

ANÁLISE GEOGRÁFICA DE ROTAS PENDULARES USADAS POR CICLISTAS EM BELO HORIZONTE

Antônio Henrique Almeida Rocha¹
Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega²

¹ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

² Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

As bicicletas são veículos populares de baixa manutenção e alta dispersão no espaço urbano. É considerada pela literatura como uma das soluções plausíveis para o transporte urbano. Sua utilização em movimentos pendulares é uma realidade, sendo que as rotas desenvolvidas relacionam-se às individualidades do ciclista e às características do meio. No intuito de investigar as relações espaciais de rotas de bicicleta, o presente trabalho coletou, através de entrevistas, dados e trajetos regulares de ciclistas pendulares em Belo Horizonte. Após vetorização, tabulação e georreferenciamento das rotas, foram gerados mapas de calor referentes à densidade de uso dos trechos, estes sobrepostos a dados da infraestrutura urbana para análise do comportamento do ciclista. Os resultados mostram diferenças na utilização das vias, suas relações com as declividades de rampa e com as tipologias cicloviárias. Observou-se concentração de rotas na região central; canalização de rotas em vias planas e alta atração de rotas em ciclovias segregadas.

ABSTRACT

Bicycles are popular vehicles with low maintenance and high dispersion in urban environment. Literature points the bicycle as one of the feasible solutions for urban transport. Its use for commuting is a reality, thus the routes are planned according to the individualities of the cyclist and geographic context. In order to investigate the spatial relationships of bicycle routes we interviewed commuting cyclists to collected data of their regular routes in Belo Horizonte. After mapping, tabulating and geopositioning of the routes, we produced heat maps representing the density of use of the streets. The data were overlaid to urban infrastructure data to investigate the cyclist's behavior. Findings show differences in patterns for the use of the streets, as well as their relationship with ramp slopes and cycle way typologies. We also noted the concentration of routes in the central region; concentration of routes on flat roads and high attraction of street-segregated cycle routes.

1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana das grandes cidades brasileiras encontra-se hoje em crise. O cenário da malha viária tornou-se palco de engarrafamentos cada vez mais constantes e duradouros, frutos do crescente uso de automóveis individuais e da inadequação dos transportes coletivos existentes. O ato de deslocar-se entre pontos da cidade torna-se penoso, seja pelo tempo consumido, seja pela poluição ambiental e sonora. É, assim, uma circulação de obstruções, um fluxo lento, que gera estresse e prejuízo, individual e coletivo aos cidadãos de uma sociedade urbana. É nesse contexto que cresce nas metrópoles os adeptos da bicicleta como meio de transporte.

De engenharia simples, a bicicleta ocupa pouco espaço físico, facilitando uma fluidez de movimento entre os congestionamentos, não emite poluentes, possui custo operacional baixo e relaxa corpo e mente como um exercício físico. Nesse sentido, a bicicleta, veículo de propulsão humana, como é definida no Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), contribui para o desenvolvimento sustentável da mobilidade urbana.

Em razão do movimento de tração humana, este veículo reflete uma atuação diferenciada no espaço geográfico, quando em comparação aos veículos motorizados. Destaca-se aqui o sentido de maior conexão do veículo humano com o meio, na medida em que a eficiência,

velocidade e prazer de deslocamento, além do preparo físico e experiência do ciclista, vinculam-se com as condições espaciais do trajeto, que incluem extensão do percurso, qualidade do pavimento, microclima, segurança e declividade das vias (Segadilha e Sanches, 2014; Dias, Júnior e Silva, 2014). Assim, o ciclista percebe o meio para traçar seus trajetos. Esta percepção subjetiva de condições de via pode apresentar padrões de rotas e expor as vias mais ou menos utilizadas no cotidiano da cidade. Tais rotas compõem o objeto principal de análise dessa pesquisa.

A cartografia temática possibilita a representação da posição geográfica de feições da superfície topográfica, enfatizando e comparando padrões espaciais de atributos dos fenômenos investigados (Steinitz, 2012). Seu potencial de comunicação gráfica mostra-se essencial para apresentação e monitoramento das informações que são constantemente produzidas e reproduzidas no espaço urbano (Nobrega, 2018). O uso do geoprocessamento como instrumento de auxílio ao planejamento e gestão territorial é crescente, sobretudo na interface com o setor de transportes (Stich et al., 2011).

O Município de Belo Horizonte, apesar de possuir malha urbana sobre regiões de terreno acidentado (Lima e Nobrega, 2017), tem apontado um cenário significativo com crescimento do uso da bicicleta (Schmidt, 2014). Este crescimento é acompanhado e incentivado por ações da política pública e de organizações da sociedade civil. Desta forma, o presente estudo utilizou ferramentas e técnicas de geoprocessamento para analisar a densidade de rotas de transporte por bicicleta na Regional Centro-Sul, comparando-a com características da declividade e estrutura cicloviária existente. Tomando como referência as características da estrutura viária e cicloviária da cidade, foi estabelecida uma metodologia de levantamento de rotas percorridas de bicicleta regularmente. As rotas foram espacializadas e analisadas quanto à escolha dos ciclistas e a frequência de uso. Os resultados promoveram a elaboração de mapas temáticos no intuito de subsidiar pesquisas e formulação de política pública de mobilidade urbana.

2. CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO CICLOVIÁRIO E DA ÁREA DE ESTUDO

Por conta da tradicional política e infraestrutura voltada ao uso de veículos motorizados, Belo Horizonte apresentou, até 2002, níveis de utilização da bicicleta “muito inferiores que a média nacional (2,8%)”, estando na faixa de 0,5% (Rocha, 2014). Contudo, no mesmo ano, segundo o estudo do Plano de Mobilidade do Município (Logit, 2010), notou-se o aumento no uso de bicicletas em toda a cidade, tanto para deslocamentos curtos intra bairros como para viagens inter bairros. Estes dados, coletados na pesquisa de origem e destino de 2002 podem ter evoluído para um crescimento considerável das viagens, posto que o Município de Belo Horizonte tem apresentado diversas iniciativas, tanto do poder público, quanto da sociedade civil, de incentivo à utilização da bicicleta. Schmidt (2014), em seu artigo “Desmistificando os morros: a evolução do cenário da bicicleta em Belo Horizonte”, relata que entre 2011 e 2014 houve aumento de 145% de circulação de ciclistas na região da Savassi após a construção de ciclovia em 2011.

Em relação à atuação do poder público, a administração municipal, em conjunto com a empresa gerenciadora de transportes criou, em 2005, o programa Pedala BH (posteriormente inserido no Plano de Mobilidade de Belo Horizonte), visando criar obras de infraestrutura e políticas de promoção ao uso da bicicleta na cidade (Schmidt, 2014). Iniciativas recentes

como o Programa Pedala BH e a elaboração do Mapa de Declividade das Vias de Belo Horizonte (BHTrans, 2017) corroboram com a conscientização da sociedade e da administração pública quanto à necessidade de incrementar alternativas sustentáveis para a mobilidade urbana. Contudo, trabalhos recentes como Lima e Nobrega (2016) e Rocha (2014) recorrem a análises geográficas para quantificar as grandezas envolvidas na tomada de decisão dos ciclistas, em que nem sempre a topografia é o fator preponderante.

“A topografia de Belo Horizonte é, por vezes, usada como argumento para justificar que não podemos ser uma cidade acessível para todos, em especial para as pessoas com mobilidade reduzida e para os ciclistas. No entanto, essa afirmativa sempre se sustenta apenas em impressões e não em fatos.” (BHTrans, 2017)

De forma geral, o Município de Belo Horizonte é subdividido em nove regiões de administração regional. Seus limites foram instituídos pelo poder público em 1985 pela Lei Municipal 4.158 e atualizados em 2011 através da Lei Municipal 10.231. A Regional Centro-Sul foi selecionada como recorte espacial para esta pesquisa, em especial por concentrar muitas das rotas e ciclovias existentes em Belo Horizonte. A região está localizada entre a divisa do Município de Nova Lima e as Regionais Oeste, Noroeste, Nordeste e Leste de Belo Horizonte.

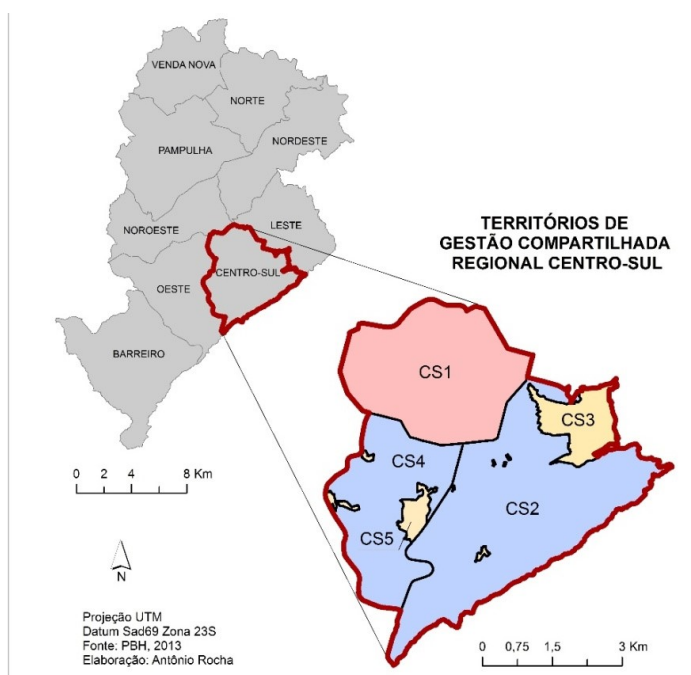


Figura 1: Localização da Área de Estudo

A Regional Centro-Sul possui área de 31 km² e população de 270.607 habitantes. Possui 49 bairros, distribuídos, segundo Decreto 1.4724, em cinco Territórios de Gestão Compartilhada (áreas de homogeneidade segundo critérios socioeconômicos, de infraestrutura e de características urbanas), sendo:

- O Território CS1 delimitado pelo polígono da Avenida do Contorno. Constitui a região central da cidade, apresentando extensas áreas comerciais, verticalizadas e de

densa circulação de pessoas e veículos;

- Os Territórios CS2 e CS4, constituídos por bairros residenciais de classe média e alto poder aquisitivo, incluem vias bem definidas e terreno com alta sinuosidade;
- Os Territórios CS3 e CS5 compostos por assentamentos de interesse social: vilas, favelas e conjuntos habitacionais, com população de baixa renda e baixo poder aquisitivo. A topografia apresenta alta sinuosidade e muitas das vias locais presentes não são carroçáveis.

