

## **AValiação DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO *SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHIC MISSION* (SRTM) COMO FERRAMENTA NO PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ROTAS CICLÁVEIS: UM ESTUDO DE CASO PARA A CIDADE DE BARIRI-SP**

**Marcelo Monari**  
**Paulo Cesar Lima Segantine**  
**Irineu da Silva**  
Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é avaliar o Modelo Digital de Elevação *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) como ferramenta no processo de identificação de rotas cicláveis. O estudo de caso foi realizado na cidade de Bariri-SP. As elevações e declividades da área de estudo adquiridas a partir do modelo SRTM puderam ser comparadas com os resultados de um trabalho de nivelamento das vias locais de tráfego, auxiliado pela tecnologia *Global Navigation Satellite System* (GNSS), sugerindo representações do relevo visualmente muito semelhantes. Estas declividades, por sua vez, foram utilizadas para a verificação do perfil topográfico das vias ao transporte cicloviário e, conseqüentemente, para a identificação das rotas cicláveis. Quando comparados entre si, 65% dos trajetos identificados por ambos os métodos de aquisição de declividades são coincidentes, sugerindo uma relativa confiabilidade de utilização do modelo SRTM no planejamento cicloviário, exceto para as regiões menos elevadas da área de estudo.

### **ABSTRACT**

This paper's goal is to evaluate the Digital Elevation Model *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) as a tool in the cycling routes identification process. The case study was carried out in the city of Bariri-SP. The study area elevations and slopes acquired from the SRTM model could be compared with the results of a local road's levelling survey, assisted by the *Global Navigation Satellite System* (GNSS) technology, suggesting very visually similar terrains' representations. These slopes were then used for topographic profile verification to cycling and, consequently, in the cycling routes identification. When compared amongst themselves, 65% of the identified paths by both slope acquisition methods are coincident, suggesting a certain reliability of the SRTM model on cycling planning, except for the less elevated regions from the study area.

### **1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS**

Apesar de notória a importância do transporte cicloviário para a promoção da mobilidade urbana sustentável, muitos são os “obstáculos” à popularização do mesmo no Brasil. Estes obstáculos podem estar relacionados a aspectos técnicos, como a carência de infraestruturas próprias ao tráfego de ciclistas, ou ainda sociais, como o fato de a população brasileira, em geral, julgar a utilização da bicicleta em viagens utilitárias como uma característica da população de baixa renda.

No ano de 2018, como descreve Monari et al. (2018), o Brasil deparou-se com um episódio conhecido por “greve dos caminhoneiros”, isto é, uma paralisação desta classe trabalhadora em resposta a um cenário de altos preços dos combustíveis, prejudicando o abastecimento de bens de consumo em geral, dentre eles, os próprios combustíveis. A principal consequência desta paralisação, com relação à mobilidade urbana, foi uma busca expressiva e repentina por parte dos usuários dos veículos motorizados por outros modos de transporte urbano, comprometendo o transporte público e, assim, impossibilitando que muitas destas pessoas conseguissem realizar seus deslocamentos cotidianos.

O caso da “greve dos caminhoneiros”, no entanto, não é um caso isolado, sem precedentes: de acordo com Ministério das Cidades (2007), em meados da década de 70 o Brasil sofreu diversas consequências negativas de um momento histórico intitulado “1º Choque do

Petróleo”, o qual foi caracterizado também por um aumento generalizado de produtos derivados deste material, dentre eles, os combustíveis. Em resposta a estas consequências, foram desenvolvidos, mesmo que de maneira “tímida”, os primeiros esforços voltados ao planejamento cicloviário em território nacional.

Neste contexto, buscando contribuir com potenciais diretrizes à popularização do transporte cicloviário no Brasil, este trabalho tem por objetivo avaliar a utilização do Modelo Digital de Elevação *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) para a verificação do perfil topográfico das vias de tráfego e, conseqüentemente, no processo de identificação de rotas cicláveis. O estudo de caso foi conduzido à cidade de Bariri-SP.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM)

Como o próprio nome sugere, SRTM foi uma missão realizada no início do ano 2000 em parceria entre a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), cujo objetivo era produzir um Modelo Digital de Elevação (MDE) de alta resolução para a Terra por meio de um método de aquisição de dados altimétricos conhecido por interferometria, que consiste na comparação de duas imagens de radar tomadas de pontos ligeiramente diferentes para a obtenção das elevações ao longo da superfície terrestre. O referencial altimétrico utilizado pelo modelo SRTM é o elipsoide WGS84, em que o modelo terrestre é representado pelo *Earth Geopotential Model 1996* (EGM96) (LEMOS; SOUZA; ROCHA, 2009; LANDAU; GUIMARÃES, 2011).

