



INDICADORES DE EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

DIMAS ALBERTO GAZOLLA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

dagap@cce.ufmg.br

LEONARDO ZINATO PEREIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

dagap@cce.ufmg.br



INDICADORES DE EFICIÊNCIA DE UM SISTEMA DE COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

D. A. Gazolla, L. Z. Pereira

RESUMO

Na busca de melhorar as condições de transporte e trânsito, e seus impactos, diversas cidades ao redor do mundo e particularmente as administrações dos campi de universidades, tem apostado em projetos de transporte ativo, especialmente em sistemas de transportes por compartilhamento de bicicletas. Ao incentivarem o uso da bicicleta, estes sistemas propõem garantir, diversos benefícios além da melhoria das condições de transporte e trânsito sem, entretanto, conseguir avançar na explicitação e quantificação destes benefícios. Neste trabalho o objetivo é apresentar os resultados estimados para os ganhos financeiros, ambientais, de saúde e de transporte, pela adoção de um sistema de compartilhamento de bicicletas para o Campus Pampulha da UFMG, pela avaliação de indicadores de eficiência propostos para o sistema: -redução na utilização das linhas de ônibus internos ao campus; -redução no uso de automóveis; -redução na demanda por estacionamento; -redução na emissão de gases poluentes; -melhoria da saúde dos estudantes; -atração de novos ciclistas.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm-se observado um grande aumento na frota de automóveis em todas as médias e grandes cidades brasileiras. Conforme dados da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP 2017), em 2009 cerca de 60% dos domicílios brasileiros já possuíam veículos motorizados. O Campus Pampulha, o principal da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, na cidade de Belo Horizonte-MG, tem refletido este cenário nacional. Em pesquisa realizada no campus com mais de 6.000 alunos e funcionários em 2011, constatou-se que quase metade destes (48,74%) utilizava veículo próprio para ir para ao campus, enquanto 35,85% usavam o transporte público e apenas 1,44% optavam pelo uso de bicicleta (UFMG, 2011).

Como resultado direto do elevado uso de automóveis, observa-se no Campus Pampulha o aumento dos congestionamentos e da demanda por estacionamentos (GOULART, 2011). Neste contexto, sistemas de compartilhamento de bicicletas surgem, em diversas cidades ao redor do mundo, como uma medida complementar na busca para melhorar as condições de transporte e trânsito, e de reduzir os efeitos de seus impactos. Estes sistemas permitem aos usuários retirarem as bicicletas em uma determinada estação e deixá-las em outras estações do sistema. No Brasil, embora estes sistemas ainda não sejam tão comuns, algumas iniciativas têm surgido, como nas universidades federais de Juiz de Fora, de Santa Catarina, e de São Paulo-USP, com destaque na Universidade Federal de Minas Gerais para o Projeto Pedala Moradia (GAZOLLA, 2017), que objetiva principalmente melhorar os deslocamentos dos estudantes entre as moradias universitárias e o seu Campus.

Com frequência, a literatura técnica tem registrado que as vantagens dos sistemas de

compartilhamento de bicicletas, são diversas, incluindo a redução dos congestionamentos e melhoria da qualidade do ar (ITPD, 2014). De acordo com informações compiladas neste documento, estes sistemas também proporcionam a melhoria da acessibilidade e um meio de transporte alternativo para a população, especialmente para viagens mais curtas, podendo substituir o uso de veículos motorizados e contribuindo em muito para a melhoria da qualidade de vida dos usuários nas áreas atendidas. Além disso, quando integrados aos sistemas de transporte convencionais, como ônibus, e mesmo de média e alta capacidade, como o BRT e o metrô, estes sistemas ampliam a abrangência dos serviços a um custo inferior ao de expandir o serviço público de transporte. Para a população, observa-se um retorno para a saúde não somente pela melhoria da qualidade do ar, como também pela prática de atividades físicas. De acordo com BÜTTNER et al. (2011), apenas 20 minutos de pedalada por dia tem um efeito positivo notável sobre a saúde física e mental dos usuários. De acordo com o autor, os benefícios econômicos dos sistemas de compartilhamento podem superar, em muito, os custos do sistema.

Se por um lado estas vantagens atribuídas aos sistemas de compartilhamento de bicicletas possam ser consideradas um consenso, por outro, elas são invariavelmente atribuídas de forma qualitativa, havendo uma carência e dificuldade de encontrar dados e indicadores quantitativos que possam atestar estas vantagens e confirmar este consenso. Procurando contribuir para suprir esta lacuna, o objetivo deste trabalho é estimar quantitativa e qualitativamente indicadores dos ganhos financeiros, ambientais, de saúde e de transporte, pela adoção de um sistema de compartilhamento de bicicletas, aplicado a um estudo de caso para o Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais-Brasil. Para este estudo foram utilizados os bancos de dados e informações mais atuais, relacionadas a problemática de transporte, do Campus Pampulha da UFMG, dados da última pesquisa disponível de atualização da O/D da RMBH (Origem Destino da Região Metropolitana de Belo Horizonte) de 2012, dados da literatura técnica pertinente, e no tratamento e adaptações de dados, quando necessário.

