



# Influência de variáveis climáticas no fluxo de ciclistas em Belo Horizonte, Brasil



Cristiano Scarpelli Aguiar Pacheco

cristiano.scarpelli@gmail.com

Institución, País.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3109-608X>

Priscilla Dutra Dias Viola

priscilla.dutra.dias.viola@umontreal.ca

Institución, País.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5249-5039>

*Recibido: 4 de diciembre de 2020. Aceptado: 3 de agosto de 2021.*

## RESUMO

Muitos são os fatores que determinam a escolha de uma pessoa em utilizar ou não a bicicleta. Esses fatores podem estar relacionados às características socioeconômicas do indivíduo e às características do ambiente, como o clima. O impacto do clima no ciclismo pode ser complexo uma vez que os fatores relacionados ao conforto podem ter um peso importante na decisão de usar a bicicleta e os ciclistas estão completamente expostos às intempéries. Diante disso, o trabalho se propôs a avaliar o impacto das condições climáticas na variação do fluxo de ciclistas que passam pelo contador de ciclistas em Belo Horizonte. As variáveis testadas foram temperatura, umidade, precipitação e nebulosidade. As variáveis que apresentaram melhor resultado para explicar variabilidade no fluxo de ciclistas foram umidade e precipitação. O modelo encontrou um alto poder explicativo para a variável umidade, em que a disposição para pedalar aumenta conforme a umidade relativa do ar cresce entre 30% e 50%. O modelo também sugere que a variável chuva é significativa, em que para cada acréscimo de 1mm de chuva há uma queda de 0,75% no número de ciclistas. Este trabalho destaca a importância de o poder público considerar as variáveis climáticas nos processos de planejamento urbano e de construção de políticas públicas de mobilidade.

**Palavras chave:** *Bicicleta. Clima. Influência. Variáveis climáticas. Belo Horizonte.*

## Influence of climatic variables on cyclists flow in Belo Horizonte, Brazil

### ABSTRACT

Many factors can determine one's choice to use the bicycle. These factors may vary according to the individual's socioeconomic profile and characteristics of the environment such as the climate. The impact of the climate on cycling can be complex since factors related to comfort can play an important role in the decision to bike and cyclists are completely exposed to weather conditions. Thus, this paper proposes to evaluate the impact of weather conditions on the cyclists' flow passing by the bike counter in Belo Horizonte. The variables tested were temperature, humidity, precipitation and cloudiness. The variables that showed the best result to explain variability in the flow of cyclists were humidity and precipitation. The model found a high explanatory power for the humidity in which the willingness to cycle increases as the relative humidity increases between 30% and 50%. The model also suggests that rain is a significant factor where for each 1mm increase in rainfall there is a 0.75% drop in the number of cyclists. This work highlights the importance of the public sector to consider climatic variables in urban planning and in the construction of mobility public policies.

**Keywords:** *Bicycle. Climate. Influence. Climatic variables. Belo Horizonte.*

**Palabras clave:** *Bicicleta. Clima. Influencia. Variables climáticas. Belo Horizonte.*

### INTRODUÇÃO

Além de desempenhar um papel fundamental para a promoção da saúde individual, a bicicleta também pode ser uma ferramenta importante para alcançar uma mobilidade urbana mais sustentável (Miranda-Moreno e Nosal, 2011; Fu e Farber, 2017). Por isso é necessário melhorar a compreensão das relações entre os comportamentos dos ciclistas e os fatores que os influenciam (Fu e Farber, 2017).

Os comportamentos ligados às formas de deslocamento podem ser influenciados pelo custo, tempo, sensação de segurança e preocupações ambientais (Wang et al., 2015), mas os efeitos destes fatores na predisposição das pessoas em usar a bicicleta podem ser muito heterogêneos. Por exemplo, se deslocar de bicicleta pode depender de políticas públicas, como a presença de infraestrutura para bicicletas e sistemas de bicicletas compartilhadas, bem como de fatores geográficos como topografia e clima (Cole-Hunter et al., 2015). Densidade populacional, diversidade de uso do solo (residências, comércio, serviços e outros), acesso ao transporte público e oferta de empregos também são fatores determinantes para a escolha da bicicleta (Sun et al., 2017).

Pesquisas mostram que o ciclismo pode ser afetado pelas características do ambiente construído (Winters et al., 2007; Titze et al., 2008; Zhao, 2014; Sun et al., 2017), pela presença de ciclovias e de facilidades para os ciclistas (Titze et al., 2008; Pucher e Buehler, 2012; Faghih-Imani et al., 2014; Wang et al., 2015; Sun et al., 2017), pela renda, custo e tempo de viagem (Dill e Voros, 2007; Pucher e Buehler, 2012; Faghih-Imani et al., 2014) e por características pessoais, como idade e gênero (Titze et al., 2008; Dill e Voros, 2007; Emond et al., 2009; Pucher e Buehler, 2012; Fu e Farber, 2017).

Apesar de conhecidos diversos benefícios pessoais e coletivos do uso da bicicleta (melhoria da saúde, diminuição do sedentarismo, redução dos congestionamentos, rapidez e praticidade, etc.), é muito comum que as pessoas enxerguem diversos obstáculos ao seu uso, como infraestruturas cicloviárias inexistentes ou inadequadas, condições climáticas extremas ou a necessidade de transportar objetos (Chapadeiro e Antunes,

2012; Wang et al., 2015). Um dos obstáculos mais frequentemente percebidos para o uso da bicicleta é o clima rigoroso (Nankervis, 1999). Entretanto as percepções do que significa um clima rigoroso podem variar muito. O clima frio e úmido é geralmente considerado um impedimento para o ciclismo, mas existem muitos exemplos de cidades com altas taxas de ciclismo que têm climas predominantemente úmidos e frios, como Minneapolis, Minnesota e Portland, nos Estados Unidos (Dill e Voros, 2007).

Muitos estudos mostram a influência de variáveis climáticas no fluxo de ciclistas. Precipitação, temperatura, velocidade do vento e centímetros de neve tiveram efeitos independentes sobre as chances de um adulto ir para o trabalho pedalando em Vermont, Estados Unidos (Flynn et al., 2012). Em Melbourne, Austrália, a chuva e a quantidade de horas de sol foram as variáveis climáticas mais relevantes no estudo conduzido por Nankervis (1999). Em Auckland, Nova Zelândia, 84% dos ciclistas dizem pedalar mais no verão do que em outras estações do ano (Wang et al., 2012).

Embora existam diversas pesquisas que visam avaliar a influência de fatores climáticos na decisão de usar a bicicleta ou no fluxo de ciclistas (Nankervis, 1999; Miranda-Moreno e Nosal, 2011; Flynn et al., 2012; Sears et al., 2012; Tin et al., 2012; Wang et al., 2012; Spencer et al., 2013), quase toda informação disponível vem de estudos de países do contexto do norte global (Robinson, 2011; Reis et al., 2013) e poucos estudos trazem à luz questões específicas do contexto brasileiro ou da América Latina. Para Rosas-Satizábal e Rodriguez-Valencia (2019) as razões do fracasso (e do sucesso) das políticas de promoção do ciclismo nas cidades latino-americanas ainda não foram estudadas em profundidade, mas podem ser muito úteis para o desenvolvimento de políticas públicas mais contextualizadas. Portanto, é essencial que mais pesquisas, conduzidas em outros contextos urbanos (como cidades do sul global) e climáticos (zonas tropicais), avaliem a influência de variáveis climáticas.

