



PROPOSTA DE DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES COMPARTILHADAS PARA TRANSPORTE CICLOVIÁRIO NA CIDADE DE CUIABÁ - MT

Matheus Guedes Medeiros¹
Juliana Queiroz Borges de Magalhães Chegury¹
Marina Leite de Barros Baltar²

¹Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso

²Programa de Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

Com o crescimento da motorização dos transportes, algumas externalidades começaram a atrapalhar o desenvolvimento das cidades. Então, em contrapartida, movimentos de mobilidade urbana sustentável surgiram ao redor do mundo. Uma das práticas que está recebendo um grande destaque no Brasil são as Bicicletas Compartilhadas. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma proposta para o dimensionamento de estações compartilhadas para transporte ciclo viário na cidade de Cuiabá - MT. A proposta de dimensionamento está sendo realizada com auxílio do modelo matemático P-mediana. Modelo este que se baseia na simulação de pontos estratégicos de bicicletários, alternando suas localizações e quantidades, com o intuito de incentivar a maior quantidade de pessoas a usufruir do sistema de bicicleta compartilhada. Após a bateria de testes, foi concluído que o melhor custo-benefício de dimensionamento se deu com 44 estações de bicicletas elétricas, tendo um custo de investimento de 1,81 milhões de reais.

Palavras-chave: Mobilidade sustentável, bicicletas compartilhadas, P-mediana.

ABSTRACT

With the growth of motorization in transportation, some externalities began to hinder the city's development. In response, sustainable urban mobility movements emerged around the world. One of the practices receiving significant attention in Brazil is Shared Bicycles. This work aims to develop a proposal for the design of shared cycling transportation stations in the city of Cuiabá - MT. The design proposal is being carried out with the assistance of the P-median mathematical model. This model is based on simulating strategic bike station locations, alternating their positions and quantities, to encourage a larger number of people to make use of the shared bike system. After a series of tests, it was concluded that the best cost-benefit design consists of 44 electric bike stations, with an investment cost of 1.81 million Brazilian reais.

Key-words: Sustainable mobility, shared bicycles, P-median.



1. INTRODUÇÃO

Até o século XX os únicos métodos de locomoção disponíveis nas cidades eram de tração humana ou animal. As cidades ainda não eram desenvolvidas e, portanto, esse modo de locomoção era considerado suficiente para as condições locais, apesar de não conseguirem atingir altas velocidades e percorrer grandes distâncias ser um desafio. Com o advento dos transportes motorizados, com maiores velocidades, as distâncias não eram mais um problema, o que permitiu um aumento considerável da área horizontal ocupada por uma cidade e então tornou-se comum metrópoles atingirem milhões de habitantes (SCHIPPER; EMANUEL; OLDENZIEL, 2020). Juntamente a esse aumento espacial, criou-se uma dependência de transportes motorizados, tanto individuais quanto coletivos, o que trouxe uma série de externalidades para as cidades, como acidentes, uso do espaço público para estacionamento, poluição sonora, aumento de estresse e congestionamentos (SCHIPPER; EMANUEL; OLDENZIEL, 2020).

A economia passou a ser impactada diretamente com essas externalidades, segundo estimativas do Sistema FIRJAN (2014), o custo do congestionamento no ano de 2022 será próximo de 120 bilhões de reais. Além disso, a questão humanística também pesa, de acordo com a pesquisa de opinião pública realizada pelo IBOPE em setembro de 2019, indicando que um paulistano gasta em média 2 horas 25 minutos se deslocando diariamente. Diante dessas consequências, o poder público e as instituições de ensino travam uma batalha para acharem medidas que melhorem a satisfação do cidadão perante a mobilidade urbana (LEONI et al., 2018).