Apesar de a missão ter contemplado cerca de 80% da superfície terrestre, e de contínuas melhorias na resolução dos dados terem sido feitas ao longo destas quase duas décadas, muitos autores alertam para algumas limitações do modelo SRTM: a aquisição dos dados pela interferometria pode ser frequentemente prejudicada pelo efeito de ruídos, provocados pela presença de corpos d'água, e por problemas relacionados à perda do retorno do sinal; a tolerância aos erros verticais absolutos para validação do modelo SRTM, segundo os próprios idealizadores, é da ordem de 16 m, inviabilizando a utilização do mesmo em aplicações que exigem considerável acuracidade; e, em função de sua resolução espacial (30 m), este modelo apresenta restrições de uso para áreas pequenas (SLATER et al., 2006; LEMOS; SOUZA; ROCHA, 2009; LANDAU; GUIMARÃES, 2011).

### 2.2. Verificação do perfil topográfico das vias para o transporte cicloviário

Apesar de Winters et al. (2010) advogarem que não existe um consenso entre os planejadores em transportes com relação às declividades a partir das quais as vias de tráfego passam a ser inadequadas ao transporte cicloviário, diversos manuais técnicos sugerem valores ideais para tais declividades da ordem de 3%, sendo aceitável até 5%. Em locais onde não é possível mudar o greide da via, no entanto, estes mesmos manuais sugerem que os trechos em aclive sejam verificados de acordo com limites de extensão admissíveis.

Desde a década de 70, a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) tem proposto critérios para verificação dos trechos em aclive cujas inclinações excedem 5%. Por exemplo, na versão mais recente de seu manual *Guide for the Development of Bicycle Facilities*, publicada em 2012, os limites de extensão propostos para estes trechos em aclive são apresentados pela Tabela 1.

**Tabela 1:** Limites de extensão de trechos em aclave - AASHTO (Fonte: TOOLE, 2010)

Active (%)	L <sub>máximo</sub> (m)
5,00 – 8,30	60
8,31 – 10,00	9
10,01 – 12,50	3

### 2.3. Identificação de rotas cicláveis

Uma rota ciclável é entendida como um elemento de ligação entre um par origem-destino de interesse ao transporte cicloviário de maneira a garantir um nível homogêneo de segurança e conforto ao longo de todo o trajeto. Neste contexto, o processo de identificação de rotas cicláveis, o qual tem sido constantemente auxiliado por Sistemas de Informação Geográfica (SIG), deve procurar minimizar condições adversas ao ciclismo como, por exemplo, grandes declividades. No entanto, observa-se que poucos trabalhos na literatura incluem estas declividades como fatores de influência na escolha dos trajetos por parte dos ciclistas e, quando o fazem, utilizam-se de Modelos Digitais de Elevação (MDE) para a avaliação das mesmas, sem a preocupação com a qualidade que estes modelos proporcionam à verificação do perfil topográfico das vias de tráfego.

Em âmbito nacional, Neri (2012) propôs um método para definição de redes cicloviárias baseado em diversos fatores que influenciam no uso da bicicleta como modo de transporte urbano, dentre eles, o relevo da área de estudo. Para a condução do estudo de caso à cidade de Maringá (PR), o autor utilizou-se de uma base cartográfica baseada em um MDE que, com o auxílio do SIG *Surfer 10*, permitiu a confecção de um mapa contendo classes de declividades de interesse ao ciclismo. Os resultados sugerem um grande potencial ciclável do município com relação a estas declividades, tendo em vista que 93% das mesmas são compatíveis com os valores admissíveis estabelecidos pela literatura técnica.

Magalhães, Campos e Bandeira (2015) desenvolveram um método para identificação de redes de rotas cicláveis em áreas urbanas baseado no nível de serviço para bicicletas, avaliado pelo método de Dixon (1996), e na verificação do perfil topográfico das vias pelo critério da AASHTO (1999), cujos dados altimétricos de entrada foram obtidos por meio do *Google Earth*, o qual tem por base o modelo SRTM. O estudo de caso, conduzido à cidade de Montes Claros (MG), permitiu a identificação de oito rotas cicláveis, dentre as quais em apenas uma foram observados trechos com declividades inadequadas ao ciclismo.

