



Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía

ISSN: 0121-215X

ISSN: 2256-5442

Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia

Acessibilidade ao sistema de transporte coletivo por ônibus: indicadores para os municípios da periferia metropolitana e os campos de Belo Horizonte, Brasil

Lobo, Carlos; Cardoso, Leandro; Antunes Lessa, Daniela; Candido Miranda, Giovanni

Acessibilidade ao sistema de transporte coletivo por ônibus: indicadores para os municípios da periferia metropolitana e os campos de Belo Horizonte, Brasil

Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, vol. 29, núm. 1, 2020

Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281863455013>

DOI: 10.15446/rcdg.v29n1.76010

Acessibilidade ao sistema de transporte coletivo por ônibus: indicadores para os municípios da periferia metropolitana e os campos de Belo Horizonte, Brasil

Accessibility to the Mass Transit Bus System: Indicators for the Municipalities of the Metropolitan Periphery and Zones of Belo Horizonte, Brazil

Accesibilidad al sistema de transporte masivo de buses: indicadores para los municipios de la periferia metropolitana y los campos de Belo Horizonte, Brasil

Carlos Lobo ^{*a} carlosfflobo@gmail.com
Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil

Leandro Cardoso ⁺ leandro@etg.ufmg.br
Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil

Daniela Antunes Lessa ^Δ dlessa@ufmg.br
Universidade Federal de Ouro Preto, Brazil

Giovanni Candido Miranda [‡] giovannic@ufmg.br
Universidade Federal de Minas Gerais, Brazil

Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, vol. 29, núm. 1, 2020

Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia

Recepção: 07 Novembro 2018
Revised document received: 07 Julho 2019
Aprovação: 29 Julho 2019

DOI: 10.15446/rcdg.v29n1.76010

CC BY-NC-ND

Resumo: Atualmente, o ônibus apresenta-se como primordial modo de transporte das principais metrópoles brasileiras. Com o objetivo de avaliar a acessibilidade por ônibus na Região Metropolitana de Belo Horizonte, este trabalho apresenta indicadores de acessibilidade que utilizam o número de linhas, a frequência de viagens e o total de conexões aos municípios periféricos e aos campos de Belo Horizonte (unidades espaciais da pesquisa origem-destino). Os resultados revelam alta variação regional, com maiores níveis de acessibilidade para municípios de maior porte efetivamente conurbados com a capital, como Betim e Contagem. Em Belo Horizonte, prevalecem valores mais baixos, exceto para os campos do *Central Business District* (CBD) e para aqueles no eixo oeste (sentido área industrial). Ao demonstrarem a elevada desigualdade regional de acessibilidade, os indicadores expostos reforçam a necessidade de investimentos para obter mais eficiência e equidade do sistema.

Ideias destacadas: artigo de pesquisa que pretende avaliar as condições de acessibilidade ao transporte público por ônibus na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Brasil. A análise reflete sobre o papel da acessibilidade como importante componente das condições de desigualdade econômica e social intrametropolitana.

Palavras-chave: acessibilidade, indicadores de acessibilidade, Região Metropolitana de Belo Horizonte, sistema de ônibus metropolitano.

Abstract: Buses are currently the most important means of transportation in Brazil's main metropolises. In order to evaluate bus accessibility in the Metropolitan Area of Belo Horizonte, the article presents accessibility indicators regarding the number of lines, frequency of routes, and total connections to the peripheral municipalities and zones of Belo Horizonte (spatial units of the origin-destination research). Results show a high regional variation, with higher levels of access in larger municipalities influenced by the capital, such as Betim and Contagem. Lower figures prevail in Belo Horizonte, except

for the Central Business District (CBD) and the western zones (toward the industrial area). The indicators evince a high regional level of inequality regarding accessibility and reconfirm the need of investments in order to make the system more efficient and equitable.

Main Ideas: Research article aimed at evaluating the conditions of access to the mass transit bus system in the Metropolitan Area of Belo Horizonte, Brazil. The analysis considers the role of accessibility as an important component of intra-metropolitan economic and social inequality.

Keywords: accessibility, accessibility indicators, Metropolitan Area of Belo Horizonte, metropolitan bus system.

Resumen: Actualmente, el bus se presenta como el medio de transporte más importante de las principales metrópolis brasileñas. Con el fin de evaluar la accesibilidad en bus en la Región Metropolitana de Belo Horizonte, el trabajo presenta indicadores de accesibilidad que utilizan el número de líneas, la frecuencia de los viajes y el total de conexiones a los municipios periféricos y a los campos de Belo Horizonte (unidades espaciales de la investigación origen-destino). Los resultados dan cuenta de la alta variación regional, con mayores niveles de acceso para municipios más grandes efectivamente afectados por la capital, como Betim y Contagem. En Belo Horizonte, prevalecen valores más bajos, excepto para los campos del *Central Business District* (CBD) y para aquellos en el eje occidental (sentido área industrial). Al evidenciar la elevada desigualdad regional de accesibilidad, los indicadores expuestos refuerzan la necesidad de inversiones para obtener más eficiencia y equidad del sistema.

Ideas destacadas: artículo de investigación que pretende evaluar las condiciones de acceso al transporte masivo de buses en la Región Metropolitana de Belo Horizonte, Brasil. El análisis reflexiona sobre el rol de la accesibilidad como un componente importante de las condiciones de desigualdad económica y social intrametropolitana.

Palabras clave: accesibilidad, indicadores de accesibilidad, Región Metropolitana de Belo Horizonte, sistema de ómnibus metropolitano.

Introdução

O Brasil passou, ao longo da segunda metade do século XX, por uma das mais aceleradas transições urbanas da história mundial. Atualmente, mais de 84% de sua população vive em áreas urbanas. A rápida urbanização e a acelerada metropolização foram decorrentes do processo de industrialização tardia e do elevado crescimento demográfico, resultado de altas taxas de natalidade e da redução da mortalidade (Cunha 2010; Martine e McGranahan 2010). Segundo Cunha (2010), o que se observou no país nesse mesmo período foi o crescimento de extensos tecidos urbanos, principalmente no Sudeste, tendo como núcleos de expansão capitais como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. Essa concentração urbana ampliou as distâncias sociais, em particular nas maiores cidades, que se tornaram grande lócus da desigualdade social e da concentração de pobreza. A existência de problemas compartilhados entre esses núcleos e os municípios vizinhos resultou, dentre outros aspectos, na necessidade de se institucionalizarem as Regiões Metropolitanas - doravante RMs, já na década de 1970. Dentre os objetivos da implantação das RMs, tem-se a gestão unificada de serviços públicos de interesse metropolitano, como o transporte coletivo (Senado Federal do Brasil 1988).

Nesse contexto, um dos aspectos mais marcantes da produção do espaço e da integração na escala regional refere-se à mobilidade de pessoas

e mercadorias que, potencializada pelo avanço nos meios de transporte e de comunicação, permitiu o espraiamento dos centros urbanos conforme critérios locais como a acessibilidade. O transporte urbano nas maiores cidades brasileiras é um dos grandes desafios à gestão e à administração pública. A complexidade e diversidade das viagens diárias assume relevância especial nas RMs, exigindo novos instrumentos de gestão metropolitana da infraestrutura viária, do trânsito e dos sistemas de transportes, uma vez que tais questões envolvem arcabouços legais e institucionais próprios dos serviços de transportes dos municípios pertencentes (Marandola 2010; Pedrosa e Lima Neto 2015).

A Região Metropolitana de Belo Horizonte - doravante RMBH, com população estimada de 5,9 milhões de habitantes em 2017, configura-se como a terceira RM do Brasil em termos populacionais (IBGE 2017). É atualmente formada por 34 municípios, tendo Belo Horizonte como principal núcleo polarizador, de forma a concentrar a maior parcela dos estabelecimentos de comércio, serviços (públicos e privados), educação, dentre outros. A capital do estado de Minas Gerais recebe diariamente, conforme dados censitários apresentados por Lobo, Cardoso e Magalhães (2013), elevados contingentes de trabalhadores que residem nos municípios da RMBH, dado o seu grau de centralização de oportunidades de trabalho e serviços. Por consequência, tanto o sistema de transporte público (inter e intra) municipal, predominantemente realizado por ônibus, quanto o sistema de circulação são ainda mais onerados por uma crescente demanda por mobilidade, sobretudo laboral (condição compartilhada por outras grandes cidades brasileiras).