Uma das soluções advindas dessa busca foi a mobilidade urbana sustentável, que surge com medidas para priorizar os modos não motorizados e os coletivos motorizados, almejando a integração destes (LEONI et al., 2018). Por consequência, nasce o princípio de “Bike Share”, o programa de compartilhamento de bicicletas é uma medida sustentável que tem principal foco em fazer integração entre meios de transportes e facilitar os deslocamentos chamados “última milha”, que seria o último trecho percorrido, por exemplo, entre a estação de ônibus/trem e o destino final (BAHADORI, GONÇALVES, MOURA, 2019).

Existem diferentes formatos de operação das bicicletas compartilhadas, mas dois são os mais comuns: sistema que introduz estações fixas de bicicleta, onde o usuário retira a bicicleta em uma estação e é obrigado a deixá-la em outra estação da cidade e em um sistema livre de estações, onde as bicicletas contêm uma trava que pode ser desbloqueada via aplicativo, e te dá a liberdade de retirar e deixar a bicicleta em uma área determinada.

O primeiro sistema pode ser julgado como mais inflexível por ter locais fixos de parada, mas estes locais predeterminados evitam alguns dos problemas referidos anteriormente. Apesar de ainda apresentar o obstáculo do desequilíbrio, a manutenção se torna mais fácil pelas bicicletas estarem menos dispersas. Porém, um problema que pode afetar o desempenho do primeiro modelo é o subdimensionamento das estações, fazendo com que fiquem lotadas frequentemente (BAHADORI, GONÇALVES, MOURA, 2019).

Apesar de toda a comodidade de não ter uma estação, dar liberdade e fluidez de onde deixar a bicicleta após o uso, o segundo sistema apresenta alguns problemas que o tornam menos eficazes que as bicicletas com estações. A possibilidade de deixar a bicicleta em qualquer lugar dentro de uma área específica não significa especificamente segurança, já que podem ser, furtadas e/ou depreciadas, além do fato de que o usuário pode vir a abandonar a bicicleta em



locais indevidos, causando outros tipos de transtornos, como exemplo, deixar a bicicleta em locais de passeio, entradas de garagem ou dentro de locais particulares. Outro ponto importante é o desbalanceamento da distribuição das bicicletas o que pode causar um grande gasto monetário para reequilibrar o sistema (BAHADORI, GONÇALVES, MOURA, 2019).

Sendo assim, o sistema que irá ser abordado neste trabalho será o das estações fixas. Este é, atualmente, o modelo mais difundido no Brasil, e algumas cidades já estão reavaliando, ou já reavaliaram, a realocação das estações, agora que possuem mais dados do comportamento dos usuários. O objetivo geral da pesquisa é desenvolver uma proposta para o dimensionamento de estações compartilhadas para transporte ciclo viário na cidade de Cuiabá - MT, buscando utilizar técnicas de pesquisa operacional para auxiliar no processo de implementação das estações. A proposta está embasada no atendimento à demanda pré-existente e no orçamento disponível para a implantação do sistema, com o intuito de fazer um planejamento que diminua a realocação futura das estações e o custo operacional.

Cuiabá há pouco tempo começou adotar algumas práticas que levam a redução do transporte individual, como a faixa preferencial de ônibus e em 2021 apresentou novas diretrizes para a construção de um BRT (Bus Rapid Transit) com 54 ônibus elétricos, que foi escolhido para ser implantado no lugar do antigo VLT (Veículo Leve sobre Trilho). Embora ainda não tenham sido implementados efetivamente, essas intenções se apresentam como um contraste às obras focadas em veículos particulares. Grandes cidades do mundo, como Londres, Washington, Xangai, São Paulo vêm mostrando que o programa de bicicleta compartilhada pode ser uma boa alternativa ao sistema de transporte urbano convencional. Assim, o presente trabalho se justifica pela relevância do assunto abordado atualmente, onde questões acerca da mobilidade urbana nos grandes centros têm sido amplamente discutidas. A bicicleta compartilhada e sua boa integração com o sistema de transporte público e os pontos de maiores fluxos na área central de Cuiabá, podem criar uma alternativa viável para a mobilidade urbana sustentável da cidade.

