

## **A MOBILIDADE URBANA EM BELO HORIZONTE/MG: EVIDÊNCIAS DO DESCOMPASSO ENTRE POSSE E VIAGENS POR AUTOMÓVEL**

**Carlos Lobo**

**Giovanni Candido Miranda**

**Daniela Antunes Lessa**

Instituto de Geociências

Universidade Federal de Minas Gerais

**Leandro Cardoso**

Escola de Engenharia

Universidade Federal de Minas Gerais

### **RESUMO**

As isenções fiscais e a facilitação dos financiamentos durante a última década resultaram no aumento da frota de automóveis nas metrópoles brasileiras. Em Belo Horizonte, sexto município em população do país, é considerável o percentual de domicílios com pelo menos um automóvel à disposição, bem como a participação desse modo nas viagens diárias. O presente trabalho busca investigar a efetivação do uso do automóvel pelas famílias em seus deslocamentos diários, bem como a distribuição espacial de possíveis discrepâncias. Para tal, foram analisados dados secundários de posse e viagens por automóveis com a utilização de ferramentas SIG e técnicas estatísticas como a análise de clusters. Os resultados comprovam que, apesar de existir relação positiva entre a posse e o uso do automóvel em Belo Horizonte, há discrepâncias tanto em áreas periféricas quanto em centralidades do município.

### **ABSTRACT**

Tax exemptions and facilitation of financing during the last decade have resulted in an increase in the car fleet in Brazilian metropolises. In Belo Horizonte, the country's sixth largest city, the percentage of households with at least one car at its disposal is considerable, as is its participation in daily trips. The present work investigates the effectiveness of the use of the car by the families in their daily displacements, as well as the spatial distribution of possible discrepancies. For this, secondary data of possession and travel by car were analyzed with the use of GIS tools and statistical techniques such as cluster analysis. The results show that, although there is a positive relation between the ownership and the use of the car in Belo Horizonte, there are discrepancies in both peripheral areas and in the centralities of the municipality.

### **1 - INTRODUÇÃO**

O Brasil foi palco de um dos mais rápidos processos de urbanização no mundo. Sua população urbana passou de 36,15% do total em 1950 para 84,72% em 2015, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Associado ao processo de industrialização, o crescimento urbano no país foi marcado pelo deslocamento de grandes contingentes populacionais do campo para a cidade, o que resultou na concentração demográfica em poucas metrópoles (notadamente São Paulo e Rio de Janeiro). O alto preço da terra em locais providos de infraestrutura urbana e equipamentos públicos, não raro, forçou a população de baixa renda a se instalar em áreas precárias, localizadas geralmente em pontos distantes do local de trabalho e/ou estudo. Dessa maneira, um padrão de urbanização caracterizado pela exigência de longos deslocamentos no trajeto casa-trabalho e trabalho-casa se instalou nas grandes metrópoles brasileiras. A mobilidade e a acessibilidade se tornaram fatores decisivos na qualidade de vida da população residente nos segregados e fragmentados tecidos urbanos produzidos no Brasil durante a segunda metade do século XX.

As soluções encontradas para minimizar o tempo e o custo e maximizar a qualidade e a eficácia dos deslocamentos na cidade, principalmente para trabalho, estudo e lazer, são apresentadas de diferentes formas, tendo impactos diferenciados nos diversos setores da sociedade brasileira. Entendendo a eficácia como um indicador do grau de adequação do

serviço em relação às necessidades dos usuários potenciais (Fensterseifer, 1986), pode-se afirmar que as metrópoles brasileiras possuem sistemas de transporte público ineficazes, utilizados principalmente pela população de menor poder aquisitivo nos longos deslocamentos diários. Por sua vez, o transporte individual motorizado consolidou-se como o modo de transporte escolhido pelos setores que possuem renda suficiente para arcar com custos como combustível, estacionamento, manutenção do veículo e impostos. O automóvel tornou-se um “símbolo de *status* e ascensão social” no Brasil. As isenções fiscais sobre a indústria automotiva e a facilitação para obtenção de crédito também fomentaram o aumento da frota de automóveis e utilitários em 160,4% e de motocicletas e motonetas em 520% entre 2000 e 2016 em todo o país (CNT e NTU, 2017). Belo Horizonte, sexta cidade do Brasil em população, acompanhou esse crescimento da posse desses tipos de veículos. Paralelamente à ampliação da frota, observou-se, nas últimas décadas, a redução relativa do uso do transporte público na cidade, acompanhado de um significativo aumento na utilização das modalidades individuais nas viagens diárias (destacando-se o automóvel), como apontam trabalhos como Lobo *et al.* (2010), Miranda *et al.* (2017), Lessa *et al.* (2017) e Lessa *et al.* (2019).

Diante desse cenário, algumas questões se apresentam: as áreas com maior posse de automóvel são também aquelas em que sua utilização é mais intensa? O crescimento da posse de automóvel tem ocorrido em um nível maior do que seu uso? Há diferenciações espaciais relevantes quando analisado o comportamento dessas duas variáveis (posse e uso)? Tendo como referência de reflexão essas questões e com base na análise espacial de dados secundários e no uso de ferramentas SIG, busca-se analisar, para o caso de Belo Horizonte, a correlação entre a posse e a utilização do automóvel. Espera-se que os resultados do trabalho contribuam com o debate a respeito dos impactos do crescimento das taxas de motorização nas cidades brasileiras, em especial, no município de Belo Horizonte, além de subsidiar possíveis decisões que envolvam a proposição e revisão das políticas de mobilidade na cidade.