Com ampla comunicação com as regionais limítrofes e com os outros territórios da própria Regional, o perímetro da Av. do Contorno (CS1) mostra-se um Território de atração, canalização e passagem do tráfego cotidiano; possibilita assim uma coleta mais abundante e diversificada de amostras de rotas de bicicleta. Por este motivo, optou-se pela Regional Centro-Sul como recorte espacial para o estudo em questão.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido com o intuito de estabelecer uma metodologia simples e robusta, capaz de produzir resultados de fácil compreensão e de ser reproduzida e aperfeiçoada. Desta forma, o desenvolvimento está apoiado em três etapas: [1] estabelecimento dos materiais (dados e ferramentas), [2] levantamento de campo e [3] geoprocessamento e análise para geração dos mapas temáticos e quantificação das rotas cicloviárias.

3.1 Materiais

O desenvolvimento do trabalho foi apoiado em ferramentas de geoprocessamento presentes na Plataforma ESRI ArcGIS 10.4, em especial as funções *Kernel* e *Line Density*, responsáveis pelo cálculo de mapas de densidade de ocorrência de fenômenos no espaço geográfico. Contudo, outras funções como importação/exportação de dados, conversões entre formatos, recorte geográfico, intersecções espaciais e declividade de superfície foram igualmente utilizadas com vasta frequência no desenvolvimento do trabalho. Foi também utilizado o programa PostgreSQL.

Com relação aos dados, pressupôs-se o uso da base cartográfica oficial da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, composta por dados alfanuméricos e vetoriais. Os dados utilizados foram:

- Mapa das Regiões Administrativas;
- Mapa dos territórios de Gestão Compartilhada;
- Mapa dos bairros;
- Curvas de nível com equidistância de 1 metro;
- Mapa das vias públicas (trechos);
- Mapa da estrutura cicloviária;
- Mapa de localização das praças e parques.

Além dos dados supracitados, foi utilizado também o Mapa Cicloviário de Belo Horizonte da associação BH em Ciclo (2014)

3.2 Entrevistas

Informações complementares foram obtidas através de entrevistas realizadas presenciais em campo ou virtuais. Foram realizadas, mensalmente, entrevistas presenciais nos encontros do

movimento Massa Crítica no hipercentro da cidade, e entrevistas virtuais por Facebook, ou e-mail com contatos adquiridos ou conhecidos. As entrevistas foram feitas ao longo do ano de 2014. Os entrevistados foram selecionados quanto à característica de uso da bicicleta como meio de locomoção pendular, excluindo, com isso, as amostras cujo uso destinava-se ao lazer.

As entrevistas foram apoiadas por um mapa temático que ilustrava a malha cicloviária sobreposta à malha viária da cidade. Para realização das entrevistas, desenvolveu-se um questionário com cinco questões, sendo a principal a indicação das rotas regulares (questão mais trabalhosa), seguida de outras quatro questões com informações complementares. Cada entrevistado pôde fornecer até três rotas (questão 1), repetindo-se então as perguntas 2, 3 e 4 para cada rota. As perguntas foram:

- 1) Qual trajeto de rota (ida e volta) é feito de bicicleta regularmente?
- 2) Qual o objetivo da viagem (trabalho, estudo, outros)?
- 3) Qual o tempo médio do percurso de ida e do percurso de volta?
- 4) Em qual frequência semanal a rota é feita (1 a 7 vezes por semana)?
- 5) A idade do entrevistado.

Assim, foram entrevistadas 59 pessoas e coletadas 140 rotas, ressaltando-se que, deste total, foram 70 rotas de viagens de ida e 70 rotas de viagens de volta. O tamanho dessa amostra é resultado do limite de entrevistas que os autores conseguiram realizar durante a etapa de coleta de dados em 2014.

3.3 Geoprocessamento dos dados

3.3.1 Vetorização e tabulação das rotas

O processo de vetorização dos traçados consistiu em selecionar as vias relativas a cada trajeto na classe de dados “Trecho_de_Via” e transferi-las para classe de dados “Rotas”. Desta forma, não houve a mínima divergência de posicionamento geográfico entre a base de vias e as linhas de rotas. O trajeto de ida e o trajeto de volta foram lançados no banco de dados geográfico como um objeto cada, sendo, então, uma rota constituída por dois objetos: linha de ida e linha de volta. Todas as linhas foram limitadas na Região Centro-Sul de Belo Horizonte, cortando-se as partes dos trajetos que ultrapassaram os limites da regional.

Quanto aos dados alfanuméricos, cada rota foi nomeada com um código, no qual se estipulou um número crescente acompanhado de uma letra (“A” para ida, “B” para volta). Assim, como exemplo, a 32ª rota coletada possui dois objetos (linhas), nomeados como 032A (trajeto de ida) e 032B (trajeto de volta). Em cada um dos trajetos foi adicionado como atributos: o objetivo da viagem, o número da frequência semanal e o tempo de viagem. Estas informações formaram a classe de dados geográficos “Rotas”.

Cada rota foi também ligada, nas extremidades dos trajetos, a dois pontos vetoriais: de origem e de destino. Os códigos destes pontos receberam o mesmo número da rota, sucedidos pelos códigos A e B relacionados ao ponto de origem e destino, respectivamente. De forma análoga, cada pessoa entrevistada recebeu um código acompanhado dos atributos de gênero, de idade, do tipo de contato (virtual ou presencial), do critério de resposta e do local da entrevista. Estas informações foram lançadas na tabela “Pessoa”, sendo que os números da chave primária (código da pessoa) também foram inseridos na tabela de rotas.