Recentemente, Masri e Bigazzi (2019) compararam diversas fontes de dados altimétricos passíveis de serem utilizadas na verificação do perfil topográfico das vias de tráfego, dentre elas a *Light Detection And Ranging* (LIDAR), o modelo *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER) e o próprio modelo SRTM. Os resultados do estudo de caso conduzido à cidade de Vancouver (Canadá) sugerem que, na inexistência de medições diretas das declividades de interesse, os dados extraídos da LIDAR são os mais recomendados. Com relação aos demais MDE, os resultados sugerem que os mesmos sejam limitados à verificação do perfil topográfico de segmentos viários localizados em regiões não elevadas.

### 3. ESTUDO DE CASO: BARIRI-SP

O estudo de caso foi realizado na cidade de Bariri, a qual localiza-se na região central do Estado de São Paulo, abrangendo uma área urbana de aproximadamente 7 km<sup>2</sup> e um população da ordem de 35.000 habitantes (IBGE, 2019). A manipulação de informações georreferenciadas necessária à condução deste trabalho foi realizada com o auxílio do *software* QuantumGIS (QGIS). A versão utilizada foi a QGIS 2.18.12 “Las Palmas”.

#### 3.1. Bariri: relevo da área de estudo

Com o intuito de avaliar a utilização do modelo SRTM no processo de identificação de rotas cicláveis, propõe-se neste trabalho compará-lo com produtos gerados de um levantamento de campo que permita estimar, de maneira precisa, as declividades das vias pertencentes à área de estudo. Desta forma, foi efetuado o nivelamento destas vias com o auxílio da tecnologia *Global Navigation Satellite System* (GNSS), por meio de antenas receptoras pertencentes ao Laboratório de Mensuração da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

O levantamento foi realizado entre os dias 7 e 22 de setembro de 2017. O método utilizado para rastreamento das coordenadas foi o cinemático, fixando-se uma antena receptora sobre um ponto de coordenadas conhecidas e, simultaneamente, deslocando-se uma antena remota com o auxílio de um automóvel ao longo das vias de tráfego locais. Os dados coletados foram pós-processados com o auxílio do *software* LEICA Geo Office Combined (versão 7.0), e as alturas geométricas ou elipsoidais foram então convertidas em altitudes ortométricas descontando-se as respectivas ondulações geoidais, adquiridas por meio do modelo geoidal preciso MAPGEO2015, disponibilizado gratuitamente pelo IBGE.

Os mapas de elevação e de declividade referentes, respectivamente, ao modelo SRTM e ao levantamento de campo com o auxílio da tecnologia GNSS são apresentados pela Figura 1.