## **2. O AUTOMÓVEL E A MOBILIDADE URBANA: ENTRE A EXPECTATIVA E A REALIDADE**

A velocidade é uma das características fundamentais da urbanização brasileira. Não apenas do processo em si, mas também em relação à transformação dos elementos que estruturaram a paisagem das metrópoles atuais e, dentre eles, a mobilidade. A circulação, tornada decisiva para a realização do capital no espaço urbano, resulta na imposição da velocidade do processo de produção e consumo a outros momentos das relações sociais (Barbosa, 2016). Essa velocidade se impõe às atividades cotidianas e se torna quase uma exigência para a participação em uma sociedade urbanizada. Diferentes velocidades de deslocamento resultam em diferentes formas de participação no processo de produção e distribuição da riqueza, de maneira que a própria velocidade se torna um elemento de seleção social.

Em uma sociedade marcada pela desigualdade e exclusão social, se espera que a ampliação da renda e o (controverso) surgimento de “uma nova classe média”, inclusive pela expansão do crédito bancário, a redução de impostos incidentes sobre a fabricação de automóveis, aliados à precariedade dos transportes públicos, tenham como resultado a expansão do consumo de automóveis e motocicletas. Os records de produção nas montadoras de veículos brasileiras no início do século XXI resultaram em impactos positivos nas cadeias produtivas ligadas ao setor, de maneira que empresários e consumidores se viram tomados por um entusiasmo comparável apenas ao volume e magnitude dos congestionamentos nas ruas e avenidas das

metrópoles no país. O automóvel se materializou para uma significativa parcela da população brasileira enquanto comprovação de sua inserção no consumo. Porém, ao se falar de um bem individual cujo uso ocorre em um espaço público, nas ruas e avenidas das cidades, cabe enfatizar que a distância entre o ter o automóvel na garagem e o poder utilizá-lo na mobilidade cotidiana é comparável aos percursos que separam as longínquas franjas das metrópoles dos serviços de consumo coletivo.

A mobilidade é um termo amplamente utilizado nos estudos relacionados aos deslocamentos regulares dos indivíduos nas cidades. Morris *et al.* (1979) afirmam que a capacidade de um indivíduo realizar viagens é influenciada pela mobilidade e pela acessibilidade em conjunto. De acordo com os autores, a mobilidade individual representa a capacidade do indivíduo se locomover de um lugar ao outro. A mobilidade é ainda dependente da disponibilidade dos diferentes modos de transporte, incluindo a caminhada. Hanson (1995) afirma que a mobilidade diz respeito à capacidade de se mover entre diferentes locais de atividade, se diferenciando assim do termo acessibilidade, que se refere, segundo o autor, ao número de oportunidades dentro de certa distância ou tempo de viagem. A mobilidade para Jones (1981) é a capacidade de um indivíduo acessar determinada localidade, envolvendo tanto o serviço de transporte como a condição física e financeira para efetivar tal acesso. Para Alves e Raia Jr. (2009), a mobilidade é a facilidade de deslocamento de pessoas e bens, e está relacionada aos deslocamentos de pessoas no espaço urbano, incluindo tanto sua ocorrência efetiva quanto a facilidade e a possibilidade de ocorrência desse deslocamento. Para esses autores, a abordagem convencional da mobilidade sempre relacionou o termo à quantidade de deslocamentos nas cidades, utilizando como parâmetros um local de origem e um local de destino, sendo que a maior parte dos trabalhos se refere às viagens motorizadas.

A mobilidade, de acordo com Barbosa (2014), não se refere apenas ao tempo de duração das viagens ou à eficácia do sistema viário para deslocar pessoas. Para o autor, o termo não se refere a um deslocamento melhor entre pontos do território para o exercício de atividades econômicas, sociais e culturais, significado este que se remete à circulação intra ou entre lugares. Nesse sentido, a mobilidade inclui a circulação, mas a supera, pois trata de um movimento que permite ampliar as possibilidades de apropriação e uso coletivo e individual do espaço urbano. Balbim (2016) defende que a mobilidade não se resume a uma ação, ou seja, supera a ideia de deslocamento físico e inclui causas e consequências, de maneira a integrar a ação de deslocar, quer seja uma ação física, virtual ou simbólica, às condições e posições dos indivíduos e da sociedade. Os movimentos em si não se constituem como a mobilidade, mas apenas sua expressão. De maneira sintética, a mobilidade nas ciências sociais se constitui como “*o conjunto de motivações, possibilidades e constrangimentos que influem tanto na projeção, quanto na realização dos deslocamentos de pessoas, bens e ideias*” (Balbim, 2016, p. 27).

Torna-se claro que, em uma sociedade marcada por desigualdades socioespaciais, os diferentes tempos e maneiras de deslocamento dos indivíduos resultam em distintas formas de acesso às oportunidades de trabalho, estudo, lazer, bem como aos bens e serviços públicos e privados disponíveis. O aumento da renda e do crédito na última década foi entendido por parte da população brasileira como uma oportunidade de melhorias nas condições de mobilidade. A esperança de superar os elevados tempos de viagem, a insegurança e o desconforto proporcionados pelo ineficiente sistema de transporte público atual, aliado ao caráter simbólico e cultural da mercadoria símbolo do fordismo, resultou em um considerável

aumento do percentual de domicílios com pelo menos um automóvel à disposição. Cabe, portanto, verificar se a posse do automóvel se constituiu em seu efetivo uso nas viagens diárias para trabalho, estudo e lazer.

Diante do exposto, o presente trabalho busca identificar possíveis discrepâncias entre a posse e o uso do automóvel nas viagens diárias com origem e destino no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Além disso, objetiva-se identificar as relações dessas discrepâncias com o modelo de produção e organização do espaço urbano do sexto mais populoso município do país.