Uma vez espacializadas as rotas e os pontos de origem e destino, a próxima etapa consistiu na

representação cartográfica, processo composto por 3 etapas: o mapeamento da densidade (frequência de uso das vias), mapeamento das declividades de rampa das vias e o mapeamento da infraestrutura cicloviária.

3.3.2 Mapeamento da densidade das rotas

Para a representação cartográfica da densidade de rotas e definição dos intervalos de classes, processaram-se os dados em dois métodos: via ferramenta de densidade de linhas e via junções de atributos e consulta SQL. Os métodos foram:

a) Cálculo da densidade: etapa desenvolvida através da aplicação da ferramenta *LineDensity* do ArcGIS sobre os dados de rotas. O processo utiliza métricas extraídas do comprimento dos segmentos de linhas contidas em círculos com raio de busca traçados a partir de células de uma matriz e divide os resultados pela área dos círculos. Neste processo é possível adicionar pesos de acordo com atributos associados aos segmentos. O processo é calculado para cada célula da matriz e os resultados obtidos (medidas de densidade espacial) são agregados a estas células. Desta forma, ao associar cores aos valores de células torna-se possível a representação visual da hierarquia de concentração de linhas na área de estudo.

b) Cálculo da densidade relativa à frequência de rotas por trecho viário. Procedimento proposto para aprimorar a representação das classes resultantes do procedimento anterior relacionando-as a intervalos em quantidade de rotas por trecho de via. Foram selecionados apenas os trechos de via que continham rotas cicloviárias, os quais foram integrados com as rotas utilizando um relacionamento 1:N recorrendo ao programa PostgreSQL. Esse procedimento permitiu conhecer o número de rotas por trecho de via.

3.3.2 Mapeamento da declividade de rampa por trechos

Para inserção dos valores de declividade nos dados vetoriais de trechos de via, foi utilizado o mapa de curvas de nível. Os vetores das curvas alimentaram a criação do modelo digital de terreno na ferramenta 3D Analyst -*Create TIN from Features*- do ArcGIS. Uma vez computada a superfície topográfica contínua para a área de estudo, usou-se a ferramenta “*AddSurfaceInformation*” para extrair métricas de declividade para cada trecho de via. Nesta ferramenta, aplicou-se o método de interpolação linear para o cálculo da declividade média (*avg_slope*) em cada segmento de via.

3.3.3 Mapeamento da infraestrutura cicloviária

Para vetorização e diferenciação das tipologias da estrutura cicloviária na área de estudo, foi usado como referência o “Mapa Cicloviário de Belo Horizonte”, disponibilizado no site da BH em Ciclo, bem como visitas a campo. A vetorização foi feita utilizando-se como referência dados de trechos de via. As tipologias foram inseridas alfanumericamente na tabela de atributos.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Origens e destino das viagens

Observou-se que das 70 origens de viagens de ida coletadas, 55% pertenceram à regional Centro-Sul, estando, entretanto, o total de origens relativamente bem distribuído entre as áreas homogêneas CS1, CS2 e CS4, e as regionais limítrofes, com exceção da regional Noroeste, que possui o menor perímetro de contiguidade à área de estudo. Notou-se a ausência de

origens ou destinos nos territórios CS1 e CS3 (áreas de vilas e favelas), indicando-se a predominância da classe média no grupo focal investigado (movimento Massa Crítica). Quanto aos 70 pontos de destino, notou-se a convergência de viagens para o território CS1, estando 68% dos destinos localizados nesta área, comprovando assim suas características de atração cotidiana. Quanto aos outros destinos, se distribuem em 13% para o restante da regional Centro-Sul (territórios CS2 e CS4) e 12% em sentido à Regional Leste. A minoria se direciona às regionais Oeste e Noroeste.

