

## COMPARTILHAMENTO DE BICICLETAS NA USP EM SÃO CARLOS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGIAS DE PROPULSÃO

**Leonardo Dal Picolo Cadurin**  
**Antônio Nelson Rodrigues da Silva**

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa é realizar uma comparação entre sistemas de compartilhamento de bicicletas convencionais e elétricas e analisar a viabilidade técnico-financeira de implantação de ambos os sistemas no campus da USP São Carlos, o qual possui duas Áreas com distância média de 5,0 km entre elas. Para tanto, primeiramente serão coletados dados da infraestrutura ciclovitária e demanda existente para utilizar a bicicleta compartilhada como meio de transporte entre as Áreas. Em seguida será feita uma análise multicritério, visando comparar, com base na percepção dos entrevistados e em uma análise técnica, as duas tecnologias. Por fim, será realizado um estudo da viabilidade da implantação utilizando os dados coletados na fase inicial do trabalho. Um levantamento prévio indicou duas possíveis rotas, sendo que uma delas já possui cerca de 50% de sua extensão com ciclovias dedicadas.

### 1. INTRODUÇÃO

O campus da Universidade de São Paulo em São Carlos ocupou, em 1956, o local hoje denominado como Área 1, situado a menos de 2 km do região central da cidade. Devido à grande expansão dos cursos de graduação e pós-graduação ofertados, em 2005 foi inaugurada uma ampliação do campus, denominada Área 2. Frequentam atualmente o campus aproximadamente 5200 alunos de graduação, 2600 alunos de pós-graduação, 500 professores e 1200 funcionários, vinculados a 23 cursos de graduação e 18 programas de pós-graduação, os quais estão vinculados a cinco unidades (EESC - Escola de Engenharia de São Carlos, IAU - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, ICMC - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, IFSC - Instituto de Física de São Carlos e IQSC - Instituto de Química de São Carlos), além da Prefeitura do campus (PUSP-SC) e outros órgãos auxiliares (USP, 2015).

A distância entre as duas Áreas é de aproximadamente 5,0 km. A PUSP-SC disponibiliza transporte gratuito por ônibus entre as duas Áreas para os usuários do campus. Embora esta seja uma alternativa bastante utilizada, muitas pessoas ainda se deslocam através de modos motorizados individuais. Como a universidade é um polo gerador de viagens, uma opção para minimizar os impactos sobre o tráfego no seu entorno seria o deslocamento entre as suas Áreas através de bicicletas, como um modo alternativo e complementar aos ônibus disponíveis. Embora a Área 2 ainda não tenha portaria em funcionamento no seu lado sul, o projeto do campus prevê uma no local. Se existisse este acesso, o trajeto entre as duas Áreas do campus teria praticamente a mesma distância do atual trajeto, mas já contabilizaria 2,6 km de ciclovias implantadas (ou seja, pouco mais de 50% da distância total).

A partir do cenário acima descrito, o objetivo desta pesquisa é realizar uma comparação entre sistemas de compartilhamento de bicicletas, considerando o uso de duas tecnologias de propulsão (convencional e elétrica) e analisar a viabilidade técnico-financeira de implantação de ambos os sistemas no campus da USP em São Carlos. Para tanto, primeiramente serão coletados dados da infraestrutura ciclovitária e demanda existente para utilizar a bicicleta compartilhada como meio de transporte entre as Áreas. Em seguida será feita uma análise multicritério visando comparar, com base na percepção das pessoas e em uma análise técnica, as duas tecnologias. Por fim, será realizado um estudo da viabilidade da implantação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso excessivo de modos motorizados individuais é responsável por diversos problemas urbanos. Desse modo, é de fundamental importância repensar a mobilidade com foco na sustentabilidade, priorizando os investimentos direcionados ao transporte coletivo e aos modos não motorizados. Além de permitir flexibilidade nos deslocamentos, a bicicleta gera menores impactos ambientais, melhora a saúde dos usuários, é econômica, acessível e ocupa pouco espaço nas vias, contribuindo para a melhoria da mobilidade, como um modo alternativo e complementar ao transporte coletivo motorizado (Frade e Ribeiro, 2014; European Commission, 2012; Rybarczyk e Wu, 2010; Passafaro *et al.*, 2014).

