



## ACESSIBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL ÀS ESCOLAS DE NÍVEL MÉDIO: ESTUDO DE CASO

Rafael Henrique Ferreira<sup>1</sup>; Luciany Oliveira Seabra<sup>2</sup>;  
Roseli Mendonça Dias<sup>3</sup>

### RESUMO

A acessibilidade urbana sustentável está relacionada à possibilidade de acessos aos destinos. Desse modo, o objetivo deste estudo foi apresentar uma análise exploratória sobre a acessibilidade às escolas de nível médio de um município de pequeno porte, visando à acessibilidade urbana sustentável para o município de Monte Carmelo – MG. O *software QGIS 3.18.1* auxiliou na definição das distâncias médias entre as escolas mais próximas, por meio do *Polígono de Voronoi*, e foi realizada a análise da distância entre cada quadra e a escola com menor percurso, pela ferramenta *Hug Lines*. Identificou-se uma região da cidade com demanda de 38,02% das quadras do município para apenas uma escola pública de nível médio.

**Palavras-chave:** Acessibilidade urbana sustentável. Escolas. Distâncias percorridas.

### 1 INTRODUÇÃO

Para satisfazer às necessidades humanas as pessoas diariamente realizam deslocamentos nas cidades, e dependendo da sua localização, as viagens podem ter curtas, médias ou longas distâncias. Os atuais padrões de desenvolvimento das cidades, marcados pelo crescimento desordenado e espalhamento urbano, reflexos da especulação imobiliária e da falta de controle da expansão do território pelo poder público, tem provocado discussões e a revisão das formas de compreender e planejar o meio urbano (COSTA, 2008).

Esse espalhamento nas cidades implica em maiores distâncias a serem percorridas e

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, [cartografo.rafael@gmail.com](mailto:cartografo.rafael@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia, [ucianyseabra@ufu.br](mailto:ucianyseabra@ufu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Uberlândia, [rmdias@ufu.br](mailto:rmdias@ufu.br)



## II Simpósio Regional de Agrimensura e Cartografia

*“Ampliando os horizontes e discutindo o futuro da geoinformação e do cadastro territorial do Brasil”*

*Universidade Federal de Uberlândia – UFU / Campus Monte Carmelo  
22 a 24 de novembro de 2021*



na necessidade da provisão de infraestrutura de circulação. Assim, a forma como está estruturado o espaço urbano e o uso da terra refletem nas condições de mobilidade das pessoas. A escolha do modo de transportes para a realização dos deslocamentos diários depende também, entre outros fatores, da distância a ser percorrida.

A relação entre o uso da terra e o transporte é identificada nas propostas de planejamento das cidades. Entre as bases teóricas sobre o tema, é consensual que essa relação seja voltada para o desenvolvimento sustentável, considerado como um dos maiores desafios das últimas décadas para todas as nações (SEABRA, 2013).

Em geral, os instrumentos regulatórios preconizam a interrelação entre transporte e uso da terra e estabelecem diretrizes gerais da política urbana sustentável. No Brasil, em nível federal, a Lei nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade) e a Lei nº 12.587/2012 (Lei da Mobilidade Urbana) definem diretrizes para o planejamento urbano (BRASIL, 2001b) e abordam questões referentes à mobilidade e acessibilidade (BRASIL, 2012) que visam melhorar a qualidade de vida da população. Em nível municipal, o Plano Diretor Municipal, entre outras diretrizes, cabe estabelecer a localização adequada das atividades urbanas para atender as necessidades da população.

Assim, no processo de planejamento urbano deve-se considerar os objetivos da política de mobilidade urbana sustentável e a estrutura espacial das cidades. No Brasil, o padrão de mobilidade vigente é predominantemente voltado para uso indiscriminado do automóvel e para interesses privados, no viés da infraestrutura, é caracterizado como excludente e insustentável, e devido a ocupação extensiva das periferias, cada vez mais distantes dos centros urbanos, é cativa do transporte público coletivo e restrita ao modo a pé (SEABRA, 2013).