Além da presente seção de introdução, o artigo está estruturado em mais três seções. A segunda seção trata da metodologia utilizada explicando como foi realizada a obtenção de dados e o modelo matemático utilizado, a terceira seção apresenta estudo de caso realizado na cidade de Cuiabá-MT e, finalmente, na última seção são apresentadas as considerações finais e possíveis estudos futuros.

2. METODOLOGIA UTILIZADA

Para realização deste trabalho a cidade de Cuiabá, capital do Mato Grosso, foi escolhida para teste de hipótese do projeto de bicicleta compartilhada, utilizando o conhecimento de pesquisa operacional para definir as melhores localizações das estações de bicicleta compartilhada a partir das variáveis consideradas no modelo. A cidade está situada em zona tropical, contém um clima predominantemente quente e úmido, podendo apresentar, uma temperatura acima dos 40º.

A pesquisa irá se restringir na área ao redor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), mais precisamente os bairros presentes em um raio de 2 km dela. A região foi escolhida por conter grande número de viagens ativas, e ter como ponto central um polo gerador de viagens, que é a UFMT, além disso, tem em sua área um shopping, o 3 Américas (MEDEIROS et al., 2019).

2.1 OBTENÇÃO DOS DADOS



Para iniciar a alocação das estações, os pontos foram definidos manualmente, em locais de interesse de viagens, como próximos de grandes comércios, shopping e prédios, e que permitem a disposição das estações, esta etapa foi feita com o auxílio da ferramenta *Street View* do *Google Earth*. Em seguida, os pontos escolhidos foram plotados no *software* Qgis para gerar a matriz de alocação dos possíveis pontos.

Será tomado a densidade de habitantes das áreas, com o auxílio do mapa de densidade demográfica por bairro de Cuiabá, disponibilizado pelo IBGE. Após isso, será contabilizado o número de pessoas que cada estação atenderá, considerando que o raio de atuação de cada uma delas é de 300 metros.

Outro dado necessário para o modelo matemático será o custo de cada estação com 10 vagas para bicicletas, considerando que cada estação nova deverá ter um acréscimo de 5 de bicicletas que irão ser alocadas nela. Para isso será feita uma cotação entre os fabricantes desse âmbito para verificar a melhor oferta.

2.2 MODELAGEM MATEMÁTICA

Hakini (1964,1965) propôs um modelo matemático que tinha objetivo de localizar p facilidades para atender n pontos de demanda, onde a distância entre eles seja a menor possível. Esse modelo ficou conhecido como p -mediana, no qual as facilidades (p) podem ser hospitais, lojas, estações, entre outros (FERNÁNDEZ; LANDETE, 2015). Uma das maiores vantagens de se usar o método p -mediana é que ele tem uma diversidade de aplicações. Como Silva e Mestria (2019) que testaram hipóteses para encontrar a melhor localização de estações de carregamentos de carros elétricos na cidade de Vitória, capital do estado do Espírito Santo.

Diante disso, no presente trabalho foi utilizado o modelo matemático P -mediana para a alocação das estações. Sua manipulação foi feita dentro do *Software FICO Xpress Optimization*, que é um programa de otimização comercial para programação linear, linear inteira mista, quadrática convexa, entre outros e utiliza uma linguagem de programação própria. O modelo de P -mediana se baseia em reduzir as distâncias entre os pontos de acordo com a quantidade de facilidades que serão abertas.

Para definir a quantidade de bicicletários foi utilizada a Equação (1).

$$p = \frac{M - Cf}{Cv} \quad (1)$$

Onde,

p = Número de facilidades a serem localizadas/ quantidade de bicicletários;

M = Montante em dinheiro que será aplicado

Cf = Custo fixo, influenciado por itens que independem da quantidade de bicicletários, como o sistema para liberar a bicicleta e a publicidade.

Cv = Custo Variável, influenciado por itens que refletem na quantidade de bicicletários, custo das bicicletas e do próprio bicicletário.