A utilização das bicicletas em sistemas de compartilhamento tem sido tratada como uma das soluções para aprimorar a mobilidade das cidades. Hoje, mais de 850 cidades têm sistemas em funcionamento (Meddin, 2015), mas sua origem é antiga. A primeira geração é de 1965 e foi criada em Amsterdam. A segunda e terceira gerações surgiram em 1991 e 1996, respectivamente, sendo a última criada na Universidade de Portsmouth, na Inglaterra. Atualmente já existem modelos classificados como a quarta geração dos sistemas de compartilhamento e, assim como a terceira geração, são caracterizados pelo uso de avançada tecnologia no gerenciamento do sistema. Um dos aprimoramentos em relação à geração anterior é a utilização de bicicletas elétricas ao invés das convencionais (Langford *et al.*, 2013, 2015; Cherry *et al.*, 2011). Além das cidades, muitas universidades têm adotado o compartilhamento de bicicletas (Langford *et al.*, 2013, 2015; Ji *et al.*, 2013), sendo o seu modelo de gestão explicado por DeMaio (2009).

A adoção destes sistemas não é, no entanto, trivial. Assim como na adoção de um projeto de determinado modo de transporte, é comum realizar comparações e avaliações com outros projetos. Para isso, a análise multicritério (MCA, de *Multicriteria Analysis*) tem sido amplamente utilizada, já que considera diversos fatores que vão além apenas dos custos financeiros, característica do modelo de custo-benefício. Existem diversos métodos para realizar MCA, como o hierárquico (AHP, de *Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido por Saaty (2008). O fundamento consiste em determinar prioridades entre os critérios, com valores relativos entre modelos para cada critério (Beria *et al.*, 2012).