### 3. BASE DE DADOS, MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para estimar o número de domicílios com automóvel particular no município de Belo Horizonte, foi utilizada a base de dados amostrais do Censo Demográfico de 2010 do IBGE (base domiciliar). Nessa pesquisa, a unidade espacial de maior desagregação é a área de ponderação (AP), que inclui um conjunto de setores censitários (menor unidade espacial de coleta do Censo). No Censo Demográfico de 2010, o município de Belo Horizonte foi dividido em um total de 69 APs, distribuídas nas nove regionais administrativas: Barreiro, Oeste, Centro-Sul, Noroeste, Leste, Pampulha, Nordeste, Norte e Venda Nova (Figura 1). O total de viagens, realizadas com origem e destino em Belo Horizonte, foi obtida na Pesquisa Origem e Destino de 2012 (OD 2012). Essa pesquisa, realizada a cada dez anos, desde 1972, busca, por meio de entrevistas domiciliares, coletar informações a respeito das viagens realizadas por cada morador, incluindo o modo de transporte utilizado, o motivo, a duração, o horário e as unidades espaciais de origem e destino dos deslocamentos. A unidade de maior desagregação na OD é a área homogênea, espacialmente relacionada aos setores censitários do IBGE, o que permitiu a compatibilização espacial entre as duas fontes de dados.

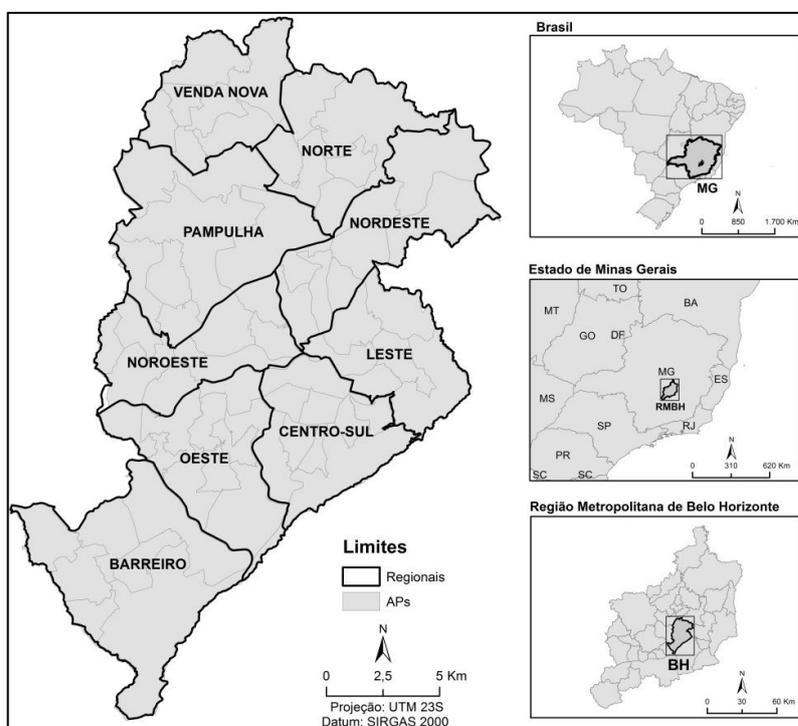


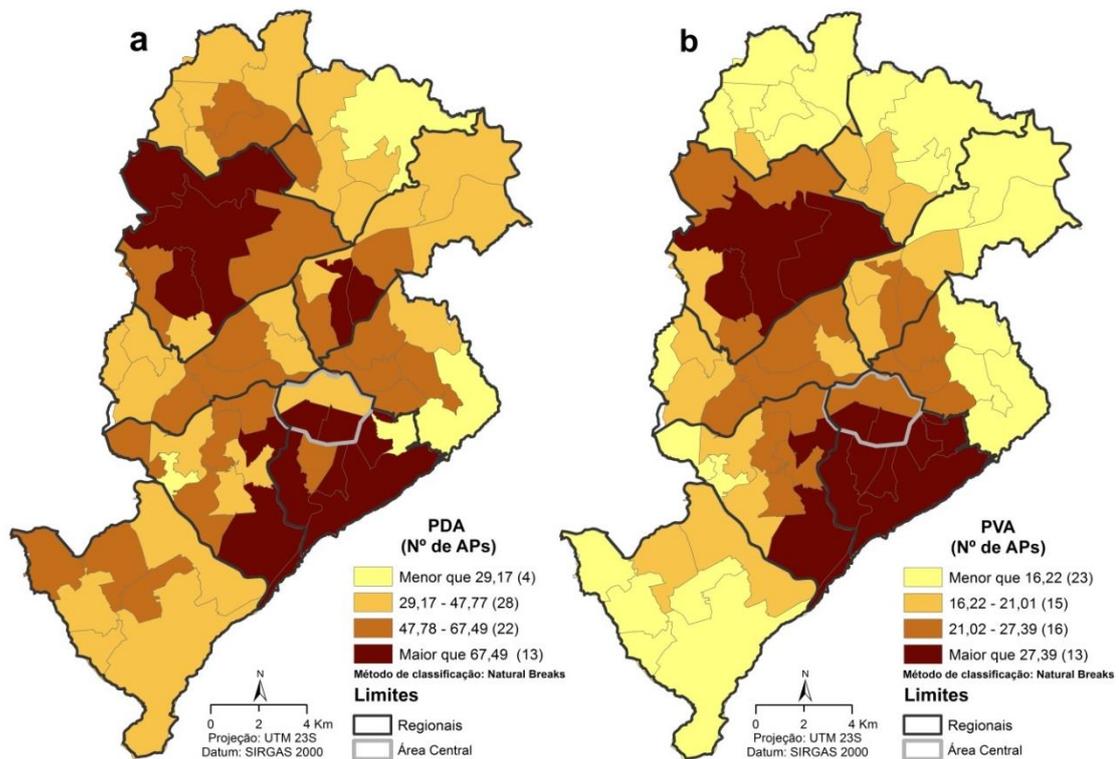
Figura 1: Regionais e APs de Belo Horizonte. Fonte dos dados: Prodabel e IBGE.