Diante disso, este trabalho visa analisar como as variáveis climáticas influenciam o fluxo de ciclistas na cidade de Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, Brasil, a qual fica em uma região de clima tropical subquente (IBGE, 2020). Mais especificamente, o objetivo é avaliar o impacto das condições climáticas na variação do fluxo de ciclistas, que passaram pelo contador instalado na Avenida Bernardo Monteiro, no bairro Savassi.

## FATORES QUE INFLUENCIAM O USO DA BICICLETA

Os fatores determinantes do ciclismo não são universais e podem variar de acordo com o contexto local e a apreciação individual (Viola, 2021). Alguns fatores podem ser objetivos e/ou subjetivos, ou seja, podem ter uma medida real e objetiva ou uma importância que varia de acordo com a percepção de cada indivíduo (Goldsmith, 1992, Viola, 2021).

Os fatores subjetivos incluem sensação de segurança, conveniência, custo, valorização do tempo e de uma vida ativa, hábitos, valores, aceitação do grupo, entre outros (Goldsmith, 1992; Dill e Voros, 2007; Viola, 2021). Os fatores objetivos, por sua vez, incluem presença de infraestrutura cicloviária, condições de tráfego e de segurança viária, acessibilidade, alternativas de transporte, entre outros (Goldsmith, 1992). Além disso, alguns fatores, como segurança pública, distância, tempo de viagem, topografia e clima, podem ser reais ou percebidos (Viola, 2021). Esses fatores são objetivamente reais e mensuráveis, mas podem ser percebidos de forma diferente, dependendo da idade, gênero e das experiências prévias da pessoa. Por exemplo, a distância entre dois pontos pode ser o caminho mais curto medido em quilômetros e o clima pode ser medido em graus celsius, porém, a avaliação desses fatores (por exemplo, muito longe ou frio) é diferente de pessoa para pessoa (Viola, 2021).

A pesquisa realizada por Reis et al. (2013) em três grandes cidades brasileiras mostrou que a prevalência do uso da bicicleta como meio de transporte está diretamente ligada ao gênero, à idade e ao nível de escolaridade. Neste estudo os participantes mais jovens eram pelo menos três vezes mais propensos ao ciclismo do que os participantes mais velhos. Além disso, os participantes com escolaridade mais alta eram 70% menos propensos a usar a bicicleta do que os participantes menos escolarizados (Reis, et al., 2013). Por outro lado, uma pesquisa realizada em Salt Lake City, nos Estados Unidos, mostrou que o nível de escolaridade foi o único fator socioeconômico que não tinha influência na decisão de usar a bicicleta (Fu e Farber, 2017).

Outras combinações de fatores, como idade e aceitação social, podem ser importantes. Homens adultos de até 55 anos tinham mais tendência a pedalar do que outros grupos em Portland, Estados Unidos (Dill e Voros, 2007). Esta mesma pesquisa mostrou também que ter apoio social de grupos e receber instruções e dicas sobre ciclismo pode ajudar a promover a bicicleta.

Na população de 53 cidades canadenses estudadas por Winters et al. (2007) e no estudo de Sears et al. (2012) em Vermont (Estados Unidos), os homens tinham o dobro de chances de serem ciclistas, se comparado com as mulheres. Em relação à idade, os adolescentes entre 12 e 19 anos tinham quase três vezes mais chance de serem ciclistas do que os jovens adultos (entre 20 e 29 anos) (Winters et al., 2007). No estado de Vermont, a probabilidade de andar de bicicleta aumentava 2% a cada ano adicional acima de 40 anos (Sears et al., 2012).

Além de características individuais, as pessoas podem apresentar diferentes razões para usar a bicicleta como meio de transporte. Na pesquisa de Fu e Farber (2017) os motivos mais frequentemente apontados para a escolha da bicicleta eram promover a saúde física, facilidade de acesso aos diversos destinos (trabalho, escola, shopping, etc.) e preocupações ambientais.

Por influenciar o tempo de trajeto, conforto e segurança, a presença e a qualidade da infraestrutura cicloviária tem impacto direto na decisão de usar a bicicleta (Cole-Hunter et al., 2015). A falta de ciclovias mostrou-se um obstáculo para 37% dos respondentes da pesquisa de Dill e Voros (2007). Conforme sugerido por pesquisas anteriores, muitos ciclistas, sobretudo as mulheres, são propensos a evitar os riscos associados ao ciclismo e preferem circular por ciclovias (Pucher e Buehler, 2012; Wang et al., 2012). Os ciclistas em geral desejam menos interação com o tráfego de automóveis e podem estar dispostos a pedalar com mais frequência se estiverem em um ambiente mais seguro (Fu e Farber, 2017). Por exemplo, em Auckland, na Nova Zelândia, a grande maioria dos ciclistas e potenciais ciclistas preferem ciclovias separadas do tráfego de veículos, mesmo que seja em apenas um lado da via (Wang et al., 2012).

Finalmente os fatores ambientais e geográficos, como clima e topografia, podem também influenciar na decisão de pedalar (Dill e Voros, 2007). O conforto dos ciclistas é muito afetado pela quantidade de sombra e pela planicidade do trajeto (Fu e Farber, 2017). Porém o impacto da topografia no ciclismo ainda não está claro. A pesquisa de Dill e Voros (2007) mostrou alguma relação negativa entre a declividade e o uso da bicicleta como transporte, mas essa evidência não foi consistente. De forma semelhante, a topografia se mostrou um fator de pouca significância na pesquisa de Segadilha e Sanches (2014).

Se por um lado a influência da declividade das vias ainda é incerta, muitos trabalhos mostram que o clima pode ser determinante para a prática da bicicleta. Temperatura e chuva são, em geral, os elementos mais estudados e que têm mais influência. Entretanto, muitos outros fatores também são amplamente discutidos na literatura, como vento, centímetros de neve, umidade e luminosidade.

## O clima como fator de influência no uso da bicicleta

O clima pode influenciar muitos aspectos das viagens, passando pela decisão de se deslocar ou não e também pelo modo a ser utilizado (Miranda-Moreno e Nosal, 2011). O impacto do clima no ciclismo pode ser ainda mais complexo do que sobre outros modos, uma vez que os ciclistas estão completamente expostos às intempéries e os fatores relacionados ao conforto podem ter um peso importante na decisão de usar a bicicleta (Miranda-Moreno e Nosal, 2011).

Muitos estudos confirmam a sensibilidade do ciclismo às condições meteorológicas. Em Baltimore, Estados Unidos, quando apresentados a uma lista de 13 itens, mais de 54% dos ciclistas apontaram o clima como um grande obstáculo (Fowler et al., 2017). Na pesquisa feita em Montreal, Canadá, por Miranda-Moreno e Nosal (2011), a temperatura, umidade e precipitação afetaram o fluxo de bicicletas com variações significativas entre os meses, dias da semana e diferentes horários do dia.

Para Nankervis (1999), embora as estações do ano desempenhem um papel importante nos padrões de viagens de bicicletas, análises mais profundas sugerem que exista apenas uma leve influência quando se trata de ciclistas regulares. Ou seja, é possível que o clima seja um fator menos importante para alguns ciclistas que pedalam mesmo com condições climáticas menos favoráveis. Por exemplo, a pesquisa de Wang et al. (2012) mostrou que apenas 33% dos ciclistas regulares concordam que as boas condições climáticas têm influência positiva em seu nível de satisfação com o ciclismo, enquanto entre os não ciclistas ou ciclistas não regulares, 76% disseram que têm mais chances de pedalar em boas condições climáticas (Wang et al., 2012).

