

Estudo de viabilidade de implantação de sistema de transporte ativo por bicicleta em corredor viário urbano: caso corredor *MOVE-BRT/BH-MG*

*DIMAS ALBERTO GAZOLLA PALHARES*¹; *BRUNO ALVARENGA FONSECA*²

¹⁻² Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Escola de Engenharia.
Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia.
Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – *Campus Pampulha*, Bloco 3, s/2027, tel.(31)3409-1771;
Belo Horizonte – MG – Brasil
dagap@cce.ufmg.br

SINOPSE

O trabalho discute a proposta de procedimentos metodológicos e os resultados obtidos, em um estudo de viabilidade técnica de implantação de um sistema de transporte ativo, por bicicleta, no corredor viário urbano de grande capacidade de tráfego, da avenida Antônio Carlos, na cidade de Belo Horizonte-MG, com canaleta exclusiva operando com sistema BRT.

PALAVRAS-CHAVES: Transporte Ativo Urbano; Infraestrutura Cicloviária; Corredor BRT/CICLOVIA; Estudo Viabilidade Técnica Transporte Ativo.

1. INTRODUÇÃO

A cada novo ano, os deslocamentos realizados dentro das cidades no Brasil, tem se tornando um problema maior, principalmente nas grandes metrópoles. O problema se agrava sistematicamente e os efeitos da ineficiência dos sistemas atuais de transporte podem ser notados por todos, diariamente. O tempo gasto para realizar os deslocamentos necessários aumenta, causando prejuízos econômicos e também à saúde das pessoas. De acordo com dados de indicadores sobre mobilidade urbana da Confederação Nacional da Indústria (CNI), publicados em 2015, o percentual de usuários que avalia o transporte público como ruim ou péssimo, teve um crescimento de mais de oito pontos percentuais, passando de 28% em 2011 para 37% em 2014, reforçando tendência, já verificada, de crescimento 20%, entre os anos de 2003 e 2010, do tempo médio gasto pelos brasileiros para deslocamento em regiões urbanas. Outra pesquisa realizada pelo SPC (Serviço de Proteção ao Crédito) em janeiro de 2018, mostra que o brasileiro passa em média duas horas e vinte e oito minutos, por dia, no trânsito dentro das capitais.

Tendo em vista que é necessário melhorar a eficiência dos meios de transporte e consequentemente melhorar a qualidade de vida das pessoas, cada vez mais é justificada a necessidade de esforços no sentido de diversificar e equilibrar a matriz de transportes, que opera nas áreas urbanas e equacionar a integração entre os diferentes modais. Estes devem funcionar de forma integrada e complementar, para que assim atendam melhor às demandas de cada usuário.

Um dos modais de transportes que vem ganhando espaço na sociedade é o transporte ativo por bicicleta. De acordo com reportagem do portal G1, publicada em 18/02/2017, nas capitais brasileiras, a malha cicloviária passou de 1.414 km em 2014 para 2.934 km em 2017. Na cidade de Belo Horizonte já é possível identificar vários trechos de ciclovia nas principais vias públicas, além de estações de bicicletas compartilhadas. Porém, é notório que o número de usuários ativos deste meio de transporte ainda é baixo. Os motivos para isso são variados. Um deles é crucial é a falta de comunicação ou de continuidade entre os trechos existentes de infraestrutura de ciclovia. O que é oferecido atualmente aos Belo-horizontinos nem sempre atende às suas necessidades. Por exemplo, uma pessoa teria

mais interesse em adotar a bicicleta, como meio de transporte diário, se houvesse uma infraestrutura de ciclovia ou ciclofaixa segura, que ligasse sua residência aos seus destinos de interesse, como locais de trabalho, estudo, serviços, compra, entre outros.

Procurando contribuir para soluções de melhoria da qualidade dos serviços de transportes nas áreas urbanas, com o conhecimento produzido em um estudo de caso, este trabalho tem como objetivo principal, apresentar e discutir a proposta de procedimentos metodológicos e os resultados obtidos, pelo estudo de viabilidade técnica de implantação de um sistema de transporte ativo, por bicicleta, em um corredor viário urbano de grande capacidade de tráfego, com operação de sistema BRT em canaleta exclusiva.