A exemplo do que ocorre em outras metrópoles brasileiras, verifica-se, em Belo Horizonte e região, a reprodução de precariedades na provisão de acessibilidade urbana, reflexo da histórica incapacidade de intervenção do poder público diante do processo de urbanização excludente e dos círculos viciosos que perpassam os processos de inclusão social e de desenvolvimento econômico e social. Nesse cenário, a distribuição da acessibilidade espacial tem sido recorrentemente caracterizada pela difusão de iniquidades, o que resulta na estruturação de um espaço de circulação no qual imperam privilégios ao transporte individual motorizado. Não raros, os estratos mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e usuários de transporte público coletivo) têm sido preteridos nos seus anseios relacionados à circulação intraurbana. Além disso, o incremento na motorização acarreta baixa eficiência do transporte coletivo, sobretudo nas áreas centrais e pericentrais da capital mineira. O elevado fluxo de veículos nessas áreas compromete a fluidez nos principais corredores viários de circulação de pessoas e mercadorias, resultado da forte atratividade comercial e de serviços do hipercentro da cidade (Lobo e Cardoso 2018).

Diante do exposto, indicadores de acessibilidade nos municípios metropolitanos e campos de Belo Horizonte oferecem informações que podem servir de referência às ações do poder público, que tenham como propósito induzir melhorias efetivas na mobilidade metropolitana, bem como reduzir desigualdades espaciais relacionadas ao acesso aos bens

coletivos locais. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o grau de acessibilidade por ônibus nos municípios da periferia metropolitana - doravante PM, e nos campos de Belo Horizonte, tendo como base indicadores derivados do número de linhas, da frequência de viagens por ônibus e dos municípios/campos acessados com uma única condução.

Acessibilidade: conceitos e indicadores

Como descrito por Mitra e Saphores (2016), é reconhecido que o sistema de transportes tem influência direta nos custos de produção, nos fluxos de comércio, no bem-estar social e na articulação de áreas de mercado, tendo um papel essencial no crescimento e desenvolvimento econômico das cidades. Desde o século passado, o conceito de "acessibilidade" tem sido utilizado em diferentes vertentes do conhecimento científico, com destaque nas áreas de planejamento urbano e de transportes (Karou e Hull 2014; Morris, Dumble e Wigan 1979; Vulevic 2016); na influência do uso do solo (Cervero 1989; Harris 1954; Levinson 1998); como agente e medida de segregação socioespacial (Bocarejo e Oviedo 2012; Pyrialakou, Gkritza e Fricker 2016; van Wee e Geurs 2011); e como indicador de acesso de pedestres à infraestrutura de circulação (Ewing e Handy 2009; Vale, Saraiva e Pereira 2016). Todavia, seu significado não é consensual e amplamente aceito (Cardoso 2007; Makrí e Folkesson 2000; Vickerman 1974). O termo tem sido recorrentemente alvo de debates, controvérsias e desencontros. Não raro, conduz a equívocos conceituais (Koenig 1980). Como destacou Gould (1969, 64), no final dos anos 1960, *"accessibility is a slippery notion [...] one of those common terms that everyone uses until faced with the problem of defining and measuring it"*. As observações de Gould ainda são válidas, apesar do subsequente investimento teórico e empírico em diversas áreas, como na geografia e na engenharia de transportes.

Determinadas definições incluem interpretações como: o potencial de oportunidades de interação (Hansen 1959); a facilidade com que qualquer atividade pode ser alcançada a partir de um local, utilizando um sistema de transportes específico (Dalvi e Martin 1976); a liberdade que os indivíduos têm de decidirem participar ou não de diferentes atividades (Burns 1979); e os benefícios proporcionados por um sistema de transportes e do uso do solo (Ben-Akiva e Lerman 1985). Algumas abordagens também permitem definir a acessibilidade como a habilidade de alcançar atividades, indivíduos ou oportunidades, deslocando-se aos locais onde essas necessidades estão localizadas (Geurs e Ritsema van Eck 2001), entendida como um produto do uso do solo e do sistema de transportes (van Wee e Geurs 2011; Vickerman 1974). Existe, ainda, o cuidado com a distinção entre os termos "acesso" e "acessibilidade", que são utilizados na literatura, frequentemente, de forma indiscriminada (Geurs e van Wee 2004). Murray et al. (1998) e Geurs e van Wee (2004), por exemplo, sugerem que *acesso* é a oportunidade de uso baseado na proximidade do serviço e seu custo (perspectiva do indivíduo), enquanto *acessibilidade* é a adequação da rede para obter indivíduos de seus pontos

de entrada do sistema para o local de saída do sistema em um período de tempo razoável (perspectiva da localização/rede).

Considerando a dimensão social do termo, em um contexto de pobreza e não desenvolvimento, típico dos países ditos periféricos, a insuficiente incidência de modos alternativos de transporte, aliada aos problemas relacionados à limitada integração física e tarifária entre os diversos modos coletivos componentes dos sistemas de transporte, resulta e reflete o processo de segregação socioespacial, uma vez que parcela expressiva da população tem menores oportunidades de trabalho, estudo, consumo e lazer (Bocarejo e Oviedo 2012). Na literatura, é reconhecido que a proximidade dos serviços de transporte e seus benefícios são distribuídos de forma desigual no espaço. Contudo, a acessibilidade não ocorre em igualdade de condições para a população, o que está relacionado ao processo de produção e reprodução do espaço urbano, que reflete as iniquidades sociais (Costa e Moraes 2014). De acordo com Pyrialakou, Gkritza e Fricker (2016), o espaço é apenas uma dimensão do problema. Além da distribuição espacial dos efeitos sociais, a literatura também se concentra na distribuição temporal, socioeconômica e demográfica do transporte (Jones e Lucas 2012).

Em uma interpretação mais ampla, a acessibilidade fornece medidas do grau em que as pessoas podem alcançar os bens e serviços, enfatizando o potencial (capacidade) mais do que o comportamento real dos usuários. Além das diferentes abordagens e conceitos, o termo pode ser agrupado em três níveis: micro (acesso a veículos/sistema), meso (conectividade e separação de redes) e estratégico (acesso regional ao emprego) (Jones e Lucas 2012). No nível micro, preocupa-se com o estudo do *design* do veículo (veículos adaptados), do movimento nas imediações do veículo (elevadores para plataformas ferroviárias e meio-fio elevado em pontos de ônibus) e dos recursos físicos específicos para ajudar no movimento (Burton e Mitchell 2006; Cobb e Coughlin 2004). No meso, englobam-se questões referentes à conectividade e à permeabilidade da rede de ruas locais ao usar diferentes modos de transporte, e à facilidade geral de acesso à vizinhança para vários grupos de pessoas com deficiências. Por fim, em um último nível, a acessibilidade estratégica também se preocupa com o grau em que o padrão de uso da terra e as redes de transporte associadas em uma área substancial facilitam a viagem de uma área local para outra (Jones e Lucas 2012). O enfoque do presente trabalho está nesta última escala de agrupamento, a acessibilidade estratégica.

Recentemente, vários indicadores de acessibilidade têm sido elaborados e utilizados como ferramentas para obter *insights* sobre questões relacionadas às políticas e ao planejamento de transporte. Uma visão geral é fornecida, entre outros, por Handy e Niemeier (1997) e Geurs e Ritsema van Eck (2001). Geurs e van Wee (2004) distinguem quatro componentes que são importantes no cálculo da acessibilidade: transporte, uso da terra, temporal e individual. Para esses mesmos autores, nesse mesmo trabalho, o componente de transporte descreve o sistema de transporte expresso como a impedância de um indivíduo para cobrir a distância entre uma origem e um destino usando um modo de transporte

específico. São incluídos o tempo (viagem, espera e estacionamento), custos (fixos e variáveis) e esforço (confiabilidade, nível de conforto, risco de acidente). O fornecimento de infraestrutura inclui a sua localização e características (velocidade máxima de deslocamento, número de faixas, horários de transporte público e custos de viagem). O uso da terra consiste na distribuição, oferta e demanda de vários tipos de usos do solo no espaço, definidos em termos de quantidade (densidade residencial e de emprego) e qualidade (nível de emprego; valores de habitação; importância de serviços como grandes hospitais e instituições educacionais) (Geurs e van Wee 2004; Handy 2005; Koenig 1980; Kwan 1998; Vale, Saraiva e Pereira 2016). O tempo reflete as restrições temporais, como a disponibilidade de oportunidades em diferentes momentos do dia, e o tempo necessário para os indivíduos realizarem suas atividades (trabalho, educação, recreação) (Geurs e van Wee 2004; Hågerstrand 1970). Por fim, o componente individual reflete as necessidades (dependentes da idade, da renda, do nível educacional, da situação do domicílio etc.), as habilidades (dependentes da condição física das pessoas, disponibilidade de modos de viagem etc.) e as oportunidades (dependentes da renda das pessoas, do orçamento de viagem, do nível educacional etc.) dos indivíduos.