#### 3.2. Bariri: identificação das rotas cicláveis

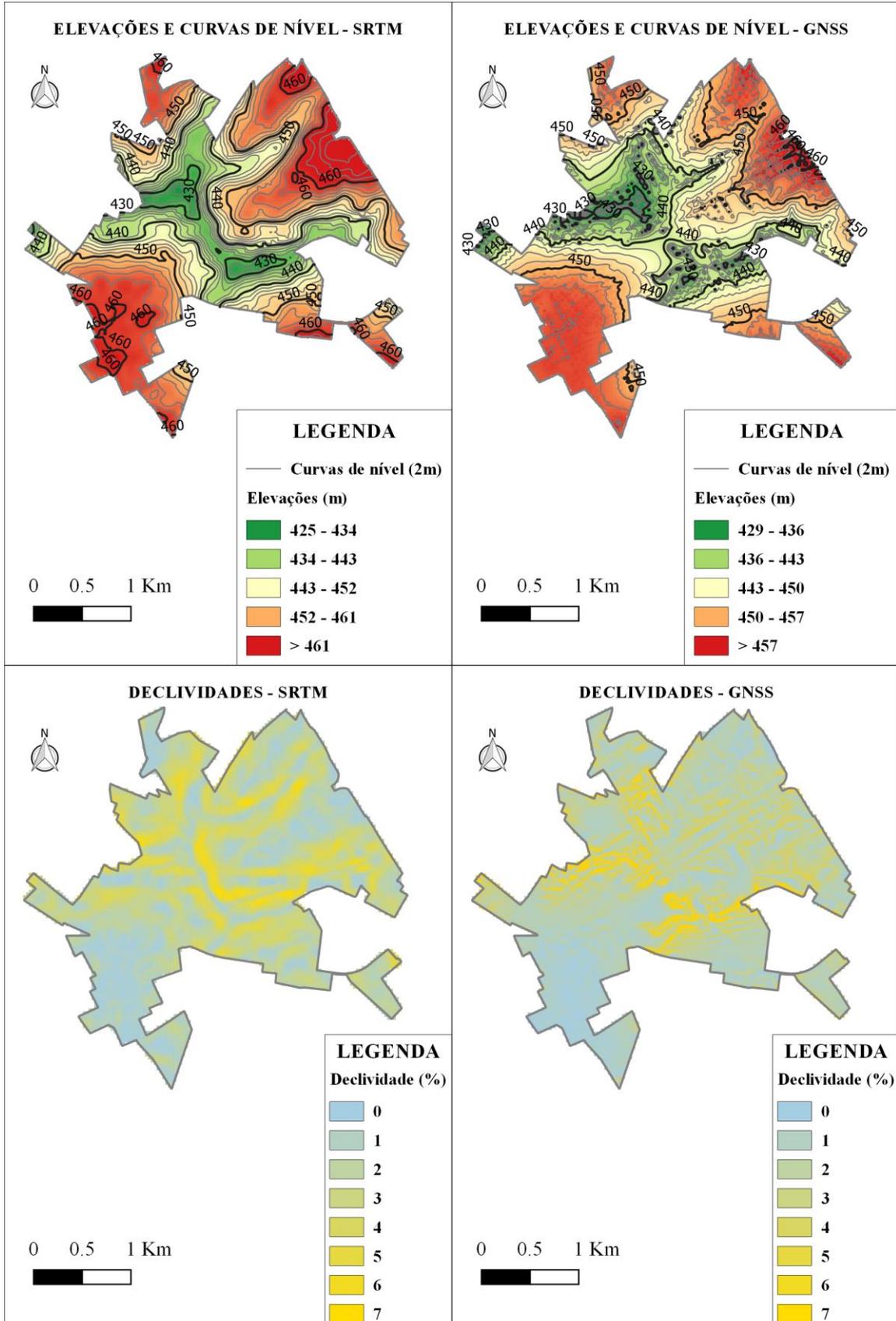
Uma vez determinadas as declividades dos segmentos viários pertencentes à área de estudo, pôde-se proceder com a atribuição de impedâncias a cada um destes segmentos, como apresenta a Equação 1. Em síntese, estas impedâncias são entendidas como custos generalizados calculados a partir do produto entre o comprimento dos mesmos e seus respectivos fatores relacionados à declividade ( $f_{dec}$ ) propostos pela Tabela 2, referentes a cada um dos métodos de aquisição das declividades analisados neste trabalho.

$$I(e) = L(e) \times f_{dec}(e) \quad (1)$$

em que  $I(e)$ : impedância do segmento  $e$ ;  
 $L(e)$ : comprimento de segmento  $e$ ;  
 $f_{dec}(e)$ : fator relacionado à declividade do segmento  $e$  (SRTM ou GNSS);

**Tabela 2:** Fator relacionado à declividade

Declividade	$L_{active}$	$f_{dec}$
< 5%	-	1,00
$\geq 5\%$	$L_{active} \leq L_{m\acute{a}x}$	1,00
$\geq 5\%$	$L_{active} > L_{m\acute{a}x}$	$L_{active} / L_{m\acute{a}x}$



**Figura 1:** Bariri: mapas de elevações e de declividades

As rotas cicláveis, por sua vez, puderam ser identificadas com o auxílio de um complemento do QGIS intitulado *AequilibraE*, de maneira a, simultaneamente, promover a ligação entre zonas de geração e atração de viagens por bicicleta e minimizar as somatórias das impedâncias anteriormente atribuídas. Para isto, foram identificados pares origem-destino de interesse ao ciclismo por meio de questionários abertos em redes sociais, respondidos de maneira voluntária por ciclistas que frequentam seis dos principais polos geradores de tráfego por bicicleta da cidade, dentre eles, quatro escolas, uma indústria e um clube. As reincidências das rotas cicláveis identificadas ao longo da malha urbana, tanto por meio da utilização do modelo SRTM quanto pela utilização dos dados do levantamento de campo, são apresentadas na Figura 2.