O estudo de caso tem origem na ideia de verificar a possibilidade de criar uma ligação, por meio da implantação de uma infraestrutura de ciclovias, utilizando os espaços existentes no eixo viário arterial, que funciona como corredor de transporte, entre duas regiões da cidade de Belo Horizonte-Brasil. Esta proposta de ligação, viria também para potencializar redes de ciclovias/ciclofaixas que já existem, ao longo deste eixo viário, para que assim, seja possível a utilização da bicicleta para percorrer uma distância maior de deslocamento dentro da cidade. Desta forma, um número maior de usuários poderiam ser atendidos. Além disso, a possibilidade do aproveitamento dos espaços do eixo arterial do corredor de transportes, que já conta com um sistema moderno de transporte coletivo, o BRT-MOVE, em canaleta/pista exclusiva, poderia se tornar ainda melhor com a existência de mais um modo de transporte associado e integrado – no caso um sistema de transporte ativo por bicicleta.

2. O OBJETO DE ESTUDO

A proposta foi elaborada tendo como objeto de análise o caso do eixo de ligação radial viário da Av. Antônio Carlos, em Belo Horizonte-MG, denominado Corredor de Transportes Antônio Carlos, que interliga duas grandes e importantes regiões da cidade – *área central e o vetor norte na região da Pampulha* - regiões estas que já contam, cada uma, com redes de infraestrutura cicloviária. O desafio foi elaborar um procedimento metodológico, capaz de verificar a viabilidade técnica de implantação de uma infraestrutura cicloviária, pela otimização da utilização dos espaços viários existentes no corredor, diversificando a matriz modal de transportes, com uma opção de transporte não motorizado eficaz para a cidade.

A constatação da viabilidade técnica de implantação de uma infraestrutura cicloviária, no corredor urbano de alta capacidade e integrado com sistema BRT, permitiu criar um sistema de transporte ativo em malha, com conectividade de trajetos com as redes cicloviárias já existentes nas duas regiões - *Centro e Pampulha*. Esta solução, induz também a criação e integração futura, de novas malhas cicloviárias, em regiões ao longo do entorno do eixo do corredor. Como resultado, constatou-se a viabilidade técnica de implantar no corredor, um projeto de ciclovia com duas pistas, de mão única, com 1,50 m de largura cada.

3. PROPOSTA METODOLÓGICA

Devido à diversificação de características de parâmetros geométricos, operacionais e de uso e ocupação do solo, ao longo do eixo da avenida que compõe o corredor de Transportes Antônio Carlos, foi proposto um processo de análise de viabilidade, com referência no estudo das condições de 5 parâmetros técnicos, condicionantes para o dimensionamento de projetos cicloviários – geometria; declividade; interseções; uso do solo e segurança.

Para responder ao objetivo de proceder o estudo da análise de viabilidade técnica de implantar uma infraestrutura de ciclovias, no corredor transportes de ligação urbana da Av. Antônio Carlos, por meio da verificação das condições dos 5 parâmetros condicionantes de projeto, desenvolveu-se o procedimento metodológico constituído pelas seguintes etapas consecutivas:

- Caracterização da infraestrutura física e operacional do Corredor Antônio Carlos e delimitação da extensão total da avenida, mais adequada para a possível implantação da infraestrutura da ciclovia e/ou ciclofaixa ;
- Divisão, em trechos, do percurso definido do Corredor em que será implantada a ciclovia e/ou ciclo faixa, com identificação das condições dos 5 parâmetros condicionantes de projeto e de situações que demandam tratamento específico;
- Estimar a demanda potencial do sistema proposto (número de usuários e bicicletas)
- Elaborar seções transversais de projeto, a partir do resultado analítico das etapas anteriores, verificando a viabilidade técnica de espaço físico para sua implantação;
- Identificar os impactos de trânsito e verificar a viabilidade operacional de coexistência dos modais de transporte no novo sistema, para os tipos de seções transversais de projeto, elaboradas para a implantação da infraestrutura cicloviária proposta;

Foram acrescentados aos procedimentos metodológicos, estudos de impactos operacionais gerados na via do corredor, com a proposta de incorporação de um sistema complementar de bicicletas compartilhadas à infraestrutura cicloviária e de sua integração com o sistema MOVE (*Sistema de transporte tipo BRT*), já existente na avenida.

