

PROPOSTA DE UM MÉTODO DE SISTEMA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS EM CIDADES DE MEDIO PORTE

Camilo Andrés Mora Olmos

Thais de Cassia Martinelli Guerreiro

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
Universidade Federal de São Carlos

RESUMO

A ideia de complementar o transporte público sustentável usando um sistema de bicicletas compartilhadas tem fornecido benefícios para as cidades como melhorias no tráfego, à saúde e ao meio ambiente. O maior fator de êxito das bicicletas compartilhadas está na localização das estações. Este relatório busca propor uma metodologia para a determinação das localizações destas estações em um município de médio porte, avaliando características próprias, tais como: lugares com concentração de deslocamentos, elementos de sistema de ônibus, infraestrutura atual e projetada para bicicletas, pontos de interesse da cidade, características topográficas, infraestrutura e perfil dos usuários de bicicleta. A metodologia considera a modelagem em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) combinado ao Processo Hierárquico Analítico (AHP) e à Otimização de Múltiplos Objetivos por Análise de Proporção (MOORA). Espera-se com este estudo subsidiar elementos para o estabelecimento de uma metodologia que contribua para a melhoria da mobilidade nos municípios brasileiros.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana, particularmente os modos motorizados individuais e coletivos, apresentam-se como uma preocupação de alta importância para os governantes, autoridades e cidadãos, embora nenhum destes atores tenha a capacidade exclusiva de tomar decisões que realmente transformem efetivamente este aspecto. Em cidades brasileiras de médio porte são comuns muitos tipos de conflitos, os quais conduzem a cidade para um espaço pouco agradável para a realização de deslocamentos e para habitar. Entre estes conflitos, pode-se citar: i) alto uso de automóvel, tornando insuficiente qualquer infraestrutura viária, ii) elevação dos níveis de estresse, em grande parte decorrente de muito tempo perdido em congestionamentos, iii) aumento do número de pessoas sedentárias, muito atrelado à maior utilização de automóvel, mesmo para percursos pequenos e relacionado diretamente ao tema de saúde pública; iv) aumento de taxas de acidentes, que afetam a segurança no tráfego, v) redução dos espaços para os pedestres e para as atividades de lazer e, vi) poluição.

Este relatório apresenta uma proposta de um método para localizar as estações de um sistema de bicicletas compartilhadas a partir de análises multicritério, procurando garantir a segurança dos usuários de bicicleta e a relação das bicicletas com os outros meios de transporte da cidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Lei 12.587/2012

Esta Lei, conhecida como “Lei de Mobilidade Urbana”, surge com o propósito de reorganizar o transporte, estabelecendo que meios não motorizados coletivos sejam a prioridade por parte dos governos e sociedade. Outro propósito é dar poder ao usuário de meios coletivos para que tenha uma participação, mais ativa, com ações propositivas e de controle (Brasil, 2012).

2.2. Mobilidade urbana sustentável

O conceito da mobilidade urbana sustentável apresenta-se como a combinação dos conceitos: i) mobilidade urbana, que é o movimento de pessoas e mercadorias nas cidades, independentemente do meio que eles usam para locomover-se, seja a pé, em transporte público, automóvel e etc. (CONUE, 2008) e ii) desenvolvimento sustentável, que é descrito

como o desenvolvimento que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer as possibilidades de gerações futuras (ONU, 1987).

2.3. Sistemas de bicicletas compartilhadas

Os sistemas de bicicletas compartilhadas têm sido vistos como uma solução aos problemas de mobilidade, isto devido às vantagens como: complemento do transporte público na última milha, maior autonomia para aqueles que fazem deslocamentos curtos, possibilidade de melhoria da saúde por incentivar a atividade física e baixos custos de implementação com alta taxa de êxito.

2.4. Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Os Sistemas de Informação Geográfica são uma estrutura para coletar, gerenciar e analisar dados. Baseados na ciência da geografia, os SIG's integram muitos tipos de dados, analisam a localização espacial e organizam camadas de informação em visualizações usando mapas. Com esse recurso exclusivo, os SIG's revelam conhecimentos mais profundos sobre dados, como padrões, relações e situações, ajudando os usuários a tomar decisões mais inteligentes (Dagermond, 2016).

