

ACESSIBILIDADE AO SISTEMA DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS NA PERIFERIA METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Carlos Lobo
Giovanni Candido Miranda
Daniela Antunes Lessa
Guilherme Francisco do Nascimento Pinto

Instituto de Geociências
Universidade Federal de Minas Gerais

Leandro Cardoso
Escola de Engenharia
Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

De maneira semelhante às demais RMs do Brasil, a RMBH apresenta padrões de ocupação do território que exigem grandes deslocamentos da população com a finalidade de acessar oportunidades de emprego e consumo. Constituído como modo de transporte de massa, o transporte rodoviário por ônibus apresenta-se como principal infraestrutura de efetivação do direito de ir e vir. A avaliação das condições de acessibilidade dos municípios metropolitanos à Belo Horizonte é o objetivo do trabalho, que se utiliza de indicadores baseados no número de linhas, oferta de viagens diárias e áreas acessadas. Os resultados revelam distintos níveis de acessibilidade, com maiores valores para municípios efetivamente conurbados de maior porte, como Contagem e Betim. Os resultados reforçam a necessidade de investimentos em modos de transporte público de maior eficiência, com vistas a promover uma maior integração e equidade metropolitana.

ABSTRACT

Similar to the other RMs in Brazil, the RMBH shows patterns of territory occupation that require large population displacements in order to access employment and consumption opportunities. Constituted as a mass transportation mode, the bus system presents itself as the main infrastructure for the realization of the right to come and go. The accessibility conditions evaluation of the metropolitan municipalities to Belo Horizonte is the objective of the work, which uses indicators based on the number of lines, daily travels offers, and accessed areas. The results reveal different levels of accessibility, with higher values for effectively conurbated cities, such as Contagem and Betim. The results reinforce the necessity for investments in more efficient modes of public transport, in order to promote greater integration and metropolitan equity.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente mais de 84% de sua população vivendo em áreas urbanas. A rápida urbanização e conseqüente metropolização, observada durante a segunda década do século XX, foi motivada pela industrialização e pelo crescimento demográfico, resultado da elevada natalidade e redução da mortalidade. O que se observou no país nesse 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. A existência de problemas compartilhados entre esses núcleos e os municípios vizinhos resultou na necessidade de se institucionalizar as Regiões Metropolitanas na década de 1970. Dentre os objetivos da implantação das RMs, se insere a gestão unificada de serviços públicos de interesse metropolitano, como o transporte coletivo (Baeninger, 2010).

A Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), com população estimada de 5,9 milhões de habitantes, se configura como a terceira RM do Brasil em termos populacionais. É atualmente formada por 34 municípios, sendo Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, a principal centralidade, 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, a partir de dados censitários e das análises realizadas por

Lobo *et al.* (2013), elevados contingentes de trabalhadores que residem nos municípios da RMBH, dado o seu grau de polarização de oportunidades de trabalho e serviços. Consequentemente, tanto o sistema de transporte público (inter e intra) municipal (majoritariamente realizado por ônibus) quanto o sistema de circulação são ainda mais onerados por uma crescente demanda por deslocamentos motivados pelo trabalho, situação também 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 (in)capacidade de intervenção do Poder Público diante do processo de urbanização e dos círculos viciosos que perpassam os processos de inclusão social e 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, a despeito da manutenção de privilégios ao transporte individual (motorizados), os estratos mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e usuários de transporte público coletivo) têm sido preteridos nos seus anseios relacionados à circulação intra-urbana. Além disso, tal incremento na motorização acarreta baixa eficiência do transporte coletivo, sobretudo nas áreas centrais e pericentrais da Capital mineira. Assim, o elevado fluxo de veículos nessas áreas certamente contribui para o comprometimento da fluidez viária 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, a análise dos níveis de acessibilidade nos municípios metropolitanos se torna fundamental para possibilitar ações do poder público que objetivem melhorias efetivas da mobilidade urbana, bem como a redução de desigualdades espaciais relacionadas ao acesso aos bens coletivos localizados em Belo Horizonte. O presente trabalho objetiva avaliar o grau de acessibilidade por ônibus nos municípios da Periferia Metropolitana de Belo Horizonte (PMBH) por meio da criação de um indicador desenvolvido com base no número de linhas, oferta de viagens por ônibus e número de locais acessados com uma única condução. Os resultados obtidos indicam melhores níveis de acessibilidade (embora considerados inadequados) em municípios com maior grau de urbanização e conurbação com a Capital, se destacando aqueles do eixo oeste, como Contagem e Betim. Os resultados verificados, embora sujeitos a aperfeiçoamento, apontam para a necessidade de diversificação e integração dos modos de transporte coletivo de massa na PMBH, destacando-se ainda a urgência da ampliação da linha de Trem Metropolitano para outros municípios do eixo oeste e Vetor Norte.