## 3. MÉTODOS

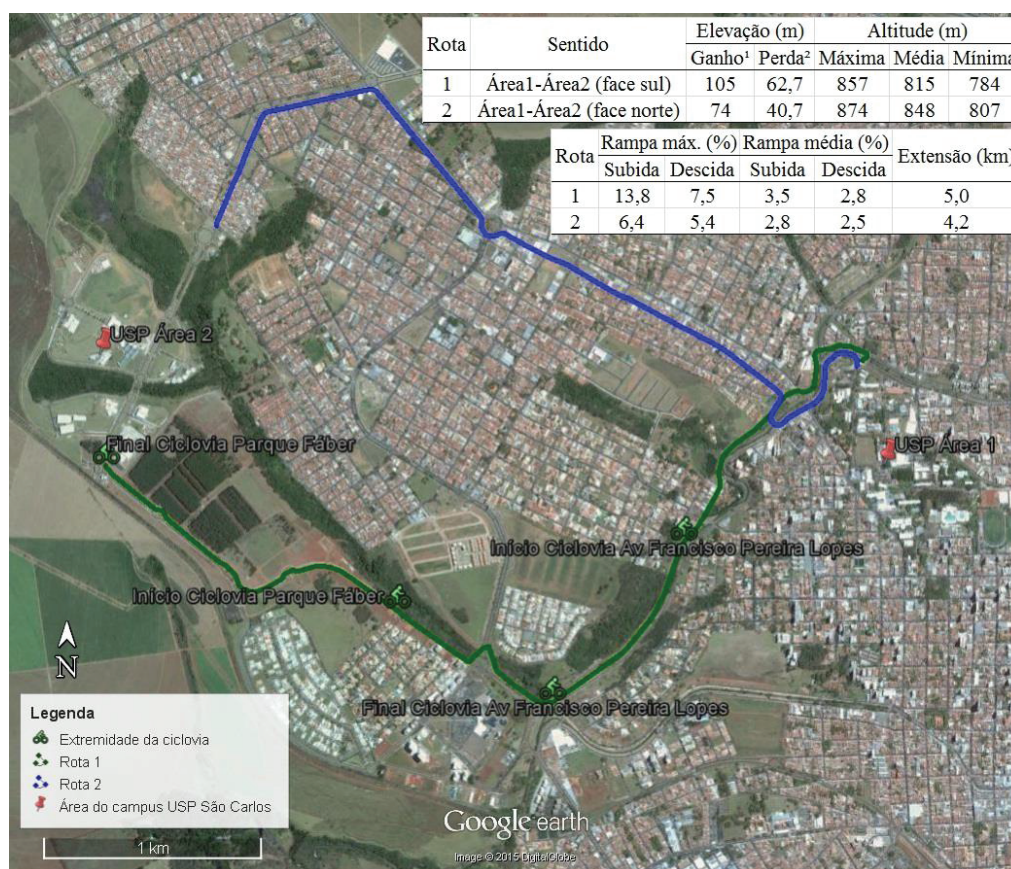
A pesquisa será realizada em cinco etapas: levantamento da estrutura ciclovária e demanda existente, análise multicritério, avaliação técnica e de viabilidade de implantação dos sistemas de compartilhamento. Na primeira etapa serão registradas possíveis rotas entre as Áreas 1 e 2, suas extensões e trechos com e sem ciclovias ou ciclofaixas. Esse levantamento será feito através de aparelhos que permitem o posicionamento por satélite (GPS, de *Global Positioning System*) e servirá, posteriormente, como parte dos dados necessários para a análise de viabilidade da implantação do sistema de compartilhamento. A segunda etapa será dedicada à análise da demanda por bicicletas convencionais e elétricas como meio de deslocamento entre as Áreas. Para tanto, será aplicado um questionário junto aos usuários do campus, visando à obtenção de informações gerais para as duas tecnologias, tais como: disposição para utilizar a bicicleta como modo principal em substituição ao ônibus ofertado pela universidade e ao carro/moto, visão comparativa entre as duas tecnologias e frequência e prováveis horários em que as bicicletas seriam utilizadas. Na sequência (etapa 3) será conduzida uma avaliação multicritério para avaliar qual tecnologia é mais adequada para o caso estudado. Para tanto, serão realizados cinco passos, os quais se baseiam no estudo de Hotta (2007):

- 1) Seleção dos critérios nas dimensões social, ambiental e econômica.
- 2) Determinação dos pesos dos critérios por especialistas da área (acadêmicos ou não), cicloativistas e usuários assíduos da bicicleta como meio de transporte (três anos, no mínimo, de uso regular e diário) e demais usuários do modo.
- 3) Levantamento dos dados de cada tecnologia para comparação, a partir de informações obtidas junto a fabricantes e na literatura especializada.
- 4) Comparação dos dados das tecnologias dentro de cada critério, pelos mesmos respondentes do item 2, para cada critério.
- 5) Determinação da tecnologia mais adequada a partir da média, obtida para cada uma das categorias definidas no item 2, multiplicada pelos pesos relativos dos critérios.

A etapa 3 corresponde a uma análise que leva em consideração a percepção das pessoas entre os sistemas de compartilhamento de bicicletas convencionais e elétricas. A etapa 4 trata, em três passos, da avaliação técnica para as duas tecnologias, considerando o tempo de atendimento, a capacidade máxima e o tempo médio de viagem por usuário. Após os resultados das avaliações, será realizada uma análise de viabilidade técnico-financeira da implantação do sistema de compartilhamento para as duas tecnologias.

#### 4. LEVANTAMENTOS PRELIMINARES

Na primeira etapa da pesquisa, duas rotas principais entre as Áreas do campus foram registradas, conforme a Figura 1.