2.5. Processo Hierárquico Analítico (AHP)

O Processo Hierárquico Analítico, introduzido por Thomas Saaty (1970-1980) com base no MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*), tem a capacidade de resolver decisões complexas ajudando ao tomador de decisão a estabelecer prioridades e escolher a melhor. Ao reduzir decisões complexas a uma série de comparações entre pares e depois sintetizar os resultados, o AHP captura os aspectos subjetivos e objetivos de uma decisão (Saaty, 1980). A importância relativa entre dois critérios se mede de acordo com uma escala numérica de 1 a 9, supondo que o critério *j-ésimo* é igual o mais importante que o critério *k-ésimo*. Também é possível admitir valores intermediários ou diferentes associados a uma interpretação (Saaty, 1980).

2.6. Otimização Multi-Objetivo por Análises de Proporção (do inglês, *Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis - MOORA*)

O método foi desenvolvido por Brauners no ano 2006. O método Otimização de Múltiplos Objetivos por Análise de Proporção, visa otimizar simultaneamente duas ou mais qualidades ou objetivos sobrepostos sob restrições. Quando é necessário dar maior importância a alguma resposta de um objetivo com base em uma alternativa plantada, se pode multiplicar o valor de desempenho de acordo com os critérios relacionados por um coeficiente de significância dentro do processo de ambos. Com o processo de multiplicação completo ao método MOORA produzem-se o que se conhece como MULTIMOORA. Na Figura 1 são apresentados os três métodos diferentes de MULTIMOORA e as relações (Kabak *et al.*, 2018).

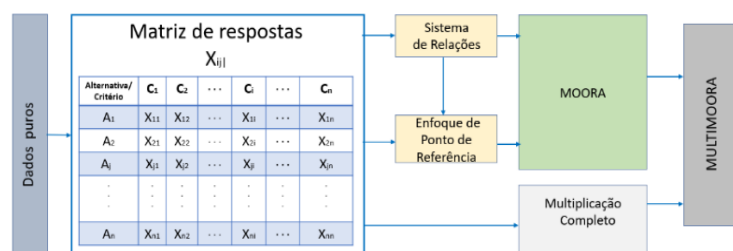


Figura 1: Metodologia MOORA e MULTIMOORA: Adaptado de Kabak *et al.*, 2018.

3. METODOLOGIA

As etapas previstas para este trabalho envolvem a aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) combinado ao Processo Hierárquico Analítico (AHP) e à Otimização de Múltiplos Objetivos por Análise de Proporção (MOORA), sendo composto pelos seguintes passos:

Passo 1 - Identificação: O estudo tentará utilizar 14 critérios, agrupados em três fatores: urbanos, de transporte e da dimensão do usuário. Estes tentarão avaliar as possíveis estações e selecionar alternativas, como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Critérios de análises. Fonte: Adaptado de Kabak *et al.*, 2018

Fatores	Critérios
Urbanos: São aqueles que motivam uma viagem para os habitantes. O estímulo pode ser de tipo: educação, trabalho, econômico ou simplesmente de lazer.	C 1-Proximidade das universidades: Têm relevância, já que são lugares de alta concentração de viagens, que em ocasiões supera a média da cidade. C 2-Proximidade das escolas: Idem anterior, salvo as características específicas e diferentes dos usuários. C 3-Proximidade dos centros esportivos e parques: Importantes, já que espaços esportivos acolhem a população durante as atividades de lazer. C 4-Proximidade dos pontos de turismo: As cidades possuem espaços naturais, atrativos históricos e culturais, sobre os quais se realizam uma quantidade importante de viagens. C 5-Proximidade dos shoppings centers: São elementos de alta importância nas cidades de médio porte, pois são espaços com alto fluxo de viagens pelos serviços que oferecem (alimentação, entretenimento, compras). C 6-Proximidade dos Polos Geradores de Viagens (PGV): São lugares como zonas de trabalho, setores de comércio específico ou algum tipo de equipamento da cidade, com um fluxo de viagens importantes, e que não foram classificados em nenhum critério relatado anteriormente.
Transporte: São aqueles que permitem e influenciam uma viagem. No caso das bicicletas, a influência está determinada pela estação rodoviária, estações de ônibus, os pontos de ônibus com maior número de viagens e as ciclofaixas atuais e projetadas.	C 7-Proximidade da estação rodoviária: O fator da cercania na rodoviária é pela possibilidade de fluxos de viagens, assim como a possibilidade de integrar a bicicleta para completar deslocamentos. C 8-Proximidade das estações de ônibus: Tal como o item anterior, as estações de ônibus têm fluxos de viagens e apresentam a possibilidade de integrar a bicicleta para completar deslocamentos. C 9- Proximidade dos pontos de ônibus com maior número de viagens: Ao estabelecer os pontos de ônibus com mais viagens se determinará como devem ser alocadas as estações de bicicletas. C 10-Proximidade das ciclofaixas atuais e projetadas: A rede de ciclofaixas mostrará elementos de decisão de ubiquação, além da conexão e proposta de ampliação dessas mesmas redes.
Dimensão do usuário: São elementos internos do usuário, como a relação com o tema da bicicleta, ou externos, como clima, topografia que afetam diretamente o comportamento do usuário.	C 11-População dos setores IBGE: Valores de população permitirão localizar as estações nos lugares em que exista alta taxa de população. C 12-Topografia: Impacta diretamente no nível de esforço que os usuários deverão fazer e pode mostrar lugares de restrição. C 13-Clima: Impacta diretamente no nível de esforço e pode afetar a utilização do sistema dependendo do sol e da chuva C 14- Caracterização do usuário: Permite identificar as principais características da população, bem como os potenciais usuários das bicicletas compartilhadas. Será realizada através da aplicação de um questionário

