



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS - UNIMONTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, AMBIENTE E TERRITÓRIO -  
PPGSAT

Rodrigo Marques do Nascimento

**PLANEJAMENTO, ANÁLISE ESPACIAL E OTIMIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO  
DAS ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE MONTES CLAROS – MG**

MONTES CLAROS – MG  
Novembro, 2021.

**Rodrigo Marques do Nascimento**

**PLANEJAMENTO, ANÁLISE ESPACIAL E OTIMIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO  
DAS ESCOLAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DE MONTES CLAROS – MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Associado em Sociedade, Ambiente e Território da Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Estadual de Montes Claros – MG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano e Regional/Demografia.

**Área de Concentração:** Sociedade, Ambiente e Território

**Orientador:** Prof. Dr. Daniel Coelho de Oliveira

**Coorientador:** Prof. Dr. Narciso Ferreira dos Santos Neto

MONTES CLAROS – MG  
Novembro, 2021.

Nascimento, Rodrigo Marques do.

N244p  
2022

Planejamento, análise espacial e otimização da localização das escolas públicas municipais de Montes Claros - MG [manuscrito] / Rodrigo Marques do Nascimento. Montes Claros, 2021.  
119 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Sociedade, Ambiente e Território. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Daniel Coelho de Oliveira.

Banca examinadora: Daniel Coelho de Oliveira, Narciso Ferreira dos Santos Neto, Giovanni Campos Fonseca, Herlander Costa Alegre da Gama Afonso.

Inclui referências.

1. Escolas -- Localização -- Teses. 2. SPRING (Software) -- Teses. 3. Montes Claros (MG) -- Teses. I. Oliveira, Daniel Coelho de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 913



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
MESTRADO ASSOCIADO UFMG-UNIMONTES EM SOCIEDADE, AMBIENTE E TERRITÓRIO

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos 30 dias do mês de novembro de 2021, às 14:00 horas, sob a presidência do Professor Daniel Coelho de Oliveira, D. Sc. (Orientador - Unimontes), e com a participação dos Professores Narciso Ferreira dos Santos Neto, D. Sc. (Coorientador - Unimontes), Giovanni Campos Fonseca, D. Sc. (UFMG) e Herlander Costa Alegre da Gama Afonso, D. Sc. (CEFET/RJ), reuniu-se a banca para defesa de dissertação de **RODRIGO MARQUES DO NASCIMENTO**, estudante do Curso de Mestrado em Sociedade, Ambiente e Território, que apresentou a dissertação intitulada: "Planejamento, análise espacial e otimização da localização das escolas públicas municipais de Montes Claros/MG".

O estudante foi considerado *aprovado*, com as seguintes recomendações: realizar a adequação dos objetivos da Dissertação e explorar alguns elementos apresentados pela banca nas considerações finais.

E, para constar, eu, Professor Daniel Coelho de Oliveira, presidente da banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

Obs.1) O estudante somente receberá o título após cumprir as exigências do regulamento do Curso de Mestrado em Sociedade, Ambiente e Território, conforme apresentado a seguir:

**Art. 83 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e a realização das modificações propostas pela banca examinadora, encaminhar à secretaria do colegiado do curso, com a anuência do orientador, 3 (três) exemplares da dissertação e 2 (dois) CD, no prazo de 60 (sessenta) dias.**

Obs.2) O estudante deverá apresentar junto com a versão final da dissertação, comprovante de submissão de um periódico com Qualis/Capes na área Planejamento Urbano e Regional/Demografia.

Montes Claros, 30 de novembro de 2021

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Giovanni Campos Fonseca, Professor do Magistério Superior**, em 01/12/2021, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Daniel Coelho de Oliveira, Usuário Externo**, em



01/12/2021, às 16:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Narciso Ferreira dos Santos Neto, Usuário Externo**, em 03/12/2021, às 14:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Herlander Costa Alegre da Gama Afonso, Usuário Externo**, em 17/12/2021, às 18:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1121286** e o código CRC **F94E4437**.

Dedico esse trabalho a Deus e a minha família  
por sempre se fazerem presentes.

## AGRADECIMENTOS

Estar próximo de pessoas especiais é como um combustível para conquistar nossos objetivos. Nessa etapa da minha vida acadêmica, tive o privilégio de estar perto de pessoas inspiradoras e que contribuíram diretamente para a realização desse trabalho.

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida, saúde, força e por iluminar meus passos em todos os momentos.

Aos meus pais, Armando e Maria Lucia, pelo amor incondicional e por toda trajetória de luta, abdicção, incentivo e, sobretudo, coragem de pavimentar os caminhos para eu buscar meus sonhos.

A minha esposa Letícia, pelo amor e cuidado diário, sempre tornando minha caminhada mais leve, feliz e abençoada.

Aos meus queridos irmãos Armando Jr. e Hugo Nascimento, pelo companheirismo, motivação e ajuda mútua.

Agradeço em especial ao meu orientador, professor Dr. Daniel Coelho de Oliveira, pela sabedoria, contribuições e direcionamento na realização desse trabalho. Ao meu coorientador, professor Dr. Narciso F. dos Santos Neto, pelos ensinamentos precisos e de grande valia para o desenvolvimento da pesquisa. Minha gratidão a vocês por toda experiência que me acrescentaram.

Agradeço a todos meus amigos e colegas de PPGSAT, em especial a Jeane, Jonathan e Lara, pelos momentos de diálogo, apoio e compartilhamento de ideias.

Agradeço às instituições, UNIMONTES e UFMG, pela oportunidade de cursar o mestrado e ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG/ Campus Januária, pelo apoio e incentivo à qualificação.

Enfim, minha gratidão a todos que de alguma forma contribuíram para minha trajetória na educação.

*“Nesta vida temos três professores importantes:  
o ‘momento feliz’,  
o ‘momento triste’  
e o ‘momento difícil’.*

*O ‘momento feliz’ mostra  
o que não precisamos mudar.*

*O ‘momento triste’ mostra  
o que precisamos mudar.*

*O ‘momento difícil’ mostra  
o que somos capazes de superar.”*

Mário Quintana

## RESUMO

A urbanização acelerada das cidades brasileiras, sobretudo em meados do século XX, impôs diversos desafios para organização do espaço urbano, o que resultou na convergência de um conjunto de ações com vista ao planejamento, democratização e regulamentação das intervenções no território. Apesar de avanços nesse sentido, algumas temáticas ainda não possuem dispositivos nos planos municipais, a exemplo de diretrizes para definição da localização de escolas públicas. Logo, a disposição da rede escolar sem se pautar em critérios, sobretudo, de acessibilidade, pode acarretar longos trajetos residência-escola, fazendo com que os alunos percorram grandes distâncias a pé ou tenham que utilizar transportes motorizados, o que se torna oneroso, haja vista que a demanda por escolas públicas é composta na sua maioria por famílias de baixa renda. Nesse contexto, esta pesquisa objetiva propor uma localização otimizada para as escolas públicas municipais da cidade de Montes Claros - MG, utilizando a ferramenta *facility location* do TransCAD, a qual aplica o problema das p-medianas e visa diminuir a distância média de caminhada residência-escola. Previamente a indicação da solução, busca-se entender o cenário atual de localização das escolas. Para tanto, busca-se caracterizar a cidade de Montes Claros, MG, em relação ao perfil demográfico, socioeconômico e geográfico da população residente, utilizando dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), identificar a presença de desequilíbrios espaciais na localização das escolas públicas municipais, ao verificar a quantidade de vagas das escolas e a distribuição da população, os critérios para alocação dos alunos nas escolas disponíveis na rede, a acessibilidade dos moradores com base nos indicadores propostos por Brau, Mercê e Tarrago (1980), utilizando a função *Service Area* do ArcGIS e, por fim, comparar a localização das escolas públicas municipais existentes na cidade com a nova localização gerada. Salienta-se que é utilizado mapas elaborados no ArcGIS para representar esse conjunto de análises. Diante disso, é proposta a localização ótimas das escolas em paralelo com a definição da escola que se encontra mais próxima de cada moradia da cidade, tendo em vista a configuração da rede escolar atual. Constata-se que há desequilíbrios espaciais na distribuição das escolas municipais em Montes Claros - MG, com destaque para a região noroeste que apresenta escassez de escolas de educação infantil, apesar de nessa área possuir intensa concentração de população com idade entre 0 e 5 anos. Em relação aos critérios vigentes de alocação dos alunos na escola, verifica-se que para as escolas de educação infantil pode haver situações em que os alunos sejam matriculados em escolas que não sejam a mais próxima da residência. Constata-se que a distância de caminhada residência-escola para os moradores da cidade é péssima na maior parte da área urbana. A proposta de localização otimizada apresenta considerável melhoria na acessibilidade dos moradores. A pesquisa apresenta fundamentos que corroboram para a redução do trajeto aluno-escola na cidade de Montes Claros - MG.

**Palavras-chave:** Localização de escolas. Otimização de localização. Sistema de informações geográficas. Montes Claros - MG.

## ABSTRACT

The accelerated urbanization of Brazilian cities, especially in the mid-twentieth century, imposed several challenges for the organization of urban space, which resulted in the convergence of a set of actions aimed at planning, democratizing and regulating interventions in the territory. Despite advances in this regard, some issues still do not have provisions in municipal plans, such as guidelines for defining the location of public schools. Therefore, the provision of the school network without being guided by criteria, mainly of accessibility, it can lead to long distances home-school, making students walk through long paths on foot or having to use motorized transport, which becomes chargeable, considering that the demand for public schools is mostly made up of low-income families. In this context, this research aims to propose an optimized location for municipal public schools in the city of Montes Claros - MG, using the *facility location* TransCAD tool, which applies the p-median problem and aims to reduce the average walking distance from home to school. Prior to indicating the solution, the aim is to understand the current scenario of the location of schools. For that, we seek to characterize the city of Montes Claros, MG, in relation to the demographic, socioeconomic and geographic profile of the resident population, using data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), to identify the presence of spatial imbalances in the location of municipal public schools, by verifying the number of vacancies in schools and the distribution of the population, the criteria for allocation of students in schools available in the network, the accessibility of residents based on the indicators proposed by Brau, Mercê and Tarrago (1980), using the ArcGIS *Service Area* function and finally compare the location of existing municipal public schools in the city with the newly generated location. It should be noted that maps prepared in ArcGIS are used to represent this set of analyses. Therefore, the optimal location of schools is proposed in parallel with the definition of the school that is closest to every dwelling in the city, considering the configuration of the current school network. It was found out that there are spatial imbalances in the distribution of municipal schools in Montes Claros - MG, especially in the northwest region, which has a shortage of early childhood education schools, despite the fact that this area has an intense concentration of population between 0 and 5 years old. Regarding the current criteria for the allocation of students to their school, it appears that for early childhood education schools there may be hypotheses in which students are enrolled in schools that are not the closest to their residence. It is noted that the distance traveled by citizens to school is very low in most of the urban area. The optimized location proposal improves the accessibility of residents. The research presents fundamentals that corroborate for the reduction of the school trajectory in the city of Montes Claros - MG.

**Keywords:** Location of schools. Location optimization. Geographic information system. Montes Claros – MG.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estrutura geral de Sistema de Informação Geográfica .....	41
<b>Figura 2:</b> Fluxograma metodológico .....	44
<b>Figura 3:</b> Rede viária urbana da cidade de Montes Claros - MG .....	58
<b>Figura 4:</b> Limite de bairros da cidade de Montes Claros – MG .....	59
<b>Figura 5:</b> Localização geográfica dos domicílios da cidade de Montes Claros - MG.....	60
<b>Figura 6:</b> Janela de criação da matriz de distância no TransCAD .....	61
<b>Figura 7:</b> Janela do TransCAD <i>facility location</i> – 43 escolas .....	61
<b>Figura 8:</b> Janela do TransCAD <i>facility location</i> – 30 escolas .....	62

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1:</b> Localização do município de Montes Claros – MG .....	45
<b>Mapa 2:</b> Localização das escolas de educação infantil e fundamental .....	52
<b>Mapa 3:</b> Mapa de estudo de <i>clusters</i> na cidade de Montes Claros – MG .....	67
<b>Mapa 4:</b> Espacialização das escolas públicas municipais por <i>cluster</i> .....	68
<b>Mapa 5:</b> Relação da quantidade de vagas dos Centros Municipais de Educação Infantil e população entre 0 e 5 anos de idade na área urbana de Montes Claros – MG .....	71
<b>Mapa 6:</b> Relação da quantidade de vagas das unidades escolares de ensino fundamental e população entre 6 e 14 anos de idade na área urbana de Montes Claros – MG .....	73
<b>Mapa 7:</b> Simulação de alocação de candidato à vaga em um CEMEI em Montes Claros – MG .....	82
<b>Mapa 8:</b> Simulação de alocação de candidato à vaga em uma escola de ensino fundamental em Montes Claros - MG .....	86
<b>Mapa 9:</b> Qualificação da acessibilidade através da distância residência-escola para as unidades Centro Municipal de Educação Infantil da área urbana de Montes Claros – MG .....	88
<b>Mapa 10:</b> Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência- escola para as unidades de ensino fundamental da área urbana de Montes Claros – MG .....	90
<b>Mapa 11:</b> Identificação das moradias atendidas pelos CEMEIs com localização otimizada .....	93
<b>Mapa 12:</b> Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência-escola para a localização ótima dos CEMEIs .....	95
<b>Mapa 13:</b> Identificação dos domicílios atendidos pelo CEMEI com a menor distância de caminhada .....	100
<b>Mapa 14:</b> Identificação das moradias atendidas pelas unidades de ensino fundamental com localização otimizada .....	103
<b>Mapa 15:</b> Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência-escola para a localização ótima das unidades de ensino fundamental .....	104
<b>Mapa 16:</b> Identificação dos domicílios atendidos pela unidade de ensino fundamental com a menor distância de caminhada .....	105

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Etapas do planejamento urbano .....	25
<b>Quadro 2:</b> Dimensões do planejamento urbano .....	26
<b>Quadro 3:</b> Relação das unidades urbanas de escolas de educação infantil .....	48
<b>Quadro 4:</b> Relação das unidades urbanas de escolas de ensino fundamental .....	51
<b>Quadro 5:</b> Estimativa da população do setor censitário em 2021 .....	56

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Qualificação das distâncias aos serviços educacionais (distância em metros) .....	37
<b>Tabela 2:</b> Dados e variáveis selecionadas para o estudo de <i>cluster</i> .....	54
<b>Tabela 3:</b> <i>Clusters</i> retidos.....	55
<b>Tabela 4:</b> Média das variáveis por <i>cluster</i> .....	64
<b>Tabela 5:</b> Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros - MG .....	74
<b>Tabela 6:</b> Distribuição das unidades de ensino fundamental por zonas em Montes Claros - MG .....	83
<b>Tabela 7:</b> Solução ótima encontrada para a localização dos CEMEIs em Montes Claros – MG .....	91
<b>Tabela 8:</b> Levantamento dos domicílios com menor distância de caminhada para os CEMEIs .....	97
<b>Tabela 9:</b> Solução ótima encontrada para a localização das unidades de ensino fundamental em Montes Claros – MG .....	101
<b>Tabela 10:</b> Levantamento dos domicílios com menor distância de caminhada para as unidades de ensino fundamental .....	106

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> População de Montes Claros - MG, 1960-2020 .....	46
<b>Gráfico 2:</b> Taxa de aumento populacional Montes Claros - MG x Brasil, 1960 -2020 .....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS

CADÚNICO - Cadastro Único

CEMEI - Centro Municipal de Educação Infantil

CRAS - Centro de Referência da Assistência Social

CREAS - Centros de Referência Especializados da Assistência Social

EJA - Educação de Jovens e Adultos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

HIV – Vírus da Imunodeficiência Humana

ID - Identificação

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira

LA - Liberdade Assistida

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PIB - Produto Interno Bruto

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua

PNE - Plano Nacional de Educação

PSA - Prestação de Serviço à comunidade

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIG-T - Sistema de Informação Geográfica para planejamento de Transporte

SME - Secretaria Municipal de Educação

UNIMONTES - Universidade Estadual de Montes Claros

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 1 – PLANEJAMENTO URBANO, LOCALIZAÇÃO DE ESCOLAS E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>24</b>
1.1 Considerações sobre planejamento urbano e provisão de equipamentos de educação .....	24
1.1.1 Legislação urbana e escolas públicas .....	28
1.1.2 Segregação espacial, representação e direito a educação .....	30
1.2 Aspectos gerais sobre localização de escolas .....	33
1.2.1 Rede escolar e indicadores de distribuição espacial .....	35
1.3 Panorama sobre modelos de localização de escolas .....	37
1.3.1 O problema das p-medianas .....	39
1.4 Os sistemas de informações geográficas.....	40
1.4.1 SIG TransCAD para localização de facilidades .....	42
<b>CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA .....</b>	<b>44</b>
2.1 A cidade de Montes Claros - MG .....	45
2.2 Panorama sobre as instituições públicas de educação infantil e ensino fundamental em Montes Claros – MG .....	48
2.3 Estudo de agrupamento .....	53
2.4 Estudo da localização atual das escolas públicas municipais .....	56
2.5 Proposta de localização utilizando o problema das p-medianas .....	59
<b>CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO, ANÁLISES E PROPOSTAS SOBRE A ESPACIALIZAÇÃO DAS ESCOLAS EM MONTES CLAROS – MG .....</b>	<b>64</b>
3.1 Análise da caracterização multicritério em Montes Claros – MG .....	64
3.2 Análise da localização atual das escolas públicas municipais .....	69
3.2.1 Público alvo e os Centros Municipais de Educação Infantil .....	69
3.2.2 Público alvo e as unidades escolares de ensino fundamental .....	71
3.2.3 Critério de alocação aluno-CEMEI em Montes Claros – MG .....	73
3.2.4 Critério de alocação aluno-escola de ensino fundamental em Montes Claros – MG .....	83

3.2.5 Distância de caminhada residência-escola: análise da cobertura dos CEMEIs .....	87
3.2.6 Distância de caminhada residência-escola: análise da cobertura das escolas de ensino fundamental .....	88
3.3 Proposta de localização otimizada das escolas públicas municipais .....	91
3.3.1 Proposta de localização otimizada para os CEMEIs .....	91
3.3.2 Proposta de localização otimizada para as escolas de ensino fundamental .....	101
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>113</b>

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil, especialmente no período posterior à Segunda Guerra Mundial até a década de 1980, é marcado por um constante e acelerado crescimento da população urbana, motivado pelo desenvolvimento industrial nacional e o fortalecimento do mercado interno. Nota-se que no período entre 1940 e 1980, o qual dá-se a verdadeira inversão quanto ao lugar da residência da população brasileira, a taxa de urbanização salta, em quarenta anos, de 26,35% para 68,86% (SANTOS, 2009).

Esse aumento da concentração de pessoas, acompanhado ao aumento de atividades, riqueza, objetos, instrumentos e pensamentos na cidade, produziu, em função da lógica capitalista de apropriação do espaço urbano, a fragmentação múltipla em periferias, subúrbios e residências secundárias (LEFEBVRE, 2002). Nessa lógica, consolidou-se uma crise urbana generalizada, deteriorando os sistemas naturais e diversos aspectos da vida urbana. Consta-se o aumento exacerbado da violência, desigualdade social com a gigantesca concentração espacial da pobreza, grande déficit habitacional e desigualdade na distribuição e qualidade dos serviços e infraestrutura no espaço intraurbano (SANTOS, 2009).

Diante desse cenário, numa tentativa de que as cidades pudessem lidar melhor com as questões físico-territoriais, corrigir distorções administrativas, melhorar as condições da comunidade local, a partir de 1990, observa-se a convergência de medidas, por meio do planejamento, que visaram a democratização da gestão urbana, com enfoque em planos participativos, tal qual é difundido, hoje, em meios, como universidades, órgãos municipais e metropolitanos de planejamento e em órgãos de classe ligados à engenharia e à arquitetura (VILLAÇA, 2004).

Nessa perspectiva, como marco da implementação desse planejamento com viés democrático, tem-se a constituição de 1988, a qual define o município como responsável por conduzir e executar a política urbana, conforme os artigos 182 e 183 do texto constitucional, fomentando a participação das esferas locais no debate sobre as questões urbanas.

Posteriormente, ampliando funções e especificando atribuições dos municípios na concepção de ordenar o espaço urbano, em 2001, a Lei 10.257 é sancionada para regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelecer “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.” Esse aparato legal é de suma importância para o planejamento das cidades, pois estabelece instrumentos específicos de

política urbana do parcelamento, do uso e da ocupação do solo, zoneamento ambiental e instituição de zonas especiais de interesse social. Ademais, o plano diretor surge como principal instrumento da política urbana nas cidades.

É importante destacar que o planejamento, seja de qualquer espécie, não deve ser percebido como ferramenta de solução de todos os problemas e dificuldades que são observados na cidade. Na verdade, ele se insere numa tentativa de se antecipar problemas para evitá-los ou minimizar seus efeitos. Além disso, interessa que seja uma ferramenta da garantia do direito de os cidadãos decidirem sobre o destino dos espaços que vivem (SOUZA, 2004).

Fato é que, apesar dos avanços no que tange à consolidação do planejamento urbano, inúmeros problemas ainda são passíveis de um olhar investigativo dos que pensam, vivem, discutem e planejam as cidades, especialmente no que diz respeito à distribuição de equipamentos urbanos, serviços públicos e infraestrutura urbana. A distribuição dos equipamentos urbanos nas cidades interfere diretamente na qualidade de vida da população, visto que são considerados como instrumentos de bem-estar social e de apoio ao desenvolvimento econômico, bem como de ordenação territorial e de estruturação dos aglomerados humanos (MORAES *et al*, 2008).

Nesse contexto, destacam-se as escolas públicas que podem ser classificadas como equipamento comunitário ou urbano. O art. 4º, § 2º da Lei federal 6.766, de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, define que equipamentos comunitários são “equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares.” A NBR 9050 define equipamento urbano como “todos os bens públicos e privados, de utilidade pública, destinados à prestação de serviços necessários ao funcionamento da cidade, em espaço público e privado”.