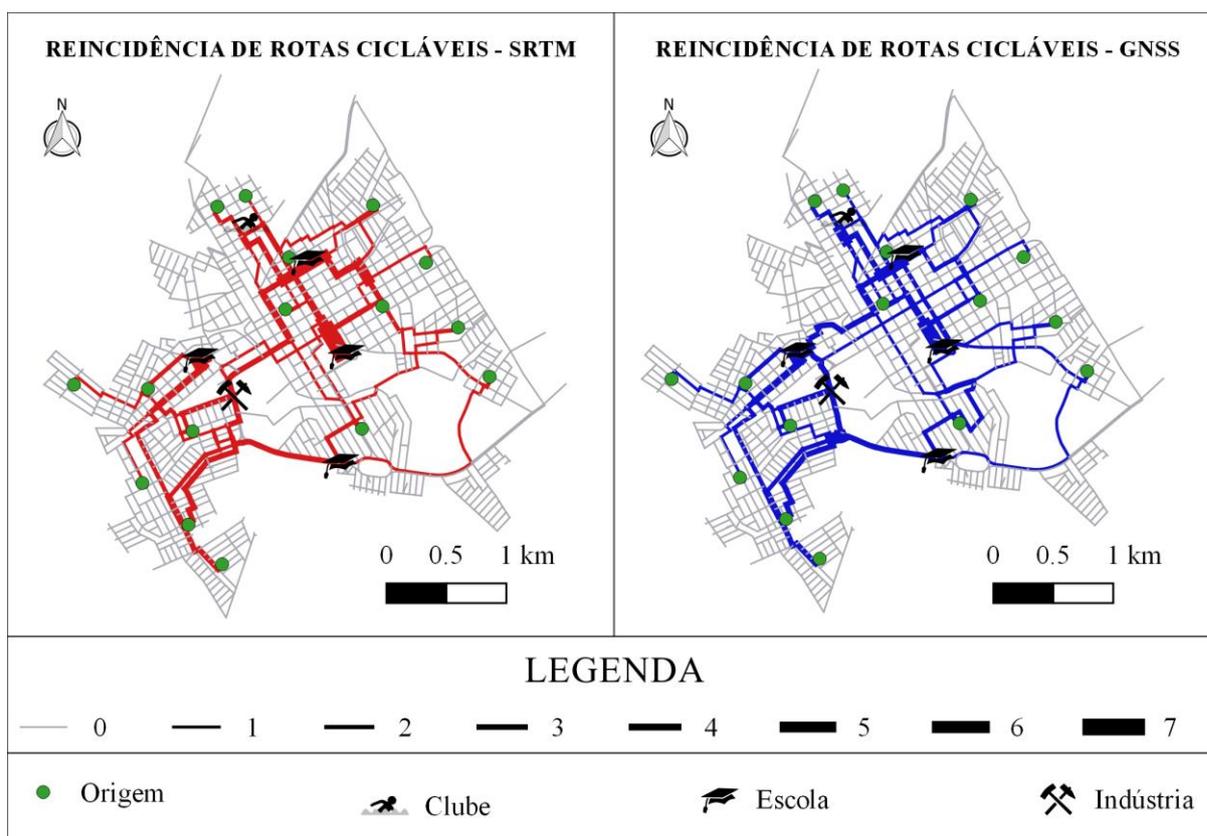


Figura 2: Bariri: reincidência das rotas cicláveis identificadas

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os principais resultados da utilização do modelo SRTM no processo de identificação de rotas cicláveis na cidade de Bariri-SP.