2. ACESSIBILIDADE METROPOLITANA: CONCEITOS E INDICADORES

Como destacado 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 *et al.*, 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 *et al.*, 2016; van Wee e Geurs, 2011); e como indicador de acesso de pedestres à infraestrutura de

circulação (Ewing e Hey, 2009; Vale *et al.*, 2016). Todavia, seu significado não é consensual e amplamente aceito (Cardoso, 2007; Makrí e Folkesson, 2000; Vickerman, 1974).

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 permitem definir a acessibilidade como a habilidade de alcançar atividades, indivíduos ou oportunidades, se deslocando 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) 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).

Recentemente vários indicadores de acessibilidade têm sido utilizados como ferramenta para obter *insights* sobre questões relacionados 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 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 (i.e., 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 (i.e., densidade residencial e de emprego) e qualidade (i.e., 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 *et al.*, 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 (i.e., trabalho, educação, recreação) (Geurs e van Wee, 2004; Hägerstrand, 1970). Por fim, o componente individual reflete as necessidades (dependentes da idade, renda, nível educacional, situação do domicílio, etc.), habilidades (dependentes da condição física das pessoas, disponibilidade de modos de viagem, etc.) e oportunidades (dependentes da renda das pessoas, orçamento de viagem, 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 (i.e., 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 *et al.*, 2016); 2) de localização, que avaliam a acessibilidade a locais, geralmente em nível macro (i.e., 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 Hägerstrand (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).

Um fator importante para o bom funcionamento do sistema é o nível de acessibilidade oferecido pelo sistema de transporte público. Para melhor reconhecermos e entendermos os padrões distribuídos em nível local e regional e, conseqüentemente, formularmos 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 idéia 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 Jr., 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, incluindo o andar (Lobo e Cardoso, 2018).

3. BASE DE DADOS, RECORTE/UNIDADES ESPACIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os dados utilizados para a geração da matriz de viagens por ônibus entre os municípios da RM e BH foram extraídos da Pesquisa Origem-Destino de 2012 (OD 2012). Trata-se de um levantamento amostral periódico, que, na última versão, foi elaborado e disponibilizado pela Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Agência RMBH), órgão ligado ao Governo do Estado de Minas Gerais. A malha digital das linhas metropolitanas de ônibus e as bases cartográficas de Belo Horizonte e RMBH (Figura 1) são provenientes, respectivamente, da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas do Estado de Minas Gerais (SETOP) e da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL). Em relação aos estoques de população residente e aos dados específicos de cada linha (horários e total de linhas de cada município) utilizou-se, respectivamente, a base do universo do Censo Demográfico 2010 (IBGE) e das linhas metropolitanas (SETOP). Para fins de processamento e análise de dados, foram utilizadas como unidades espaciais os bairros de Belo Horizonte e os recortes municipais para a Periferia Metropolitana de Belo Horizonte (PMBH), aqui identificada como os municípios da

RM (exceto a Capital). Atualmente a PMBH compreende 33 municípios. Desse total, 29 foram identificadas na OD 2012 viagens regulares por ônibus à Capital. Em Belo Horizonte são discriminados 487 bairros, distribuídos em nove regionais administrativas: Barreiro, Oeste, Centro-Sul, Noroeste, Leste, Pampulha, Nordeste, Norte e Venda Nova (Figura 1).