Vale salientar que o objetivo dessas escolas é promover a educação de maneira universal, gratuita, laica e de qualidade, posicionando-se como instrumento institucional eficiente na promoção da sociedade com igualdade política, intelectual, técnica e democrática, o que, por sua vez, possibilita desenvolvimento e participação social a todos os cidadãos (TEIXEIRA, 2009).

Nesse contexto, as escolas públicas se inserem na conjuntura do planejamento urbano, uma vez que a sua distribuição e localização são variáveis que interferem na cobertura espacial, na existência de escassez ou excesso de vagas para a população, além de impactar na distância de deslocamento aluno-escola. O planejamento urbano enquanto processo de produção, estruturação e organização do espaço urbano, deve estabelecer parâmetros, por exemplo, raio de abrangência, capacidade máxima e ótima localização, com base nas características da

demanda em conjunto com grupos políticos, sociedade civil e técnicos, para que se alcance diretrizes e decisões assertivas para distribuição e localização de escolas na cidade.

Em situações que esses quesitos são negligenciados, ocorrem aumento da distância de caminhada para os alunos acessarem a escola, implicando na ampliação da procura pelo uso de transporte público na tentativa de minimizar o tempo de deslocamento. Logo, para absorver essa demanda, deve-se implementar ações de planejamento estratégico no sistema de transporte público de modo a absorver com qualidade e competência a demanda de viagens aluno-escola. A gestão de transportes, por conseguinte, deve se atentar a roteirizar de maneira otimizada o transporte público, garantindo frequência, capilaridade, pontualidade, conforto, segurança e redução do tempo de percurso para regiões que apresentem demanda por viagens aluno-escola.

Para além dos aspectos quantitativos, é importante destacar que aspectos relacionados ao perfil da população, por exemplo, renda, urbanização e idade, podem subsidiar a análise de áreas que apresentam necessidade de instalações de escolas públicas.

No Brasil, no campo das legislações e normas urbanas, não há descrição de parâmetros ou critérios a serem utilizados para alocação de escolas. Em âmbito municipal, os planos diretores não contemplam essa dimensão de maneira específica, como já constatado por Dreux (2004), Morais (2013) e Neves (2015).

No intuito de contribuir com esse debate, alguns autores definiram indicadores para nortear a distribuição de escolas Brau, Mercê e Tarrago (1980), Guimarães (2004), Oliveira (2007), Gouvêa (2008), Batista *et al.* (2011).

Aliado a esses indicadores, tem-se a linha de pesquisa operacional que se dedica apontar soluções para localização de uma ou mais instalações, que são chamadas de facilidades, minimizando o custo de implantação. De modo geral, com base na distância entre a demanda fixada e a facilidade a ser localizada, uma função ‘objetivo’ analisa possíveis localizações para alocar a facilidade. Existem ainda situações em que aspectos qualitativos da demanda e a capacidade de suporte da facilidade podem ser considerados (ARAKAKI, 2012).

Dessa forma, a exemplo de diversas cidades no Brasil, Montes Claros, localizada no Norte do estado de Minas Gerais, apresenta ausência de regramento para balizar a localização de escolas públicas, o que pode resultar numa rede escolar desacoplada da demanda da cidade, no que diz respeito às questões demográficas, socioeconômicas e geográficas. Por conseguinte, a existência de áreas da cidade com carência desses equipamentos urbanos, ocasiona dificuldades de acesso, fazendo com que a população seja obrigada a realizar longos deslocamentos a pé, ou mesmo, despender recursos com a locomoção residência-escola. Nesse

cenário, a cidade promove a amplificação da exclusão social ao não garantir o direito à cidade para toda a população, tal qual é descrito por Lefebvre (2002), contribuindo para a reprodução das desigualdades sociais.

Nessa concepção, diante do cenário atual de disposição da rede escolar da cidade de Montes Claros, MG, é possível otimizar a localização das escolas públicas municipais? Atualmente, qual é o perfil da população que possui escolas próximas? A localização dessas escolas está alinhada à concentração da população no espaço urbano? Os critérios adotados para a alocação dos alunos nas escolas favorecem o encurtamento da distância residência-escola? Qual a acessibilidade das áreas da cidade em relação às escolas? Com a localização otimizada, quais as melhorias para a acessibilidade da população de Montes Claros, MG?

Esta dissertação objetiva propor uma localização otimizada para as escolas públicas municipais da cidade de Montes Claros, MG, por meio de p-medianas com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas. De forma específica, objetiva caracterizar a cidade de Montes Claros, MG, em relação ao perfil demográfico, socioeconômico e geográfico da população residente, identificar a existência de desequilíbrios espaciais na localização das escolas públicas municipais, ao verificar a quantidade de vagas das escolas e a distribuição da população, os critérios para alocação dos alunos nas escolas disponíveis na rede, a acessibilidade dos moradores e, por fim, comparar a localização das escolas públicas municipais existentes na cidade com a nova localização gerada, com base na distância ‘aluno-escola’ pelo modelo de p-medianas.

A presente dissertação é desenvolvida em três capítulos, além da introdução e das considerações finais. A introdução apresenta o panorama contextual, o problema de pesquisa, a justificativa e os objetivos gerais e específicos.

O capítulo 1 traz a fundamentação teórica do trabalho, discutindo temas referentes a planejamento urbano, segregação socioespacial, distribuição espacial da rede escolar em áreas urbanas, modelos de localização de escolas, o problema das p-medianas na indicação de localização de instalações e uso da ferramenta SIG em estudos de alocação e localização.

O capítulo 2 apresenta a caracterização da pesquisa e a caracterização da área de estudos que corresponde à cidade de Montes Claros, MG. Além disso, apresenta o detalhamento dos dados que foram utilizados para a construção das análises de localização das escolas da rede municipal de ensino da cidade, bem como os procedimentos metodológicos, de maneira detalhada, que são adotados para entender a demanda por escolas na cidade, analisar a

localização das escolas e propor uma localização otimizada para as escolas da rede municipal de ensino.

O capítulo 3 diz respeito aos resultados das análises obtidas no estudo de caso realizado na cidade de Montes Claros. Nessa etapa, são apontadas as análises obtidas na classificação da população da cidade em relação ao perfil demográfico, socioeconômico e geográfico, caracterizando-a e demonstrando o resultado dessa classificação por meio de mapa. Em seguida, é analisado os desequilíbrios espaciais entre a localização das escolas estudadas e as demandas potenciais, além de representar em mapas a cobertura da rede escolar, com base em indicadores. Esse capítulo, conclui-se com a apresentação de uma localização otimizada para as escolas da rede pública municipal da área urbana de Montes Claros, gerada a partir da distância ‘aluno-escola’ pelo modelo de p-medianas, e esse modelo proposto é comparado com a localização das escolas públicas municipais existentes na cidade.

Por fim, expões as conclusões e sugestões de temas para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 1 - PLANEJAMENTO URBANO, LOCALIZAÇÃO DE ESCOLAS E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Considerações sobre planejamento urbano e provisão de equipamentos de educação**

O termo planejamento urbano é normalmente associado à expressão gestão urbana e urbanismo como sinônimos. No entanto, apesar de estarem relacionados ao estudo das cidades, são distintos e não devem ser tratados como correspondentes. O urbanismo, grosso modo, está ligado ao desenho da cidade, ou seja, às características físico-territoriais, tanto na escala dos espaços amplos, quanto na escala dos desenhos imobiliários. A gestão urbana relaciona-se ao presente, com a administração das situações inscritas no momento, de acordo com os recursos disponíveis no presente (DUARTE, 2009; SOUZA; RODRIGUES, 2004). Já o termo planejamento urbano é o mais amplo. Está relacionado ao médio e longo prazo, possui caráter interdisciplinar, o que abrange aspectos da sociologia, da economia, da geografia, da engenharia, do direito e da administração. Para além dessa discussão semântica, Duarte (2009, p. 26) entende que planejamento urbano “é o conjunto de medidas tomadas para que sejam atingidos os objetivos desejados, tendo em vista os recursos disponíveis e os fatores externos que podem influir nesse processo”.

Abarcando uma dimensão executiva e municipalista, o planejamento urbano:

estabelece as regras de ocupação do solo, define as principais estratégias e políticas do município e explicita restrições, as proibições e as limitações que deverão ser observadas para aumentar a qualidade de vida dos seus munícipes (REZENDE; CASTOR, 2006, p. 1).

Na perspectiva de Souza e Rodrigues (2004, p. 15), planejamento urbano corresponde a “uma atividade que remete sempre ao futuro. É uma forma de que os homens têm de tentar prever a evolução de um fenômeno ou de um processo, e, a partir desse conhecimento, procurar se precaver contra problemas, dificuldades, ou ainda, aproveitar melhor possíveis benefícios”.

Num viés inclusivo e fortalecendo o planejamento como uma ferramenta de garantia da voz e da participação da sociedade em seus anseios e demandas como moradores da cidade, Rolnik (1990, p. 1) aduz que “o planejamento, mais que um modelo de ‘boa cidade’, deve ser algo vivo, um local institucional onde sejam explicitadas as contradições e as diferenças resultantes dos vários agentes sociais. Todos devem conhecer e se apropriar do planejamento.”

Destarte, nota-se a pluralidade e a visão participativa e progressista imbuídas no conceito de planejamento urbano. Nessa perspectiva, Duarte (2009) estabelece quatro etapas para o planejamento urbano, quais sejam: diagnóstico, prognóstico, proposta e gestão. Ressalta-se que elas podem possuir variações de nomenclatura em diferentes autores e documentos, porém possuem conceitos semelhantes. No Quadro 1, pode-se entender a sequência e a definição de cada uma delas.

**Quadro 1 – Etapas do planejamento urbano**

<b>Etapa</b>	<b>Definição</b>
Diagnóstico	É a análise de uma situação, compondo um cenário da realidade existente.
Prognóstico	É a etapa de se projetar o futuro da cidade, considerando a situação atual.
Proposta	Parte do resultado de um processo de planejamento urbano e são elas que transformam um futuro previsível em um futuro possível.
Gestão	Consiste em viabilizar a realização do planejamento urbano de maneira eficaz e conforme o previsto.

Fonte: DUARTE (2009, p. 29-40).

Na fase de diagnóstico, Duarte (2009) salienta que o ponto de partida não deve ser diretamente a coleta de dados ou o levantamento imediato das informações, o questionamento “para quê?” importa que seja previamente respondido, de modo a se equacionar as bases analíticas que serão utilizadas. Tal concepção é válida para que não haja divergência entre as informações que serão colhidas e quais são as necessárias para o objetivo proposto.

De posse do diagnóstico e do certificado de que se conhece a cidade atual e a sua história, é necessário estudar como essa cidade se comportará no futuro se nada for feito. Esse movimento não pode ser entendido como futurologia ou “achismos”, mas, sim, uma tentativa de se antecipar a situações que há possibilidade de acontecer (DUARTE, 2009).

A fase de propostas pauta-se em, por exemplo, sugerir “obras de infraestrutura que sirvam ao desenvolvimento econômico de uma região ou a melhoria da qualidade de vida da população de um bairro, com tendências a crescer além do que a situação atual comportaria” (DUARTE, 2009, p 34). Essa etapa significa promover as ações que rompem com as previsões indesejadas ou potencializam as medidas atuais de promoção da qualidade da vida urbana.

No que tange à gestão, Duarte (2009) demonstra preocupação em virtude do caráter dinâmico da cidade, o que pode provocar a necessidade de readequações ou da agilidade da gestão urbana se valer de instrumentos que permitam readequar ações e projeções, mesmo em momentos imediatos a aprovações de planos ou metas. Dado isso, é imprescindível que os

componentes do corpo técnico estejam capacitados de modo a intervirem nesses casos, ouvindo a sociedade civil e balizando as ações em prol do desenvolvimento da cidade.

Duarte (2009), além de definir as etapas do planejamento urbano, analisa as principais dimensões que envolvem esse planejamento, como se observa no Quadro 2.

**Quadro 2 – Dimensões do planejamento urbano**

<b>Dimensão</b>	<b>Conceito</b>
Ambiental	Está relacionada aos processos ambientais e é um tema transversal que causa e sofre impacto direto em outras áreas. Com o aumento da poluição industrial, por exemplo, causa impacto na saúde. Já em se tratando do setor de transporte, sofre impacto direto devido a um possível desmatamento.
Econômica	A dimensão econômica do planejamento está ligada as possibilidades de a cidade gerar recursos financeiros de forma global, para, assim, poder implementar os projetos urbanos para toda a população, e, também, à criação de oportunidades a fim de que cada indivíduo tenha condições de gerar recursos pelo seu próprio trabalho.
Social	A dimensão social é aquela que trata do bem-estar de todos os cidadãos. Os serviços essenciais, como saúde e educação, são a base da dimensão social. Além disso, fazem parte o esporte, lazer, habitação, segurança, cultura, entre outros.
Infraestrutural	Trata das obras de serviços públicos e do fornecimento de água, esgoto, eletricidade, gás, etc. Essa dimensão é a base técnica da organização territorial do município, e fundamento para o funcionamento das outras dimensões. Nesse sentido, está ligada as obras, serviços públicos, infraestrutura e transportes do município.
Gerencial	Lida com a administração, o planejamento e a gestão dos órgãos públicos responsáveis pelo bom funcionamento do município. Nessa dimensão se inclui também as finanças, a comunicação a fazenda e o governo.
Territorial	É pouco espelhada na estrutura administrativa das prefeituras, porém apresenta relevante importância, uma vez que todos os aspectos das outras dimensões se efetivam no território urbano. E, para que tenham o melhor uso para a população à qual se destinam, é necessário que as ações estejam bem posicionadas na cidade. Nesse aspecto destaca-se a distribuição territorial dos equipamentos e serviços, a qual deve ser tratada no plano diretor.

Fonte: DUARTE (2009, p. 70-78).

Cumprir destacar que a temática planejamento urbano foi impulsionada no Brasil, ganhando espaço nos debates públicos e nas universidades, a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988. Nesse momento, que teve como marco a descentralização do poder central do Estado, os municípios adquirem autonomia e elevam seu grau de responsabilidade no cenário administrativo brasileiro.

Nessa perspectiva, a Constituição de 1988, nos artigos 182 e 183, trata da política urbana e, além de dotar o município como principal agente da condução dessa política, institui o plano diretor como instrumento básico e obrigatório para cidades acima de vinte mil habitantes no

desenvolvimento da política urbana e sedimenta que as propriedades urbanas devam cumprir sua função social, observadas as diretrizes do plano diretor. A saber:

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

§ 2º As propriedades urbanas cumprem sua função social quando atende as exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor. (BRASIL, 1988).

É sabido que o texto constitucional, apesar de se estabelecer como importante subsídio para a política urbana, carecia de especificações e diretrizes capazes de prever particularidades que envolvem a questão urbana, a gestão do território e diretrizes para a gestão urbana.

Nesse intuito, visando regulamentar os artigos 182 e 183 da Constituição e como resultado de discussões entre profissionais, políticos e setores da sociedade, em 2001, é sancionada a Lei 10.257, denominada de Estatuto das Cidades. Em seu primeiro parágrafo, é previsto que, para todos efeitos, o texto legal “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.”

No que se refere à distribuição de equipamentos urbanos, a exemplo das escolas, verifica-se que essa temática aparece no Estatuto das Cidades como uma das diretrizes, ressaltando que a “oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais”.

Além disso, a legislação traz o detalhamento do conteúdo em que deve constar do plano diretor, responsável por definir metas e diretrizes para a expansão urbana das cidades e o seu desenvolvimento nas dimensões econômica, ambiental, social, territorial e de infraestrutura. Nessa mesma linha de raciocínio, o plano diretor:

(...) corresponde a um conjunto de regras básicas de uso e ocupação do solo, que orientam e regulam a ação dos agentes sociais e econômicos sobre o território de todo o município. Seu objetivo é organizar o crescimento e o funcionamento do município como um todo, incluindo as áreas urbanas e rurais (SANTORO; CYMBALISTA, 2004, p. 1).

Ainda nessa perspectiva, ressalta-se a importância do planejamento municipal, por meio do plano diretor, de promover estudos e diagnóstico da realidade da população local, no intuito

de balizar as ações de alocação de elementos fundamentais para a estrutura urbana, como é o caso das escolas públicas:

Um plano que, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal (VILLAÇA, 1999, p. 238).

Na prática, conforme estudos apresentados por Dreux (2004), após analisar os planos diretores no Brasil, conclui que existe uma superficialidade em temas relacionados à implantação de instituições que visam atender às necessidades da população e, de modo geral, as deficiências nesses planos superam as eficiências.

Morais (2013), ao analisar o planejamento de distribuição e localização dos equipamentos urbanos no Brasil, conclui que, de maneira geral, essa é uma decisão realizada por prefeitos, amparadas por projetos pouco fundamentados, ou de solicitações da população avalizadas por vereadores, os quais entendem a solicitação como uma carência da região. Fato este que é ratificado por Neves (2015), que aponta que há ausência de critérios e parâmetros nos planos diretores para implantação de escolas no Brasil.

### **1.1.1 Legislação urbana e escolas públicas**

De forma incipiente, a legislação federal Lei Nº 6.766, de 1979, que versa sobre o parcelamento do solo urbano, posiciona-se quanto a distribuição de escolas públicas. Ressalta-se que essa é a primeira legislação urbana em nível federal a versar sobre o parcelamento do solo urbano e que, mesmo colocando Estados, Municípios e Distrito Federal sob um mesmo termo básico de conduta para gerir o loteamento ou desmembramento da terra urbana, estipulando inúmeras diretrizes relativas ao parcelamento do solo, a legislação concede direito aos entes federativos estaduais e municipais de estabelecerem normas complementares, no intuito de que as particularidades e especificidades regionais e locais sejam tratadas de maneira direcionadas.

Em seu artigo 4º, essa lei aduz que os loteamentos devem atender ao seguinte requisito: “As áreas destinadas a sistema de circulação, a implantação de equipamentos urbano e comunitário, bem como os espaços livres, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista

pela gleba”. No parágrafo primeiro desse mesmo artigo, a lei assegura que a porcentagem de áreas públicas supracitadas não poderá ser inferior a 35% da gleba.

Em 1999, no entanto, ocorre alteração na Lei Nº 6.766, que retirou a obrigatoriedade de obedecer a esse limite mínimo de 35% da gleba para áreas públicas.

O instrumento legal que promoveu essa alteração é a Lei Nº 9.785, que passa a trazer a seguinte redação, no art. 4º, parágrafo 1º: “A legislação municipal definirá, para cada zona em que se divida o território do Município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo”.

Nesse sentido, a responsabilidade de estabelecer a porcentagem da terra loteada a ser destinada para fins públicos, o que inclui áreas a serem disponibilizadas para a construção de equipamentos urbanos de educação do município, é da gestão municipal.

Além disso, consoante o Estatuto das Cidades, art. 2º e inciso V, é de responsabilidade da gestão municipal promover a “oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais”. Isso implica a primazia de se pensar como distribuir e onde alocar os equipamentos urbanos de educação de acordo com necessidades da população, por exemplo, demanda e acessibilidade.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN, Nº 9394, a competência do município é prioritariamente ofertar a educação infantil e o ensino fundamental, e esta é compartilhada com os estados. Salienta-se que a educação infantil será ofertada em creches, para crianças de até 3 anos de idade e em pré-escolas, para crianças de 4 a 5 anos de idade. O ensino fundamental, inicia-se aos 6 anos de idade e tem duração de 9 anos. Diante disso, o município só poderá ofertar ensino médio ou superior quando as necessidades de sua área de competência estiverem plenamente atendidas, conforme expresso na LDBEN.

No município de Montes Claros, a Lei Nº 3.720, de maio de 2007, dispõe sobre o parcelamento e loteamentos fechados na cidade de Montes Claros:

Art. 21 – Para as áreas públicas dos loteamentos, ficam estabelecidos os seguintes critérios mínimos para seu dimensionamento, observando o que determina o § 1º do Art. 4º, da Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 e a Lei 9.785 de 29 de janeiro de 1999:

I – Sistema viário (avenidas, ruas, etc.) mínimo de 22,5% (vinte e dois e meio por cento) da área total;

II – Espaços livres (áreas verdes e áreas de lazer) mínimo de 7,5% (sete e meio por cento) da área total;

III – Áreas de uso institucional (destinadas a equipamentos da administração pública, saúde, educação, cultura, etc.) mínimo de 5,0% (cinco por cento) da área total.

Conforme se observa na legislação, há especificação da porcentagem da área mínima reservada para finalidades públicas nos loteamentos. Não obstante, é ausente do texto legal o detalhamento quanto ao uso dessa área para implantação de escolas públicas. Não são especificados os índices urbanísticos para a implantação, nem os critérios de demandas, nem os parâmetros de distribuição no município.

As legislações municipais de Montes Claro, desde a formulação do plano diretor, em 2001, são expressamente favoráveis à garantia de acesso e à distribuição de equipamentos urbanos e de infraestrutura urbana na cidade. A revisão desse plano, por meio da Lei Complementar Nº. 53, de 1 de dezembro de 2016, versa em seu Capítulo II e artigo 6º sobre as funções sociais da propriedade e destaca que as propriedades urbana ou rural, pública ou privada, devem cumprir sua função social e garantir a população o acesso aos serviços públicos essenciais e aos equipamentos urbanos e comunitários.

A Lei Orgânica do município (2002) de Montes Claros, no seu artigo 226, assevera:

O pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e a garantia do bem-estar de sua população, Objetivos da política urbana executada pelo Poder Público, serão assegurados mediante:

- I – formulação e execução do planejamento urbano;
- II – cumprimento da função social da propriedade;
- III – distribuição especial adequada da população, das atividades sócio-econômicas, da infra-estrutura básica, dos equipamentos urbanos e comunitários;
- IV – participação comunitária no planejamento e controle da execução dos programas que lhes forem pertinentes.

Apesar desse parecer favorável à garantia de acesso e distribuição de equipamentos urbanos, não há no Plano Diretor nem em legislação especial critérios específicos quanto a forma com que o poder público municipal deve distribuir, nem selecionar os locais de instalação dos equipamentos urbanos, em especial, de educação no município.