No desenvolvimento e organização do texto, a seção 2 descreve a metodologia utilizada durante a realização do estudo, a seção 3 apresenta os resultados obtidos no estudo e a seção 4 disserta sobre as considerações finais do trabalho.

2 MATERIAIS MÉTODOS

A proposta de método para a realização dos objetivos do estudo foi referenciada principalmente nas diretrizes do Guia de Planejamento de Bicicletas Compartilhadas (ITPD, 2014) sendo estruturadas e empreendidas três etapas sequenciais de desenvolvimento dos trabalhos.

Na etapa inicial elaborou-se, como suporte referencial mínimo para processar os dados e variáveis do estudo, uma proposta de dimensionamento básico de um sistema de transporte ativo, por meio de bicicletas compartilhadas, interno ao Campus Pampulha da UFMG, para atender exclusivamente aos estudantes de graduação. Na sequência, como segunda etapa, com os dados obtidos pelo dimensionamento do sistema referencial na etapa anterior, usando cruzamento de dados e técnicas de inferência e análise comparativa, fazendo uso de dados disponíveis de trabalhos e estudos relacionados, são identificados, selecionados e quantificados alguns indicadores de eficiência para o sistema proposto, em função de vantagens atribuídas.

Na terceira etapa é realizada uma discussão dos resultados obtidos, com a apresentação, de um quadro resumo descritivo dos indicadores do sistema e a formulação de um conjunto de propostas e recomendações para implantação do sistema compartilhado de bicicletas para o Campus Pampulha da UFMG, relacionadas aos indicadores de eficiência estudados.

2.1. Dimensionamento básico do sistema

O processo de dimensionamento básico do sistema de transporte ativo por meio de bicicletas compartilhadas, interno ao Campus Pampulha da UFMG, abrange como referencial mínimo, o cálculo do número de bicicletas necessárias (frota), localização e dimensionamento das estações acesso às bicicletas, e estimativa de custos de implantação e operacionais.

a) Frota de Bicicletas

Para o número de bicicletas, o ITDP (2014, p. 46), aponta um coeficiente mínimo entre 10 a 30 bicicletas por 1000 habitantes. Observando-se que a população do campus é flutuante ao longo do dia e adotando a concepção de um projeto de caráter piloto para o sistema, definiu-se o limite mínimo do coeficiente de 10 bicicletas para cada 1000 estudantes a fim de evitar-se o superdimensionamento do sistema.

Dados fornecidos pelo Departamento de Controle e Registro Acadêmico da UFMG indicam um total de 23.759 estudantes de graduação no Campus Pampulha para o 2º semestre de 2017. Em questionário realizado durante a atualização da pesquisa O/D da RMBH aplicada no campus em 2012, 67% dos entrevistados, entre alunos de graduação e pós-graduação, professores e servidores, afirmaram que usariam o sistema caso este fosse implantado (ABREU, 2013).

Embora os dados envolvam uma população que não é exclusivamente de estudantes de graduação, estes constituem a maioria dos entrevistados pela pesquisa O/D (68%, conforme Abreu, 2013), tendo portanto, grande representatividade sobre a resultado final. Assim, devido à falta de dados envolvendo apenas alunos de graduação, supôs-se a taxa de utilização entre esses, igual à obtida na pesquisa para todo o campus (67% do total), totalizando 160 bicicletas para atender 15.919 estudantes de graduação.

b) Estações de acesso a bicicletas (docking)

Em relação ao número e posição das estações, estas foram baseadas nos possíveis deslocamentos dos estudantes no campus, incluindo unidades acadêmicas, portarias, restaurantes universitários, praça de serviços e biblioteca central, totalizando um total de 19 estações de acesso às bicicletas.

Com relação ao número de vagas por bicicleta, o ITDP (2014, p.46), apresenta valores entre 2,0 e 2,5 vagas de estacionamento para cada bicicleta. Adotou-se o coeficiente de 2,5, justificado pela característica de fluxos direcionais e pela redução na necessidade de redistribuição de bicicletas, o que implicaria em menores custos. A distribuição das vagas pelas estações levou em consideração a população de cada unidade acadêmica, número de estudantes atendidos nos restaurantes universitários no período de pico (almoço) e distribuição percentual da população entre portarias ao entrar e sair do campus. À exceção das estações da praça de serviços e biblioteca central, que devido à falta de dados, adotou-se um total de 10 vagas de estacionamento para cada uma destas estações, estabeleceu-se um mínimo de 6 vagas para as demais estações, perfazendo um total de 403 vagas distribuídas entre as 19 estações.

c) Custos de implantação e operacionais

Devido à grande variabilidade de valores encontrados entre sistemas de países diferentes (Tabela 1) e à ausência de dados referentes aos sistemas brasileiros, adotou-se com as devidas considerações os dados do sistema da cidade do Rio de Janeiro - Bike Rio, como referência.