O número total de domicílios em cada AP e o total de domicílios com pelo menos um automóvel permitiu identificar o percentual de posse do automóvel em cada área de ponderação da Capital Mineira, sendo essa uma das variáveis utilizadas no trabalho (variável PDA). Dado o propósito estabelecido, foi identificado o total de viagens realizadas com origem em cada AP de Belo Horizonte pelos modos: automóvel (condutor), ônibus, motocicleta, trem e caminhada, e destino em quaisquer outras APs do município, por quaisquer motivos de deslocamento. Com base nessas variáveis, foi utilizada a técnica de análise de cluster com o objetivo de classificar, primeiramente, grupos de APs de acordo com o percentual de domicílios com posse de pelo menos um automóvel. Posteriormente, a mesma técnica foi utilizada para a classificação dos resíduos padronizados do modelo de regressão que utilizou, como variáveis, o percentual de domicílios com automóvel (variável explicativa) e o percentual de viagens por automóvel em cada AP (variável dependente).

A análise de cluster consiste em um grupo de técnicas multivariadas cuja finalidade principal é agrupar objetos com base nas características que eles possuem. Tal método classifica objetos (por exemplo, respondentes, produtos ou outras entidades) em um conjunto de características selecionadas pelo usuário. Os clusters resultantes devem exibir alta homogeneidade interna (dentro do cluster) e alta heterogeneidade externa (entre clusters) (Hair *et al.*, 2014). Em suma, trata-se de uma técnica de redução de dados que busca diminuir as  $n$  observações originais em  $g$  grupos, com o intuito de minimizar a variação dentro do grupo e maximizar a variação entre grupos (Rogerson, 2012). O presente trabalho se utilizou, tanto no agrupamento dos percentuais de posse como no agrupamento dos resíduos da regressão, do algoritmo *Two-Steps*, tendo como classificação inicial o algoritmo *K-means*. O algoritmo *K-means*, um método não hierárquico, divide o conjunto de dados em um número de grupos (clusters) definido pelo usuário, e, posteriormente, reatribui iterativamente as observações aos grupos até que um critério numérico seja atingido. O critério especifica um objetivo relacionado a minimizar a distância das observações entre si em um cluster e maximizar a distância entre clusters (Hair *et al.*, 2014). Por sua vez, o algoritmo *TwoSteps*, proposto por Chiu *et al.* (2001), se baseia em uma primeira etapa de pré-clusterização dos dados, que busca efetuar uma nova matriz com menos grupos para o próximo passo, e uma segunda etapa, em que é feito um novo agrupamento dos dados com base no método hierárquico, porém, com um modelo estatístico subjacente (Bacher *et al.*, 2004). O software IBM SPSS 22 foi utilizado para a clusterização dos dados e análise de regressão.

#### **4. POSSE E MOBILIDADE POR AUTOMÓVEL: RESULTADOS NAS APs DE BELO HORIZONTE**

A análise dos resultados referentes à posse de automóveis (Figura 2a) demonstra que apenas quatro das 67 áreas de ponderação de Belo Horizonte apresentaram percentual inferior a 29,17% dos domicílios com pelo menos um veículo automotor. Dentre essas APs, observam-se aglomerados e vilas como Cabana Pai Tomás (Regional Oeste) e Aglomerado da Serra (Regional Centro-Sul), além de bairros periféricos como Taquaril (Regional Leste) e Isidoro (Regional Norte), ocupadas principalmente por famílias de baixa renda. Entende-se que o padrão de ocupação de áreas de vilas e aglomerados desmotiva o morador a ter a posse de automóvel, haja vista o acesso às residências ocorrer, geralmente, por becos e vielas, impedindo assim que o veículo seja estacionado em terreno próprio. Uma alternativa, comumente utilizada pelos moradores, é estacionar o veículo na via pública mais próxima da entrada do aglomerado, e arcar com os custos gerados por furtos e demais danos causados por terceiros.



**Figura 2:** Percentual de Domicílios com Automóvel (a) e Percentual de Viagens por Automóvel (b) por AP em Belo Horizonte. Fonte dos dados: Censo Demográfico do IBGE 2010 e Pesquisa OD 2012.

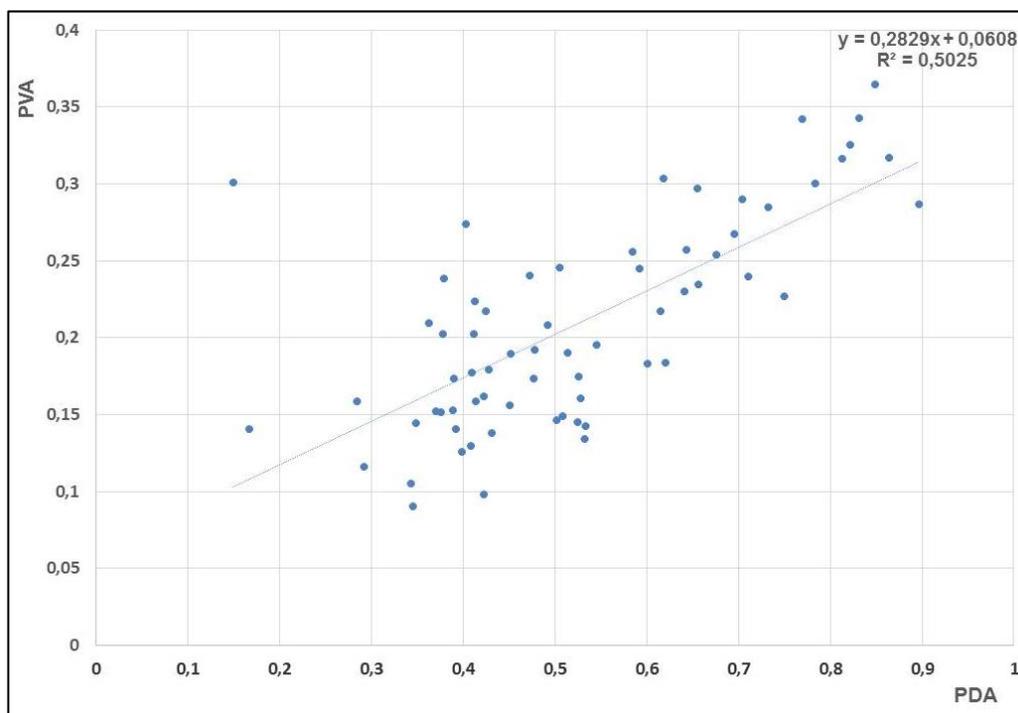
As APs com maior percentual de domicílios com automóvel em Belo Horizonte se concentram nas regionais: Nordeste, Oeste, Pampulha e Centro-Sul. Essas regionais englobam bairros de renda média domiciliar elevada, tais como Cidade Nova (Regional Nordeste), Gutierrez e Buritis (Regional Oeste), Bandeirantes e Castelo (Regional Pampulha) e Mangabeiras, Belvedere e Sion (Regional Centro-Sul). É comum nesses bairros a existência de mais de um automóvel por residência, o que influencia diretamente o percentual de viagens por automóvel em relação ao total de deslocamentos. O Censo Demográfico de 2010, porém, adotou a metodologia de identificar a existência de pelo menos um veículo automotor na residência avaliada em sua pesquisa amostral, o que impede a avaliação do número total de veículos por moradia, algo de relevante importância no percentual de viagens realizadas diariamente por automóvel.

