986) define SIG como um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar as informações espaciais sobre os elementos que compõem a superfície terrestre, aplicando-se à análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

O potencial do SIG em fazer análises georreferenciada de forma rápida e flexível a atualizações de informações faz dele uma ferramenta poderosa para modelagem de sistemas de transportes, assim como manipulação de informações socioeconômicos e demográficos de uma população ou dados sobre características de uso e ocupação do solo, auxiliando na descrição de oferta e procura de transportes, entre outros (DRUCK et al., 2004).

No que diz respeito a viagens não motorizadas, o SIG pode ser usado para melhorar a previsão de demanda de bicicletas e a análise das instalações, permitindo análises baseadas no espaço. Além disso, o SIG também pode ser usado para exibir e comunicar informações relevantes para o planejamento de bicicletas (U.S.DTFHA, 1999).

#### 3.2.1.1 *Dados abertos*

Segunda a definição da Open Knowledge Internacional, dados abertos são quando qualquer pessoa pode acessá-los livremente, utilizá-los, modificá-los e compartilhá-los para qualquer finalidade, estando sujeito, no máximo, a exigências que visem preservar sua proveniência e sua abertura. Isso geralmente é satisfeito pela publicação dos dados em formato aberto e sob uma licença aberta (PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS, 2016).

Especificamente em relação à questão de dados abertos no Brasil, em 18 de novembro de 2011 foi sancionada a Lei de Acesso à Informação Pública (Lei 12.527/2011) que regula o acesso a dados e informações detidas pelo governo. Essa lei constitui um marco para a democratização da informação pública, e

preconiza, dentre outros requisitos técnicos, que a informação solicitada pelo cidadão deve seguir critérios tecnológicos alinhados com as 3 leis de dados abertos que são:

1. Se o dado não pode ser encontrado e indexado na internet na Web, ele não existe;
2. Se não estiver aberto e disponível em formato compreensível por máquina, ele não pode ser reaproveitado;
3. Se algum dispositivo legal não permitir sua replicação, ela não é útil.

Dentro desse contexto o Portal Brasileiro de Dados Abertos é a ferramenta construída pelo governo para centralizar a busca e o acesso dos dados e informações públicas. Política de Dados Abertos foi consolidada pelo Decreto n.º 8.777, de 2016.

#### 3.2.1.2 *Shapefile*

Segundo a empresa especializada em soluções para a área de informações gráficas ESRI (2018), um *Shapefile* é um formato de armazenamento de dados de vetor da empresa Esri para armazenar a posição, forma e atributos de feições geográficas utilizado por SIG. É armazenado como um conjunto de arquivos relacionados e contém uma classe de feição. Os arquivos *Shapefiles* descrevem geometrias de pontos, linhas e polígonos utilizados para representar itens localizados no espaço como por exemplo estações de ônibus, vias e regiões, respectivamente. Por sua vez, cada item pode ter associados atributos como velocidade da via ou população residente.

#### 3.2.2 Análise espacial

No SIG, cada conjunto de dados é gerenciado como uma camada e pode ser combinado graficamente usando operadores analíticos, chamados de análise de sobreposição. Combinando camadas usando operadores e *displays*, o SIG permite que você trabalhe com essas camadas para explorar questões criticamente importantes e encontrar respostas para essas questões (ESRI, 2018).

O verdadeiro poder do SIG reside na capacidade de realizar análises. A análise espacial é um processo no qual você modela problemas geograficamente, obtém resultados por processamento de computador e, em seguida, examina esses resultados. Esse tipo de análise provou ser altamente eficaz para avaliar a adequação geográfica de determinados locais para fins específicos, estimar e prever resultados, interpretar e compreender mudanças, detectar padrões importantes ocultos em suas informações e muito mais (ESRI, 2018).

### 3.2.2.1 Modelo de área de serviço

A avaliação da cobertura de uma localização é fundamental para medir o serviço de uma instalação, convencionalmente representado por uma região circular baseado em um raio, mas para serviços onde barreiras topográficas é um fator essencial (como aluguel de bicicletas) a cobertura deve levar em consideração a acessibilidade das vias pois influi diretamente na efetividade do serviço (MAHMUD; INDRIASARI, 2009). Quando se trata de serviços públicos, é interessante que a área de demanda seja coberta pela menor quantidade de instalações possíveis para se minimizar custos e maximizar benefícios (ALY; WHITE, 1978). Dessa maneira, foram desenvolvidos muitos modelos para se avaliar a cobertura de serviço de instalações, desde modelos que avaliam menor percurso entre instalação e demanda (*P-Median Problem*) a modelos que analisam máxima cobertura (*Maximal Coverage Location Problem*) ou número mínimo de instalações (*Location Set Covering Problem*) (MAHMUD; INDRIASARI, 2009).

Do inglês *Location Set Covering Problem (LSCP)*, o modelo de cobertura de localização foi proposto por Toregas et al. em 1971 para identificar o número mínimo de instalações de serviço de emergência como hospitais e corpo de bombeiros com o objetivo de atender a demanda com um tempo de resposta rápido, onde a distância é um parâmetro crucial para medir a qualidade do serviço. É possível ainda utilizar o LSCP para identificar redundância de cobertura de serviço de um sistema de transporte existente (MURRAY, 2001). Do inglês *Maximal Coverage Location Problem (MCLP)*, o modelo de máxima cobertura de localização busca a população máxima atendida por um número limitado de instalações dentro de uma distância ou tempo de serviço pré-definido, sendo assim, o número de instalações é conhecido e

o objetivo é maximizar os serviços para a demanda (CHURCH; REVELLE apud MURRAY, 2003).

Do inglês *Maximal Service Area Problem (MSAP)*, modelo de máxima área de serviço, o modelo foi criado como uma modificação do MCLP que faz uso da capacidade do SIG em gerar áreas de serviços de instalações por zonas de tempo de viagem. Nas zonas de tempo de viagem, os polígonos das áreas de serviço são gerados baseado na rede viária que é tratada na ferramenta de análise de rede no SIG, Network Analysis. Na ferramenta Network Analysis a malha de rede viária gerada leva em consideração vários atributos da rede analisada como comprimento da via, velocidade da via, barreiras, restrições de curvas e restrição de direção. Sendo assim a atual área de cobertura pode ser calculada no SIG uma vez estabelecidos a instalações de estudo e a rede viária (ZHANG, 2011).

### 3.2.3 Avaliação de desempenho de sistema de bicicletas compartilhadas de Wuhan segundo Ying Zhang

Zhang (2011) avaliou o maior sistema mundial de bicicletas compartilhadas na cidade de Wuhan, na China, com base em seu desempenho e, a partir daí, propôs um novo arranjo logístico. A metodologia tendo como base análises de sistemas de informações geográficas (SIG) que, segundo o pesquisador é fundamental para a análise de demanda e abrangência do sistema de compartilhamento de bicicletas. A capacidade do SIG em integrar mapas digitais e análises espaciais fez dele uma ferramenta poderosa para o planejamento do transporte público.

Observando os modelos de LSCP e MCLP, para atingir os objetivos, de forma sintética, o autor sugere cinco etapas: características dos usuários, desempenho das ciclovias, características das estações de bicicletas, acessibilidade das estações de bicicletas e otimização das estações (ZHANG, 2011). Tais etapas utilizadas no estudo do sistema de Wuhan serão utilizadas na metodologia desse trabalho e serão descritas na seção de Metodologia.

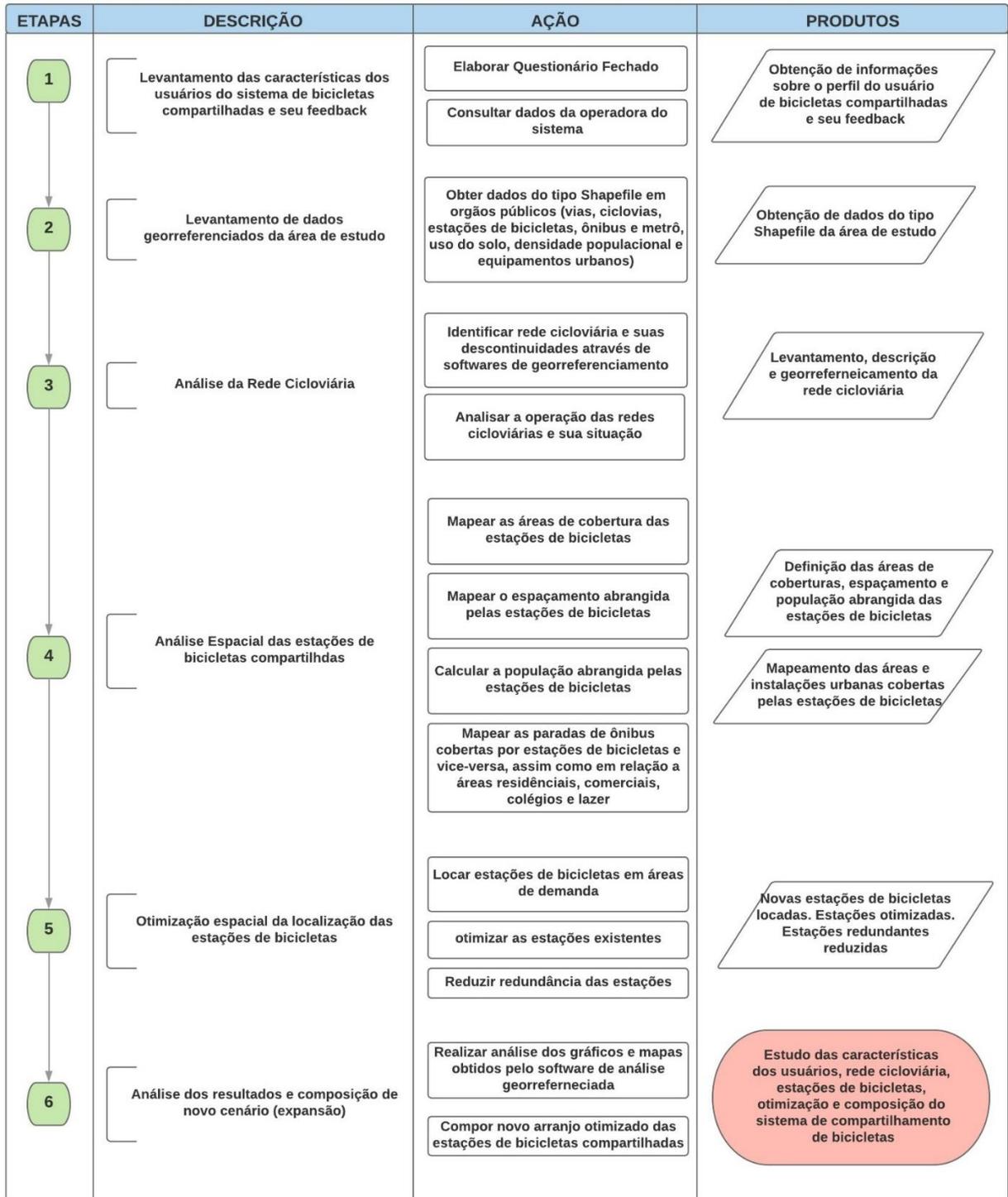
## 4 METODOLOGIA

A partir da revisão da literatura a respeito de estudo de planejamento e análise de desempenho de sistemas de bicicletas compartilhadas, foi elaborado neste capítulo o método descrito baseado na metodologia de Zhang (2011) utilizado em Wuhan na China para caracterizar o sistema de bicicletas compartilhadas, seus usuários e infraestrutura sob o prisma da acessibilidade em análise georreferenciada.

Este método visa auxiliar gestores de trânsito na identificação da integração do sistema de bicicletas compartilhadas com os vários pontos de demanda e instalações urbanas que o alimentam fornecendo a acessibilidade necessária para que o sistema se desenvolva. Após sua apresentação, o capítulo seguinte aplica o referido método na cidade de Brasília.

A natureza do presente estudo é exploratória e de caráter multimetodológico. O método elaborado consistiu no desenvolvimento das seis etapas mostradas na Figura 5.

Figura 5 – Etapas do Modelo



#### 4.1 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS USUÁRIOS

A primeira etapa do método consiste em levantar na operadora do sistema de compartilhamento de bicicletas dados demográficos dos usuários cadastrados em seu sistema afim de obter o perfil dos ciclistas do local de estudo. Este passo é considerado importante, pois o conhecimento da população dos ciclistas oferece suporte para a validação dos parâmetros usados nas etapas posteriores da pesquisa de análise georreferenciada do sistema.

Também nesta etapa foi elaborado um questionário fechado (Anexo A) que deve ser aplicado a um grupo de usuários do local de estudo para se obter suas características não contempladas no cadastro da operadora ao passo que será capturado o *feedback* dos usuários do sistema. As características dos usuários objetiva conhecer e entender seu perfil, atitudes e comportamentos em relação ao sistema de compartilhamento de bicicletas, o que facilita a distribuição de locação e dimensionamento da capacidade das estações. O perfil do usuário leva em conta informações socioeconômicas, motivo de viagem, integração modal, razão do uso da bicicleta, informações de uso e *feedback* quanto ao sistema.

O término da pesquisa se dá por saturação das respostas. A saturação é o instrumento epistemológico que determina quando as observações deixam de ser necessárias, pois nenhum novo elemento permite ampliar o número de propriedades do objeto investigado.

#### 4.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS GEORREFERENCIADOS DA ÁREA DE ESTUDO

A segunda etapa trata do levantamento dos dados georreferenciados em formato *shapefile* da área de estudo nos órgãos públicos competentes. Para realização das análises três informações são essenciais: arquivos com as vias e ciclovias para compor a rede viária; arquivo com a estações de bicicletas, ônibus e metrô formando as instalações de estudo; e arquivos com os pontos de demanda como uso do solo, escolas, mobiliários de lazer etc. Os arquivos *shapefiles* alimentarão um software SIG que realizará as análises georreferenciadas.

#### 4.3 ANÁLISE DA REDE CICLOVIÁRIA

O desempenho das ciclovias é avaliado sob o aspecto da rede cicloviária existente, identificando discontinuidades no percurso e a necessidade de compartilhar as vias com automóveis, assim como o aspecto da operação das ciclovias e o espaço do ciclista nas vias. Esses aspectos implicam na eficiência de todo o sistema.

#### 4.4 ANÁLISE ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS COMPARTILHADAS

A análise das características das estações é realizada sob duas vertentes: espaciais e não espaciais. No que diz respeito às características espaciais, há a captação das estações, que refletem o tempo tolerado estimado que uma pessoa gostaria de andar até a estação e, sendo assim, é calculado usando a tolerância máxima de tempo e a velocidade rápida de caminhada; há também o tempo de viagem entre estações que reflete em sua interconexão na rede ciclo viária e é baseado em distancias pequenas e velocidade rápida de pedalada. Na vertente não espacial é verificado a população potencial ao uso do sistema e é obtido sabendo a área de captação das estações e a distribuição populacional da área de estudo.

A acessibilidade entre as estações de bicicletas busca encontrar facilidades e instalações específicas como pontos de ônibus, zonas residenciais, áreas de lazer ou trabalho. Nesse ponto é avaliado o quão eficiente é esta interação espacial e seu cálculo é dado em função do tempo de viagem, este definido a partir da disposição da população local e seus destinos mais frequentes. Devido à importância das estações estarem integradas aos pontos de ônibus, o método utilizado se dá na verificação da presença de estações de bicicletas dentro do raio de captação dos pontos de ônibus e vice-versa, ou seja, quantas paradas de ônibus existem dentro do raio de captação das estações de bicicletas. Tais informações utilizarão a teoria da máxima área de serviço e será operado utilizando a ferramenta Network Analyst do ArcGIS com os resultados apresentados também no ArcGIS.

#### 4.5 OTIMIZAÇÃO ESPACIAL DA LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS

A otimização do sistema é buscada tendo em vista a localização e o dimensionamento das estações mediante análises e características citadas. A otimização é a combinação de dois modelos: modelo máxima cobertura e modelo de redução. O objetivo do modelo de máxima cobertura é otimizar a localização das estações existentes e locar novas estações onde não há o serviço visto a demanda não atendida e instalações não servidas. Já o modelo de redução, é usado para reduzir a redundância de novas estações de bicicletas levando em conta três critérios: não locar estações em vias expressas; não locar estações em instalações que não compreende uma demanda; e excluir estações com áreas de cobertura redundantes. Ambos os modelos levam em conta a distribuição da demanda, máxima área de serviço e espaçamento entre estações.

#### 4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS E COMPOSIÇÃO DE NOVO CENÁRIO COM EXPANSÃO

Após realizadas as etapas para análise do sistema de bicicletas compartilhadas desde a captura dos dados e características dos usuários à construção de um novo cenário para o sistema de compartilhamento de bicicletas, o resultado de cada etapa é discutido em relação a problemática inicial e retratado em evidência de seus resultados.

#### 4.7 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Neste capítulo foi apresentado o método elaborado inspirado pela metodologia utilizada por Ying Zhang em Wuhan na China para permitir a análise do desempenho do sistema de bicicletas compartilhadas em Brasília com foco na análise georreferenciada em relação a acessibilidade das demandas.

Para cumprir com o propósito deste trabalho, foram definidas as formas de coleta de dados para obtenção das características dos usuários e sua avaliação em relação ao sistema, bem como captura dos dados espaciais em formato shapefile para análise georreferenciada das estações de bicicletas. Foi também definido as

ferramentas e instrumentos para análise georreferenciada de um sistema de transporte para determinar seu desempenho e propor um novo cenário de adequação.

O método será executado no Capítulo 5 (Etapas 1 a 5) juntamente com a análise dos dados e discussão dos resultados (Etapa 6).

## 5 APLICAÇÃO DO MÉTODO EM BRASÍLIA

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DOS USUÁRIOS

Para obter as informações a respeito dos usuários do sistema +Bike foi aplicada uma pesquisa de campo em outubro de 2018 em diferentes estações em regiões variadas de uso de solo. A aplicação ocorreu entre 16 às 20 horas e em dias da semana variados para atingir um entendimento mais apurado dos usuários. Foram aplicados 83 questionários com usuários do sistema, suficientes para determinar variáveis importantes na análise georreferenciada e obter *feedback* dos usuários a respeito do sistema.

**Tabela 2 - Locais**

Estações	Qt.
06 - Rodoviária	39
11 - Rodoviária 2	22
44 - ICC Sul	3
39 - CLN - 406	8
46 - EQN 408 - 409	3
01 - Memorial JK	1
41 - Instituto das Artes	7

**Tabela 3 - Dias**

Outubro	Qt.	Novembro	Qt.
9	20	10	2
10	39		
15	3		
16	1		
18	8		
24	7		
25	2		
26	1		

O questionário é formado por seis perguntas múltipla escolha contemplando situação laboral, renda familiar, principal motivo das viagens de bicicletas, integração modal, principal razão da escolha da bicicleta compartilhada e disposição em minutos para caminhar até uma estação de bicicleta. Em seguida há 19 avaliações divididas em três tópicos de análise, sobre a ciclovía, sobre as estações e sobre as bicicletas. Por fim o usuário avalia de forma geral o sistema de bicicletas compartilhadas +Bike.

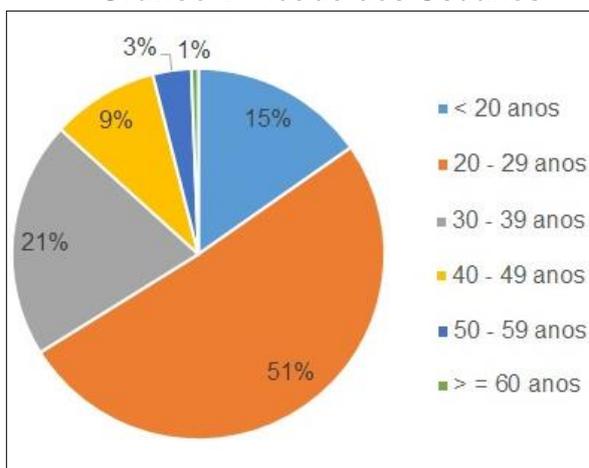
Em conjunto com a pesquisa de campo, dados do sistema foram obtidos diretamente da planilha de utilização mensal da operadora do sistema Serttel disponibilizada como dado aberto ao público no *site* de dados abertos do Distrito Federal. Além da planilha, a Secretária de Mobilidade do Distrito Federal realiza todo mês um relatório de utilização com base na planilha da Serttel, também disponível em seu *site*. A última planilha e relatório disponíveis que foram utilizados para este trabalho foram referentes ao mês de setembro de 2018.

### 5.1.1 Perfil dos usuários

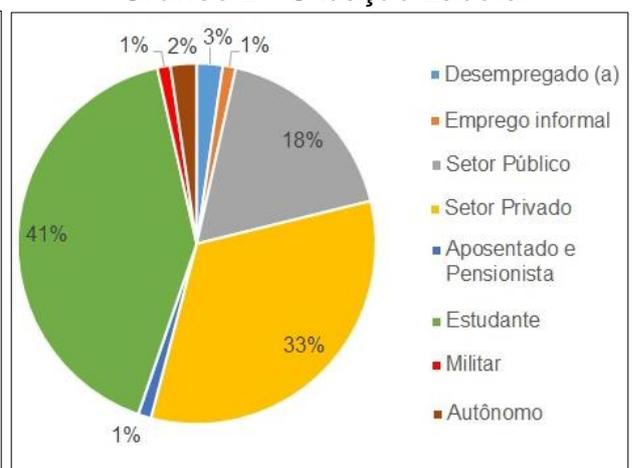
De acordo com os dados da Serttel, foram efetuados em 2018 no mês de setembro 40576 viagens onde 71,62% das viagens efetuadas foram realizadas por homens e apenas 27,90% por mulheres. Ainda de acordo com os dados a idade prevaiente está entre a faixa de 20 a 29 anos com 51% (Gráfico 1) e o tempo médio das viagens é de 14:43 minutos.

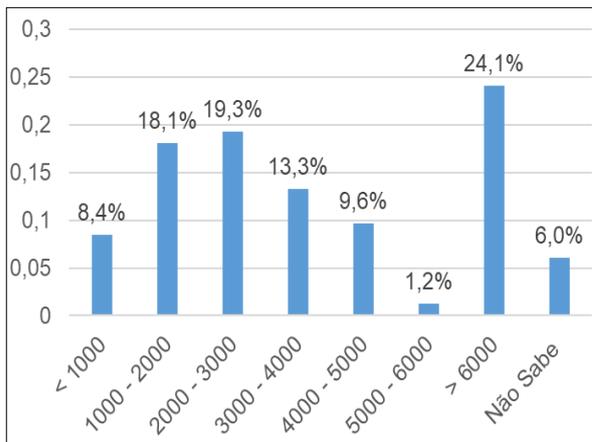
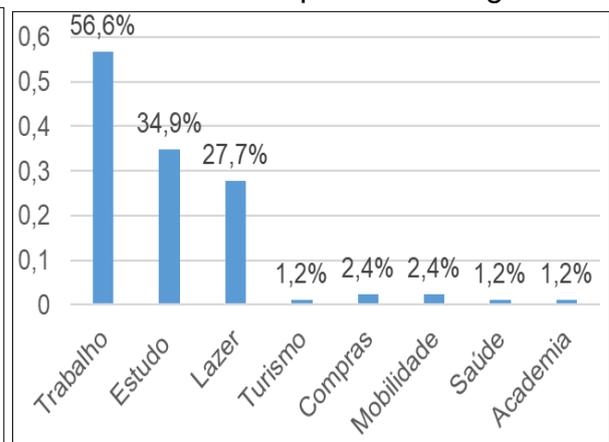
De acordo com os resultados da pesquisa de campo o sistema de bicicletas compartilhadas +Bike é utilizada em sua maioria por estudantes sendo 42,2%, seguido de trabalhadores do setor privado com 33,7% e trabalhadores do setor público 18,1% (Gráfico 2). Em relação a renda familiar mensal os resultados foram mais equilibrados, porém a maioria dos usuários disseram que a renda familiar está acima de seis mil reais com 24,1%, em seguida de 2000 a 3000 reais e de 1000 a 2000 com 19,3% e 18,1% respectivamente. Apenas 8,4% recebem menos que 1000 reais (Gráfico 3). Durante a pesquisa a maioria dos usuários responderam que o principal propósito das viagens é o trabalho com 56,6%, seguido por estudo 34,9%, e lazer 27,7% (Gráfico 4).