3.1. Caracterização do Corredor de Transportes Antônio Carlos

Nesta etapa foram analisados os parâmetros físicos e operacionais do Corredor Antônio Carlos, tais como extensão total, geometria do greide, seções transversais, número e tipologia das interseções e travessias, volume e composição do tráfego, sinalização, iluminação, condições de segurança, topografia, uso e ocupação do solo, número e caracterização de bairros atendidos e redes existentes de infraestrutura cicloviária, tomando por área de estudo, sua área de influência direta e regiões do seu entorno, compreendidas pela faixa de 500 metros de largura, paralela a cada lado do eixo da avenida.

A Avenida Antônio Carlos é uma das vias arteriais mais importantes de Belo Horizonte e a principal da Regional Pampulha. Ela faz a ligação do centro da cidade com o vetor norte em uma extensão total de 8 Km. Ao longo de seu percurso ela passa por 9 bairros, *Lagoinha, São Cristóvão, Cachoeirinha, Aparecida, São Francisco, Liberdade, São José, São Luiz, e Pampulha*, com população total aproximada de 55 mil hab. (IBGE-2015). Nela estão localizadas importantes instituições como a Faculdade Univeritas, SENAI, Hospital Belo Horizonte, 3º Batalhão do Corpo de Bombeiros e o Campus Universitário da UFMG. A área de influência direta e regiões do entorno paralelas ao eixo do corredor, apresenta uso do solo misto, com predominância de uso comercial e de serviços nas suas marginais e de uso residencial, no restante da área, mesclado com uso institucional, de centros comércio, de empresas e indústrias de pequeno porte.

Em 2010 foi finalizada a duplicação completa de toda a extensão da avenida, chegando até o centro da cidade no Complexo da Lagoinha. Desta forma passou-se a ter seção transversal com quatro pista, sendo duas pistas unidirecionais, variando entre 5 e 3 faixas por sentido, e duas pistas unidirecionais centrais, em canaleta exclusiva para ônibus, com 2 faixas em cada sentido. Houve ainda a construção de 6 viadutos que fazem a ligação dos bairros no entorno da via. São verificados 28 pontos de conflitos de movimentos e interseções em nível, ao longo do corredor.

No ano de 2014 foram finalizadas as obras para implantação do sistema de transporte coletivo BRT, na canaleta exclusiva e modernizada toda a iluminação da avenida. O sistema foi batizado como **BRT-MOVE**. Estações, com plataforma elevada, foram posicionadas na canaleta exclusiva, de modo que atendam os dois sentidos de tráfego. Nelas o embarque e desembarque é feito em nível e o usuário paga a passagem antes de entrar na estação, reduzindo o tempo de embarque.

Com a implantação do BRT mudanças significativas ocorreram no uso do Corredor. Vale ressaltar que, parte das linhas funcionam como sistema **BRT-MOVE**, quando estão dentro do corredor exclusivo e como um ônibus comum quando estão fora dele. Isso significa que ele para em pontos de ônibus comuns e a cobrança da tarifa é feita dentro do veículo. Devido à essa função mista, os veículos do sistema têm portas de acesso dos dois lados e entram e saem da canaleta exclusiva.

Tomando como referência a análise da caracterização do corredor, foi delimitado que o espaço de extensão mais adequado para estudo da implantação da infraestrutura da ciclovia e/ou ciclo faixa, seria o percurso entre os pontos extremos da avenida Antônio Carlos, desde a região do Complexo da Lagoinha, na Praça da Estação, até a altura da Rua Quarto, nas imediações da Estação Pampulha do sistema BRT-MOVE, quando se inicia, em sua continuidade, a Avenida Dom Pedro I.