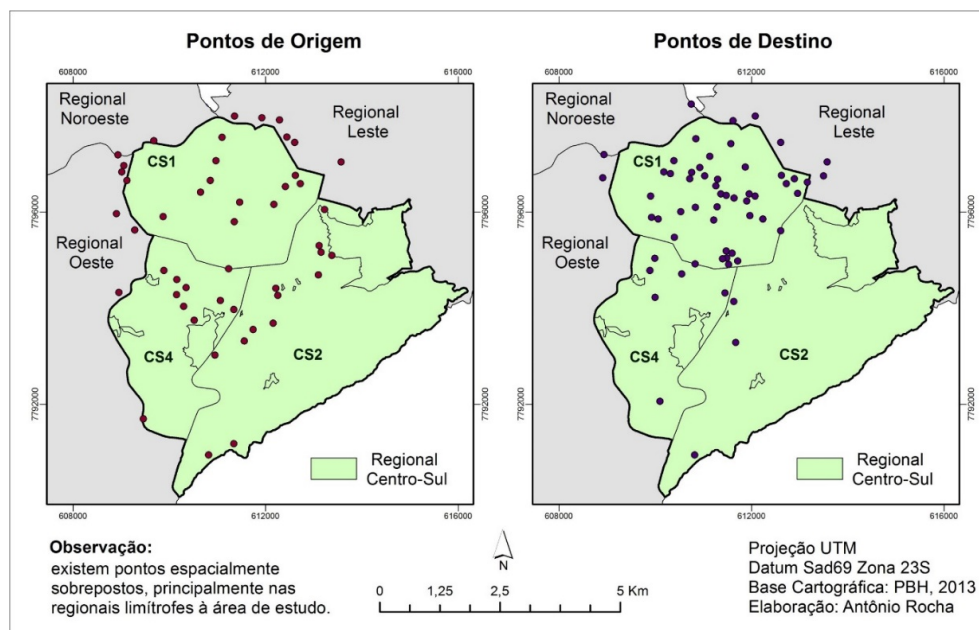


Figura 2: Espacialização das Origens e Destinos de Viagem

4.2 Densidade das vias

No presente trabalho, estabeleceu-se tamanho de célula de 1 metro e raio de busca de 15 metros. Obteve-se, assim, arquivo matricial com valores em metros (intervalo total de 6 a 1.532,5m). A partir disto, definiu-se 4 intervalos de classes através do método estatístico de quebras naturais (algoritmo de Jenks), resultando nos seguintes intervalos (6 a 170,8m ; 170,8m a 293,6m ; 293,6 a 484,1m e 484,1 a 1532,5m).

Devido à maioria das viagens coletadas ter como destino a região central CS1, a densidade das rotas concentrou-se principalmente nesta área. Nas áreas residenciais CS2 e CS4 houve espalhamento de rotas de baixa densidade em regiões próximas à área CS1 e densidade alta nas avenidas Prudente de Moraes e Senhora do Carmo. Estas avenidas e a Av. Raja Gabaglia apresentaram fluxo de rotas até o extremo sul da Regional de estudo.

Nos trechos de comunicação com a Regional Leste, observa-se densidade de rotas muito alta na Avenida dos Andradas e densidade alta nas ruas Hermilho Alves e Itajubá. Nos limites da divisa entre Regional Noroeste e Oeste há densidade alta na Av. Teresa Cristina e do Contorno. Mais a sul dos limites com regional Oeste, há densidade média na Av. Amazonas.

No cálculo do número de rotas por trecho, verificou-se que houve intervalo total de 1 a 27 rotas por trecho. Com o método estatístico de quebras naturais para definição de 4 intervalos, obteve-se resultado de distribuição espacial que foi agrupada em Baixa (1 a 4 rotas), Média (5

a 8 rotas), Alta (9 a 15 rotas) e Muito Alta 15 a 27 rotas), representadas na Figura 3.

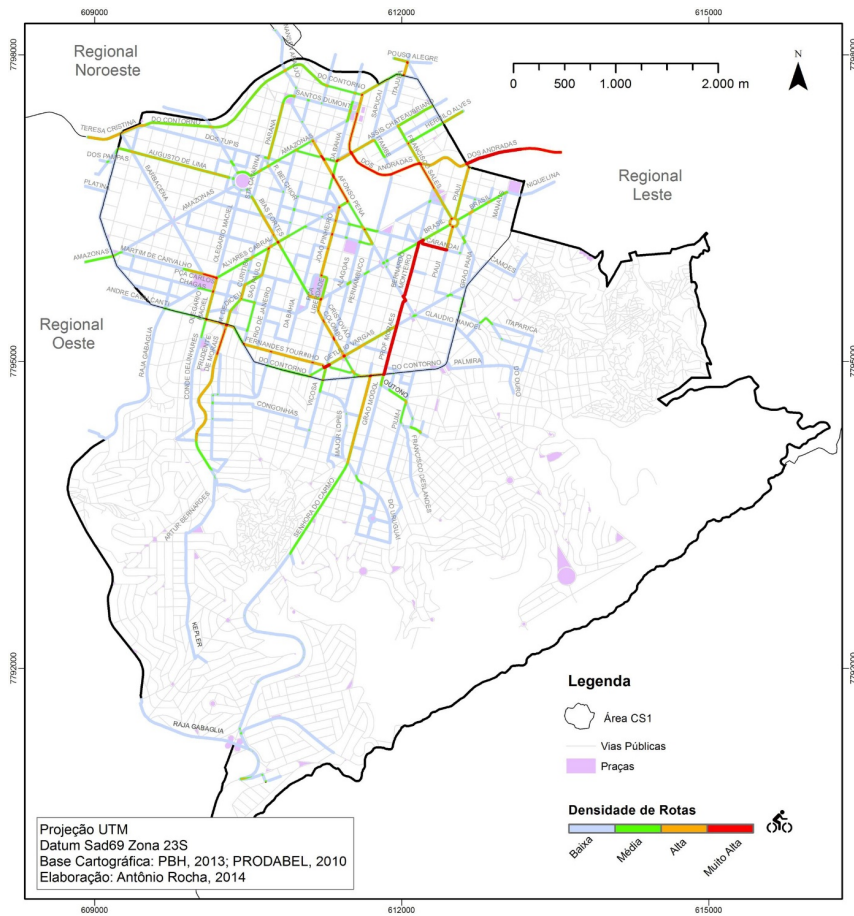


Figura 3: Densidade de Rotas de Bicicleta – Regional Centro-Sul

4.2 Declividade por trecho

A classificação das declividades de rampa buscou seguir o padrão adotado no projeto “*BikeMap&WalkingGuide*” desenvolvido para as cidades californianas de San Francisco, Oakland e Berkeley (<http://www.rufusguides.com/sanfran.html>). O modelo conta com 4 classes de declividade classificadas em 0 a 3% - plana ; 4 a 6 % - suave ; 7 a 10% - inclinada ; 11 a 18% - muito inclinada e superior a 18% - fortemente inclinada.