A concentração da posse de veículos nas regionais citadas coincide com a concentração dos maiores percentuais de participação do modo automóvel em relação ao total de deslocamentos com origem e destino em Belo Horizonte (Figura 2b). Percentuais superiores a 27,39% do total de viagens foram verificados nas regionais Centro-Sul, Pampulha e Oeste (APs dos bairros Buritis e Gutierrez). Em relação à Regional Centro-Sul, apenas a porção norte da Área Central não apresenta elevado percentual de viagens por automóvel. Trata-se de uma área com maior oferta de transporte coletivo (ônibus e trem metropolitano), além de um maior volume de estabelecimentos de serviços e comércio popular. Situação oposta é verificada na porção sul da Área Central, que concentra importantes equipamentos da administração pública e do legislativo estadual (bairros Santo Agostinho, Funcionários e Lourdes), além de

grandes shoppings centers, voltados especialmente ao público de maior renda de Belo Horizonte (bairros Savassi e Lourdes).

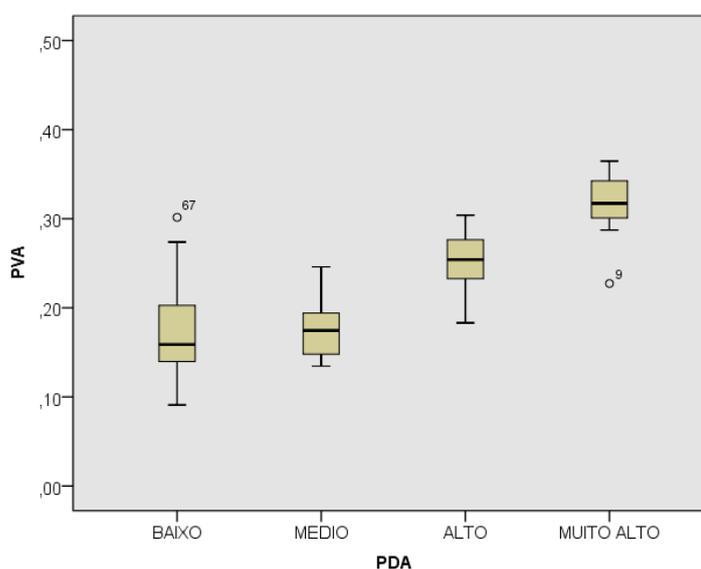
A menor participação do automóvel nas viagens diárias é verificada nas APs localizadas na periferia de Belo Horizonte (percentuais abaixo de 16,23%), concentradas nas regionais Venda Nova, Norte, Nordeste, Leste e Barreiro. Embora a unidade espacial adotada na pesquisa inclua bairros socialmente heterogêneos em uma mesma AP, uma análise preliminar permite avaliar que, mesmo diante do aumento da posse e do uso do automóvel em todas as faixas de renda na última década, o uso se concentra nas APs com maior renda domiciliar. Nesse sentido, pode-se afirmar que o uso do automóvel se concentra nas áreas de maior renda, enquanto a população das áreas periféricas se utiliza, na maior parte de seus deslocamentos, do transporte público, em especial o ônibus (Miranda *et al.*, 2017) ou ainda de outros modos, como a caminhada (a pé).

A análise do gráfico de dispersão das variáveis “Percentual de Domicílios com Posse de Automóveis” (PDA) e “Percentual de Viagens por Automóveis” (PVA), apresentado na Figura 3, permite verificar que o ajuste do modelo obtido não se apresenta completamente satisfatório ( $R^2 = 0,5025$ ). Porém, há significância estatística entre as variáveis ( $p\text{ value} < 0,05$ ), o que comprova a hipótese da existência de correlação entre a posse do veículo e o uso do automóvel. Além disso, o gráfico permite analisar que existem APs com percentuais de viagens discrepantes, tanto na parte superior da reta, ou seja, viagens por automóveis acima do esperado diante da posse de veículos, quanto na parte inferior da reta, o que sugere um percentual de viagens aquém do esperado diante da posse de veículos.



**Figura 3:** Gráfico de dispersão Percentual de Viagens por Automóvel x Percentual de Domicílios com Posse de Automóvel. Fonte dos dados: Censo Demográfico do IBGE 2010 e Pesquisa OD 2012.