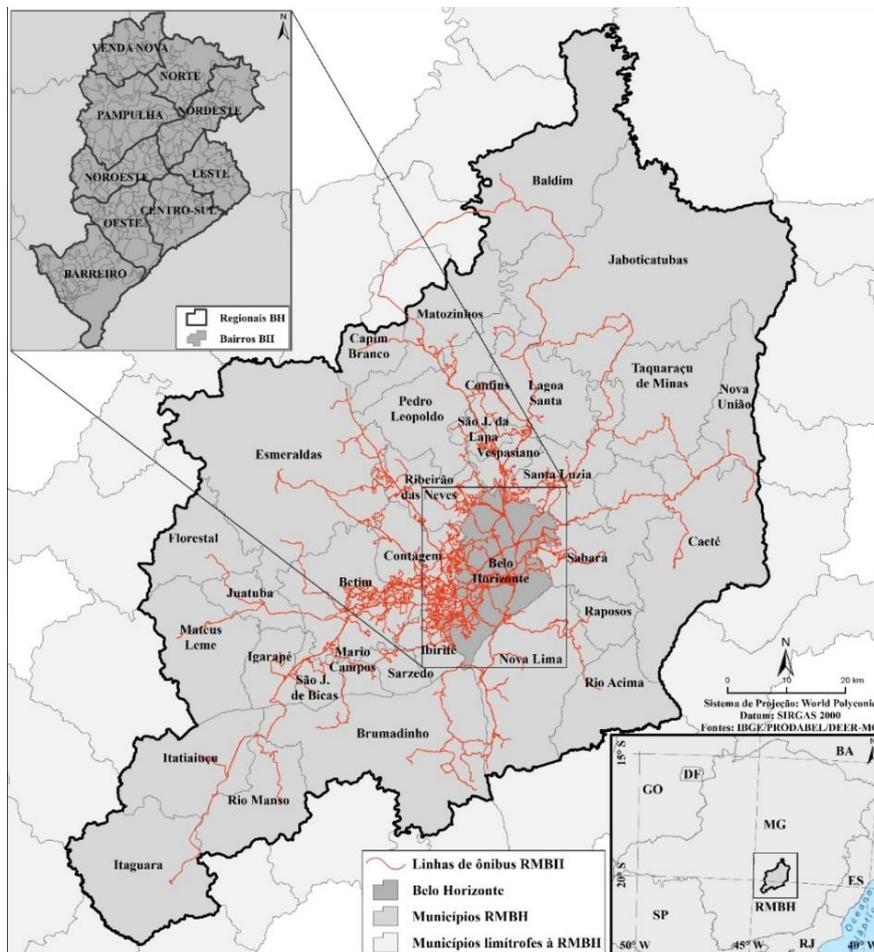


Figura 1: Linhas de ônibus do sistema metropolitano com destino à Belo Horizonte, RMBH 2018

Fonte: Base digital PRODABEL e BHTRANS.

Para avaliar a acessibilidade metropolitana a Belo Horizonte, conforme objetivo estabelecido, foi proposto o Índice de Acessibilidade (IA_{BH}). Trata-se de um indicador agregado que representa a acessibilidade por ônibus em cada município da PM (os municípios de Baldim, Florestal, Itaguara e Rio Manso não registraram viagens por ônibus para Belo Horizonte na OD 2012, e, dessa forma, foram excluídos da análise). Esse índice foi composto por três dimensões que se relacionam à oferta de linhas, de viagens e bairros acessíveis na Capital. Para a produção desses indicadores, os vetores georreferenciados das 639 linhas de ônibus (disponibilizados pela SETOP em sua página eletrônica) foram convertidos do formato *keyhole markup language (kmz)* para o formato *shape file (shp)*, com o auxílio do SIG ArcGis 10.1® e *scripts* adicionais. Em seguida foram selecionados apenas aqueles que interseccionaram o polígono que representa o município de Belo Horizonte, excluindo, dessa forma, linhas que não acessam o núcleo metropolitano. O número de viagens diárias para cada linha de ônibus levou em conta o horário de dias úteis, excluindo-se aquelas que operam

apenas aos 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 PMBH, resultando em um arquivo com a informação dos municípios atendidos por cada linha de ônibus.

Ao final, após a eliminação de dados duplicados, foi possível obter o total de linhas que acessam o território de cada município da PMBH e fazem ligação com a Capital, assim como o total de viagens diárias disponíveis. O número de bairros possíveis de acesso pelas viagens originadas nos municípios foi obtido com base na inter-relação dos dados das linhas de ônibus e dos bairros da Capital (ferramenta *Spatial Join*). A partir dos dados obtidos na etapa descrita foram originadas três razões:

1. Razão de Linhas (RL_i): o número de linhas disponíveis em cada município metropolitano, que permitem o acesso direto à Capital (Equação 1).

$$RL_i = \frac{\sum_i^n N_i}{V_{r_i}} \times P_i \quad (1)$$

em que: N_i é o número de linhas de ônibus com origem no município i e destino à Belo Horizonte; V_{r_i} , o número de viagens realizadas diariamente por ônibus com origem no município i e destino à Belo Horizonte; e P_i , a população do município i .