Pode-se verificar, conforme Figura 4, que no território CS1 predominam ruas com declividades de até 10% (planas, suaves e inclinadas), e com baixa incidência de trechos com declividades de 10 a 18% (muito inclinadas). Os territórios CS2 e CS4 já apresentam rampas muito inclinadas e fortemente inclinadas. Porém, note-se que avenidas, como Av. Raja Gabaglia, Av. Prudente de Moraes, Av. N. Senhora do Carmo e Av. Afonso Pena, raramente apresentam trechos com mais de 10% de inclinação, por localizarem-se em fundos de vales, divisores de águas, ou seguirem traçado de curva de nível. Os territórios CS3 e CS5 (vilas e favelas) apresentam alta concentração de rampas com declividade maior que 18%, ou seja, fortemente inclinadas.

A partir da sobreposição de declividades das vias com densidade de rotas, é possível perceber que as rotas de densidade muito alta encontram-se em vias planas. Rotas de densidade alta

também se encontram em trechos planos, como a Avenida Augusto de Lima (rota Regional Oeste – Centro); trecho da Avenida Olegário Maciel; Avenida Paraná e Viaduto Santa Tereza.

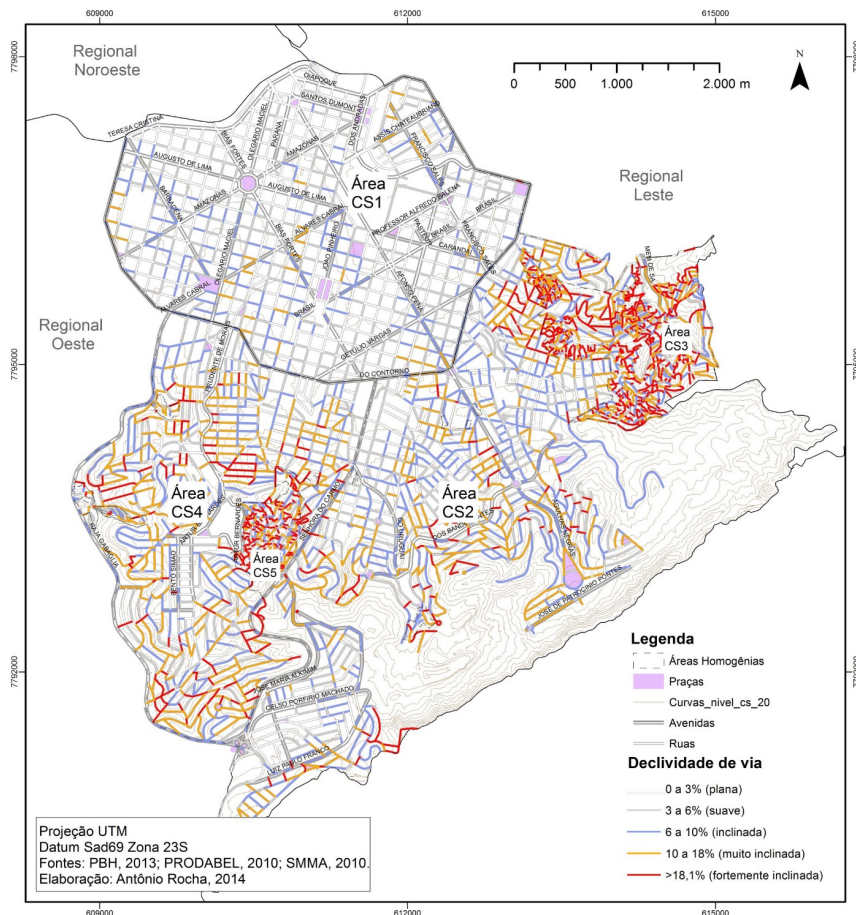


Figura 4: Declividades por Trecho de Via – Regional Centro-Sul

Porém, é possível observar rotas de densidade alta em vias de trechos suaves a inclinados, como nas avenidas Cristóvão Colombo e João Pinheiro (rota Savassi – Centro) e Rua Piauí (Funcionários – Regional Leste). Trechos suaves encontram-se nas rotas das ruas Fernandes Tourinho e trecho da Avenida Olegário Maciel, também de alta densidade de uso. Observa-se que todas estas ruas citadas possuem estrutura cicloviária.

As rotas de média densidade também percorrem vias planas. Porém, já é possível observar, além de trechos suaves e inclinados, trechos muito inclinados, como na Avenida Álvares Cabral, alimentadora e coletora do bairro Lourdes. A Avenida Bias Fortes possui extenso trecho inclinado. Quanto às rotas de baixa densidade, estas estão espalhadas por toda a área, apresentando trechos de todas as declividades. Porém, é possível perceber associação reduzida a trechos muito inclinados, podendo-se observar, inclusive, trechos deste tipo vazios de rotas, como trechos de comunicação com a Regional Oeste.

4.3 Caracterização espacial da estrutura cicloviária

A infraestrutura cicloviária da área de estudo se limita ao território CS1 (Figura 5), sendo composta por 9 segmentos cicloviários (ou rotas cicloviárias), que formam uma rede desconexa de 9,56 km de extensão. A maior parte das rotas são no sentido sul – norte, norte –

sul, e menor parte no sentido leste – oeste, oeste – leste. Pode-se verificar a existência de 3 tipos de estruturas: ciclovias (40%), ciclofaixas (44%) e ciclovias sobre calçadas (16%).