**Gráfico 1 - Idade dos Usuários**

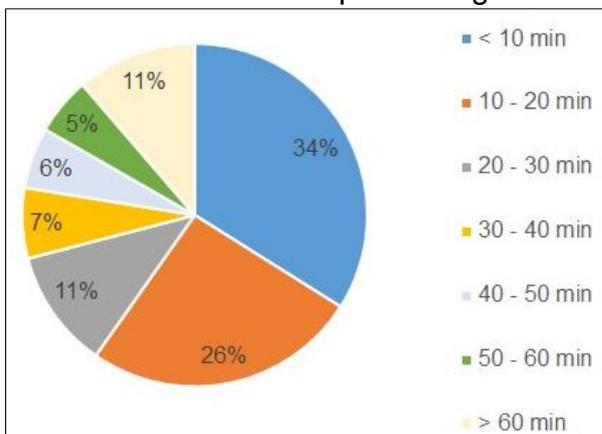
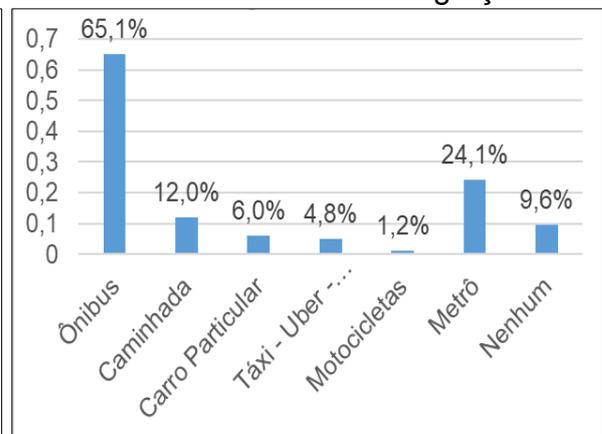
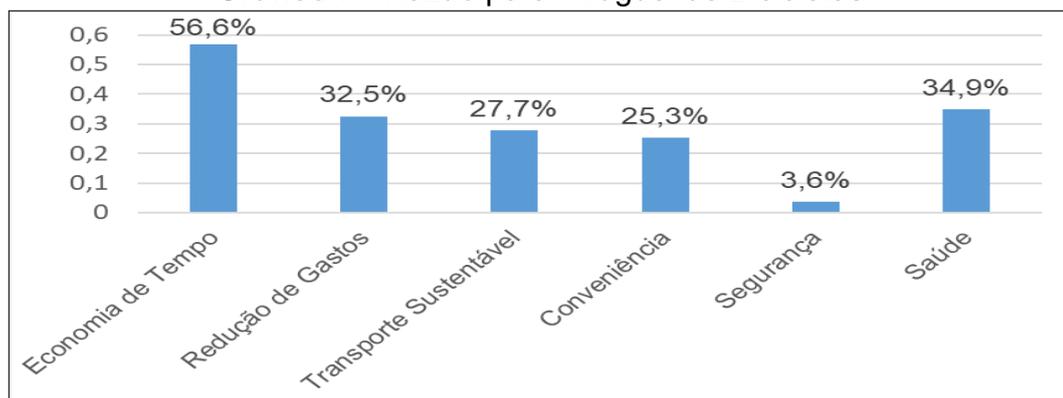


**Gráfico 2 - Situação Laboral**



**Gráfico 3 - Renda Familiar****Gráfico 4 - Propósito da Viagem**

De acordo com os dados da Sertel o tempo de viagem prevalente foi entre 10 a 20 minutos (Gráfico 5) e segundo os resultados do questionário os usuários fazem integração modal com Ônibus 65,1% e metrô 21,4% (Gráfico 6) principalmente. Por fim a razão principal para o aluguel de bicicletas é para economia de tempo (Gráfico 7).

**Gráfico 5 - Tempo de aluguel****Gráfico 6 - Integração****Gráfico 7 - Razão para Aluguel de Bicicletas**

### 5.1.2 Avaliação do sistema de bicicletas compartilhadas pelos usuários

De acordo com os resultados do questionário expressos no Quadro 1 abaixo é possível constatar que a percepção dos usuários em relação ao sistema é de satisfação, porém com espaço para diversas melhorias.

**Quadro 1 – Avaliação do sistema de bicicletas compartilhadas pelos usuários**

<b>7 – Responda as questões abaixo de acordo com os seguintes critérios:</b>							
<b>0 - Não tenho opinião formada</b>	<b>1 - Sem condições de uso ou inexistentes</b>	<b>2 - Ruim ou péssimo</b>	<b>3 - Razoável</b>		<b>4 - Bom</b>		<b>5 - Ótimo</b>
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Quanto a ciclovia que utiliza com maior frequência, avalie:</b>							
Condições de pavimento		0%	0%	12%	50,6%	30,1%	7,2%
Abrangência da malha cicloviária		1,2%	8,4%	25,3%	33,7%	27,7%	3,6%
Segurança Viária (riscos para circulação, disponibilização de trajeto determinado, pontos de ligação)		0%	7,2%	18,1%	41%	31,3%	2,4%
Segurança pública (iluminação adequada, policiamento, etc.)		0%	8,4%	28,9%	44,6%	15,7%	2,4%
Sinalização da ciclovia (horizontal e vertical)		0%	7,2%	24,1%	26,5%	33,7%	8,4%
Integração da malha cicloviária (cruzamento com vias e demais barreiras)		0%	9,6%	18,1%	41%	28,9%	2,4%
Arborização (meio ambiente) Sombra, clima, conforto, bem estar.		1,2%	0%	3,6%	28,9%	44,6%	21,7%
<b>Quanto as estações de locação de bicicleta, avalie :</b>							
Distância entre as estações		0%	1,2%	13,3%	28,9%	43,4%	13,3%
Número de estações		0%	6%	26,5%	36,1%	30,1%	1,2%
Distribuição das estações pela cidade		2,4%	13,3%	44,6%	24,1%	10,8%	4,8%
Capacidade de estações (número de docks)		0%	6%	31,3%	30,1%	27,7%	4,8%
Integração com o Transporte Público		7,2%	3,6%	12%	16,9%	49,4%	10,8%
Localização das estações		2,4%	0%	4,8%	21,7%	59%	12%
Informações e serviços de trânsito nas estações		7,2%	12%	20,5%	21,7%	31,3%	7,2%
Sistema de TI e mecanismos de pagamento do aluguel (clareza, funcionários, tiragem de dúvidas, assistência)		0%	4,8%	9,6%	13,3%	47%	25,3%
Facilidade de retirada e devolução de bicicletas		0%	2,4%	10,8%	30,1%	30,1%	26,5%
<b>Quanto à bicicleta, avalie considerando a escala:</b>							
Conforto e qualidade		0%	1,2%	10,8%	31,3%	37,3%	19,3%
Higiene e limpeza		0%	0%	7,2%	33,7%	43,4%	15,7%
Funcionalidade (dispositivos e equipamentos)		0%	0%	8,4%	39,8%	43,4%	8,4%
<b>Como você avalia o sistema de bicicletas +BIKE</b>							
		0%	0%	2,4%	31,3%	56,6%	9,6%

Em relação a ciclovia os usuários a classificaram como razoáveis com exceção da sinalização e arborização do trajeto que a classificaram como boas. As principais queixas foram em relação a abrangência e integração das malhas cicloviárias, pois só há o sistema na zona central, aparentando ser focado no turismo, mas como observado o trabalho e estudo são os principais motivos do uso. Foi observado também a necessidade de campanhas de educação no trânsito pois segundo os usuários as faixas de ciclovias nas vias sempre são obstruídas pelos carros que esperam o semáforo abrir atrapalhando a integração. Portanto há necessidade de estações nas zonas sul e norte e principalmente nas quadras 400 norte, pois há bastante demanda de estudantes que estudam na universidade de Brasília.

A avaliação em relação as estações foram classificadas pela maioria dos usuários como boas, salvo a quantidade de estações que segundo os usuários está razoável, também a distribuição pela cidade e capacidade das estações foram avaliadas como ruins ou péssimas. As principais queixas foram: não haver como alugar bicicletas sem ter Cartão de crédito, o que se mostrou ser um problema durante a pesquisa quando um casal de turistas não alugou pois não tinham Cartão de crédito disponível no momento. A dependência de internet também foi apontada como um problema na forma de alugar. Outro *feedback* importante foi em relação ao tempo de uso nos finais de semana que segundo os usuários 60 minutos é pouco e que em outros sistemas pelo Brasil já aumentaram o tempo visando lazer, visto que o dia da semana com mais retiradas de bicicletas segundo os dados da operadora ocorrem aos domingos. O principal problema apontado pelos usuários está na capacidade das estações e o gerenciamento de vagas pois em determinadas estações como as localizadas na Universidade de Brasília e as da Rodoviária em alguns momentos do dia, em horários de pico não é possível entregar a bicicleta na estação por já estar cheia. Por fim alguns usuários relataram que algumas estações não são bem visíveis e que as informações nos totens não são tão claras.

As bicicletas foram bem avaliadas em sua funcionalidade, conforto e limpeza, mas praticamente todos os usuários expressaram preocupação em relação a manutenção dos equipamentos e dispositivos pois é frequente encontrar bicicletas com defeitos ou fora de ar, sendo preciso verificar bem antes de aluga-la.

## 5.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS GEORREFERENCIADOS DA ÁREA DE ESTUDO

Os arquivos necessários para a realização da pesquisa foram coletados utilizando a plataforma *online* de dados abertos dos órgãos públicos, tais como a Secretaria de Mobilidade do Distrito Federal, Transporte Urbano do Distrito Federal, assim como na plataforma *online* GeoPortal da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação (SEGETH, 2018). Os dados adquiridos contemplam os arquivos do tipo Shapefile referentes ao Distrito Federal e são eles: eixo das vias, ciclovias, paradas de ônibus, estações do metrô, estações de bicicletas compartilhadas, distribuição populacional por setores censitários, uso do solo por zonas (residenciais, comerciais, lazer, uso misto e garagens industriais) baseados no imposto predial e territorial urbano (IPTU).

**Quadro 2 – Descrição dos dados**

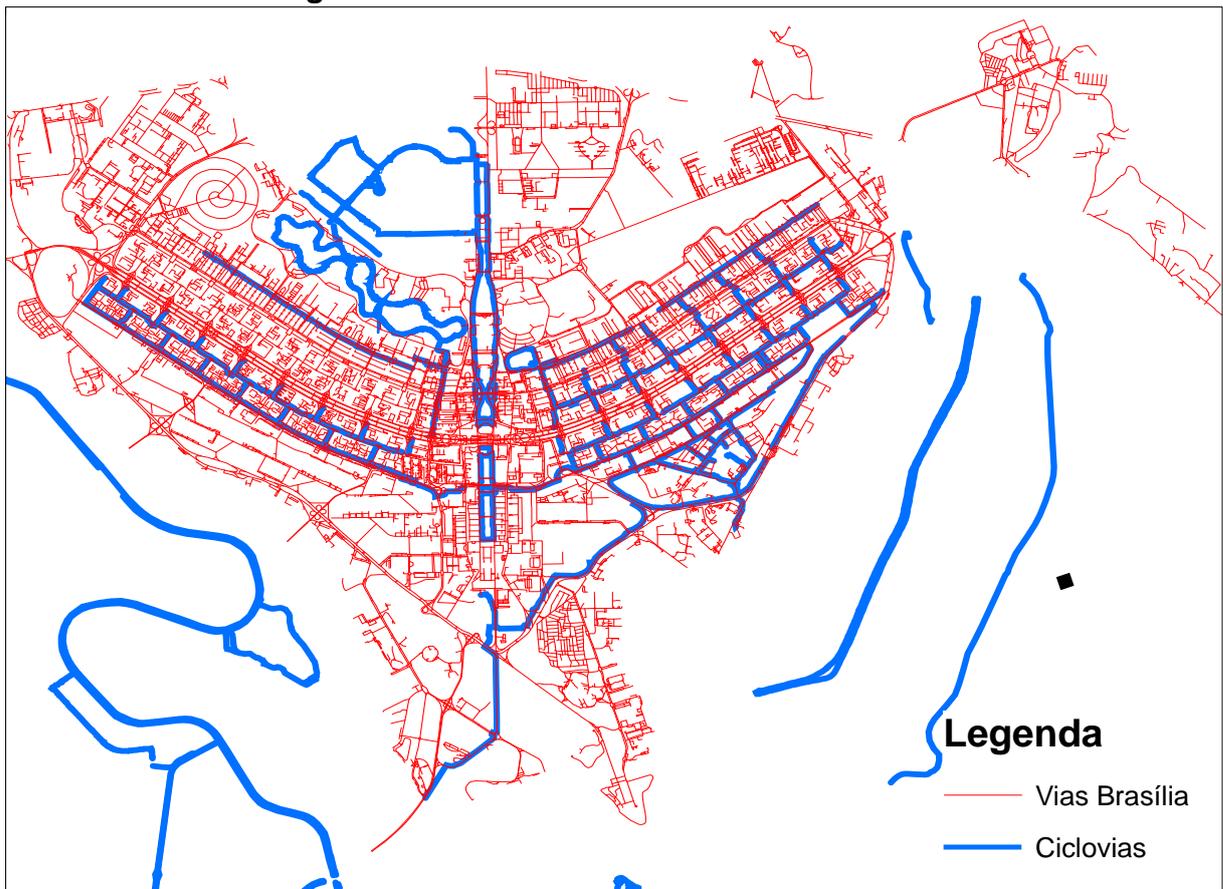
Categoria dos dados	Tipo de dado	Objetivo	fonte
Eixo de vias	Poli linha	Análise das características e acessibilidade das estações de bicicletas	Geoportal
Ciclovias	Poli linha		Semob
Estações de Bicicletas	Pontos	Avaliação da Performance do sistema de bicicletas compartilhadas	Semob
Paradas de Ônibus	Pontos	Análise da acessibilidade	Dftrans
Estações de Metrô	Pontos		Geoportal
Distribuição da população – Setores censitários	Raster	Cálculo da demanda, análise da acessibilidade	Geoportal
Zonas de uso do solo	Polígono		
Escolas	Pontos		
Mobiliários de Lazer	Pontos		

Enquanto as vias e ciclovias delimitam os caminhos do pedestre e ciclistas, as instalações e zonas traduz os destinos e demanda, esta última associada a distribuição da população pelos setores censitários.

### 5.2.1 Dados Georreferenciados de Brasília

A sequência de Figuras 6 a 13 a seguir retratam os arquivos no formato shapefile obtidos na plataforma Geoportal da SEGETH. Tais arquivos contemplam as vias e ciclovias de Brasília (Figura 6), distribuição da população (Figura 7), estações de bicicletas (Figura 8), paradas de ônibus (Figura 9), estações de metrô (Figura 10), uso solo (Figura 11), escolas (Figura 12) e mobiliários de esporte e lazer (Figura 13).

**Figura 6 – Rede de vias e ciclovias de Brasília**



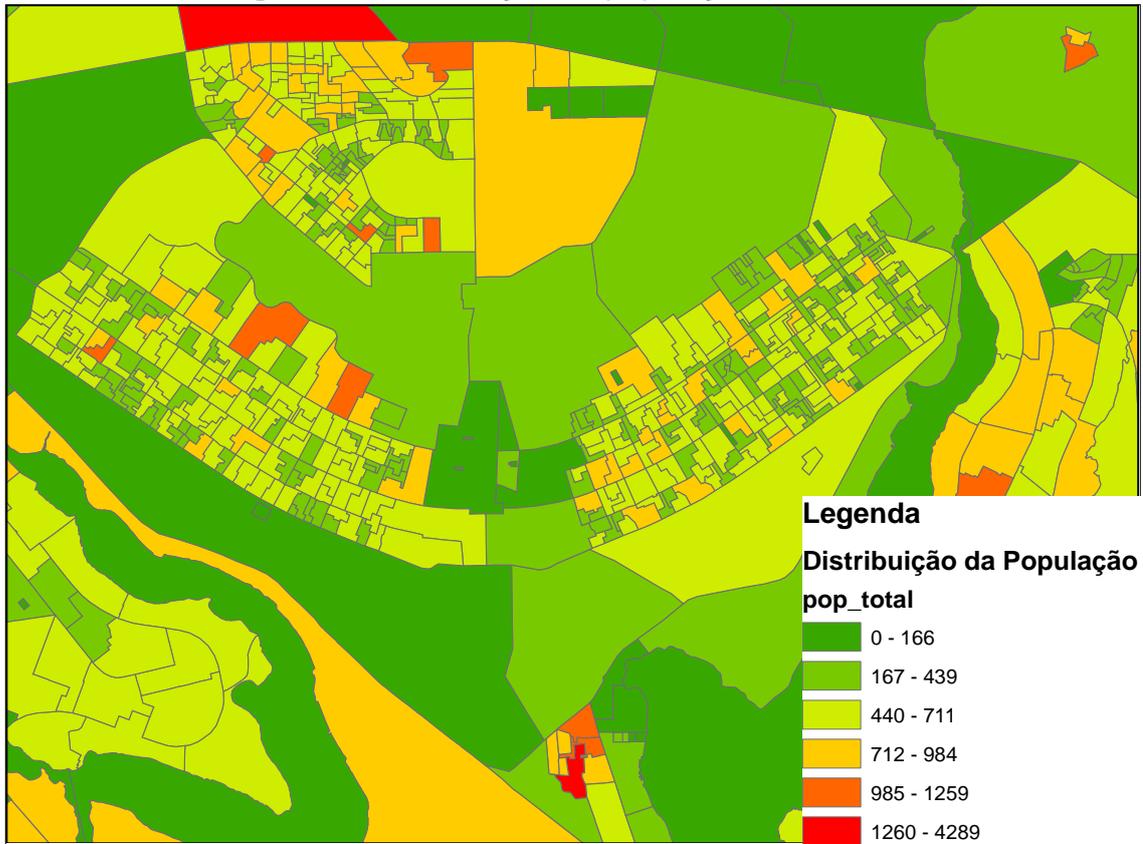
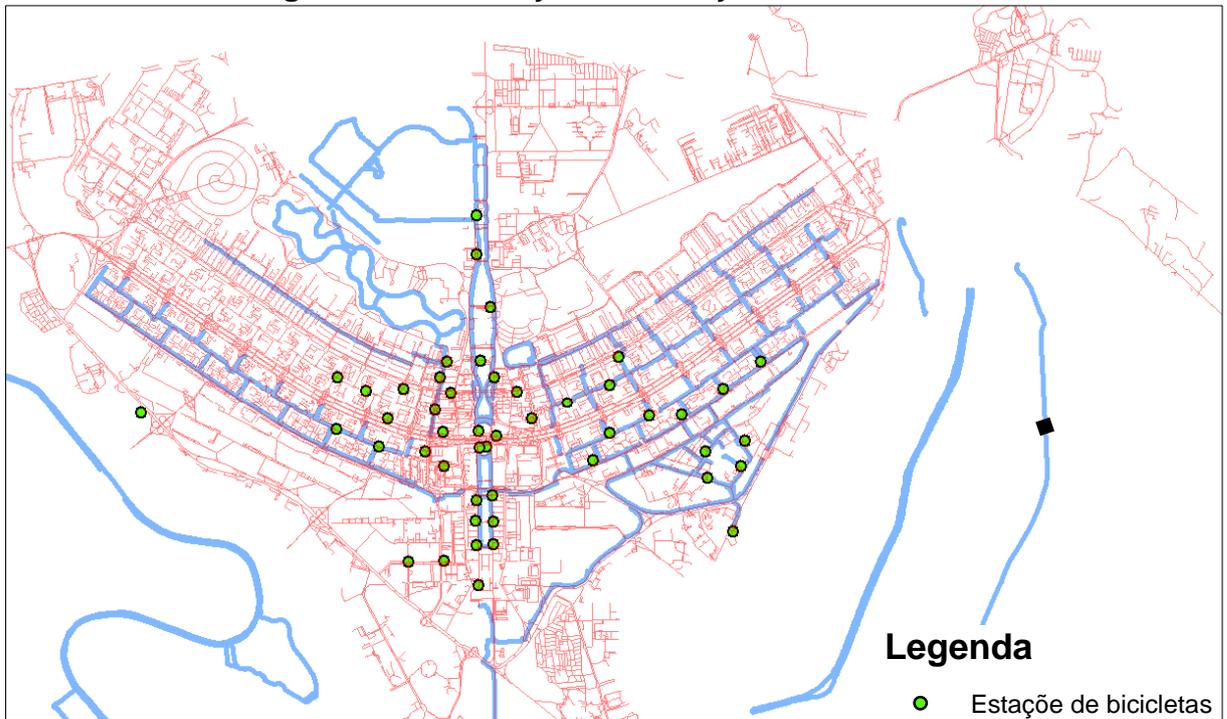
**Figura 7 – Distribuição da população em Brasília****Figura 8 – Distribuição das estações de bicicletas**