Tabela1: Custos de alguns sistemas de bicicletas compartilhadas

Cidade	País	Nome do sistema	Custo da estação (por vaga)	Custo de capital (por bicicleta)	Custo de reposição de bicicleta
Londres	R.U.	Barclays Cycle Hire	n/a	US\$ 4.000	US\$ 1.435
Paris	França	Vélib	n/a	n/a	US\$ 809
Barcelona	Espanha	Bicing	n/a	US\$ 3.150	n/a
Montreal	Canadá	Bixi	n/a	US\$ 4.000	US\$ 1.270
Washington, DC	EUA	Capital Bikeshare	US\$ 2.959	n/a	US\$ 1..000
Guangzhou	China	Guang Public Bicycle	US\$ 425	n/a	US\$ 69
Hangzhou	China	Hang Public Bicycle	US\$ 458	n/a	US\$ 74
Zhuzhou	China	Zhu Public Bicycle	US\$ 784	n/a	US\$ 261
Cidade do México	México	Ecobici	n/a	US\$ 3.400	n/a
Rio de Janeiro	Brasil	Bike Rio	n/a	US\$ 1.810	US\$ 550
Nova York	EUA	Citi Bike	n/a	US\$ 4.750	n/a
Denver	EUA	Denver B-Cicle	n/a	US\$ 4.250	n/a
Minneapolis	EUA	Nice Ride	US\$ 2.500	US\$ 4.487	US\$ 1.000
Madison	EUA	Madison B-Cicle	n/a	US\$ 5.000	n/a
Boston	EUA	Hubway	n/a	n/a	US\$ 950

Fonte: Adaptado de ITDP (2014)

Para o custo de implementação total, é possível estimar o valor por meio de um coeficiente por bicicleta. Como primeira hipótese, de acordo com o ITDP (2014), para o Bike Rio da cidade do Rio de Janeiro, este valor era de US\$1.810,00 por bicicleta. Este valor, na conversão para a cotação média de R\$3,31 da moeda americana em 03/04/18, representa R\$5.991,10 em reais, totalizando um investimento inicial de R\$958.576,00 para o Campus Pampulha. Uma segunda hipótese, foi levantada devido às diferenças entre cidades e as características dos sistemas. Para esta situação adotou se como análise comparativa o custo de vida entre as cidades do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte (*menor que da cidade do RJ*) e considerou se que o sistema Bike Rio foi implementado em um contexto de Copa do Mundo, onde custos invariavelmente são majorados. No caso desta hipótese, tendo como referencial a variação percentual média de 30,1% do custo de vida entre estas duas cidades, a favor de Belo Horizonte, no período jan/2017 a jul/2018 (DIEESE, 2018) e a comparação das taxas de custos de construção de anos anteriores ao contexto de Copa do Mundo (SINDUSCON-RJ, 2018), considerou-se uma faixa de redução entre 25% e 35% do valor inicial, reduzindo o valor total de investimento a um mínimo de R\$623.075,20.

Para o custo de operação, Barreto (2012) fornece valores para o Bike Rio equivalente a R\$454,55 por bicicleta. Assim, haveria um custo de operação mensal do sistema de R\$72.727,28. Para o custo de reposição por bicicleta, ITDP (2014) apresenta o valor de US\$550 (R\$1.820,50 para conversão adotada neste trabalho). Como se trata de um sistema para operar dentro de um campus universitário federal, para um público de perfil e de características especiais e em ambiente fechado, com jurisdição de maior controle e segurança, a literatura especializada considera que este custo operacional mensal será consideravelmente menor, podendo chegar a ser da ordem de 40% a 65% a menos. Admitindo-se estes percentuais de redução, o custo operacional poderia chegar a um mínimo de R\$25.454,55 enquanto o custo de reposição seria de R\$637,18.

2.2. Indicadores de eficiência do sistema

Diversos benefícios têm sido apontados na literatura como resultado da criação de sistemas compartilhados de bicicletas, podendo ser associado ou traduzido para cada benefício um indicador que possa ser mensurável e atestar a eficiência do sistema. Em relação aos possíveis indicadores capazes de mensurar a eficiência para este tipo de sistema compartilhado de bicicletas, consultas na literatura especializada (ITDP-2014) identificaram 9 (nove) possíveis indicadores mais citados, dos quais foram selecionados/adaptados 6 (seis) a serem avaliados para o caso do sistema do Campus Pampulha da UFMG, sendo estes: -redução na utilização das linhas de ônibus internos ao campus, -redução no uso de automóveis, -redução na demanda por estacionamento, -redução na emissão de gases poluentes, -melhoria da saúde dos estudantes e -atração de novos ciclistas. Na sequência é apresentado para cada um destes indicadores um parâmetro mensurável que traduz de maneira quantitativa, o ganho ou não do benefício que o sistema pode trazer com a sua implementação.

a) Redução na utilização das linhas de ônibus internos ao campus

Para estimar a potencial redução na utilização das linhas de ônibus interno pelos estudantes de graduação, é utilizado como referência um estudo realizado na USP de São Carlos por Cadurin, Da Silva e Providelo (2016). Neste estudo avaliou-se a probabilidade de escolha dos alunos entre bicicletas elétricas e ônibus para se deslocar entre duas áreas campus da universidade na cidade. Este estudo analisou fatores como condições climatológicas e lotação do ponto de embarque e desembarque dos ônibus internos entre as duas áreas.