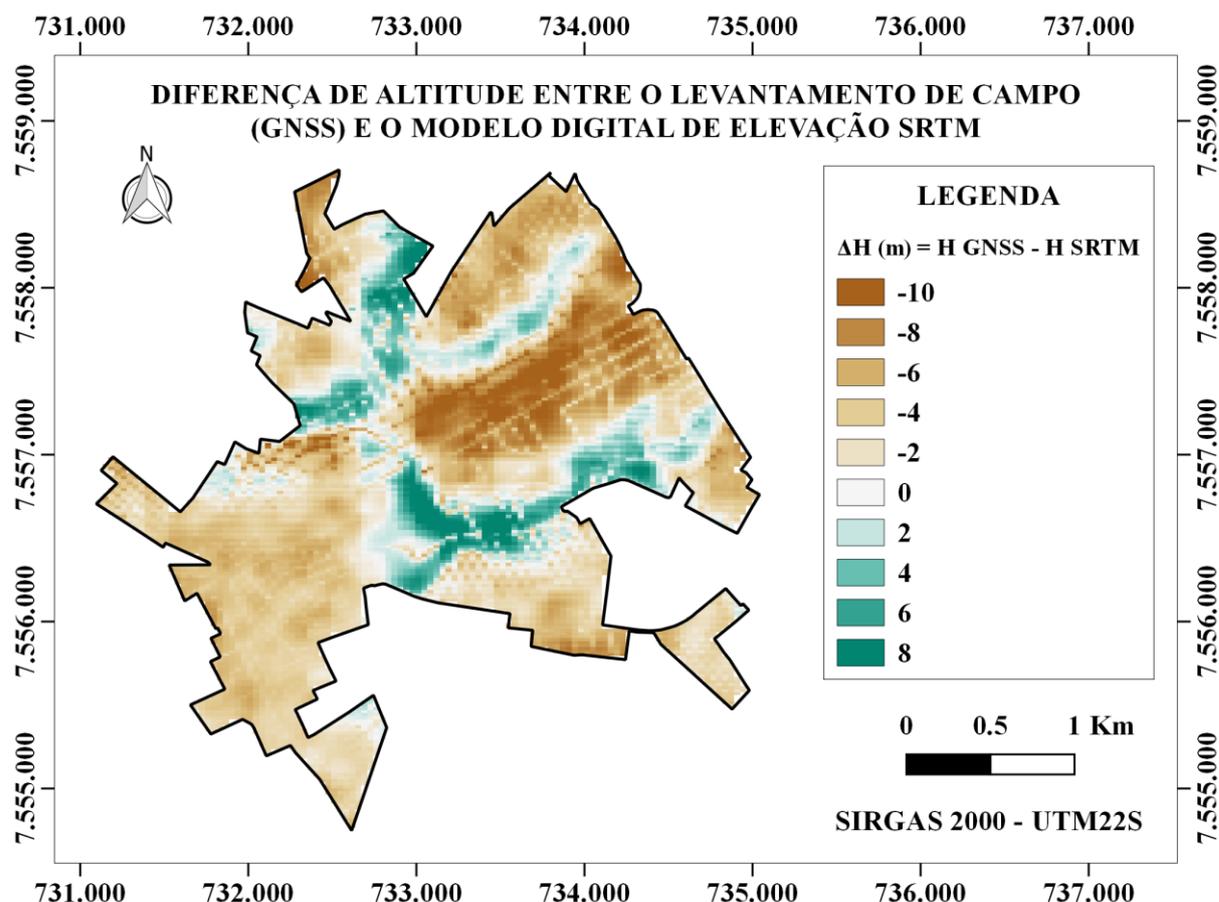
##### 4.1. Comparação entre as elevações e declividades

A utilização do modelo SRTM no planejamento cicloviário tem como principal vantagem o fato de o mesmo ser disponibilizado gratuitamente em plataformas digitais, facilitando sua manipulação de maneira direta pela plataforma SIG. No entanto, comparando-se tal modelo com produtos gerados a partir de um levantamento de campo na área de estudo, o qual fornece resultados confiáveis em função da precisão dos pontos levantados pela tecnologia GNSS, algumas diferenças podem ser elencadas.

Com relação ao modelo SRTM, as altitudes ortométricas da área delimitada para estudo variam entre 425 e 466 m, sendo a região central menos elevada e as regiões periféricas mais elevadas. Estas elevações, por sua vez, condicionam uma configuração onde aproximadamente 71,6% da área de estudo possui declividades inferiores a 3%, as quais são consideradas ideais ao ciclismo, sugerindo um alto potencial ciclável da cidade de Bariri-SP com relação a este fator.

Já com relação ao trabalho de nivelamento, as altitudes ortométricas da área de estudo levantadas em campo variam entre 429 e 460 m, sendo, assim como no modelo SRTM, a região central menos elevada e as regiões periféricas mais elevadas. Apesar da impossibilidade de serem levantados pontos de maneira contínua ao longo das quadras, configurando uma limitação da metodologia aplicada, os mapas gerados a partir da interpolação dos pontos coletados ao longo das vias de tráfego sugerem que, com relação às declividades, aproximadamente 80,8% da área de estudo possui graus de inclinação limitados a 3%, sugerindo um potencial ciclável com relação a este fator ainda maior do que aquele resultante do modelo SRTM.

Em síntese, as altitudes levantadas com o auxílio da tecnologia GNSS são, em média, aproximadamente 1,7 m menores do que as altitudes ortométricas apresentadas pelo modelo SRTM. No entanto, esta diferença pode oscilar consideravelmente à medida que os extremos mais altos e mais baixos da região de estudo são analisados, como mostra a Figura 3.