Figura 9 - Distribuição das paradas de ônibus

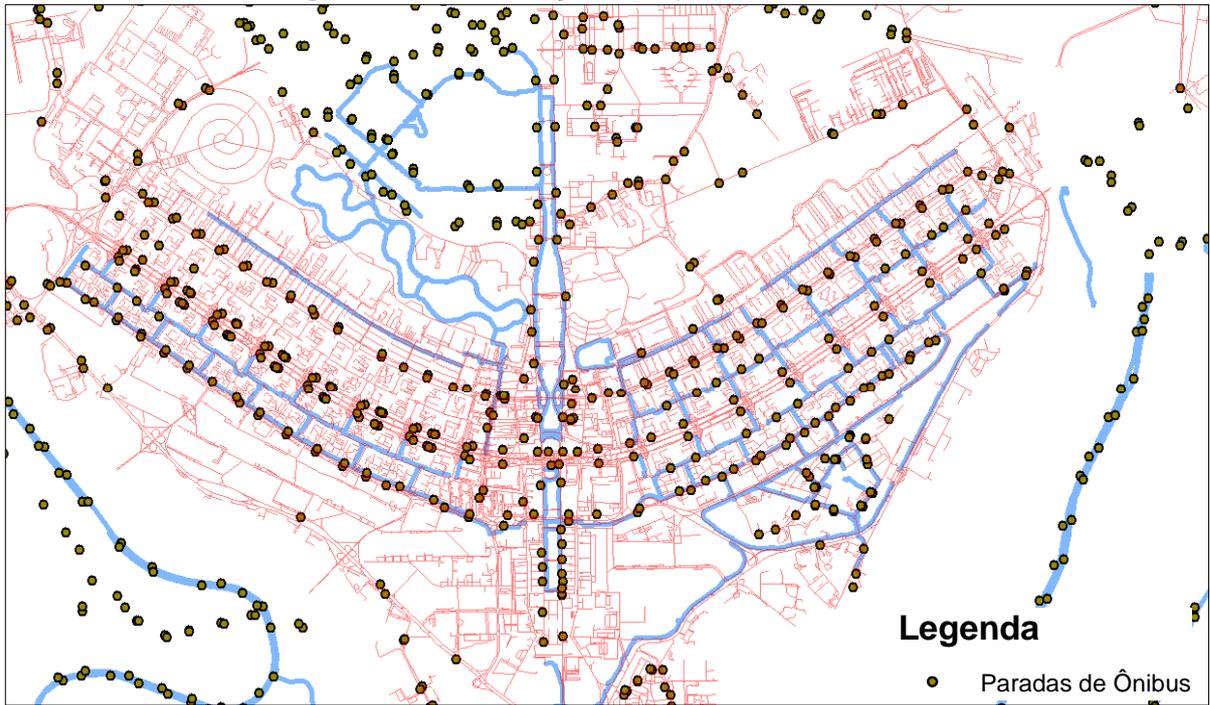


Figura 10 – Estações de metrô em Brasília

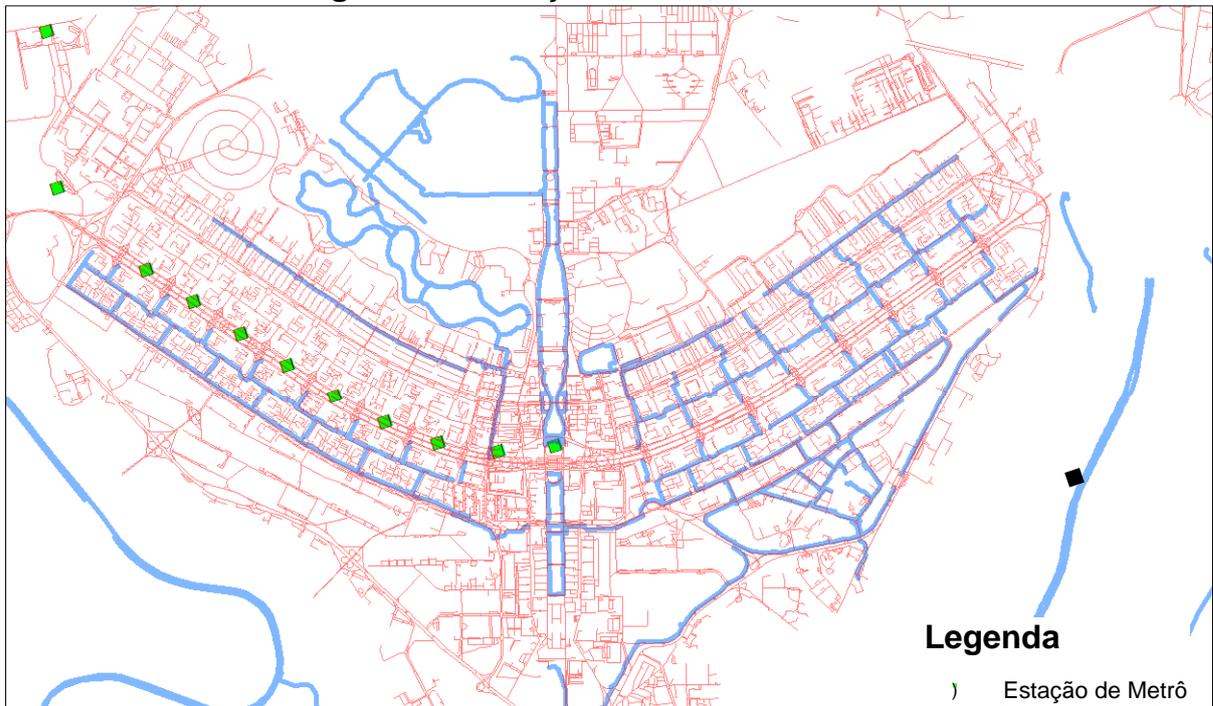


Figura 11 – Uso do solo

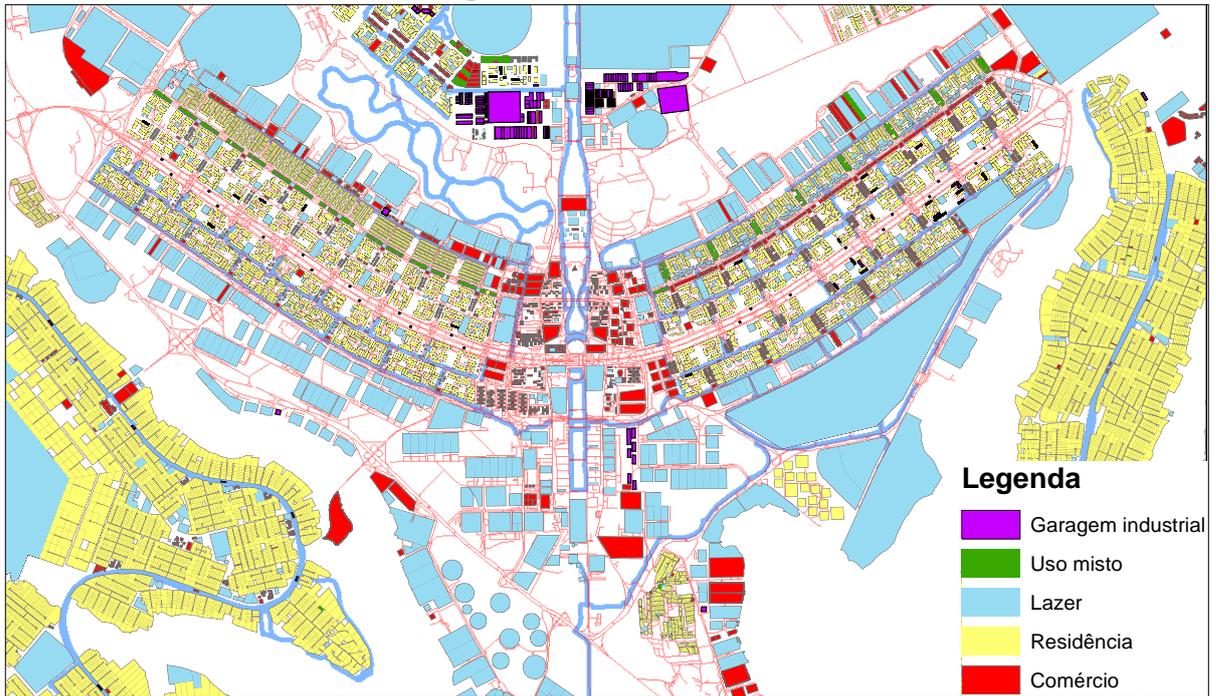
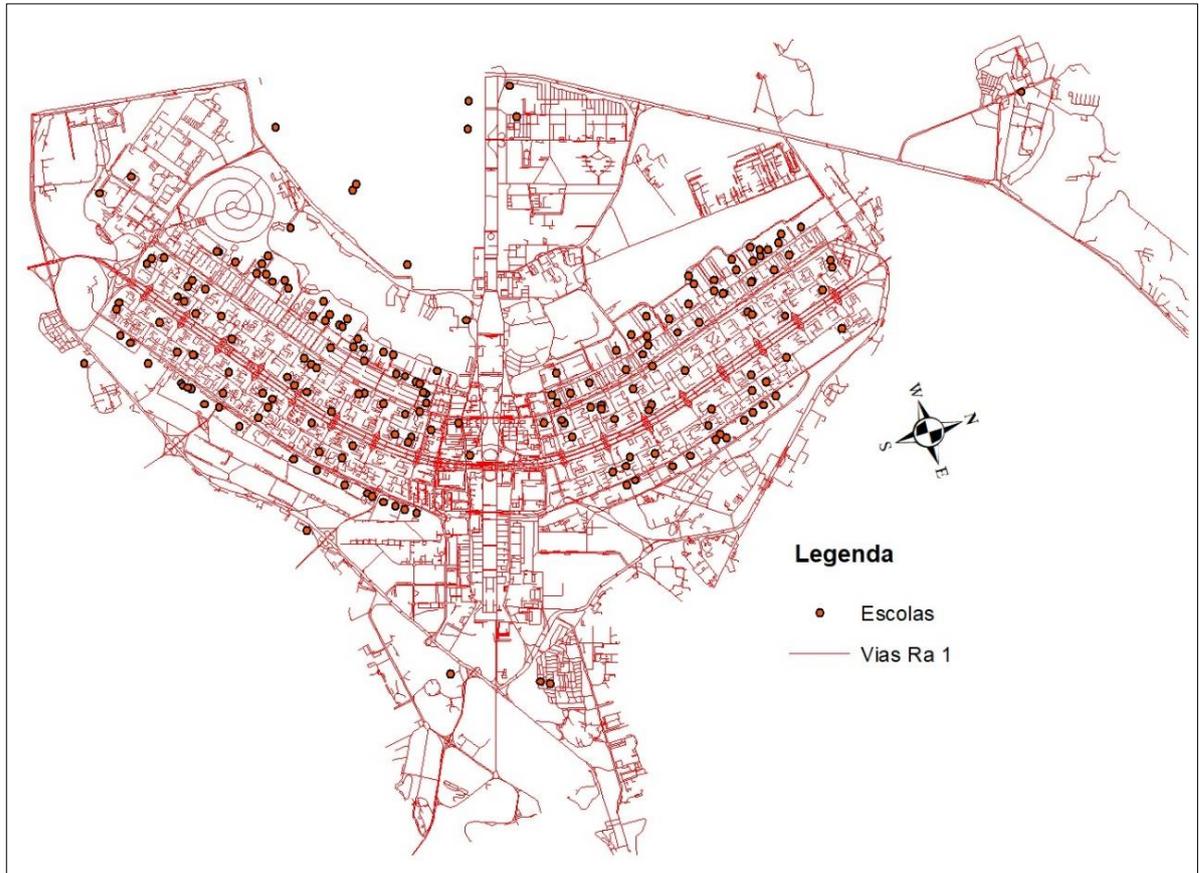
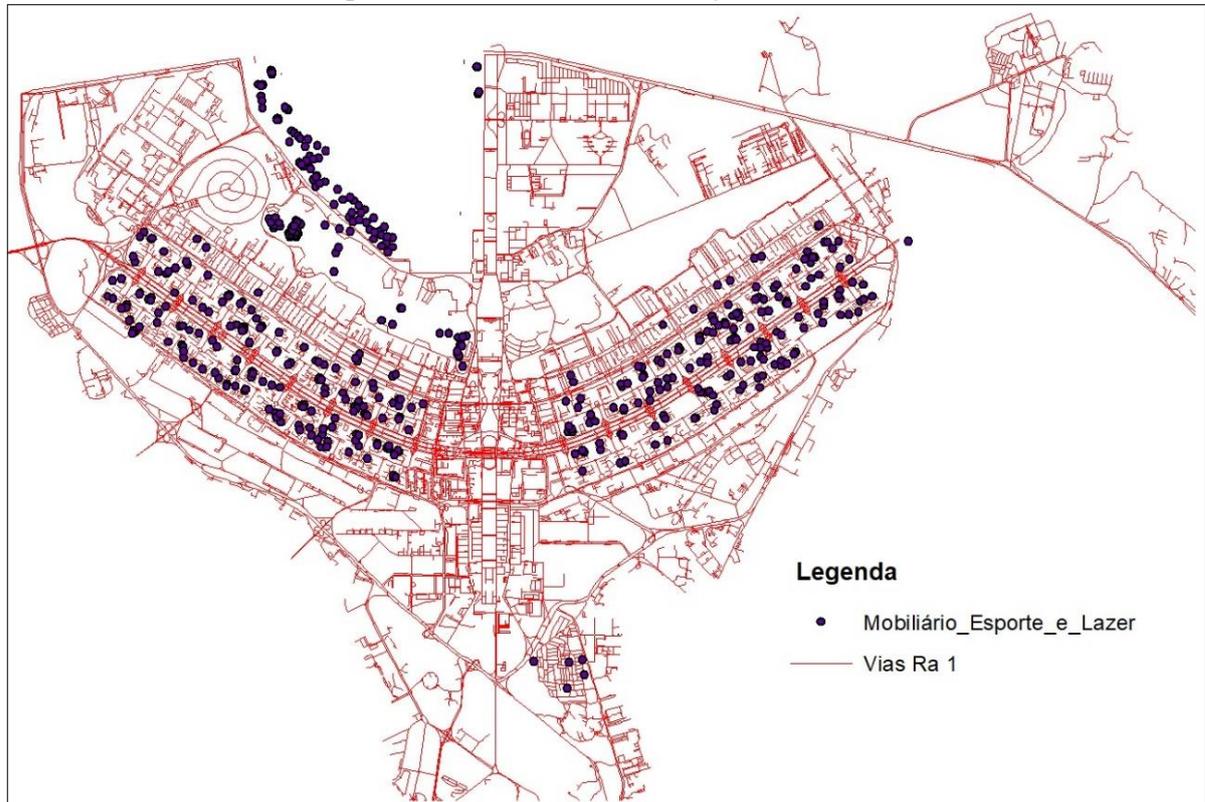


Figura 12 - Escolas



**Figura 13 - Mobiliário de Esporte e Lazer**



### 5.3 ANÁLISE DA REDE CICLOVIÁRIA

Para a análise da rede cicloviária foi utilizado o arquivo *shapefile* de ciclovias disponível no GeoPortal onde retrata pelo Distrito Federal as ciclovias existentes sendo assim possível observar aspectos importantes como a abrangência e integração com as vias. A área de estudo por sua vez se concentra na região administrativa de número 1 que corresponde a cidade de Brasília, então foi preciso selecionar através da tabela de atributos no ArcGIS as vias e ciclovias com o parâmetro “ra” igual a 1.

A fim das análises no software ArcGIS é preciso criar uma malha viária na ferramenta Network Dataset presente no ArcToolbox Network Analysis, que representará os caminhos na rede cicloviária disponíveis para viagem. Todavia, como as ciclovias estão limitadas a algumas regiões de Brasília e apresentam descontinuidades, a malha cicloviária para efeito de análise foi considerada como todas as vias de Brasília. Outro fator importante é que o arquivo *Shapefile* disponível no GeoPortal não foi construído preservando a interligação início-fim dos nós e vetores da rede, fundamental para o software reconhecer as características das vias.

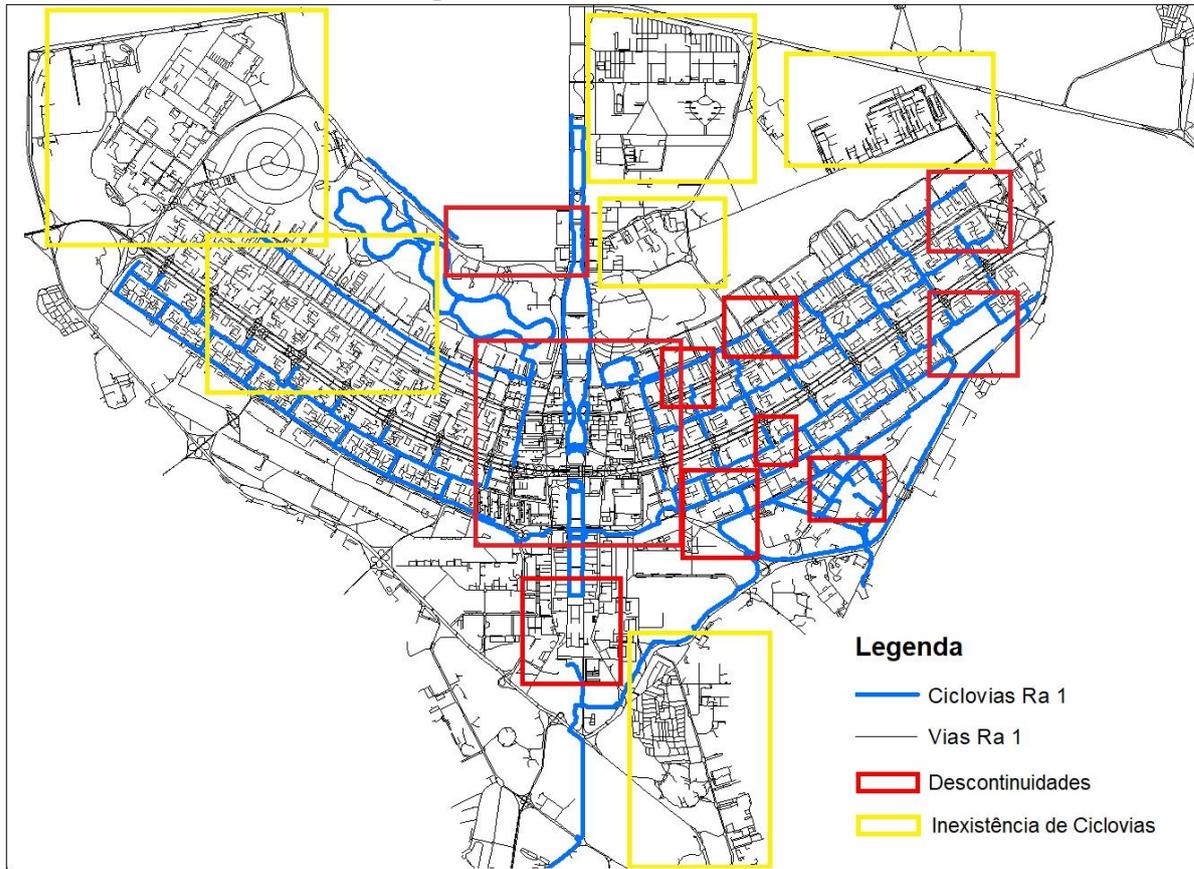
Então antes de começar as análises foi preciso tratar as principais interferências do arquivo, porém por ser composto por milhares de elementos não foi possível corrigir toda a malha.

### 5.3.1 Discussão dos resultados

Composta por ciclovias e vias cicláveis, as chamadas rotas cicláveis são o resultado do programa cicloviário do Distrito Federal criado em 2005. Contando com mais de 400 quilômetro de ciclovias, o Distrito Federal se destaca no cenário nacional, porém a situação não é tão favorável assim para aqueles que a usam diariamente. Como retratado na Figura 14, a rede cicloviária sofre bastante com descontinuidades de trajeto e interseções má solucionadas pela legislação do Código de Trânsito Brasileiro (vermelho), percebida pelos usuários ao avaliarem a integração da malha cicloviária com as demais vias em razoável com 41% e ruim ou péssima 18,1%.

Também é possível perceber que grande parte da cidade ainda não é contemplada por ciclovias (amarelo) forçando os ciclistas a dividirem as vias com os carros, o que é mais perigoso, além do desincentivo ao modal de transporte. Tal perspectiva é sentida pelos usuários quando manifestam insatisfação avaliando através do questionário a abrangência da malha cicloviária como ruim ou péssima 33,7% ou razoável 25,3%.

**Figura 14 - Rede Ciclovária**



**Figura 15 – Descontinuidades**



**Figura 16 - Interseções Obstruídas**



Fonte: <<http://www.mobilize.org.br/blogs/brasil-para-pessoas/sem-categoria/caminhos-em-ruinas-omissao-vergonhosa-em-brasil/>>

## 5.4 ANÁLISE ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS COMPARTILHADAS

### 5.4.1 Características das estações de bicicletas

As características das estações de bicicletas desempenham um papel fundamental na efetividade espacial do sistema de bicicletas compartilhadas. As características não só determinam a performance do sistema de bicicletas compartilhadas em si, mas também influencia a performance da integração com sistemas externos como por exemplo o sistema de transporte público. Os elementos presentes nas características das estações podem ser importantes indicadores para avaliar o desempenho do sistema de bicicletas compartilhadas.

#### 6.4.1.1 *Características espaciais das estações de bicicletas*

Na pesquisa de campo, segundo os resultados do questionário, 56,6% dos usuários entrevistados responderam que utilizam as bicicletas para ir ao trabalho, 65,1% dos entrevistados integram o modal de transporte com o ônibus e 24,1% com o metrô. Aliado a essas características, os entrevistados responderam que o tempo máximo o qual eles estão dispostos a caminhar para alcançar uma estação de bicicletas compartilhadas é de até 5 ou 10 minutos, totalizando 67,4%. A velocidade de caminhada de uma pessoa varia entre 4 a 6 quilômetro por hora, e para este estudo foi considerado uma velocidade ótima de 6 quilômetros por hora na qual se reflete para 5 e 10 minutos de caminhada em distâncias de 500 e 1000 metros respectivamente.

No software ArcGIS 10.5, depois de estabelecido a estrutura viária, a ferramenta de análise de rede Network Analysis foi empregada para extrair a cobertura de serviço das estações de bicicletas compartilhadas segundo a ferramenta área de serviço. O resultado será aplicado no cálculo de população abrangida por cada estação de bicicleta, além da relação entre as demais instalações com a área de cobertura das estações. Na configuração dos parâmetros é estabelecido uma impedância de 5 e 10 minutos de tempo total de caminhada e tolerância de pesquisa como 1000 metros. As configurações da ferramenta área de serviço pode ser observados a seguir nas Figuras 17 e 18.

**Figura 17 - Propriedades da Camada**

Layer Properties

General Layers Source Analysis Settings Polygon Generation Line Generation Accumulation Network Locations

Settings

Impedance: Total\_time\_ (Minutes) v

Default Breaks: 5 10

Use Time:

Time of Day: 08:00

Day of Week: Today v

Specific Date: 27/10/2018

Direction:

Away From Facility

Towards Facility

U-Turns at Junctions: Allowed v

Use Hierarchy

Ignore Invalid Locations

Restrictions

[About the service area analysis layer](#)

OK Cancelar Aplicar

**Figura 18 - Propriedades da Camada**

Layer Properties

General Layers Source Analysis Settings Polygon Generation Line Generation Accumulation Network Locations

Network Location Field Mapping

Location Type: Facilities v

Property	Default Value	Candidate Fields
Name		Name;Address;Label;Location;Facility;...
SourceID	<None>	SourceID;SID;Source
SourceOID	-1	SourceOID;SOID
PosAlong	0	PosAlong;PA;Pos
SideOfEdge	Left Side	SideOfEdge;SOE
CurbApproach	Either side of v...	CurbApproach;SideOfStreet;SideAppro...

Load... Save...

Finding Network Locations

Search Tolerance: 1000 Meters v

Snap To:

Closest

First

Name	Shape	Mid	End
Ciclovias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VIAS_	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TESTE_ND_Junctions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

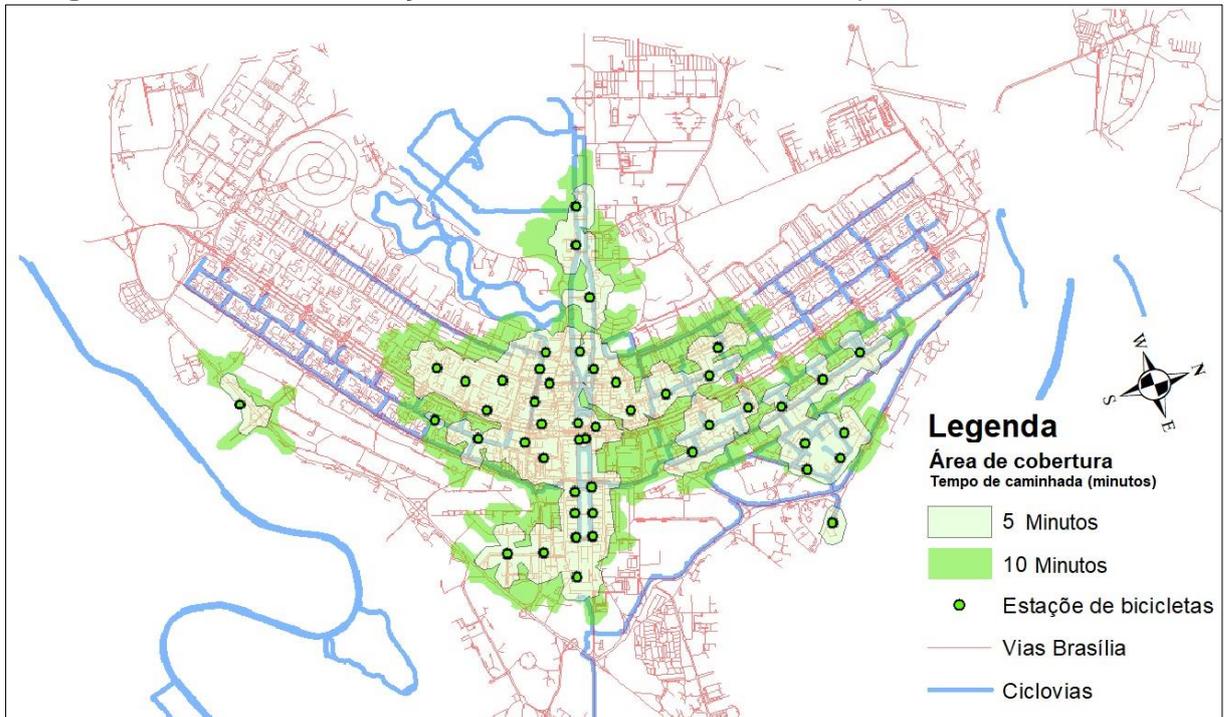
Exclude restricted portions of the network

[About network locations](#)

OK Cancelar Aplicar

Utilizando-se da ferramenta de análise de área de serviço de instalações do ArcGIS, após o procedimento explanado, a área de serviço das estações de bicicletas em Brasília com acessibilidade de cinco e dez minutos de caminhada a seis quilômetros por hora são demonstradas na Figura 19 abaixo.