As outras variáveis presentes no modelo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis presentes no modelo matemático

d_{ij}	Distância do cliente j ao ponto localizado em i
x_{ij}	Matriz de alocação e variável de decisão que indica se a facilidade está sendo atendida ($x_{ij} = 1$) ou não ($x_{ij} = 0$);
y_i	Variável de decisão binária que indica se a facilidade está aberta ($y_i = 1$) ou não ($y_i = 0$)
Q_j	Quantidade de clientes por ponto

O modelo matemático utilizado na presente pesquisa é apresentado abaixo.

$$\text{Min} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_{ij} Q_j x_{ij} \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} y_i = p \quad (4)$$

$$x_{ij} \leq y_i, \quad \forall i \in I, \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i \in I, \quad \forall j \in J \quad (6)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in I \quad (7)$$

Onde:

A Função Objetivo (2) busca minimizar a distância percorrida considerando a população atendida por cada bicicletário de forma que o modelo aloque os bicicletários mais próximos às regiões mais densas. As restrições (3) indicam que cada usuário irá ser atendido por uma

facilidade, a restrição (4) permite que somente p facilidades sejam abertas, as restrições (5) impossibilitam a alocação de um cliente em uma estação fechada, por fim as restrições (6) e (7) expressam a binaridade de x_{ij} e y_j . O modelo matemático foi usado para simular diferentes cenários, onde serão abertas diferentes quantidades de facilidades, simulando diversos valores de investimentos, para que se possa testar qual a quantidade de estações que irá satisfazer os usuários com o melhor custo possível.

3. ESTUDO DE CASO

A região utilizada como estudo de caso tem uma topografia plana, com inclinação média de 2,2%. Alguns bairros, como o Boa Esperança e o Jardim Tropical apresentam uma grande quantidade de estudantes da UFMT, o que implica em uma alta taxa de viagens por modos ativos por conta da proximidade entre a origem e o destino. Pensando na dificuldade de se utilizar bicicletas em Cuiabá, por conta da temperatura, o sistema de bicicletas compartilhadas foi planejado todo com bicicletas elétricas e as estações com painéis de energia solar para recarga destes.

Para se conseguir definir a demanda de cada ponto estabelecido foi utilizado o mapa de densidade geográfica do IBGE, a maior precisão encontrada para Cuiabá foi a divisão por bairros, e a versão mais atualizada é do ano de 2010. Por consequência, para que pudesse utilizar números mais atualizados, foi feito o reajuste dos valores de acordo com a taxa de crescimento de Cuiabá entre os anos de 2010 e 2021. A população na cidade de Cuiabá, de acordo com o IBGE (2020), é de 551.098 em 2010 e 618.124 em 2021. Desse modo, temos uma taxa de crescimento de 12,16%. Na Figura 1 apresenta-se as noventa e sete possíveis localizações que foram escolhidas de forma arbitrária.