### **1.1.2 Segregação espacial, representação e direito a educação**

A separação dos lugares, seu uso e funções na cidade, a diferenciação do acesso a moradia, a separação do cidadão quanto aos aspectos socioeconômicos e a concentração da riqueza, poder, infraestrutura, de acordo com Lefebvre (2001), são elementos que configuram a segregação. De acordo com o autor, a industrialização das cidades é o momento em que se

aflora essas separações socioespaciais, em função do rápido crescimento dos centros urbanos pautados, sobretudo, pela mercantilização do espaço. Nota-se que na industrialização houve a implosão dos centros urbanos, isto é, o crescimento da cidade no plano vertical e a explosão das cidades, correspondendo ao crescimento no plano horizontal por meio do aumento do perímetro urbano e do espraiamento, acompanhado da fragmentação do espaço, com a lógica do capital, da mercantilização da terra e do valor de troca prevalecendo sobre o valor de uso.

David Harvey, em *A Justiça Social e a Cidade* (1980), analisa a segregação como a diferenciação residencial segundo grupos, ressaltando que os espaços habitados por aqueles que possuem maior renda são estruturados com facilidades para com a vida urbana, por exemplo: áreas verdes, serviços educacionais de qualidade, água e esgoto, ao contrário dos bairros com população de baixa renda. Assim, os recursos que favorecem a obtenção de ascensão social são limitados, contribuindo para a reprodução e a permanência da diferenciação social das áreas da cidade. Na óptica do sistema educacional, por exemplo, essa segregação configurada no espaço induz que um bairro de classe operária seja “reproduzido” na próxima geração.

Bourdieu (1997) destaca que a desigualdades provenientes da distribuição dos atores sociais e a distribuição de bens e serviços no espaço são responsáveis por precificar de maneira heterogênea as regiões do espaço físico das cidades. Destaca-se que essa distinção resulta na separação do território urbano em grupos homogêneos, forçando a segregação da população desprovida de capital em locais de vulnerabilidade social, carente de infraestrutura e de equipamentos urbanos, em especial, daqueles relacionados à educação (BOURDIEU, 1997).

Nesse aspecto, de acordo com Corrêa (2013), é possível estruturar duas questões centrais quanto à segregação. A primeira diz respeito à diferenciação do acesso aos recursos presentes no território urbano ser diretamente, relacionada com a escassez. Ou seja, a medida que diminui a oferta de determinado bem ou serviço, torna-se ainda mais complexa a diferenciação para acessá-lo. Nesses casos, esses recursos tendem a ser encontrados nas regiões com população abastada que, além de poder econômico, possuem poder político para moldar condições favoráveis de existência e reprodução. Outro ponto é a presença no território urbano de unidades espaciais que corroboram para a interação social homogênea, onde se ratificam a reprodução de valores, hábitos e representações que distanciam ainda mais os diferentes grupos sociais (CORRÊA, 2013).

Do ponto de vista educacional, essa segregação espacial, para além da carência de equipamentos urbanos de educação, provoca uma série de impactos qualitativos quando se analisa o nível de aprendizado dos alunos nas instituições de ensino. Vale destacar que as

pesquisas que verificaram as características do bairro que influenciam a trajetória educativa e os fatores que se estabelecem nessa relação observaram que há maiores taxas de abandono em bairros classificados como pobres e com outras vulnerabilidades sociais (KASARDA, 1993).

Outro aspecto evidenciado é o impacto dos bairros pobres na socialização dos seus habitantes, em especial crianças e jovens. A justificativa perpassa a ideia de que o isolamento produzido pela segregação das populações pobres distancia-os de determinadas relações sociais e de informações mais atualizadas (BATISTA; ÉRNICA, 2012).

Retomando a perspectiva de Lefebvre (2001), a segregação produz ainda impacto na mobilidade urbana, uma vez que a cidade se produz separando o lugar de moradia dos locais de trabalho, serviço e lazer, obrigando a população a fazer longos deslocamentos o que impacta no tempo quanto no custo do deslocamento. Nesse cenário, as escolas públicas, especialmente as de ensino fundamental, são afetadas, implicando dizer que, caso não haja distribuição espacial adequada dessas instalações, ou os alunos deverão arcar com o custo do deslocamento ou gastar mais tempo, precisando percorrer longas distâncias. Portanto, dado o público dessas escolas ser de famílias de baixa renda e não ter possibilidade de arcar com o custo do transporte público por ônibus, muitas crianças são obrigadas a percorrer longas distâncias a pé para chegar à escola (CUNHA NETA, 2015).

Na ausência de planejamento para localização de escolas, deixando a distribuição a cargo de representação política pode implicar numa rede escolar ainda mais desigual do ponto de vista da espacialização. Em estudos realizados na Finlândia por Rönkkö e Herneoja (2021), demonstram que a representação política está diretamente relacionada com a distribuição espacial de equipamentos públicos naquele país, de modo que, em bairros onde não há representantes políticos residindo, existe menor parcela de serviços públicos sendo ofertados. Além disso, a probabilidade de se fechar uma escola de ensino fundamental é maior em locais onde não há representante político.

Após estudos sobre a localização de escolas públicas e analisando esse cenário da ausência de planejamento, aliado às intervenções políticas na decisão de implantação de escolas, Pizzolato e Silva (1993) concluíram que:

há comunidades que não conseguem ser ouvidas e sequer se expressam, tendendo a serem completamente ignoradas; no entanto há outras que, por incorreta avaliação das relações espaciais, podem ser generosamente atendidas, pleiteando escolas que virão a ter capacidades ociosas (p. 4).

Nesse aspecto, observa-se que a ausência de regulamentação aprofunda as desigualdades espaciais no que tange à localização de escolas públicas, na medida que essa alocação seja baseada apenas em reivindicação popular e na necessidade de representação política.

A temática “distribuição de equipamentos urbanos de educação” articula intimamente com um direito proeminente garantido pela Carta Magna do Brasil, qual seja: o direito à educação. Nesse aspecto, discutir planejamento na distribuição dos equipamentos de educação está imbricado com a garantia da universalização da educação, no dever do Estado de ofertar educação e, por conseguinte, no direito de acesso à educação para todos.

Essa concepção advém do art. 205 da Constituição da República de 1988, a qual cumpre ressaltar: “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Pormenorizando, o termo “direito” estabelece uma relação de um sujeito, titular, ao cumprimento de uma obrigação, ao passo que impõe ainda o dever de outrem na satisfação de tal direito. Ou seja, a relação direito / dever perante a educação posiciona o Estado como sujeito ativo da obrigação por imposição legal e o cidadão como destinatário dessa prestação (CURY, 2011).

## **1.2 Aspectos gerais sobre localização de escolas**

As principais variáveis que norteiam a decisão para localização de escolas é a demanda escolar e a cobertura. A demanda pode ser caracterizada como a quantidade de pessoas com idade de escolarização, a qual pode variar em função dos fatores demográficos, dinâmica de estruturação urbana, atuação do poder público, de possíveis investimentos indutores de crescimento e situação econômica da população. Os aspectos demográficos interferem na demanda em virtude de alterações na taxa de natalidade, de mortalidade e migrações. Já a dinâmica de estruturação urbana se relaciona aos movimentos intraurbanos, por exemplo, no que se refere ao deslocamento das populações de baixa renda para longe da área central (ARANTES, 2001).

Ainda em relação à demanda, a atuação do poder público se insere nesse contexto ao modificar a forma urbana com a implantação de novos condomínios, loteamentos, conjuntos habitacionais, alteração no perímetro urbano, o que fomenta o crescimento populacional nessas regiões e, conseqüentemente, alterações na distribuição da população (ARANTES, 2001).

Por último, a situação econômica da população interfere na demanda escolar quando se constata que a relação entre a renda das famílias e a opção pela escola pública ou privada para a matrícula do aluno. Via de regra, as famílias de baixa renda optam pelo ensino público, uma vez que o financiamento do ensino privado sobrecarrega o orçamento familiar (ARANTES, 2001).

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad) de 2019, divulgada pelo IBGE em 2020, no Brasil, as escolas públicas apresentam grande demanda, e a rede pública atendida, até 2019, 74,7% dos alunos da creche e pré-escola e 82% dos estudantes do ensino fundamental regular.

Analisando a influência da cobertura, percebe-se que ela pode ser compreendida pela perspectiva quantitativa e abrangência global, isto é, qual a população que está sendo atendida em relação ao número de vagas. Nesse aspecto, observa-se a quantidade de matrículas existentes em relação ao público estimado. Além disso, a cobertura pode ser caracterizada pela óptica espacial, que leva em consideração a abrangência da escola em termos de oferta de vagas à população residente em determinadas áreas, permitindo observar a existência de áreas subatendidas e áreas superatendidas (ARANTES, 2001).

No que tange à cobertura, a definição de critérios para matrícula dos alunos nas escolas disponíveis é algo que impacta diretamente no aspecto espacial da cobertura. Percebe-se que no Brasil há convergência para adoção do critério proximidade residência-escola como principal parâmetro para alocar o aluno. Esse critério torna-se ainda mais prático quando se observa uniformidade entre as escolas que compõem a rede, o que facilita a alocação dos estudantes, conforme observam Souza e Martins (2018) ao explorarem os microdados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP). As autoras levantaram as respostas de 34.502 diretores de escolas municipais de educação sobre qual o critério para a admissão dos alunos na escola. As alternativas para essa questão eram: prova de seleção, sorteio, local de moradia, prioridade por ordem de chegada ou outro critério. Cerca de 1,25% dos diretores informaram que fizeram a triagem dos alunos com base na aplicação de provas. Um total de 0,4% dos diretores informaram que adotaram o sorteio, demonstrando que a escola não impõe nenhum critério para a seleção dos alunos. Em torno de 26,3% deles responderam que respeitam a ordem de chegada para efetivação da matrícula. Com maior percentual, 41,35% dos diretores informaram que utilizam o local de moradia do aluno como principal critério para efetivação da matrícula. Por fim, cerca de 30% dos diretores relataram que utilizam outro critério e, nesse caso, não é possível fazer inferência do tipo de critério que a escola utilizava,

visto que não havia nenhum campo para especificar qual critério era utilizado, se era único ou se reunia mais de uma especificação para a efetivação da matrícula do aluno (SOUZA; MARTINS, 2018).

Países mais avançados, como Alemanha e Inglaterra, adotam critérios distintos. Na Alemanha, por exemplo, os alunos são livres para escolher em qual escola secundária vão estudar, tendo como restrição apenas a capacidade máxima da escola, ou seja, caso não tenha atendido à capacidade máxima da escola, todos os alunos poderão ser matriculados, independentemente do seu local de moradia na cidade (HAASE; MÜLLER, 2013).

Na Inglaterra, os pais nomeiam entre três e seis opções de escolas, em ordem de preferência no formulário disponibilizado no distrito onde residem. Com base nisso, a prioridade de admissão é dada aos alunos com declaração de necessidade educativa especial, crianças atendidas pelo Estado, autoridade local, e crianças com irmãos que já frequentam a escola. Após isso, a prioridade é usualmente direcionada pela proximidade do endereço de residência do aluno e a escola. Vale salientar que, no país, algumas escolas têm critérios específicos para admissão, por exemplo, a comprovação de religiosidade, em situações de alunos que direcionam a escola baseados na religião (BURGESS *et al.*, 2015).

### **1.2.1 Rede escolar e indicadores de distribuição espacial**

A tarefa de definir a localização ou estabelecer diretrizes para a distribuição de escolas se configura como um desafio para as cidades. Torres (2006) destaca que as instalações públicas, a exemplo de escolas e creches, têm caráter distributivo e, na lógica de implantação, diversos fatores devem ser analisados, por exemplo, o perfil socioeconômico e os aspectos relacionados à localização do público-alvo, locais com demanda potencial não atendida e / ou com escolas superlotadas.

A análise dessas variáveis, como subsídio para se planejar a localização da rede escolar, torna-se ainda mais complexa em cidades onde se concentram população e extensão territorial maiores. Torres (2005) ressalta que

Em áreas urbanas de pequeno porte, os gestores locais têm condições de inspecionar pessoalmente cada escola, bem como podem conversar com a população local, tendo capacidade de identificar facilmente as situações de pressão da demanda. No entanto, este problema torna-se muito mais complexo nas grandes áreas urbanas, uma vez que tal gestão pode envolver milhares de escolas, bem como nas áreas urbanas em permanente expansão (p.10).

Constata-se que, no Brasil, não há definição de metodologia ou parâmetros para distribuir as escolas no território nacional. No Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014, que corresponde ao conjunto de diretrizes, metas e estratégias para a política educacional, é validado como meta a universalização do atendimento escolar, porém não discorre sobre os critérios para a localização das escolas.

Na prática, a decisão pela localização das escolas públicas fica a cargo da gestão municipal. Nessa esfera, os gestores contam com o Censo Escolar, caracterizado por ser o principal instrumento de coleta de informações da educação básica, que coleta dados sobre os estabelecimentos de ensino, gestores, turmas, alunos e profissionais em sala de aula, além de informações sobre o movimento e o rendimento dos alunos (INEP, 2021). Nesse aspecto, o censo torna-se uma ferramenta de balizamento para se fazer levantamento de informações para instalação ou ampliação da rede escolar.

Considerando esse cenário de ausência de parâmetros e de metodologias para a alocação de escolas, diversos autores propuseram indicadores para auxiliar na alocação de instituições de ensino. Embutido nas sugestões desses pesquisadores, observa-se que há como principal intento a perspectiva de reduzir as distâncias entre as escolas e as moradias dos estudantes.

Em se tratando de escolas de ensino infantil e de ensino fundamental, as quais atendem aos estudantes com idade entre 0 a 5 anos e 6 a 14 anos, respectivamente, o público é composto majoritariamente por crianças. Nesse sentido, o trajeto casa-escola necessita que haja um acompanhante e, dependendo da distância a ser percorrida, o deslocamento exigirá o uso de transporte motorizado individual ou coletivo.

Nessa perspectiva, Campos Filho (2003) recomenda que a máxima distância de caminhada até uma instituição pública, por exemplo, de educação, para que o deslocamento seja de maneira confortável, é de 800 m. Essa distância é sugerida por representar um desejo da população, sobretudo de baixa e média renda, quando se trata de acessibilidade a equipamentos públicos, já que permite melhor interação entre o serviço público e a comunidade, resultando na melhoria da qualidade no atendimento (CAMPOS FILHO, 2003).

Para Gouvêa (2008), o raio de abrangência máximo para escolas de educação infantil é de 300 m, enquanto para escolas de ensino fundamental essa dimensão não deve ultrapassar 1.500 m. Sendo mais rigoroso em seu critério, Guimarães (2004) aduz que o raio de abrangência máximo para escolas de ensino fundamental deve ter limite de 800 m.

Ainda no tocante à indicação de índices que norteiam a localização, Batista *et al.* (2011) e Oliveira (2007) realizaram estudos de caso no município de Florianópolis, SC, e Canoas, RS,

respectivamente, utilizando indicadores de Brau, Mercê e Tarrago (1980), conforme a Tabela 1, os quais estabelecem hierarquia para a qualidade do serviço de educação com base na distância aluno-escola. Nos estudos, constatou-se que a metodologia utilizada se constitui num importante instrumento para indicação de áreas com sobrecarga ou que têm carência do serviço.

**Tabela 1- Qualificação das distâncias aos serviços educacionais (distância em metros)**

<b>Acessibilidade</b>	<b>Educação Infantil</b>	<b>Ensino Fundamental</b>	<b>Ensino Médio</b>
Excelente	Menos de 250	Menos de 250	Menos de 250
Ótima	250 – 500	250 – 500	500 – 1.000
Regular	500 -750	500 -750	1.000 – 2.000
Baixa	750 – 1.000	750 – 1.000	2.000 – 3.000
<b>Péssima</b>	Acima de 1.000	Acima de 1.000	Acima de 3.000

Fonte: BRAU, MERCÊ E TARRAGO (1980).

De acordo com a Tabela 1, a qualificação da distância da residência até as escolas de educação infantil e ensino fundamental seguem o mesmo critério, sendo classificadas com acessibilidade excelente as escolas em que o público-alvo esteja até 250 m de distância. Para distâncias entre 250 m e 500 m, essa classificação é ótima; e, entre 500 m e 750 m, a acessibilidade é considerada regular. Já no intervalo de 750 m a 1.000 m, a acessibilidade é baixa; e, acima de 1.000 m, é caracterizada como péssima.

### **1.3 Panorama sobre modelos de localização de escolas**

Para além dos indicadores, os problemas de localização podem ser estruturados por meio de modelos matemáticos, conhecidos como problemas de localização de instalações, que podem ser uma escola, posto de saúde, hospital, ou qualquer outro equipamento urbano, público ou privado. Para Mapa e Lima (2012) as

aplicações de problemas de localização de instalações ocorrem nos setores privado e público, com o objetivo de estar o mais próximo possível da demanda, com o intuito de reduzir custos em transportes, maximizar a área de cobertura, aumentar o nível de acessibilidade da demanda ou reduzir ao máximo os custos com instalações, seja pela escolha de uma localização devido ao custo financeiro, ou pela quantidade de instalações a serem estabelecidas (MAPA; LIMA, 2012, p. 121).

Esses problemas de localização de instalações também podem ser denominados de localização-alocação, visto que, além da decisão de “onde” se fixar uma instalação, deve-se

definir, entre as instalações existentes, em qual delas as demandas devem ser destinadas (LORENA *et al.*, 2001).

Para tanto, de acordo com Maller e Gandolpho (2014) e Menezes (2010), a metodologia mais aplicável no estudo de localização de equipamentos urbanos, de maneira geral, é o modelo das  $p$ -medianas.

A localização de  $p$ -medianas é considerada um problema clássico de otimização combinatória e consiste em localizar  $p$  instalações (medianas) de um dado serviço. As posições dessas instalações podem ocorrer em  $n$  possíveis locais, que correspondem ao ponto de localização da demanda do sistema, com  $n > p$ , de modo a minimizar a soma das distâncias de cada ponto até sua mediana mais próxima (MALLER; GANDOLPHO, 2014, p. 110).

O modelo de  $p$ -medianas foi utilizado por Silva *et al.* (2021) para identificar os melhores locais para a instalação de Institutos Federais no estado de Santa Catarina, de maneira a minimizar os custos com transportes. No estudo, são considerados três cenários de demandas como fatores determinantes para modelar a localização das instituições. No primeiro, a localização é definida com base na distribuição populacional; o segundo toma como referência o número de alunos formando-se no ensino fundamental mais os alunos formando-se no ensino médio; e, no terceiro, leva-se em consideração a quantidade de analfabetos presentes no estado.

Barcelos *et al.* (2004), após identificar regiões onde havia excesso e escassez de vagas na cidade de Vitória, no estado do Espírito Santo, propõem com as  $p$ -medianas uma realocação para as escolas públicas do ensino fundamental. Utilizando dados da população com idade escolar, em nível dos setores censitários do IBGE, é indicada a localização ideal do número  $n$  de escolas presentes na cidade, implicando que em regiões mais adensadas haverá maior atração por escolas. Ademais, é apresentada uma proposta de localização utilizando também a demanda por alunos com idade escolar para o ensino fundamental. No entanto, a capacidade das  $n$  escolas são limitadas, de modo que todas comportem a mesma quantidade de alunos.

Ainda na perspectiva da aplicação das  $p$ -medianas, Menezes e Pizzolato (2014), considerando o forte crescimento populacional da região de Guaratiba, no estado do Rio de Janeiro, para 2015 e 2020, propuseram um planejamento locacional das escolas da rede pública, no intuito de minimizar o deslocamento aluno-escola. Em primeiro momento, as escolas, com capacidade máxima definida para 1.300 alunos, são alocadas com base na população escolar estimada. Em segundo momento, as escolas são localizadas de modo a se ter a cobertura máxima possível, considerando uma distância máxima de deslocamento aluno-escola de 1.500 m.

Nesse sentido, com objetivo de estudar, analisar e propor soluções para a localização de escolas públicas, utilizando o problema das  $p$ -medianas, diversos outros autores apresentaram trabalhos nessa linha, quais sejam: Teixeira *et al.* (2007), Teixeira e Antunes (2008), Pizzolato *et al.* (2004), Menezes (2010), Ndiaye *et al.* (2012), Maller e Gandolpho (2014), Bruno *et al.* (2014), Ndulumba (2018). Em suma, caracterizam a utilização do modelo das  $p$ -medianas na detecção do melhor local para a localização de instituições de ensino em função das demandas.

### 1.3.1 O problema das $p$ -medianas

Para uma rede de  $p$  instalações e  $n$  vértices (possíveis locais para localização das instalações), onde  $N = (1, 2, \dots, n)$  atribui-se uma matriz simétrica entre esses vértices, matriz de custo (ou distâncias)  $[D]_{ij}$  e uma matriz de alocação  $[X]_{ij}$ . Sendo que a demanda, importância ou peso do vértice  $i$  é representado por  $a_i$ . Dado isso, a partir da matriz  $[X]_{ij}$ , se  $x_{ij}=1$ , conclui-se que em  $j$  existe uma instalação alocada, caso contrário  $x_{ij} = 0$ . Além disso, se  $j$  é alocado à mediana  $i$ ,  $x_{ij}=1$ , caso contrário,  $x_{ij}=0$ .

$$\text{MIN} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; j \in N \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jj} = p \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq x_{jj}; i, j \in N \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}; i, j \in N \quad (5)$$

A função objetivo (1) traduz a minimização do custo ou distância ponderada (produto da demanda  $a_i$  e distância  $d_{ij}$  entre os clientes e as instalações). A restrição (2) garante que, em cada cliente  $j$ , seja alocado somente a uma instalação  $i$ . A restrição (3) atesta que apenas o número  $p$  de instalações sejam abertas. As restrições (4) impõem que um cliente é atendido

somente em locais em que haja a presença de uma mediana com uma instalação. As restrições (5) garantem que as variáveis são binárias, isto é, assumem valor igual a zero ou um.

#### 1.4 Os sistemas de informações geográficas

Os Sistemas de Informações Geográficas têm sido utilizados por diversas ciências como ferramenta de auxílio para tomada de decisões, haja vista sua capacidade de processar dados e apresentá-los espacialmente por meio de imagens e representações cartográficas.