**Figura 19 - Área de Serviço do sistema de bicicletas compartilhadas em Brasília**



A área de serviço ou cobertura das estações evidenciam claramente sua concentração na porção central da cidade onde estão localizados os monumentos históricos, pontos turísticos e órgãos públicos, porém como mencionado por alguns usuários no questionário, há grande necessidade no atendimento de demanda nas outras porções que não são foco do turismo que por sua vez representou apenas 1,2% das razões de viagem feitas pelos usuários no questionário.

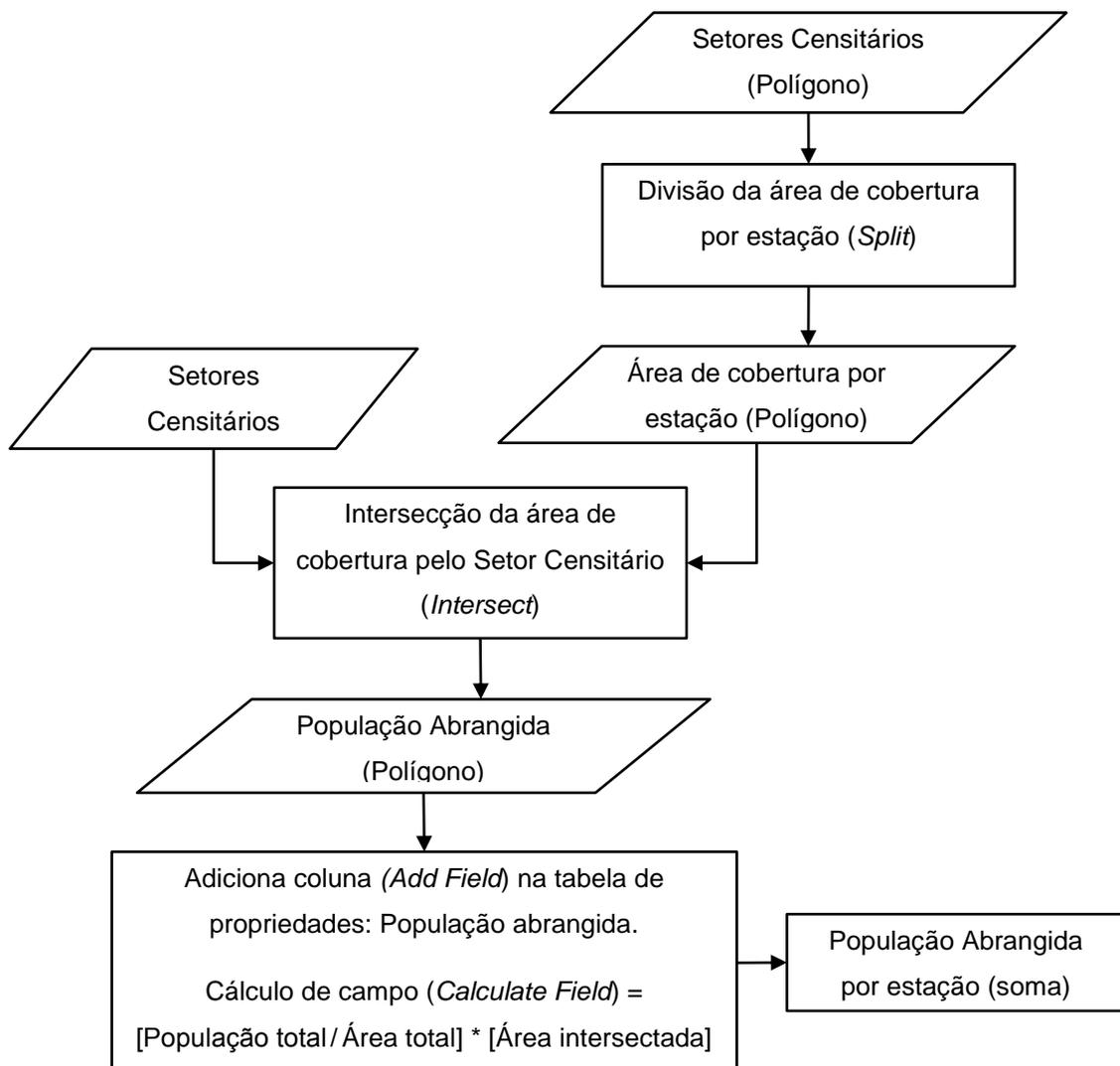
Com o objetivo de maximizar a utilização do sistema é interessante que seja feita uma expansão para zonas onde a concentração de demanda seja mais expressiva, principalmente em regiões com escolas, faculdades e comerciais.

#### 6.4.1.2 População coberta pelas estações de bicicletas

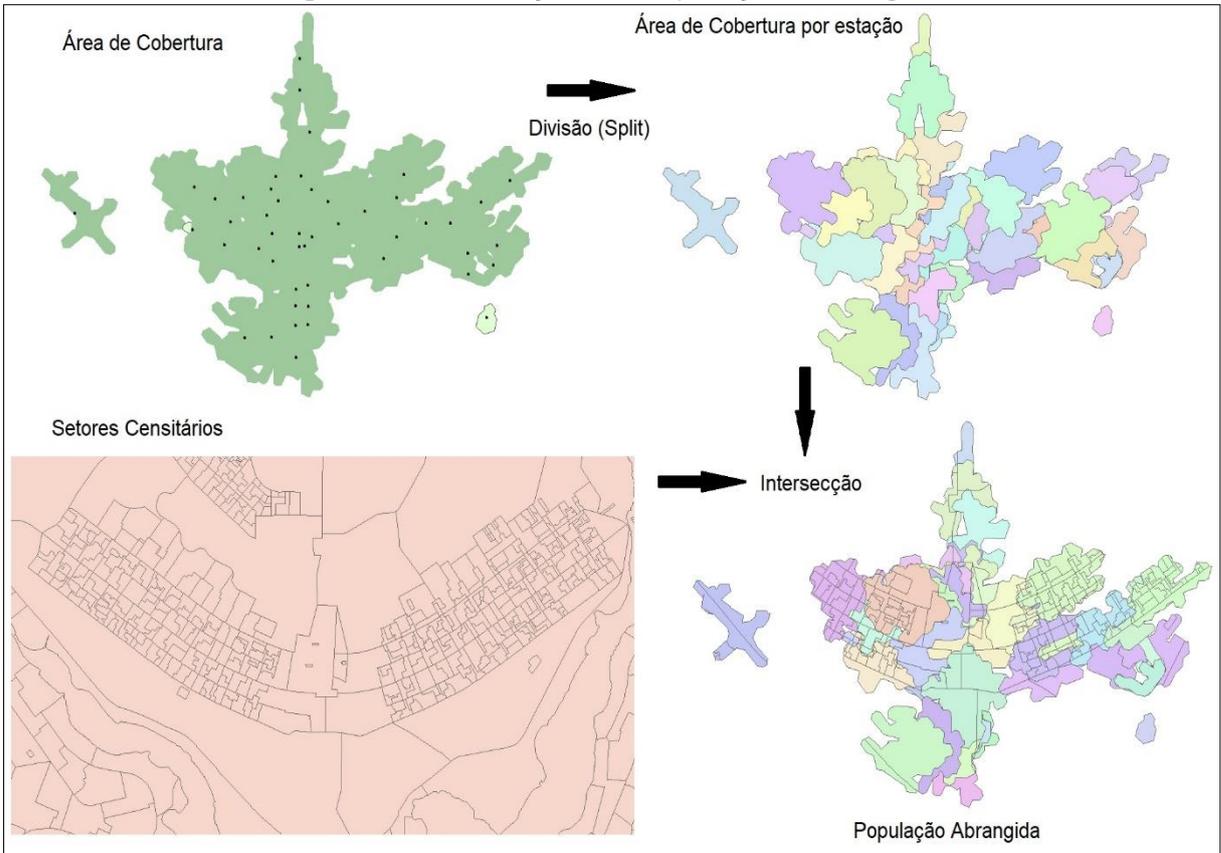
Para o cálculo da população coberta pelas estações de bicicletas foi utilizado os dados de densidade populacional dos setores censitários obtidos no GeoPortal,

além da área de serviço das estações calculada anteriormente pelo ArcGIS. Primeiro, o polígono da área de serviço das estações para 10 minutos de caminhada é dividido na ferramenta Dividir (*Split*) no ArcGIS, resultando em áreas de cobertura por estação. Em seguida, os polígonos da área de cobertura de cada estação são intersectados pelos setores censitários gerando novos polígonos subdivididos pelos setores censitários respectivos. Finalmente na tabela de atributos de cada polígono é criado uma coluna onde o valor do campo é a divisão da população total da área do setor censitário pela área total do setor censitário, e multiplicado pela nova área intersectada pela área de serviço, resultando assim na população abrangida. Repetindo este procedimento para todas as subdivisões e somando ao final a população abrangida de cada subdivisão resultará na população total abrangida de cada estação. O procedimento pode ser observado nas imagens a seguir.

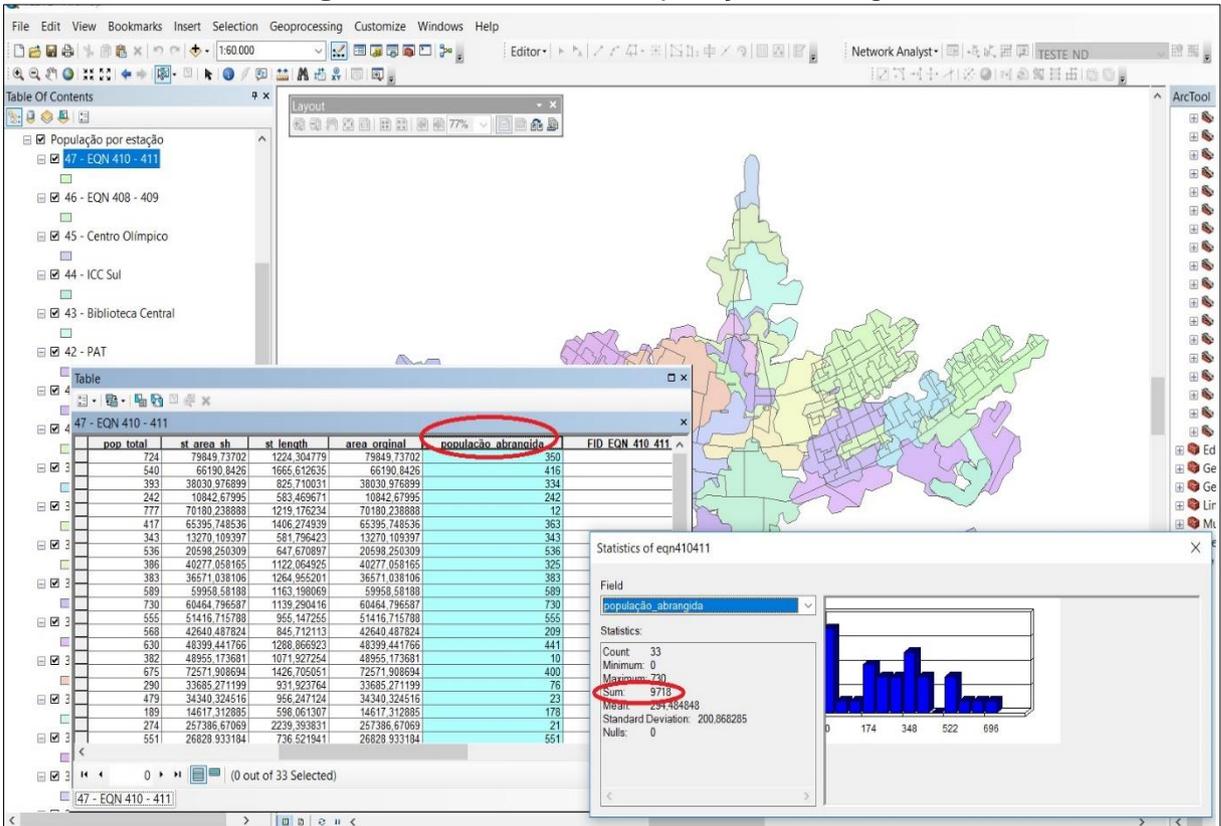
**Figura 20 - Fluxograma do cálculo da população abrangida**



**Figura 21 - Obtenção da População Abrangida**

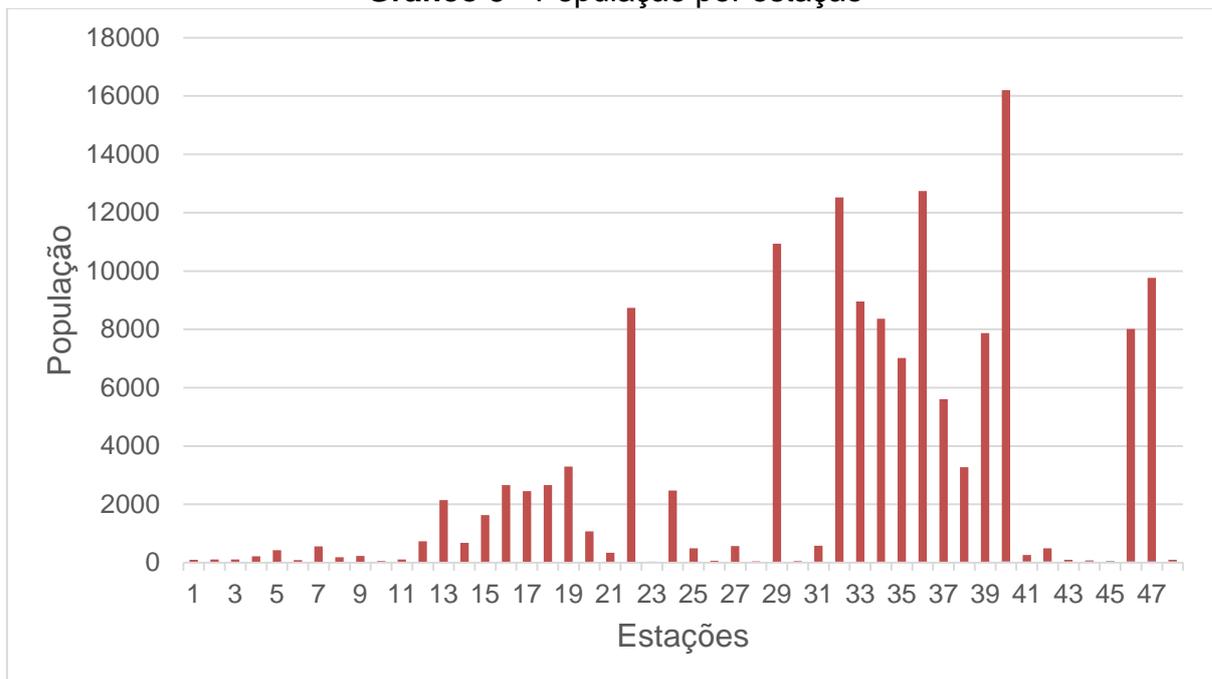


**Figura 22 - Cálculo da População Abrangida**



A população abrangida por cada estação de bicicleta segundo a população dos setores censitários extraídos do arquivo shapefile disponível no Geoportal, em razão de sua área de cobertura é representada no Gráfico 5 a seguir. O gráfico indica uma variação brusca entre algumas estações, justificando uma má distribuição das estações em vista da população abrangida necessitando de realocação.

**Gráfico 5 - População por estação**



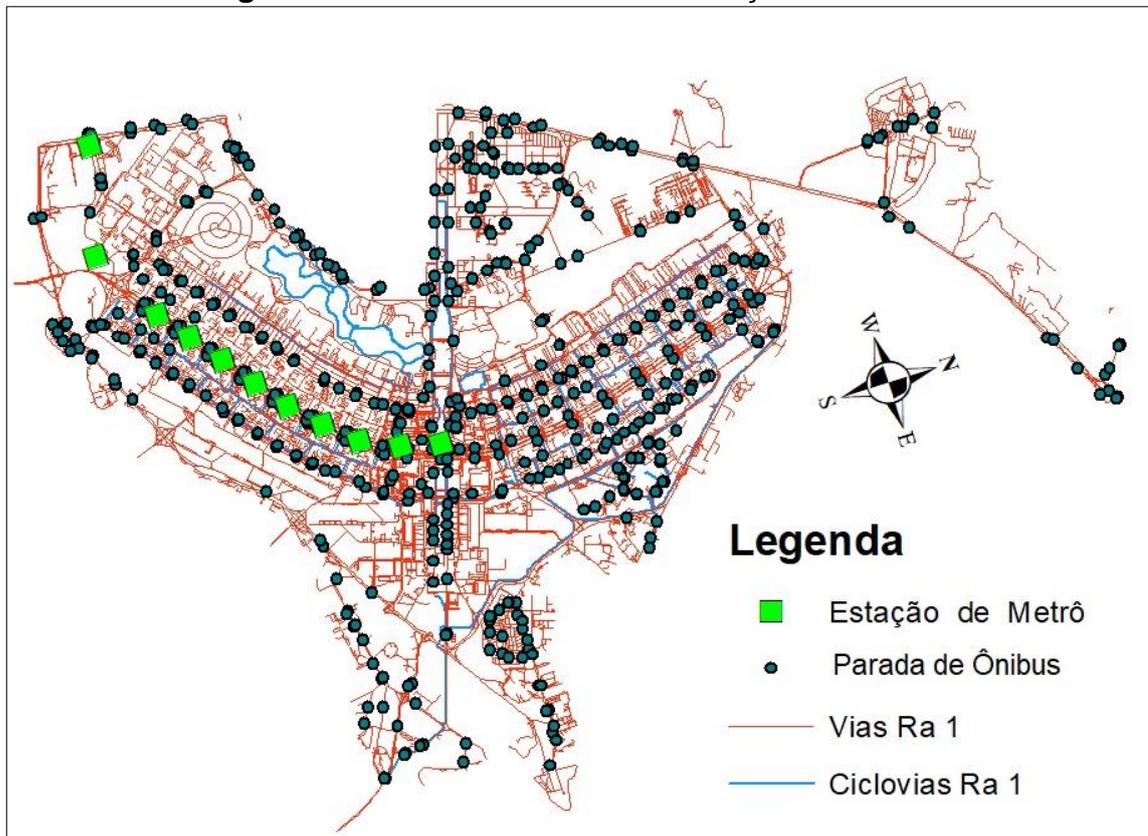
#### 5.4.2 Análise de acessibilidade

##### 6.4.2.1 Estações de bicicletas, Paradas de Ônibus e Estações de Metrô

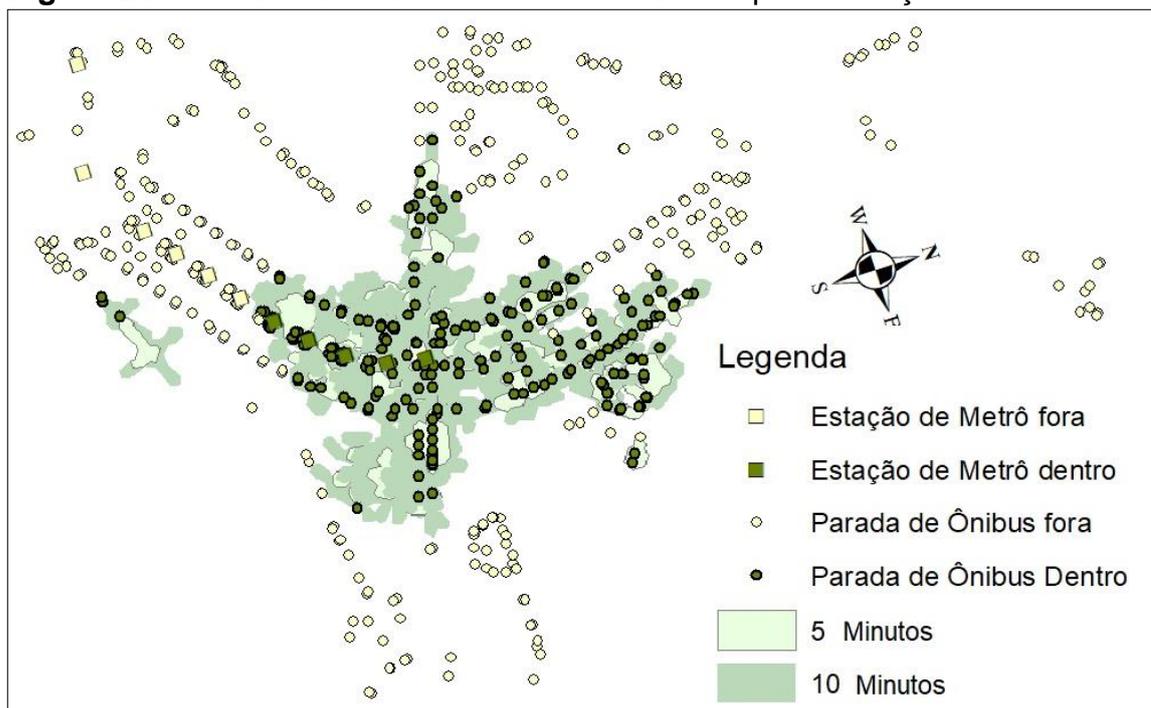
De acordo com os resultados da pesquisa de campo, o tempo máximo disposto pelos usuários em caminhar para alcançar as estações é dez minutos, e o modal de transporte de maior integração é o ônibus e o metrô. Considerando a velocidade de caminhada em seis quilômetros por hora, a área de serviço pode ser calculada no ArcGIS pela ferramenta de análise de rede considerando uma impedância de 1000 metros. Adicionando as camadas de paradas de ônibus e metrô (Figura 23) e usando a ferramenta de intersecção é possível extrair as paradas de ônibus e estações de metrô que estão dentro e fora da área de serviço das estações de bicicletas (Figura 24). Em seguida a análise é feita do ponto de vista das paradas

de ônibus e estações de metrô, sendo assim utilizado sua área de serviço e percepções das instalações ao seu redor.