Assumindo-se um padrão de probabilidade de escolha pela bicicleta na UFMG semelhante ao encontrado no estudo de São Carlos, para as mesmas combinações de condições climatológicas intermediárias (condição 3 do estudo), condições de lotação de ponto cheio e considerando-se os dados de uma condição média de lotação dos ônibus internos na UFMG entre 50 e 59 passageiros, dados pela empresa operadora contratada, obteve-se uma probabilidade de escolha das bicicletas de 50,75% entre os estudantes. Contudo, devido à ausência de dados referentes ao percentual dos alunos de graduação dentre os usuários dos ônibus, adotou-se para determinar este número de estudantes, o percentual referente à distribuição populacional do campus, correspondendo à 60,8% (ABREU, 2013).

Em contrato firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais e a empresa Diesel Mais Transporte e Equipamentos Ltda EPP, são ofertadas à comunidade acadêmica 5 linhas de ônibus internos e suas variações (UFMG, 2015) por um custo mensal de R\$108.950,00. Desta forma, considerando um sistema de infraestrutura compartilhada e complementar entre os modos ônibus interno, bicicletas e pedonal, admitiu-se uma correlação entre a redução da demanda de passageiros e o custo mensal com a oferta de ônibus (redução do nº de viagens, tipo de veículo, consumo etc.). Considerando-se assim, uma linearidade das despesas com ônibus em função da redução da demanda, a economia média mensal de custo, obtida com a implantação do sistema compartilhado de bicicletas é de R\$33.613,33, podendo atingir um mínimo de R\$21.194,48 e máximo de R\$41.064,31.

b) Redução no uso de automóveis

Conforme dados processados da última pesquisa disponível de atualização da O/D da RMBH de 2012, entre os estudantes de graduação, 31% utilizavam veículos próprios para se deslocar até o campus (ABREU, 2013). Assumindo-se esta taxa para a população atual do campus, obtém-se um total de 7.365 veículos circulando pelo campus diariamente.

Para estimar a redução no número de automóveis circulando pelo campus, utilizou-se como referência o sistema Velo'v em Lyon, França, onde diariamente há uma redução de 7,0% no número de viagens realizadas por automóveis em função do uso do sistema pela população em geral da cidade - Wu e Zhang (2010). Embora a realidade do Brasil e a do campus sejam diferentes da cidade de Lyon, adotou-se inicialmente a mesma taxa (Hipótese 1), totalizando uma redução de 515 veículos. Uma segunda hipótese (Hipótese 2) foi levantada em função das especificidades do campus e das características especiais de estratificação e perfil dos usuários potenciais, ambas, muito favoráveis ao uso deste tipo de transporte ativo. Para esta hipótese, considerou-se perfeitamente aceitável majorar a taxa em 35%, totalizando uma redução de 9,5%, o que resultaria em uma redução total de 700 veículos, na situação atual, que deixariam de circular diariamente pelo campus da UFMG. Estima-se que esta redução no uso de veículos individuais deve ter incrementos progressivos no tempo, com o crescimento do uso do sistema compartilhado de bicicletas.

c) Redução na demanda por estacionamento

Tendo-se como base as hipóteses de redução no uso do automóvel para se deslocar até o campus propostas no item anterior, estimou-se o seu impacto sobre a demanda por vagas de estacionamento.

Em estudo realizado no campus Pampulha, Franco (2011) obteve que tal relação entre o número de vagas necessários e o volume total de viagens por automóvel era de 30,7%. Assumindo-se que tal relação permaneça válida, que o fator de ocupação de automóvel verificado para o campus está próximo de 1,16 e tomando-se como base os veículos que deixariam de circular pelo campus obtidos no item anterior, obtém-se uma redução na demanda por vagas de estacionamento para a hipótese 1 (redução de 7% no uso de automóveis) de 158 unidades e para a hipótese 2 (redução de 9,5% no uso) de 215 unidades.

Em relação à quantidade de vagas no campus, de acordo com UFMG (2010), havia um total de 3.700 vagas disponíveis não somente para os alunos de graduação, mas para o público em geral. Assumindo-se que não ocorreram alterações significativas neste número de vagas desde 2010, as 158 vagas (Hipótese 1), representam uma redução na demanda de vagas de estacionamento em aproximadamente 4,3% e as 215 vagas (Hipótese 2), representam uma redução desta demanda de aproximadamente 5,8%.

d) Redução na emissão de gases poluentes

Baseado na redução de automóveis circulando pelo campus diariamente, propõe-se estimar a redução nas emissões veiculares como resultado da implementação de um sistema de bicicletas compartilhadas. Para esta finalidade, adotou-se como referência a Tabela 2, que apresenta os fatores de emissão por veículos leves na cidade de Fortaleza para os principais poluentes.