A seguir serão brevemente apresentados como a temperatura, chuva, umidade, vento, neve, hora e luminosidade podem influenciar a decisão de usar a bicicleta.

### **Temperatura**

A temperatura talvez seja a variável mais estudada na literatura, sendo facilmente encontrados trabalhos que relacionem a temperatura com as taxas de ciclismo. Entretanto, conforme mencionado anteriormente, a maior parte dos trabalhos são de contextos de cidades do norte global de climas temperados, onde as temperaturas ao longo do ano podem ter grandes amplitudes térmicas, ou seja, podem variar consideravelmente entre o verão e o inverno. Adicionalmente, poucos estudos se propõem a discutir o quanto as temperaturas muito quentes ou como as médias de temperaturas de países com clima tropical afetam o ciclismo (Spencer et al., 2013).

Temperaturas frias foram um fator limitante no uso da bicicleta durante os meses de inverno em Vermont, independentemente da precipitação (Spencer et al., 2013). Além disso, os ciclistas no estudo conduzido por Spencer et al. (2013) exibiram uma ampla gama de atitudes em relação às faixas de temperatura aceitáveis para pedalar.

De maneira geral, o número de ciclistas é particularmente sensível a extremos de temperatura (Nankervis, 1999). No Canadá, as temperaturas muito baixas são associadas com menores taxas de ciclismo utilitário, onde 30 dias seguidos de temperaturas congelantes diminuem em pelo menos 9% o fluxo de ciclistas (Winters et al., 2007). O frio parece ser um impedimento mais poderoso do que o calor em Melbourne (Nankervis, 1999). Por outro lado, as altas temperaturas, a menos que sejam desconfortavelmente quentes (Miranda-Moreno e Nosal, 2011), mostraram ter efeitos positivos no uso de bicicletas (Spencer et al., 2013). Em Vermont, Estados Unidos, cada grau de acréscimo na temperatura aumentou em 3% a probabilidade de uma pessoa pedalar (Flynn et al., 2012). Ainda no estado de Vermont, um outro estudo mostrou que a probabilidade de

ir de bicicleta para o trabalho aumentou 1% a cada aumento de 1,67°C na temperatura (Sears et al., 2012). Porém, nem sempre a temperatura tem influência na quantidade de pessoas que pedalam, como foi o caso da pesquisa de Faghih-Imani e Eluru (2016) em Nova York, onde a variável de temperatura não produziu um efeito estatisticamente significativo.

De todos os trabalhos aqui analisados, a metodologia usada por Miranda-Moreno e Nosal (2011) em Montreal, Canadá, é a mais parecida com a adotada neste trabalho, conforme será descrito na seção Metodologia. Miranda-Moreno e Nosal (2011) usaram o conjunto de dados dos contadores automáticos de ciclistas em Montreal entre 2008 e 2010, e fizeram dois modelos estatísticos que incluíram variáveis meteorológicas para explicar as variações no fluxo de ciclistas. A pesquisa mostrou que aumentos extremos na temperatura podem aumentar o número de pessoas pedalando nos meses frios e diminuir o número de ciclistas nos meses quentes. Além disso, os ciclistas parecem ser mais sensíveis a aumentos de temperatura do que a diminuições de temperatura, independentemente da estação do ano (Miranda-Moreno e Nosal, 2011). Nesta pesquisa, um aumento de 10% na temperatura produziu um aumento entre 4,0% e 5,0% na contagem de bicicletas. No entanto, quando a temperatura é superior a 28°C e a umidade relativa é superior a 60%, o volume de ciclistas diminuiu entre 11% e 20% (Miranda-Moreno e Nosal, 2011). De fato, a influência da temperatura na predisposição de um indivíduo em usar a bicicleta muitas vezes está diretamente relacionada a outras variáveis como umidade e precipitação (chuva e neve), como será descrito a seguir.

### ***Precipitação e umidade***

Como o ciclista está completamente exposto não é surpresa que a chuva muitas vezes seja apontada como a condição climática mais difícil de ser gerenciada, podendo ser ainda mais influente do que a temperatura (Nankervis, 1999). Entretanto, algumas vezes a precipitação não é vista como um problema. A chuva nem sempre foi vista de forma negativa, mas sim considerada refrescante por alguns participantes da pesquisa realizada por Spencer et al. (2013). A influência da precipitação muitas vezes está diretamente ligada à umidade, à temperatura e a fatores pessoais (como gênero), uma vez que a percepção de conforto pode variar de acordo com esses fatores (Nankervis, 1999; Sears et al., 2012; Spencer et al., 2013).

A precipitação foi associada a níveis mais baixos de ciclismo no Canadá com uma diminuição de 16% no número de ciclistas para cada aumento de 30 dias de precipitação (Winters et al., 2007). De maneira semelhante, na pesquisa de Nankervis (1999) a chuva foi considerada marginalmente significativa, sugerindo que quanto maior a probabilidade ou a quantidade de chuva, menos pessoas pedalavam, e até mesmo o céu escuro e nublado parecia ter um efeito na predisposição das pessoas usarem a bicicleta. Outro exemplo vem de Nova York, onde as pessoas têm menos probabilidade de usar o sistema de bicicletas compartilhadas em períodos chuvosos ou muito úmidos (Faghih-Imani e Eluru, 2016).

Em alguns casos, a umidade também parece influenciar negativamente o fluxo de ciclistas. No modelo sugerido por Miranda-Moreno e Nosal (2011), mantendo-se os outros fatores climáticos constantes, quando a umidade dobra, ocorre uma redução de mais de 43% nos volumes de ciclistas. Porém, em Melbourne, apesar dos efeitos desconfortáveis da umidade, que potencializam as chances de os ciclistas chegarem mais suados no destino, isso não foi visto como importante (Nankervis, 1999).

## Neve

Apesar de não ser uma variável presente na área de estudo deste trabalho, a neve é um fator climático de muita influência no ciclismo. Quando comparados com a chuva, por exemplo, a presença de características de inverno, como gelo e neve, apresenta um impacto ainda mais determinante nos padrões de ciclismo (Spencer et al., 2013).

Diferentemente de outras variáveis meteorológicas, que podem por vezes ter influência negativa ou positiva, a neve na maior parte das vezes é descrita na literatura como um obstáculo ao ciclismo (Spencer et al., 2013). Em geral, a profundidade da neve pode ter um efeito de amortecimento no número de ciclistas, uma vez que muitas pessoas dizem não andar de bicicleta nos meses de inverno (Flynn et al., 2012; Sears et al., 2012). Por exemplo, em Vermont, o acréscimo de 25,4mm de neve no solo reduziu a probabilidade de um indivíduo andar de bicicleta em cerca de 10% (Flynn et al., 2012). Na pesquisa de Sears et al. (2012), a neve também mostrou influência sobre a quantidade de ciclistas, exceto no modelo estatístico que considerava apenas as mulheres.