Esse modelo de desenvolvimento ainda persiste e as cidades experimentam crescimento intenso, produzindo distâncias que não podem ser percorridas a pé ou por bicicleta. Nas cidades de pequeno porte, perante o crescimento urbano acelerado, existe uma oportunidade de, a partir do diagnóstico, se preparar ações para promover a sustentabilidade. Uma forma de avaliar a sustentabilidade nas cidades é por meio de indicadores de sustentabilidade urbana. Costa (2008) apresenta um inventário de indicadores de mobilidade urbana sustentável e entre eles, no planejamento integrado da infraestrutura urbana, destaca-se a acessibilidade ao equipamento urbano – escola.

Nas escolas brasileiras com ensino médio a idade recomendada é de 15 a 17 anos (BRASIL, 2001a). Essa faixa etária permite uma independência maior para o deslocamento desacompanhado até às escolas, podendo o estudante optar por percorrer a distância a pé



ou por bicicleta.

Assim, este estudo teve o objetivo de apresentar uma análise exploratória sobre a acessibilidade às escolas de nível médio de um município de pequeno porte, o município de Monte Carmelo – MG.

## **2 INDICADORES DE MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL**

A mobilidade urbana sustentável é definida como o resultado de políticas que proporcionam o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizam os modos coletivos e não motorizados de transporte, eliminam ou reduzem a segregação espacial, contribuem para a inclusão social e favorecem a sustentabilidade ambiental (BRASIL, 2007). A Lei da Mobilidade Urbana, determina aos municípios a tarefa de planejar e executar a política de mobilidade e acessibilidade urbana, e define a mobilidade urbana como a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano, já a acessibilidade, é definida como a facilidade disponibilizada às pessoas que possibilite a todos autonomia nos deslocamentos desejados, respeitando-se a legislação em vigor (BRASIL, 2012).

Assim, a mobilidade está relacionada à condição dos deslocamentos e a acessibilidade à possibilidade de acessos. A acessibilidade envolve a localização de destinos, localização das residências, bem como a distribuição geográfica e a intensidade que as atividades diárias ocorrem. Cabe destacar que a separação física dos indivíduos no espaço urbano, distância entre eles, é apenas uma das dimensões de análise da acessibilidade.

Para avaliar a acessibilidade a um equipamento urbano - escola, tendo em vista os deslocamentos realizados a pé ou por bicicleta, ou seja, para pequenas distâncias, utiliza-se como base as distâncias em linha reta entre dois pontos, sendo um deles a escola. Dessa forma, será possível visualizar as oportunidades espaciais do referido equipamento urbano - escola.