Com o objetivo de identificar níveis de posse do automóvel nas APs de Belo Horizonte, foi utilizada a técnica de análise de clusters para classificar os PDAs. O algoritmo *Two Steps* foi utilizado, tendo como pré-classificação o algoritmo *K-means*. Ao final, se obteve quatro clusters, identificados em relação à posse do automóvel como Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. A análise do *box plot* dos clusters relativos à posse e a variável viagens por automóvel (Figura 4) permite identificar que, nas APs com baixo percentual de posse do veículo, a mediana de viagens apresenta o valor de 16% do total de deslocamentos. Por sua vez, o cluster classificado como de média posse do automóvel apresenta mediana de 18% das viagens totais, enquanto que o cluster identificado como de posse alta obteve como mediana o valor de 25% dos deslocamentos realizados por automóvel. Por fim, o cluster classificado como de posse do automóvel muito alta possui o valor da mediana de cerca 32% do total das viagens realizadas em Belo Horizonte. Esses resultados sugerem uma relação direta entre a posse e o uso do automóvel nos deslocamentos diários pelos diversos motivos.

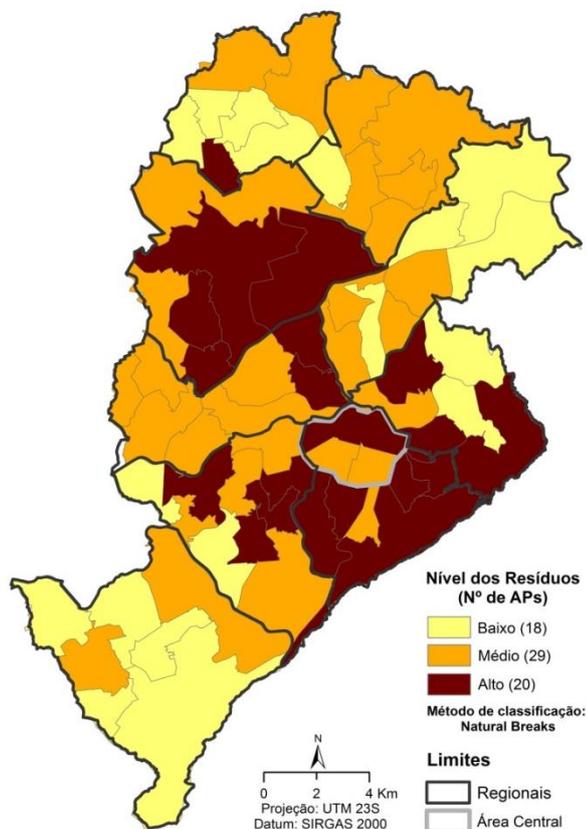


**Figura 4:** *Box plot* dos clusters elaborados com base na variável Percentual de Domicílios com Automóveis x Percentual de Viagens por Automóvel nas APs de Belo Horizonte. Fonte dos dados: Censo Demográfico do IBGE 2010 e Pesquisa OD 2012.

Com o objetivo de identificar as áreas com uso além do esperado e uso aquém do esperado diante da posse do automóvel, efetuou-se o agrupamento dos resíduos padronizados provenientes de um modelo de regressão que teve como variável dependente o percentual de viagens por automóvel (PVA), e variável explicativa o percentual de posse de automóveis (PDA) em cada AP de Belo Horizonte. O algoritmo *TwoSteps* foi novamente utilizado, tendo, assim como na clusterização anterior, o algoritmo *K-Means* como pré-classificação. Um total de três clusters foram identificados e classificados, de acordo com o nível dos resíduos, em: Baixo (uso do automóvel abaixo do esperado diante da posse do automóvel), Médio (uso do automóvel dentro do esperado) e Alto (uso do automóvel além do esperado).

A espacialização dos clusters demonstra que as APs com uso do automóvel acima do esperado se concentram nas regionais Centro-Sul e Pampulha. Vale destacar que, na Regional Centro-Sul, apenas a AP que inclui os bairros Santo Agostinho, Lourdes, Savassi e Funcionários, e a AP que inclui o Bairro Sion não apresentaram uso do automóvel além do esperado. As regionais Oeste, Nordeste, Leste e Venda Nova também apresentaram APs com

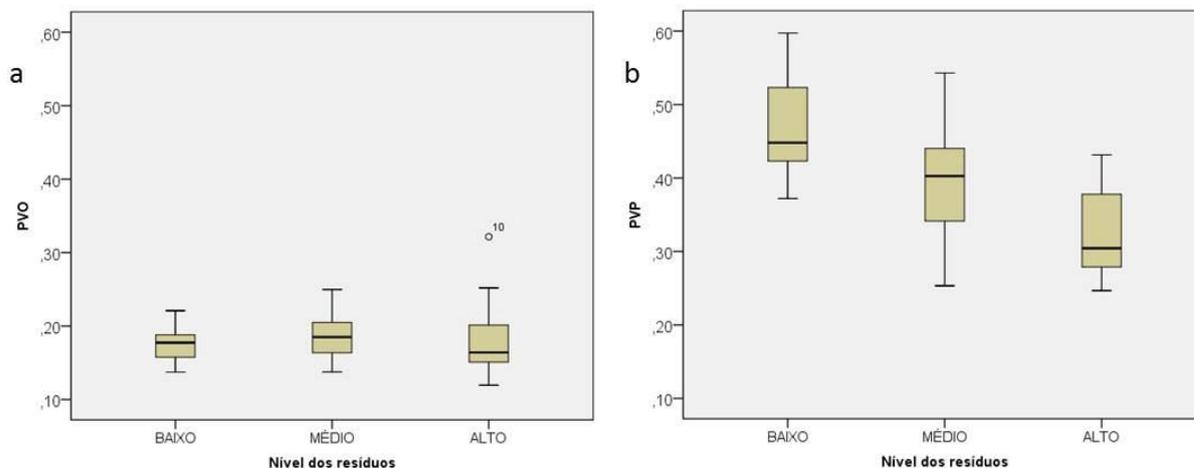
essa classificação, porém em menor número se comparadas às duas anteriores. As áreas com uso do automóvel abaixo do esperado, por sua vez, se concentram nas regionais Barreiro, Venda Nova e Nordeste, além de duas APs nas regionais Oeste e Leste e uma na Regional Norte (Figura 5).