## Vento

O impacto do vento no ciclismo se mostra heterogêneo e a sua influência varia muito de acordo com a metodologia usada (tipo de regressão, pesquisa quantitativa ou qualitativa, etc.) e da cidade pesquisada. O vento não teve influência nos resultados das pesquisas canadenses (Winters et al., 2007; Miranda-Moreno e Nosal, 2011). Em uma análise qualitativa o vento não foi relatado importante na decisão de se deslocar de bicicleta, entretanto os pesquisadores encontraram um resultado diferente na análise quantitativa onde aumentos na velocidade do vento diminuíram significativamente as chances de uso da bicicleta (Sears et al., 2012). Contrariando as expectativas com base em grupos de foco e entrevistas realizadas para este estudo, em que o vento não foi relatado como determinante na decisão de se deslocar de bicicleta, aumentos na velocidade do vento diminuíram significativamente as chances de uso da bicicleta (Sears et al., 2012). O aumento de 1,6 km por hora na velocidade do vento diminuiu a probabilidade de ciclismo em cerca de 5% (Flynn et al., 2012; Sears et al., 2012).

## Luminosidade e hora do dia

A quantidade de luz costuma ser um fator determinante na decisão de se deslocar de bicicleta, tanto para mulheres quanto para homens, e se a iluminação for considerada insuficiente, os ciclistas podem ter de optar por usar outro meio de transporte (Spencer et al., 2013). As condições de luminosidade estão diretamente relacionadas com a hora do dia e com a estação do ano, visto que no inverno, em zonas temperadas, os dias são naturalmente mais curtos e as noites mais longas. Sendo assim, os dias de verão oferecem mais oportunidades para o ciclismo pois têm mais horas de luz do sol (Spencer et al., 2013). Todavia, assim como o vento, a influência da luminosidade pode variar. Embora a falta de luz tenha sido uma razão comumente citada para não andar de bicicleta entre os participantes de Vermont, o tempo de luz do dia não foi um fator significativo em nenhum dos modelos executados por Sears et al. (2012).

A hora do dia (manhã, tarde ou noite) se mostrou determinante na quantidade de ciclistas em Nova York (Faghih-Imani e Eluru, 2016). A hora do dia em que o deslocamento de bicicleta acontece, associada com outras variáveis climáticas, como chuva e neve, também pode influenciar na decisão de pedalar. Por exemplo, as chances de usar a bicicleta quase dobraram quando nenhuma precipitação foi registrada nas primeiras horas da manhã (Flynn et al., 2012).

## METODOLOGIA

Para se testar a influência das variáveis climáticas no fluxo de ciclistas em Belo Horizonte, optou-se por realizar uma análise de regressão linear múltipla, através do método de estimativa dos mínimos quadrados ordinários. Esse tipo de regressão é recomendado quando se pretende averiguar a relação entre mais de duas variáveis, como é o caso das variáveis climáticas (temperatura, precipitação, umidade, etc.) e o fluxo de ciclistas. Os programas utilizados na regressão foram o SPSS e o STATA.

A análise de regressão diz respeito ao estudo da dependência de uma variável resposta, em relação a uma ou mais variáveis explanatórias, visando estimar e/ou prever o valor médio (da população) da primeira em termos dos valores conhecidos ou fixados (em amostragens repetidas) das segundas (Gujarati e Porter, 2011).

Segundo Wooldridge (2006) quatro hipóteses devem ser satisfeitas para evitar vieses no método dos mínimos quadrados ordinários: 1) linearidade nos parâmetros; 2) amostragem aleatória; 3) colinearidade imperfeita; 4) média condicional zero. Ademais, para que os estimadores encontrados sejam os melhores estimadores não viesados, deve-se obedecer à hipótese de homocedasticidade. Por fim, para que esses estimadores tenham a mínima variância, os termos dos erros devem ser independentes das variáveis explicativas e serem normalmente distribuídos.

As amostras dos dados climáticos foram todas obtidas de forma online através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Já as amostras dos dados do fluxo de ciclistas foram obtidas através do site da empresa Eco Counter, responsável pelo contador de ciclistas instalado na cidade. Nesse último caso, cabe destacar que o acesso aos dados se dá mediante senha exclusiva fornecida pela BHTrans, a contratante dos serviços da empresa.

## Amostra de fluxo de ciclistas

Belo Horizonte é a capital do Estado de Minas Gerais, na região sudeste, e é a sexta maior cidade em população do Brasil e que, conforme citado anteriormente, possui clima tropical subquente (IBGE, 2020). A cidade conta com uma modesta participação das bicicletas na divisão modal, representando apenas 0,4% dos deslocamentos segundo a última pesquisa Origem e Destino de 2012.

Segundo o Plano de Mobilidade de Belo Horizonte (PlanMob-BH), a infraestrutura cicloviária da cidade deveria aumentar de 86 km em 2015 para 400 km em 2020, contribuindo assim para o cumprimento do objetivo de aumentar a participação modal da bicicleta na cidade para 3% em 2020 (Belo Horizonte, 2017).

Porém, a cidade não cumpriu essas metas e ao final de 2019 contava com apenas 76 km de ciclovias, pois algumas infraestruturas foram removidas ou “apagadas” por falta de manutenção (BH em Ciclo, 2019). Em 2020, seguindo a tendência mundial de incentivo ao ciclismo por favorecer deslocamentos seguros e o distanciamento social, Belo Horizonte implantou cerca de 30 km de novas infraestruturas cicloviárias de emergência (Girundi, 2020).

Uma das ciclovias mais utilizadas da Capital Mineira é a da avenida Bernardo Monteiro, que liga a região da Savassi à área hospitalar, à pista de caminhada da avenida dos Andradas e à nova ciclovia da via 710 (região Leste). Na ciclovia da Bernardo Monteiro foi instalado em 2016, o primeiro -e único até o momento- contador de

ciclistas da cidade. Segundo os dados do Eco Counter, o número total de ciclistas que passaram pelo contador em 2018 foi de 100.360 mil, ocorrendo diferenças no fluxo entre os meses do ano e entre os dias da semana, conforme mostram as Figuras 1 e 2.

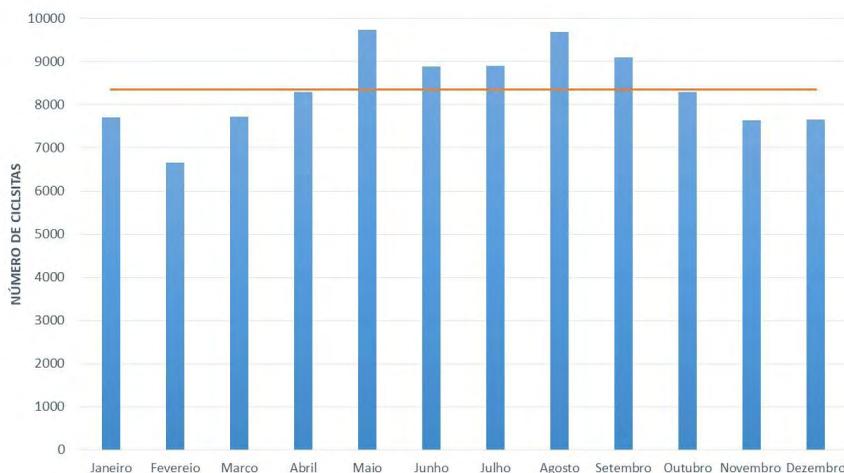


Figura 1. Variação mensal no fluxo de ciclistas no contador da Bernardo Monteiro no ano de 2018. Elaborado pelos autores. Fonte: Eco Counter.