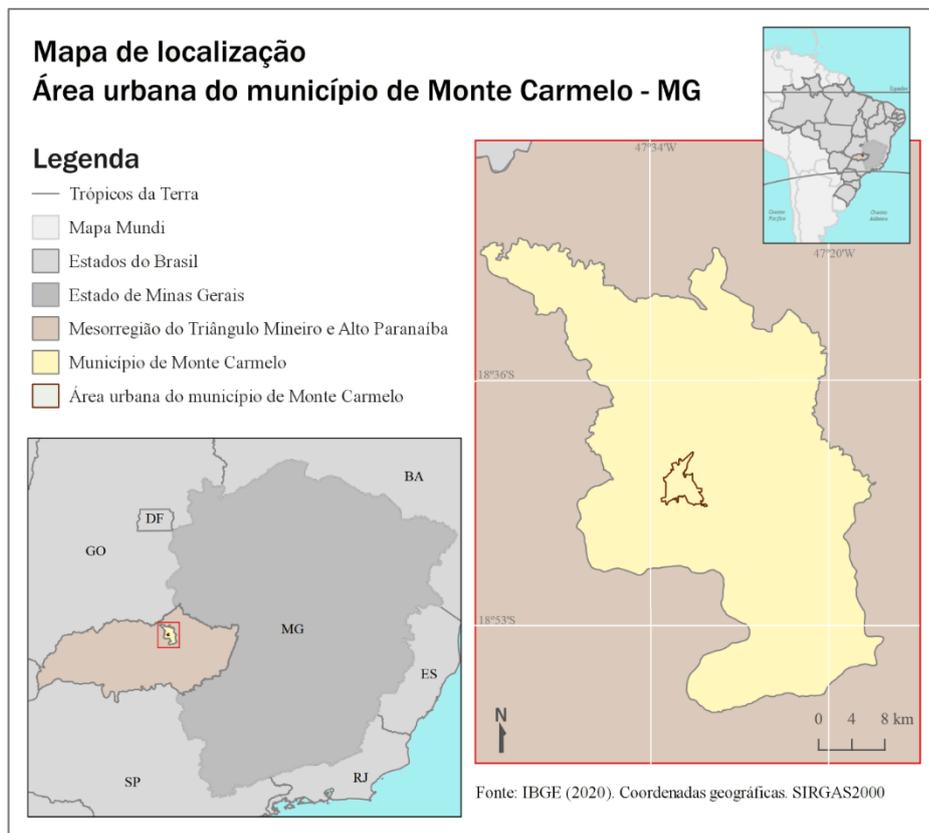
As distâncias ideais de deslocamentos realizados a pé ou por bicicleta, consideram vários fatores exógenos, que incluem a condição do percurso e restrições de mobilidade das pessoas. No estudo de Gehl (2013) uma das estratégias para uma cidade mais humanizada, se refere ao aspecto dimensional, indicando que boa parte das pessoas está disposta a percorrer cerca de 500 m. Quanto a praticabilidade da bicicleta em pequenos deslocamentos considera ser mais eficiente os deslocamentos em distâncias de até 5 km (BID e MDR, 2021).



### 3 ÁREA DE ESTUDO

O município de Monte Carmelo - MG foi escolhido como área de estudo para a análise exploratória da acessibilidade urbana sustentável às escolas de nível médio. O município localiza-se na região do Triângulo do Norte em Minas Gerais, Brasil (Figura 1), possuindo uma área total de aproximadamente 1.343 km<sup>2</sup>, com população de 45.772 pessoas, de acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2011), e uma estimativa para o ano de 2021 de 48.049 pessoas (IBGE, 2021).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Os autores

As escolas públicas de nível médio no município são três: Escola Estadual Gregoriano Canedo, Escola Estadual Professor Vicente Lopes Perez e Escola Estadual Clara Chaves. Além destas, também há uma escola de educação continuada (Cesec) que possui o ensino regular, profissional e a Educação de Jovens e Adultos (EJA), cujo nome é Cesec Zenith Campos (ESCOLAS.INF.BR., 2021).



#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Como há uma carência de cartas topográficas para a área de estudo na escala necessária para a realização da análise exploratória de acessibilidade urbana no município, optou-se por elaborar uma base cartográfica a partir da plataforma do *Open Street Maps*, por meio do *software QGIS 3.18.1* para a identificação da localização das escolas. Além disso, a base cartográfica que está disponibilizada no site da *Google Maps* e atende a necessidade de geoinformação deste estudo, foi utilizada para a obtenção da delimitação da área de estudo.

A partir do tratamento da imagem do *Open Street Maps* obteve-se a vetorização das quadras do município, o centroide de cada quadra e a localização das escolas públicas de Monte Carmelo – MG. Com a imagem vetorizada foi possível identificar o limite da mancha urbana do município, traçar manualmente as vias existentes por meio da criação e edição de um *shapefile* de linhas, e criar um centroide para cada quadra por meio das ferramentas *Vetor, Geometria e Centroides*.

Para a identificação dos pontos referentes à localização das escolas de nível médio foi utilizado o complemento *QuickOSM*, que possibilita uma consulta rápida trazendo as informações dos pontos de interesse para a base do *software*. Foram selecionados pela ferramenta *Tabela de atributos* apenas os pontos referentes às escolas de nível médio, usando a expressão *Campos e valores* para selecionar funções.