Geurs e van Wee (2004) distinguem quatro tipos de medidas de acessibilidade: 1) de infraestrutura, que analisam o desempenho ou o nível de serviço da infraestrutura de transporte (nível de congestionamento e velocidade média de deslocamento na rede rodoviária). Esse tipo de medida é normalmente usado no planejamento de transporte (Geurs e van Wee 2004; Vale, Saraiva e Pereira 2016); 2) de localização, que avaliam a acessibilidade a locais, geralmente em nível macro (o número de empregos em 30 minutos de viagem dos locais de origem). Essas medidas são tipicamente utilizadas em planejamento urbano e estudos geográficos (Geurs e van Wee 2004); 3) do indivíduo, que definem a acessibilidade no nível pessoal, considerando as possibilidades e restrições de cada um (o número de atividades em que um indivíduo pode participar em um determinado período de tempo). Esse tipo de medida está fundamentado na teoria espaço-temporal de Hågerstrand (1970), que mede as impedâncias no deslocamento dos indivíduos (localização, duração, custo e velocidade de deslocamento); e 4) de função utilidade, que analisam os benefícios (econômicos) derivados do acesso às atividades distribuídas espacialmente. Esse tipo de medida tem sua origem em estudos econômicos (Geurs e van Wee 2004).

Outro fator importante para o bom funcionamento do sistema é o nível de acessibilidade oferecido pelo sistema de transporte público. Para melhor reconhecer e entender os padrões distribuídos em nível local e regional e, por consequência, formular medidas propositivas, de forma a minimizar eventuais distorções na distribuição e no provimento da acessibilidade urbana, é necessário medi-los e mapeá-los, que é o objetivo principal deste documento. A acessibilidade envolve, portanto, a combinação da localização dos destinos a serem alcançados e as características do sistema de transporte, considerando a distribuição

geográfica da população e das atividades econômicas, assim como as respectivas características. A ideia de acessibilidade está, dessa forma, relacionada à capacidade de alcançar destinos desejados e/ou necessários, mais do que propriamente ao movimento *strictu sensu* (Tagore e Sikdar 1995). Nesse sentido, Levine (1998) observa que a acessibilidade é maior entre destinos mais próximos, ainda que a velocidade da viagem seja reduzida, o que resulta em um processo que Hanson (1995) define como "acessibilidade de lugar", referente à facilidade com que determinados locais podem ser alcançados. Considerando-se que a propensão de interação entre dois pontos é maior na medida em que o custo de movimentação entre eles diminui (Raia Júnior, Silva e Brondino 1997), os equipamentos e serviços urbanos serão mais acessíveis se estiverem próximos às áreas residenciais, estando a acessibilidade potencializada também pela utilização de modos de transporte não motorizado, o que inclui o andar (Lobo e Cardoso 2018). O acesso ao sistema ônibus assumiu nas principais cidades brasileiras a prevalência no sistema de transporte público. Em países como o Brasil, avaliar a oferta de linhas, a frequência das viagens e os itinerários desse modo de transporte assume relevância especial na análise da acessibilidade urbana.

Neste artigo, serão utilizados, para avaliar o nível de acessibilidade, três indicadores: as razões de linhas, as de frequência de viagens e as de conexões espaciais. O primeiro representa o número de linhas de acesso direto, tanto aos municípios metropolitanos como aos campos de Belo Horizonte. Quanto maior o número de linhas que saem e chegam a cada município ou campo, maior a possibilidade de acesso. O segundo indicador avalia a frequência de saída e chegada de linhas. A frequência total de viagens estima, dentre outros aspectos, o intervalo de tempo de passagem de cada linha de ônibus. Trata-se, dessa forma, de um indicador que avalia o nível de espera para o embarque ao ônibus, considerado o quadro de horário definido para cada linha. Em casos de tempo excessivo, cria-se um forte componente de impedância, o que gera perda de acessibilidade a esse sistema de transporte. Por último, a razão de conexão possibilita analisar a acessibilidade regional considerando o trânsito direto da origem ao destino, sem transbordo, aos diversos municípios metropolitanos e campos de Belo Horizonte. Embora o número de linhas e a frequência de viagens sejam relevantes, se as conexões forem limitadas, o acesso pode se tornar restrito, tendo em vista a necessidade de mais de um embarque para um mesmo trajeto.

Base de dados, recortes/unidades espaciais e procedimentos metodológicos

Os dados utilizados para a geração da matriz de viagens por ônibus entre os municípios da RM e os campos de Belo Horizonte foram extraídos da pesquisa Origem Destino de 2012 - doravante OD 2012. Trata-se de um levantamento amostral periódico. Sua última versão foi elaborada e disponibilizada pela Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, órgão ligado ao Governo do Estado de Minas Gerais. A malha digital das linhas metropolitanas de ônibus e

as bases cartográficas dos campos de Belo Horizonte (Figura 1) foram publicadas pela Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas do Estado de Minas Gerais - doravante, Setop. Em relação aos estoques de população residente, utilizou-se a base por setor censitário do Censo Demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

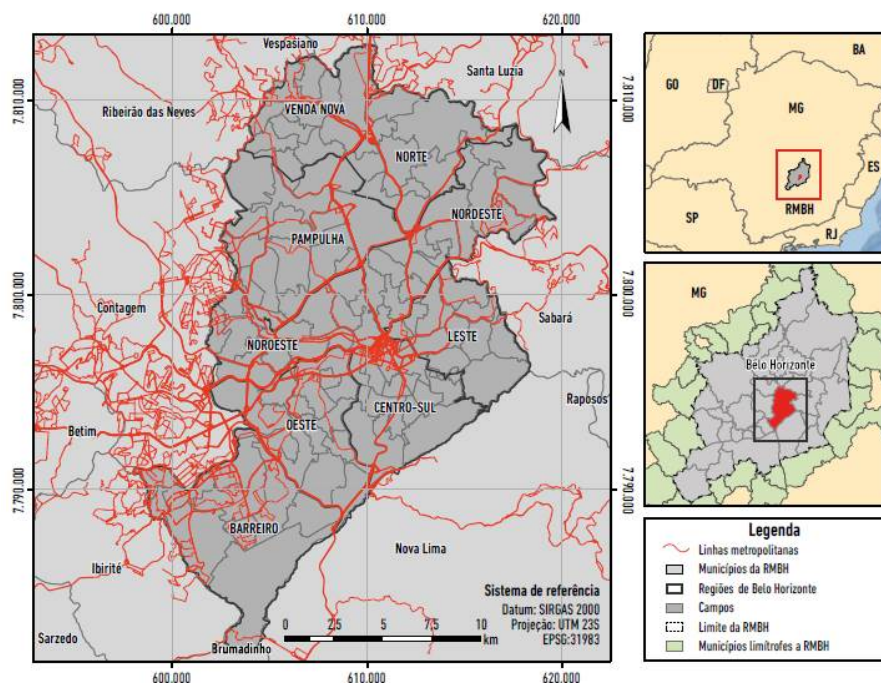


Figura 1

Linhas de ônibus do sistema metropolitano com destino a Belo Horizonte, RMBH 2018.

Dados: Setop s.d.

Para fins de processamento e análise, foram utilizadas como unidades espaciais os municípios da PM (acessibilidade metropolitana) e os campos de Belo Horizonte (acessibilidade do núcleo). Atualmente, a PM de Belo Horizonte compreende 33 municípios. Desse total, de acordo com a OD 2012, 29 apresentaram viagens regulares por ônibus à capital. No município de Belo Horizonte, foram discriminados 120 campos - unidades espaciais que compreendem agregações de áreas homogêneas (menor nível de desagregação espacial utilizado nas Pesquisas OD-RMBH) -, divididos em nove regionais administrativas: Barreiro, Oeste, Centro-Sul, Noroeste, Leste, Pampulha, Nordeste, Norte e Venda Nova (Figura 1).

Na avaliação da acessibilidade metropolitana "para" e "de" Belo Horizonte, conforme o objetivo estabelecido, foram propostos os Índices de Acessibilidade (IA_{PM} e IA_{BH}). Trata-se de indicadores agregados que representam a acessibilidade por ônibus em cada município da PM para a capital (IA_{PM}) e em cada campo de Belo Horizonte para a PM (IA_{BH})¹. Os índices foram compostos por três dimensões que se relacionam à oferta de linhas, à frequência de viagens e aos municípios/campos acessíveis da/na Capital. Para a elaboração desses indicadores, os vetores georrefereenciados das 639 linhas de ônibus (disponibilizados

pela Setop, em sua página eletrônica) foram convertidos do formato *keyhole markup language (KML)* para o formato *shape file (SHP)*, com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1® e *scripts* adicionais.