Para a Esri (2021), esses sistemas podem ser entendidos como uma estrutura de organização, comunicação e compreensão do nosso mundo com fundamentação na ciência da geografia que possibilita visualizar, questionar, analisar e interpretar dados para compreender relações, padrões e tendências, tornando uma ferramenta útil aos utilizadores à medida que os auxiliam na tomada de decisões inteligentes.

Conforme SILVA *et al.* (2016), as funções do SIG resumem-se em capturar e recolher, armazenar, pesquisar elementos por suas características, analisar e visualizar dados espaciais e gerar um produto final, como mapas, imagens e relatórios, ou seja, uma representação de uma informação geográfica. Nessa perspectiva, observa-se que os dados espaciais têm protagonismo no SIG, caracterizando-se por agregarem localização, representada por suas coordenadas, na qual se pode adicionar uma informação de natureza não espacial, os atributos.

Para Ferrari (1997), o SIG pode ser usado em nível operacional, que são aquelas atividades do dia a dia de uma organização, que são imprescindíveis ao seu funcionamento, em nível gerencial, que são decisões de caráter tático, por exemplo, decidir qual a melhor localização para uma nova filial ou, para um setor governamental, decidir qual a região mais carente de um determinado serviço público. E, por último, em nível estratégico, que são aquelas atividades que contribuem diretamente para o cumprimento dos objetivos fundamentais da organização.

Entre os níveis de usos descritos, destaca-se o nível gerencial, consoante com isso, Ferrari (1997) apresenta as seguintes aplicações:

- suporte ao gerenciamento de redes de lojas ou franquias: análise espacial de demanda (consumidores, nível de renda, rede atual, concorrentes) e auxílio a decisões táticas (qual o melhor local para uma nova filial?);

- suporte ao planejamento e gerenciamento de equipamentos e serviços públicos: monitorar a demanda (demografia), a qualidade dos serviços atuais, e auxiliar o projeto de novos equipamentos;

- auxílio à elaboração e ao monitoramento de políticas de desenvolvimento: análise demográfica, análise fiscal, definição da política de uso e ocupação do solo, política fiscal e de incentivos, suporte à visualização de informações e a discussões entre técnicos e políticos;

- identificação da distribuição espacial de doenças, crimes ou acidentes de trânsito.

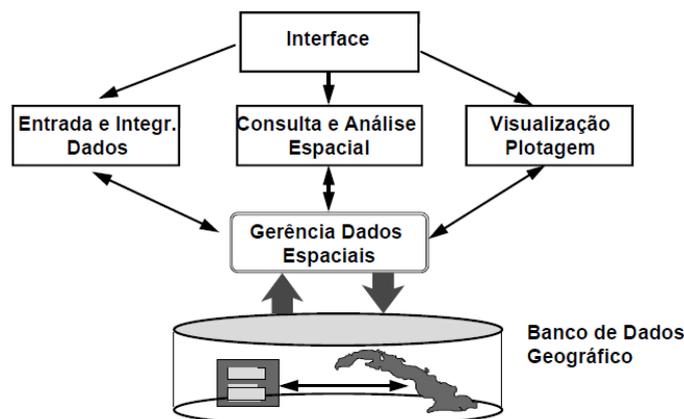
Ratificando a ideia do uso do SIG como ferramenta de auxílio para definir melhores locais para instalação de serviços, Yeh e Chow (1996) enfatizam que, quando se combina análise espacial, funções de visualização de SIG e modelos de locação-alocação, tem-se uma ferramenta de relevante apoio para tomar decisão de implantação de instalações públicas.

Fitz (2008) aponta que as “Ações vinculadas ao planejamento, à gestão, ao monitoramento, ao manejo, à caracterização de espaços urbanos ou rurais certamente serão melhor trabalhadas com o auxílio de um SIG”.

Desse modo, percebe-se os benefícios do SIG para planejamento da localização de instalações de serviços, tendo em vista a racionalização e otimização na alocação da demanda dessas instalações.

No que diz respeito ao modo de funcionamento dos SIGs, a Figura 1 apresenta a estrutura do mecanismo por trás dessa ferramenta, que é composto por interface, entrada e integração de dados, consulta e análise espacial, visualização e plotagem, gerência de dados espaciais e banco de dados geográficos.

**Figura 1 - Estrutura geral de Sistema de Informação Geográfica**



Fonte: CÂMERA E QUEIROZ (2001).

A interface com o usuário define como o sistema é operado e controlado. Em nível intermediário, o SIG possui mecanismos de processamento de dados espaciais, quais sejam: entrada, edição, análise, visualização e saída. No nível mais interno do sistema, é alocado um sistema de gerência de banco de dados geográficos que disponibiliza armazenamento e recuperação dos dados espaciais.

#### 1.4.1 SIG TransCAD para localização de facilidades

O TransCAD é um Sistema de Informação Geográfica que permite criar e personalizar mapas, construir e manter conjunto de dados geográficos com propriedade para se efetuar diversas análises espaciais. Por possuir, além dessas funções comuns aos SIGs, o TransCAD apresenta um conjunto de ferramentas capaz de solucionar problemas de demanda e logística ligado a área de transportes.

Diante disso, o *software* é considerado um (SIG-T), ou seja, Sistema de Informação Geográfica para planejamento de Transporte, o que permite realizar análises de localização de facilidades. A ferramenta que possibilita essas análises é denominada de *facility location*, a qual auxilia na decisão de onde se alocar um determinado número de estabelecimentos de forma mais eficiente, considerando, sobretudo, a localização dos usuários desses estabelecimentos no intuito de aprimorar a interação entre o usuário e o estabelecimento.

Nesse aspecto, a ferramenta possibilita a localização para atender à demanda de forma mais eficiente: de escolas, hospitais, bibliotecas e centros de serviços de respostas e emergências, por exemplo, corpo de bombeiros e centro policial, no intuito de fornecer serviços de qualidade a comunidade com baixo custo. Para tanto, modelam matematicamente a distância e o tempo que o usuário gasta para acessar o estabelecimento e dá solução ao questionamento: onde  $p$  estabelecimentos devem ser alocados para que o maior número de pessoas da comunidade possa ser alcançado em determinado tempo e distância limite?

Para se obter resposta, o *software* utiliza de metodologias distintas, as quais consideram as especificidades de cada estabelecimento. Em suma, o problema de localização de facilidades pode ser solucionado com os objetivos:

- minimizar o custo médio de serviço: busca reduzir o custo total do serviço prestado aos clientes, ou seja, objetiva minimizar a distância geral que o público precisa percorrer para chegar à facilidade, por exemplo. Salienta-se que é possível delimitar um raio de atuação para o equipamento de modo que os usuários alocados estarão presentes numa área delimitada. Além

disso, é possível determinar o número de facilidades a serem abertas ou facultar ao *software* que indique quantidade, sendo necessário, nesse caso, que se aponte o nível de serviço que se deseja;

- minimizar o custo mais alto de serviço: oferece o melhor serviço possível ao cliente mais distante do conjunto de facilidades, sendo muito utilizada para serviços de emergência;

- maximizar o custo mais baixo de serviço: ao determinar a quantidade de instalações a serem encontradas, é definida a localização de modo que estejam o mais afastado do cliente mais próximo, e é frequentemente aplicada para definir a localização geográfica de instalações indesejadas no espaço urbano, por exemplo, aterros sanitários;

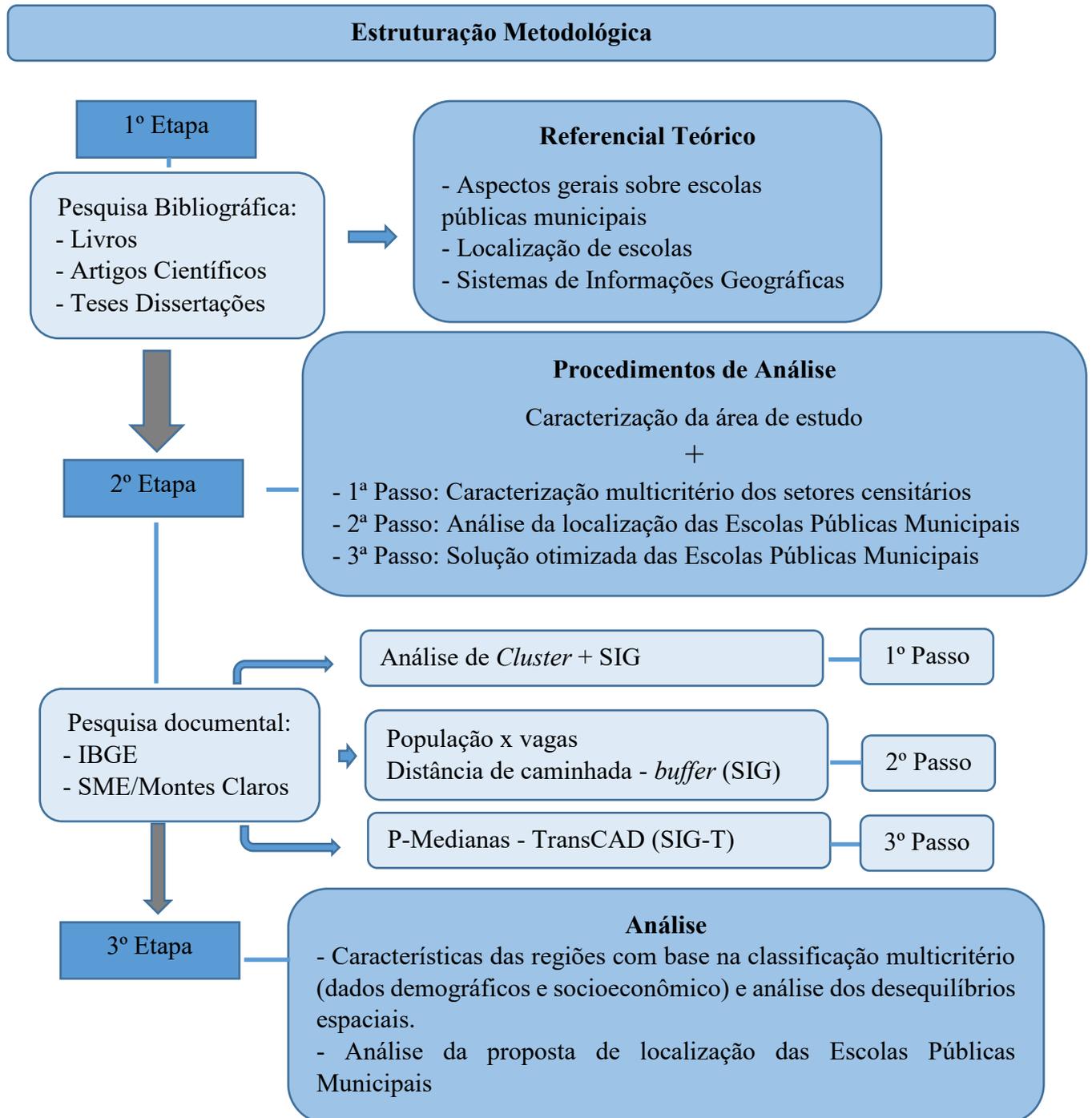
- maximizar o lucro: busca minimizar os custos associados a localização de novas facilidades e maximizar os lucros decorrentes do atendimento aos clientes, sendo utilizados em problemas que envolvem a decisão de localização de empresas.

Entre os objetivos relacionados, destaca-se o de minimizar o custo médio de serviço, por ser utilizado para modelar a localização de equipamentos públicos, visto que, quando não delimitada a área de influência, favorece a distribuição equitativa desses equipamentos na cidade. Nesse trabalho, ao utilizar a ferramenta *facility location* optou-se por utilizar a função “minimizar o custo médio de serviço”, que faz uso do modelo de localização das p-mediana.

## CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

O estudo desenvolvido foi estruturado em quatro etapas metodológicas, as quais estão representadas no fluxograma apresentado pela Figura 2 a seguir.

**Figura 2 - Fluxograma metodológico**

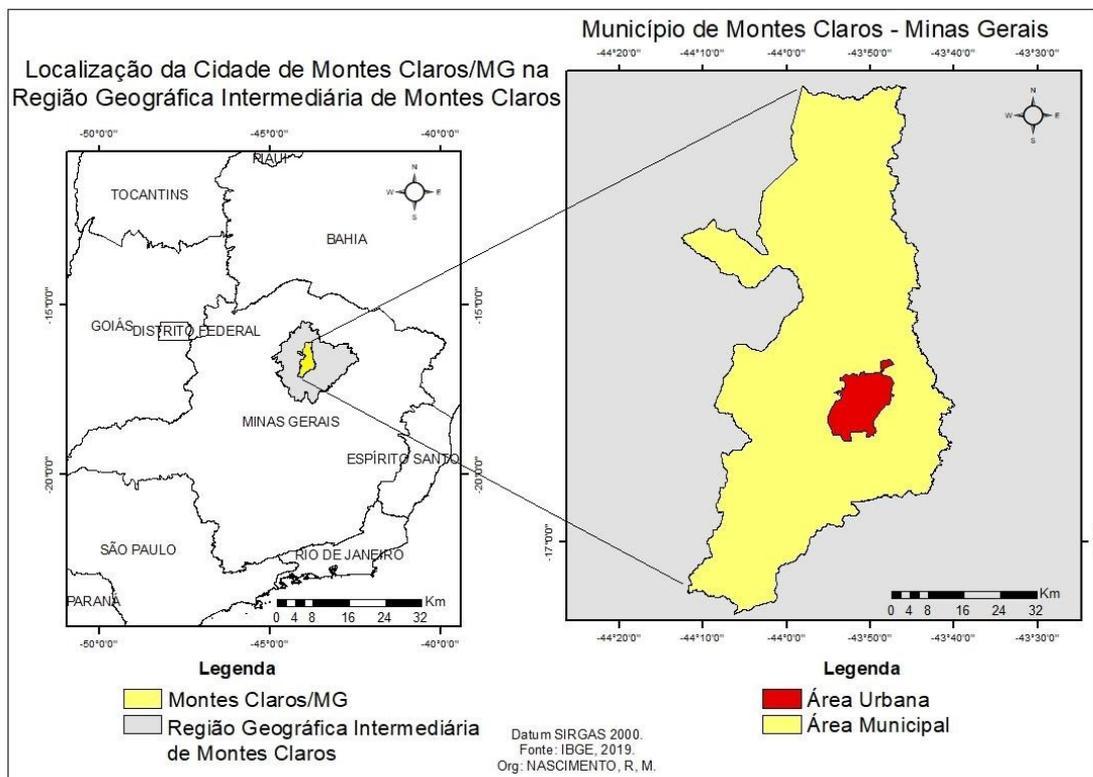


Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.1 A Cidade de Montes Claros - MG

O estudo é desenvolvido na cidade de Montes Claros, localizada no Norte do estado de Minas Gerais, que conta atualmente com população estimada em 413.487, segundo os dados do IBGE (2020), é a sexta maior cidade do estado. Conta com área de unidade territorial de 3.589,811 km<sup>2</sup> IBGE (2020) e Produto Interno Bruto - PIB a preços correntes de mais de 8,9 bilhões de reais de acordo com o IBGE (2017). No Mapa 01 é representado a localização da área urbana da cidade em relação a Região Geográfica Intermediária de Montes Claros e ao estado de Minas Gerais.

**Mapa 1 - Localização do município de Montes Claros - MG**



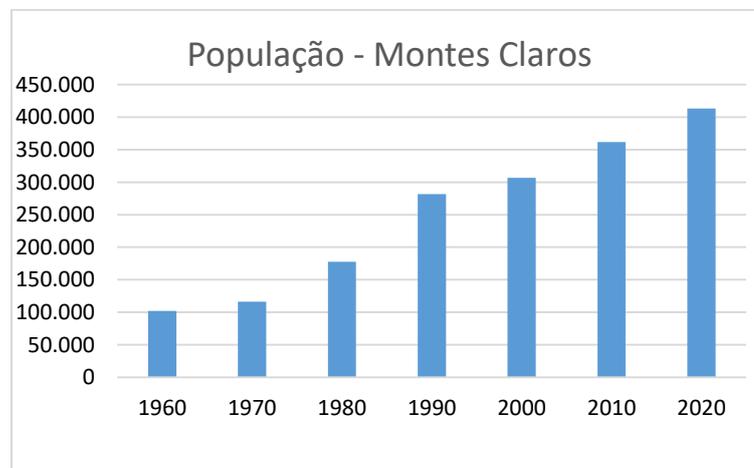
Fonte: IBGE (2019)

Montes Claros é classificada pelo IBGE como Capital Regional B. Essa caracterização de hierarquia urbana é realizada de acordo com o nível de atração que uma dada centralidade exerce a populações de outros centros urbanos para acesso a bens e serviços e o nível de articulação territorial que essa cidade possui por estar inserida em atividades de gestão pública e empresarial. Em resumo, essa classificação demonstra que Montes Claros é um centro urbano com alta concentração de atividades de gestão, paralelo às metrópoles quanto à região de influência. Destaca-se que as capitais regionais possuem três subdivisões: A, B e C, sendo a B,

atribuída a Montes Claros, considerada como classificação intermediária. Além disso, Montes Claros se caracteriza como “polo do Norte de Minas”, haja vista a sua influência sobre as cidades circunvizinhas, fato este que atrai consumidores especialmente no setor de serviços de saúde, educação, comércio e lazer (FRANÇA *et al*, 2009).

Esse dinamismo nas relações com a metrópole e com as cidades circunvizinhas é acompanhado por crescimento populacional, como observado no Gráfico 1, que representa a população no período de 1960 a 2020.

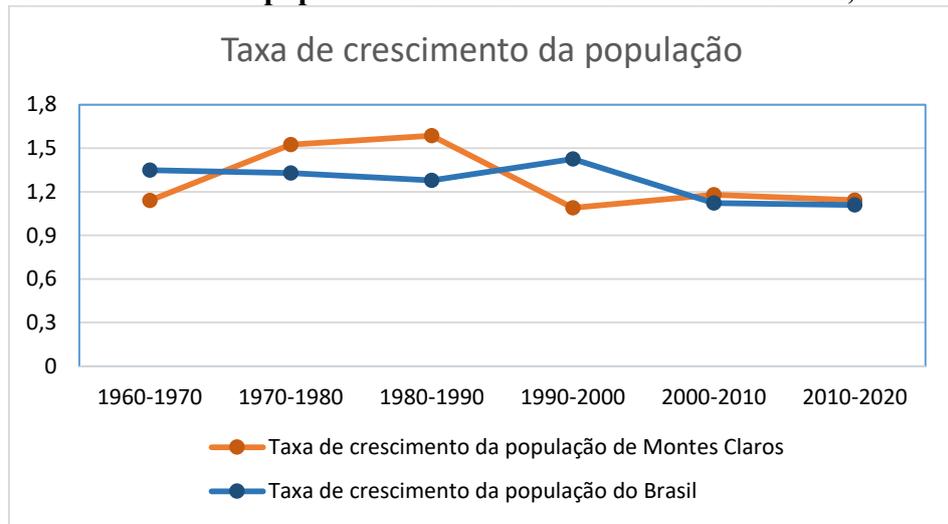
**Gráfico 1 - População de Montes Claros - MG, 1960-2020**



Fonte: IBGE Cidades. Org.: Nascimento, R. M. (2021).

Observa-se que, a partir da década de 1970, há acelerado incremento populacional, sobretudo entre os anos de 1980 e 1990, quando houve aumento de mais de 150 mil pessoas, seguido de desaceleração no crescimento entre os anos de 1990 e 2000. Nesse período, o aumento da população não alcançou 30 mil. Em 2020, a estimativa da população é de 413.487 pessoas.

Quando se compara a taxa de crescimento da população de Montes Claros com a do Brasil, também no período de 1960 a 2020, constata-se que apenas a taxa de crescimento do ano de 2000, tendo como base a população de 1990, apresentou valor inferior. Para os demais períodos, a taxa de crescimento populacional da cidade de Montes Claros supera a taxa de crescimento do Brasil, conforme mostra no Gráfico 2 a seguir.

**Gráfico 2 - Taxa de aumento populacional Montes Claros - MG x Brasil, 1960 -2020**

Fonte: IBGE Cidades. Org.: Nascimento, R. M (2021).

No que se refere à ocupação da população urbana em Montes Claros, esta é caracterizada por processos desordenados, refletindo numa organização espacial que é resultado da atuação do mercado imobiliário e atuação do Estado, por meio de políticas públicas para habitação e pelas legislações. Tais ações definem, sem levar em consideração as áreas dos residenciais mais pobres, as regras de uso e de ocupação do solo, além disso, selecionam a localização das infraestruturas e equipamentos urbanos. Tais ações corroboram a segregação socioespacial e hierarquização dos lugares na cidade (BATISTA; PEREIRA, 2017).

Semelhante ao que ocorre em outras cidades brasileiras, Montes Claros apresenta concentração espacial dos melhores equipamentos e infraestrutura urbana em bairros de alta renda, o que reflete um cenário de diferenças socioeconômicas atreladas à integração social (LEITE; PEREIRA, 2005; FRANÇA, 2007; ASSIS, 2018).

Nesse contexto, observa-se que a distribuição de infraestrutura e equipamentos urbanos, na cidade, não é acompanhada de um planejamento sustentável, no que diz respeito ao atendimento a critérios que levem em consideração as demandas da população. Nesse sentido, apresenta-se no item 3.2, a espacialização das escolas municipais de ensino infantil e fundamental, além de dados sobre a capacidade máxima de suporte de alunos que cada unidade de ensino possui.

## 2.2 Panorama sobre as instituições públicas de educação infantil e ensino fundamental em Montes Claros - MG

Montes Claros conta com 43 unidades de Centro Municipal de Educação Infantil – CEMEI, os quais abrangem as etapas de berçário, maternal I, maternal II, 1º período e 2º período e atendem alunos com idade entre 0 e 5 anos, de acordo com levantamento realizado pela SME, em 2021. A capacidade máxima de alunos para essas unidades é de 10.161, e, no ano de 2021, a quantidade de alunos matriculados correspondeu a 8.259. Vale salientar que a capacidade máxima de cada uma das unidades é variável, tendo o CEMEI São Francisco de Assis, com a menor estrutura, 60 vagas, e o CEMEI Mundo da Criança, com 425 vagas – destacando-se com a maior capacidade para receber alunos. Em geral, os turnos de funcionamento dessas escolas são matutino e vespertino, e apenas três unidades de ensino funcionam em turno integral.