As ciclovias são em geral compostas por 2 trechos de média segregação (segregação por blocos de concreto). As duas ciclovias existentes na área central da cidade possuem extensão de 2,5km e 1,2km. Contudo existem 3 trechos nos quais as ciclovias estão instaladas sobre calçadas. Estas são bidirecionais, no nível do passeio público e possuem extensões de 784m, 295m e 479m. Há ainda 4 rotas desconectadas compostas por ciclofaixas, com extensões de 1,3km, 1,8km, 411m e 701m. Cabe ressaltar que as infraestruturas cicloviárias presentes na região central de Belo Horizonte e utilizadas no presente estudo foram construídas entre 2011 e 2013.

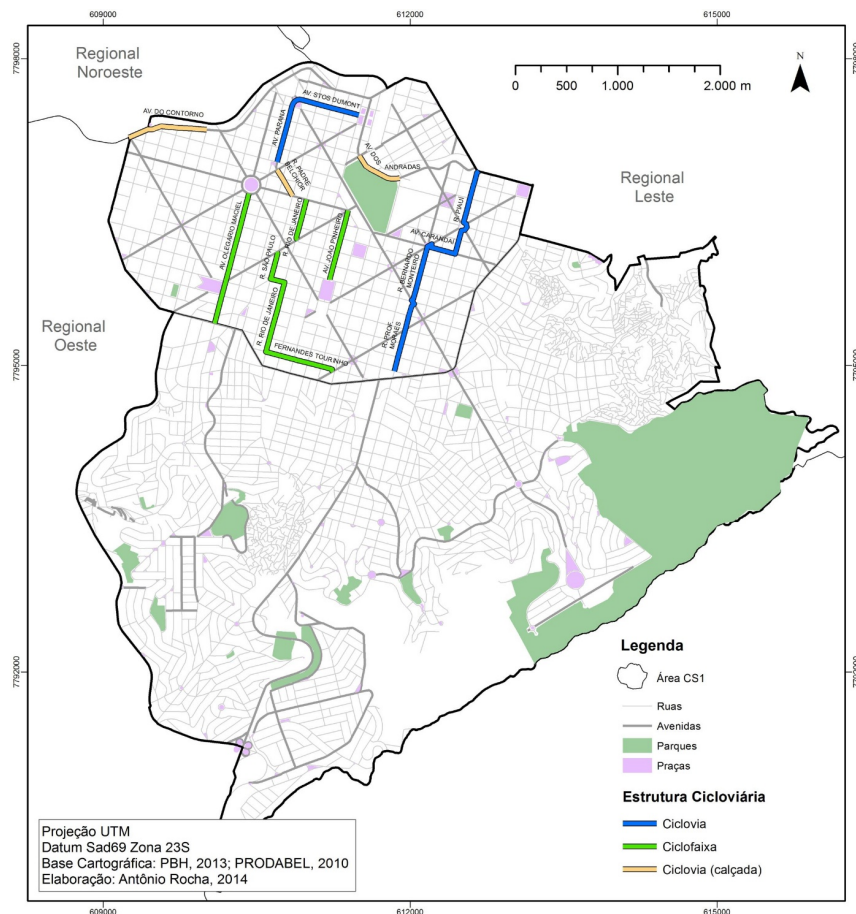


Figura 5: Ciclovias Existentes – Detalhe Área CS1

Na análise dos resultados por ciclovias percebeu-se que toda a estrutura cicloviária obteve pelo menos algum tipo de densidade de rotas. Observou-se que o trecho de maior densidade de rotas (muito alta) coincidiu com a ciclovia mais antiga e de maior extensão, sendo esta bidirecional e segregada: rota Professor Moraes / Bernardo Monteiro / Carandaí. A ciclovia da rua Paraná, no Centro, obteve densidade de rotas alta, enquanto o trecho da rua Santos Dumont rotas de densidade baixa. Deve-se destacar que estas ciclovias passaram a existir somente em meados 2014, durante a realização da pesquisa.

Quanto às ciclofaixas, as localizadas nas ruas Fernandes Tourinho, João Pinheiro e trecho da

Av. Olegário Maciel, e Rua São Paulo encontram-se com densidade alta. As ciclofaixas da Av. Olegário Maciel (trecho Praça Raul Soares até Praça da Assembléia) e rua Rio de Janeiro mostraram-se subutilizadas, com densidade de rotas baixa.

Quanto às ciclovias na calçada, o trecho da Avenida dos Andradas encontra-se com densidade muito alta e o trecho da Avenida do Contorno com densidades média a alta. Vale ressaltar que as rotas de bicicleta nestas vias, conforme as informações levantadas nas entrevistas, não necessariamente utilizam as ciclovias sobre as calçadas.

5. CONCLUSÃO

A partir do trabalho realizado, verificou-se algumas das possibilidades de contribuição do geoprocessamento para o planejamento urbano. A técnica de densidade de linhas mostrou-se oportuna para representação de fluxos na rede viária, possibilitando o monitoramento de aspectos do transporte e mobilidade urbana.