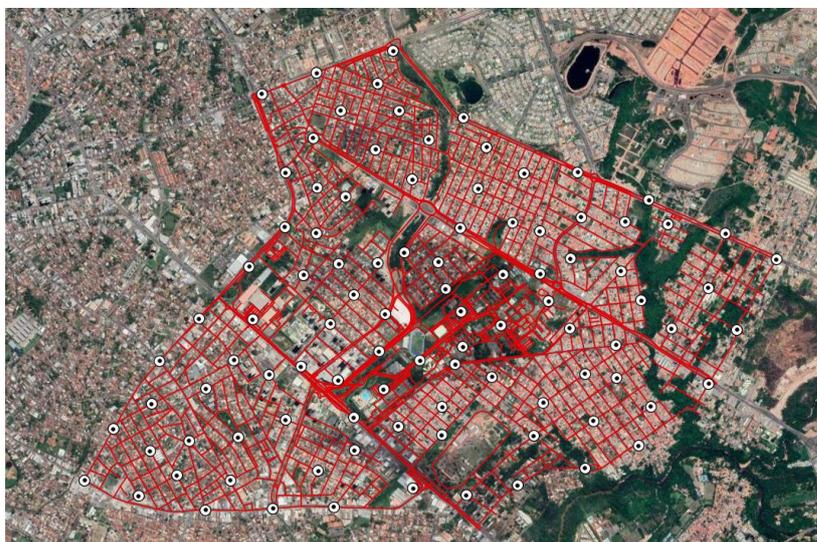


Figura 1– Pontos Escolhidos
Fonte: Autor, Qgis (2021)

Como apresentado anteriormente, o raio de atuação de cada localização é de 300 metros, logo, a área dos pontos é considerada como 0,28 km². Esta área será percentualmente multiplicada pelo valor médio da densidade dos bairros que está atuando. Para facilitar o cálculo de pontos que estão em divisa de mais de dois bairros os valores foram arredondados para múltiplos de 10%. Após o cálculo da demanda, estes valores foram multiplicados pela taxa de crescimento encontrada, a fim de obter a demanda atual.



A região da Universidade Federal de Mato Grosso é um caso específico, pois ela não tem residentes, mas tem uma enorme quantidade de possíveis usuários, então foi considerada a quantidade de alunos que estudam nos blocos e estes alocados ao possível ponto mais próximo. Os polos geradores de viagem da região foram definidos como pontos essenciais para receber os bicicletários, são eles: dois miniestádios, três supermercados, um hotel, um shopping center, duas praças onde ocorrem eventos e a própria Universidade. Para garantir que estes locais sejam abertos em qualquer ocasião, a demanda deles será considerada absolutamente maior que a de outros.

3.1 AVALIAÇÃO DE CUSTO

Neste trabalho foram avaliados os custos fixos e variáveis para a implementação do projeto. Nos custos fixos são considerados, a criação do aplicativo para a interligação do sistema de travamento eletrônico e o marketing para instigar a curiosidade da população ao uso. Em custos variáveis temos o custo operacional, que foi calculado ao ano e o custo de implementação por vaga.

Para se montar o aplicativo foi feito uma cotação com a *SevenApps*, empresa especializada em construção de aplicativos sob demanda, o preço inicial da criação é de aproximadamente de R\$ 280.000,00, além de uma manutenção mensal de R\$ 10.000,00. Considerando que o aplicativo irá se auto manter com o valor da passagem cobrada dos usuários e, se necessário, da venda de propagandas em painéis nas bicicletas a partir do segundo ano. Inicialmente deverão ser aportados para este item R\$ 400.000,00.

Para a ação de marketing do programa, dois pontos foram relacionados: o primeiro deles é o marketing digital e o segundo é o marketing orgânico. Para o marketing digital, o site Guia Ekyte apresenta uma pesquisa que relaciona o público-alvo total e o investimento sugerido. De acordo com ele para atingir uma publicação atingir 1 milhão de pessoas de maneira significativa, traz um custo de R\$ 25.000,00. Considerando uma campanha de marketing por trimestre durante o primeiro ano de uso do sistema, deverá ser destinado R\$ 100.000,00 para este tópico. O marketing orgânico será realizado, como o nome já diz, de maneira natural, sem investimentos monetários para isso. Com um sistema de qualidade, a curiosidade das pessoas irá ser despertada e farão com que utilizem o sistema, assim poderão indicar para mais pessoas e criar uma propaganda positiva em massa.

Sendo assim, o custo operacional será avaliado somente durante o primeiro ano, pois o intuito do sistema é que ele se mantenha após este período. Levando em consideração o custo operacional anual por vaga apresentado no Guia de Planejamento do ITDP, cada vaga de bicicleta elétrica custa em média US\$ 110 dólares por ano, com a cotação do dólar de abril de 2021, o investimento total deste item será de R\$ 599,50 reais por vaga. Considerando a taxa de bicicleta por vaga igual a 1/3, considerando também o valor de R\$ 3.000,00 por bicicleta elétrica e R\$ 6.000,00 por estação com 12 vagas e painel solar para recarga, tem-se um total de R\$ 1.500,00 por vaga.