**Figura 3:** Diferença de altitude entre o levantamento de campo (GNSS) e o modelo SRTM

Nota-se que, nas regiões mais elevadas, as altitudes ortométricas levantadas em campo podem apresentar valores menores em até 10 m quando comparadas com as altitudes SRTM; já nas regiões mais baixas, um efeito contrário acontece: as altitudes levantadas em campo apresentam-se expressamente maiores do que as altitudes SRTM, podendo atingir uma diferença de até 8 m.

#### **4.2. Comparação entre as rotas cicláveis identificadas**

Com o objetivo de analisar as rotas cicláveis identificadas, considerando-se cada um dos métodos de aquisição de declividades utilizados neste trabalho, as mesmas foram comparadas, em termos de extensão, com suas respectivas rotas de “caminho mínimo” que promovem a ligação entre os pares origem-destino de interesse.

Com relação às rotas cicláveis identificadas utilizando-se o modelo SRTM para aquisição das declividades dos segmentos viários, observa-se que apenas 1 delas é coincidente com a rota que minimiza a distância de viagem entre o seu respectivo par origem-destino. Além disto, com o intuito de se evitar segmentos viários com graus de inclinação inapropriados ao ciclismo, verifica-se que tais rotas cicláveis desviam-se, em média, aproximadamente 22,16 m de suas respectivas rotas de “caminho mínimo”.

Com relação às rotas cicláveis identificadas utilizando-se os resultados do nivelamento das vias de tráfego com auxílio da tecnologia GNSS, assim como na situação anterior, observa-se que apenas 1 delas é coincidente com a rota que minimiza a distância de viagem entre o seu respectivo par origem-destino. No entanto, com o intuito de se evitar segmentos viários com graus de inclinação inapropriados ao ciclismo, verifica-se que tais rotas cicláveis desviam-se, em média, aproximadamente 82,64 m de suas respectivas rotas de “caminho mínimo”, isto é, um desvio da ordem de quatro vezes maior que o desvio observado com relação às rotas identificadas utilizando-se o modelo SRTM.

Quando comparadas entre si, 65% das rotas identificadas por ambos os métodos de aquisição de declividades são coincidentes, predominantemente entre pares origem-destino próximos entre si. Já com relação aos 35% restantes, observa-se um desvio médio entre as rotas da ordem de 78,48 m, sendo aquelas calculadas utilizando-se os dados levantados em campo, em geral, mais extensas.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo teve como objetivo avaliar a utilização do Modelo Digital de Elevação SRTM como ferramenta no processo de identificação de rotas cicláveis, comparando-o com os resultados de um trabalho de nivelamento das vias de tráfego da área de estudo com o auxílio da tecnologia GNSS. O estudo de caso foi realizado na cidade de Bariri-SP.

Em síntese, os mapas de elevação e de declividades, gerados a partir de cada um dos dois métodos de aquisição de dados altimétricos avaliados, permitiram verificar o potencial ciclável do local de estudo com relação a seus aclives e declives. Neste sentido, apesar de apresentarem elevações máximas e mínimas ligeiramente diferentes entre si, as representações do relevo pelos dois métodos avaliados, visualmente, são muito semelhantes, nas quais as regiões periféricas são mais elevadas com relação à região central. É válido destacar, novamente, que não foi possível rastrear as coordenadas dos pontos, pela tecnologia GNSS, no interior das quadras, restringindo a coleta às vias de tráfego e, assim, configurando algumas descontinuidades nos mapas interpolados pelo QGIS.

Ainda com relação às representações do relevo, destaca-se o fato de que o modelo SRTM se assemelha aos dados levantados em campo predominantemente em regiões de transição entre os locais mais e menos elevados da área de estudo. Nos demais locais, no entanto, a diferença entre as altitudes ortométricas adquiridas pela tecnologia GNSS e pelo modelo SRTM podem variar de -10 m nas regiões mais elevadas a +8 m nas regiões menos elevadas, criando-se algumas limitações de uso do modelo SRTM ao longo das mesmas. Especificamente com relação à verificação do perfil topográfico de vias de tráfego, propôs-se avaliar tais limitações por meio da atribuição, a cada segmento viário, de fatores relacionados à declividade, os quais permitiram o cálculo das impedâncias destes segmentos, utilizadas por sua vez no processo de identificação de rotas cicláveis.