Quanto ao objeto de estudo, transporte por bicicleta, foi possível observar configurações de trajetos efetivamente utilizados na cidade, mesmo que o cenário reproduzido tenha se restringido à distribuição de 70 amostras de rotas capturadas e ao perfil dos 59 entrevistados. Este número amostral, apesar de não mostrar-se suficiente para abranger a extensa área de uma regional do município em questão, já possibilitou uma constituição relevante de dados na região central e entorno.

Desta forma, considerando o perfil dos dados aqui coletados, podem-se inferir algumas conclusões segundo a distribuição de rotas alcançada e os fatores espaciais em estudo:

- Verificou-se que a estrutura cicloviária e a declividade das vias são fatores que influenciam na escolha de rotas de viagem;
- Quanto à declividade, observou-se que vias de declividade plana, quase plana e suaves são mais utilizadas, sendo canalizadores de rotas. Porém, a declividade não se mostrou o único fator de influência, como verificado em vias de baixa declividade e pouca utilização. Além disto, vias com declividades inclinadas e muito inclinadas também se mostraram utilizadas pelos ciclistas, com densidades de uso média e alta.
- Quanto à estrutura cicloviária, observou-se que estas também atraem rotas. No entanto, esta atração ocorre em diferentes intensidades, como foi exposto em tipologias iguais de densidades de uso diferentes.

A ciclovia (tipologia com segregação dos motorizados) destacou-se através da via mais utilizada da área (densidade muito alta de rotas), demonstrando sua preferência pelos ciclistas. No entanto, destaca-se que a ciclovia em questão possui outras características como ser bidirecional, possuir maior extensão e alcance, apresentar declividade aplainada e ter maior tempo de existência (as outras ciclovias da área possuem construção recente, com menos de 1 ano). Assim, as diferenças de utilização expostas podem depender de vários fatores, além das tipologias básicas.

A ciclofaixa da mesma via (Avenida Olegário Maciel), por exemplo, obteve tanto densidade de uso alta em um segmento, como baixa em outro. Pode-se também destacar que as conexões e alcance dos trechos cicloviários mostraram-se importantes, como observado no menor interesse dos ciclistas em trechos curtos e isolados, como Ruas Rio de Janeiro e Padre

Belchior.

Portanto, a presente investigação evidencia a importância da continuidade de estudos de outros fatores de influência em rotas de bicicleta. Destaca-se também que a metodologia do trabalho pode ser reproduzida e adaptada de forma a capturar um número maior de dados, ou dados de outras regiões de estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte para o desenvolvimento do trabalho, ao Massa Crítica pela colaboração quanto à realização das entrevistas e à BHTRANS e PRODABEL pelos dados cedidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHTRANS (2017) Empresa de Transportes e Transito de Belo Horizonte, Mapa de declividade da malha viária de Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublico/Temas/Noticias/Mapa-de-declividades-de-Belo-Horizonte-j%C3%A1-esta-disponivel-p>> (10/07/2018)
- BH EM CICLO. Mapa Cicloviário de Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.bhemciclo.org/mapaciclobh/index.html>>. Acesso em 10/01/2018.
- BRASIL (1997) *Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997*.
- SEGADILHA, A.B.P.; SANCHES, S.P. Fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas. *Revista dos Transportes Públicos ANTP*, São Carlos, a. 36, 2º q., p. 43-56, 2014.
- DIAS, J. A.; JÚNIOR, J. A. S.; SILVA M. G. (2014) Utilização da bicicleta como modo de transporte em uma cidade montanhosa conforme condição física das pessoas. In: PLURIS: Congresso Luso-Brasileiro para Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 6., 2014. Lisboa. Livros de Actas. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 672-683.
- LIMA, C. C. A. G. ; NOBREGA, R. A. A. (2017). Towards a sustainable bicycle lane network: a computational approach blending context sensitive solution, multiple-criteria decision making and geographic information system. In: 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, 2017, Adelaide. Proceedings of 15th CUPUM.
- LIMA, C. C. A. G. ; NOBREGA, R. A. A. (2016) Re-pensando o planejamento de ciclovias: um estudo de CSS (Context Sensitive Solution) em Belo Horizonte. In: XXX ANPET, 2016, Rio de Janeiro. Anais do XXX ANPET. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes.
- LOGIT (2010). Apresentação Resultados Finais: Plano de Mobilidade de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/Observatorio/observatorio-da-mobilidade-publicacoes-2013/PlanMob-BH-ApresResultadosFinaisJunho2010.pdf>> (09/11/2014).
- NOBREGA, R. A. A. (2018) Geoprocessamento: a importância de conhecer o onde, o quando e o quanto no planejamento e gestão territorial e na definição de políticas públicas. *Revista Fonte*, v. 5, p. 62-63, 2018.
- ROCHA, A. H. A. A. (2014) A bicicleta como meio de transporte: mapeamento temático de rotas usadas na Região Centro-Sul de Belo Horizonte. Monografia do Curso de Especialização em Geoprocessamento, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/IGCM-9UXNUC> (27/09 2017)
- SCHMIDT, A. (2014) Desmistificando os morros: a evolução do cenário da bicicleta em Belo Horizonte. In: Fórum Sergipano da Bicicleta, Aracaju. Anais.
- STEINITZ, C. (2012) *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. ESRI Press, Redlands.
- STICH, B.; HOLLAND, J. H.; NOBREGA, R. A. A.; O'HARA, C. G. Using multi-criteria decision making to highlight stakeholders values in the corridor planning process. *Journal of Transport and Land Use* , v. 4, p. 105-118, 2011.