Enfim, o custo total da operação será de R\$ 500.000,00 fixos, advindos do valor da construção do aplicativo mais a campanha de marketing. Além do custo de aproximadamente R\$ 2.100,00 por vaga.

Como dito anteriormente, uma operação mínima nas regiões consideradas de alta prioridade localizadas próxima aos polos geradores de viagens totalizaram 240 vagas

indispensáveis, o que já traz um custo inicial de R\$ 1.004.000,00 para se garantir uma qualidade no projeto.

3.2 RESULTADOS OBTIDOS

Foram analisados diversos cenários para o problema em questão; neles foi alterado o custo total do projeto e, conseqüentemente, observa-se um aumento da distância percorrida, conforme pode ser observado na Figura 2.

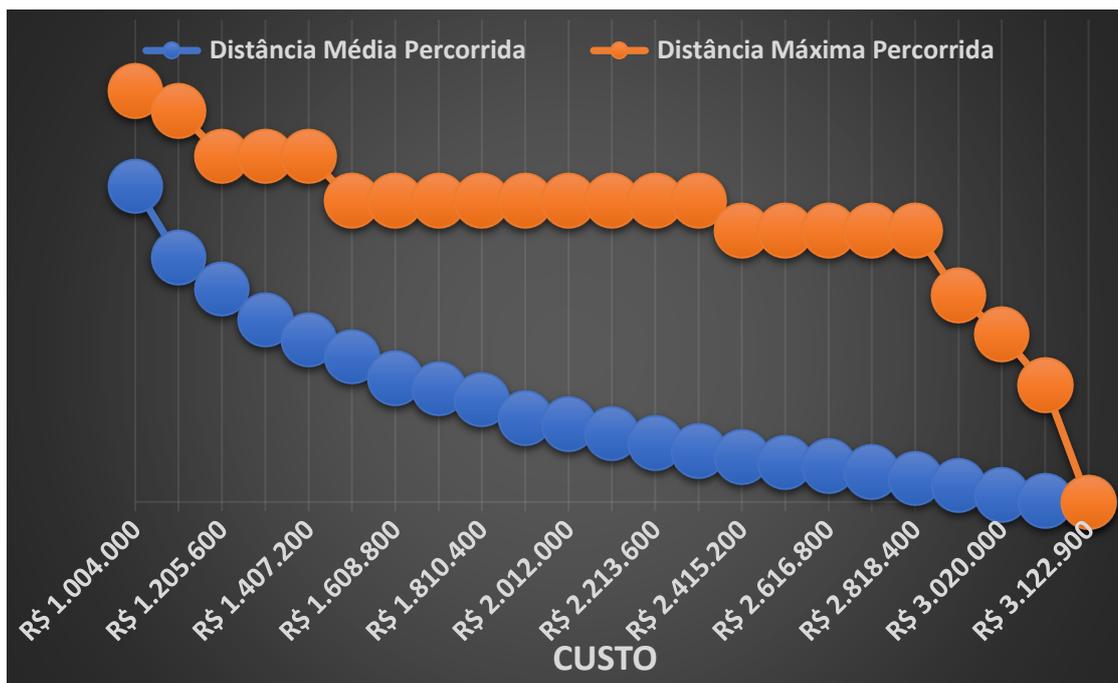


Figura 2 - Distância média e máxima x Custo
Fonte: Autor, Excel (2021)

De acordo com o ITDP (2014), para que o usuário desperte um maior interesse em utilizar a bicicleta, a estação deve estar em uma distância de no máximo 300 metros da sua casa. O único modelo que atenderia a todos seria a construção dos 97 bicicletários, mas o custo dessa operação seria de 3,12 milhões de reais. Então os valores com os maiores custos-benefícios para este sistema seriam: a abertura das 12 estações com os pontos essenciais; ou a abertura de 44 estações com o valor de 1,81 milhões de reais, esta hipótese nos traz uma distância média de caminhada de 297 metros, ou seja, apesar de não otimizar o sistema para todas as pessoas, a maioria delas será atendida, e as poucas que não foram estarão sujeitas a uma caminhada um pouco maior.