3.2. Divisão do Corredor em Trechos

Dada a diversidade de tipologias de características físicas e operacionais do corredor Antônio Carlos, para realizar as análises sobre a viabilidade técnica de implantação da infraestrutura cicloviária, procedeu-se a divisão do corredor em trechos, considerando alguns critérios de características tipológicas. O objetivo é facilitar a análise e a proposição das intervenções necessárias, de acordo com as características específicas de cada trecho.

O término de um trecho e início do seguinte acontece quando é perceptível uma mudança nas características da via. Essa mudança pode acontecer devido à uma variação no número de faixas de rolamento, pela presença de viadutos e suas alças de acesso, pela interseção com grandes avenidas, pela mudança no uso e ocupação nas áreas lindeiras, por mudanças em sua geometria ou declividade.

Partindo da consideração destes critérios de características, a avenida Antônio Carlos foi dividida em 6 (seis) trechos no sentido centro-bairro, tendo como ponto de início do primeiro trecho a região do Complexo da Lagoinha e o término do último trecho na região da Estação Pampulha do MOVE. Em cada um deles há pequenas variações de características, como por exemplo, um aumento do número de faixas em uma extensão curta de distância. Nos casos em que ocorrem tais mudanças, foi definido um sub-trecho, pois as características gerais do trecho não foram alteradas. A Figura 1 mostra os 6 (seis) trechos de análise:

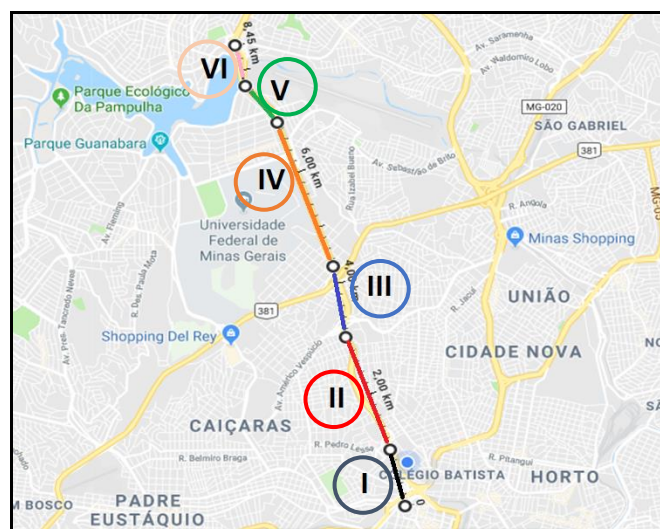


Figura 1: Divisão do corredor da av. Antônio Carlos em 6 trechos

Devido às limitações de espaço na via, foi verificado a impossibilidade de se implantar uma nova estrutura cicloviária utilizando apenas o espaço de calçadas e canteiros centrais. Por isso, a opção adotada foi fazer a redução na largura das faixas de rolamento nas pistas de carros e quando necessário nas pistas exclusivas do sistema BRT-MOVE. A limitação de espaço também influenciou na escolha de pistas de mão única para o uso da bicicleta. Cada sentido da pista ficará entre a pista de carros e do BRT-MOVE.

De acordo com informações obtidas junto à BHTRANS, empresa de transporte de Belo Horizonte, o valor mínimo admitido para faixas de carro na cidade é de 2,75 m. Esse foi o valor mínimo adotado no trabalho ao se fazer as reduções. Para as faixas do BRT-MOVE foi adotado o valor de 3,00 m, baseado na largura máxima dos veículos do sistema de 2,60 m.

3.2.1. Critérios de Análise dos Trechos da Avenida Antônio Carlos

Nesta etapa, cada um dos trechos definidos anteriormente, foram analisados considerando os parâmetros de geometria, declividade, interseções, uso do solo nas áreas limdeiras e a segurança dos usuários. Desta forma, para cada trecho, considerando os resultados da análise destes 5 parâmetros, define-se a viabilidade ou não da implantação de uma estrutura cicloviária no trecho, podendo ser uma ciclovia ou ciclofaixa, buscando melhor atender as condições impostas pelo resultado da análise realizada.

Uma definição fundamental que deve ser feita neste momento é a posição que a ciclovia ou ciclofaixa deve ocupar na via. Devido ao espaço físico limitado disponibilizado pela seção transversal da avenida em cada trecho, constatou-se não ser viável a implantação de uma pista cicloviária de mão dupla. Desta forma, foi adotada a solução com utilização de duas pistas distintas, uma em cada sentido.