Em seguida, para criar as áreas de regiões próximas à escola, onde todos os centroides das quadras corresponderam à escola mais próxima, foi necessário definir as distâncias médias entre todos os pontos determinados como escola. Para essa finalidade, foi utilizado o *Polígono de Voronoi* acessando a *Caixa de ferramentas de processamento, opção GRASS, v.voronoi* e a seleção da área de interesse contendo os pontos correspondes às escolas.

Posteriormente foi realizada a contagem do número de quadras dentro de cada *Polígono de Voronoi* por meio da ferramenta *Vetor, opção Analisar, a Contagem de pontos em polígono* que possibilitou a análise de quais quadras pertencem ao polígono com a distância da escola mais próxima.

Realizou-se, também, uma análise vetorial de distâncias ponto a ponto, possibilitando a análise da distância entre cada quadra e a escola. A partir da localização de cada quadra do



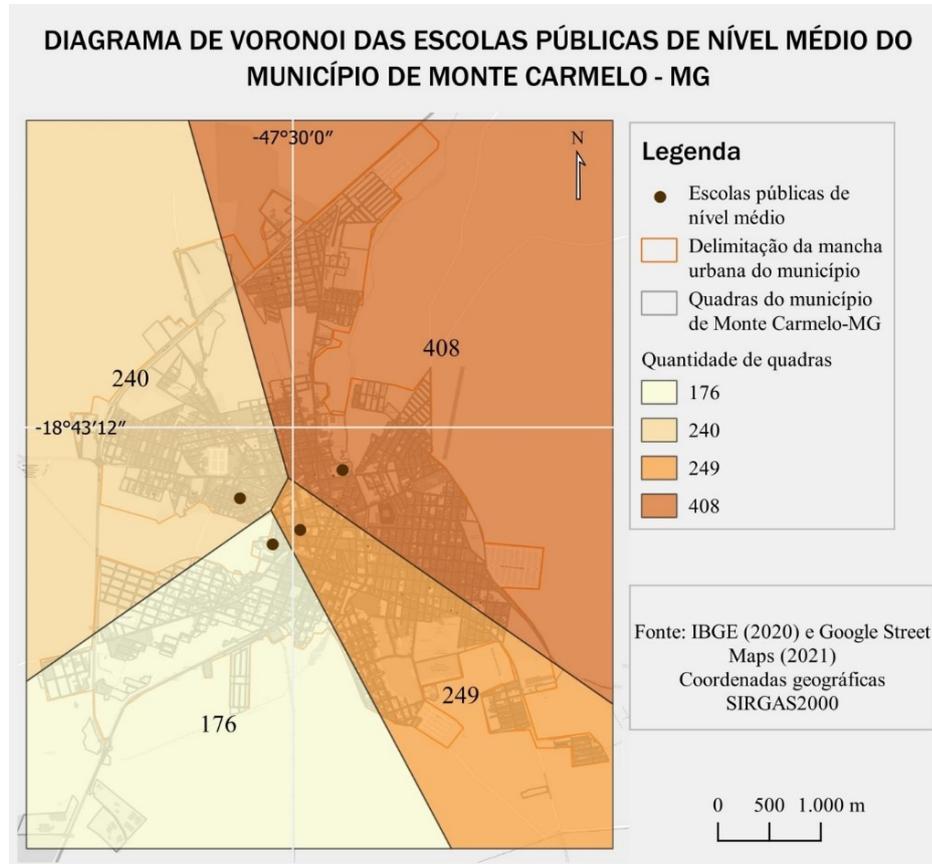
município de Monte Carmelo – MG, traçou-se uma linha com menor distância até o ponto de interesse mais próximo (escola). Para identificar o menor percurso entre cada quadra e a escola mais próxima, foi instalado o complemento *MMQGIS* e utilizada a ferramenta *Hug Lines*, gerando uma linha para cada centroide de quadra ligada a escola mais próxima.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A fim de identificar áreas cuja aproximação tem menor distância até a escola mais próxima, aplicou-se o Diagrama de Voronoi, de modo que cada polígono contenha apenas um ponto gerador e cada ponto em um determinado polígono esteja mais próximo de seu ponto gerador do que outros pontos.