**Figura 1:** Rotas entre as Áreas 1 e 2 do campus da USP de São Carlos, consideradas para análise de uma ligação ciclviária <sup>1</sup>variação positiva (ascendente) de altitude acumulada  
<sup>2</sup>variação negativa (descendente) de altitude acumulada



A rota 1 passa pelo Parque Faber e possui extensão aproximada de 5,0 km, sendo cerca de 1,0 km de ciclovia na Avenida Francisco Pereira Lopes e 1,6 km no Parque Faber, totalizando por volta de 2,6 km de ciclovias. A rota 2 passa pelo Jardim Santa Felícia e possui aproximadamente 4,2 km de extensão, sem trechos com ciclovias ou ciclofaixas. Para compor o resumo altimétrico contido na Figura 1, ambas as rotas teriam como origem a portaria próxima ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) da Área 1, ao norte da mesma. Os pontos de destino na Área 2, no entanto, seriam distintos. Enquanto a rota 1 teria acesso pela face sul, a rota 2 acessaria o campus pela face norte. Vale lembrar que a saída da região sul da Área 2 ainda não possui portaria em funcionamento e atualmente está bloqueada com cerca, mas como se trata de uma opção de projeto do campus, ela foi considerada.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à Universidade de São Paulo, pelo apoio para a realização da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beria, P.; I. Maltese e I. Mariotti (2012) Multicriteria versus Cost Benefit Analysis: a Comparative Perspective in the Assessment of Sustainable Mobility. *European Transport Research Review*, v. 4, n. 3, p. 137-152.
- Cherry, C.; S. Worley e D. Jordan (2011) Electric Bike Sharing: System Requirements and Operational Concepts. *90<sup>th</sup> Annual Meeting*, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- DeMaio, P. (2009) Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, v. 12, n. 4, p. 41-56.
- European Commission (2012) Towards Low Carbon Transport in Europe. *Publications Office of the European Union*, Luxembourg.
- Frade, I. e A. Ribeiro (2014) Bicycle Sharing Systems Demand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 111, p. 518-527.
- Hotta, L. (2007) *Avaliação Comparativa de Tecnologia de Transporte Público Urbano: Ônibus x Transporte Público Individualizado*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Ji, S.; C. R. Cherry; L. D. Han e D. A. Jordan (2014) Electric Bike Sharing: Simulation of User Demand and System Availability. *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 250-257.
- Langford, B. C., C. Cherry, T. Yoon, S. Worley e D. Smith (2013) North America's First E-Bikeshare: A Year of Experience. *Journal of the Transportation Research Board*, v. 2387, p. 120-128.
- Langford, B. C.; J. Chen e C. R. Cherry (2015) Risky Riding: Naturalistic Methods Comparing Safety Behavior from Conventional Bicycle Riders and Electric Bike Riders. *Accident Analysis & Prevention*, v. 82, p. 220-226.
- Meddin, R. (2015) The Bike-sharing World Map. Disponível em: <[www.bikesharingmap.com](http://www.bikesharingmap.com)>. Acesso em: 06 julho 2015.
- Passafaro, P.; A. Rimano; M. P. Piccini; R. Metastasio; V. Gambardella; G. Gullace e C. Lettieri (2014) The Bicycle and the City: Desires and Emotions versus Attitudes, Habits and Norms. *Journal of Environmental Psychology*, v. 38, p. 76-83.
- Rybarczyk, G. e C. Wu (2010) Bicycle Facility Planning using GIS and Multi-criteria Decision Analysis. *Applied Geography*, v. 30, p. 282-293.
- Saaty, T. L. (2008) Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, v. 1, n. 1, p. 83-98.
- USP São Carlos (2015) Sobre o Campus da USP em São Carlos. Disponível em: <[http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=61&Itemid=87](http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=87)>. Acesso em: 06 julho 2015.
- USP São Carlos USP 75 anos: São Carlos faz Parte dessa História. Disponível em: <[http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=401&Itemid=170](http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com_content&task=view&id=401&Itemid=170)>. Acesso em: 06 julho 2015.

---

Leonardo Dal Picolo Cadurín (leonardodpc@usp.br)  
Antônio Nelson Rodrigues da Silva (anelson@sc.usp.br)  
Departamento de Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo  
Av. Trabalhador São-carlense, 400 - São Carlos, SP, Brasil