Inicialmente, foram selecionados apenas os vetores (que representam as linhas de ônibus metropolitanos) que interseccionaram os polígonos que representam os municípios da PM e os campos de Belo Horizonte. Para se estimar o número de viagens diárias para cada linha de ônibus, foi considerado o horário de dias úteis, e foram excluídas aquelas que operam apenas sábados, domingos e feriados. Todas as linhas metropolitanas que atenderam ao critério estabelecido foram compactadas em uma única camada (ferramenta *Merge*) e interseccionadas (ferramenta *Intersect*) com os limites municipais da PM e dos campos, o que resultou em um arquivo com a identificação dos municípios/campos atendidos por cada linha de ônibus metropolitano. Ao final, após a eliminação de dados duplicados, foi possível obter o total de linhas de cada município/campo que fazem ligação direta com a capital, bem como estimar o total de viagens diárias disponíveis, dado o quadro de horários regular. O número de campos em Belo Horizonte/municípios da PM possíveis de acesso pelas viagens originadas nos municípios/campos foi obtido com base na inter-relação dos dados das linhas de ônibus (ferramenta *Spatial Join*). Foram consideradas apenas as linhas que efetuam a viagem de ida e de volta, de maneira a ser possível avaliar a acessibilidade local (por município e campo). A partir dos dados obtidos nessa etapa, foi possível gerar três indicadores, descritos pelas seguintes razões:

1. Razão de Linhas (RL_i): proporção entre o número de linhas disponíveis em cada município metropolitano ou em cada campo, que permitem o acesso direto a Belo Horizonte ou a qualquer município periférico e o número de viagens município → campo ou campo → município (Equação 1).

$$RL_i = \frac{\sum_i^n L_i}{V_i} \times P_i$$

[Equação 1.]

Em que:

L_i é o número de linhas de ônibus com origem no município/campo i e destino a Belo Horizonte ou a PM;

v_{ri} , o número de viagens realizadas diariamente por ônibus com origem no município/campo i e destino a Belo Horizonte ou a PM;

P_i , a população do município i .

2. Razão de Frequência de Viagens (RFV_{oi}): proporção entre o número diário de viagens por ônibus em cada município da PM ou campo de Belo Horizonte e o número de viagens município → campo ou campo → município (Equação 2).

$$RFV_{oi} = \frac{\sum_i^n V_{oi}}{V_i} \times P_i \quad [\text{Equação 2.}]$$

Em que:

V_{oi} é o número viagens por ônibus ofertadas diariamente em cada município/campo i com destino a Belo Horizonte/PM;

V_{ri} , o número de viagens realizadas diariamente por ônibus com origem no município/campo i e destino a Belo Horizonte/PM;

P_i , a população do município/campo i .

3. Razão de Conexões Espaciais (RCE_i): proporção entre o total de municípios da PM ou de campos de Belo Horizonte que podem ser acessados com a utilização de apenas um ônibus e o número de viagens município → campo ou campo → município (Equação 3).

$$RCE_i = \frac{\sum_i^n C_i}{V_i} \times P_i \quad [\text{Equação 3.}]$$

Em que:

C_i é o número de municípios da PM/campos em Belo Horizonte acessados, com a utilização de apenas uma condução, a partir do município i ;

V_{ri} , o número de viagens realizadas diariamente por ônibus com origem no município/campo i e destino a Belo Horizonte/PM;

P_i , a população do município/campo i .

Para fins de comparação, cada um dos indicadores (RL_i , RFV_{oi} e RCE_i) foi traduzido em uma razão padronizada (R_p), cujos valores foram convertidos em uma escala de 0 a 1 (que representam, respectivamente, os valores mínimos e máximos observados em cada indicador), conforme a Equação 4.

$$R_p = \frac{R_i - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} \quad [\text{Equação 4.}]$$

Os Índices de Acessibilidade (IA_{PM} e IA_{BH}), referentes aos municípios da PM e aos campos de Belo Horizonte, foram obtidos pela média aritmética simples dos três indicadores padronizados (RL_p , RFV_{OP} e RCE_p). Para a definição das classes utilizadas nas representações cartográficas aplicadas na análise dos dados (Figuras 2, 3, 4 e 5), optou-se por utilizar o método denominado "*natural breaks*"¹².

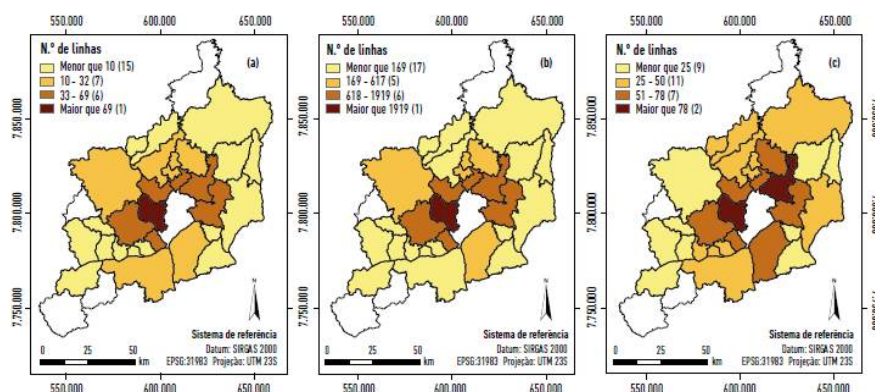


Figura 2
Número de linhas metropolitanas (a); de viagens (b); de campos acessados em Belo Horizonte (c), 2012.
Dados: Governo do Estado de Minas Gerais 2012; Setop s.d.

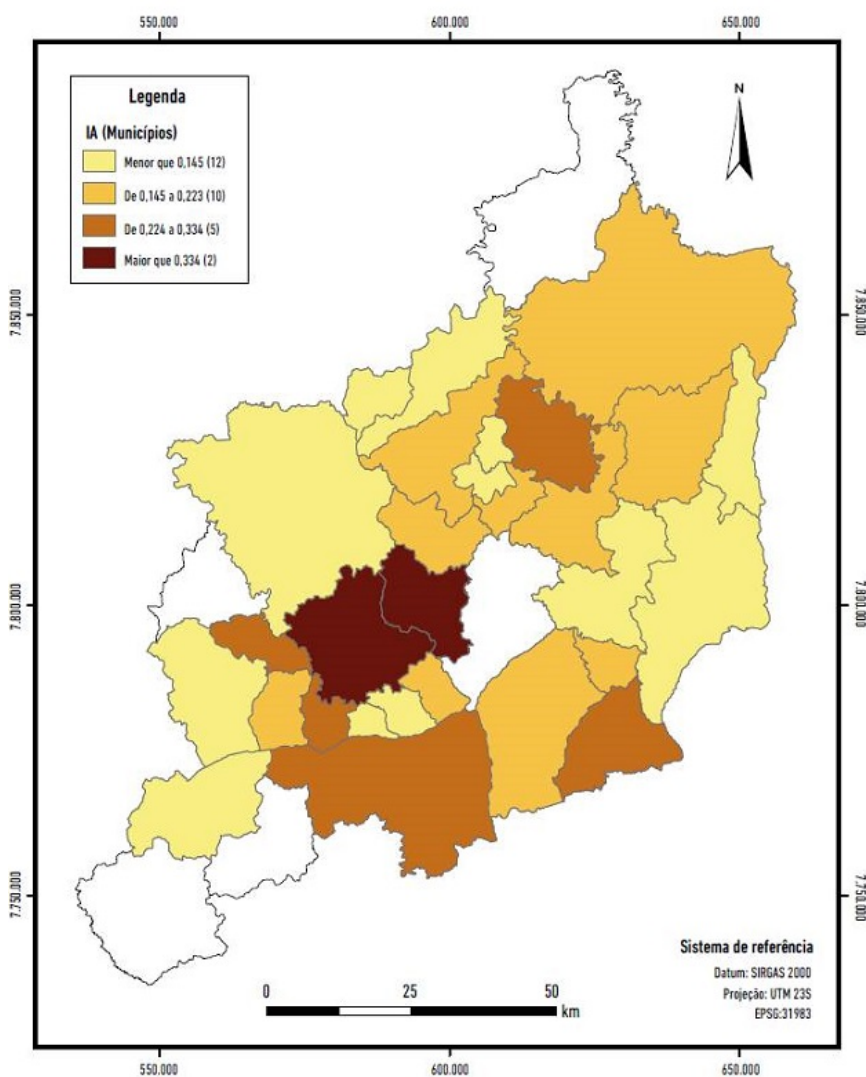


Figura 3
Índice de acessibilidade metropolitana da PM a Belo Horizonte 2012.
Dados: Governo do Estado de Minas Gerais 2012; Setop s.d.