**Figura 23 - Paradas de ônibus e estações de metrô**



**Figura 24 - Paradas de ônibus e de metrô cobertas pelas estações de bicicletas**



- **Estações de bicicletas**

Nessa fase, a análise é operada da perspectiva das estações de bicicletas, ou seja, as paradas de ônibus e estações de metrô que são cobertas pelas estações de bicicletas. De acordo com os resultados, 215 paradas de ônibus são cobertas pelas estações de bicicletas, porém, ainda existem 346 paradas de ônibus que estão fora da área de cobertura. Em relação as estações de metrô apenas cinco estações estão dentro da área de serviço das estações de bicicletas e seis estão fora. Esses resultados evidenciam a não preocupação da integração das estações de bicicletas com o transporte público desconsiderando o potencial da bicicleta como alimentadora do modal de transporte público coletivo. Dessa maneira também o desempenho do sistema de bicicletas compartilhadas é comprometido em virtude do não aproveitamento de demandas por não viabilizar sua dinâmica de viagens, o que pode ser observado pelo mapa anterior e segundo a pesquisa de campo na qual 65,1 % dos usuários realizam integração das bicicletas com o ônibus e 24,1% o fazem com o metrô. Tal realidade prejudica não só o sistema de bicicletas mas compromete a expansão da área de serviço do transporte público de Brasília e conseqüentemente desfavorece o esforço das políticas públicas que lutam por um transporte sustentável e de qualidade.

Essa situação é percebida pelos usuários tendo em vista os resultados qualitativos do questionário que diz respeito a avaliação das estações. A quantidade de estações é ruim ou péssima para 26,5% dos entrevistados e razoáveis para 36,1%, ou seja, mais da metade dos usuários entrevistados consideram o sistema subdimensionado. Outro fator importante apontado pelos usuários que justifica a preocupação anterior é a distribuição das estações pela cidade, onde 44,6% consideram como ruins ou péssimas e 24,1% como apenas razoáveis. Por fim a má distribuição e dimensionamento fazem algumas estações ficarem lotadas em certas regiões e vazias em outras, indo de acordo com a opinião do usuário na qual 31,3% consideram a capacidade das estações ruim ou péssima e 30,1% como razoável.

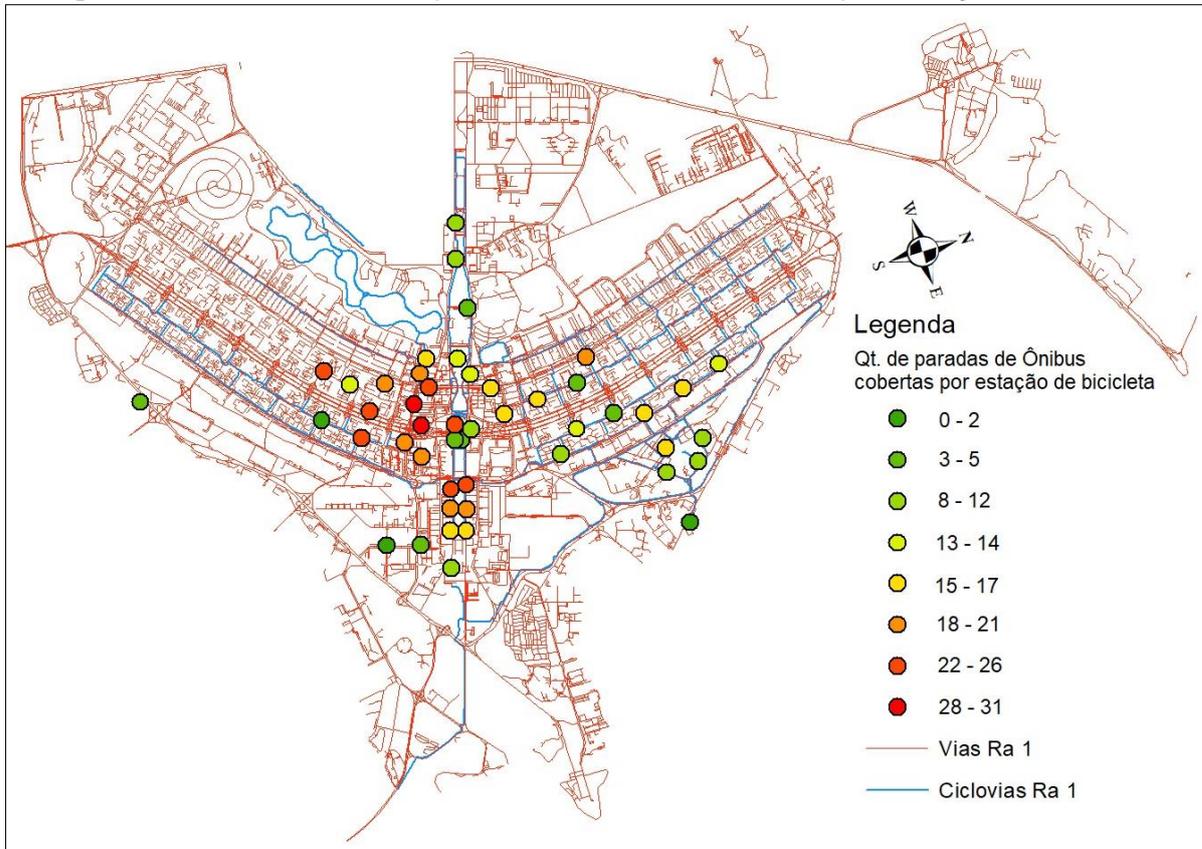
**Tabela 4 - Acessibilidade entre estações de bicicletas, metrô e paradas de ônibus**

Instalação	Resultados
Área de cobertura Das estações de bicicletas ( 10 minutos de caminhada)	47 Estações de bicicletas cobrem paradas de Ônibus
	1 Estação de bicicleta não cobre paradas de ônibus
	12 Estações de bicicletas cobrem estações de metrô
	36 Estações de bicicletas não cobrem estações de metrô
Paradas de Ônibus	215 Paradas de ônibus estão dentro da área de serviço
	346 Paradas de Ônibus estão fora da área de serviço
Estações de Metrô	5 Estações de metrô estão dentro da área de serviço
	6 Estações de metrô estão fora da área de serviço

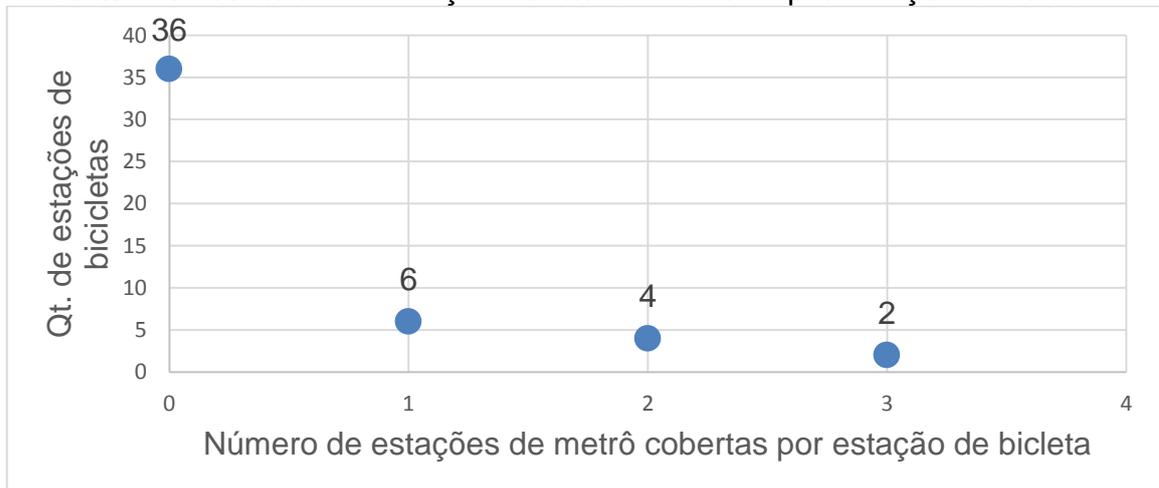
A quantidade de paradas de ônibus cobertas por estação de bicicletas foi bastante variadas atingindo o máximo de 31 paradas de ônibus dentro da cobertura de uma estação de bicicleta e mínimo de nenhuma parada de ônibus coberta por estação.

**Gráfico 6 - Número de paradas de ônibus cobertas por estação**

**Figura 25 - Quantidade de paradas de ônibus cobertas por estação de bicicleta**



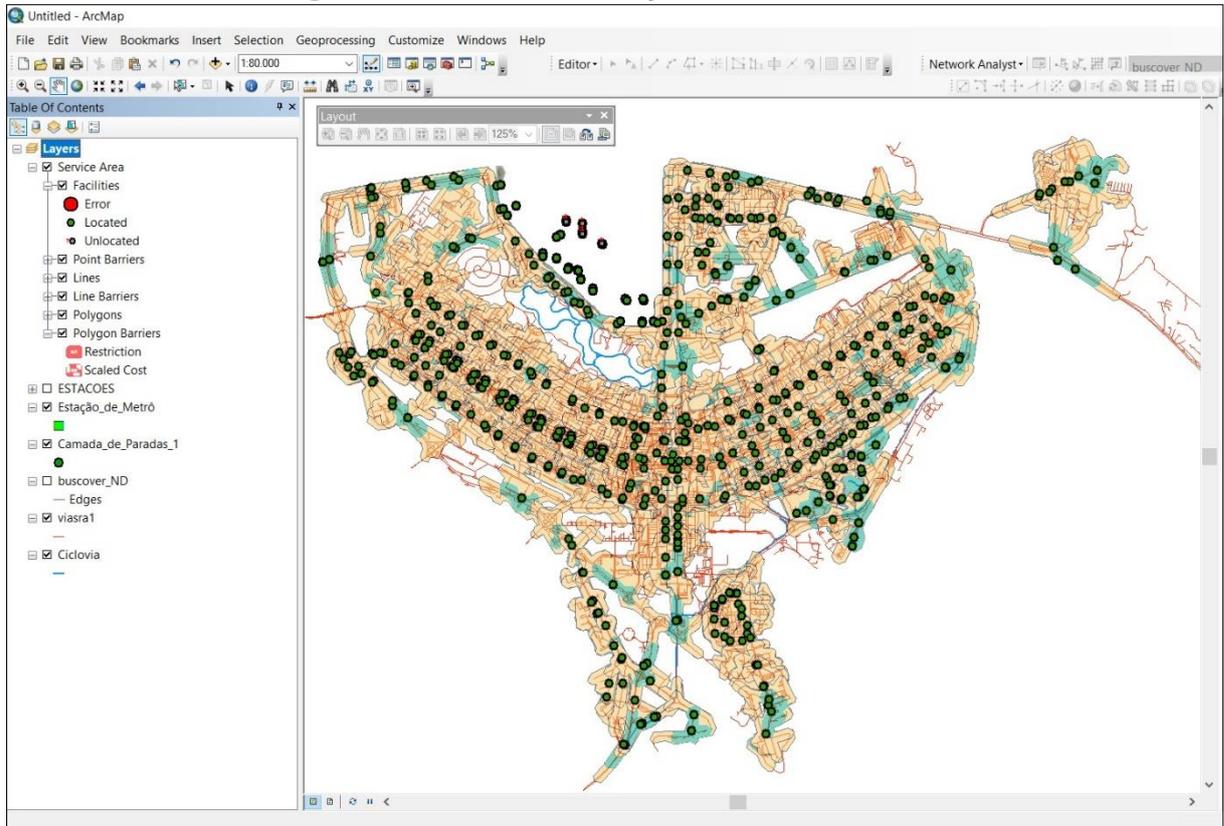
**Gráfico 7 - Número de estações de metrô cobertas por estação de bicicleta**



- **Paradas de Ônibus e Estações de Metrô**

A área de serviço das paradas de ônibus e estações de metrô foram realizadas de forma semelhante à das estações de bicicletas e seus resultados são mostrados na Figura 26 a seguir.

**Figura 26 – Área de serviço de ônibus e metrô**

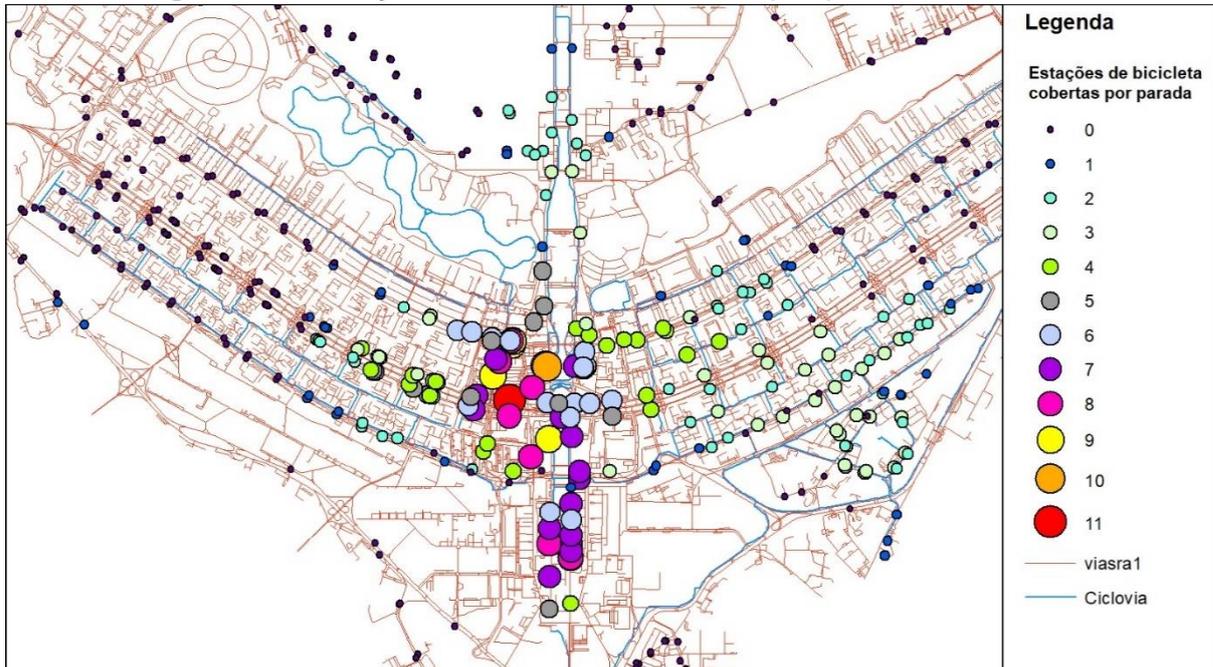


**Tabela 5 - Resultados da acessibilidade das paradas de ônibus em 10 minutos**

Instalação	Resultados
Área de Serviço das Paradas de ônibus e metrô( 10 minutos)	213 paradas de Ônibus e Metrô cobrem estações de bicicletas
	348 paradas de Ônibus e Metrô não cobrem estações de bicicletas
Estações de Bicicletas	47 estações de bicicletas cobertas
	1 estação não coberta (TSE)

É possível observar pelos resultados que a maior quantidade de estações dentro da área de serviço de uma parada de ônibus foi de 11 estações sendo que 348 paradas de ônibus não cobrem estações de bicicletas, e dentro das 213 paradas que cobrem, a maioria cobrem de uma a três estações correspondendo a 61,5% deste universo. Mais uma vez é demonstrado a concentração e má distribuição das estações de bicicletas.

**Figura 27 - Estações de bicicletas cobertas por parada de Ônibus**



**Gráfico 8 - Quantidade de estações de bicicletas cobertas por parada de ônibus**



#### 6.4.2.2 Estações de bicicletas e zonas de demanda

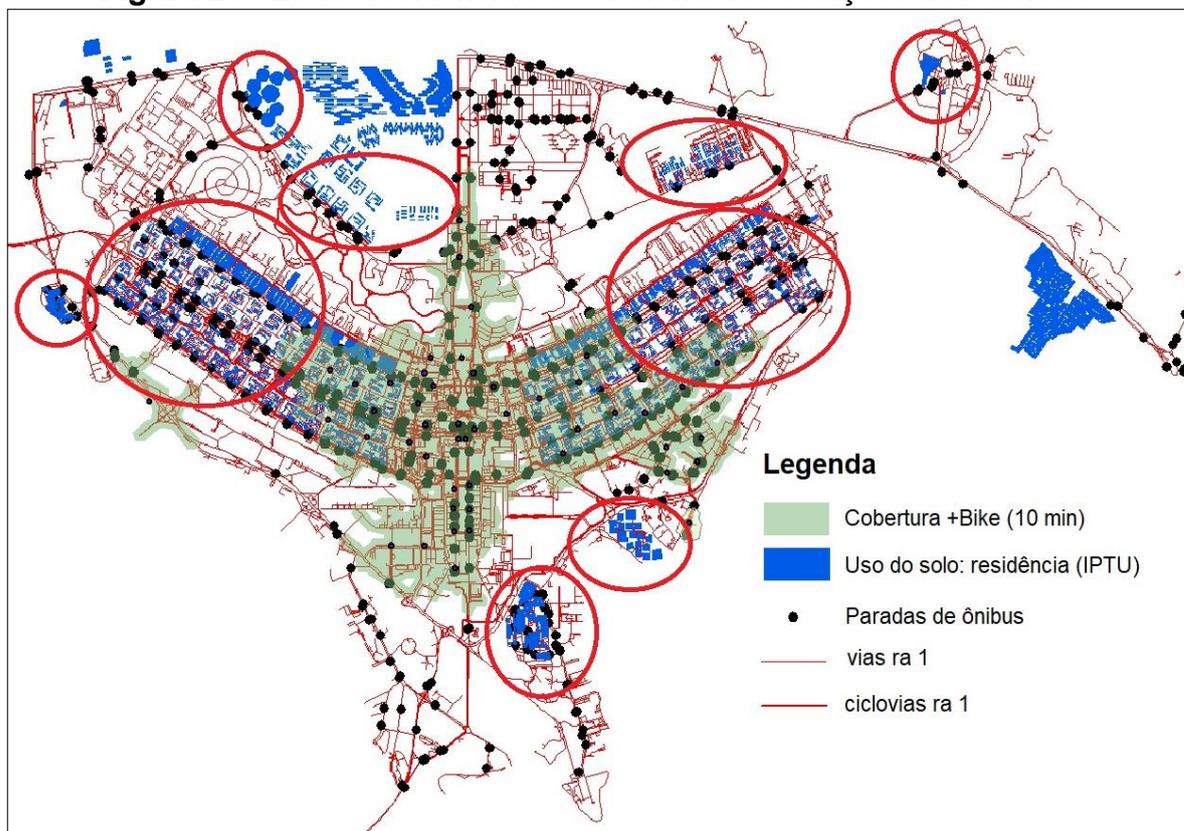
Depois de estabelecido as rotas ciclovárias para construção das áreas de serviço das estações de bicicletas, metrô e das paradas de ônibus, é realizado a análise de acessibilidade dos pontos de demanda das bicicletas compartilhadas em relação a sua área de serviço. Para compor a demanda foi utilizado o arquivo shapefile dos dados socioeconômicos do Distrito Federal que tem seu solo classificado de acordo com seu uso pelo IPTU, disponibilizado no Geoportal.

Segundo a pesquisa realizada com os usuários do sistema de bicicletas compartilhadas, as principais razões de suas viagens por bicicletas são trabalho (56,6%), estudo (34,9%), lazer (27,7%) e compras (2,4%), sendo o total ultrapassando 100% por haver a escolha de mais de uma opção. A distância das zonas de residência, zonas de comércio e zonas mistas (residência e comércio) em relação a cobertura das estações de bicicletas é ilustrada a seguir nas Figuras 28 a 30.

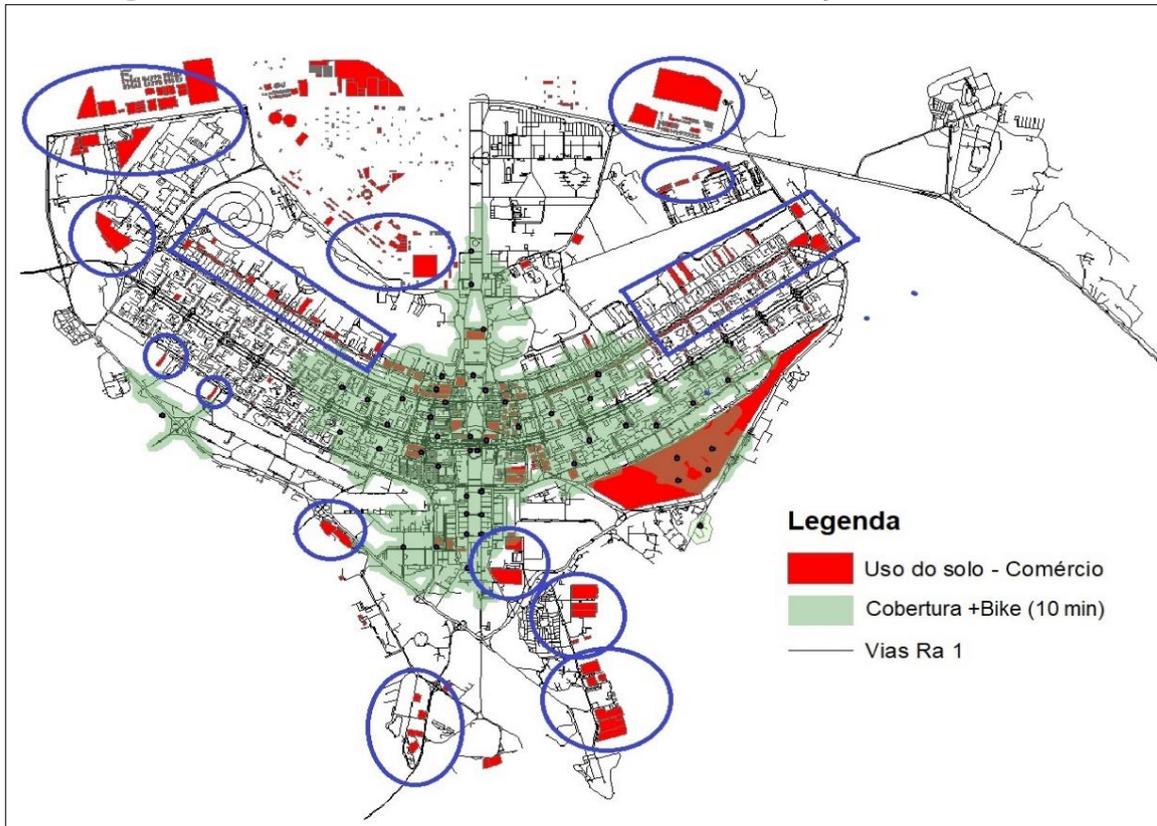
As zonas de lazer do arquivo representam lugares diversificados em seu uso como clubes, órgãos públicos, cemitério, igrejas, Universidade de Brasília, Hospitais, Setor Militar, faculdades e colégios. Apesar de seu conceito estar um pouco distorcido ainda sim correspondem a pontos de potencial demanda para o sistema de bicicletas compartilhadas (Figura 31).

Para análise em relação as escolas e mobiliários de lazer, o arquivo utilizado no Geoportal compõe os equipamentos públicos assim como os mobiliários de Lazer e esporte. A disposição espacial é retratada a seguir nas Figuras 32 e 33.