2. Razão de Viagens (RV_{oi}): a oferta diária total de viagens por ônibus em cada município para Belo Horizonte (Equação 2).

$$RV_{oi} = \frac{\sum_i^n V_{oi}}{V_i} \times P_i \quad (2)$$

em que: V_{oi} é o número viagens por ônibus ofertadas diariamente em cada município i com destino à Belo Horizonte; V_i , o número de viagens realizadas diariamente por ônibus com origem no município i e destino à Belo Horizonte; e P_i , a população do município i .

3. Razão de Bairros (RB_i): o total de bairros da Capital que podem ser acessados com a utilização de apenas um ônibus (Equação 3).

$$RB_i = \frac{\sum_i^n B_i}{V_i} \times P_i \quad (3)$$

em que: B_i é o número de bairros da Capital acessados, com a utilização de apenas uma condução, a partir do município i ; V_i , o número de viagens realizadas diariamente por ônibus com origem no município i e destino à Belo Horizonte; e P_i , a população do município i .

Para fins de comparação, cada um dos indicadores foi traduzido em uma razão padronizada (R_p), cujos valores foram convertidos em uma escala de 0 a 1 (respectivamente, valores mínimos e máximos observados), conforme indicado na Equação 4:

$$R_p = \frac{R_i - R_{min}}{R_{max} - R_{min}} \quad (4)$$

O Índice de Acessibilidade à Belo Horizonte (IA_{BH}) foi obtido pela da média aritmética dos três indicadores padronizados (RL_p , RV_{op} e RB_p).

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS: OS INDICADORES PARA A PM

O número de viagens por ônibus de cada município metropolitano com destino à Capital e o percentual da população que efetua tal deslocamento, entre outros aspectos, revelam o grau de autossuficiência econômica dos municípios em relação à Belo Horizonte. Como esperado, os municípios localizados na periferia imediata à Capital, que apresentam elevado grau de conurbação, foram identificados com um maior percentual de sua população se deslocando regularmente até Belo Horizonte. Os maiores percentuais de população que se deslocaram por ônibus para a Capital foram Santa Luzia (25,72%), Sabará (25,09%), Vespasiano (21,80%), Ribeirão das Neves (20,23%), Ibirité (18,30%) e Contagem (16,23%). Os menores percentuais correspondem a Juatuba (0,33%), Mateus Leme (0,43%) e Itatiaiuçu (0,46%), o que sugere, nesses casos, um menor grau de interação econômica com Belo Horizonte. Em termos absolutos, Contagem, Ribeirão das Neves e Santa Luzia são os municípios com maior número de deslocamentos realizados por ônibus para a Capital (97.955; 59.966 e 52.202, respectivamente), enquanto que, em Taquaraçu de Minas (27) e Itatiaiuçu (46) foram observados os menores números de viagens por ônibus com destino à Belo Horizonte pela OD 2012.

A análise das três dimensões de acessibilidade por ônibus em cada um dos municípios da PM demonstra a heterogeneidade regional da RMBH (Figura 2). Contagem, município com a maior população (603.442 habitantes), possui maior número de linhas de ônibus que acessam a Capital (Tabela 1 e Figura 2.A). O elevado grau de conurbação entre os dois municípios explica um maior número de viagens e, por conseguinte, o maior volume de linhas disponíveis, tais como Ribeirão das Neves, Vespasiano, Betim, Santa Luzia, Sabará e Ibirité, todos localizados na periferia imediata da RM, com importante participação dos movimentos pendulares para a Capital. Cabe destacar o caso de Betim, que, mesmo com número elevado de linhas, não se insere entre os maiores percentuais de população com deslocamento ao centro da metrópole. Como destacado por Cardoso *et al.* (2008), com forte participação da indústria na economia, Betim possui um elevado grau de autossuficiência econômica se comparado aos demais municípios periféricos. Com menor número de linhas para a Capital, podem ser citados os municípios de Mateus Leme e Rio Acima, todos com uma única linha de acesso.