A partir da análise do Diagrama de Voronoi foi possível visualizar áreas que representam a demanda espacial mais próxima para cada escola de interesse. A demanda espacial pode ser utilizada para a definição de políticas de mobilidade e acessibilidade urbana específica para cada área (Figura 2).

Figura 2 – Diagrama de Voronoi das escolas públicas de nível médio do município de Monte Carmelo – MG



Fonte: Os autores

Observa-se na Figura 2 a distribuição espacial em relação às quatro escolas de nível médio do município de Monte Carmelo - MG. As quatro áreas apresentam demandas espaciais proporcionalmente diferentes. As localizações das quatro escolas indicam a dependência de viagens para a área central da cidade. O município possui um total de 1073 quadras e, de acordo com a escala de distribuição espacial, as cores mais fortes apontam um número maior de quadras relacionadas ao ponto de interesse, a escola mais próxima.

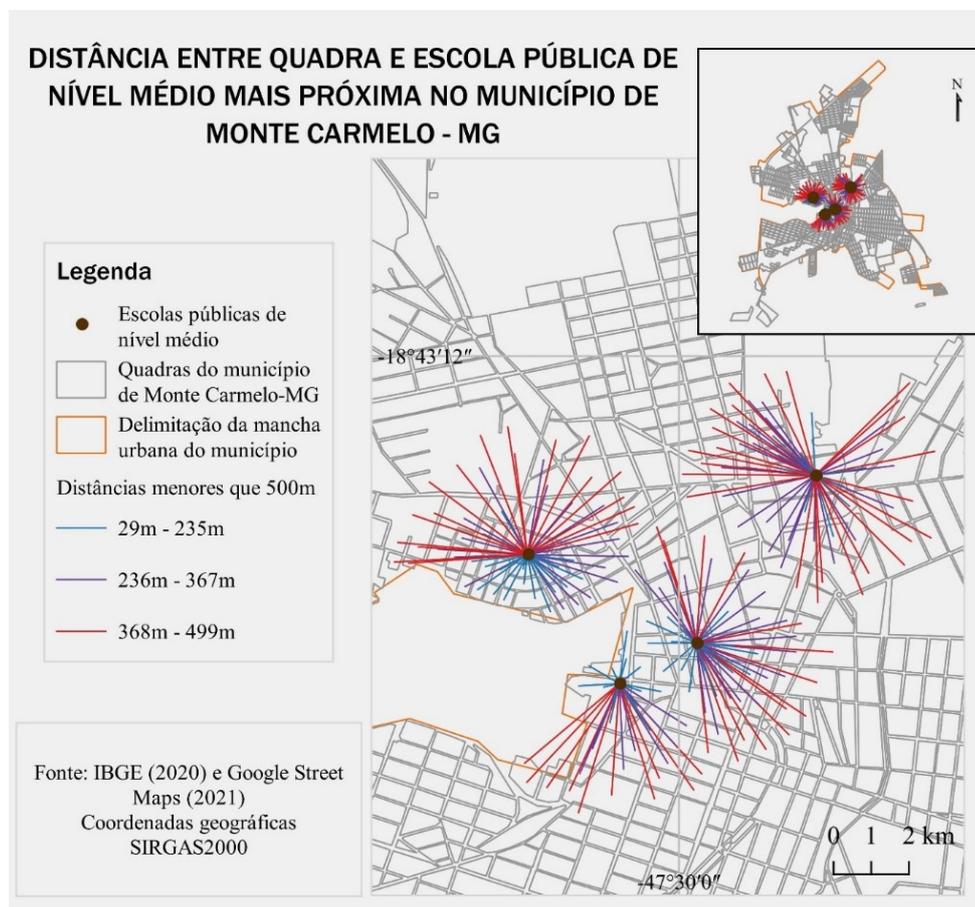
A região que possui 408 quadras é marcada pela maior densidade das ocupações urbanas, isso implica em maior demanda e necessidade de provisão de infraestrutura de circulação. Essa área possui uma demanda de 38,02% das quadras do município para apenas uma escola pública de nível médio. Quanto maior a demanda espacial em relação a escola mais próxima, maiores são as distâncias das viagens para uma determinada população, principalmente a concentrada nas periferias. Com distâncias maiores a serem percorridas em direção a área central, a mobilidade a pé ou por bicicleta dessa população é cada vez mais



reduzida.