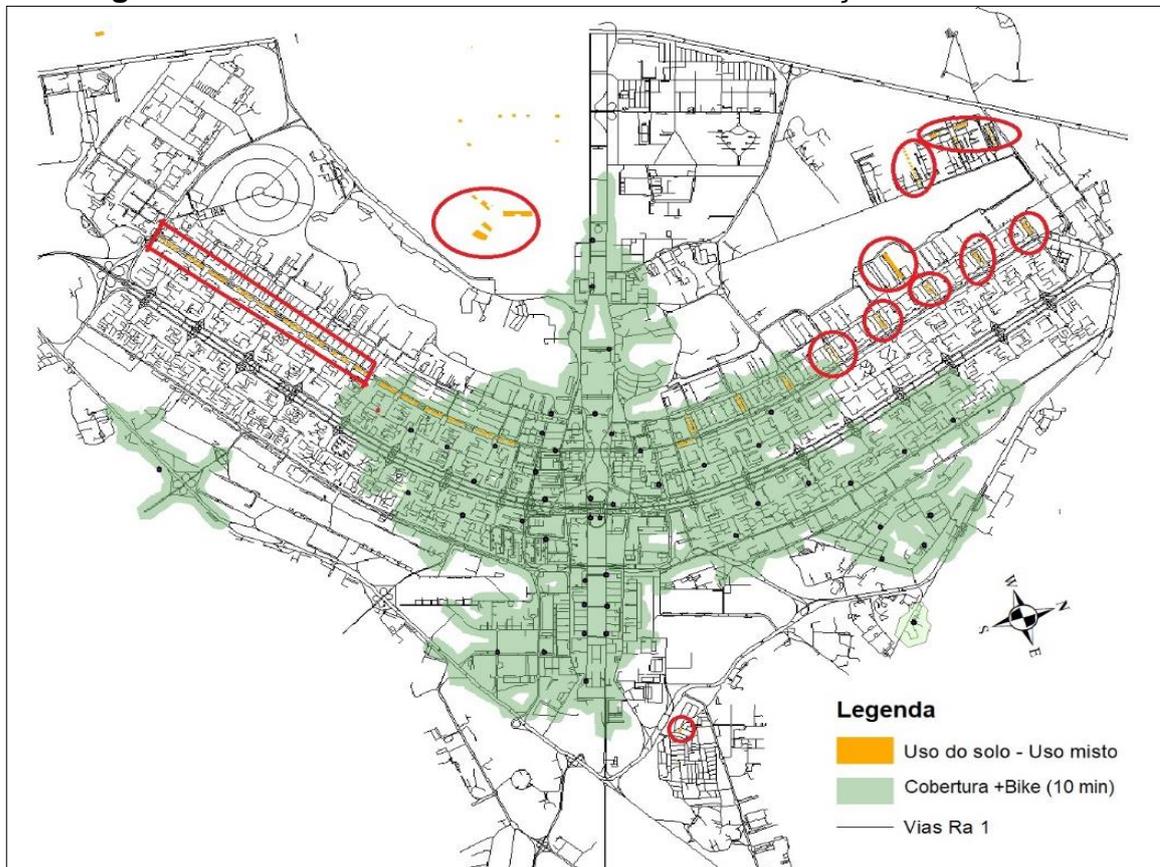
**Figura 28 - Zonas residenciais e cobertura das estações de bicicletas**



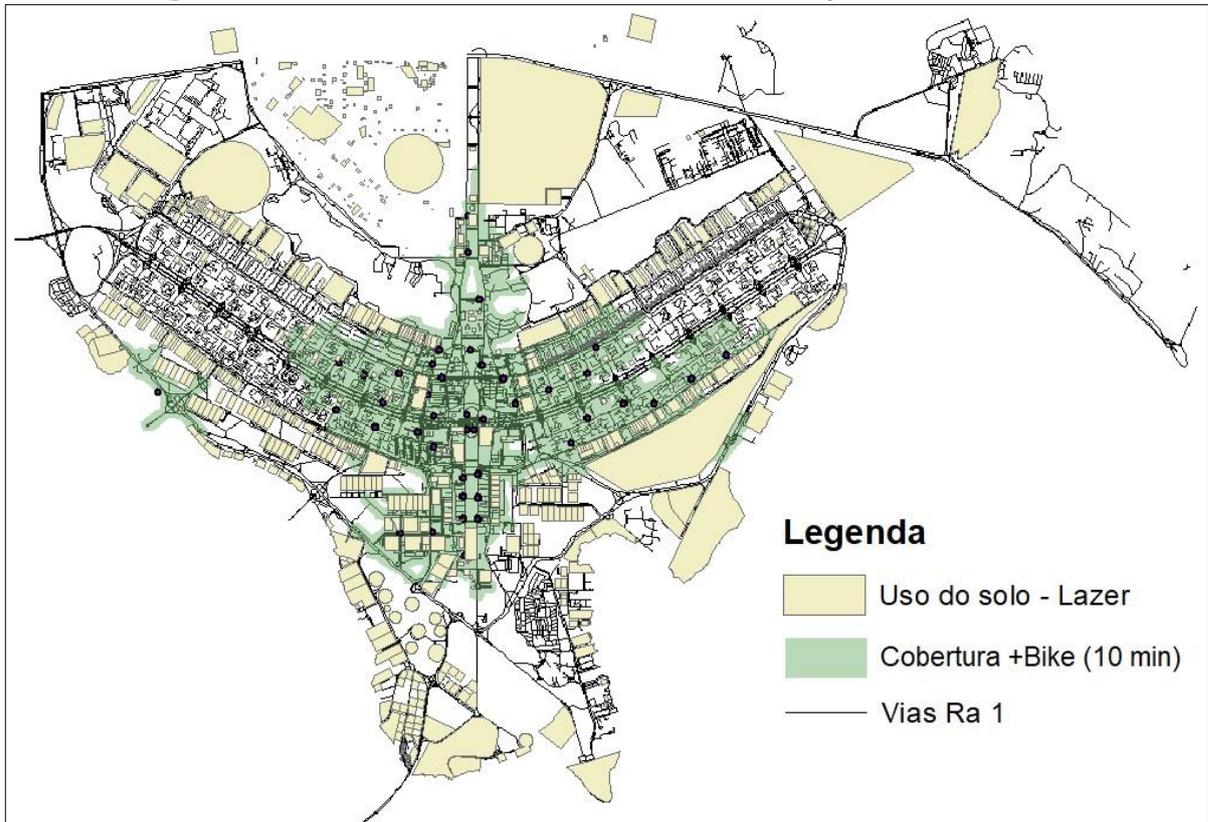
**Figura 29 - Zonas comerciais e cobertura das estações de bicicletas**



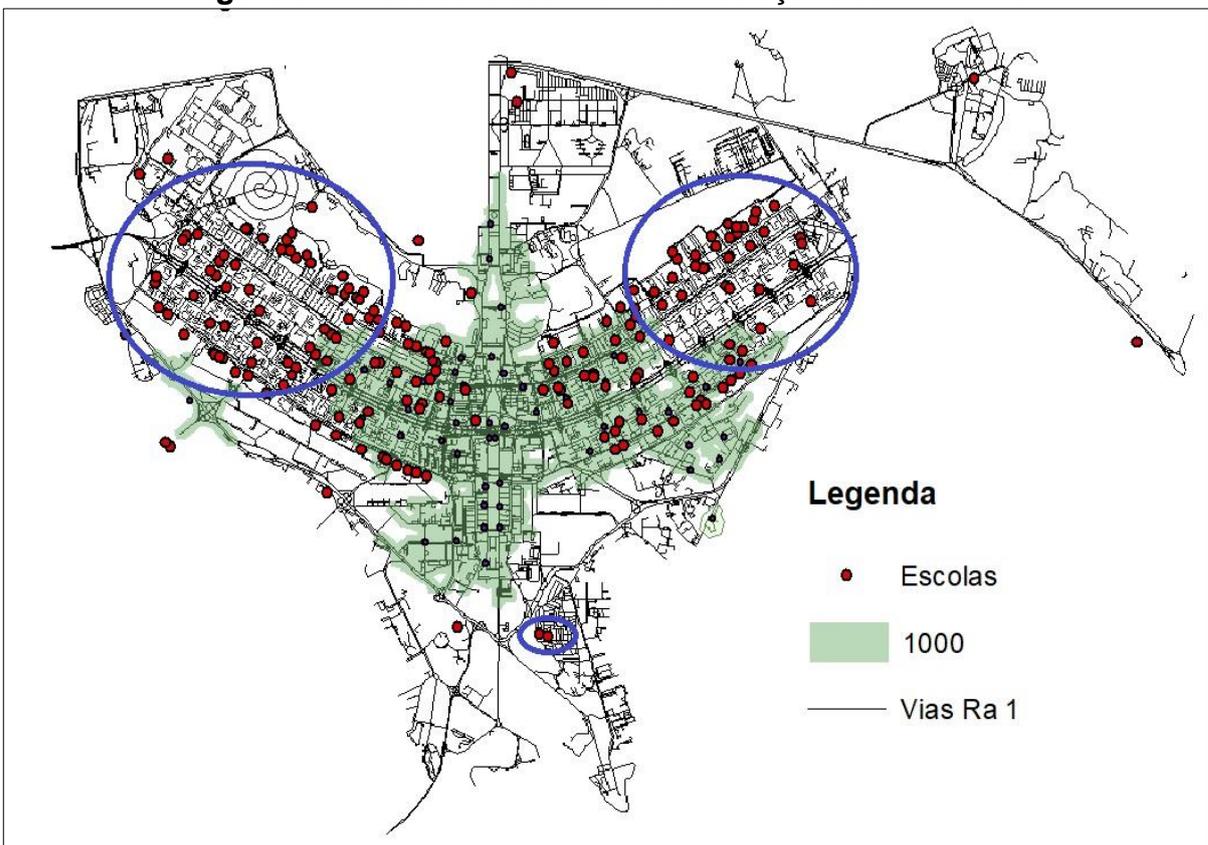
**Figura 30 - Zonas de uso misto e cobertura das estações de bicicletas**



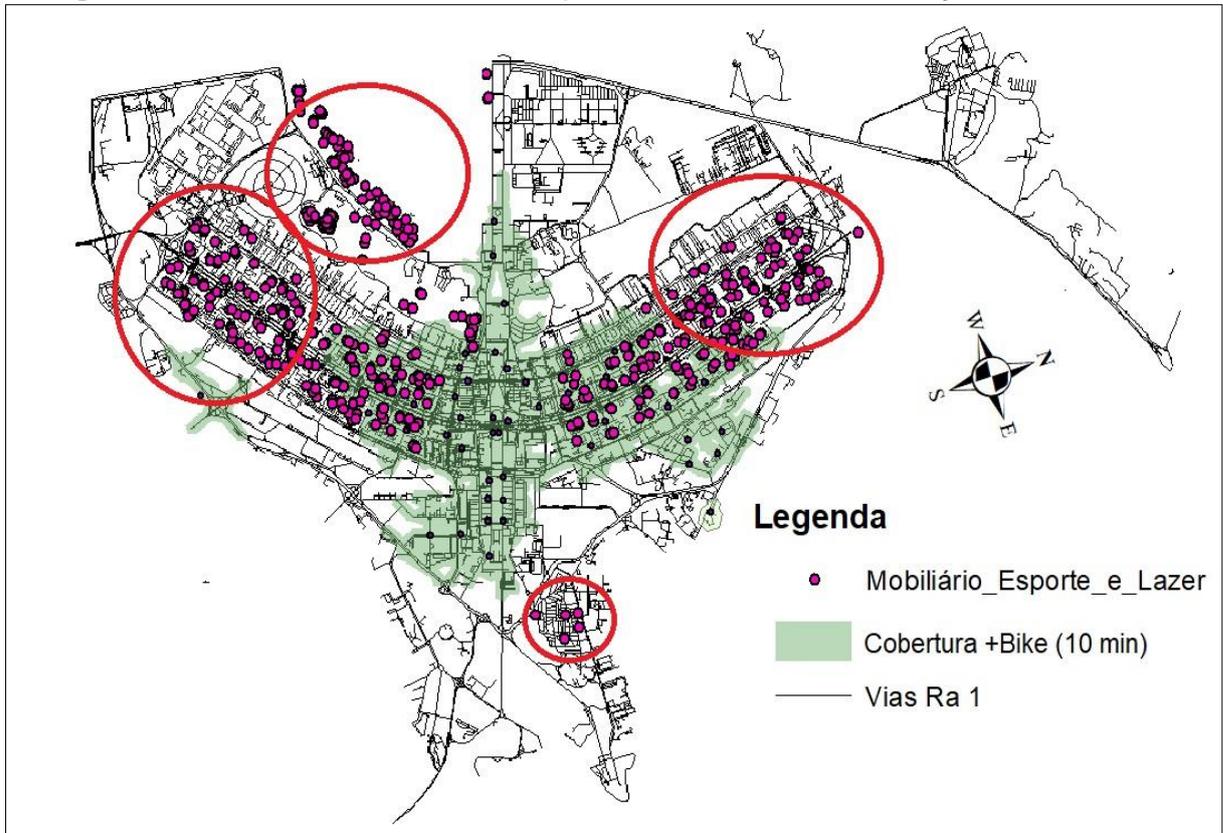
**Figura 31 - Zonas de lazer e cobertura das estações de bicicletas**



**Figura 32 - Escolas e cobertura das estações de bicicletas**



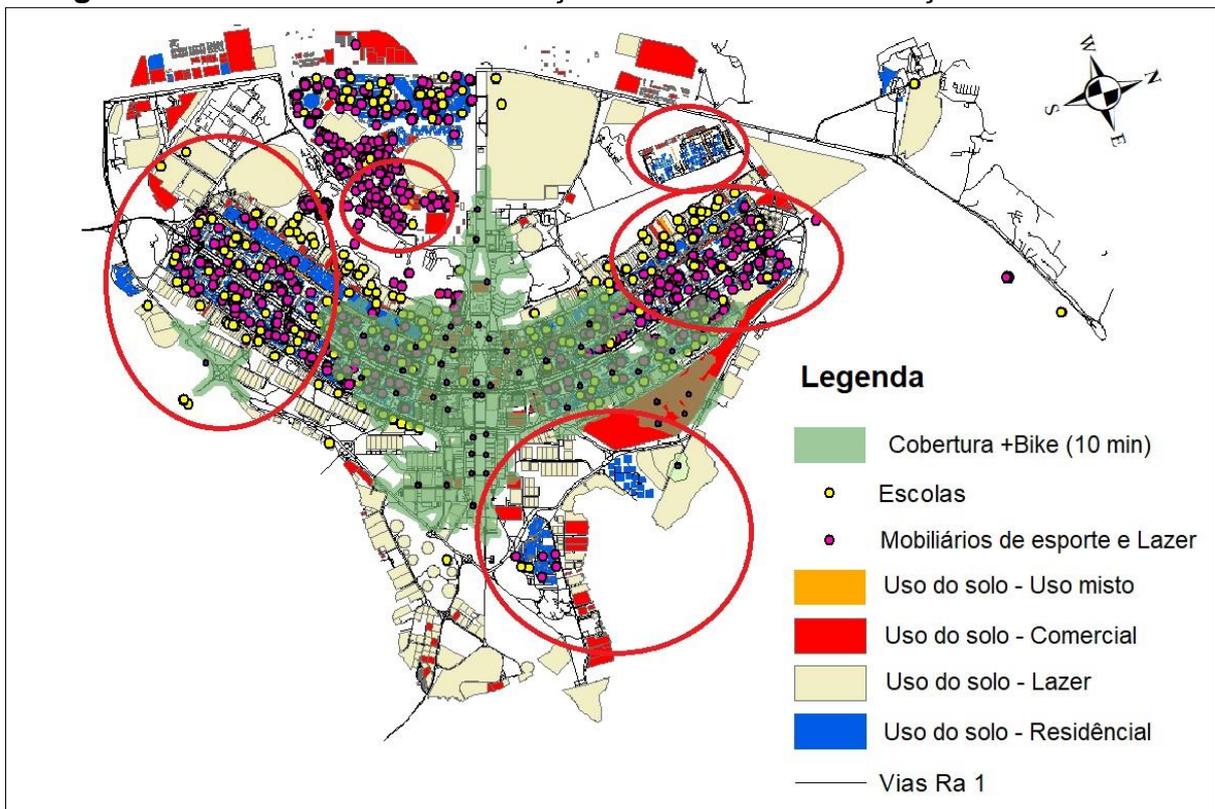
**Figura 33 - Mobiliários de lazer e esporte e cobertura das estações de bicicleta**



#### 6.4.2.3 Análise de demanda em relação a área de serviço das estações de bicicletas

Após a verificação da acessibilidade das estações de bicicletas em relação as demandas potenciais, os resultados foram sobrepostos na Figura 34 em seguida. É possível observar que existem cinco concentrações de demanda diversificadas na qual as estações não estão atendendo na cidade de Brasília, são elas: Porção da Asa Sul, Setor de Industrias Gráficas, Setor Noroeste, Asa Norte e Universidade de Brasília e Vila Planalto outrossim apesar de representarem graficamente pontos de demanda refletem situações específicas que será desconsiderado na etapa de otimização do sistema pois são zonas ao longo de vias expressas ou com pouca densidade populacional, principalmente na camada de zona de lazer.

**Figura 34 - Acessibilidade das estações de bicicletas em relação as demandas**



- **Asa Sul**

Como foi possível extrair de relatos na pesquisa de campo, muitos usuários sentem a necessidade de o sistema de bicicletas compartilhadas abranger mais a Asa Sul. Atualmente o sistema apenas cobre sua parte perto da zona central deixando dessa maneira muita demanda descoberta. Além da área residencial e comercial das superquadras os quais abrigam 84725 habitantes segundo a Pesquisa Distrital por amostra de Domicílios (PDAD) realizado pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN, 2016), aliado a diversos mobiliários de lazer e escolas, nessa porção da Asa Sul há zonas empresariais e o setor de hospitais, além de tangenciarem um dos maiores parques naturais da América Latina, o Parque da Cidade. Quatro pontos dessa região também são importantes: a vila Telebrasília, o setor policial, Zoológico de Brasília e o cemitério público de Brasília Campo da boa esperança.

**Figura 35 - Asa Sul**

Fonte: <[http://eduvergara.blogspot.com/p/blog-page\\_23.html](http://eduvergara.blogspot.com/p/blog-page_23.html)>

- **Setor de Indústrias Gráficas**

Outra região importante é o Setor de Indústrias Gráficas, importante polo industrial na qual congrega zonas residenciais e comerciais. O valor dessa região está no acesso a duas regiões administrativas bem integradas a Brasília, são elas o Cruzeiro e o Sudoeste Octogonal. Formada pelos pioneiros da capital federal a Região Administrativa do Cruzeiro encontra-se dentro da Poligonal de tombamento do Plano Piloto e é dividida em Cruzeiro velho e Cruzeiro Novo. Segundo o PDAD de 2016 o Cruzeiro tem aproximadamente 33539 habitantes e 61,4% trabalham em Brasília (RA 1) (CODEPLAN, 2016). Já o Sudoeste Octogonal tem 53262 habitantes onde 80,43% trabalham em Brasília (RA 1), além de possuir infraestrutura ciclovária e vários equipamentos públicos de Lazer (CODEPLAN, 2016). Fica evidente dessa maneira a importância da região como demanda para o sistema de bicicletas compartilhadas em Brasília.

**Figura 36 - Cruzeiro**



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=-56VuI5Vfdk>>

**Figura 37 - Sudoeste Octogonal**



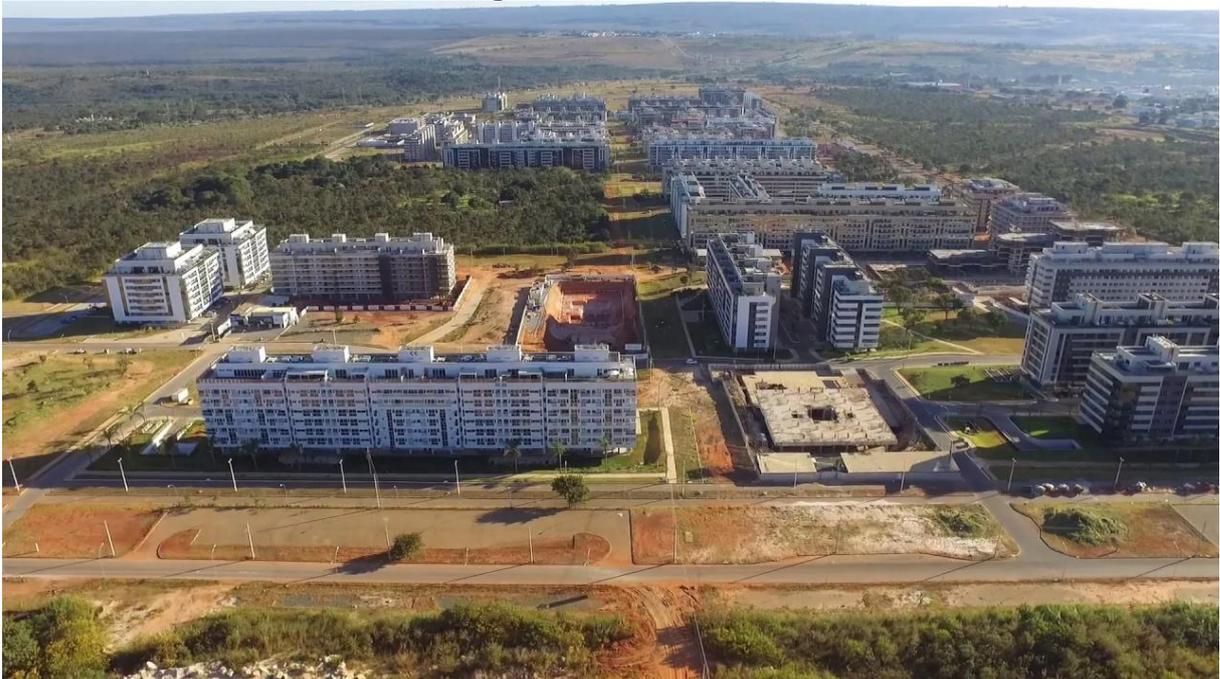
Fonte: <[http://eduvergara.blogspot.com/p/blog-page\\_23.html](http://eduvergara.blogspot.com/p/blog-page_23.html)>

- **Setor Noroeste**

O Setor Noroeste é um bairro da região administrativa de Brasília que compõe o Plano piloto e é o último setor habitacional a ser construído na área tombada como patrimônio histórico e cultural da humanidade. Ao todo são 20 quadras residenciais com 10 ou 11 blocos cada. Todos os empreendimentos residenciais têm

06 andares de apartamentos de no mínimo 02 quartos com cobertura coletiva. A proposta urbanística prevê ainda a construção de museus, espaços culturais, posto de saúde, 08 Jardins de Infância, 08 Escolas Classe, praças e áreas de lazer, além do Parque Ecológico Burle Marx.

**Figura 38 - Noroeste**



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=g3tjfe1vqME>>

- **Asa Norte**

Assim como a Asa Sul, a porção norte da Asa Norte não está dentro da área de cobertura das estações de bicicletas. Semelhante a Asa Sul a Asa Norte compreende em suas superquadras zonas residenciais, comerciais, colégios, mobiliários de Lazer, Parque Natural Olhos d'água e faculdades. Com uma população de 116744 habitantes (CODEPLAN, 2016), essa região abriga demanda que pelo questionário foi relatado ser potencial para o lazer e ser a residência de muitos estudando da Universidade de Brasília e de faculdades particulares.

- **Universidade de Brasília e Vila Planalto**

O quarto foco de demanda está localizada em duas regiões muito importantes em Brasília, Universidade de Brasília e Vila Planalto. A universidade de Brasília, apesar de já haver 5 estações atualmente há espaço para mais, visto que suas

estações enfrentam problemas de superlotação retratados pela planilha da operadora Serttel como sendo as estações mais usadas e evidenciadas pelos usuários em virtude da grande demanda. É possível observar algumas regiões descobertas preparadas para receber estações.

A Vila Planalto é uma comunidade de mais ou menos 8000 habitantes e 1000 residências de acordo com o levantamento domiciliar de 2009 realizado pela Codeplan e que surgiu como acampamento dos trabalhadores que construíram Brasília (CODEPLAN, 2009). Hoje alcançam importante status como polo gastronômico e atraem milhares de trabalhadores e servidores públicos.