Para facilitar a visualização do sistema na Figura 3 apresenta-se quais facilidades serão abertas e quais outras elas irão atender com a hipótese de se abrir 44 bicicletários.

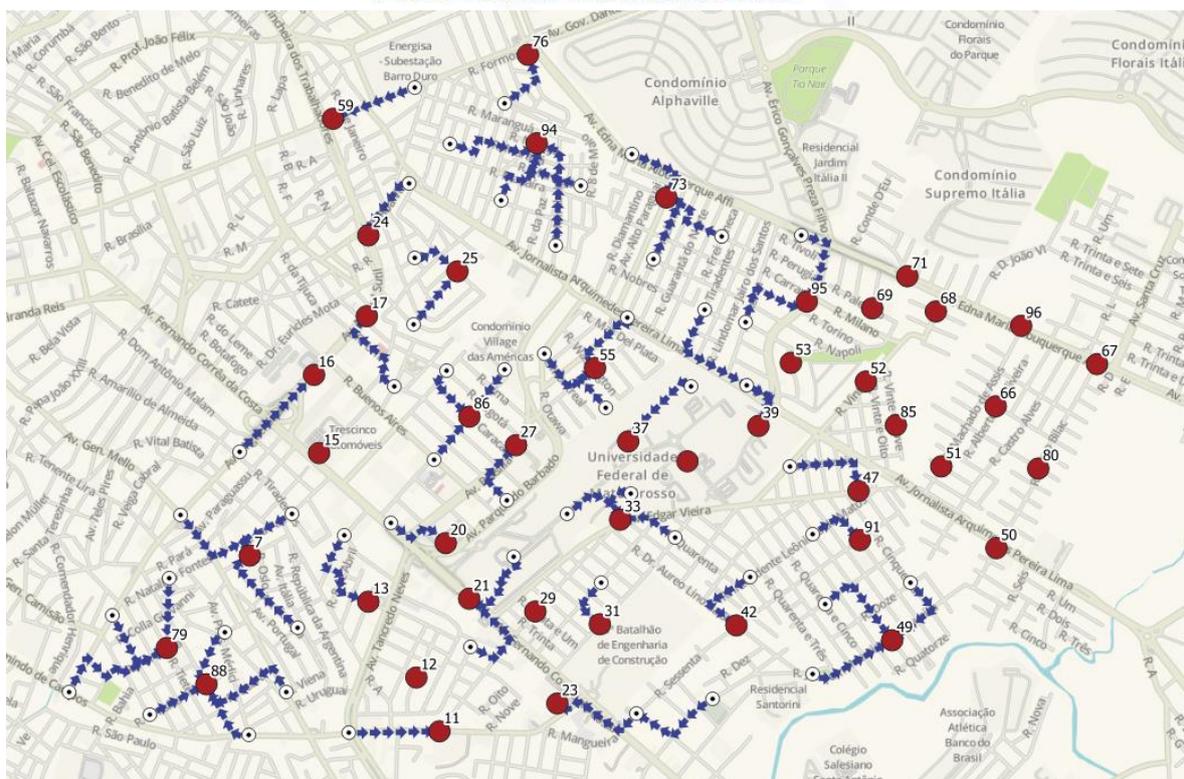


Figura 3 - Traçado Final do Projeto
 Fonte: Autor, Qgis (2021)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi alcançado ao desenvolver uma proposta para o dimensionamento de estações compartilhadas para transporte cicloviário na cidade de Cuiabá - MT, buscando utilizar técnicas de pesquisa operacional para auxiliar no processo de implementação das estações. No estudo de caso é possível observar que a demanda pode ser atendida com diferentes níveis de serviço dependendo do investimento a ser realizado.