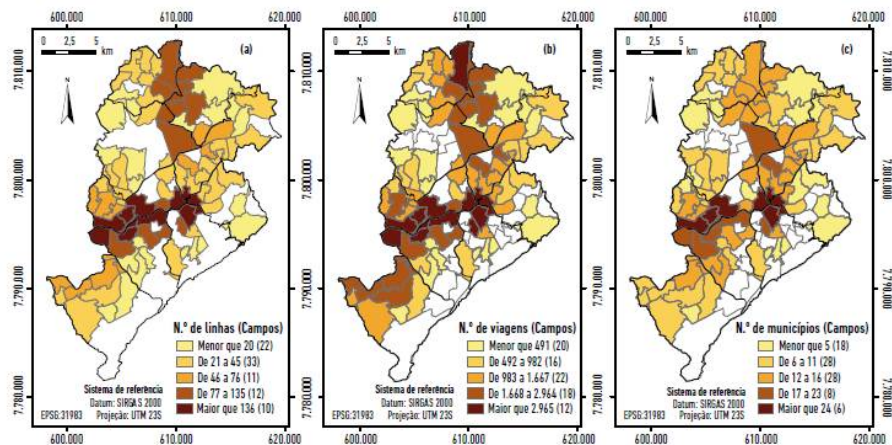


Figura 4

Número de linhas metropolitanas (a); oferta de viagens para a PM (b); número de municípios acessados na PM com uma única condução (c).

Dados: Governo do Estado de Minas Gerais 2012; Setop s.d.

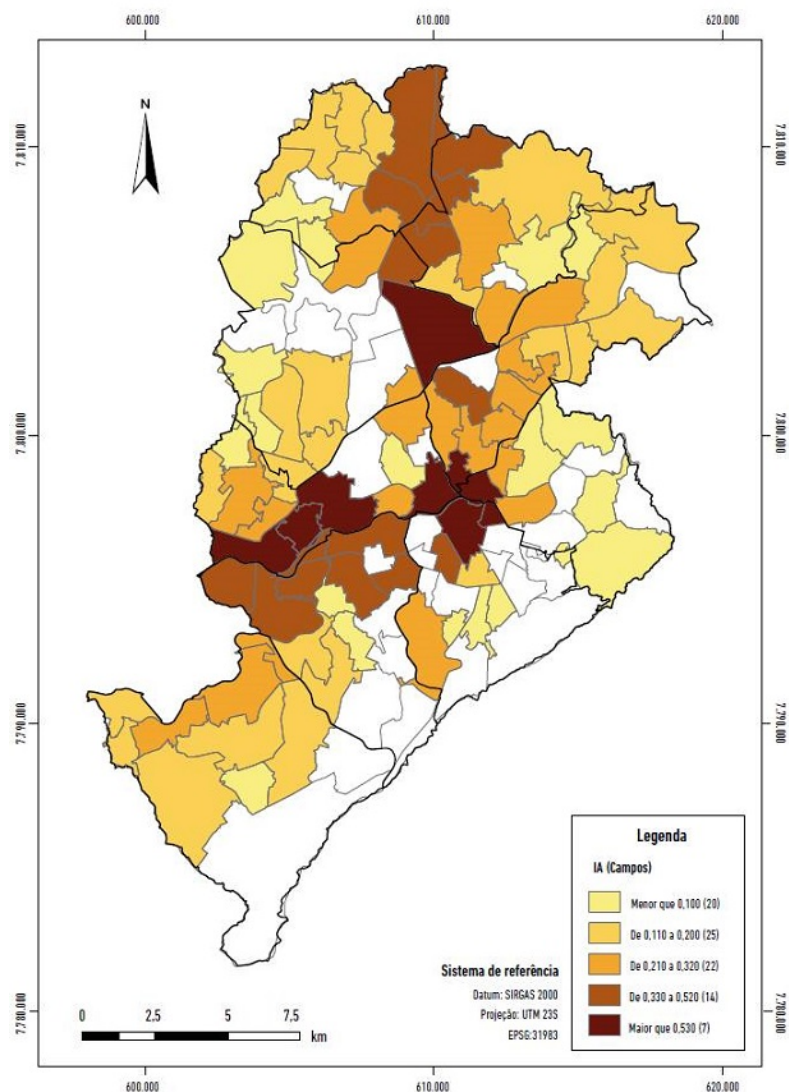


Figura 5
 Índice de acessibilidade de Belo Horizonte a PM.
 Dados: Governo do Estado de Minas Gerais 2012; Setop s.d.

Análise e interpretação dos resultados: os indicadores para a PM

As viagens por ônibus de cada município com destino à capital, entre outros aspectos, revelam o nível de integração metropolitana. Como esperado, os municípios localizados na periferia imediata de Belo Horizonte, com elevado grau de conurbação, como Santa Luzia, Sabará, Vespasiano, Ribeirão das Neves, Ibirité e Contagem, foram aqueles que apresentaram uma maior proporção de população se deslocando regularmente para o núcleo metropolitano. Os menores percentuais correspondem a Juatuba, Mateus Leme e Itatiaiuçu, o que sugere, nesses casos, um baixo grau de interação com Belo Horizonte. Em termos absolutos, Contagem, Ribeirão das Neves e Santa Luzia são os municípios com maior número de viagens para a capital, enquanto em

Taquaraçu de Minas e Itatiaiuçu, foram observados os menores números de deslocamentos por ônibus.

A análise das três dimensões de acessibilidade por ônibus nos municípios da PM para os campos de Belo Horizonte demonstra uma acentuada heterogeneidade regional (Figura 2). Contagem, município com a maior população, possui maior número de linhas de ônibus que acessam a capital (213 linhas) (Figura 2a). Outros municípios, tais como Ribeirão das Neves, Vespasiano, Betim e Santa Luzia, todos limítrofes à capital, também se destacam na participação dos movimentos pendulares para Belo Horizonte. Cabe ressaltar o caso de Betim, que, mesmo com número elevado de linhas, não se insere entre os maiores percentuais de deslocamento para o centro metropolitano. Com forte participação da indústria na economia, Betim possui elevado grau de autossuficiência econômica, se comparado aos demais municípios periféricos. Com uma única linha de acesso, podem ser citados os municípios de Mateus Leme e Rio Acima.

Em relação à frequência de viagens por ônibus coletivo nos municípios da PM, outro critério avaliado, observa-se forte convergência com o número de linhas disponíveis (Figura 2b). Contagem é o município com maior oferta, com um total de 5.932 viagens. Ribeirão das Neves, Ibirité, Vespasiano e Santa Luzia também apresentam elevado nível de oferta de viagens para a capital. Dentre os municípios da PM incluídos na pesquisa com o menor número de viagens para Belo Horizonte, têm-se Itatiaiuçu e Nova União (para cada um foram identificadas apenas cinco viagens). São municípios distantes do centro metropolitano, com baixa interação econômica com a capital e, por isso, menor oferta de transporte. Quanto ao total de campos possíveis de serem acessados em Belo Horizonte com o uso de apenas uma condução (Figura 2c), destacam-se Contagem e Santa Luzia. Os municípios com menor número de campos acessíveis com uma única linha de ônibus são Nova União, Raposos e Rio Acima. A existência de corredores de tráfego metropolitanos no território de municípios limítrofes à capital foi um fator importante nos resultados desse critério, o que favorece o acesso às linhas de ônibus advindas de municípios localizados nas franjas da PM. Além disso, o itinerário desenvolvido pelas linhas no território de Belo Horizonte, que, em sua maioria, se utilizam de corredores viários de grande extensão, possibilitam um diferenciado acesso ao núcleo metropolitano.

O IA_{PM} , índice síntese que avalia a acessibilidade geral por ônibus nos municípios da PM (Figura 3), demonstrou que os valores mais elevados se concentram em Contagem e Betim. Os municípios com os menores valores de acessibilidade foram Nova União, Capim Branco e Caeté. Em relação aos municípios com os melhores índices de acessibilidade na PM, destaca-se Contagem, com número discrepante de linhas e oferta diária de viagens por ônibus para Belo Horizonte. Isso se deve, entre outros aspectos, à localização do município - na fronteira imediata da capital -, o que faz com que o itinerário de linhas com ponto de partida em municípios como Betim, Ribeirão das Neves, Esmeraldas e Juatuba

perpassem seu território para alcançar a capital, proporcionando a maior oferta de linhas e viagens no município.