**Figura 39 - UnB**



Fonte: <<https://brasiliadefato.com.br/grandebrasilia/2018/10/educacao-apenas-a-unb-consegue-nota-maxima-no-enade/>>

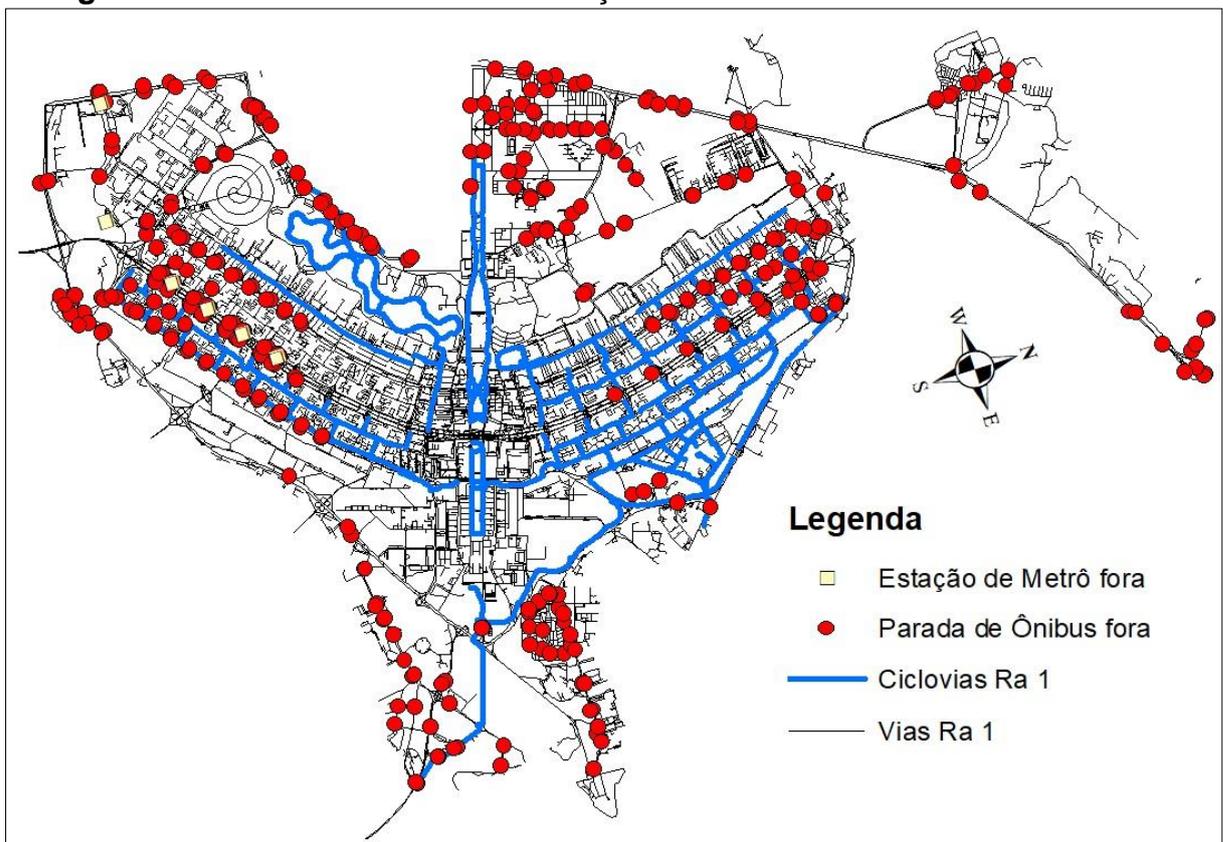
## 5.5 OTIMIZAÇÃO ESPACIAL DAS ESTAÇÕES DE BICICLETAS

Como descrito na seção 5.5, a otimização do sistema seguiu os modelos de máxima cobertura de localização e modelo de redução de redundâncias. O modelo de máxima cobertura é usado para locar novas estações de bicicletas em áreas de demanda não supridas otimizando as estações existentes. O Modelo de redução de redundâncias é usado para eliminar sobreposição de áreas de serviço, diminuindo a redundância de estações.

Para realização do modelo de máxima cobertura foi utilizado a ferramenta de análise de rede Location allocation no ArcGIS. Esta ferramenta auxilia a identificar localidades em uma cidade onde parâmetros escolhidos como máxima cobertura ou penetração de mercado no caso de análises de negócios, são levados em conta em relação a demanda nas análises. Os procedimentos executivos da ferramenta Location Allocation são descritos a seguir.

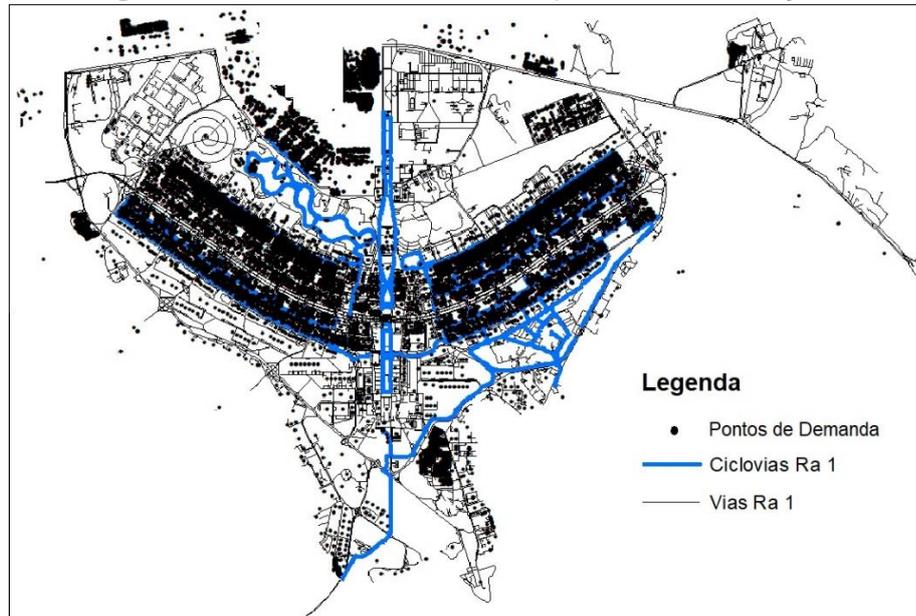
Passo 1: Primeiramente as localidades de interesse para análise foram determinadas como sendo as paradas de ônibus e estações metrô conforme integração modal utilizada pelos usuários extraídos no questionário. Sendo assim, são selecionadas as paradas de ônibus e estações de metrô que estão fora da área de cobertura das estações de bicicletas para atuarem como instalações.

**Figura 40** – Paradas de ônibus e Estações de metrô fora da área de cobertura



Passo 2: Para compor os pontos de demanda, todos os polígonos evidenciados como demanda pelo uso do solo são transformados em pontos que obedecem seu centroide, as escolas e mobiliários de lazer já estão retratados em formato de pontos e são adicionados na camada de demanda também.

**Figura 41 - Pontos de demanda para novas estações**



Passo 3: Definido as instalações, os pontos de demanda e a rede viária para trajeto, a configuração do Location Allocation é feita de maneira semelhante as estações de bicicletas considerando uma impedância máxima de dez minutos o que equivale em uma velocidade de seis quilômetros por hora à mil metros. Na configuração de análise é selecionado o modelo a ser usado desejado, que neste caso foi o *Minimize Facilities*, em português: Minimizar instalações. Este modelo obedece aos modelos de máxima cobertura de localização pois escolhe o mínimo número de instalações suficientes para cobrir em quase totalidade a demanda. No campo de instalações para encontrar é definido como 352, sendo 346 paradas de ônibus fora da área de cobertura e 6 estações de metrô que estão fora da área de cobertura.

Passo 4: Realizado a alocação de novas estações a otimização é realizada manualmente baseado na distância entre estações e distribuição das demandas.

Passo 5: Para finalizar é utilizado o modelo de redução de redundâncias que obedecerão a três critérios. Primeiro, estações muito próximas ou duplicadas que por sua vez tem sua área de cobertura sobrepostas serão ajustadas. Segundo, não serão consideradas estações que estão localizadas ao longo de vias expressas onde não dispõem de ciclorotas para preservar a segurança viária dos ciclistas. E por fim serão removidas estações em que a distribuição de demandas não são expressivas.

**Figura 42 - Configuração da alocação e otimização de estações**

Layer Properties

General Layers Source Analysis Settings Advanced Settings Accumulation Network Locations

**Settings**

Impedance: **Distância (Meters)**

Use Start Time:

Time of Day: 08:00

Day of Week: Today

Specific Date: 07/11/2018

**Travel From:**

Demand to Facility

Facility to Demand

U-Turns at Junctions: Allowed

Output Shape Type: Straight Line

Use Hierarchy

Ignore Invalid Locations

[About the location-allocation analysis layer](#)

Restrictions

OK Cancel Aplicar

Layer Properties

General Layers Source Analysis Settings Advanced Settings Accumulation Network Locations

**Advanced Settings**

Problem Type: **Minimize Facilities**

Facilities To Choose: 352

Impedance Cutoff: 1000

Impedance Transformation: Linear

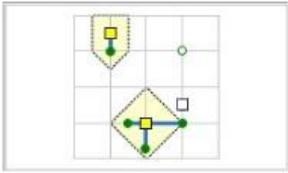
Impedance Parameter: 1

Target Market Share (%): 10

Default Capacity: 1

[About the location-allocation analysis layer](#)

**Problem Type Description**

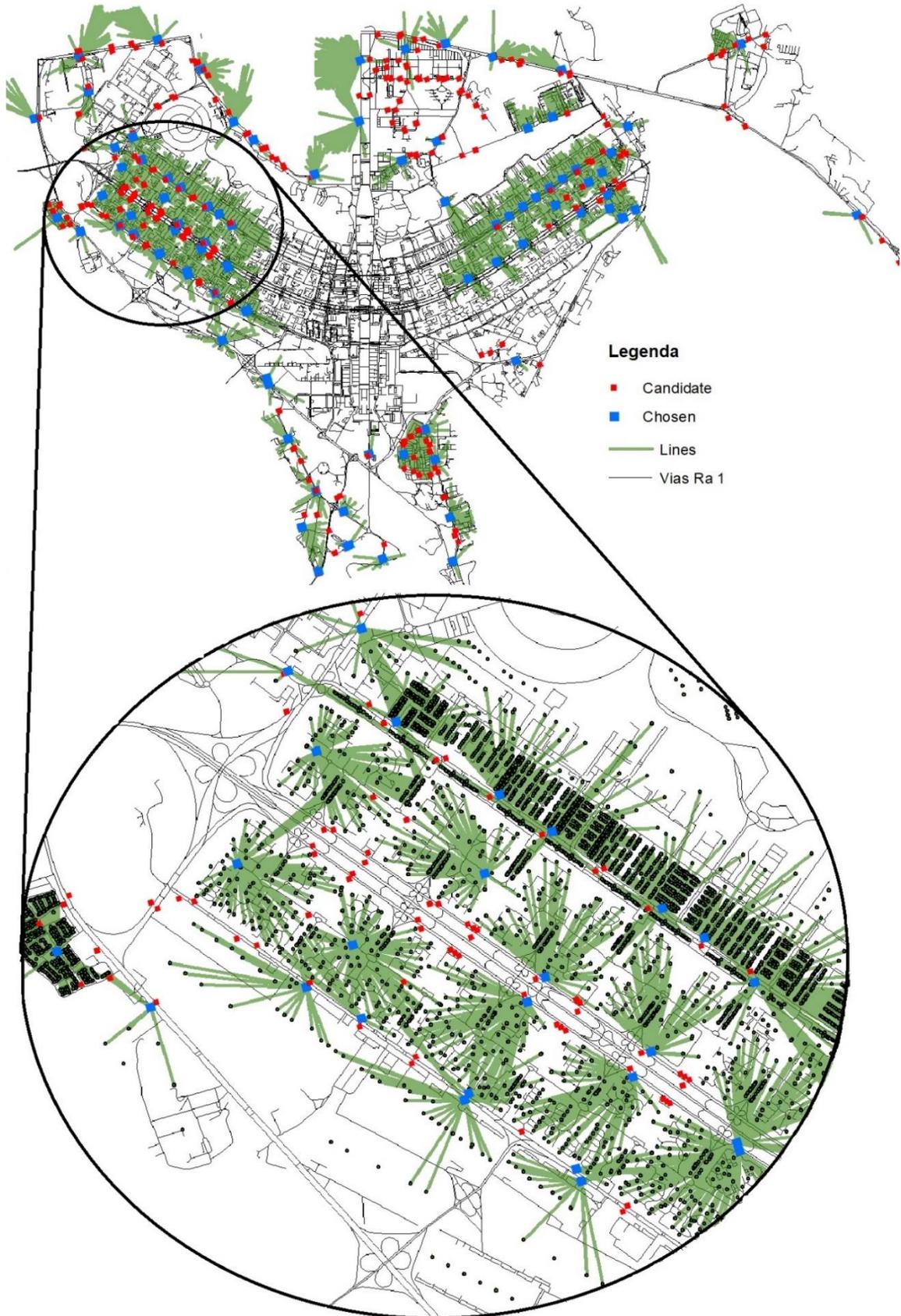


**Maximize Coverage / Minimize Facilities**

This option solves the fire station location problem. It chooses the minimum number of facilities needed to cover all or the greatest amount of demand within a specified impedance cutoff.

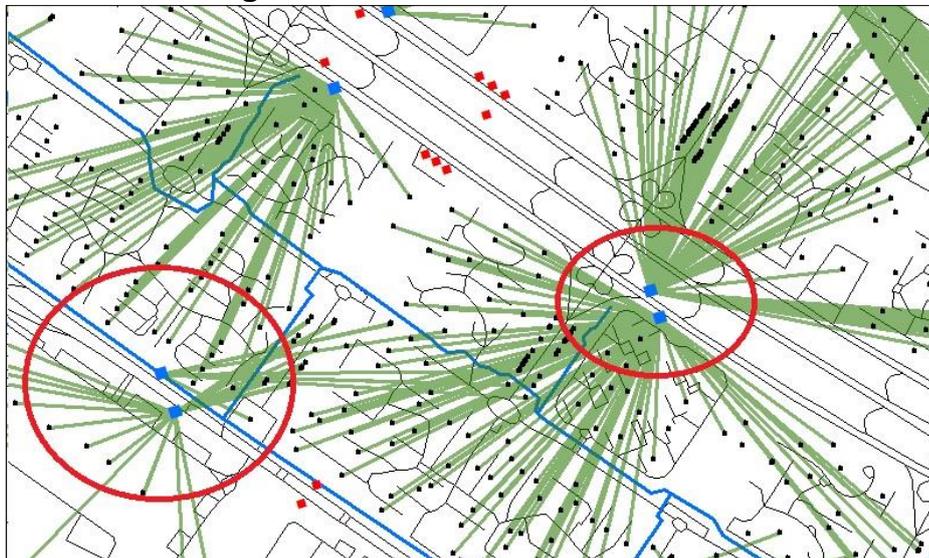
OK Cancel Aplicar

Figura 43 - Resultados do modelo de máxima cobertura das estações



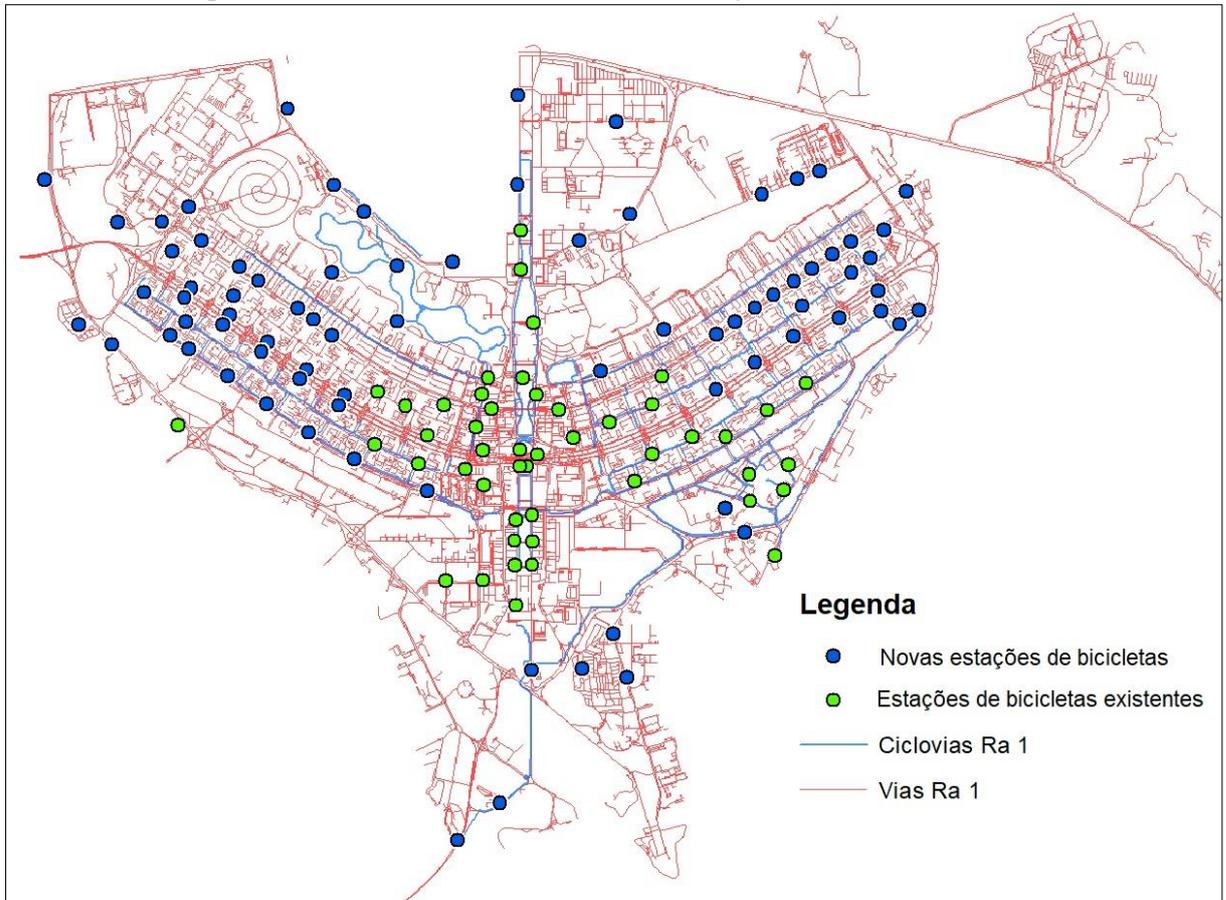
Após realizar a otimização do sistema (Figura 43) foram verificadas 91 novas estações de bicicletas compartilhadas (Azul) distribuídas pela cidade. As novas estações oferecem a cidade de Brasília uma máxima cobertura para a demanda com o mínimo de estações possíveis que foram determinadas baseadas nas paradas de ônibus e estações de metrô existentes (vermelho e azul). Como explanado anteriormente, os resultados necessitam de pequenos ajustes para se adequar melhor a situação da cidade. Além da redução de algumas estações, cinco novas estações foram realocadas para integrar melhor com as estações de metrô, outras 3 novas estações foram realocadas para atingir melhor a escola militar, centro universitário de Brasília e setor militar; e 3 estações foram acrescentadas ao Parque da Cidade Sarah Kubitschek. Dessa maneira, seguindo os critérios definidos, das 91 novas estações o novo sistema otimizado diminuiu para 79 novas estações. Isso significa que o tamanho e por sua vez a capacidade do atual sistema representa apenas 38% em relação ao seu potencial ótimo. A Figura 44 a seguir exemplifica casos onde os resultados contemplavam redundâncias.

**Figura 44 - Pontos de redundâncias**

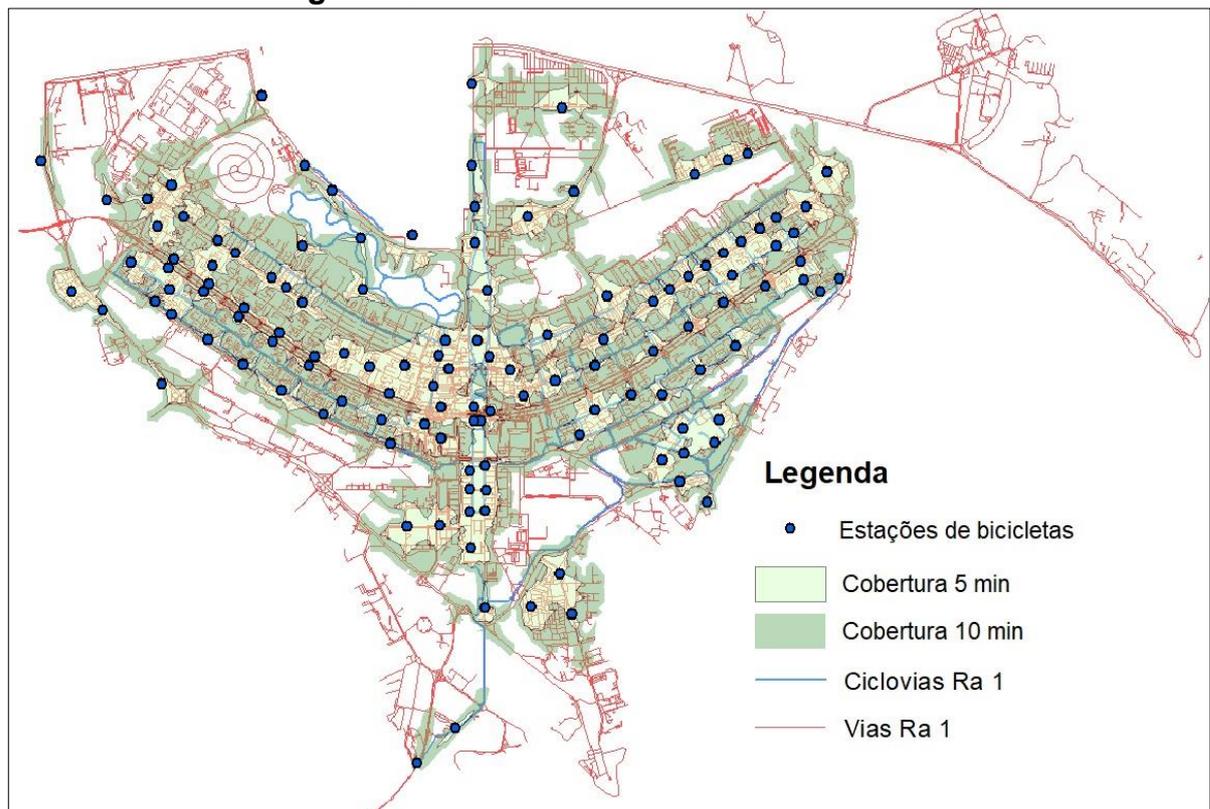


Finalmente o novo sistema otimizado juntamente com sua nova área de cobertura são demonstradas nas Figuras 45 e 46 adiante. É possível perceber que todas as áreas de demanda são contempladas agora para uma distância de até 10 minutos de caminhada, equivalentes a 1000 metros de acordo com a disposição percebida pelo questionário aplicado aos usuários do sistema. O novo sistema expandido cresce de 48 estações existentes para 127 estações (79 novas).

**Figura 45 – Sistema de Bicicletas Compartilhadas Otimizada**



**Figura 46 – Nova área de cobertura otimizada**



## 5.6 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Na aplicação do questionário fechado, observou-se que os entrevistados em geral tinham muito interesse em dar sua opinião no que se refere a estrutura do sistema de bicicletas compartilhadas de Brasília, o que demonstra que este é um tema que traz impacto direto na dinâmica de deslocamento daqueles que utilizam o sistema. Também foi possível perceber na fase de aplicação que não seria uma atividade simples em razão do número limitado de usuários em determinadas horas do dia, visto que a aplicação contava com recursos e tempo limitados para poder realizar a aplicação do questionário impossibilitando uma amostra maior. Também a quantidade de amostra foi afetada por motivo da má condição do tempo que impossibilitava a aplicação e fazia diminuir a quantidade de usuários mais uma vez. Deste fato, foram realizados 83 questionários obtidos em estações diferentes.