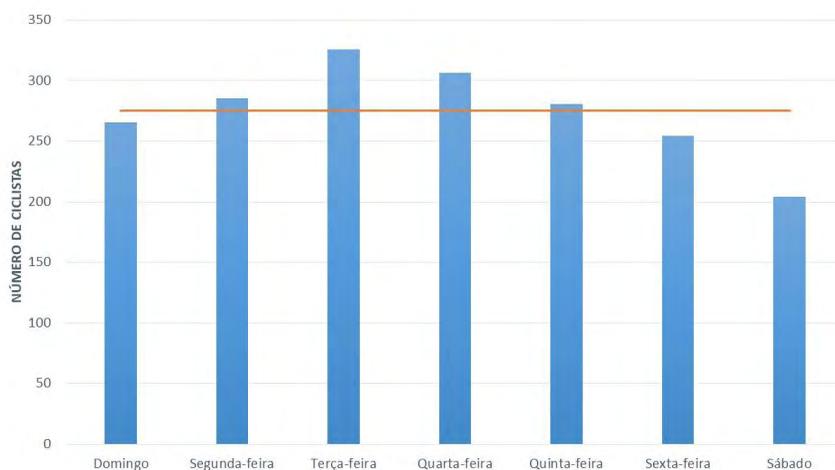


Figura 2. Médias da variação semanal do fluxo de ciclistas no contador da Bernardo Monteiro no ano de 2018. Elaborado pelos autores. Fonte: Eco Counter.

A variação mensal do fluxo de ciclistas pode ser explicada, em parte, pelas condições climáticas diferenciadas ao longo do ano e também pelos recessos e férias escolares. É possível observar, por exemplo, mais ciclistas nos meses de maio, agosto e setembro, meses com menores precipitações, temperaturas amenas e sem interrupções do período letivo.

No que diz respeito à diferença entre os dias da semana, verifica-se um pior desempenho aos sábados. O domingo, por sua vez, também apresenta uma queda em relação aos outros dias, principalmente em relação à segunda, terça e quarta, enquanto em relação à sexta, o desempenho é mais próximo. Apesar de existirem algumas diferenças entre os dias úteis, constatou-se que elas não afetam de forma relevante o modelo proposto.

Outra possível causa de variações são os períodos de férias, feriados, finais de semana e recessos escolares<sup>1</sup>. Como são dias em que o uso da bicicleta pode servir a finalidades bem diferentes, podendo envolver atividades de deslocamento, lazer e atividade física, optou-se por não analisar esses períodos. Além disso, retiraram-se da amostra os dias em que ocorreram eventos excepcionais. Para além das férias, feriados, finais de semanas e recessos escolares, as outras datas retiradas e os respectivos motivos foram:

- » dia 12/02/18: Evento carnavalesco Bloco da Bicicletinha, com grande fluxo de ciclistas no contador;
- » dia 28/12/18: Ocorreu a marca de 100 mil ciclistas, o que levou a um fluxo atípico ao local;
- » entre 21/05/18 e 02/06/18: Período da greve dos caminhoneiros, o que causou desabastecimento e um grande aumento no fluxo de ciclistas (Portinari, 2018). Tendo em vista que o desabastecimento persistiu por alguns dias depois do término oficial, optou-se também por retirar da amostra 3 dias após o encerramento;
- » dias 24 e 25 de dezembro (Natal) e 31/12 e 01/01 (Ano Novo): Datas festivas com queda expressiva no número de ciclistas (muito superior à queda de outros feriados).

Finalmente optou-se por um corte de horário no fluxo de ciclistas de 07h até às 19h. Esta faixa de horário contempla a maior parte do fluxo diário de ciclistas, principalmente os relacionados a deslocamentos diários por motivo de trabalho e estudo. Outra razão para restringir a amostra de 07h às 19h é que em horários noturnos é comum que grandes coletivos de pedais passem pelo contador, o que poderia distorcer as análises. É importante destacar ainda que algumas das medições climáticas obtidas possuem maior variabilidade no período noturno (principalmente queda de temperatura), o que também poderia provocar distorções na busca por correlações entre as variáveis analisadas.

## Amostra de dados climáticos

A partir dos dados do INMET, foi possível ter acesso aos dados de algumas variáveis climáticas, como nebulosidade, temperatura, umidade e precipitação. Para obter as amostras de dados climáticos foram analisados os números de duas estações meteorológicas de Belo Horizonte, a estação Cercadinho F-501 e a Convencional 83587.

A estação automática Cercadinho F-501 tem a vantagem de divulgar os dados de hora em hora, mas encontra-se mais afastada da avenida Bernardo Monteiro, em uma região menos urbanizada e com mais área verde, o que poderia apresentar diferenças relevantes nas medições climáticas quando comparada com a área urbana. A estação Convencional 83587, por sua vez, encontra-se a 2,5 quilômetros do local do contador da Bernardo Monteiro, o que pela proximidade favorece a análise de influência de mudanças climáticas. Todavia, esta estação possui apenas 3 mensurações diárias, às 09h, às 15h e às 21h. Assim, nestes horários são registrados os valores instantâneos de temperatura e umidade, enquanto para nebulosidade e precipitação contabiliza-se o acumulado até aquele horário.

Então, em um primeiro momento, testou-se quais das duas estações poderiam ter maior correlação de suas variáveis com o fluxo de ciclistas. No caso da estação automática Cercadinho F-501 foi possível fazer um recorte exato do mesmo período de tempo, pois

<sup>1</sup> As informações de recesso escolar, férias, feriados e finais de semana foram retiradas do calendário escolar do Sindicato dos Professores (<http://sinprominas.org.br/imprensa/downloads-uteis/>).

a estação apresenta coleta de dados de hora em hora. Já no caso da estação Convencional 83587 foram testadas diversas combinações a partir das 3 faixas de horário existentes.

A estação Convencional 83587 apresentou resultados estatisticamente mais significantes, o que sugere que aferições mais distantes, como no caso da estação Cercadinho F-501, podem dificultar avaliações para os propósitos do trabalho. A faixa de horário testada que apresentou melhor desempenho foi obtida pela média das temperaturas e umidades registradas às 09h e 15h, mais a precipitação total registrada no dia.

Por fim, vale mencionar que Tin et al. (2012), suspeitavam que a temperatura poderia ter comportamento quadrático, mas não encontraram resultados com significância estatística para corroborar essa tese. A ideia principal é que temperaturas muito baixas ou muito altas podem desestimular o uso da bicicleta. Da mesma forma, suspeitamos que umidades altas e baixas também podem ter a mesma influência. Por isso, essas duas variáveis também foram testadas na forma do quadrado.

## Variável Dependente: Ln\_Ciclistas

A variável dependente analisada será a quantidade de ciclistas registradas no contador da Bernardo Monteiro de segunda a sexta (dias úteis) entre 07h e 19h em termos do logaritmo da quantidade de ciclistas registrada no contador, o que facilita a interpretação dos resultados em termos percentuais:

*Ln\_Ciclistas*: Corresponde ao logaritmo do fluxo de ciclistas diário registrado no Totem do contador da Avenida Bernardo Monteiro e disponibilizado através do site Eco Counter.

## Variáveis Independentes

As variáveis climáticas analisadas foram:

- a) nebulosidade horária;
- b) precipitação em mm;
- c) temperatura do ar - bulbo seco, horária (°C);
- d) temperatura do ar - bulbo úmido, horária (°C);
- e) temperatura do ponto de orvalho (°C);
- f) umidade relativa do ar, horária (%).