Condição semelhante é observada no caso de Betim, que recebe linhas que atendem municípios dos eixos constituídos pelas rodovias federais BR-381 e BR-262. Em condição distinta, têm-se os municípios como Nova União e Capim Branco. Localizados em periferias mais distantes do centro metropolitano, com baixa interação com Belo Horizonte, esses municípios apresentam baixo percentual da população que realiza viagens regulares para a capital. Possuem ligação com Belo Horizonte apenas por linhas que partem do próprio município (duas em Nova União e três em Capim Branco).

Os indicadores para Belo Horizonte

Como esperado, os campos localizados ao longo dos principais eixos viários (Via Expressa a oeste e as Avenidas Antônio Carlos e Cristiano Machado ao norte) foram identificados com maior concentração de deslocamentos por ônibus com origem em Belo Horizonte e destino nos municípios da PM, principalmente os localizados nas periferias imediatas a oeste e ao norte. Nota-se que, dentre os principais destinos das viagens por ônibus com origem nos campos da capital, estão Contagem, Betim e Ibirité, localizados na periferia a oeste; e Santa Luzia, Ribeirão das Neves e Vespasiano, localizados na periferia ao norte. Segundo os dados da pesquisa OD de 2012, os maiores percentuais da população residente em Belo Horizonte que se desloca por ônibus para os municípios da PM têm como origem os campos Lindeia, Glória, Maria Emília e Santa Helena. Os menores percentuais correspondem aos campos Isidoro (0,15%), Santa Lúcia-São Bento e Jaraguá-Aeroporto (0,26%), o que sugere, nesses casos, menor grau de interação com a PM.

A análise das três dimensões de acessibilidade por ônibus em cada um dos campos da capital demonstra a heterogeneidade espacial (Figura 4). O Campo Centro, por ser o *Central Business District* - doravante *CBD*, da capital e nela ainda ser verificada uma estrutura mono-cêntrica (Lessa et al. 2018), apresentou a maior concentração de linhas de ônibus que acessam à PM e, portanto, maior oferta de viagens para os outros municípios da RM (Figura 4a). Outros campos também apresentaram elevado número de linhas metropolitanas (Figura 4a), como é o caso do Lagoinha, Padre Eustáquio, Dom Cabral e Prado-Calafate. Verifica-se que todos esses campos estão localizados principalmente entre as Regionais Centro-Sul, Noroeste e Oeste, ao longo dos principais eixos viários (Via Expressa e Avenida Amazonas) que ligam o *CBD* da capital aos principais destinos já destacados: os municípios de Contagem, Betim e Ibirité (Figura 1). Ao norte, as regionais que se destacam com os campos que apresentaram maior número de linhas metropolitanas (Figura 4a) são Pampulha, Norte e Venda Nova, por onde também passam importantes eixos viários (Avenida Antônio Carlos e Avenida Cristiano Machado), que ligam o *CBD* da capital aos principais municípios do vetor norte, como Santa Luzia, Ribeirão das Neves e Vespasiano (Figura 1). De forma contrária, os

campos que apresentaram menor concentração de linhas metropolitanas foram Baleia, Leblon, Céu Azul e Braúnas. Algumas dessas áreas são coincidentes àquelas que possuem baixa oferta de linhas municipais (Lessa et al. 2017), o que indica que tais campos possuem uma precariedade de acesso ao sistema de transporte por ônibus com um todo.

Em relação à oferta total de viagens por ônibus metropolitano nos campos (Figura 2b), observa-se uma relação muito forte com o número de linhas disponíveis (Figura 2a). Assim como a dimensão anterior (número de linhas), o campo Centro foi o que apresentou o maior número de viagens ofertadas pelo sistema metropolitano, seguido de Lagoinha, Floresta, Padre Eustáquio e Dom Cabral e Prado-Calafate, localizados nas Regionais Centro-Sul, Noroeste e Oeste, ao longo dos principais eixos viários já mencionados que ligam o *CBD* da capital aos municípios de Contagem, Betim e Ibirité. Ao norte, as regionais que se destacam com os campos que apresentaram maior número de linhas metropolitanas (Figura 2a) são Pampulha, Norte e Venda Nova, por onde também passam importantes eixos viários que ligam o *CBD* da capital aos principais municípios do vetor norte, como Santa Luzia, Ribeirão das Neves e Vespasiano. Nesse eixo norte, um campo que se destaca é o Serra Verde, localizado na divisa entre Belo Horizonte e Vespasiano, onde se encontra a Cidade Administrativa de Minas Gerais, um polo gerador de viagens metropolitanas, que, em 2012, atraía cerca de 6.443 viagens de ônibus de toda a RM (Governo do Estado de Minas Gerais 2012).

Dentre os campos que apresentaram menor frequência de viagens por ônibus para a PM, destacam-se Baleia, Leblon, Céu Azul e Braúnas, também localizados em regiões periféricas do município onde se verifica baixa acessibilidade ao sistema de ônibus municipal (Lessa et al. 2017). No que tange à terceira dimensão - o total de municípios da PM possíveis de serem acessados dos campos da capital com uma única condução -, destacam-se Lagoinha e Centro (Figura 4c), que apresentaram os maiores totais (ambos com 32 municípios acessíveis), seguidos de Floresta, Alto dos Pinheiros, Dom Cabral e Padre Eustáquio, todos eles localizados principalmente entre as Regionais Centro-Sul, Noroeste e Oeste, ao longo dos principais eixos viários já mencionados que ligam o *CBD* da capital aos municípios de Contagem, Betim e Ibirité. Isso não foi verificado no eixo norte. Dentre os campos que apresentaram menor frequência de viagens por ônibus para a PM, destacam-se Vera Cruz e Baleia (ambos com frequência única).

O IA_{BH} , indicador síntese que avalia a acessibilidade geral por ônibus em Belo Horizonte à PM (Figura 5) demonstrou que os indicadores mais elevados se concentram nos campos das Regionais Centro-Sul e Noroeste, entre os quais chamam atenção: Centro, Lagoinha, Dom Cabral e Floresta. Ademais, na Regional Pampulha, o campo Jaraguá apresentou o maior índice de acessibilidade do eixo norte da capital, seguido de Planalto, Serra Verde e Vilarinho, localizados nas Regionais Venda Nova e Norte.

Verifica-se que todos os campos mencionados têm contato direto com os principais eixos viários da capital, que possibilitam um diferenciado

acesso aos campos do centro metropolitano. A existência de corredores de tráfego metropolitanos (BR-381 e BR-262) também permite que as linhas perpassem os territórios da PM, o que proporciona maior oferta de linhas e viagens nos municípios. Portanto, entende-se que a existências desses corredores foi fator importante nos resultados das três dimensões analisadas e, conseqüentemente, do LA_{BH} calculado. Ademais, o LA_{BH} dos campos da Regional Centro-Sul (Savassi, Carmo-Sion, Cruzeiro-Anchieta) apresentaram baixos valores, uma vez que a demanda de transporte por ônibus metropolitano nessas regiões é muito pequena e, em alguns casos, nula, segundo os dados da OD 2012 (Belvedere, Mangabeiras, Serra, Funcionários, São Lucas, Santo Antônio-São Pedro, Cidade Jardim e Santo Agostinho).

Nesses campos da Regional Centro-Sul, os reduzidos LA_{BH} não indicam, necessariamente, a dificuldade de acesso ao sistema de ônibus, mas podem sugerir sua baixa atratividade em regiões onde há concentração de população de maior renda e que tendem a priorizar (e até ampliar) as viagens por automóveis como verificado em Miranda et al. (2018). Em contrapartida, os baixos LA_{BH} observados nas periferias das regionais Leste, Norte, Venda Nova e Pampulha indicam situações desfavoráveis de acesso ao sistema metropolitano, uma vez que a demanda nessas áreas é alta. Esses resultados também foram observados para o sistema de transporte por ônibus municipal no trabalho de Lessa et al. (2018). Dentre os campos com menores índices nessas regionais, destacam-se Baleia, Vera Cruz, Leblon, Céu Azul e Braúnas (Figura 5).

É importante destacar que, embora existam valores elevados para o LA_{BH} em alguns campos de Belo Horizonte e valores medianos em Contagem e Betim para o LA_{PMBH} , é latente a precariedade dos serviços de transporte em toda a metrópole, especialmente nos municípios da PM. Há uma considerável desigualdade de acesso ao sistema metropolitano de ônibus, o que resulta em diferentes oportunidades de acesso aos serviços públicos e privados, empregos e oportunidades de formação educacional e profissional oferecidos principalmente no centro metropolitano. Ademais, 32 dos 120 campos de Belo Horizonte não possuem acesso direto à PM, o que reforça a falta de integração metropolitana. A média do LA_{BH} é de apenas 0,244, o que sugere que a maior parte dos campos estudados tem graves problemas de acessibilidade relacionados à disponibilidade de linhas de ônibus, à oferta de viagens diárias e ao acesso à PM. Situação ainda mais grave se apresenta na PM, que apresentou uma média de 0,197 para o LA_{PMBH} . Há de se discutir ainda o modo de transporte preponderante na RMBH e sua incapacidade de promover a integração dos municípios com base na acessibilidade. A imperativa necessidade de expansão do trem metropolitano, atualmente com apenas 28,1 quilômetros de extensão entre a Estação Vilarinho, na porção norte de Belo Horizonte, e a Estação Eldorado, em Contagem, pode promover uma substancial melhoria nos índices de acessibilidade metropolitana, caso seja ampliada para outros municípios.