**Figura 5:** Resíduos padronizados do modelo de regressão utilizando as variáveis PDA e PVA  
Fonte dos dados: Censo Demográfico IBGE 2010 e Pesquisa OD 2012.

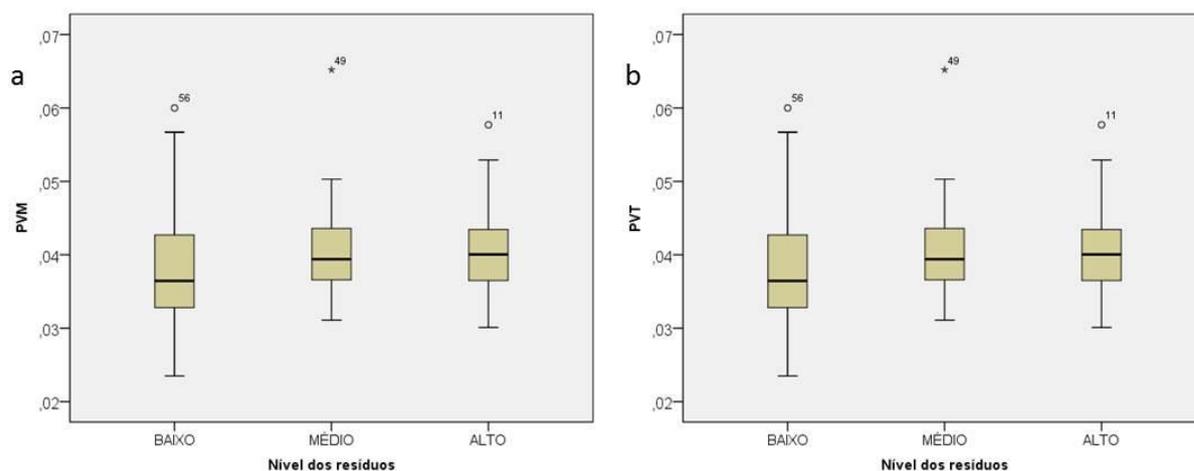
Diante dos resultados, optou-se pela análise das APs com uso do automóvel abaixo do esperado, para, assim, verificar se as viagens diárias são efetuadas, em sua maioria, pelo transporte público (ônibus ou trem metropolitano), pelo transporte motorizado por motocicleta, ou mesmo pelos deslocamentos a pé. Para tal, efetuou-se um estudo do comportamento dos clusters dos resíduos em relação aos percentuais de viagens por ônibus (Figura 6a), a pé (Figura 6b), motocicleta (Figura 7a) e trem metropolitano (Figura 7b). O percentual de viagens por ônibus nas APs com uso do veículo automotor abaixo do esperado (Cluster Baixo) foi de 18% do total, sendo o mesmo valor das APs classificadas como de uso próximo ao esperado (Cluster Médio) e pouco superior ao das APs com uso acima do esperado (Cluster Alto) - 16%. Por sua vez, o percentual de viagens realizadas a pé apresentou comportamento com maior variação entre as diferentes classificações dadas com base no uso do automóvel. Nas APs com uso aquém do esperado (Baixo), as viagens a pé apresentaram mediana de 45% do total de viagens, valor superior ao do cluster classificado como “Médio” - 40% do total - e do agrupamento com uso considerado além do esperado (Alto), que apresentou mediana de 30% do total de viagens. Apesar das APs com uso abaixo do esperado do automóvel incluírem bairros com diferenciadas características, é importante observar nesse grupo a existência de áreas com relevante disponibilidade de estabelecimentos de comércio e

serviços, o que sugere a não necessidade de grandes deslocamentos diários. Os bairros Barreiro (Regional Barreiro) e Betânia (Regional Oeste) se inserem nessa categoria.



**Figura 6:** Box plots dos clusters elaborados com base nos clusters dos resíduos e as variáveis Percentual de Viagens por Ônibus (a) e Percentual de Viagens a Pé (b). Fonte dos dados: Censo Demográfico do IBGE 2010 e Pesquisa OD 2012.

Embora, nos últimos anos, a frota de motocicletas tenha apresentado considerável crescimento em Belo Horizonte, o percentual de viagens por esse modo é relativamente baixo em relação ao total de deslocamentos. As medianas dos três agrupamentos apresentaram percentuais de 4% do total. O trem metropolitano também tem baixa participação no total de viagens, com as medianas dos três clusters em 4% do total de deslocamentos. Nesse sentido, podemos afirmar que o não uso do automóvel pelas famílias que possuem a posse do veículo, está, dentre outros fatores, relacionado, em sua maioria, à substituição pelos deslocamentos a pé, e não pelo uso do ônibus, motocicleta ou trem metropolitano.



**Figura 7:** Box plots dos clusters elaborados com base nos clusters dos resíduos e as variáveis Percentual de Viagens por Motocicleta (a) e Percentual de Viagens por Trem (b). Fonte dos dados: Censo Demográfico do IBGE 2010 e Pesquisa OD 2012.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A posse do automóvel se constituiu em uma realidade para considerável parcela das famílias de Belo Horizonte durante a última década. O aumento dos veículos em circulação nas metrópoles é um fato preocupante e um desafio para as autoridades municipais. A deterioração das condições ambientais, o aumento das emissões de gases de efeito estufa, o aumento dos congestionamentos e a constituição do chamado círculo vicioso da mobilidade urbana (mais automóveis nas ruas – maiores congestionamentos – aumento do tempo de viagens – maior uso do automóvel) se incluem dentre os maiores riscos para a qualidade de vida urbana. Porém, entende-se como importante a investigação a respeito da parcela da população que deixa de utilizar o automóvel em suas viagens diárias e prefere utilizar outros meios para se deslocar.