## Correlação de Pearson e Spearman

Antes de proceder à análise de regressão, realizou-se uma análise da correlação de Pearson e de Spearman entre as variáveis. Importante destacar que a correlação de Spearman é mais recomendada para o caso, uma vez que pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov a variável *ciclista* teve significância de 0,013, o que implica em rejeitar a hipótese de normalidade. De toda forma, os resultados são muito semelhantes para a maioria das variáveis (Quadro 1). Nota-se que, com exceção da variável temperatura de bulbo seco, todas as outras variáveis tiveram significância estatística e possuem correlação negativa alta a moderada com o fluxo de ciclistas.

Quadro 1. Resultados dos testes de correlação de Pearson e Spearman. Fonte: Elaboração própria.

| Pearson   |         |        |        |          |          |          |
|-----------|---------|--------|--------|----------|----------|----------|
|           | Umidade | Chuva  | Nebulo | Temp_sec | Temp_umi | Temp_orv |
| Ciclistas | -0,755  | -0,629 | -0,565 | 0,084    | -0,518   | -0,676   |
| Sig.      | 0,000   | 0,000  | 0,000  | 0,249    | 0,000    | 0,000    |
| Spearman  |         |        |        |          |          |          |
|           | Umidade | Chuva  | Nebulo | Temp_sec | Temp_umi | Temp_orv |
| Ciclistas | -0,634  | -0,613 | -0,535 | -0,064   | -0,577   | -0,706   |
| Sig.      | 0,000   | 0,000  | 0,000  | 0,375    | 0,000    | 0,000    |

## Análise de regressão

Inicialmente, foram testadas todas as variáveis climáticas conjuntamente (incluindo umidade e temperaturas ao quadrado) por um modelo de regressão linear múltipla, através do método de estimativa dos mínimos quadrados ordinários. Nesse primeiro momento, o programa utilizado foi o SPSS e o método escolhido foi o stepwise, a fim de encontrar quais variáveis apresentaram o melhor resultado para explicar a variabilidade no fluxo de ciclistas. Assim, o melhor resultado encontrado continha as variáveis chuva, umidade, umidade ao quadrado e temperatura do bulbo seco ao quadrado.

Porém a contribuição da variável temperatura para explicar a variabilidade do logaritmo do fluxo de ciclistas foi de pouco menos que 3%. A diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada no período analisado foi de 15°C (entre 17°C e 32°C), faixas de valores muito estreitas, e bem distintas daquelas analisadas nas pesquisas de Winters et al. (2007), Miranda-Moreno e Nosal (2011), Sears et al. (2012), entre outros. Nesse sentido, optou-se por seguir o princípio da parcimônia<sup>2</sup> e não incluir a variável temperatura no modelo.

Com isso, o modelo analisado consiste em uma equação de regressão com três variáveis independentes (equação 1):

$$\ln(\text{ciclistas}) = \beta_0 + \beta_1.(\text{Precipitação}) + \beta_2.(\text{Umidade}) + \beta_3.(\text{Umidade}^2) + \epsilon_i(x)$$

Onde  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são os parâmetros estimados pelo modelo de regressão e  $\epsilon_i$  indica os resíduos da regressão, com base nas pressuposições usuais. O parâmetro  $\beta_1$  identifica o impacto da precipitação de chuva em milímetros. Conforme indicado pelas correlações negativamente elevadas de Spearman (-0,629) e Pearson (-0,613), espera-se que quanto maior quantidade de chuva, maior a queda no fluxo de ciclistas.

Os parâmetros  $\beta_2$  e  $\beta_3$  tratam da variável umidade relativa do ar (normal e ao quadrado), que apresentou elevada correlação de Pearson (-0,634) e a mais elevada pelo método de Spearman (-0,755). Por isso, para valores mais altos de umidade é esperado que ocorra uma queda no fluxo de ciclistas, indicando que a prática de atividade física

<sup>2</sup> Dá-se preferência aos modelos mais simples, desde que a qualidade do ajuste seja similar.

pode ser muito desconfortável quando a umidade relativa do ar está muito alta (de Camargo e Furlan, 2011). Entretanto, como pode ser verificado pelo gráfico de dispersão (figura 3), a queda se mostra mais visível e acentuada para umidades relativas do ar acima de 70%.

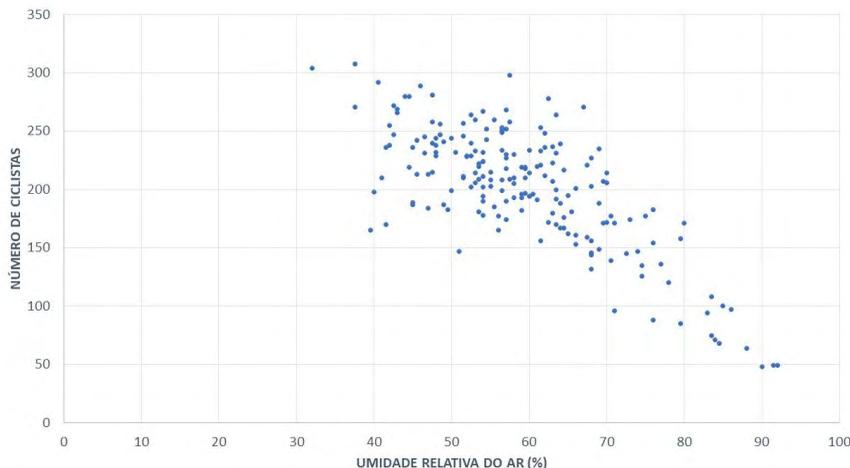


Figura 3. Dispersão umidade relativa do ar e número de ciclistas no contador da Bernardo Monteiro no ano de 2018. Fonte: *Elaboração própria*.

Em seguida, para verificar a normalidade dos resíduos foi aplicado o teste Shapiro-Francia, através do programa STATA, o qual resultou em um p-valor superior a 0,27, o que implica a não rejeição da hipótese nula de que os resíduos possuem distribuição normal.

A estatística VIF também foi testada através do STATA e o valor encontrado foi inferior a 2 no caso de chuva. Como umidade e umidade ao quadrado foram incluídas no modelo, isso inevitavelmente resulta em multicolinearidade entre as duas. Contudo, quando o modelo é testado sem umidade ou sem umidade ao quadrado, percebe-se que não existe multicolinearidade entre as variáveis umidade e precipitação.

Outro teste realizado foi o de Durbin-Watson, com objetivo de verificar independência dos resíduos. Neste caso utilizou-se do programa SPSS e o resultado encontrado foi de 1,32, abaixo do definido no Quadro 1, o que sugere presença de auto correlação. Todavia, entende-se que, para os objetivos deste trabalho, os resíduos são independentes e este resultado não tem influência sobre o modelo.

Por último, para verificar a variância constante do termo do erro, realizou-se o teste Breusch-Pagan, o qual resultou em um p-valor de 0,34, indicando que os resíduos são homocedásticos, ou seja, tem variância constante.

## FATORES CLIMÁTICOS QUE INFLUENCIAM O FLUXO DE CICLISTAS EM BELO HORIZONTE

Os resultados gerais demonstram que, entre os 192 dados observados, o p-valor do teste F foi inferior a 0,00001, implicando a rejeição da hipótese nula de que todos os coeficientes estimados das variáveis explicativas são nulos. Isoladamente, todos os p-valores dos testes t das variáveis explicativas e da constante indicam que elas foram

consideradas estatisticamente significativas. E o poder explicativo deste modelo é de aproximadamente 78,25%.