Outra questão essencial é, onde as duas pistas serão posicionadas dentro da seção transversal da avenida Antônio Carlos. Após a análise de todas as situações de conflitos entre tráfego de veículos e pedestres em cada trecho da avenida, tendo como objetivo minimizar estas situações de conflitos, no geral e em particular, cada uma das pistas direcionais para bicicleta foi posicionada na parte central da seção transversal, entre as pistas de veículos e as pistas exclusivas do BRT-MOVE. Análise dos 5 parâmetros:

- Geometria

De acordo com o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DENIT - 2010, a largura mínima para qualquer via destinada ao uso exclusivo ou preferencial de ciclistas é de 1,20 m. Essa medida com uma margem de segurança a partir da medida livre do seu espaço operacional, pode chegar a um mínimo que equivale a 1,00 m. Quando o volume de veículos motorizados, a velocidade e a participação de veículos comerciais aumentam, é desejável uma largura de 1,50 m. A velocidade da bicicleta também define o espaço ocupado na pista. Maior sua velocidade, menos o ciclista se afasta da direção desejada. Em velocidades de 11 km/h, ou mais, o ciclista consegue manter a bicicleta dentro de uma faixa de 20 cm. Velocidades menores, por exemplo 5 km/h, ele precisa de uma faixa de 80 cm.

Outra definição fundamental nessa etapa é a largura mínima utilizada em Belo Horizonte para faixas de rolamento em vias arteriais. De acordo com informações da BHTRANS, a largura mínima atualmente em uso geral na cidade é de 2,80 m, que também é adotada na avenida Cristiano Machado, porém larguras de até 2,75 m são aceitas. Este foi, portanto, o valor mínimo utilizado no projeto deste trabalho. Quando for necessário reduzir as faixas na pista do BRT-MOVE, o mínimo adotado foi de 3,00 m. Isso porque a largura dos veículos do sistema é de no máximo 2,60 m e é preciso deixar uma folga de segurança.

Com base nas medidas geométricas citadas, foi feito o exercício de equacionar a adaptação de uma forma capaz de criar um novo espaço na avenida Antônio Carlos, para o uso da bicicleta como meio de transporte. O novo espaço foi criado a partir da redistribuição

daqueles já existentes, por exemplo, reduzindo a largura das faixas nas pistas de carro e/ou do BRT-MOVE e reduzindo canteiros centrais e/ou calçadas, sempre respeitando os limites técnicos e legais.

Dentro de um mesmo trecho da avenida, pode ser verificadas variações da seção transversal, com variações no número de faixas e até mesmo em suas larguras. A largura dos canteiros centrais também não é constante. Por isso foi adotado o critério da pior situação de disponibilidade de espaço em cada trecho. Isso significa que a análise foi feita onde era identificada a menor largura disponível da seção transversal - seção crítica. Caso não seja possível disponibilizar espaço para a instalação da infraestrutura cicloviária, nessa seção crítica ou uma solução alternativa, conclui-se que todo o trecho fica comprometido, inviabilizando a adoção de ciclovias ou ciclofaixas no mesmo.

- Condições das Interseções

Grande parte das colisões envolvendo bicicletas ocorre nos cruzamentos. Ao escolher uma rota para o ciclista, deve ser considerado o número de interseções existentes e escolher aquela rota que tenha o menor número possível. Quando não for possível evitá-las é necessário encontrar formas de torná-las mais seguras e reduzir os conflitos nas travessias.

Em cada trecho foram quantificadas e caracterizadas as interseções existentes e definido se elas ocorrem em nível ou não. Com isso foi avaliado se existe algum impedimento considerável para a implantação de estrutura cicloviária. Para efeito de análise foram consideradas como interseção todo ponto onde houver conflito de fluxo de movimentos.