Em relação à oferta total de viagens por ônibus coletivo nos municípios da PM, outro critério avaliado na pesquisa, observa-se forte convergência com o número de linhas disponíveis (Tabela 1 e Figura 2.B). Contagem é o município com maior oferta, seguido por Ribeirão das Neves, Ibirité, Vespasiano e Santa Luzia. São municípios da periferia metropolitana imediata, com relevante característica pendular nos deslocamentos desenvolvidos pela população. O menor número de viagens diárias para Belo Horizonte dentre os municípios da PM considerados na pesquisa são Itatiaiuçu e Nova União, que possuem cada um apenas cinco viagens diárias para Belo Horizonte. São municípios distantes do centro metropolitano, com baixa interação econômica com a Capital e, por isso, menor oferta de transporte com esse destino.

Tabela 1: Número e razões de linhas, viagens e bairros acessados em Belo Horizonte e Índice de Acessibilidade dos municípios da Periferia Metropolitana

Município	Número			Razões			IA
	Linhas	Viagens	Bairros	Linhas	Viagens	Bairros	
Betim	63	1.022	135	11,89	192,92	25,48	0,53
Brumadinho	17	61	114	8,51	30,52	57,04	0,36
Caeté	7	60	123	1,67	14,28	29,28	0,11
Capim Branco	3	11	65	1,77	6,48	38,30	0,13
Confins	28	246	161	2,89	25,38	16,61	0,13
Contagem	213	5.932	366	13,12	365,43	22,55	0,71
Esmeraldas	20	322	42	3,17	51,08	6,66	0,13
Ibirité	41	1.816	147	2,24	99,23	8,03	0,16
Igarapé	8	29	40	7,85	28,46	39,25	0,31
Itatiaiuçu	2	5	40	4,30	10,75	85,98	0,30
Jaboticatubas	7	25	110	6,81	24,71	107,00	0,43
Juatuba	2	31	39	5,89	91,35	114,93	0,48
Lagoa Santa	27	312	162	6,80	78,73	40,83	0,33
Mário Campos	7	38	82	0,69	3,74	8,07	0,03
Mateus Leme	1	28	39	2,29	64,20	89,42	0,31
Matozinhos	9	43	128	4,27	20,42	60,78	0,25
Nova Lima	32	617	231	2,97	57,26	21,44	0,17
Nova União	2	5	40	0,59	1,49	11,88	0,03
Pedro Leopoldo	20	122	141	5,10	31,12	35,96	0,23
Raposos	2	83	26	0,18	7,32	2,29	0,01
Ribeirão das Neves	69	1.919	228	3,41	94,83	11,27	0,19
Rio Acima	1	38	26	0,08	3,16	2,16	0,00
Sabará	42	969	169	1,67	38,62	6,73	0,08
Santa Luzia	43	1.335	254	1,67	51,90	9,87	0,10
São Joaquim de Bicas	9	35	47	10,71	41,64	55,92	0,43
São José da Lapa	22	231	113	2,06	21,68	10,61	0,09
Sarzedo	4	169	74	0,58	24,52	10,73	0,05
Taquaraçu de Minas	4	17	78	5,46	23,22	106,56	0,39
Vespasiano	65	1.349	204	2,98	61,88	9,36	0,15
Total	778	16.884	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Fonte dos dados: Base digital SETOP, Pesquisa OD 2012; IBGE 2010.

Em relação à análise da acessibilidade por ônibus na PMBH, que levou em conta também o total de bairros possíveis de serem acessadas em Belo Horizonte (Tabela 1 e Figura 2.C), destacam-se os municípios de Contagem, Santa Luzia, Nova Lima, Ribeirão das Neves e Vespasiano. Raposos e Rio Acima são os municípios com menor número de localidades acessíveis em Belo Horizonte com uma única linha de ônibus, seguidos por Juatuba, Mateus Leme, Igarapé, Itatiaiuçu e Nova União. 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 RM. Além disso, o itinerário desenvolvido pelas linhas no território de Belo Horizonte, que em sua maioria se utilizam de corredores viários de grande extensão, possibilita um diferenciado acesso aos bairros do centro metropolitano.