Tabela 2: Fatores de emissão por veículos leves ciclo Otto

Fator de Emissão (g/km/veículo)				
CO	HC	NOx	CO ₂	MP
1,5605	0,1811	0,1410	186,6221	0,0011

Fonte: Adaptado de Dias et al., 2016

Para a determinação da quilometragem, contabilizou-se a distância de percurso entre todas as portarias e as unidades acadêmicas e distribuiu-se os veículos proporcionalmente à população de cada prédio e à utilização de cada portaria. Não foi possível estimar a distância percorrida pelos estudantes entre residência e portarias, assim, utilizou-se apenas os deslocamentos no interior do campus. As quilometragens foram somadas e multiplicadas por 2 (ida e volta) e pelo total de dias letivos no ano. Processados todos os dados para cada uma das hipóteses de redução do número de veículos circulando no campus (Hipóteses 1 e 2, item 2.2 –b), obteve-se os seguintes resultados de redução na emissão de gases poluentes:

a) **HIPÓTESE 1 - (515 veículos)**

- 496,49 kg de monóxido de carbono;
- 47,62 kg de hidrocarbonetos;
- 44,86 kg de óxidos de nitrogênio;
- 59.375,30 kg de dióxido de carbono;
- 0,35 kg de material particulado.

b) **HIPÓTESE 2 - (700 veículos)**

- 673,80 kg de monóxido de carbono;
- 78,20 kg de hidrocarbonetos;
- 60,88 kg de óxidos de nitrogênio;
- 80.580,76 kg de dióxido de carbono;
- 0,47 kg de material particulado.

Deve ser ressaltado que, na realidade, estes números tendem a se tornar maiores quando se analisa toda a distância a ser percorrida entre a universidade e o ponto de origem de partida dos deslocamentos dos estudantes (exp.: residência-campus-residência).

e) *Melhoria da saúde dos estudantes*

Para este indicador o objetivo deste trabalho é avaliar e quantificar os benefícios do sistema de compartilhamento de bicicletas para a saúde dos usuários potenciais que frequentam o Campus Pampulha, quanto à prática de exercícios físicos. Porém, devido à ausência de dados referentes à saúde dos universitários do campus Pampulha e sua relação com a prática de exercícios físicos, torna-se difícil avaliar os benefícios diretos para os estudantes. No entanto, observa-se que o sistema de compartilhamento impactaria diretamente no padrão de atividades físicas de 67% dos estudantes de graduação (total de usuários potenciais que utilizaria o sistema), sendo o impacto maior entre aqueles que deixariam de usar o automóvel em favor da bicicleta.

Diversos estudos - têm sido realizados com o objetivo de monetizar os benefícios do ciclismo para a saúde em função da prática de atividade física, dentre estes, New Zealand Transport Agency (NZTA, 2010), Munro (2011), Litman (2017), Rabl e Nazelle (2017). Embora não fique claro nos estudos quais são todos os beneficiados relativos por estes valores, a NZTA (2010) assumiu em seu estudo que metade dos benefícios é interno ao usuário que pratica o ciclismo. Tendo como base os valores destes estudos, a Tabela 3 apresenta uma estimativa dos benefícios no Campus Pampulha em função das duas hipóteses propostas para redução no número de veículos.

Tabela 3: Benefício anual estimado com base nos dados fornecidos - Hipóteses 1 e 2

Benefício	Mínimo	Média	Máximo
Benefício por km	0,32 R\$/km	1,85 R\$/km	2,89 R\$/km
Benefício anual –	R\$101.810,53	R\$571.093,43	R\$919.476,33
Benefício anual –	R\$138.171,43	R\$775.055,37	R\$1.247.860,73

Os valores apresentados nesta tabela, representam o valor monetário dos benefícios para a saúde em função da prática de atividade física (diminuição na incidência de doenças e aumento da expectativa de vida, citado em Munro, 2011), subtraídos os efeitos negativos (devido a maior exposição à acidentes e à poluição quando comparados aos automóveis). Benefícios em função da melhoria da qualidade do ar e redução do ruído não foram contabilizados. A título de comparação, tomando-se o valor médio, seria obtido um benefício anual equivalente à aproximadamente 1,75 vezes (Hipótese 1) e 2,37 vezes (Hipótese 2), ao que foi aplicado pela UFMG, nos gastos com atendimento à saúde do estudante em 2015.

f) Atração de novos ciclistas

Para este indicador, estimou-se a atração de novos ciclistas como resultado indireto da infraestrutura criada pelo sistema de compartilhamento. Inicialmente, adotou-se uma área de abrangência, equivalente à uma distância máxima a ser percorrida de bicicleta a partir da praça de serviços do campus, como sendo 5 km, distância que de acordo com Dijkstra *et al.* (1998) *apud* Franco (2011) é a distância máxima aceitável para o uso de bicicletas. Nesta área, estimou-se o potencial uso da bicicleta, adotando-se a proporção de 1 bicicleta para cada 3,31 pessoas (ROSENBERG ASSOCIADOS, 2015). Quanto à utilização das bicicletas, um estudo realizado em Juiz de Fora obteve que 85,5% dos ciclistas estariam dispostos a utilizar as bicicletas para deslocamentos diários se fosse ofertada infraestrutura cicloviária (CASTAÑON, 2011).