O Quadro 3 traz a discriminação dessas unidades de ensino, localização, quantidade de alunos matriculados no ano de 2021 e a capacidade máxima de alunos que cada uma delas podem absorver.

**Quadro 3 - Relação das unidades urbanas de escolas de educação infantil**

(Continua)

Unidade de ensino	Localização	Alunos matriculados	Capacidade máxima
Cemei Alegria de Viver	622325,85 8153070,94	218	238
Cemei Amiguinhos da Adelour	622784,29 8150493,82	195	223
Cemei Amiguinhos da Vila	620092,16 8149650,44	216	224
Cemei Amiguinhos de Jesus	622766,20 8147017,98	296	365
Cemei Aninha Corrêa Ribeiro	622581,37 8152734,70	243	284
Cemei Branca de Neve	618599,66 8143163,10	165	255
Cemei Canacy	619389,58 8155649,05	118	153
Cemei Casinha Feliz	619585,33 8154823,41	320	320
Cemei Cristo Rei	621833,71 8147468,40	127	144
Cemei Deputado Antônio Pimenta	621519,60 8149811,59	250	326
Cemei Dona Ivone Silveira	619303,83 8149464,07	256	256

**Quadro 3 - Relação das unidades urbanas de escolas de educação infantil**

(Continuação)

<b>Unidade de ensino</b>	<b>Localização</b>	<b>Alunos matriculados</b>	<b>Capacidade máxima</b>
CEMEI Dona Ruth Tupinambá	621605,56 8149481,31	137	220
CEMEI Dr. Ivan Lopes	620883,12 8153519,10	135	162
CEMEI Dr. Mário Ribeiro	622199,10 8156437,80	234	275
CEMEI Madre Paula Elizabeth	620325,68 8151652,34	222	239
CEMEI Major Prates	619428,84 8147957,63	354	370
CEMEI Manoel Caribé Filho	621337,80 8147778,20	98	123
CEMEI Mei-Mei	621960,48 8149245,36	142	227
CEMEI Monteiro Lobato	621536,84 8145761,52	154	180
CEMEI Mundo da Criança	620854,52 8147182,92	364	425
CEMEI Nossa Senhora da Conceição	620208,71 8153421,11	240	340
CEMEI Nova Vida	620631,59 8153113,06	166	219
CEMEI O Bom Samaritano	623554,80 8150935,60	199	205
CEMEI O Nosso Lar	621709,71 8148134,78	173	243
CEMEI Padre Murta	622977,44 8152023,86	276	359
CEMEI Paulo Freire	624947,36 8155829,95	304	410
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Ana Lúcia Mota	624738,91 8150862,49	255	261
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Idoleta Maciel	623345,22 8148249,53	192	217
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Hamilton Lopes	622165,92 8151582,44	151	250
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Elizabeth Pereira	625774,29 8151141,43	119	123
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Heloisa Sarmento	620169,30 8150713,36	261	261
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Maria da Conceição	622259,98 8149660,38	178	295
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Maria das Dores	621029,77 8145773,77	172	191
CEMEI Santa Rafaela	622289,01 8145888,69	159	250
CEMEI São Francisco de Assis	619930,55 8153177,90	42	60

**Quadro 3 - Relação das unidades urbanas de escolas de educação infantil**

(Continuação)

<b>Unidade de ensino</b>	<b>Localização</b>	<b>Alunos matriculados</b>	<b>Capacidade máxima</b>
CEMEI São Judas	621480,91 8148008,78	135	180
CEMEI São Marcos	624865,65 8148920,42	192	196
CEMEI São Norberto	618961,99 8151843,22	104	138
CEMEI Solar de Jesus	619551,61 8146375,70	155	202
Centro de Convívio Luizinha	619254,26 8153210,97	156	225
Centro de Convívio Raimundo Neto	619750,45 8146674,38	102	172
Centro Municipal Eloim Lopes	624605,69 8155027,10	170	201
E.M Aurora Monteiro	626140,82 8154785,61	114	154

Fonte: SME, 2021. Org.: Nascimento, R.M. (2021).

As unidades de ensino fundamental são 30 e têm capacidade de atender até 19.520 alunos, considerando os turnos de funcionamento matutino e vespertino. Algumas dessas escolas funcionam no turno noturno para receber a modalidade de ensino EJA (Educação de Jovens e Adultos), que se configura em oferta de ensino fundamental e médio para pessoas que já ultrapassaram a idade escolar regular e não tiveram a oportunidade de estudar. Essa modalidade não é fruto de análise neste estudo, uma vez que apresenta critérios de funcionamento específicos e que diferem do ensino regular. Salienta-se que o ensino fundamental atende às modalidades de ensino que vão do 1º ao 9º ano, as quais contam com alunos com idade de 6 a 14 anos.

A capacidade média de alunos por escola é de 650, e a Escola Municipal Professora Maria de Lourdes se destaca por ter a maior capacidade – 1.518 alunos. A Escola Municipal Doutor Mário Tourinho configura-se como a menor da rede, com uma capacidade máxima de 210 alunos. O Quadro 4 apresenta a relação das escolas de ensino fundamental, sua localização (coordenada geográfica), quantidade de alunos matriculados em 2021 e a capacidade máxima das instituições de ensino.

**Quadro 4 - Relação das unidades urbanas de escolas de ensino fundamental**

(Continua)

<b>Unidade de ensino</b>	<b>Localização</b>	<b>Alunos matriculados</b>	<b>Capacidade máxima</b>
E.M Afonso Salgado	619643,33 8152987,57	524	660
E.M Alcides Carvalho	622978,25 8151765,78	377	555
E.M Bolivar de Andrade	623902,21 8153189,51	505	505
E.M Celestino Pereira Salgado	626815,55 8153663,86	609	770
E.M Dominginhos Pereira - Caic	620924,29 8147127,05	1301	1301
E.M Dona Vidinha Pires	619753,66 8147928,95	562	632
E.M Dr. Mário Tourinho	622548,53 8150720,43	136	210
E.M Dr. Alfredo Coutinho	625002,52 8149035,17	292	311
E.M Crisantino Borém	621618,69 8146350,42	828	874
E.M Dú Narciso	625112,88 8155520,88	790	849
E.M Egídio Cordeiro Aquino	626167,34 8151712,09	642	679
E.M Geraldo Pereira de Souza	623439,08 8150396,74	1052	1052
E.M Irmã Beata	619796,38 8146726,43	254	286
E.M Jair de Oliveira	619921,48 8154787,85	1044	1044
E.M Jason Caetano I	623423,57 8148294,62	406	445
E.M Jason Caetano II	623452,71 8148251,49	472	665
E.M João Valle Maurício	624878,44 8155115,01	600	805
E.M Joaquim José De Azevedo	622556,03 8152765,25	190	250
E.M Mestra Fininha	620398,90 8147176,53	325	495
E.M prof. <sup>a</sup> Eunice Carneiro	620963,55 8145805,22	499	590
E.M prof. <sup>a</sup> Hilda Carvalho	622306,11 8147825,22	458	464
E.M prof. <sup>a</sup> Maria de Lourdes	626526,17 8151406,42	1408	1518
E.M prof. <sup>a</sup> Neide Melo Franco	624858,79 8148524,63	591	669
E.M prof. <sup>a</sup> Simone Soares	623599,11 8151476,46	452	578

### Quadro 4 - Relação das unidades urbanas de escolas de ensino fundamental

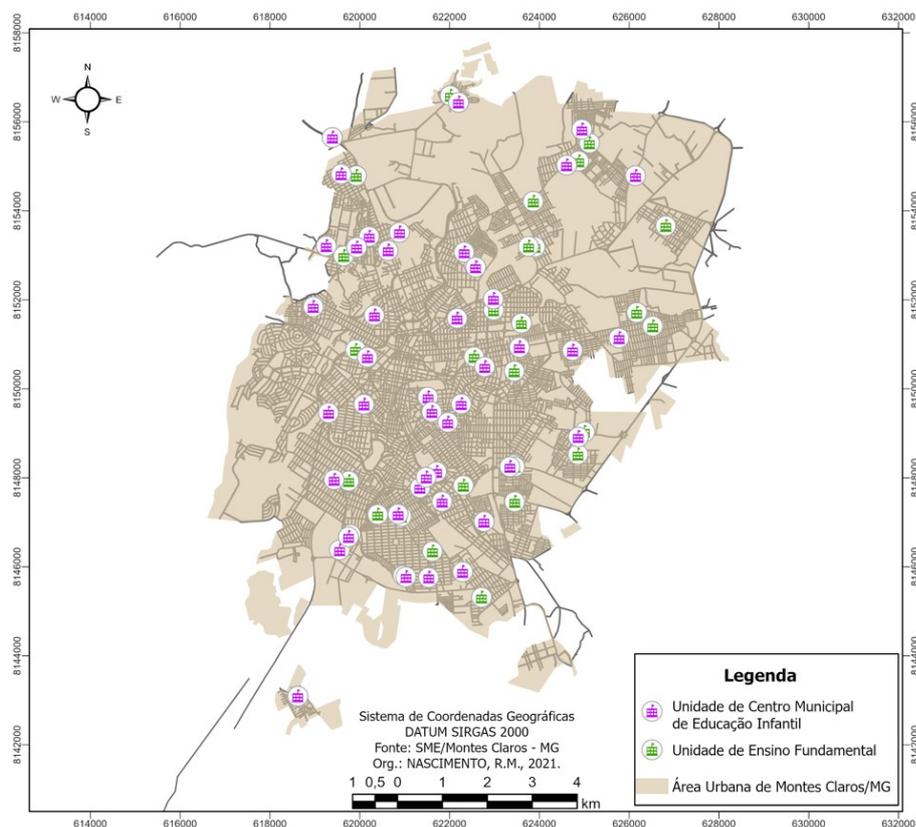
(Continuação)

Unidade de ensino	Localização	Alunos matriculados	Capacidade máxima
E.M Rotary São Luiz	622019,56 8156587,82	716	801
E.M Rozenda Zane Moraes	623759,27 8153200,42	487	487
E.M Ruy Lage	623864,13 8154210,76	438	440
E.M Sebastião Mendes	623451,44 8147461,58	529	600
E.M Sônia Quadros	619907,25 8150876,55	470	470
E.M Zizinha Ribeiro	622711,56 8145312,45	362	515

Fonte: SME, 2021. Org.: Nascimento, R.M. (2021).

O Mapa 2 representa a localização das escolas públicas municipais da área urbana de Montes Claros, distinguindo-as em escolas de educação infantil e escolas de ensino fundamental.

### Mapa 2 - Localização das escolas de educação infantil e fundamental



Fonte: SME, 2021. Org.: Nascimento, R.M (2021).

### 2.3 Estudo de agrupamento

Nesta etapa, é realizado estudo para a caracterização do perfil da população com base em dados demográficos, socioeconômicos e geográficos. Essa caracterização, multicritério, reúne em *clusters*<sup>1</sup> ou grupos as áreas da cidade que têm características semelhantes em relação aos dados supracitados. Para tanto, conforme Aldenderfer e Blashfield (1984) sugerem, a análise de *clusters* deve seguir os seguintes estágios: selecionar a amostra, determinar as variáveis, definir a medida de similaridade e decidir o método (algoritmo) de aglomeração, delimitar o número de grupos (*clusters*) e validar o resultado. Salienta-se que essa metodologia já foi aplicada por Figueiredo Filho, Silva Júnior e Rocha (2012) e Melo, Lima e Ferreira (2018).

A amostra é composta pelos 361 setores censitários da área urbana de Montes Claros, MG, que é uma subdivisão de unidade territorial utilizada pelo IBGE para levantamento de informações no censo, fato este que contribui para que as análises realizadas neste trabalho também sejam feitas em nível de setor censitário. As informações dos setores censitários são do ano de 2010, data que corresponde à última atualização das informações necessárias para este trabalho.

Durante o tratamento dos dados, optou-se por retirar cinco setores censitários, considerados *outliers*<sup>2</sup>, que são setores que englobam o presídio da cidade, situação de área não urbanizada de cidade ou vila ou setores que não apresentavam informações para as variáveis selecionadas.

Os dados e variáveis utilizados para compor a análise estão representados na Tabela 2 e referem-se às características demográficas, socioeconômica e geográfica de cada um dos setores censitários da cidade. Com exceção da renda, os outros dados precisaram ser relacionados com a quantidade de domicílios para que se obtivesse um valor médio por moradia e, assim, pudesse compor a variável desejada, conforme a Tabela 2.

Observada a diferença de escala entre os dados, necessitou-se redimensioná-los de forma que cada valor fosse representado em desvios padrão dentro de sua distribuição. Sendo  $X_i$  o valor da coluna para a observação  $i$ , o *z-score* para a população é dado pela seguinte fórmula:

---

<sup>1</sup> Grupo de objetos semelhantes entre si e com características diferentes dos objetos dos demais grupos (KASSAMBARA, 2017)

<sup>2</sup> “Um outlier em um conjunto de dados é uma observação ou um ponto que é consideravelmente diferente ou inconsistente com o restante dos dados” (RAMASMAWY, RASTOGI e SHIM, 2000).

$$Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

Em que:

- $\mu$  o valor médio para a variável analisada
- $\sigma$  o desvio padrão para a variável analisada

**Tabela 2 - Dados e variáveis selecionadas para o estudo de *cluster***

Dado/Variável	Descrição
<b>DADOS</b>	
D1	Código do Setor Censitário
D2	Total de pessoas de 0 a 5 anos
D3	Total de pessoas de 6 a 14 anos
D4	Total de pessoas de 5 anos ou mais
D5	Total de pessoas com 5 anos ou mais alfabetizadas
D6	Total de pessoas de 6 a 14 anos alfabetizadas
D7	Rendimento nominal médio mensal das pessoas
D8	Domicílios particulares e coletivos
D9	Domicílios particulares permanente com abastecimento da rede geral
D10	Dom. part. permanentes c/ banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário
D11	Dom. part. permanentes com banheiro de uso exclusivo ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
D12	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado
D13	Dom. part. permanentes com energia elétrica de companhia Distribuidora
D14	Dom. part. Perm. com moradia adequada – Existe identificação do logradouro
D15	Dom. part. Perm. com moradia adequada – Não existe identificação do logradouro
<b>VARIÁVEIS</b>	
V1	Pessoas de 6 a 14 anos alfabetizadas / Total de pessoas de 6 a 14 anos
V2	Pessoas com 5 anos ou mais alfabetizadas / Pessoas de 5 anos ou mais
V3	Rendimento nominal médio mensal das pessoas
V4	Água / Domicílio
V5	Banheiro / Domicílio
V6	Esgotamento / Domicílio
V7	Lixo / Domicílio
V8	Energia / Domicílio
V9	Moradia adequada / Domicílio

Fonte: IBGE (2010). Org.: Nascimento, R. M. (2021).

Para verificar a semelhança entre as variáveis, utilizou-se a distância *Euclidian*, dada pela raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre as dimensões, e se foi aplicada, para agrupar os *clusters*, mediante a proximidade entre as distâncias obtidas entre as variáveis,

a ligação *Ward*<sup>3</sup>. Destaca-se que, durante a análise, utilizou-se o cálculo de distância *Manhattan*, dada pela soma dos valores absolutos das diferenças entre as dimensões, bem como os métodos de determinação de proximidade ligação simples<sup>4</sup>, ligação completa<sup>5</sup>, ligação média<sup>6</sup>. No entanto, o que obteve melhor performance foi o *Euclidian Ward*, com coeficiente de aglomeração de 0,9960595. Esse coeficiente mede o grau com que os valores de um mesmo *cluster* tendem a se agrupar. Quanto maior esse valor, mais coesos são os *clusters*.

O dendrograma resultante, que representa o arranjo das informações dos setores censitários numa escala de distância, sugeriu a formação de até seis *clusters*. Para validar esse cálculo e definir o número de *clusters* que seria adotado, utilizou-se o  $R^2$ , que é capaz de indicar, a partir do número de *clusters* retido, a porcentagem de explicação em torno da variância total, ou seja, o quanto que a escolha do número de *clusters* é coerente em relação ao conjunto de dados. Esse valor é dado pela razão entre o total da soma dos quadrados das distâncias entre *clusters* e o total da soma dos quadrados totais do conjunto de dados. Com a metodologia utilizada e para os seis *clusters*, verificou-se valor de  $R^2$  igual a 91%. De acordo com Marôco (2007), o valor de 80% deve ser o mínimo para a seleção do número de *clusters*.

Todas essas análises estatísticas foram realizadas no *software* R, com o auxílio do EXCEL que foi utilizado para construir a base de dados.

Dessa forma, obteve-se a Tabela 3, que representa a quantidade de setores censitários agrupados em cada um dos seis *clusters* retidos.

**Tabela 3 - Clusters retidos**

(Continua)

Número do Cluster	Número de Setores Censitários
1	136
2	47
3	40

<sup>3</sup> "busca agrupar os agregados que apresentam menor soma dos quadrados entre os dois agrupamentos, calculada sobre todas as variáveis" (FÁVERO *et al*, 2009).

<sup>4</sup> "baseia-se na distância mínima entre dois grupos de elementos, buscando agrupar inicialmente os objetos separados pela menor distância. Neste método, o primeiro grupo é formado pelos dois elementos que possuem a menor distância entre eles, ou seja, será formado pelo vizinho mais próximo. Na próxima etapa, será agregado a este grupo o elemento que tiver menor distância em relação a eles, sucessivamente, até que se chega a um único grupo formado por todos os elementos" (FÁVERO *et al*, 2009).

<sup>5</sup> "baseia-se na distância máxima, ao contrário do método da ligação simples. Neste método, a distância entre os dois grupos é definida como a distância máxima entre todos os pares de possibilidades de observações nos dois grupos. O método busca agrupar elementos cuja distância entre os mais afastados seja a menor" (FÁVERO *et al*, 2009).

<sup>6</sup> "trata a distância entre dois grupos como sendo a distância média entre todos os pares de indivíduos dos dois grupos, buscando agrupar os agregados cuja distância média é a maior" (FÁVERO *et al*, 2009).

**Tabela 3 - Clusters retidos**

(Continuação)

<b>Número do Cluster</b>	<b>Número de Setores Censitários</b>
4	76
5	31
6	26
Total	356

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

De posse dessas informações, utilizou-se o *software* ArcGIS como ferramenta para representar as áreas da cidade classificadas em relação aos seis grupos encontrados, de modo que fosse possível visualizar áreas com padrões específicos de renda, urbanização, idade e, dessa forma, subsidiar a análise de regiões na área urbana que apresentam necessidade de instalações de escolas públicas de ensino infantil e fundamental em Montes Claros.

#### **2.4 Estudo da localização atual das escolas públicas municipais**

A avaliação da atual localização das escolas de ensino municipal na cidade de Montes Claros é realizada em três perspectivas. A primeira visa entender a distribuição da população com idade entre 0 e 14 anos e a quantidade de vagas disponibilizadas nas escolas, na tentativa de identificar desequilíbrios espaciais entre a localização das escolas de ensino municipal e a localização da provável demanda escolar existente na cidade.

Para sistematizar essa análise, tomou-se dos dados do IBGE o número da população com idade passível de acessar as escolas municipais em cada setor censitário, ou seja, a população com idade entre 0 e 5 anos, no caso das escolas de educação infantil, e 6 e 14 anos, no caso das escolas de ensino fundamental. Salienta-se que a informação referente à população por setor censitário que consta no banco de dados do IBGE é do censo de 2010, e que, para atualizá-lo para o ano de 2021, realizou-se uma regra de três simples, conforme Quadro 5.

**Quadro 5 - Estimativa da população do setor censitário em 2021**

População total em 2010	_____	População estimada em 2021
População no setor censitário em 2010	_____	População estimada para o setor censitário em 2021

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, adquiriu-se na Secretaria Municipal de Educação (SME/Montes Claros), os endereços das escolas municipais e a capacidade máxima de alunos matriculados por escola.

De posse desses dados, utilizou-se o *software* ArcGIS para espacializar as informações e gerar mapas para visualizar a distribuição de vagas e a demanda para as escolas públicas municipais da cidade.

Em segundo momento, analisou-se a metodologia utilizada pela SME para alocar os estudantes as escolas da rede municipal, que é regulamentada pela Portaria de N° 08, de 19 de novembro de 2020, no caso das escolas de educação infantil e pela Portaria N° 07, de novembro de 2020, para as escolas de ensino fundamental. O foco dessa análise é entender se a metodologia adotada favorece que os alunos candidatos as vagas sejam matriculados nas escolas mais próximas às suas residências. Mediante consulta aos documentos, além do detalhamento dos critérios principais de matrícula, foi simulado o deslocamento de um morador até as opções de escola disponível com auxílio do *software* ArcGIS. Nesse aspecto, foi possível perceber os trajetos e distâncias percorridas para cada uma das opções e constatar se não havia uma opção de escola, diferente das opções propostas pelos critérios adotados pela SME, que proporcionasse uma distância de caminhada menor ao estudante.

Por fim, analisou-se qual o nível de acessibilidade da rede escolar municipal com base nos indicadores de Brau, Mercê e Tarrago (1980), relacionados com a distância de caminhada da residência até a escola, conforme já citado no Capítulo 1. Desse modo, foi necessário identificar a área de cobertura de cada escola que possibilitasse uma distância de caminhada de até 250 m, entre 250 m e 500 m, entre 500 m e 750 m, entre 750 m e 1.000 m e acima de 1.000 m.

Nessa perspectiva, utilizou-se a função *Service Area* presente na extensão *Network Analyst* do *software* ArcGIS, a qual delimita uma região em que se pode acessar uma dada localização dentro de um limite de distância especificado, essa área delimitada é denominada de *buffer*. Essa função necessita que se forneça a feição de pontos a partir da qual será analisada a sua área de cobertura e a rede viária que será utilizada, para que se faça o cálculo da distância dos pontos até a distância máxima especificada a fim de delimitar a área de cobertura.