A coleta dos dados georreferenciados em formato Shapefile foram realizados com sucesso na plataforma online Geoportal, porém os dados referentes as paradas de ônibus ficaram indisponíveis por bastante tempo pois a fornecedora da webservice DFtrans estava em operação de manutenção, tal fato quase impossibilitou o desenvolvimento da pesquisa, porém o arquivo foi capturado ao término da manutenção.

Os dados obtidos do eixo das vias para efeito de análise no software ArcGIS estavam desestruturados vetorialmente, o que demandou bastante tempo para tratamento da camada até perceber resultados satisfatórios nas análises. Devido a isso também não foi possível realizar a análise da distância entre estações de bicicletas com a ferramenta Closest Facility no ArcGIS.

As ciclovias não correspondem exclusivamente os trajetos escolhidos pelos ciclistas ao passo que se apresentam descontínuas ou inexistentes, por isso para construção da rede viária de análise foi estabelecido a fusão das ciclovias com as vias para poder prosseguir com as análises.

A camada referente ao uso do solo com destinação ao lazer segundo o IPTU é representada por equipamentos urbanos extras como órgãos públicos, faculdades, Universidade de Brasília, igrejas e hospitais. Fato este que não o excluem como demanda, mas desvia de seu conceito.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um sistema de bicicletas compartilhadas bem-sucedido traz consigo uma mudança cultural na dinâmica do deslocamento e funcionamento de uma cidade, propiciando vantagens ao usuário e ao transporte. A utilização da bicicleta como modal de transporte trás o condutor a escala humana de uma cidade possibilitando a visão do espaço público como parte de sua vida onde a qualidade é fundamental para o seu desenvolvimento e utilização. Além dos benefícios a saúde e o prazer de pedalar, a utilização do modal de transporte por bicicletas tem grande impacto sustentável pois além de não poluir o meio ambiente retira das ruas veículos movidos por queima de combustíveis fósseis e estimula a utilização de transporte público coletivo quando amplia o acesso de sua área de serviço, principalmente como importante veículo de deslocamento para distâncias finais. Ou seja, o sistema de bicicletas compartilhadas contribui de forma positiva com a qualidade de vida e sustentabilidade de uma sociedade, além de promover a reflexão sobre a importância das cidades serem projetadas e utilizadas com o foco no ser humano e não em carros, ao passo de incentivar um transporte mais flexível, acessível e equitativo.

Dessa observância, o sistema de bicicletas compartilhados +BIKE vem desempenhando papel fundamental no transporte urbano da Capital Federal Brasília, porém seu desempenho revela-se em processo de decadência visto as diversas falhas de planejamento e a não preocupação com as necessidades dos usuários. Frente a necessidade de se adequar a indicadores de qualidade e desempenho, ferramentas como análises georreferenciada se mostraram extremamente vantajosas pois consegue perceber e conectar as características dinâmicas de uma cidade para o mapeamento e dimensionamento apropriado de um sistema de bicicletas públicas.

Conclui-se por esse estudo utilizando-se de sistemas de informações geográficas e análises georreferenciadas que o sistema de bicicletas compartilhadas +BIKE foi subdimensionado e que a estrutura atual contempla apenas 39% de seu potencial visto a grande demanda identificada que não tem acesso ao sistema. A análise georreferenciada aliado ao *feedback* dos usuários demonstram que as estações de bicicletas não estão integradas com o transporte público e mais uma

vez representando uma má distribuição pela cidade além não ofertarem a capacidade necessária, seja pelo número de vagas ofertadas em algumas estações, ou pelas 79 novas estações que são necessárias para atingir uma cobertura da demanda.

Enquanto em outras cidades os sistemas de bicicletas compartilhadas estão se modernizando para melhorar o atendimento ao usuário visto as dificuldades tecnológicas já percebidas como a dependência de internet, *smartphone*, Cartão de crédito e rigidez quanto o deslocamento das estações, o sistema de Brasília +BIKE se mantém ultrapassado convivendo com tais barreiras que impedem o seu crescimento. De mesmo modo as bicicletas atuais sofrem muito com a falta de manutenção e robustez necessária comprometendo a experiência dos usuários.

Por último é preciso ressaltar a importância do governo do Distrito Federal continuar ampliando sua malha cicloviária para atingir uma abrangência maior na cidade sobretudo com foco na qualidade dos projetos para que não haja disputa por espaço e ofereça uma experiência cada vez melhor afim de incentivar o transporte por modal de bicicletas que também alimenta o transporte público. Além disso, existe a necessidade de que o Código Brasileiro de Trânsito trabalhe no aperfeiçoamento da utilização do espaço viário para eliminar ruídos existentes entre os modais e estabelecer sinergia onde o respeito e o estímulo ao transporte coletivo e não motorizado ocorram seguindo a linha da lei da mobilidade Urbana.

Por fim, a utilização da análise georreferenciada para análise de desempenho do sistema de bicicletas compartilhadas +BIKE de Brasília foi satisfatória pois mapeou necessidade de melhorias na infraestrutura cicloviária, identificou demanda não suprida, apontou melhorias nas operação e manutenção e vislumbrou a necessidade de novas 79 estações junto com sua localização para otimização do sistema em relação a cobertura de sua área de serviço. Tais resultados auxiliam os gestores públicos à tomada de decisão nos investimentos e planejamento estratégicos do sistema de bicicletas compartilhadas e oferece a população a esperança de uma cidade com mais qualidade de vida contando com um sistema de transportes sustentáveis e valorização do espaço público.

## 7 ESTUDOS FUTUROS

- **Questionário**

Como foi justificado durante o estudo o questionário fechado enfrentou dificuldades na quantidade de amostra. É interessante para um refinamento quanto a perspectiva do usuário em relação ao sistema que uma amostra maior fosse contemplada, baseada em um cálculo amostral. Também o questionário abordou apenas usuários do sistema, muito embora a perspectiva de potenciais usuários que por algum motivo não utilizam o sistema oferece informações e indicadores valiosos para mapear o desenvolvimento do sistema.

- **Estrutura de dados**

Para a análise de área de serviço de instalações realizadas no ArcGIS foi utilizado o arquivo disponibilizado pelo Geoportal do eixo de vias e ciclovias que por sua vez não foi construído de forma estruturada respeitando o início e fim dos nós, comprometendo a precisão da ferramenta. Dessa forma, para estudos futuros ou semelhantes é aconselhável que o pesquisador trate os dados em sua totalidade ou que construa sua própria malha de percurso, obtendo assim 100% de precisão.

- **Viabilidade Econômica**

A análise de Desempenho e otimização do sistema de bicicletas compartilhadas realizado foi desenvolvido exclusivamente baseado em análises georreferenciada e de dados provenientes do sistema e dos usuários. Para tanto, a viabilidade econômica não fez parte da pauta de estudo por representar uma análise complexa que demandaria uma pesquisa apenas para tal finalidade. Segundo o Guia de planejamento de bicicletas compartilhadas do ITDP, o financiamento do sistema de bicicletas compartilhadas pode se dar de diversa maneiras e estratégias a depender das políticas públicas e legislação local, envolvendo financiamento tanto da esfera pública quando de empresas privadas. Sendo assim, o financiamento de sistemas de bicicletas compartilhadas, ademais uma expansão precisa ser estudada para valer de viabilidade econômica de algo tão importante como o transporte sustentável.

- **Expansão do Sistema para outras cidades**

Atualmente no Distrito Federal apenas existe um sistema de bicicletas compartilhadas na região administrativa de Brasília. Porém o sistema pode ser implantado em diversas micro redes assim como a infraestrutura cicloviária foi pensada em seu planejamento, havendo em seguida uma integração entre elas. Neste trabalho por exemplo a área de estudo foi delimitada apenas para Brasília (RA 1) mas regiões administrativas do Cruzeiro e Sudoeste/Octogonal fazem parte da dinâmica da cidade valendo o estudo de um sistema de bicicletas compartilhadas ou mesmo que a expansão do +Bike o alcance.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASÍLIA. +Bike tem duas novas estações. **Brasília Capital**, 2018. Disponível em: <<https://www.bsbcapital.com.br/bike-tem-duas-novas-estacoes/>>. Acesso em: 14 set. 2018.
- ALY, A.A.; WHITE, J.A. Probabilistic Formulations of the Emergency Service Location Problems. **The Journal of the Operational Research Society**, 1978, 29(12), 1167-1179.
- AUGUSTO, O. Brasília se torna a terceira maior capital do país com 3 mi de habitantes. **Correio Braziliense**, 2017. Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/App/noticia/cidades/2017/08/31/interna\\_cidad esdf,622269/brasil-se-torna-a-terceira-maior-capital-do-pais-com-3-mi-de-habita.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/App/noticia/cidades/2017/08/31/interna_cidad esdf,622269/brasil-se-torna-a-terceira-maior-capital-do-pais-com-3-mi-de-habita.shtml)>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- BÜHRMANN, S.; RUPPRECHT CONSULT FORSCHUNG & BERATUNG GMBH. **Public Bicycles**. Mobiped, 2008. Disponível em: <[http://www.mobiped.com/wa\\_files/Niches\\_project-brochures\\_public\\_bicycles\\_Mobiped.pdf](http://www.mobiped.com/wa_files/Niches_project-brochures_public_bicycles_Mobiped.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2018.
- BURROUGH, P. A. Principles of Geographic Information Systems for Lan Resources Assessment. **Oxford Science Publications**, Oxford, 1986.
- BRASIL. **Lei Nº 12.587, de 3 jan. de 2012**. Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acesso em: 5 abr. 2018.
- BRASIL. **Lei Nº 12.257, de 10 jul. de 2001**. Estatuto da Cidade. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)>. Acesso em: 5 abr. 2018.
- BRASIL. **Lei Nº 9.503, de 23 set. de 1997**. Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm)>. Acesso em: 5 abr. 2018.
- CIRIACO, D. **O que acontece quando um serviço chinês de bicicletas compartilhadas acaba?** Tecmundo, 2018. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/128507-o-que-acontece-quando-servico-chines-bicicletas-compartilhadas-acaba.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- COMISSÃO EUROPEIA. **Cidades para Bicicletas, Cidades de Futuro**. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2000. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/cycling/cycling_pt.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF - 2015**. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/PDAD-Distrito-Federal-1.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - Plano Piloto - PDAD 2016**. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/PDAD-Plano-Piloto.pdf>>. Acesso em 25 out. 2018.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – Sudoeste/Octogonal - PDAD 2016**. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/PDAD-Sudoeste-Octogonal-1.pdf>>. Acesso em 25 out. 2018.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - Cruzeiro - PDAD 2016**. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/PDAD-Cruzeiro-1.pdf>>. Acesso em 25 out. 2018.

CODEPLAN, Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Levantamento Domiciliar Socioeconômico Vila Planalto 2009**. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Levantamento-Domiciliar-Socioecon%C3%B4mico-da-Vila-Planalto-2009.pdf>>. Acesso em 25 out. 2018.

DENATRAN. **Frota de veículos – 2016**, 2016. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/estatistica/261-frota-2016>>. Acesso em: 25 abr. 2018

DEMAIO, P. The Bike-Sharing Phenomenon – The History of Bike-Sharing. **Carbursters Magazine**, n. 36, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.metrobike.net/wp-content/uploads/2013/10/Bike-sharing-Phenomenon.pdf>>. Acesso em: 7 set. 2018.

DRUCK et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. EMBRAPA, Brasília, 2004. (ISBN: 85-7383-260-6).

ESRI. **Shapefiles**. ArcGIS. Disponível em: <<https://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/reference/shapefiles.htm>>. Acesso em: 5 out. 2018.

ESRI. **Spatial Analysis**. ArcGIS. Disponível em: <<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/analytics/how-to-perform-spatial-analysis/>>. Acesso em 5 out. 2018.

IBGE. **Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios**: síntese de indicadores. 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

IBGE. **Conheça o Brasil, População:** População rural e urbana. 2015. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: 12 abr. 2018

IBPT. **Real frota circulante no Brasil é de 65,8 milhões de veículos, indica estudo.** Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação, 2018. Disponível em: <<https://ibpt.com.br/noticia/2640/REAL-FROTA-CIRCULANTE-NO-BRASIL-E-DE-65-8-MILHOES-DE-VEICULOS-INDICA-ESTUDO>>. Acesso em: 10 set. 2018.

ITDP. **Guia de Planejamento de Sistemas de Bicicletas Compartilhadas.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2013/12/ITDP-Brasil\\_Guia-de-Planejamento-de-Sistemas-de-Bicicletas-Compartilhadas.pdf](https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2013/12/ITDP-Brasil_Guia-de-Planejamento-de-Sistemas-de-Bicicletas-Compartilhadas.pdf)>. Acesso em: 2 abr. 2018

ITDP. **The Bikeshare Planning Guide:** 2018 edition. 2018. Disponível em: <[https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/12/BSPG\\_digital.pdf](https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/12/BSPG_digital.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2018

KIRK, M. Africa's First Bike-Share just launched in Morocco. **Citylab**, 11 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.citylab.com/transportation/2016/11/why-morocco-is-home-to-africas-first-bike-share/507389/>>. Acesso em: 25 out. 2018.

GEHL, J. **Cidades para pessoas.** 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

NACTO. **Bike Share in the U.S.: 2017.** 2017. Disponível em: <<https://nacto.org/bike-share-statistics-2017/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

MAHMUD, A.; INDRIASARI, V. Facility Location Models Development to Maximize Total Service Area. **Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**, v.1S, n. 4, jan. 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/26595766\\_FACILITY\\_LOCATION\\_MODEL\\_S\\_DEVELOPMENT\\_TO\\_MAXIMIZE\\_TOTAL\\_SERVICE\\_AREA](https://www.researchgate.net/publication/26595766_FACILITY_LOCATION_MODEL_S_DEVELOPMENT_TO_MAXIMIZE_TOTAL_SERVICE_AREA). Acesso em: 28 set. 2018.

MARTIMON, A. **Governo lança plano +Bike com ampliação de ciclovias e mais bicicletas públicas em Brasília.** 2017. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/08/09/governo-lanca-plano-bike-com-ampliacao-de-ciclovias-e-mais-bicicletas-publicas-em-brasilia/>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

MEDDIN, R. **The Bike-sharing World - End of 2013.** The Bike-Sharing Blog, 31 Dez, 2013. Disponível em: <<http://bike-sharing.blogspot.com/2013/12/the-bike-sharing-world-end-of-2013.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

MEDDIN, R. **The Bike-sharing World at the End of 2016.** The Bike-sharing blog, 25 Jan, 2017. Disponível em: <<http://bike-sharing.blogspot.com/2017/01/the-bike-sharing-world-at-end-of-2016.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

MEDDIN, R. **The Bike-sharing World Map is 10 years old**. The Bike-sharing blog, 09 Nov, 2017. Disponível em: <<http://bike-sharing.blogspot.com/2017/11/the-bike-sharing-world-map-is-10-years.html>>. Acesso em: 14 set. 2018.

MENGWEI, C. Hangzhou abuzz over bike sharing. **ChinaDaily**, 01 set, 2016. Disponível em: <[http://www.chinadaily.com.cn/business/2016hangzhoug20/2016-09/01/content\\_26665873.htm](http://www.chinadaily.com.cn/business/2016hangzhoug20/2016-09/01/content_26665873.htm)>. Acesso em: 20 set. 2018.

MOBILIDADOS. **Emissões de CO2 e material resultantes do uso de combustível**. 2018. Disponível em: <<https://mobilidados.org.br/database/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

MURRAY, A. Strategic analysis of Public Transport Coverage. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 3, n. 35, p. 175-188, 2001.

MURRAY, A. A Coverage Model for Improving Public Transit System Accessibility and Expanding Access. **Annals of Operations Research**, v. 1, n. 123, p. 143-156, 2003.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. **Sobre o dados.gov.br**. Portal Brasileiro de Dados Abertos, 2017. Disponível em: <<http://dados.gov.br/pagina/sobre>>. Acesso em : 5 abr. 2018.

SEGETH. **Tempo de viagem por transporte coletivo**. Disponível em: <<http://www.observatorioterritorial.segeth.df.gov.br/populacao-abrangida-pela-infraestrutura-cicloviaria/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SEGETH. **População abrangida pela infraestrutura cicloviária**. Disponível em: <<http://www.observatorioterritorial.segeth.df.gov.br/populacao-abrangida-pela-infraestrutura-cicloviaria/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SEGETH. **Geoportal**. Disponível em: <<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/#>>. Acesso em: 10 set. 2018.

SEGETH. **Geoportal: Sistema Viário - Ciclovia**. Disponível em: <<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/#>>. Acesso em: 10 set. 2018.

SHAHEEN, S. Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future. **Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board**, jan, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Susan\\_Shah\\_eeen/publication/46439835\\_Bikesharing\\_in\\_Europe\\_the\\_Americas\\_and\\_Asia\\_Past\\_Present\\_and\\_Future/links/0c960521d2c8b0e411000000/Bikesharing-in-Europe-the-Americas-and-Asia-Past-Present-and-Future.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Susan_Shah_eeen/publication/46439835_Bikesharing_in_Europe_the_Americas_and_Asia_Past_Present_and_Future/links/0c960521d2c8b0e411000000/Bikesharing-in-Europe-the-Americas-and-Asia-Past-Present-and-Future.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2018.

SOARES et al. (Org). **A bicicleta no Brasil 2015**. São Paulo: D. Geith, 2015.

SOUSA, A.; SILVA, P.; OLIVEIRA, R. **Implantação de serviços de bicicletas de aluguel: a experiência Bike Brasília**. Estudo - Programa de Pós-Graduação em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

UN HABITAT. **University of Nairobi launches bike share programme.** 2017. Disponível em: <<https://unhabitat.org/university-of-nairobi-launches-bike-share-programme/>>. Acesso: 26 out. 2018.

U.S.DTFHA. **Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel: Overview of Methods.** Safety FHWA, 1999. Disponível em: <[https://safety.fhwa.dot.gov/ped\\_bike/docs/guidebook1.pdf](https://safety.fhwa.dot.gov/ped_bike/docs/guidebook1.pdf)> Acesso em: 07 nov. 2018.

VELLOSO, M. **Programa Cicloviário do DF: passado, presente e futuro.** Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, 2015. Disponível em: <[http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD\\_2\\_Planejamento\\_Ciclovi%C3%A1rio\\_no\\_DF.pdf](http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD_2_Planejamento_Ciclovi%C3%A1rio_no_DF.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ZEE, RENATE VAN DER. Story of cities #30: how this Amsterdam inventor gave bike-sharing to the world. **The Guardian**, 2016. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/cities/2016/apr/26/story-cities-amsterdam-bike-share-scheme>>. Acesso em: 02 set. 2018.

ZHANG, Y. **Evaluating performance of bicycle sharing system in Wuhan, Chine.** 2011. Dissertação (Mestrado) - Degree of Master of Science in geo-Information Science and Earth Observation Faculty of Geo-information Science and Earth Observation, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2011. Disponível em: <<http://mobility-workspace.eu/wp-content/uploads/ying.pdf>>. Acesso em: 5 de abr. 2018)

## ANEXO A – QUESTIONÁRIO FECHADO

<b>Questionário</b>						
Pesquisador: _____		Data: ____/____/____		Hora: _____		
Estação: _____						
<b>1 - Situação Laboral</b> <input type="checkbox"/> desempregado(a) <input type="checkbox"/> emprego informal <input type="checkbox"/> setor público <input type="checkbox"/> setor privado <input type="checkbox"/> aposentado ou pensionista <input type="checkbox"/> estudante		<b>2 - Renda Familiar</b> <input type="checkbox"/> Até 1000 reais <input type="checkbox"/> 1000 a 2000 reais <input type="checkbox"/> 2000 a 3000 reais <input type="checkbox"/> 3000 a 4000 reais <input type="checkbox"/> 4000 a 5000 reais <input type="checkbox"/> 5000 a 6000 reais <input type="checkbox"/> mais de 6000 reais		<b>3 - Prevalentemente suas viagens de bicicleta de aluguel têm como destino ou razão:</b> <input type="checkbox"/> trabalho <input type="checkbox"/> estudo <input type="checkbox"/> lazer <input type="checkbox"/> turismo <input type="checkbox"/> compras <input type="checkbox"/> Outros _____		
<b>4 - Ao utilizar as bicicletas de aluguel você integra com outro modo de transporte?</b> <input type="checkbox"/> Ônibus <input type="checkbox"/> Caminhada <input type="checkbox"/> Carro particular <input type="checkbox"/> Táxi/Uber/cabify/99 <input type="checkbox"/> Motocicleta <input type="checkbox"/> Metrô <input type="checkbox"/> nenhum		<b>5 - Qual é a principal razão para o uso das bicicletas compartilhadas?</b> <input type="checkbox"/> economia de tempo <input type="checkbox"/> redução de gastos com transportes <input type="checkbox"/> opção por transporte sustentável ambientalmente <input type="checkbox"/> conveniência e facilidade de uso <input type="checkbox"/> segurança <input type="checkbox"/> manutenção da saúde <input type="checkbox"/> outros		<b>6 - Considerando os pontos de locação de bicicletas, quanto tempo você está disposto a caminhar para locar uma unidade?</b> <input type="checkbox"/> até 5 minutos <input type="checkbox"/> de 5 a 10 minutos <input type="checkbox"/> de 10 a 15 minutos <input type="checkbox"/> de 15 a 20 minutos <input type="checkbox"/> de 20 a 25 minutos <input type="checkbox"/> de 25 a 30 minutos <input type="checkbox"/> mais de 30 minutos		
<b>7 – Responda as questões abaixo de acordo com os seguintes critérios:</b>						
<b>0</b> - Não tenho opinião formada;	<b>1</b> - Sem condições de uso ou inexistentes;	<b>2</b> - Ruim ou péssimo;	<b>3</b> - Razoável;	<b>4</b> - Bom;	<b>5</b> - Ótimo	
<b>Quanto a ciclovía que utiliza com maior frequência, avalie:</b>						
Condições de pavimento	0	1	2	3	4	5
Abrangência da malha cicloviária	0	1	2	3	4	5
Segurança Viária (riscos para circulação, disponibilização de trajeto determinado, pontos de ligação)	0	1	2	3	4	5
Segurança pública (iluminação adequada, policiamento, etc.)	0	1	2	3	4	5
Sinalização da ciclovía (horizontal e vertical)	0	1	2	3	4	5
Integração da malha cicloviária (cruzamento com vias e demais barreiras)	0	1	2	3	4	5
Arborização (meio ambiente) Sombra, clima, conforto, bem estar.	0	1	2	3	4	5
<b>Quanto as estações de locação de bicicleta, avalie :</b>						
Distância entre as estações	0	1	2	3	4	5
Número de estações	0	1	2	3	4	5
Distribuição das estações pela cidade	0	1	2	3	4	5
Capacidade de estações (número de docks)	0	1	2	3	4	5
Integração com o Transporte Público	0	1	2	3	4	5
Localização das estações	0	1	2	3	4	5
Informações e serviços de trânsito nas estações	0	1	2	3	4	5
Sistema de TI e mecanismos de pagamento do aluguel (clareza, funcionários, tiragem de dúvidas, assistência)	0	1	2	3	4	5
Facilidade de retirada e devolução de bicicletas	0	1	2	3	4	5
<b>Quanto à bicicleta, avalie considerando a escala:</b>						
Conforto e qualidade	0	1	2	3	4	5
Higiene e limpeza	0	1	2	3	4	5
Funcionalidade (dispositivos e equipamentos)	0	1	2	3	4	5
<b>Como você avalia o sistema de bicicletas +BIKE</b>						
	0	1	2	3	4	5