Em relação à população desta área de abrangência considerada, adotou-se a ponderação do percentual de usuários do campus por regional administrativa da cidade de Belo Horizonte apresentados por Gazolla (2012). Embora estes valores incluam alunos, professores e funcionários, assumiu-se o mesmo valor percentual para estudantes de graduação. Admitindo uma distribuição populacional homogênea dentro das regionais administrativas da cidade de Belo Horizonte, o resultado obtido é apresentado na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4: Uso potencial da bicicleta por regional dentro da área de abrangência

Regional	Área da regional	Estudantes de graduação	Estudantes de graduação potenciais usuários
Nordeste	8,72%	197	51
Noroeste	12,23%	276	71
Norte	0,25%	34	9
Pampulha	47,67%	2152	556
Total			687

Como resultado desta estimativa, obteve-se que a associação das rotas cicloviárias da área de abrangência com o sistema de bicicletas compartilhadas do Campus Pampulha da UFMG, poderia ampliar o número de estudantes de graduação que usam bicicleta atualmente em 98,5%, abrangendo 2,86% do total de alunos de graduação.

3 RESULTADOS

Neste item são apresentados o resumo dos principais dados obtidos no estudo, acompanhados de sua análise e da discussão dos resultados.

3.1. Proposta do sistema de compartilhamento

A Tabela 5 apresenta um resumo dos principais parâmetros obtidos em cada hipótese para um sistema de compartilhamento de bicicletas que atenda aos estudantes de graduação do Campus Pampulha. Observa-se que devido à falta de dados mais apurados para a determinação dos parâmetros obtidos, os custos estimados podem ter variação considerável no caso de um sistema de bicicletas compartilhadas vir a ser instalado no Campus Pampulha (Hipóteses 1 e 2). Desta forma, é essencial que estudos mais aprofundados sejam realizados antes da tomada de qualquer decisão.

Tabela 5: Quadro resumo do sistema Campus Pampulha

Parâmetro	Dados do Sistema	
	HIPÓTESE 1	HIPÓTESE 2
Número de bicicletas	160 bicicletas	160 bicicletas
Número de estações	19	19
Número Total de vagas distribuídas por estações em todo o campus	403 (*)	403 (*)
Custo de implementação (bicicletas, estações, oficina, infraestrutura, etc.)	R\$958.576,00	R\$623.075,20
Custo operacional (redistribuição, manutenção, administração, etc.)	R\$72.727,28	R\$25.454,55
Custo de reposição (por bicicleta)	R\$1.820,50	R\$637,18

Com relação à distribuição das vagas, uma tabela contendo o número de vagas para cada estação e a relação de edifícios e portarias atendidas foi dimensionada. Na Figura 1 é apresentado a distribuição espacial das mesmas no campus.

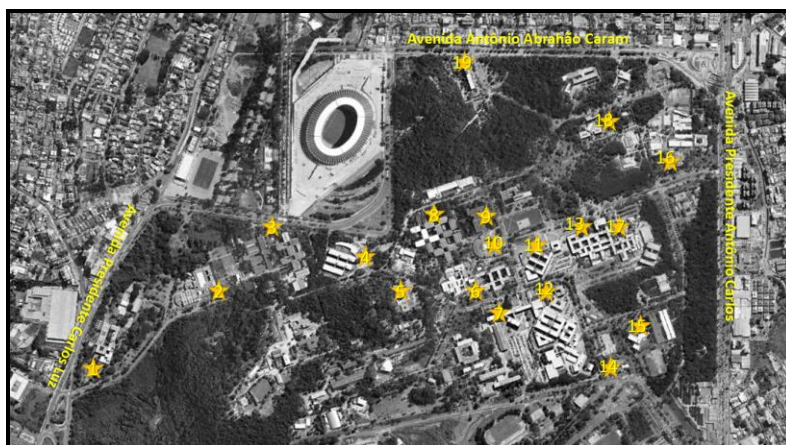


Figura 1 Distribuição espacial das estações

3.2. Quadro resumo dos indicadores

Este trabalho identificou seis indicadores de eficiência passíveis de quantificar os benefícios de um sistema de bicicletas compartilhadas para o caso do Campus Pampulha da UFMG. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para estes nas duas hipóteses analisadas.