Para tanto, a feição de pontos aplicada é representada no Mapa 2, no qual consta a localização das unidades de CEMEI e escolas de ensino fundamental urbanas de Montes Claros, e a Figura 3 que representa a rede viária da cidade, obtida no laboratório de transportes da Universidade Estadual de Montes Claros, que será utilizada para o cálculo da distância.

**Figura 3 - Rede viária urbana da cidade de Montes Claros - MG**



Fonte: Laboratório de Transportes da UNIMONTES, 2021.

Assim, utilizando o *software* ArcGIS, inseriu-se o mapa de bairros de Montes Claros, Figura 4, para gerar os mapas constando a área de cobertura de cada uma das escolas de educação infantil e fundamental do município, e para cada escola essa área de cobertura foi classificada como acessibilidade excelente, ótima, regular, baixa e péssima.

**Figura 4 - Limite de bairros da cidade de Montes Claros, MG**



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UNIMONTES, 2020.

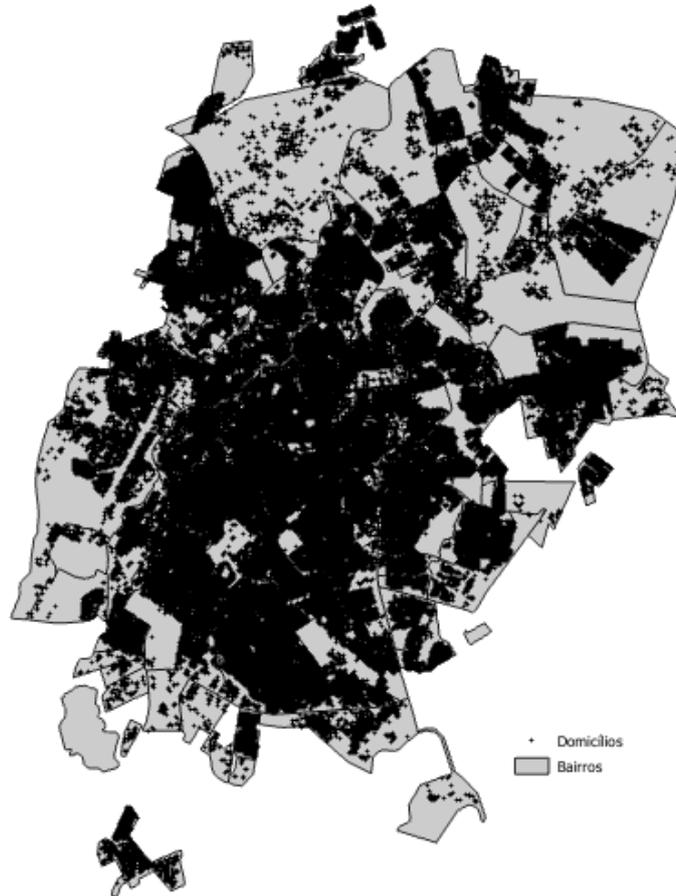
Salienta-se que, após obtido o valor da área com distância de caminhada considerada excelente, ótimo, regular, baixa e péssima, conforme indicador de Brau, Mercê e Tarrago (1980), realizou-se o cálculo para entender qual percentual da área da cidade era classificado em cada nível de acessibilidade. Nesse aspecto, considerou-se a área total da cidade o somatório da área dos bairros, representado na Figura 4.

## **2.5 Proposta de localização utilizando o problema das p-medianas**

Para otimizar a localização das escolas de educação infantil e fundamental, utilizou-se o *software* TransCAD, por meio da função *facility location*, que possibilita minimizar a distância média de caminhada dos moradores até as escolas. Para isso, utilizou-se as localizações geográficas dos domicílios da cidade, Figura 5, fornecida pelo laboratório de geoprocessamento da UNIMONTES. Destaca-se que essa feição de pontos resulta de

levantamento realizado pelo laboratório em 2020 e conta com 131.864 domicílios georreferenciados, e tem como identificação um código ID que varia de 1 a 131.864.

**Figura 5 - Localização geográfica dos domicílios da cidade de Montes Claros - MG**



Fonte: Laboratório de geoprocessamento da UNIMONTES, 2020.

Além disso, necessitou-se indicar quais são as localizações geográficas candidatas para que se instale uma escola. Para tanto, utilizou-se novamente a feição de pontos de domicílios da cidade (FIGURA 5), uma vez que se entende que qualquer ponto de domicílio da cidade pode ser passível de se configurar como ideal para minimizar a distância de caminhada residência-escola.

Para a obter a localização ótima das escolas de educação infantil, entre os 131.864 pontos candidatos, definiu-se a quantidade de 43 escolas para serem abertas; e para as escolas de ensino fundamental, definiu-se 30, visto que o objetivo é que se tenha a localização otimizada com a quantidade de escolas existentes na cidade atualmente.

Em seguida, utilizou-se a rede viária de Montes Claros (FIGURA 3), para que fosse mensurada a distância de caminhada residência-escola.

Com esses dados inseridos, foi gerada uma matriz de distância, a qual consta a distância de caminhada de cada ponto de domicílio para todos os pontos candidatos para abertura de uma escola, conforme Figura 6.

**Figura 06 - Janela de criação da matriz de distância no TransCAD**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizando a matriz de distâncias, para encontrar as localizações geográficas ótimas, foi inserido na janela *facility location* a quantidade de 43 escolas a serem abertas para a educação infantil (FIGURA 7) e 30 para o ensino fundamental (FIGURA 8), utilizando a função objetivo que minimiza a distância média de caminhada da residência até a escola.

**Figura 7 - Janela do TransCAD *facility location* – 43 escolas**

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 8 - Janela do TransCAD *facility location* – 30 escolas**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a análise, o *software* fornece as coordenadas das localizações ótimas, com isso é possível extrair a quantidade e a localização geográfica de moradias que cada escola atende, a distância de caminhada entre cada residência e a escola que lhe atende e o custo total por escola, que representa a somatória das distâncias de caminhada de todas as residências até a escola.

Uma vez obtida essa localização otimizada para as escolas de educação infantil e fundamental, analisou-se o nível de acessibilidade com base nos indicadores de Brau, Mercê e Tarrago (1980), utilizando a função *Service Area* presente na extensão *Network Analyst* do *software* ArcGIS. Esse procedimento permitiu que se comparasse qual a variação da área de cobertura com acessibilidade excelente, ótima, regular, baixa e péssima, proporcionada com a localização atual das escolas e a localização otimizada obtida com o uso do TransCAD.

Como última análise, buscou-se entender qual é, considerando a localização atual das escolas públicas municipais, a quantidade de moradias que cada escola atende, simulando o cenário em que os estudantes são alocados na escola que tem a menor distância de caminhada residência-escola, utilizando-se de uma nova matriz de distância gerada pelo *software* TransCAD.

Para a obtenção da matriz, inseriu-se a rede viária da cidade, a feição de pontos com a localização geográfica dos domicílios da cidade de Montes Claros, a localização geográfica das escolas públicas municipais, sendo que esse processo foi realizado primeiramente para as escolas de educação infantil e depois para as de ensino fundamental. Assim, obteve-se uma

matriz constando a distância de caminhada dos domicílios a todas as escolas presente na rede, considerando que a escola que atende às moradias são as que têm a menor distância.

## CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO, ANÁLISES E PROPOSTAS SOBRE A ESPACIALIZAÇÃO DAS ESCOLAS EM MONTES CLAROS - MG

### 3.1 Análise da caracterização multicritério em Montes Claros - MG

Dado o estudo de agrupamento, mediante consulta aos microdados do IBGE (2010), tem-se a Tabela 4, que relaciona os valores médios obtidos por *cluster* para cada uma das variáveis analisadas.

**Tabela 4 - Média das variáveis por *cluster***

Variáveis	Cluster					
	1	2	3	4	5	6
Alfabetizados/6 a 14 anos	0,92	0,90	0,96	0,95	0,98	0,98
Alfabetização/5 anos	0,92	0,88	0,97	0,95	0,98	0,98
Rendimento mensal médio	422,16	287,98	812,47	615,26	1.161,29	2.081,94
Água/Domicílio	0,97	0,98	0,97	0,96	0,96	0,92
Banheiro/Domicílio	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
Esgotamento/Domicílio	0,97	0,89	0,97	0,98	0,97	0,97
Lixo/Domicílio	0,99	0,96	0,99	0,99	0,99	0,98
Energia/domicílio	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
Moradia adeq. /Domicílio	0,93	0,75	0,95	0,94	0,94	0,91

Fonte: IBGE. Org.: Nascimento, R.M (2021).

**Cluster 1** – Esse agrupamento é formado pela maior quantidade de setores censitários, reunindo ao todo 136 setores e concentrando cerca de 43% da população da área urbana de Montes Claros. Em relação aos proventos dos moradores da cidade, observa-se que a renda mensal média é de R\$422,16, valor menor que a metade do rendimento médio mensal dos trabalhadores brasileiros em 2010, que corresponde a R\$1.340,00. No que se refere à quantidade de pessoas alfabetizadas com idade entre 6 e 14 anos, nota-se que esse *cluster* tem o segundo menor percentual, indicando que 92% dos moradores com a referida idade são alfabetizados. Quando se observa os alfabetizados com idade superior a 5 anos, verifica-se que esse percentual permanece em 92% e, de igual modo, quando comparado com os demais *clusters*, representa o segundo menor percentual de pessoas alfabetizadas. Destaca-se que, em relação ao abastecimento de água da rede geral, coleta de lixo e acesso à energia elétrica, 99% da população desse agrupamento conta com esses serviços urbanos e que, quando se verifica a classificação de moradia adequada, apenas 93% dos domicílios se enquadram nesse quesito. Vale salientar que a classificação de moradia adequada é considerada pelo IBGE quando o

domicílio atende a todas as seguintes condições: até dois moradores por dormitório; abastecimento de água por rede geral de distribuição; esgotamento sanitário por rede geral de esgoto ou pluvial ou por fossa séptica; e lixo coletado, diretamente por serviço de limpeza ou em caçamba de serviço de limpeza.

**Cluster 2** – É formado por 47 setores censitários, destacando-se por apresentar menor renda, equivalente a R\$287,98, e menor percentual de moradia adequada quando se compara com os outros agrupamentos. Um total de 11% da população que vive na área compreendida por esses setores não têm acesso a esgotamento sanitário via rede geral de esgoto. Cerca de 2% dos moradores não contam com abastecimento de água da rede geral, banheiro de uso exclusivo ou sanitário e acesso à energia elétrica de companhia distribuidora, e 4% dos domicílios não contam com coleta de lixo. Além disso, esse agrupamento tem o menor índice de alfabetização para o intervalo de idade entre 6 e 14 e quando se considera as pessoas acima de 5 anos de idade, correspondendo a 90 e 88%, respectivamente. Por fim, a população residente nos setores censitários que se enquadram nessa classificação é de 11,3 % da população urbana de Montes Claros.

**Cluster 3** – É formado por 40 setores censitários, o que inclui uma população de 10% do total da população urbana. Se sobressai por possuir a segunda melhor taxa de pessoas alfabetizadas, tendo 96% da população entre 6 e 14 anos alfabetizadas e 97% quando se analisa a população com idade superior a 5 anos. Tem a terceira maior renda, equivalente a R\$812,47 e a maior porcentagem de moradias adequadas, quando comparado com os domicílios dos outros agrupamentos, totalizando 95%. Esse valor é influenciado pelo fato de 99% da população desse *cluster* ter banheiro de uso exclusivo ou sanitário, coleta de lixo em domicílio e acesso à energia elétrica de companhia distribuidora.

**Cluster 4** – Esse agrupamento é formado pela menor quantidade de setores censitários, correspondendo a 76, abarcando 21% da população urbana de Montes Claros. O rendimento mensal médio dos moradores é de R\$615,26, valor menor que a metade do rendimento mensal médio dos brasileiros no período, qual seja, R\$1.340,00. Semelhante ao *cluster 3*, 99% da população desse agrupamento conta com banheiro de uso exclusivo ou sanitário, coleta de lixo em domicílio e acesso à energia elétrica de companhia distribuidora. No entanto, em relação ao percentual de moradias adequadas, apresenta menor percentual quando comparado ao *cluster 3*, tendo apenas 94% de moradias adequadas. Destaca-se que 4% dos domicílios não têm abastecimento de água da rede geral e 2% não têm acesso a esgotamento sanitário via rede geral de esgoto. No que se refere aos dados de alfabetização, constata-se que 95% da população entre

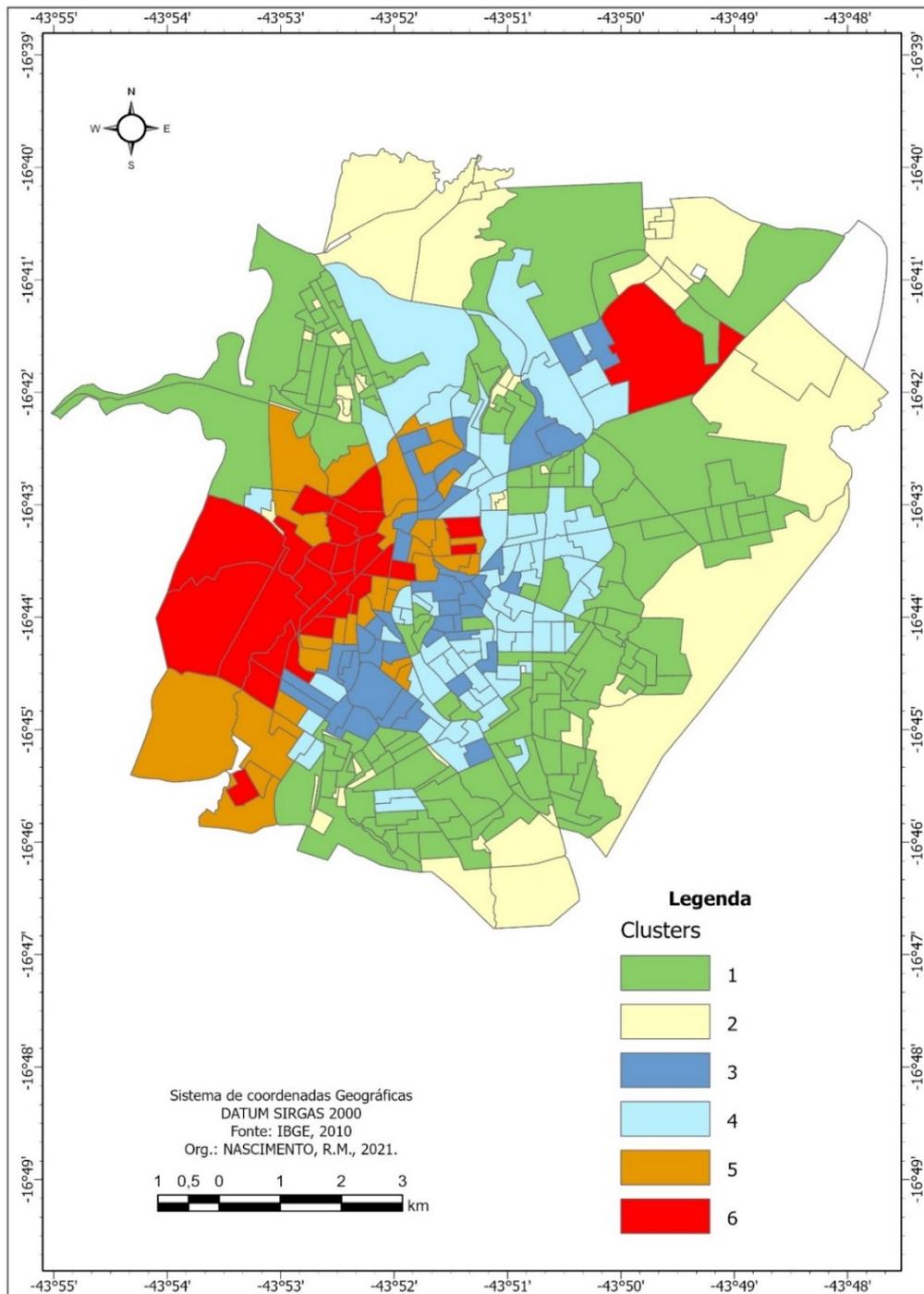
6 e 14 anos são alfabetizadas e esse número se mantém quando se analisa a população alfabetizada com idade superior a 5 anos.

**Cluster 5** – É formado por um total de 31 setores censitários e apenas 7,6% da população urbana de Montes Claros, destacando por contar com renda média mensal igual a R\$1.161,29, que corresponde à segunda maior renda entre os agrupamentos analisados. Destaca-se ainda por ter 98% da população acima de 5 anos alfabetizadas e, no recorte de idade entre 6 e 14 anos, esse valor permanece o mesmo. Esse dado coloca o agrupamento com o melhor índice de alfabetização, ao lado do *cluster* 6, que também apresenta 98% da população alfabetizada. Quanto aos dados de urbanização, constata-se que 94% dos domicílios, assim como ocorre com o *cluster* 4, são classificados em moradias adequadas, o que representa a segunda maior porcentagem entre os agrupamentos analisados. Em relação ao acesso de água da rede geral, 4% das moradias não apresentam acesso a esse serviço, e 3% não têm acesso a esgotamento sanitário via rede geral de esgoto. Além disso, 99% dos domicílios desse agrupamento têm banheiros de uso exclusivo ou sanitário, coleta de lixo em domicílio e acesso à energia elétrica de companhia distribuidora.

**Cluster 6** – Esse agrupamento é formado pela menor quantidade de setores censitários, reunindo 26 setores e concentrando em torno de 6,6% da população urbana da cidade. Destaca-se por apresentar renda média mensal de R\$2.081,94, a maior entre os *clusters* analisados e superior à renda média mensal dos brasileiros no período. Os dados de alfabetização da população residente se assemelham aos encontrados no *cluster* 5, quais sejam: 98% da população acima de 5 anos são alfabetizadas e 98% da população de idade entre 6 e 14 anos também são alfabetizados. Quanto ao acesso a banheiro de uso exclusivo ou sanitário, coleta de lixo em domicílio e acesso à energia elétrica de companhia distribuidora, 98% dos domicílios têm tais qualificações. Salienta-se que 8% dos domicílios não contam com abastecimento de água da rede geral e 3% não têm acesso a esgotamento sanitário via rede geral de esgoto. Dessa forma, verifica-se que 91% dos domicílios presentes nesse agrupamento apresentam moradia adequada.

O Mapa 3 representa os setores censitários com o número do *cluster* correspondente.

**Mapa 3 - Mapa de estudo de *clusters* na cidade de Montes Claros - MG**

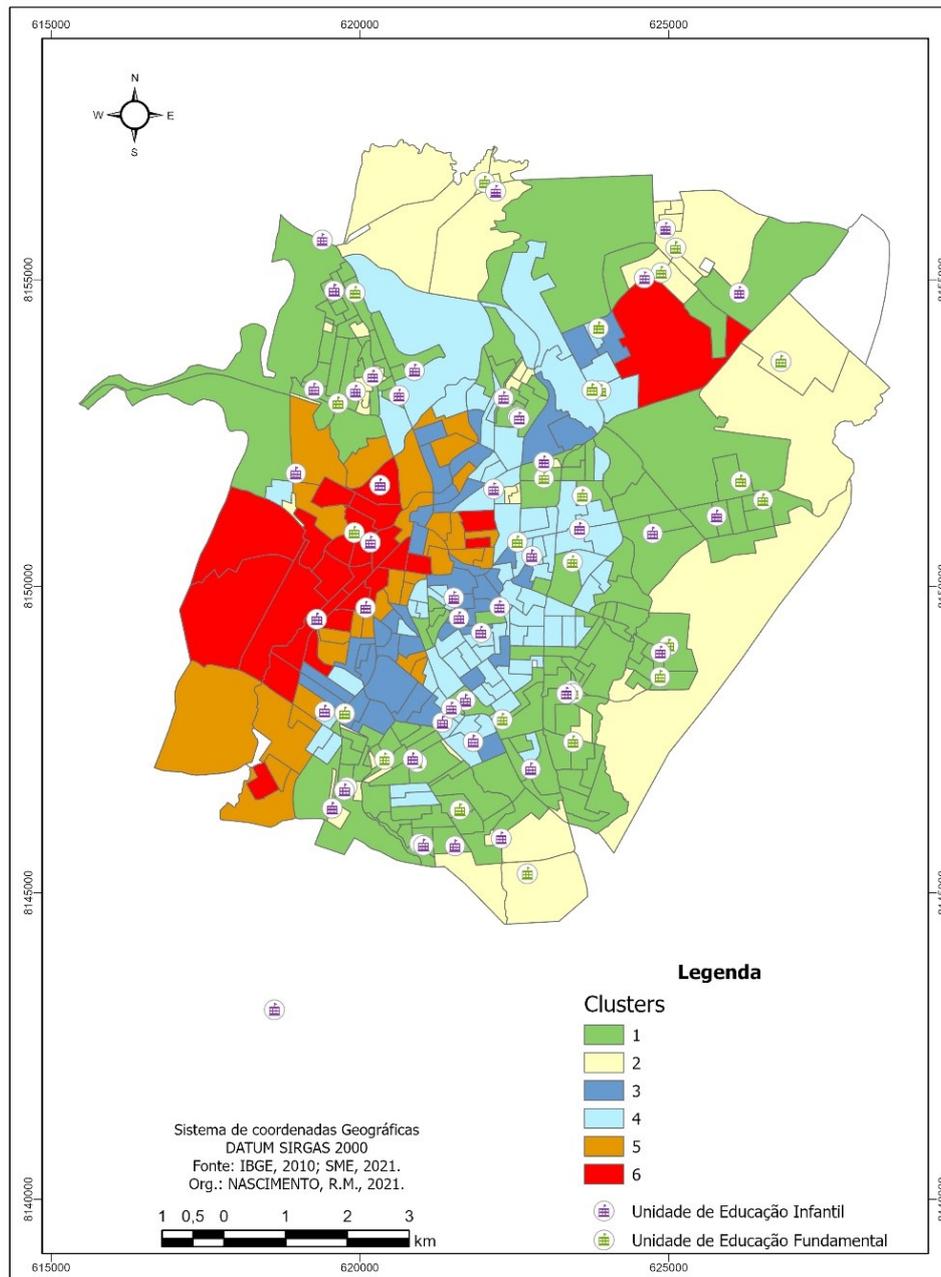


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

De acordo com o Mapa 4, observa-se que entre as 43 unidades de CEMEI presentes na cidade de Montes Claros, 19 unidades estão localizadas na área do *cluster* 1. Além disso, das 30 unidades de educação infantil, 19 pertencem a área desse *cluster*, reunindo 38 escolas municipais, a maior concentração de unidades escolares observada entre os clusters. Sabe-se

que esse *cluster* é formado majoritariamente por setores situados na região periférica da cidade, sobretudo da área leste, sul e sudeste, caracterizando-se no maior agrupamento em número de setores censitários. Além disso, é o *cluster* com a maior população, reunindo 43,13% da população urbana.