Quanto ao dimensionamento, foi concluído que dentre os 97 locais escolhidos o melhor custo-benefício para a região seria a construção de 44 deles, tendo um custo de investimento de 1,81 milhões de reais. Nesta hipótese, apesar de existir uma distância de caminhada máxima de 875 metros, vemos que na média as pessoas caminharão 297 metros, o que é abaixo do raio de atuação desse tipo de sistema.

Vale ressaltar que para se obter um sistema de bicicletas compartilhadas adequado para a cidade de Cuiabá, é necessário aplicar algumas medidas *de traffic calm*, pois a estrutura da região não favorece a atividade de ciclismo, por conta da baixa quantidade de ciclovias e ciclofaixas, alta velocidade dos carros e altas temperaturas. Portanto, devem ser adotadas medidas como a implantação de ciclofaixas, redução do raio de giro, almofadas e estreitamento de vias. Essas medidas têm o intuito de reduzir a velocidade dos carros, aumentar a segurança dos pedestres e ciclistas e aumentar a área verde local, podendo assim, diminuir a temperatura local e expandir o uso de transportes ativos.

Como estudo futuro, sugere-se realizar um levantamento mais detalhado de qual a real demanda pelas bicicletas com o objetivo de priorizar quais estações devem ser instaladas



inicialmente, além disso, sugere-se incluir no estudo o custo da logística pra manter a melhor disposição das bicicletas.

Referências

BAHADORI, Mohammad Sadegh; GONÇALVES, Alexandre Bacelar; MOURA, Filipe. Fatores críticos na operação de sistemas de bicicletas compartilhadas: Revisão do estado da arte. In: **Proceedings of the 9th Congress Rodoviário Português**, Lisboa, Portugal. 2019. p. 28-30.

FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Nota Técnica 03**: Os custos da (i)mobilidade nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo. Rio de Janeiro, 2014

FERNÁNDEZ, Elena; LANDETE, Mercedes. **Fixed-Charge Facility Location Problems. Location Science**, [s.l.], p.47-77, 2015. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-13111-5_3.

HAKIMI, S. L.. **Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph. Operations Research**, [s.l.], v. 12, n. 3, p.450-459, jun. 1964. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/opre.12.3.450>.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019

IBGE. **CUIABÁ**: história. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/matogrosso/cuiaba.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ITDP BRASIL. Guia de Compartilhamento de Bicicletas Compartilhadas. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/guia-de-planejamento-de-sistemas-de-bicicletas-compartilhadas/>.

LEONI, Lisiane Marques Lemos et al. **Bicicletas compartilhadas: Um panorama da evolução do sistema e dos programas instalados no país**. In: XIV SEMANA DE EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 14., 2018, Passos de Pedra. **Bicicletas compartilhadas: Um panorama da evolução do sistema e dos programas instalados no país**. Passos de Pedra: Seppesq, 2018. p. 1 - 12.

MEDEIROS, M. G. ; LOPES, J. P. B. ; BENDER, J. E. ; BALTAR, M. L. B. . Transporte ativo em um campus universitário urbano: caso da UFMT. In: **II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, 2019, São Paulo. Anais do II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana, 2019

SCHIPPER, Frank; EMANUEL, Martin; OLDENZIEL, Ruth. Sustainable Urban Mobility in the Present, Past, and Future. **Technology And Culture**, [s.l.], v. 61, n. 1, p. 307-317, 2020. Project Muse. <http://dx.doi.org/10.1353/tech.2020.0004>.

SILVA, Yngrith Soares da; MESTRIA, Mário. **Algoritmos para o problema de localização de estações de carregamento de veículos elétricos. Revista Produção Online**, [s.l.], v. 19, n. 1, p.290-320, 15 mar. 2019. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v19i1.3324>.