Analisando o coeficiente  $\beta_1$  (precipitação), percebe-se que cada mm adicional de chuva resulta numa redução de 0,75% no fluxo de ciclistas. Por exemplo, em um dia de chuvas mais intensas, com precipitação de 40 mm, a queda no fluxo de ciclistas seria de até 26% (Quadro 2).

Quadro 2. Resultados da regressão múltipla. Fonte: Elaboração própria.

| <i>Ln_Ciclistas</i> | Coef. $\beta$ | Erro padrão | t     | Sig   |
|---------------------|---------------|-------------|-------|-------|
| Constante           | 4,121544      | 0,2390035   | 17,24 | 0,000 |
| Precipitação        | -0,0075251    | 0,0012405   | -6,07 | 0,000 |
| Umidade             | 0,0565315     | 0,0078888   | 7,17  | 0,000 |
| Umidadez            | -0,0005955    | 0,0000643   | -9,26 | 0,000 |

Por sua vez, os coeficientes  $\beta_2$  e  $\beta_3$ , por tratarem da mesma variável, devem ser analisados conjuntamente. Assim, de acordo com esse modelo, quando a umidade relativa do ar estiver crescendo na faixa de 30% a 47%, ela afeta de maneira positiva no fluxo de ciclistas, fazendo com que mais pessoas saiam para pedalar.

Entretanto, a partir do momento em que o tempo vai se tornando mais úmido, com uma umidade acima de 50%, o fluxo de ciclistas cai de forma não linear, intensificando-se a queda à medida em que se aumenta a umidade. Por exemplo, pelas projeções do modelo, um dia com umidade relativa do ar de 90% resultaria em queda no fluxo de ciclistas de 66% quando comparado com um dia de umidade relativa do ar de 50%.

É interessante destacar que apenas precipitação e umidade explicam cerca de 78% da variabilidade no logaritmo do fluxo de ciclistas que passaram no contador da Bernardo Monteiro em dias úteis do ano de 2018. Porém, conforme destacam Gujarati e Porter (2011), o R2 de um modelo em logaritmo não pode ser comparado com o R2 de um modelo linear. Para realizar esta comparação, deve-se realizar a exponenciação do valor previsto em logaritmo do modelo transformado, e através de uma nova regressão comparar o exponencial do valor previsto com o originalmente observado. Feito isso, constata-se que o R2, ou seja, o poder de explicação do modelo sobre o fluxo de ciclistas (sem transformação em logaritmo) é de 64%.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos são os fatores que determinam a escolha de uma pessoa em utilizar ou não a bicicleta. Esses fatores podem estar relacionados às características socioeconômicas do indivíduo, à disponibilidade de outros modos de transporte e às características do ambiente, como topografia e clima. Ao observar os fatores ambientais que influenciam os deslocamentos de bicicleta, a interação das variáveis climáticas desempenha um papel importante na decisão de pedalar (Dill e Voros, 2007). Apesar de existirem muitas pesquisas que estudam a influência do clima no comportamento dos ciclistas, a maioria dos trabalhos são de países do contexto do norte global e de climas temperados (Robinson, 2011; Reis et al., 2013) e o comportamento dos ciclistas brasileiros ainda é pouco pesquisado e analisado.

O trabalho se propôs a analisar as principais variáveis climáticas que influenciam no fluxo de ciclistas na cidade de Belo Horizonte, mais especificamente, no contador de ciclistas localizado na avenida Bernardo Monteiro. As variáveis testadas foram temperatura (com bulbo seco, úmida, no ponto orvalho), umidade, precipitação e nebulosidade. Ainda no caso de temperatura e umidade, testou-se também essas variáveis na forma quadrática.

As variáveis que apresentaram melhor resultado para explicar variabilidade no fluxo de ciclistas foram umidade e precipitação, adicionando-se umidade na forma quadrática. A variável temperatura com bulbo seco também obteve significância estatística quando ao quadrado. Entretanto, neste caso o acréscimo no R2 foi muito marginal. Por isso, para seguir o princípio da parcimônia, resolveu-se trabalhar no modelo apenas com umidade e precipitação.

É possível destacar três aspectos importantes pelos resultados do modelo proposto. O primeiro deles é que mesmo isoladamente, essas duas variáveis possuem alta correlação negativa com o fluxo de ciclistas, que foi demonstrada pelos métodos de Spearman e Pearson, onde se encontrou valores de 0,6 a 0,75. O segundo é que o modelo encontrou um alto poder explicativo para a variável umidade, variável que nem sempre é considerada como significativa em outros estudos. Por fim, a variável umidade demonstrou também ter um comportamento quadrático, em que a disposição para pedalar aumenta conforme a umidade relativa do ar cresce entre 30% e 50%, mas passa a decrescer a partir de 50% e de forma cada vez mais intensa para os valores mais elevados. Assim, para unidades próximas à 90%, a queda no fluxo de ciclistas pode chegar a 66%. Por isso, estudos adicionais são necessários para compreender a influência das diversas faixas de umidade no fluxo de ciclistas.

O modelo também sugere que a variável chuva é significativa para explicar queda no fluxo de ciclistas, onde para cada acréscimo de 1mm de chuva há uma queda 0,75% no número de ciclistas. É interessante ressaltar que apenas essas duas variáveis (umidade e precipitação) conseguem explicar 64% da variação no fluxo de ciclistas no contador da Bernardo Monteiro. O poder explicativo do modelo é maior do que os encontrados em outras pesquisas, como de Winters et al. (2007), onde o poder explicativo máximo encontrado foi de 24%. Essa diferença pode ser parcialmente explicada pela alta variabilidade climática de cidades de zonas temperadas (altas temperaturas no verão, baixas no inverno, neve, vento, chuva, etc.), onde a maior parte das análises deste tipo são feitas. Vale lembrar que a variabilidade climática na cidade de Belo Horizonte é pequena, com temperaturas amenas, médias diárias variando de 17°C a 32°C, umidade do ar de 30% a 100%, precipitações mais intensas apenas no verão e um inverno sem temperaturas negativas e sem neve.

Apesar dos resultados robustos para a influência de algumas variáveis climáticas no fluxo de ciclistas, ainda é preciso que mais estudos sejam feitos sobre a temática. No caso de Belo Horizonte pode ser interessante testar a variável temperatura para outros anos afim de verificar se essa variável apresenta significância em outros contextos e comparar os resultados. Faz-se igualmente necessária uma análise mais profunda, que considere outros fatores socioeconômicos que podem influenciar na percepção dos fatores climáticos e na decisão de usar ou não a bicicleta, como idade, gênero e renda.

Melhores informações sobre o impacto das variáveis climáticas (que são relativamente previsíveis) nas decisões de uso de transporte não motorizado melhorariam a capacidade de prever a demanda potencial por infraestrutura (Sears et al., 2012). Dessa forma, este trabalho destaca a importância de o poder público considerar as variáveis climáticas nos processos de planejamento urbano e de construção de políticas públicas de mobilidade. Atenuar condições climáticas que não são muito favoráveis ao ciclismo

urbano pode ser uma ferramenta de promoção da mobilidade ativa. Assim, considera-se importante encontrar formas de fornecer infraestruturas adequadas para bicicletas e outros elementos de urbanização e paisagismo (árvores, mobiliário urbano, estações de reparo, etc.) para diminuir o impacto da chuva, da umidade e de outros efeitos adversos do clima no fluxo de ciclistas.