Os resultados verificados revelam considerável heterogeneidade intramunicipal em Belo Horizonte em relação aos níveis de uso do automóvel, levando em conta sua posse. Observou-se que o uso abaixo do esperado do automóvel não se resume às periferias de baixa renda. APs que englobam centralidades apresentaram baixo uso do veículo e relevante participação dos deslocamentos a pé, o que sugere a substituição do automóvel pela caminhada nos curtos trajetos. Entende-se a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o tema, em especial a respeito dos padrões de deslocamento nessas centralidades, além dos aspectos sociais, econômicos e culturais que influenciam o uso do automóvel pelas famílias. Tais estudos se fazem necessários para o entendimento dos padrões de mobilidade urbana em Belo Horizonte, de maneira a subsidiar políticas públicas que objetivem um espaço urbano socialmente justo e ambientalmente equilibrado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, P.; A. A. Raia Junior (2009) Mobilidade e acessibilidade urbanas sustentáveis: a gestão da mobilidade no Brasil. *Anais do VI Congresso de Meio ambiente da UFSCAR*, AUGM, São Carlos, v. 5. p. 1–15.
- Bacher J; K. Wenzig; M. Vogler (2004) SPSS two step cluster: A first evaluation. *Lehrstuhl Soziol.*
- Balxim, R. (2016) Mobilidade: uma abordagem sistêmica. In: Balxim, R.; C. Krause; C. Linke (Org.). *Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano* (1ª ed.). IPEA, Brasília, v. 1, p. 23–42.
- Barbosa, J. L. (2014) A mobilidade urbana como expressão do Direito à Metrópole. In: Limonad E.; e E. Castro. (Org.). *Um novo planejamento para um novo Brasil?* (1ª ed.). Letra Capital, Rio de Janeiro, v. 01, p. 187–201.
- Bhat, C.; S. Handy; K. Kockelman; H. Mahmassani; Q. Chen; L. Weston (2000) *Development of an Urban Accessibility Index: Literature Review*. Research project conducted for the Texas Department of Transportation. Center for Transportation Research, University of Texas, Austin (TX), USA.
- Cardoso, L. (2007) *Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. Tese de doutorado em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais,
- Cardoso, L.; R. Matos (2007) Acessibilidade urbana e exclusão social: novas relações, velhos desafios. *Anais do 10º Simpósio Nacional de Geografia Urbana*. SIMPURB, Florianópolis, UFSC.
- Chiu, T.; D. Fang; J. Chen; Y. A. Wang (2001) Robust and Scalable Clustering Algorithm for Mixed Type Attributes in Large Database Environment. *Proceedings of International Conference on Knowledge discovery and Data Mining*. San Francisco.
- CNT; NTU (2017) *Pesquisa mobilidade da população urbana*. Confederação Nacional do Transporte; Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (CNT, NTU), Brasília, 93p.
- Couclelis, H. (2000) From Sustainable Transportation to Sustainable Accessibility: Can We Avoid a New Tragedy of the Commons? In: Janelle, D. J.; D. C. Hodge (Org.) *Information, Place and Cyberspace: Issues in Accessibility*. Springer, Berlin.
- Fensterseifer, J. E. (1986) Eficiência e eficácia no transporte público urbano. *Revista dos Transportes Públicos*, n. 34, p. 7–24.
- Hair, J.; R. E. Anderson; R. L. Tatham; W. C. Black (2014) *Multivariate Data Analysis*. (7ª ed.). Person new international edition. Person Education Limited, Harlow, Essex.
- Hansen, W. G. (1959) *Accessibility and Residential Growth*. Massachusetts Institute of Technology.

- Hanson, S. (1995) Getting there: urban transportation in context. In: Hanson, S. (ed.) *The geography of urban transportation*. The Guilford Press, New York/London.
- Ingram, D. R. (1971) The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form. *Regional Studies*, v. 5, p. 101–107. doi: 10.1080/09595237100185131.
- Jones, S. R. (1981) *Accessibility measures: a literature review*. Transport and Road Research Laboratory, Laboratory Report 967.
- Lessa, D. A.; B. R. A. Abreu; C. Lobo; L. Cardoso (2017) A mobilidade por automóvel em Belo Horizonte/MG: cenários e projeções. In: *Anais do XXXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Recife, Brasil.
- Lessa, D. A.; G. C. Miranda; C. Lobo; L. Cardoso (2019) A mobilidade urbana em Belo Horizonte/Minas Gerais/Brasil: indicadores e projeções para as viagens por automóveis. *Revista Transporte y Territorio*, n. 20, p. 288-306. doi: 10.34096/rtt.i20.6393.
- Lobo, C.; L. Cardoso; R. E. S. Matos (2010) Transporte coletivo em Belo Horizonte: a eficiência de acessibilidade com base na Pesquisa Domiciliar de Origem e Destino. In: *Anais do 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, PLURIS, Faro, Portugal.
- Morris, J. M., P. L. Dumble; M. R. Wigan (1979) Accessibility indicators for Transport planning. *Transportation Research Part A: General*, v.13, p.91–109. doi: 10.1016/0191-2607(79)90012-8.
- Miranda, G. C.; C. Lobo; D. A. Lessa (2017) A mobilidade urbana e o transporte coletivo por ônibus em Belo Horizonte: cenários e projeções para 2022 e 2032. In: *Anais do XXXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Recife, Brasil.
- Rogerson, P. A. (2012) *Métodos estatísticos para geografia: um guia para o estudante*. Trad.: Paulo Fernando Braga Carvalho, José Irineu Rangel Rigotti. (3ª ed.). Bookman, Porto Alegre
- Vasconcellos, E. A. (2016) Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão. In: Balbim, R.; C. Krause; C. Linke (Org.). *Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano*. (1ª ed.). IPEA, Brasília, v. 1, p. 57-79.

---

Carlos Lobo (carlosfflobo@gmail.com)

Giovanni Candido Miranda (gtrmiranda@gmail.com)

Daniela Antunes Lessa (dani.antunes@gmail.com)

Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil

Leandro Cardoso (leandro@etg.ufmg.br)

Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brasil