Na análise vetorial, o ponto de origem representa a quadra e o ponto de destino representa a escola pública de nível médio mais próxima. Com base no aspecto dimensional do planejamento urbano, e visando a identificação das demandas por deslocamentos para pequenas distâncias, o mapa da Figura 3 apresenta as distâncias entre quadra e escola com percursos de até 500 m. As distâncias de até 500 m é uma indicação da distância que várias pessoas estão dispostas a percorrer a pé (GEHL, 2013).

Figura 3 – Distância entre quadra e escola com menor percurso - quadras com até 500 m



Fonte: Os autores

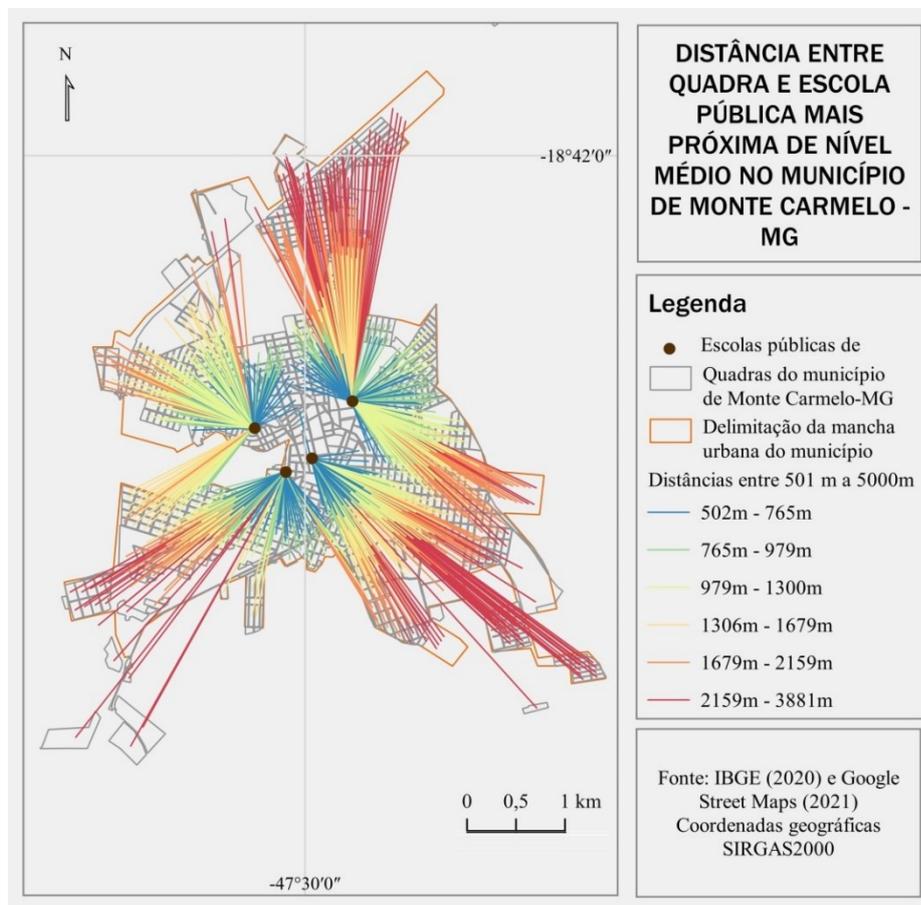
A quantidade de quadras, com distâncias de 0 m a 500 m, mais próximas das escolas de nível médio tem um total de 199 quadras, essas oportunidades espaciais representam 18,55% de acessibilidade às escolas de nível médio para deslocamentos a pé. Além disso, como as escolas estão localizadas na região central da cidade, isso implica em maiores



distâncias nos trajetos fora da área de interesse das pessoas que residem em regiões diferentes, dificultando a acessibilidade pelo modo a pé.