Tabela 6: Quadro resumo dos indicadores

Indicador	Resultados
Redução na utilização das linhas de ônibus internos ao campus	Redução no uso do ônibus interno pelos alunos de graduação devido à preferência pela bicicleta em detrimento ao ônibus. Economia potencial média mensal para a universidade estimada em R\$33.613,13, podendo atingir R\$41.064,31 mensalmente.
Redução no uso de automóveis	Redução potencial no uso do automóvel entre estudantes de graduação nos deslocamentos para o campus em função da adesão ao uso das bicicletas compartilhadas. Hipótese 1: Baseado no sistema Velo`v da França, com redução em 7% no número de veículos circulando diariamente. Redução estimada para o campus: 515 veículos/dia. Hipótese 2: Redução majorada para 9,5%. Redução estimada para o campus: 700 veículos/dia.
Redução na demanda por estacionamento	Redução na demanda por estacionamento em função da redução no uso de automóveis entre estudantes de graduação. Hipótese 1: Redução estimada em 158 vagas/dias, equivalente à 4,3% do total ofertado. Hipótese 2: Redução estimada em 215 vagas/dias, equivalente à 5,8% do total ofertado.
Redução na emissão de gases poluentes	Redução na emissão de poluentes devido à redução no uso de automóvel. Valores estimados para o período de um ano. Hipótese 1: • 496,49 Kg de monóxido de carbono; • 47,62 Kg de hidrocarbonetos; • 44,86 Kg de óxidos de nitrogênio; • 59.375,30 Kg de dióxido de carbono; • 0,35 Kg de material particulado. Hipótese 2: • 673,80 Kg de monóxido de carbono; • 78,20 Kg de hidrocarbonetos; • 60,88 Kg de óxidos de nitrogênio; • 80.580,76 Kg de dióxido de carbono; • 0,47 Kg de material particulado.
Melhoria da saúde dos estudantes	Melhoria da saúde dos estudantes devido à prática de atividade física. Benefício estimado como resultado do uso das bicicletas compartilhadas em detrimento ao uso do automóvel entre estudantes de graduação. Hipótese 1: Benefício anual médio estimado em R\$571.093,43. Hipótese 2: Benefício anual médio estimado em R\$775.053,37.
Atração de novos ciclistas	Atração de 687 novos ciclistas em função da infraestrutura cicloviária construída. Adição de 337 novos ciclistas entre alunos de graduação (aumento de 98,5%).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi identificar, estimar e avaliar indicadores de eficiência capazes de quantificar os benefícios que um sistema de compartilhamento de bicicletas poderia proporcionar para um campus universitário por meio do estudo de caso do Campus Pampulha da UFMG. De uma maneira geral, embora os resultados encontrados sejam dependentes de uma melhor apuração dos dados utilizados, a utilização dos indicadores de eficiência quantificados, sustentam a ideia de que um sistema de compartilhamento de bicicletas pode trazer benefícios significativos para áreas de campi universitários. Dentre os benefícios encontrados para o caso do Campus Pampulha, têm-se:

- *Redução no uso do ônibus interno pelos alunos de graduação devido à transferência de parte da demanda para o sistema compartilhado de bicicletas e a possibilidade de redução significativa de custos para a universidade;*
- *Redução no uso do automóvel entre estudantes de graduação nos deslocamentos para o campus em função da adesão ao uso das bicicletas compartilhadas;*
- *Redução na demanda por estacionamento em função da redução no uso de automóveis entre estudantes de graduação;*
- *Redução na emissão de poluentes devido à redução no uso de automóvel;*
- *Melhoria da saúde dos estudantes devido à prática de atividade física;*
- *Atração de novos usuários para o sistema compartilhado de bicicletas em função da infraestrutura cicloviária construída.*

Em relação à redução no uso dos ônibus internos, é necessário um estudo mais detalhado relativo às demandas dos usuários, observando-se as suas necessidades e para que, em uma eventual redução da sua oferta, alterações não venham a prejudicar pessoas com mobilidade reduzida por exemplo. Em relação à redução do uso de automóveis, é necessário também maior incentivo ao uso dos sistemas de transportes públicos, tais incentivos dependem de maior cooperação entre universidade e órgãos públicos para atender às necessidades dos estudantes. Em relação à demanda por vagas de estacionamento, deve-se restringir a sua ampliação e repensar a localização das vagas atuais visando o desincentivo ao uso dos carros.

Em um contexto cada vez mais atento à poluição do ar e seus efeitos para a população, a implantação de um sistema de bicicletas compartilhadas torna-se um diferencial para o meio ambiente do campus universitário, além de incentivar os usuários a repensarem seu modo de transporte, reduzindo o uso de automóveis em favor do transporte ativo. Esta mudança se traduz em benefícios diversos para a saúde física e mental dos usuários como também para a sociedade como um todo, em função da melhoria da qualidade do ar. No tocante à atração de novos ciclistas, a estruturação adequada do sistema de compartilhamento com previsão de execução de estruturas de apoio, como bebedouros, vestiários, chuveiros, pontos de serviços, entre outros, torna-se fundamental para apresentar resultados positivos significativos.

Quanto aos investimentos necessários, embora este estudo não contemple a forma de financiamento dos valores a serem investidos, observa-se a necessidade de uma análise pela universidade para procurar alternativas de viabilidade econômica para implantação deste tipo de sistema de transporte ativo, incluindo a probabilidade de cobrar uma taxa de uso pelos usuários e a adoção de parcerias público-privadas.