Passo 2 - Coleta de dados: Os dados serão estruturados em uma base geográfica utilizando o *software* ArcGIS Desktop ou Pro e espera-se ter como resultado mapas para cada um dos critérios normalizados.

Passo 3 - Determinação de prioridades e alternativas com base no AHP: Neste passo é necessário realizar uma comparação, par a par, usando a matriz de escalas AHP, que tem valores de um a nove, com o objetivo de encontrar o que tem a maior importância. Este processo deve ser feito com cada um dos critérios.

Passo 4 - Ranking da localização usando MOORA: A etapa final do estudo proposto é classificar as alternativas comparando-as. Para isto, os cálculos devem ser feitos de acordo com a estrutura matemática do MOORA, considerando a classificação dos locais de bicicleta que podem ser determinados usando o sistema. A Figura 2 apresenta um esquema dos passos da metodologia.

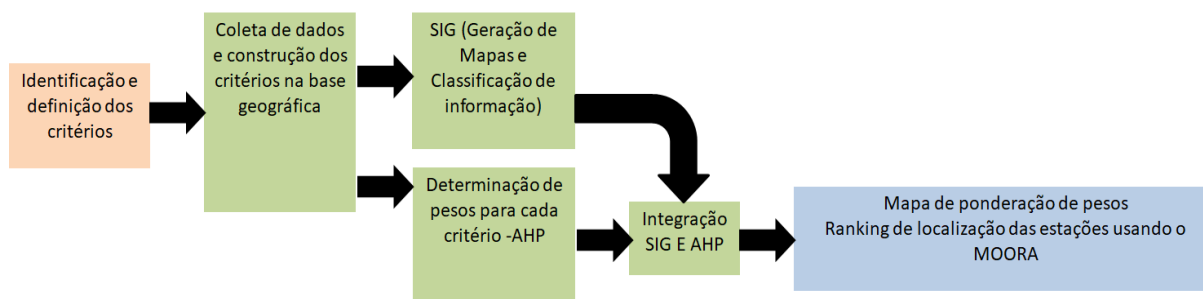


Figura 2: Fluxograma Metodologia. Fonte: Adaptado de Kabak *et al.*, 2018.

4. RESULTADOS ESPERADOS

Neste relatório espera-se que a metodologia proposta possa entender os critérios determinantes para desenvolver um sistema de bicicletas compartilhadas. Além disso, pretende-se avaliar a melhoria da oferta de infraestrutura para bicicletas, a partir da possível implantação do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. (2012). Lei 12.587 3 de janeiro de 2012. Mobilidade Urbana. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm >. Acesso em: 14 abril. 2019.
- CONUE COMISSÃO NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ENERGIA. MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL (Org.), (2012) Mobilidade Urbana y Sostenible. Disponível em < <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313972/movilidaurbanasostenible.pdf> >. Acesso 22 de fevereiro de 2019.
- DAGERMOND, J. (2019). What is GIS. Disponível em < <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> >. Acesso 28 de março de 2019.
- KABAK M. et al. (2018) A GIS-based MCDM Approach for the Evaluation of Bike-Share Station. Journal of cleaner production, V 201, p 49-60.
- ONU ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Org), (1987). Assembleia General 1987. Disponível em < <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> >. Acesso 22 de fevereiro de 2019.
- SAATY, T. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, V1, 287 p. New York.

Camilo Andrés Mora Olmos (geokmol@gmail.com)
Thais de Cassia Martinelli Guerreiro (tcmguerreiro@ufscar.br)
Departamento de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos
Rodovia Washington Luís, Km 235 – São Carlos, SP, Brasil