Considerações finais

A acessibilidade, considerada pela capacidade de se alcançar destinos desejados ou necessários, dada a estrutura do espaço urbano na atualidade, possui considerável dependência dos meios de transporte, públicos ou privados, individuais ou coletivos. Em uma realidade como a da RMBH, que, a exemplo das demais regiões metropolitanas do Brasil, é caracterizada por um padrão de urbanização periférica e excludente, as condições de acessibilidade servem como combustível para a permanência dos atuais padrões de desigualdade social e econômica. A escolha do ônibus como único modo de transporte de massa em uma metrópole do porte de Belo Horizonte, com área que supera os 9.400 km² e alto nível de centralidade econômica, tem se revelado inadequada, principalmente ao se considerar outros modos de maior eficiência, como o ferroviário. Dentre os efeitos da opção pelo modo rodoviário, merece destaque não apenas os crescentes tempos de viagem que afetam com maior intensidade as classes de menor poder aquisitivo, mas também a opção crescente pelo transporte individual, que, ao final, também contribui com maiores congestionamentos e danos ambientais.

A análise da acessibilidade, medida pelo IA, bem como dos indicadores desagregados, pode ser um instrumento útil e eficaz de auxílio ao planejamento e gestão do território metropolitano, principalmente ao permitir identificar padrões espaciais e áreas com dificuldade de acessibilidade ao sistema de transporte por ônibus. Embora exista a necessidade de análises mais específicas e detalhadas, há indícios de que os reais "desejos de viagens" da população estejam condicionados e/ou limitados por uma infraestrutura de transporte deficitária, o que pode ser confirmado pelos valores de IA_{PMBH} e do IA_{BH} , que, em geral, indicam níveis baixos de acessibilidade na maior parte da RM. Por sua vez, os resultados do trabalho demonstraram que os dois municípios com maiores valores para o IA e que seis dos sete campos com melhores valores se localizam no eixo oeste, próximos ao principal polo industrial da metrópole. Trata-se de centralidades espaciais que convergem um maior número de empregos e serviços, dispensando, inclusive, deslocamentos para o centro de Belo Horizonte.

Os resultados revelam que a acessibilidade ao sistema de transporte metropolitano por ônibus em Belo Horizonte está fortemente relacionada à proximidade aos principais corredores de tráfego municipais (Via Expressa e Avenida Amazonas) e metropolitanos (BR-381 e BR-262). Entretanto, não parece razoável, em uma análise da acessibilidade que se propõe pautada na espacialidade, ignorar a necessidade da discussão do padrão de ocupação e localização das atividades econômicas. A atual necessidade de realização de longos deslocamentos interurbanos reforça a urgência da construção e fortalecimento de novas centralidades metropolitanas, algo já apresentado em propostas como o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, finalizado em

2011, que aguarda execução sob o risco de se tornar um mero documento de pesquisa sobre o planejamento participativo metropolitano.

Referências

- Albuquerque, Pedro Henrique Melo. 2008. "Conglomerados espaciais: uma nova proposta." Dissertação de mestrado em Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Ben-Akiva, Moshe, e Steven R. Lerman. 1985. *Discrete Choice Analysis*. Cambridge: MIT Press.
- Bocarejo, Juan Pablo S., e Daniel Ricardo H. Oviedo. 2012. "Transport Accessibility and Social Inequities: A Tool for Identification of Mobility Needs and Evaluation of Transport Investments." *Journal of Transport Geography* 24 (September): 142-154. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004.
- Burns, Lawrence D. 1979. *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*. Lexington: Lexington Books.
- Burton, Elizabeth, e Lynne Mitchell. 2006. *Inclusive Urban Design: Streets for Life*. London: Architectural Press.
- Cardoso, Leandro. 2007. "Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte." Tese de doutorado em Organização do Espaço, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Cervero, Robert. 1989. "Jobs-Housing Balancing and Regional Mobility." *Journal of the American Planning Association* 55 (2): 136-150. doi: 10.1080/01944368908976014.
- Cobb, Roger W., e Joseph F. Coughlin. 2004. "Transportation Policy for an Aging Society: Keeping Older Americans on the Move." Em *Transportation in an Aging Society: A Decade of Experience*, Conference Proceedings 27, 275-289. Acessado em 5 de agosto de 2018. https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conf/reports/cp_27.pdf
- Costa, Luzimar Pereira da, e Ione Rodrigues Diniz Moraes. 2014. "Espaço, iniquidade e transporte público: avaliação da acessibilidade urbana na cidade de Natal-RN por meio de indicadores de sustentabilidade." *Sociedade & Natureza* 26 (2): 237-251. doi: 10.1590/1982-451320140203.
- Cunha, José Marcos Pinto. 2010. "Planejamento municipal e segregação socioespacial: por que importa?" Em *População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais*, organizado por Rosana Baeninger, 65-77. Brasília: United Nations Populations Fund (UNFPA).
- Dalvi, M. Q., e K. M. Martin. 1976. "The measurement of Accessibility: Some Preliminary Results." *Transportation* 5 (1): 17-42. doi: 10.1007/BF00165245.
- Ewing, Reid, e Susan Handy. 2009. "Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability." *Journal of Urban Design* 14 (1): 65-84. doi: 10.1080/13574800802451155.
- Geurs, Karst T., e Bert Van Wee. 2004. "Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research

- Directions." *Journal of Transport Geography* 12 (2): 127-140. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005.
- Geurs, K., e Eck J. van Ritsema. 2001. *Accessibility Measures: Review and Applications. Evaluation of Accessibility Impacts of Land-use Transportation Scenarios, and Related Social and Economic Impacts*. RIVM Report 408505006. Bilthoven: National Institute of Public Health and the environment.
- Governo do Estado de Minas Gerais. 2012. "Pesquisa Origem e Destino 2011-2012." Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo. Acessado em 5 de agosto de 2018. <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Relatorio-Completo-Pesquisa-OD-2012-1.pdf>
- Gould, Peter. 1969. *Spatial Diffusion Commission on College Geography*. Washington: Association of American Geographers.
- Hägerstraand, Torsten. 1970. "What About People in Regional Science?" *Papers of the Regional Science Association* 24 (1): 7-21. doi: 10.1111/j.1435-5597.1970.tb01464.x.
- Handy, Susan. 2005. "Planning for Accessibility - In Theory and in Practice." Em *Access to Destinations*, editado por David M. Levinson e Kevin J. Krizek, 131-147. Oxford: Elsevier. doi: 10.1108/9780080460550-007.
- Handy, Susan, e Deb Niemeier. 1997. "Measuring accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives." *Environment and Planning A: Economy and Space* 29 (7): 1175-1194. doi: 10.1068/a291175.
- Hansen, Walter. G. 1959. *Accessibility and Residential Growth*. Cambridge: MIT Press.
- Hanson, Susan. 1995. "Getting there: Urban Transportation in Context." Em *The Geography of Urban Transportation*, editado por Susan Hanson, 3-25. New York/London: The Guilford Press.
- Harris, Chauncy. D. 1954. "The Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States." *Annals of the Association of American Geographers* 44 (4): 315-348. doi: 10.1080/00045605409352140.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2017. *Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2017*. Acessado em 15 de setembro de 2018. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/li100923.pdf>.
- Jones, Peter, e Karen Lucas. 2012. "The Social Consequences of Transport Decision-Making: Clarifying Concepts, Synthesising Knowledge and Assessing Implications." *Journal of Transport Geography* 21 (março): 4-16. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012.
- Karou, Saleem, e Angela Hull. 2014. "Accessibility Modelling: Predicting the Impact of Planned Transport Infrastructure on Accessibility Patterns in Edinburgh, UK." *Journal of Transport Geography* 35: 1-11. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.01.002.
- Koenig, J. G. 1980. "Indicators of Urban Accessibility: Theory and Application." *Transportation* 9 (2): 145-172. doi: 10.1007/BF00167128.
- Kwan, Mei-Po. 1998. "Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework." *Geographical Analysis* 30 (3): 191-216. doi: 10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x.