- Declividade

De acordo com o DENIT, é recomendável que o greide seja sempre mantido com valores inferiores a 5%, especialmente em rampas longas, pois a subida fica difícil para a maioria dos ciclistas (DENIT, 2010). Nas descidas, uma inclinação alta pode levar o usuário a exceder a velocidade além de sua velocidade de controle. Em trechos onde a velocidade de projeto for elevada, declividades superiores a 5% são aceitáveis para distâncias inferiores a 240 m. O Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas, elaborado pelo DENIT, apresenta correlação de valores de distância aceitável para valores de declividade de greide acima de 5%, indicando que para declividades até 7%, o comprimento máximo de greide deve ser igual ou inferior 240 metros e que, para declividades acima de 11%, o comprimento máximo deve ser igual ou inferior 15 metros.

Tendo como referência os valores de limites máximos de declividade e de extensão de rampa tabelados, foi procedida a análise de cada um dos trechos da avenida, para identificar a existência de situações com valores destes parâmetros acima dos máximos recomendados. Havendo situações em desacordo com as recomendações e não sendo possível promover uma solução de projeto, o trecho em estudo terá a implantação de estrutura cicloviária inviabilizada.

Utilizando o recurso online do Google Maps, foi analisado o perfil longitudinal dos trechos e a partir de gráfico gerado pelo próprio sistema, foi identificado para cada trecho qual o sub trecho onde é verificada a maior declividade. Essa ferramenta fornece também os valores de distância horizontal e vertical. A Figura 2, na sequência, ilustra a situação para o trecho II

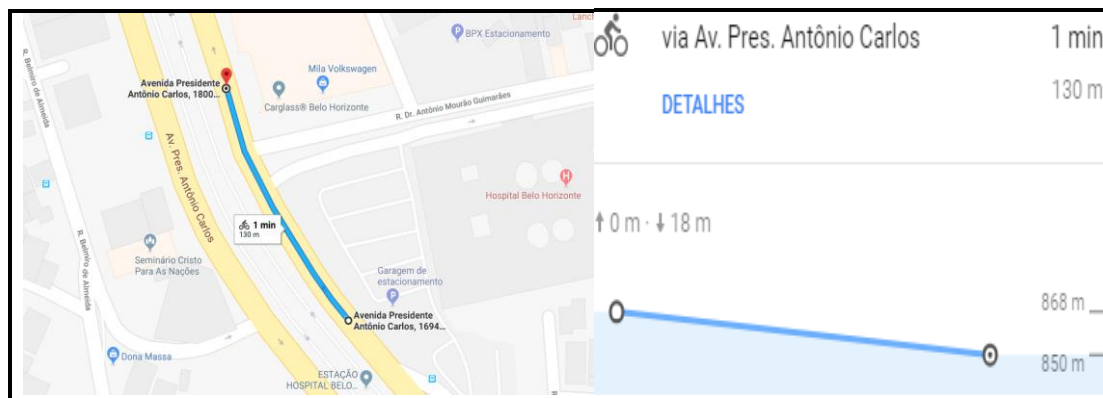


Figura 2 - Declividade no Trecho II. *Fonte: Google Maps, 2017*

- *Uso do Solo nas Áreas Lindeiras*

Este condicionante do tipo de uso e ocupação do solo existente ao longo de cada trecho é muito importante a ser analisado. Isso se faz necessário pois este parâmetro influencia no número de conversões dos ciclistas. Pontos de interesse como estabelecimentos de ensino, emprego, comércio, serviços, postos de saúde etc., presentes na Antônio Carlos, atraem muitas pessoas ao mesmo tempo. Isso pode gerar um grande volume de ciclistas, concentrados em áreas de espera para conversões ou para concluir a travessia da avenida. Com isso, pode ser necessário um tratamento especial nesses pontos visando melhorar o conforto e as condições gerais de segurança para ciclistas e pedestres.

- *Segurança dos Usuários*

A implantação de estrutura cicloviária deve garantir não apenas a segurança dos ciclistas, mas de todos os usuários da via, promovendo boa visibilidade e previsibilidade. Algumas medidas, quando bem planejadas contribuem para a segurança de todos na via e para a prevenção de acidentes. Podem ser citadas por exemplo, medidas relacionadas ao projeto geométrico, medidas de moderação de tráfego, proteção física para pedestres e ciclistas, sinalização e fiscalização.

O Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, elaborado pelo Ministério das Cidades-2007, define que o projeto de infraestrutura deve contemplar quatro pontos principais visando a segurança de todos: a) Redes; b) Cruzamentos (Interseções); c) Seções (Transversais); d) Piso (Pavimento). Destas quatro exigências necessárias para o bom funcionamento da infraestrutura cicloviária, apenas a referente ao piso não foi abordada, uma vez ser recente a obra de pavimentação de todo o corredor da avenida.

A concepção do elemento “rede”, foi abordada na proposta viabilizando a conexão-ligação entre a nova estrutura cicloviária e aquelas estruturas já existentes ou planejadas para serem executadas. Ficou assim atendido um dos objetivos deste trabalho, de integração das redes cicloviárias existentes.

Em relação ao elemento “cruzamento/interseções”, foram identificados os fluxos de movimentos e os pontos de conflito, dos 28 (vinte e oito) pontos ao longo dos 6 (seis) trechos do corredor e feito o croqui conceitual do tipo de intervenção, onde necessário, visando garantir a segurança dos usuários. Não se chegou, neste estágio, ao nível de detalhamento de dimensionamento do projeto executivo das interseções.

O último elemento a ser atendido foi a “seção transversal” proposta para cada um dos trechos da avenida. Para cada trecho, foi elaborado um croqui de dimensionamento do layout da seção transversal proposta, respeitando os valores mínimos de largura para a ciclovia e também as larguras das faixas para as pistas de veículos e do BRT-MOVE, bem

como de demais dispositivos necessários. Outros dois pontos importantes foram a proposição de barreiras físicas para uma divisão segura das pistas e a criação de áreas de espera para pedestres e ciclistas que pretendem fazer a travessia da via.

3.3. Estudos de Demandas

Devido a importância do conhecimento dos dados de demanda para a elaboração das soluções e dimensionamentos de projeto e tendo em vista o nível de abordagem possível, dadas as limitações de tempo e especificidades inerentes encontradas neste estudo de caso, que impossibilitaram, temporariamente, um estudo aprofundado e contemplando todas as etapas acima, nossa proposta de abordagem para trabalhar este item foi a de realizar apenas um estudo inicial e preliminar de estimativa da demanda potencial de usuários para o sistema de infraestrutura cicloviária, proposto para o corredor da Av. Antônio Carlos.

Dentro desta perspectiva, optou-se como metodologia por definir inicialmente uma área de influência primária de atratividade do sistema de ciclovias, proposto para o corredor da avenida. Para delimitação desta área de influência de atratividade primária foi definida uma área contida dentro do círculo com raio de 1 Km a partir do eixo do greide do corredor. Nos pontos extremos da rota da ciclovia, no Centro e na Pampulha, devido a existência de conexões com uma maior malha de redes cicloviárias já existentes, com cobertura de uma parcela maior de população, foi considerado um círculo de raio 2,0 km. Desta forma pôde ser feita uma aproximação, de modo que a área de influência calculada para a avenida seja o somatório da área de um retângulo, com a área de mais dois semicírculos. O retângulo tem um lado com 2 Km e outro com a distância longitudinal da rota cicloviária no corredor, medida em mapa. Nos extremos foi calculada a área do semicírculo de raio 2,0 km.

Utilizando dados de densidade demográfica das regionais, por onde passa a rota cicloviária, foi obtido o número de pessoas potencialmente atraídas pela avenida Antônio Carlos. O público alvo foi considerado dentre aquele da amostragem da população economicamente ativa (PEA). Por fim, obteve-se um número estimado de viagens feitas diariamente na avenida e utilizando dados da participação modal da bicicleta em Belo Horizonte, obteve-se o número potencial de 1.356 viagens/dia, para a nova pista ciclável.

3.4. Impactos Gerados na Via

Considerando à estratégia adotada de reduzir as faixas de rolamento dentro da avenida, foi feito um estudo com base no método americano de cálculo de capacidade de tráfego do HRB e do ITE (CET 1994), para prever a redução da capacidade da via. O método apresenta valores para condições ideais da via (com 3,60m de largura de faixa) e que foram interpolados para serem utilizados neste trabalho. Com isso concluiu-se que haverá uma redução de da capacidade de aproximadamente 320 veículos por hora, por sentido da via.