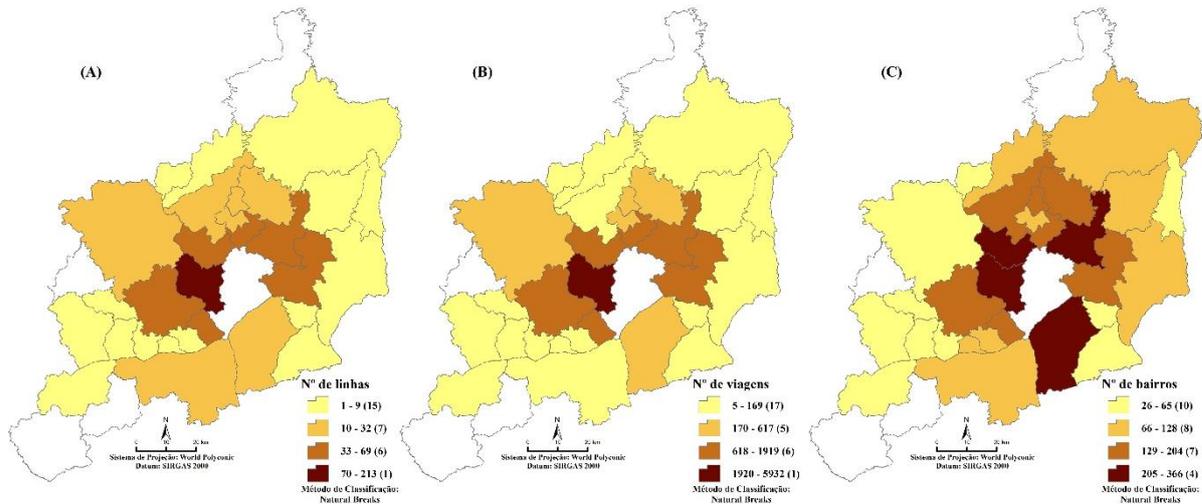


Figura 2: Número de linhas metropolitanas (A); de viagens (B); de bairros acessados (C) em Belo Horizonte, 2012

Fonte dos dados: Base digital SETOP, Pesquisa OD 2012; IBGE 2010.

O IA_{BH} , índice síntese que avalia a acessibilidade geral por ônibus nos municípios da PM (Tabela 1 e Figura 3), demonstrou que os valores mais elevados se concentram em Contagem, Juatuba, Betim, Jaboticatubas e São Joaquim de Bicas. Os municípios com os menores valores de acessibilidade para Belo Horizonte foram Rio Acima, Raposos, Mário Campos, Nova União e Sarzedo. Em relação aos municípios com os melhores índices de acessibilidade na PMBH, destaca-se Contagem, com número discrepante de linhas e oferta diária de viagens por ônibus para Belo Horizonte. Isso se deve também 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. Verifica-se ainda a concentração dos municípios com melhores índices para o IA_{BH} no vetor oeste da PM, principalmente no eixo capitaneado pelas rodovias BR 381 e BR 262. Situação inversa ocorre em municípios como Rio Acima e Raposos, localizados na periferia sul da RMBH, e que, com um percentual considerável da população desenvolvendo viagens regulares para a Capital, possuem ligação apenas por linhas que partem do próprio município (uma única em Rio Acima e duas em Raposos).

É importante destacar que, embora existam valores elevados para o IA_{BH} em alguns municípios da PMBH, é latente a precariedade dos serviços de transporte em toda a metrópole. Há uma considerável desigualdade de acesso à Capital, o que resulta em diferentes oportunidades de acesso aos serviços públicos e privados, empregos e oportunidades de formação educacional e profissional fornecidos em Belo Horizonte. A média do IA_{BH} na PMBH é de apenas 0,253, ou seja, a maior parte dos municípios tem graves problemas de acessibilidade relacionados à disponibilidade de linhas de ônibus, oferta de viagens diárias e acesso às localidades da Capital. 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 dos índices de acessibilidade metropolitana, caso seja ampliada para outros municípios.