- Lessa, Daniela Antunes, Carlos Lobo, Leandro Cardoso, e Barbara Abreu Matos. 2017. "Transporte por ônibus em Belo Horizonte: acessibilidade e mobilidade espacial da população." Conferência apresentada em 21º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito (ANTP). São Paulo, de 28 a 30 de junho de 2017.
- Lessa, Daniela Antunes, Paulo Henrique Góes Pinto, Leise Kelli de Oliveira, Renata Lucia Magalhães de Oliveira, Carlos Lobo, Tereza Barros, Renata Moura, Julio Mercier, Erlaine Queiroz, e Iara Alves de Souza. 2018. "Relações espaciais e a atratividade territorial dos lugares centrais em Belo Horizonte, Brasil." Conferência apresentada em 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano Regional, Integrado e Sustentável (PLVRIs). Coimbra, de 24 a 26 de outubro de 2018.
- Levine, Jonathan. 1998. "Rethinking Accessibility and Jobs-Housing Balance." *Journal of American Planning Association* 64 (2): 133-149. doi: 10.1080/01944369808975972.
- Levinson, David M. 1998. "Accessibility and the Journey to Work." *Journal of Transport Geography* 6 (1): 11-21. doi: 10.1016/S0966-6923(97)00036-7.
- Lobo, Carlos, e Leandro Cardoso. 2018. "Eficiência do transporte público por ônibus em Belo Horizonte-MG: análise com base na Pesquisa Origem e Destino de 2012." *Caderno de Geografia* 28 (52): 25-41. doi: 10.5752/p.2318-2962.2018v28n52p25.
- Lobo, Carlos, Leandro Cardoso, e David J. A. V. Magalhaes. 2013. "Acessibilidade e mobilidade espaciais da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte: análise com base no censo demográfico de 2010." *Cadernos Metrópole*, São Paulo 15 (30): 513-533. doi: 10.1590/2236-9996.2013-3007.
- Marandola Junior, Eduardo. 2010. "Em busca da liberdade do ir-e-vir." *Revista Brasileira de Estudos de População* 27 (2): 463-465. doi: 10.1590/S0102-30982010000200016.
- Makrí, Maria-Christina, e Carolin Folkesson. 2000. "Accessibility Measures for Analyses of Land Use and Travelling with Geographical Information Systems." Em *Urban Transport Systemns: 2nd KFB-Research Conference Lund*, editado por Christer Hydén, 251-265. Lund, Suécia: Institutionen For Teknik och Samhälle, Lunds Tekniska Högskola.
- Martine, George, e Gordon McGranahan. 2010. "A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas." Em *População e cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais*, organizado por Rosana Baeninger, 11-24. Brasília: UNFPA.
- Miranda, Giovanni Candido, Daniela Antunes Lessa, Carlos Lobo, e Leandro Cardoso. 2018. "Ter é poder? Descompasso entre posse e viagens por automóveis na região metropolitana de Belo Horizonte." Conferência apresentada em 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano Regional, Integrado e Sustentável (PLVRIs). Coimbra, de 24 a 26 de outubro de 2018.
- Mitra, Suman. K., e Jean-Daniel M. Saphores, 2016. "The Value of Transportation Accessibility in a Least Developed Country City - The Case of Rajshahi City, Bangladesh." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 89: 184-200. doi: 10.1016/j.tra.2016.05.002.

- Morris, J. M., P. L. Dumble, e M. R. Wigan. 1979. "Accessibility Indicators for Transport Planning." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 13 (2): 91-109. doi: 10.1016/0191-2607(79)90012-8.
- Murray, Alan, Rex Davis, Robert Stimson, e Luis Ferreira. 1998. "Public Transportation Access." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 3 (5): 319-328. doi: 10.1016/S1361-9209(98)00010-8.
- Pedroso, Frederico Ferreira Fonseca, e Vicente Correia Lima Neto. 2015. "Transportes e metrópoles: aspectos da integração em regiões metropolitanas". *Textos para discussão*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).
- Pyrialakou, Dimitra, Konstantina Gkritza, e Jon D. Fricker. 2016. "Accessibility, Mobility, and Realized Travel Behavior: Assessing Transport Disadvantage from a Policy Perspective." *Journal of Transport Geography* 51: 252-269. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.02.001.
- Raia Júnior, Archimedes Azevedo, Antônio Nelson Rodrigues da Silva, e Nair Cristina Margarido Brondino. 1997. "Comparação entre Medidas de Acessibilidade para aplicação em cidades brasileiras de Médio Porte." Em *Anais de Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, 997-1008. Rio de Janeiro.
- Senado Federal do Brasil. 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Acessado em 5 de agosto de 2018. https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf
- Setop (Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas do Estado de Minas Gerais). s.d. "Base digital." Acessado em 5 de agosto de 2018. <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/>
- Tagore, M. R., e P. K. Sikdar. 1995. "A New Accessibility Measure Accounting Mobility Parameters." 7th *World Conference on Transport Research*, vol. 1, 305-316. Sydney, Austrália.
- Vale, David. S., Miguel Saraiva, e Mauro Pereira. 2016. "Active Accessibility: A Review of Operational Measures of Walking and Cycling Accessibility." *Journal of Transport and Land Use* 9 (1): 209-235. doi: 10.5198/jtlu.2015.593.
- Van Wee, Bert, e Karst Teunis Geurs. 2011. "Discussing Equity and Social Exclusion in Accessibility Evaluations." *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 11 (4): 350-367.
- Vickerman, R. W. 1974. "Accessibility, Attraction, and Potential: A Review of Some Concepts and their Use in Determining Mobility." *Environment and Planning A: Economy and Space* 6 (6): 675-691. doi: 10.1068/A060675.
- Vulevic, Ana. 2016. "Accessibility Concepts and Indicators in Transportation Strategic Planning Issues: Theoretical Framework and Literature Review." *Logistics & Sustainable Transport* 7 (1): 58-67. doi: 10.1515/jlst-2016-0006.

Notas

1 Para o cálculo do LA_{PMBH} , os municípios de Baldim, Florestal, Nova União e Itaguara não registraram viagens por ônibus para Belo Horizonte na OD 2012. Foram, portanto, excluídos da análise. De forma similar, para o cálculo do LA_{BH} , 32 dos 120 campos

da Capital não registraram viagens por ônibus para PM na OD 2012, portanto também foram excluídos.

O método *natural breaks* ou quebra natural de Jenks tem como objetivo encontrar os intervalos de classes com o propósito de minimizar a variância interna, identificando as maiores diferenças entre os limites de cada uma. Procuram-se, dessa forma, agrupamentos que ocorram "naturalmente" nos dados, a fim de encontrar maior homogeneidade interna em cada classe (Albuquerque 2008).

COMO CITAR ESTE ARTIGO Lobo, Carlos; Cardoso, Leandro; Lessa, Daniela Antunes; Miranda, Giovanni Candido. 2020. "Acessibilidade ao sistema de transporte coletivo por ônibus: indicadores para os municípios da periferia metropolitana e os campos de Belo Horizonte, Brasil." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 29 (1): 190-206. doi: 10.15446/rcdg.v29n1.76010.

Carlos Lobo Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pós-doutor em Demografia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professor associado do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências (IGC-UFMG) e coordenador do Programa de Pós-Graduação do IGC-UFMG. Credenciado nos Programas de Pós-Graduação em Geografia, em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais e em Geotecnia e Transportes da Escola de Engenharia da UFMG. Líder do grupo de pesquisa Geografia Aplicada. Atua preferencialmente na subárea de Geografia da População e Geografia dos Transportes.

Leandro Cardoso Graduado em Geografia, mestre e doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É professor associado do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG. Foi coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes da UFMG e subcoordenador do curso de especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte da UFMG. Tem experiência nas áreas de Geografia e Engenharia de Transportes, principalmente nos temas: geografia urbana, planejamento urbano, planejamento dos sistemas de transporte e mobilidade urbana sustentável.

Daniela Antunes Lessa Professora assistente da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e pela École Nationale des Ponts et Chaussées, e mestrado em Geotecnia e Transportes pela UFMG. É doutoranda em Geografia na UFMG. Tem experiência em engenharia de transportes, atuando especialmente na área de planejamento de transportes, nas linhas de pesquisa mobilidade e acessibilidade espacial da população e geografia dos transportes.

Giovanni Candido Miranda Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), licenciatura e bacharelado. Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pela UFMG. Tem experiência nas áreas de geografia e planejamento urbano/regional, em especial, nos temas: geografia urbana, geografia da população, mobilidade e acessibilidade urbana.

Autor notes

a

Correspondência: Carlos Lobo, Av. Antônio Carlos, 6.627, Pampulha, Belo Horizonte-MG, Brasil. CEP: 31270-901.