**Mapa 4 - Espacialização das escolas públicas municipais por *cluster***



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O *cluster 2* conta com 11,33% da população urbana, tem seis unidades de CEMEI localizadas especialmente na região norte da cidade e cinco unidades de ensino fundamental. Salienta-se que os setores censitários que compõem esse agrupamento estão situados em regiões periféricas ao norte e a leste da cidade, apresentando as piores taxas de alfabetização, renda e aspectos urbanísticos quando comparado com os demais agrupamentos.

As áreas dos *clusters 3* e *4* estão situadas em geral na região central e pericentral da cidade, contendo ao todo cinco escolas na área do *cluster 3*, três CEMEIs e duas unidades de ensino fundamental, e onze escolas na área do *cluster 4*, sendo oito CEMEIs e três unidades de ensino fundamental.

Na área do *cluster 5*, observa-se a menor quantidade de escolas municipais instaladas, apenas duas unidades de educação infantil, não constatando nenhuma unidade de ensino fundamental municipal na referida área.

O *cluster 6*, formado sobretudo por setores censitários da zona oeste da cidade, apresentam cinco escolas municipais na sua área, sendo três CEMEIs e uma escola de ensino fundamental.

Salienta-se que uma das unidades escolar, CEMEI Branca de Neve, encontra-se em uma região fora da área classificada pelo estudo de *cluster*, visto que a localização da referida unidade de ensino infantil no censo de 2010 era considerada rural e, para o estudo de agrupamento, utilizou-se apenas os setores censitários urbanos. Apesar de atualmente a área já ser classificada em urbana, optou-se por não a incluir nessa análise, visto que os dados utilizados para a construção do mapa foram obtidos no censo anterior a essa alteração.

## **3.2 Análise da localização atual das escolas públicas municipais**

### **3.2.1 Público alvo e os Centros Municipais de Educação Infantil**

Para entender a relação entre a quantidade de vagas nos CEMEIs e a distribuição da população estimada em 2021 com idade entre 0 e 5 anos, elaborou-se o Mapa 5, utilizando o *software* ArcGIS. Utilizou-se a gradação de cores para representar a intensidade da concentração da população em cada setor censitário e para a quantidade de vagas nas escolas, utilizou-se a gradação de cores e dimensões dos pontos para indicar a variabilidade da capacidade de matrículas disponibilizadas pelas escolas.

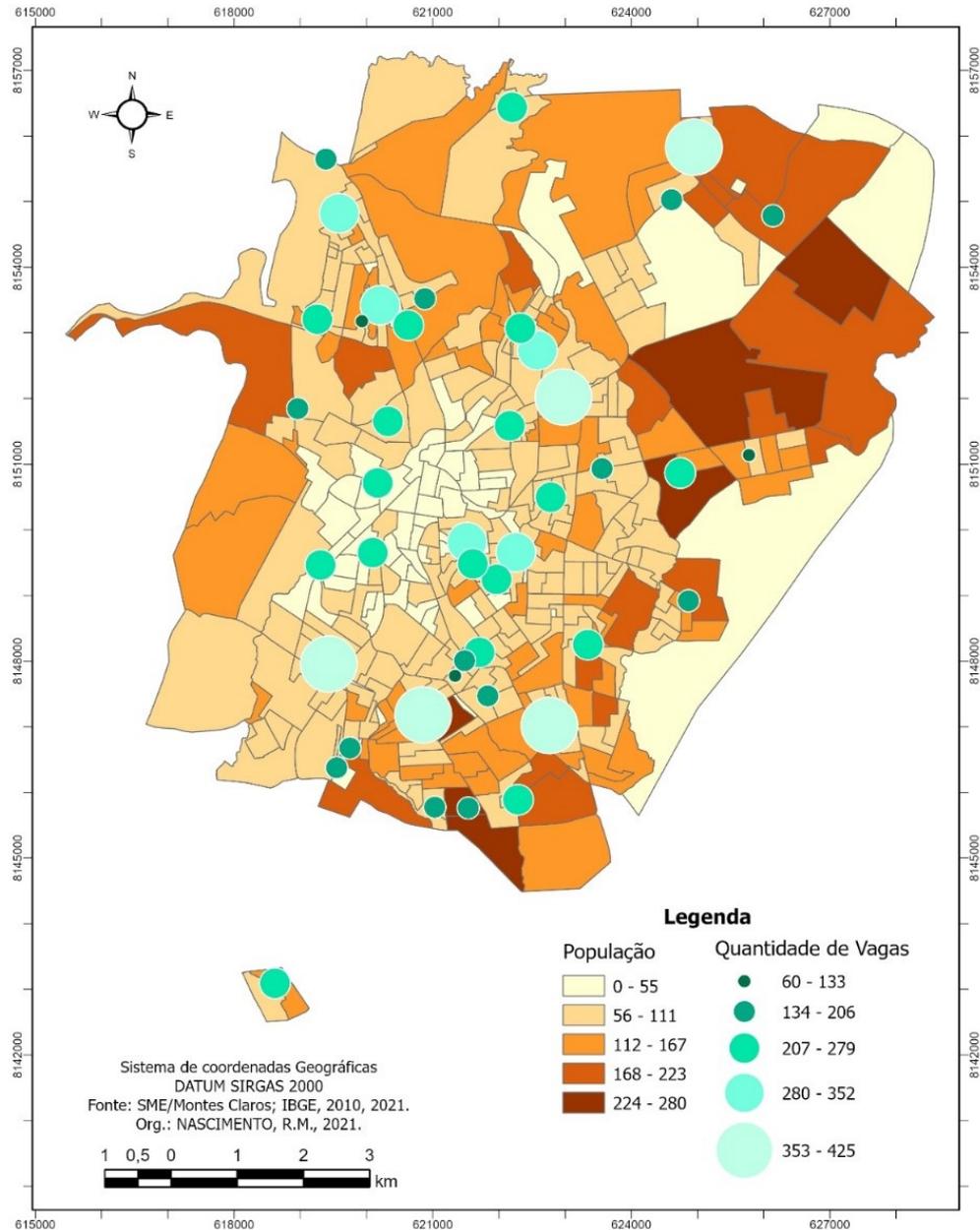
Observa-se que a região periférica da cidade, sobretudo a região sul e noroeste, onde se encontram as maiores concentrações de população com idade entre 0 e 5 anos, onde houve considerável redução da concentração dessa população à medida que se aproxima das regiões centrais. Conforme observado na análise de agrupamento (MAPA 3), essas regiões periféricas, em geral, concentram a população com menor renda mensal média. Constatou-se, assim, que a região noroeste, embora tenha as maiores concentrações da população, apresenta escassa presença de escola de educação infantil, o que significa que os estudantes com idade entre 0 e 5 anos dessa região percorrem distâncias maiores para acessarem um equipamento público de educação.

Na região sul, apesar de se verificar considerável concentração da população, observa-se maior presença de CEMEIs, quando comparado com a região noroeste. Além disso, a região sul concentra a maioria dos CEMEIs, com capacidade entre 123 e 425 alunos.

A baixa concentração de escolas de educação infantil na região Noroeste pode ser explicada por conta do movimento comum na formação das cidades brasileiras, a saber: crescimento acelerado e desordenado. Em Montes Claros, em função da urbanização da região norte ter sido de maneira abrupta e ausente de planejamento, em decorrência da implantação do distrito industrial, promoveu-se intensa concentração de indústrias a partir da década de 1970 e atraiu a população imigrante, dada a possibilidade de se conseguir um emprego, morar próximo ao trabalho e não ter gasto com transporte (CASTELLS, 1983).

De modo geral, observa-se tendência de concentração das escolas de educação infantil nas áreas centrais, sul e parte da porção oeste, em detrimento da região norte e leste. Essas regiões, além da carência de escolas, são caracterizadas por terem menor acesso a infraestrutura e serviços urbanos e menores rendas.

**Mapa 5 - Relação da quantidade de vagas dos Centros Municipais de Educação Infantil e população entre 0 e 5 anos de idade na área urbana de Montes Claros - MG**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### 3.2.2 Público alvo e as unidades escolares de ensino fundamental

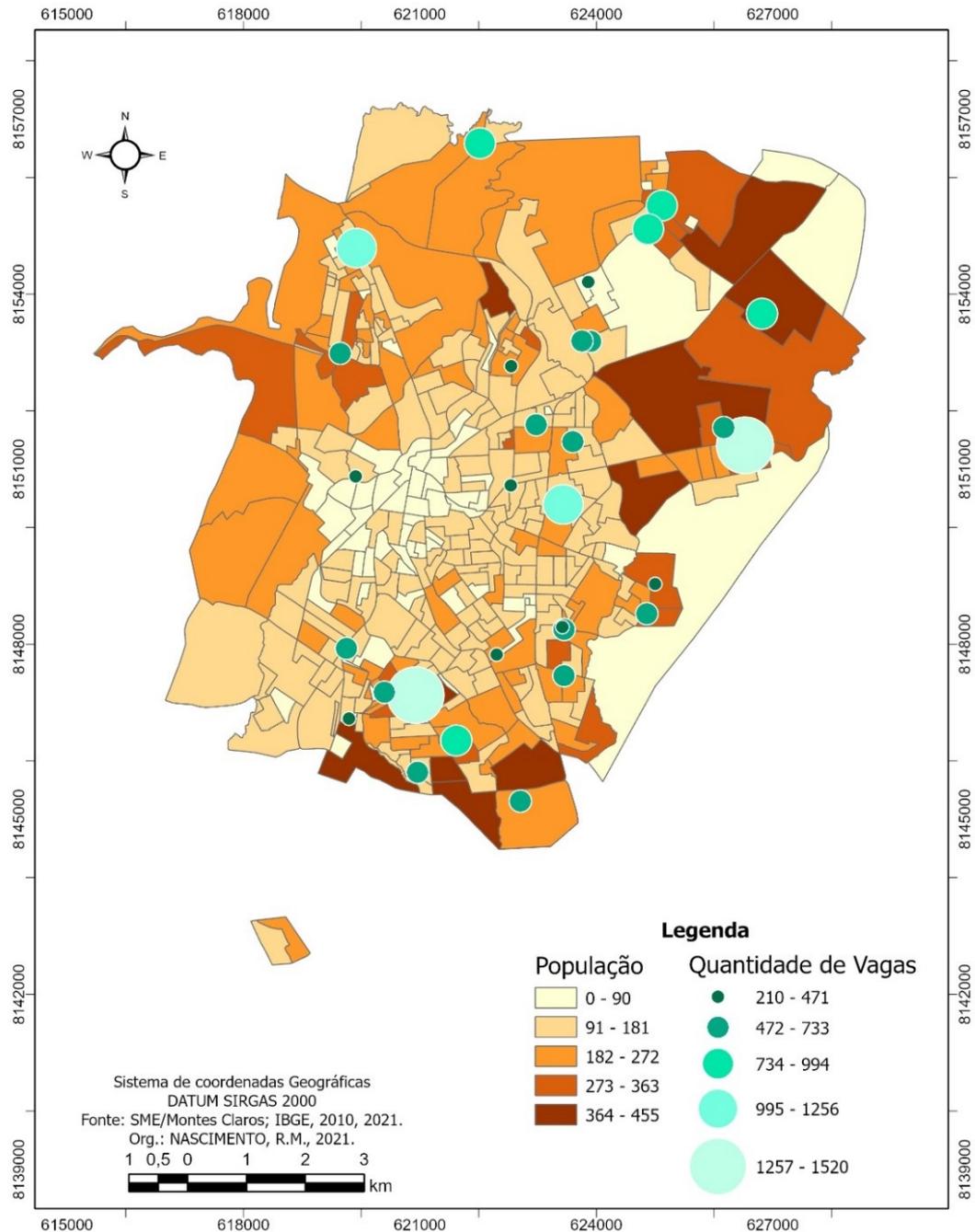
Para análise da quantidade de vagas nas escolas de ensino fundamental do município em conjunto com a distribuição espacial da população com idade entre 6 e 14 anos, gerou-se o Mapa 6, utilizando o *software* ArcGIS. Nesse sentido, a quantidade da população em cada setor censitário é representada de acordo com a gradação de cores, populações maiores com cores

mais intensas, e as vagas nas escolas são classificadas pela gradação de cores e pelo tamanho do ponto, de modo que, quanto maior a quantidade de vagas, maiores são os pontos e a coloração é menos intensa.

Verifica-se que as escolas de ensino fundamental se localizam em geral nas regiões periféricas da cidade, ao contrário do que se constata com as escolas de educação infantil, observando-se que as escolas de maiores capacidades estão também nas regiões mais afastada da porção central. As regiões que têm maiores concentração da população com idade entre 6 e 14 anos, destacam-se a região noroeste, a região sul e, em segundo plano, a região norte, sendo observado tendência de diminuição dessa população à proporção que se aproxima da área central da cidade.

Na região central da cidade, há carência de escolas municipal de ensino fundamental. Em Montes Claros, a rede de ensino fundamental é conveniada com a rede estadual de ensino, o que permite que a infraestrutura do estado possa ser utilizada para a matrícula de alunos com idade entre 6 e 14 anos. Como as escolas estaduais não são fruto de análise neste trabalho, essa lacuna espacial de escolas municipais pode ser que se encontre preenchida com escolas da rede estadual, diminuindo, pois, a distância de caminhada para os alunos que acessam o ensino fundamental na cidade.

**Mapa 6 - Relação da quantidade de vagas das unidades escolares de ensino fundamental e população entre 6 e 14 anos de idade na área urbana de Montes Claros - MG**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### 3.2.3 Critério de alocação aluno-CEMEI em Montes Claros - MG.

Os critérios para preenchimento das vagas nas escolas municipais de Montes Claros são definidos por meio de Portarias, tendo uma portaria específica para a educação infantil e outra

para o ensino fundamental, as quais são divulgadas pela Secretaria Municipal de Educação no ano vigente para ter efeito no ano letivo subsequente.

Em relação à educação infantil, para o ano letivo de 2021, a SME publicou a Portaria de N° 08, de 19 de novembro de 2020, que dispõe sobre os critérios e procedimentos do processo de cadastro de demanda de vagas na educação infantil do sistema municipal de ensino de Montes Claros, para o ano letivo de 2021.

De acordo com o documento, as matrículas são efetivadas conforme a localização geográfica das unidades de ensino e o endereço da residência ou do trabalho dos responsáveis pela criança candidata à vaga. Para tanto, a SME disponibiliza uma relação dos polos da cidade (TABELA 5), que são compostos por bairros, e que, em cada polo, há escola(s) para atender à demanda dos estudantes.

**Tabela 5 - Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros – MG**

(Continua)

<b>Polos</b>	<b>Bairros</b>	<b>Escolas</b>
Alcides Rabelo	Alcides Rabelo	CEMEI Padre Murta
	Esplanada	
	Guarujá	
	Jardim Planalto	
	Planalto	
	Raul Lourenço	
	Santa Laura	
	Vera Cruz	
Alto São João	Alto São João	CEMEI Prof. Hamilton Lopes CEMEI Aninha C. Ribeiro
	Cidade Cristo Rei	
	Conjunto JK	
	Conjunto JK II	
	São José	
	Vila Exposição	
	Vila Regina	
Centro	Alto São João	CEMEI Prof. Hamilton Lopes CEMEI Amiguinhos da Vila CEMEI Dona Ivone Silveira CEMEI Prof.ª. Heloisa Sarmento CEMEI Madre Paula Elizabeth
	Cândida Câmara	
	Centro	
	Cidade Nova	
	Funcionários	
	Ibituruna	
	Jardim São Luiz	
	João Gordo	
	Melo	
	Morada do Sol	
	Morrinhos	
	Sagrada Família	
Santo Expedito		

**Tabela 5 - Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros – MG**

(Continuação)

<b>Polos</b>	<b>Bairros</b>	<b>Escolas</b>
	São José	
	Todos os Santos	
	Vila Guilhermina	
	Vila Santa Maria	
Cidade Industrial	Cidade Industrial	CEMEI Dr. Mário Ribeiro
	Residencial Vitória	
Cintra	Cintra	CEMEI Prof. <sup>a</sup> Maria da Conceição Almeida Costa CEMEI Amiguinhos da Adelour
	Cintra	
	Jardim Palmeiras	
	Lourdes	
	Monte Alegre	
	Nossa Senhora de Fátima	
	Regina Peres	
	Roxo Verde	
	Vila Ipiranga	
	Vila Senhor do Bonfim	
Cristo Rei	Alterosa	CEMEI Monteiro Lobato CEMEI Cristo Rei CEMEI Prof. <sup>a</sup> M <sup>a</sup> das Dores Martins Rodrigues CEMEI Santa Rafaela
	Chácaras Paraíso	
	Conjunto Cristo Rei	
	Conjunto Olga Benário	
	Dona Gregória	
	Itatiaia	
	José Correia Machado	
	Nossa Senhora das Graças	
	Residencial Parque Sul	
	Residencial Sul Ipês	
	Santa Rafaela	
	Santo Amaro	
	Santo Inácio	
	Vila Campos	
Vila Maria Cândida		
Delfino	Alto da Boa Vista	CEMEI Prof. <sup>a</sup> Ana Lucia Mota CEMEI o Bom Samaritano CEMEI Prof. <sup>a</sup> Idoleta Maciel
	Belvedere	
	Carmelo	
	Conjunto Havaí	
	Delfino Magalhães	
	Jardim Olímpico	
	Jardim Palmeiras	
	José Carlos Vale de Lima	
	Monte Alegre	
	Monte Carmelo	
	Regina Peres	
	Santa Lúcia	
	Santa Lúcia II	
	Santo Antônio	
Vila Ipiranga		
Vila Sion		

**Tabela 5 - Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros – MG**

(Continuação)

<b>Polos</b>	<b>Bairros</b>	<b>Escolas</b>
	Vila Sion II	
Eldorado	Eldorado	CEMEI Casinha Feliz CEMEI do C. C. Luizinha G. Soares CEMEI Canacy CEMEI Nossa Senhora da Conceição
	Santa Eugênia	
	Vila Antônio Narciso	
	Vila Atlântida	
	Vila Atlântida	
	Vila Áurea	
	Vila Castelo Branco	
	Vila Nova Morada	
Grande Village	Alto São João	CEMEI Prof. Hamilton Lopes E. M. Aurora Monteiro CEMEI Alegria de Viver CEMEI C.C. Eloim Lopes De Souza CEMEI Paulo Freire
	Clarice Athayde	
	Comunidade Canoas	
	Comunidade Santa Rita	
	Jaraguá	
	Jaraguá I	
	Loteamento Novo Jaraguá	
	Monte Sião	
	Nova América	
	Recanto das Águas	
	Renascença	
	Renascença	
	Residencial Minas Gerais	
	São Lucas	
Village do Lago I		
Village do Lago I		
Village do Lago II		
Independência	Acácias	CEMEI Prof. Hamilton Lopes CEMEI Prof. <sup>a</sup> Ana Lucia Mota CEMEI Prof. <sup>a</sup> Elizabete Pereira Soares CEMEI o Bom Samaritano
	Alto São João	
	Carmelo	
	Esplanada	
	Guarujá	
	Independência	
	Independência	
	Independência	
	Interlagos	
	Monte Carmelo	
	Nova Suíça	
	Portal dos Ipês	
	Santa Laura	
	Santos Dumont	
São Bento		
Vila Real		
Jardim Primavera	Conjunto Clarice Athayde	CEMEI do bairro Jardim Primavera E. M Celestino Pereira Salgado
	Jaraguá I	
	Jardim Primavera	
	Jardim Primavera	
	Loteamento Novo Jaraguá	

**Tabela 5 - Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros – MG**

(Continuação)

<b>Polos</b>	<b>Bairros</b>	<b>Escolas</b>
JK	Alice Maia	CEMEI Prof. Hamilton Lopes CEMEI Alegria de Viver CEMEI Aninha Ribeiro
	Alto Floresta	
	Alto São João	
	Conjunto JK	
	Conjunto JK II	
	Jardim Planalto	
	Monte Sião	
	Planalto	
	Raul Lourenço	
	Renascença	
	Renascença	
	Universitário	
	Vila Exposição	
Major Prates	Antônio Canela	CEMEI Amiguinhos da Vila CEMEI Major Prates CEMEI Solar de Jesus
	Augusta Mota	
	Cândida Câmara	
	Funcionários	
	Jardim Liberdade	
	Jardim São Geraldo	
	Major Prates	
	Morada da Serra	
	Morada do Parque	
	Morada do Sol	
	Sagrada Família	
	São Geraldo I	
	Vargem Grande II	
Maracanã	Ciro dos Anjos	CEMEI Prof. <sup>a</sup> M <sup>a</sup> das Dores Martins Rodrigues CEMEI Mundo da Criança
	Conjunto Joaquim Costa	
	Dona Gregória	
	Inconfidentes	
	Jardim São Geraldo	
	José Correia Machado	
	Maracanã	
	Nossa Senhora das Graças	
	Vargem Grande II	
	Vila Campos	
	Vila Greice	
Novo Delfino	Belvedere	CEMEI São Marcos
	Camilo Prates	
	Delfino Magalhães	
	Jardim Olímpico	
	Novo Delfino	
	Vila Anália	
São Geraldo	São Geraldo II	CEMEI Branca de Neve
Renascença	Alice Maia	CEMEI Alegria de Viver Projeto Comunitário Betel CEMEI Aninha Ribeiro
	Alto Floresta	
	Renascença	
	Renascença	