3.5. Bicicletas Compartilhadas e Integração com o BRT-MOVE

Para aumentar a atratividade da nova pista ciclável, foi proposto a implantação de 8 (oito) estações de bicicletas compartilhadas, com equipamentos e dispositivos de apoio ao ciclista, posicionadas junto às 8 (oito) estações do BRT-MOVE, existentes na avenida. Definiu-se também a integração com o BRT-MOVE, que prevê a possibilidade se transportar a bicicleta internamente e externamente, em espaços dedicados reservados nos veículos do sistema, e também de obter benefícios com a substituição do uso de automóveis pela bicicleta, nos deslocamentos diários. Desta forma, fica possível a qualquer usuário potencial, utilizar o novo sistema de transporte ativo criado, combinando as características mais vantajosas de cada modal integrado, criando uma rede capilar, eficiente e sustentável.

4. RESULTADO E CONCLUSÃO

Concluída a aplicação do processo metodológico formulado para o estudo de caso do Corredor Antônio Carlos, visando verificar a viabilidade técnica da implantação de infraestrutura de transporte ativo neste eixo viário, todos os 6 (seis) trechos analisados se mostraram com condições viáveis para a implantação de uma rota de ciclovia. A proposta projeta a solução de uma ciclovia, ao longo de praticamente toda a avenida, com duas pistas de mão única, localizada no eixo do corredor, em cada lado da canaleta exclusivas do BRT-MOVE. Cada uma contando com largura de 1,50 m e segregadas das demais pistas por meio de blocos de concreto do tipo meio-fio de 60x15x10 cm, espaçados de 1,00 metro.

As piores situações da análise encontradas, foram de declividade elevada, com rampa máxima de 220,00 metros, nos trechos II, III e IV, e de um espaço insuficiente de largura de 1,20 metros no trecho II. As soluções encontradas, para estes trechos, foram a utilização de dispositivos de apoio por elevadores de bicicletas em rampa, para os trechos II, III e IV, e a remoção do canteiro central, com relocação de postes de iluminação e sinalização, no trecho II. Assim obteve-se, sem dificuldades, a largura adequada de 1,50 m em toda rota.

Este trabalho procurou avaliar, por diversos parâmetros, a viabilidade de se implantar uma estrutura cicloviária no corredor de transportes e assim promover a ligação entre as redes de ciclovias e ciclofaixas, existentes entre duas importantes regiões da cidade - Central e Pampulha. Seguindo a metodologia sugerida, com referência nas avaliações dos parâmetros propostos, baseadas nos 5 critérios definidos e aplicados a cada trecho do Corredor, conclui-se que há condições técnicas para implantar uma ciclovia no eixo de ligação da avenida av. Antônio Carlos.

A proposta, aqui relatada, de procedimentos metodológicos e o resultado obtido com sua aplicação, no estudo de verificar a viabilidade técnica de implantação de um sistema de transporte ativo, por bicicleta, no corredor viário urbano de grande capacidade de tráfego, com canaleta exclusiva do BRT-MOVE, da avenida Antônio Carlos, na cidade de Belo Horizonte-MG, atingiu seu objetivo, podendo ser considerado um método com potencial inicial para ser validado, necessitando ainda ser aperfeiçoado e ser testado em mais situações, com maior profundidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, *Ministério das Cidades Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades*, -2007.
- BRASIL, *Ministério das Cidades PlanMob - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*, -2015.
- CET. *Noções Básicas de Engenharia de Tráfego*, -1994.
- DNIT. *Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas*, -2010.
- DUARTE, T. L. *Faixas exclusivas à direita e ciclovias: São Paulo, por uma mobilidade sustentável*, -2015.
- ITDP. *Guia de Planejamento Cicloinclusivo*, 192 p.- 2017
- ITDP. *Implantação de infraestrutura cicloviária e seus efeitos: o caso da Av. Berrini em São Paulo*, - 2018.