## BIBLIOGRAFIA

- » Belo Horizonte, BHTrans (2017). *Plano diretor de mobilidade urbana de Belo Horizonte PLANMOB-BH: Relatório - Plano de gestão da demanda e melhoria da oferta - Minuta*. Belo Horizonte.
- » BH em Ciclo (2019). *Relatório Analítico do Índice de Desenvolvimento da Estrutura Cicloviária IDECiclo - Belo Horizonte, 2018/2019*.
- » Cole-Hunter, T.; Donaire-Gonzalez, D.; Curto, A.; Ambros, A.; Valentin, A.; Garcia-Aymerich, J. e Rodriguez, D. (2015). Objective correlates and determinants of bicycle commuting propensity in an urban environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 132-143.
- » De Camargo, M. G. e Furlan, M. M. D. P. (2011). Resposta Fisiológica do Corpo às Temperaturas Elevadas: Exercício, Extremos de Temperatura e Doenças Térmicas. *Saúde e Pesquisa*, 4 (2).
- » Dill, J. e Voros, K. (2007). Factors affecting bicycling demand: initial survey findings from the Portland, Oregon, region. *Transportation Research Record* 2031, 9-17.
- » Emond, C. R.; Tang, W. e Handy, S. L. (2009). Explaining gender difference in bicycling behavior. *Transportation Research Record*, 2125(1), 16-25
- » Faghih-Imani, A. e Eluru, N. (2016). Incorporating the impact of spatio-temporal interactions on bicycle sharing system demand: A case study of New York CitiBike system. *Journal of Transport Geography*, 54, 218-227.
- » Faghih-Imani, A.; Eluru, N.; El-Geneidyl, A. M.; Rabbat, M. e HAG, U. (2014). How land-use and urban form impact bicycle flows: evidence from the bicycle-sharing system (BIXI) in Montreal. *Journal of Transport Geography*, 41, 306-314.
- » Flynn, B. S.; Dana, G. S.; Sears, J. e Aultman-Hall, L. (2012). Weather factor impacts on commuting to work by bicycle. *Preventive medicine*, 54(2), 122-124.
- » Fowler, S. L.; Berrigan, D. e Pollack, K. M. (2017). Perceived barriers to bicycling in an urban US environment. *Journal of Transport & Health*, 6, 474-480.
- » Fu, L. e Farber, S. (2017). Bicycling frequency: A study of preferences and travel behavior in Salt Lake City, Utah. *Transportation research part A: policy and practice*, 101, 30-50.
- » Girund, D. (2020, July 14). *BH ganha 30 km de ciclovias, com trechos temporários, para ligar as regiões Leste e Oeste*. G1. <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/07/14/bh-ganha-30-km-de-ciclovias-com-trechos-temporarios-para-ligar-as-regioes-leste-e-oeste.ghtml>.
- » Goldsmith, S. A. (1992). *National Bicycling and Walking Study. Case Study No. 1: Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes* (No. FHWA-PD-92-041).
- » Gujariti, D. N. e Porter, D. C. (2011). *Econometria básica-5*. Amgh Editora.
- » IBGE (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>.

- » Miranda-Moreno, L. F. e Nosal, T. (2011). Weather or not to cycle; whether or not cyclist ridership has grown: a look at weather's impact on cycling facilities and temporal trends in an urban environment. In *US Transportation Research Board Annual Conference*.
- » Nankervis, M. (1999). The effect of weather and climate on bicycle commuting. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(6), 417-431.
- » Portinari, N. (2018, May 30). *Entenda a cronologia da paralisação dos caminhoneiros no Brasil*. Folha de S.Paulo. <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/05/entenda-a-cronologia-da-paralisacao-dos-caminhoneiros-no-brasil.shtml>.
- » Pucher, J. R. e Buehler, R. (Eds.). (2012). *City cycling* (p. 393). Cambridge, MA: MIT press.
- » Reis, R. S.; Hino, A. A.; Parra, D. C.; Hallal, P. C. e Brownson, R. C. (2013). Bicycling and walking for transportation in three Brazilian cities. *American journal of preventive medicine*, 44 (2), e9-e17.
- » Robinson, J. (2011). Cities in a world of cities: the comparative gesture. *International journal of urban and regional research*, 35 (1), 1-23.
- » Rosas-Satizábal, D. e Rodriguez-Valencia, A. (2019). Factors and policies explaining the emergence of the bicycle commuter in Bogotá. *Case studies on transport policy*, 7 (1), 138-149.
- » Sears, J.; Flynn, B. S.; Aultman-Hall, L. e Dana, G. S. (2012). To bike or not to bike: Seasonal factors for bicycle commuting. *Transportation research record*, 2314 (1), 105-111.
- » Segadiha, A. B. P. e Sanches, S. da P. (2014). Fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano*, 36, 2º.
- » Spencer, P.; Watts, R.; Vivanco, L. e Flynn, B. (2013). The effect of environmental factors on bicycle commuters in Vermont: influences of a northern climate. *Journal of Transport Geography*, 31, 11-17.
- » Sun, Y.; Mobasheri, A.; Huu, X. e Wang, W. (2017). Investigating impacts of environmental factors on the cycling behavior of bicycle-sharing users. *Sustainability*, 9 (6), 1060.
- » Tin, S. T.; Woodward, A.; Robinson, E. e Ameratunga, S. (2012). Temporal, seasonal and weather effects on cycle volume: an ecological study. *Environmental Health*, 11 (1), 12.
- » Titze, S.; Stronegger, W. J.; Janchitz, S. e Oja, P. (2008). Association of built-environment, social-environment and personal factors with bicycling as a mode of transportation among Austrian city dwellers. *Preventive medicine*, 47 (3), 252-259.
- » Viola, P. D. D.; Torres, J. e Cardoso, L. (2021). Determinants of urban cycling from the perspective of Bronfenbrenner's ecological model. *Revista Produção E Desenvolvimento*, 7. <https://doi.org/10.32358/rpd.2021.v7.537>.
- » Wang, C. H.; Akar, G. e Guldmann, J. M. (2015). Do your neighbors affect your bicycling choice? A spatial probit model for bicycling to The Ohio State University. *Journal of transport geography*, 42, 122-130.
- » Wang, J. Y.; Mirza, L.; Cheung, A. K.; Moradi, S. (2012). Transforming Auckland into a bicycle-friendly city: understanding factors influencing choices of cyclists and potential cyclists. In: *Australasian Transport Research Forum (ATRF)*, 35th, 2012, Perth, Western Australia, Australia.

- » Winters, M.; Friesen, M. C.; Koelhoorn, M. e Teschke, K. (2007). Utilitarian bicycling: a multilevel analysis of climate and personal influences. *American journal of preventive medicine*, 32 (1), 52-58.
- » Wooldridge, J. M. (2006). *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. Pioneira Thomson Learning.
- » Zhao, P. (2014). The impact of the built environment on bicycle commuting: Evidence from Beijing. *Urban studies*, 51 (5), 1019-1037.

### **Cristiano Scarpelli Aguiar Pacheco / cristiano.scarpelli@gmail.com**

Funcionário público, graduado em história, economia, administração pública e mestre em administração pública pela Fundação João Pinheiro. Membro do Observabici da União dos ciclistas do Brasil (UCB).

### **Priscilla Dutra Dias Viola / priscilla.dutra.dias.viola@umontreal.ca**

Engenheira Civil e Mestre em Transportes pela Universidade Federal de Minas Gerais. Membro do Centro de Pesquisa do Canadá em Urbanização Sustentável no Sul Global. Membro Rede Mulheres em Movimento