Nota-se, contudo, que o sucesso deste sistema dependerá não somente de políticas internas ao campus, mas de ações em conjunto com o governo municipal, incluindo medidas que incentivem o uso integrado do transporte público e da bicicleta. A presença de infraestrutura cicloviária interna e externa à área do campus, por exemplo, é apontada como um fator decisivo para incentivar o uso desta alternativa de transporte.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, B. R. A. Avaliação da taxa de resposta de pesquisas digitais: Estudo de caso para a pesquisa origem/destino no campus UFMG. 2013. 50f. Monografia – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2013.

Associação Nacional de Transportes Públicos. *Mobilidade humana para um Brasil urbano*. São Paulo: ANTP, 2017. 288p.

Barreto, D. e Leta, T. Aluguel de bicicletas bate 500 mil viagens e empresa quer estender sistema a toda a cidade. *O Globo*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/aluguel-de-Bicicletas-bate-500-mil-viagens-empresa-quer-estender-sistema-toda-cidade-4749773>>.

Acesso em: 04 nov. 2017.

Büttner, J. *et al.* Optimising Bike Sharing in European Cities – A Handbook. 2011. 90f. Disponível em: <https://www.carplusbikeplus.org.uk/wp-content/uploads/2015/09/Obis-Handbook.pdf>>.

Acesso em: 19 nov. 2017.

Cadurin, L. D. P., Da Silva, A. N. R.; Provedelo, J. K. Demanda potencial por bicicletas: O caso de pedelecs compartilhadas em um campus universitário. In: XXX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 2016, Rio de Janeiro, 3061-3072.

Castañon, U. N. Uma proposta de mobilidade sustentável: O uso da bicicleta na cidade de Juiz de Fora. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), UFRJ, RJ, 2011.

Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos–DIEESE, São Paulo 2018 <<https://www.dieese.org.br/analiseicv/2018/201806analiseicv.html>>. Acesso em: 06 nov. 2017

Dias, H. L. F. *et al.* Estimativa de emissões de poluentes atmosféricos veiculares integrada a modelagem da demanda por viagens: Fortaleza-CE. 2016. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Anais...Rio de Janeiro: XXX Congresso da ANPET, 2016,12 p.

Dijkstra, A. *et al.* Best practice to promote cycling and walking. Analysis and development of new insight into substitution of short car trips by cycling and walking – ADONIS. A research project of the EU transport RTD programm. *Danish Road Directorate*, 1998 *apud*

Franco, C. M. A. Incentivos e empecilhos para a inclusão da bicicleta entre universitários. 2011. 107f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade do Paraná, Curitiba, PR, 2011.

Franco, V. S. M. Modelagem e análise espacial utilizada para a avaliação do sistema de tráfego no campus Pampulha da UFMG. 2011. 131f. Dissertação (Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Deptº de Cartografia, Instituto Geociências UFMG, Belo Horizonte, 2011.

Gazolla, D. A. Plano Diretor Setorial de Transportes-Campus da UFMG 2012, Relatório Técnico-Deptº Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG e EMAS Jr. 281p.–Belo Horizonte, 2012.

Gazolla, D. A. Projeto Pedala Moradia FUMP. 2017. (em conclusão). Relatório Técnico - Programa de Internato Curricular da Escola de Engenharia da UFMG – Belo Horizonte, MG, 2017.

Goulart, M. H. F. Aplicação de metodologias para a definição de rotas cicláveis no Campus Pampulha UFMG. 2011. 58f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Escola de Engenharia-UFMG, Belo Horizonte, 2011.

Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento-ITDP. Guia de Planejamento de Bicicletas Compartilhadas. Rio de Janeiro, 2014. 156f. Disponível em:<<http://itdpbrasil.org.br/guia-de-planejamento-de-sistemas-de-bicicletas-compartilhadas/>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Litman, T. Evaluating Active Transport Benefits and Costs. Canadá: Victoria Transport Policy Institute, 2017.

Munro, C. Benefits of the inclusion of active transport in infrastructure projects. Queensland, Austrália: Department of Transport and Main Roads, 2011.

New Zealand Transport Agency. Economic Evaluation Manual. Wellington, Nova Zelândia, 2010, v. 2.

Rabl, A.; Nazelle, A. Benefits of shift from car to active transport. *Transport Policy*, v. 19, n. 1, p. 121-131, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0967070X11001119>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

Rosenberg Associados. O uso de bicicletas no Brasil: Qual o melhor modelo de incentivo? 2015. Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br/downloads/34-seguranca/968-estudo-rosenberg>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

Sindicato da Industria da Construção Civil do Rio de Janeiro-SINDUSCON RJ <<http://www.sinduscon-rio.com.br/ultimos-valores/>> Acesso em: 21 nov. 2017

Universidade Federal De Minas Gerais. Contrato nº 022/2015 que firmam a universidade federal de minas gerais para prestação de serviços de transporte coletivo Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://www.ufmg.br/dlo/arquivo/dfc/Contratos/andamento/2015_ct_022_diesel_mais.pdf>.

WU, X. G.; ZHANG, R. H. 2010. The popularization and application of bicycle sharing system in urban transportation system. In: ICCTP, 2010, Pequim, China. *Integrated Transportation Systems: Green, Intelligent, Reliable*, p. 2616-2628.