Os desvios médios com relação às rotas de “caminho mínimo” observados nas rotas cicláveis identificadas utilizando-se o modelo SRTM são aproximadamente quatro vezes menores que aqueles observados nas rotas identificadas utilizando-se os dados levantados em campo. Em contrapartida, 65% das rotas cicláveis identificadas, considerando-se cada um dos dois métodos de aquisição de declividades, são coincidentes, predominantemente em regiões periféricas do local de estudo, sugerindo uma sólida coerência de utilização do modelo SRTM no planejamento cicloviário, exceto para as regiões menos elevadas da área de interesse, divergindo dos resultados do trabalho de Masri e Bigazzi (2019).

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que os objetivos do presente trabalho foram atingidos, permitindo indicar o modelo SRTM como ferramenta no processo de identificação de rotas cicláveis de áreas compactas. É notório que, além da declividade, outros fatores também devem ser inclusos neste processo. Desta forma, como sugestões para trabalhos futuros, sugere-se que o cálculo da impedância dos segmentos viários inclua alguns destes fatores, como disponibilidade de espaço, existência de infraestrutura cicloviária, nível de serviço para bicicletas etc. Além disto, propõe-se que esta mesma avaliação seja conduzida a cidades de médio e grande porte, com o intuito de avaliar a utilização do modelo SRTM na identificação de rotas cicláveis significativamente mais extensas

Outra sugestão é a utilização de diferentes critérios para verificação do perfil topográfico das vias ao transporte cicloviário, com diferentes limites de extensão dos trechos em aclave. Neste sentido, outros fatores poderiam ser inclusos na análise em questão, como distância de visibilidade; largura efetiva das vias de tráfego, de forma a permitir que os ciclistas desmontem da bicicleta para transpor grandes aclives; possibilidade de inserção de patamares de descanso entre rampas consecutivas etc.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sem os quais este trabalho não poderia ser desenvolvido.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AASHTO (1999) *Guide for the Development of Bicycle Facilities*. Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D. C, USA.
- Dixon, L. B. (1996) Bicycle and Pedestrian Level of Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems. *Transportation Research Record*, n. 1538, p. 1-9. DOI: 10.3141/1538-01.
- IBGE (2019) *Estimativas de população*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bariri/panorama>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

- Landau, E. C.; D. P. Guimarães (2011) Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, p. 4003-4010. Curitiba.
- Lemos, M. C.; S. F. Souza; R. S. Rocha (2009) Avaliação da qualidade dos dados altimétricos derivado do Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM): resultados preliminares. *Anais do I Simpósio em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*, p. 1-5. Recife.
- Magalhães, J. R. L.; V. B. G. Campos; R. A. M. Bandeira (2015) Metodologia para identificação de redes de rotas cicláveis em áreas urbanas. *The Journal of Transport Literature*, v. 9, n. 3, p. 35-39. DOI: 10.1590/2238-1031/jtl.v9n3a7.
- Masri, O. E.; A. Y. Bigazzi (2019) Road grade estimates for bicycle travel analysis on a street network. *Transportation Research Part C*, n. 104, p. 158-171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.05.004>.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2007) *Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta - Bicicleta Brasil. Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades*. Ministério das Cidades, Brasília, DF.
- Monari, M.; F. R. Moraes; P. C. L. Segantine; I. Silva (2018) Análise comparativa entre modelos de avaliação do nível de estresse relacionado aos ciclistas no processo de identificação de rotas cicláveis: um estudo de caso para a cidade de Bariri-SP. *Anais do 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET*, p. 3022-3032. Gramado.
- Neri, T. B. (2012) *Proposta Metodológica para definição de Rede Cicloviária: um estudo de caso de Maringá*. Dissertação do Programa de Mestrado em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá. Maringá.
- Slater, J. A.; G. Garvey; C. Johnston; J. Haase; B. Heady; G. Kroenung; J. Little (2006) The SRTM Data “finishing” Process and Products. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, v. 72, n. 3, p. 237-247. DOI: 10.14358/PERS.72.3.237.
- Toole, J. (2010) *Revising the AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities*. The National Cooperative Highway Research Program. Hyattsville, USA.
- Winters, M.; K. Teschke; M. Grant; E. M. Setton; M. Brauer (2010) How far out the way will we travel? Built environmental influences on route selection for bicycle and car travel. *Transportation Research Record*, n. 2190, p. 1-10. DOI: 10.3141/2190-01.

---

Marcelo Monari (marcelo.monari@usp.br)

Paulo Cesar Lima Segantine (pclsegantine@usp.br)

Irineu da Silva (irineu@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo  
Av. Trabalhador São-carlense, 400 - São Carlos, SP, Brasil