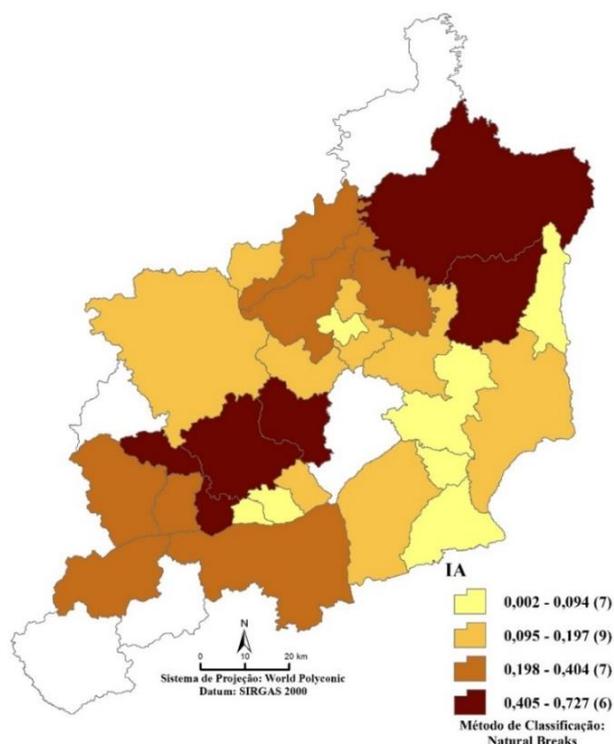


Figura 3: Índice de Acessibilidade Metropolitana, Belo Horizonte 2012
 Fonte dos dados: Base digital SETOP, Pesquisa OD 2012; IBGE e Prodabel.

5. 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, sejam eles públicos ou privados. Em uma realidade como a de Belo Horizonte, que, a exemplo das demais regiões metropolitanas do Brasil, é caracterizada por um padrão de urbanização periférica, 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 com área que supera os 9.400 km² e alto nível de centralidade, se revela 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 prejudicam com maior intensidade as classes de menor poder aquisitivo, mas também a opção pelo transporte individual por crescente parcela da população, que, ao final, contribui com maiores congestionamentos.

A análise da acessibilidade na PM por meio do IA_{BH} , e indicadores desagregados, pode ser um eficaz instrumento de auxílio ao planejamento e gestão metropolitana, principalmente ao permitir identificar padrões espaciais relacionados à dificuldade de acessibilidade da população. Um exemplo importante pode ser dado com base nos municípios metropolitanos com baixo número de viagens para Belo Horizonte. Embora exista a necessidade de análises mais detalhadas, há indícios de que os reais “desejos de viagens” da população estejam, na realidade, condicionados a uma infraestrutura de transporte inadequada. Esse argumento pode ser reforçado pela média do IA_{BH} para a PM, que demonstra precários níveis de acessibilidade

na maior parte da RM. Por sua vez, os resultados do trabalho demonstraram que quatro dos cinco municípios com maiores valores para o indicador proposto se localizam no eixo oeste, principal polo industrial da metrópole, com centralidades que possibilitam um maior número de empregos e serviços. Nesse sentido, não se pode, 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 na RMBH. 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 (PDDI RMBH), finalizado em 2011, que aguarda execução sob o risco de se tornar um mero documento de pesquisa a respeito do planejamento participativo metropolitano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baeninger, R. (2010) *População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais*. UNFPA, Brasília.
- Ben-Akiva, M. e S. R. Lerman (1985) *Discrete Choice Analysis*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Bocarejo, J. P. S. e D. R. H., Oviedo (2012) Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, v.24, p.142–154. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004.
- Burns, L. D. (1979) *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*. Lexington Books, Lexington/Toronto.
- Cardoso, Leandro; Lobo, Carlos; Matos, Ralfo (2008) Mobilidade pendular e centralidade espacial da Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008. Caxambú-MG. Anais... Caxambú-MG: ENEP, Disponível em: <www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP2008_1172.pdf> Acesso em: 17 abr. 2016.
- Cardoso, L. (2007) *Transporte Público, Acessibilidade Urbana e Desigualdades Socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Cervero, R. (1989) Jobs-Housing Balancing and Regional Mobility. *Journal of the American Planning Association*, p.136–150. doi: 10.1068/a201285.
- Dalvi, M. Q. e K. M. Martin (1976) The measurement of accessibility: Some preliminary results. *Transportation*, v.5, p.17–42. doi:10.1007/BF00165245.
- Ewing, R. e S. Handy (2009) Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, v.14, p.65–84. doi:10.1080/13574800802451155.
- Geurs, K. e J. Ritsema van Eck (2001) Accessibility measures: review and applications. *Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact*, RIVM Report. Bilthoven.
- Geurs, K. T. e B. van Wee (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, v.12, p.127–140. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005.
- Hägerstrand, T. (1970) What About People in Regional Science? *Papers in Regional Science*, v.24, p.7–21. doi: 10.1111/j.1435-5597.1970.tb01464.x.
- Handy, S. (2005) Planning for accessibility - in theory and in practice.pdf, in: Levinson, D.M., Krizek, K.J. (eds.) *Access to Destinations*. Elsevier, Oxford, p. 131–147. doi: 10.1108/9780080460550-007.
- Handy, S. e D. A. Niemeier (1997). Measuring accessibility. *Environment and Planning A*, v.29, p.1175–1194.
- 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.
- Harris, C. D. (1954) The market as a factor in the localization of industry in the United States. *Annals of the American Association of Geographers*, v.44, p.315–348.
- Karou, S. e A. Hull (2014) Accessibility modelling: Predicting the impact of planned transport infrastructure on accessibility patterns in Edinburgh, UK. *Journal of Transport Geography*, v.35, p.1–11. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.01.002.
- Koenig, J. G. (1980) Indicators of urban accessibility: Theory e application. *Transportation*, v.9, p.145–172. doi: 10.1007/BF00167128.
- Kwan, M-P. (1998) Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis

- Using a Point-based Framework. *Geographical Analysis*, v.30, p.191–216. doi: 10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x.
- Levine, J. (1998) Rethinking accessibility and jobs-housing balance. *Journal of American Planning Association*, v.64, n.2, p.133–149.
- Levinson, D. (1998) Accessibility and the journey to work. *Journal of Transport Geography*, v.6, p.11–21. doi: 10.1016/S0966-6923(97)00036-7.
- Lobo, C.; L. 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*, v.28, n.52, p. 25–41. doi: 10.5752/p.2318-2962.2018v28n52p25.
- Lobo, C.; L. Cardoso e D. J. A. V. Magalhães (2013) Acessibilidade e mobilidade espaciais da população na Região Metropolitana de Belo Horizonte: análise com base no censo demográfico de 2010. *Cadernos Metrópole*, v.15, n.30, p.513–533. doi: 10.1590/2236-9996.2013-3007.
- Makrí, M-C. e C. Folkesson (2000) Accessibility Measures for Analyses of Le Use e Travelling with Geographical Information Systems. In: *2nd KFB Research Conference*. Institutionen Foer Teknik Och Samhaelle, Lunds Tekniska Hoegskola, Lund, Suécia, p.251–265.
- Mitra, S. K. e J. D. 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*, v.89, p.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: General*, v.13, p.91–109. doi: 10.1016/0191-2607(79)90012-8.
- Murray, A., R. Davis, R. Stimson e L. Ferreira (1998) Public Transportation Access. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. v.3, n.5, p.319–328.
- Pyrialakou, V. D., K. Gkritza e J. D. Fricker (2016) Accessibility, mobility, and realized travel behavior: Assessing transport disadvantage from a policy perspective. *Journal of Transport Geography*, v.51, p. 252–269. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.02.001.
- Raia Jr., A. A.; A. N. R. Silva e N. C. M. Brondino (1997) Comparação entre Medidas de Acessibilidade para Aplicação em Cidades Brasileiras de Médio Porte. *Anais do XI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v.2, p 997–1008.
- Tagore, M. R. e P. K. Sikdar (1995) A new accessibility measure accounting mobility parameters. *Proceedings of 7th World Conference on Transport Research*, WCTR, University of New South Wales, Sydney, Australia.
- Vale, D. S., M. Saraiva e M. Pereira (2016) Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. *Journal of Transport and Land Use*, v.9, p.1–27. doi: 10.5198/jlu.2015.593.
- van Wee, B. e K. Geurs (2011) Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, v.11, p.350–367.
- Vickerman, R.W. (1974) Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts e their use in determining mobility. *Environment and Planning A*, v. 6, p. 675–691. doi: 10.1068/a060675.
- Vulevic, A. (2016) Accessibility concepts and indicators in transportation strategic planning issues: theoretical framework and literature review. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, v.7, p.58–67. doi: 10.1515/jlst-2016-0006.

Carlos Lobo (carlosfflobo@gmail.com)
Giovanni Candido Miranda (gtrmiranda@gmail.com)
Daniela Antunes Lessa (dani.antunes@gmail.com)
Guilherme Francisco do Nascimento Pinto (guilhermefnp2@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