De forma semelhante, buscou-se analisar as oportunidades de acesso para os deslocamentos por bicicletas (Figura 4), visto os deslocamentos por bicicleta serem mais eficientes em distâncias de até 5000 m (BID e MDR, 2021).

Figura 4 – Distância entre quadra e escola com menor percurso - quadras de 501 m a 5000 m



Fonte: Os autores

O total de quadras com potencial para acesso de bicicletas representam 874 quadras. O mapa foi desenvolvido com seis classes para melhor visualização das quadras. Sendo assim, por representar 81,45% das quadras do município, recomenda-se o estudo da viabilidade de um sistema ciclável para que essa demanda seja atendida. Vale destacar que a maior distância encontrada na análise para a escola pública mais próxima foi de 3881 m.



## II Simpósio Regional de Agrimensura e Cartografia

*“Ampliando os horizontes e discutindo o futuro da geoinformação e do cadastro territorial do Brasil”*

*Universidade Federal de Uberlândia – UFU / Campus Monte Carmelo  
22 a 24 de novembro de 2021*



Ao considerar a literatura sobre o tema, no que se refere às distâncias que podem ser percorridas a pé ou por bicicleta, verifica-se que a localização das escolas possibilita os deslocamentos por modos não motorizados, com distância inferior a 5000 m.

### 5 CONCLUSÕES

O estudo possibilitou uma análise espacial da acessibilidade e mobilidade sustentável dos usuários das escolas públicas de nível médio em Monte Carmelo - MG. Foi possível identificar uma região da cidade com demanda de 38,02% das quadras do município para apenas uma escola pública de nível médio. Na comparação das quatro regiões obtidas pelo Diagrama de Voronoi essa área é a mais crítica. Quando analisada a configuração espacial da cidade e as oportunidades de acesso, observa-se que uma parcela da população residente nessa área pode enfrentar problemas de mobilidade.

Este estudo vem contribuir com o planejamento urbano e de transportes, pois foi capaz de apresentar um diagnóstico das oportunidades espaciais e analisar a localização das escolas no município em função da quantidade total de quadras do município. O uso do *software QGIS 3.18.1* possibilitou uma análise exploratória com base na identificação das demandas por modos de transportes não motorizados, a pé ou por bicicleta. Assim, o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) é útil no planejamento de políticas em prol da sustentabilidade e da mobilidade urbana nos municípios de pequeno porte.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. LEI Nº 10.172, DE 9 DE JANEIRO DE 2001a. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 2001. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110172.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm). Acesso em: 01 set. 2021.

BRASIL. LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001b. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 01 set. 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. **PlanMob**: Construindo a cidade sustentável. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.



## II Simpósio Regional de Agrimensura e Cartografia

*“Ampliando os horizontes e discutindo o futuro da geoinformação e do cadastro territorial do Brasil”*

*Universidade Federal de Uberlândia – UFU / Campus Monte Carmelo  
22 a 24 de novembro de 2021*



BRASIL. LEI Nº 12.587, DE 03 DE JANEIRO DE 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências.

**Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 jan. 2012. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm). Acesso em 01 set. 2021.

COSTA, M. C. **Índice de Mobilidade Urbana Sustentável para Cidades Brasileiras**. 2008. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2008.

ESCOLAS.INF.BR. **Escolas públicas e particulares de Monte Carmelo/MG**. Disponível em: <https://www.escolas.inf.br/mg/monte-carmelo>. Acesso em: 20 set. 2021.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Panorama Cidades: Monte Carmelo, MG**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/monte-carmelo/panorama>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO – BID e MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. **Mobilidade por Bicicleta**. Brasília: Editora IABS, 2021.

SEABRA, L. O. **Índice para gestão estratégica da mobilidade urbana sustentável**. 2013. Tese (Doutorado em Transportes) - Programa de Pós-Graduação em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. 2013.