**Tabela 5 - Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros – MG**

(Continuação)

<b>Polos</b>	<b>Bairros</b>	<b>Escolas</b>
	Residencial Minas Gerais	
	Santa Cecília	
	São Mateus	
	Tancredo Neves	
	Vila Exposição	
	Vila Raul José Pereira	
	Vila Regina	
	Vila Tiradentes	
Santa Rita	Clarindo Lopes	CEMEI Dep. Antônio Pimenta CEMEI Mei-Mei CEMEI Ruth Tupinambá
	Jardim Alvorada	
	João Botelho	
	Morrinhos	
	Santa Rita I	
	Santa Rita I	
	Santa Rita I	
	Santa Rita II	
	São José	
Vila Sumaré		
Santos Reis	Amazonas	CEMEI Dr. Ivan Lopes CEMEI Nova Vida CEMEI C.C. Luizinha G. Soares CEMEI Canacy CEMEI Nossa Senhora da Conceição CEMEI São Francisco de Assis
	Bela Vista	
	Edgar Pereira	
	Jardim Brasil	
	Nossa Senhora Aparecida	
	Santa Eugênia	
	Santos Reis	
	São Mateus	
	Vila Antônio Narciso	
	Vila Atlântida	
	Vila Atlântida	
	Vila Áurea	
	Vila Santa Cruz	
	Vila São Francisco de Assis	
Vila Toncheff		
São Geraldo	Chácara Recanto dos Araçás	CEMEI Prof. <sup>a</sup> M <sup>a</sup> das Dores Martins Rodrigues CEMEI Major Prates CEMEI C.C. Prof. Raimundo Neto CEMEI Solar de Jesus
	Ciro dos Anjos	
	Conjunto Chiquinho Guimarães	
	Inconfidentes	
	Jardim São Geraldo	
	José Correia Machado	
	Major Prates	
	Mangues	
	Mirante do Sol	
	Residencial Parque Sul	
	Residencial Sul Ipês	
São Geraldo I		

**Tabela 5 - Distribuição das unidades de educação infantil por polos em Montes Claros – MG**

(Continuação)

<b>Polos</b>	<b>Bairros</b>	<b>Escolas</b>
São Judas Tadeu	Antônio Canela	CEMEI Cristo Rei CEMEI Manoel Caribé Filho CEMEI São Judas CEMEI O Nosso Lar
	Antônio Pimenta	
	Canelas II	
	Cidade Cristo Rei	
	Conjunto Cristo Rei	
	João Alves	
	João Botelho	
	São Judas	
	São Judas	
	São Judas	
	São Judas II	
	Vila Greice	
	Vila Luiza	
	Vila Sumaré	
Vila Oliveira	Barcelona Park	CEMEI Prof. <sup>a</sup> Heloisa Veloso Dos Anjos Sarmento CEMEI Madre Paula Elizabeth CEMEI São Norberto
	Bela Paisagem	
	Centro	
	Ibituruna	
	Jardim Panorama	
	Jardim Panorama II	
	João Gordo	
	Melo	
	Prolongamento Todos os Santos	
	São Mateus	
	Todos os Santos	
	Vila Antônio Narciso	
	Vila Brasília	
	Vila Mauricéia	
	Vila Oliveira	
Vila Toncheff		
Vila Telma	Alto da Boa Vista	CEMEI O Nosso Lar CEMEI Amiguinhos de Jesus
	José Carlos Vale de Lima	
	Santo Inácio	
	São Judas II	
	Vila Maria Cândida	
	Vila Sion	
	Vila Sion II	
	Vila Telma	

Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Montes Claros - MG, 2021.

No momento da inscrição é facultado ao responsável pelo aluno selecionar até duas unidades escolares de sua preferência, desde que estejam no polo em que o requerente resida ou trabalhe. Dado isso, as vagas são preenchidas de acordo com a situação de vulnerabilidade social, risco social e observando se a criança pertence a famílias que residem e/ou trabalham no

polo que pertença ao CEMEI para qual foi realizada a respectiva inscrição. Salienta-se que criança com deficiência, microcefalia, ostomizada ou com anemia falciforme, crianças com medida protetiva, mediante comprovação, têm vaga assegurada em caráter compulsório. Vale acrescentar que esses são os primeiros critérios definidos pela SME para enquadramento do candidato à vaga na educação infantil na situação de vulnerabilidade social e risco social.

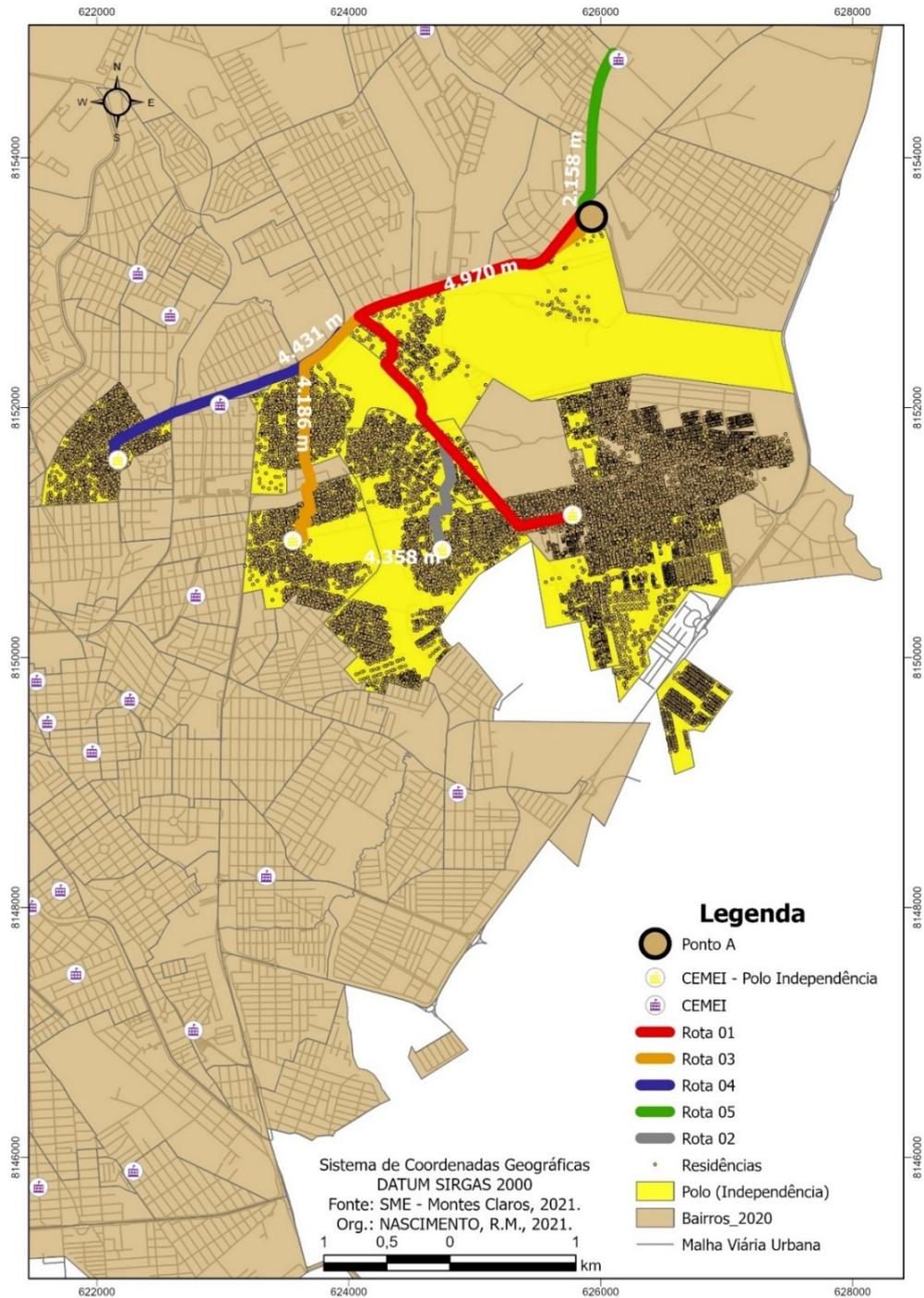
Dispostos em ordem de prioridade, estes são os demais critérios de vulnerabilidades listados pela SME para definir a ocupação das vagas nas escolas de educação infantil na cidade: família atendida pelos Centros de Referência Especializados da Assistência Social (CREAS); família em que, pelo menos, um dos pais da criança encontra-se em espaço prisional e ou Medida Socioeducativa de Internação, Liberdade Assistida (LA) e Prestação de Serviço à comunidade (PSA) ou ainda egresso há pelo menos dezoito meses de alguns dos itens citados a seguir: família atendida em Centro de Referência da Assistência Social (CRAS); criança que possui irmão / irmã na unidade de ensino pleiteada; família beneficiária do Programa Bolsa Família; família inscrita no Cadastro Único – CADÚNICO; criança com quadro de desnutrição proteico energético grave; família em que a pessoa responsável legal seja idosa e detentora da guarda da criança; família em que um dos pais ou responsável pela criança tenha problema de saúde mental comprovado por meio de laudo médico; família em que, pelo menos, um dos pais da criança estiver em situação de drogadição (substâncias psicoativas, com álcool e outras drogas); família monoparental; família em que, pelo menos, um dos pais do candidato/criança for adolescente; família em que exista pessoa com deficiência ou doença grave avaliada pela Equipe de Saúde da Família – que resida no mesmo domicílio da criança; criança com diabetes e com relatório médico; criança com HIV; criança com doenças cardiológicas com relatório médico; criança com doenças renais com relatório médico; criança com doenças neurológicas com relatório médico; mãe e/ou responsável legal analfabeto; mãe e/ou responsável legal com até quatro anos de escolaridade.

Desse modo, dado a localização geográfica de residência do candidato à vaga ou do trabalho do responsável pelo candidato, define-se a escola ou as escolas disponíveis no polo e, com base nos critérios de vulnerabilidades supracitados, as vagas das escolas são preenchidas.

Constata-se que, apesar de haver o fator geográfico como critério para alocação dos alunos, essa metodologia pode resultar em matrículas de alunos em escolas que não sejam as melhores opções, com vista a reduzir a distância de caminhada residência-escola, conforme observado no Mapa 7.

Nesse mapa é representado o polo independência, que é composto por 14 bairros e as quatro escolas que os estudantes residentes nesses bairros podem ser alocados, a saber, CEMEI O Bom Samaritano, Prof.<sup>a</sup> Ana Lúcia Mota, Prof. Hamilton Lopes e Prof.<sup>a</sup> Elizabeth. Constam as rotas (rota 01, rota 02, rota 03, rota 04) do trajeto com menor distância entre uma residência inserida no polo (ponto A) e as quatro escolas possíveis em que um estudante pode ser matriculado, e essas distâncias são: 4.970 m, 4.358 m, 4.186 m, 4.431 m, respectivamente. Além disso, consta a rota 05, com distância de 2.158 m, que representa o trajeto entre a residência em destaque e a escola Aurora Monteiro, que não pertence ao polo Independência.

**Mapa 7 - Simulação de alocação de candidato à vaga em um CEMEI em Montes Claros - MG**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Nesse sentido, evidencia-se que a escola que não consta entre as possibilidades de um estudante que reside no polo Independência pode ser a opção que lhe proporcionaria menor distância de caminhada no seu percurso diário residência-escola, demonstrando que a metodologia de aglutinação de bairros em polos pode gerar, por si só, um determinado grau de

prejuízo na acessibilidade dos estudantes. Nota-se que o critério reduz as opções de escolha dos candidatos, não obstante essas opções não são, na prática, as que melhor atenderiam a todos os moradores.

### 3.2.4 Critério de alocação aluno-escola de ensino fundamental em Montes Claros - MG

No que diz respeito aos critérios para alocação de alunos no ensino fundamental, a SME publicou a portaria Nº 07, de novembro de 2020, para estabelecer normas, procedimentos e períodos para realização da matrícula, transferência e cadastro escolar do ensino fundamental do sistema municipal de ensino de Montes Claros, MG, com vigência para 2021.

Mediante o documento, observa-se que a cidade é dividida em zonas (TABELA 6), as quais têm as escolas de educação infantil – visto que o critério para alocação dos alunos nessas escolas é baseado na indicação do responsável ou pelos candidatos/alunos. Cada aluno pode escolher até três escolas dentro do zoneamento ou na zona limítrofe, exceto nas localidades que têm apenas uma ou duas escolas. Caso não haja vaga em nenhuma das três opções de escolas indicadas, a comissão de cadastro e matrícula da SME encaminha o aluno para a unidade escolar mais próxima da residência do aluno que tenha vaga.

Não consta na portaria os critérios para preenchimento das vagas nas escolas pertencentes a uma mesma zona, menciona apenas que os alunos que se encontram matriculados em uma unidade de ensino terão direito de permanência na mesma unidade, desde que haja turma prevista para o ano de escolaridade subsequente.

**Tabela 6 - Distribuição das unidades de ensino fundamental por zonas em Montes Claros – MG**

(Continua)

Zonas (bairros)	Escolas	Zonas (bairros)	Escolas
- Cidade Industrial - Conj. Hab. Vitória I e II	E.M. Rotary São Luiz	- Santo Antônio I e II - Conjunto Bandeirantes - Jardim Olímpico	E.M. Jason Caetano
- Vila Cedro - Vila Alice - Santa Eugênia - Vila Castelo Branco - Jardim Eldorado	E.M. Jair de Oliveira E.E. M <sup>a</sup> da Conceição R. Avelar	- Alto da Boa Vista - Vila Sion - Duque de Caxias	E.M. Sebastião Mendes

**Tabela 6 - Distribuição das unidades de ensino fundamental por zonas em Montes Claros – MG**

(Continuação)

Zonas (bairros)	Escolas	Zonas (bairros)	Escolas
- Vila Atlântica - Bela Paisagem - Vila São Francisco de Assis - Santos Reis - Bela Vista	E.M. Afonso Salgado	- Vera Cruz - Vila Tupã	E.M. Alcides Carvalho
- Vila Regina - Raul José Pereira - Alice Maia - Tancredo Neves - Vila Tiradentes - Santa Cecília - Renascença - Vila Exposição - Alcides Rabelo - Raul Lourenço	E.M. Joaquim José de Azevedo	- Lourdes - Ipiranga - Monte Alegre	E.M. Dr. Mário Tourinho
- JK - Floresta - Universitário - Planalto - Planalto	E.M. Ruy Lage E.M. Bolivar Andrade	- Antônio Pimenta - Dr. João Alves	E.M. Prof. <sup>a</sup> Hilda Carvalho
- Village do Lago I e II - Clarice Atayde Vieira - Novo Horizonte - Conj. Hab. Monte Sião I, II, III e IV - Conj. Hab. Minas Gerias - Conj. Hab. Recanto das Águas - Nova América - São Lucas	E.M. João Valle Maurício E.M. Dú Narciso	- Santo Amaro - Conjunto Olga Benário	E.M. Zizinha Ribeiro
- Jardim Primavera - Recanto dos Araçás	E.M. Celestino Pereira	- Santa Rafaela - Itatiaia - Nossa Senhora das Graças - Alterosa - Conj. José C. Machado	E.M. Prof. <sup>a</sup> Eunice Carneiro E.M. Dr. Crisantino Borém
- Guarujá - Santa Laura - Interlagos - Parque Pampulha - Esplanada do Aeroporto	E.M. Professora Simone Soares	- Maracanã - Vila Campos - Dona Gregória	E.M. Dominginhos Pereira

**Tabela 6 - Distribuição das unidades de ensino fundamental por zonas em Montes Claros – MG**

(Continuação)

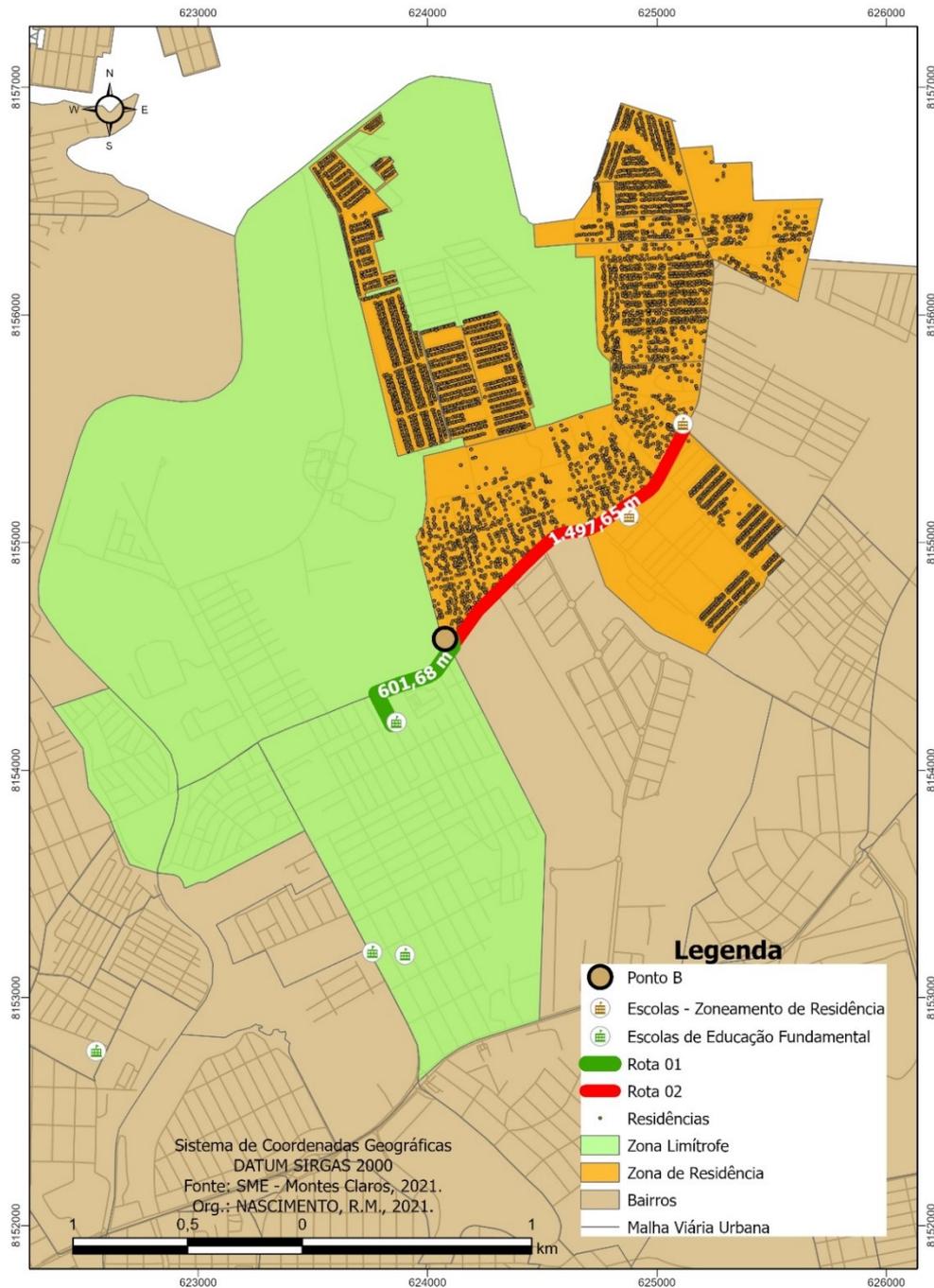
Zonas (bairros)	Escolas	Zonas (bairros)	Escolas
- Independência - Acácias - Vila Real - Chácara Ceres	E.M. Prof. <sup>a</sup> M <sup>a</sup> Lourdes Pinheiro E.M. Egídio Cordeiro Aquino	- Vila Greice - Ciro dos Anjos - Joaquim Costa	E.M. Mestra Fininha
- Monte Carmelo - Belvedere - Santa Lúcia - Regina Peres - Jardim Palmeiras	E.M. Geraldo Pereira de Souza	- Chácara dos Mangues - Chiquinho Guimarães - São Geraldo - Major Prates	E.M. Irmã Beata
- Vila Anália - Vila Camilo Prates - Colorado - Prolong. Vila Camilo Prates - Jardim Olímpico	E.M. Prof. <sup>a</sup> Neide Melo Franco E.M. Dr. Alfredo Coutinho	- Canelas I e II - Major Prates	E.M. Dona Vidinha Pires

Fonte: Secretaria Municipal de Educação de Montes Claros - MG, 2021.

Em suma, a metodologia adotada pela SME para as escolas de ensino fundamental, em termos de minimização da distância de caminhada aluno-escola, se operacionaliza de modo preferível quando comparada com a metodologia utilizada para as escolas de educação infantil. A principal motivação está atrelada ao fato de que, para as escolas de ensino fundamental, o candidato à vaga pode escolher, além de escolas que estão localizadas na zona de residência, escolas que estão em zonas limítrofes.

No Mapa 8, observa-se que um estudante com residência na zona que compreende os bairros Village do Lago I e II, Clarice Atayde Vieira, Novo Horizonte, Conj. Hab. Monte Sião I, II, III e IV, Conj. Hab. Minas Gérias, Conj. Hab. Recanto das Águas e Nova América, ao escolher as escolas que constam nessa área, poderia percorrer uma distância de até 1.497 metros, rota 02. Em contrapartida, na zona vizinha, a escola E.M Ruy Lage dista apenas 602 m da residência em destaque (ponto B). Como há possibilidade de escolher uma escola na zona limítrofe, é possível garantir a escola que proporciona menor distância de caminhada ao candidato à vaga.

**Mapa 8 - Simulação de alocação de candidato à vaga em uma escola de ensino fundamental em Montes Claros - MG**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

De modo geral, mesmo havendo distinções entre as metodologias utilizadas pelas escolas de ensino infantil e fundamental, ainda havendo portarias distintas para ocupação das vagas nas duas modalidades de ensino, observa-se que, para ambas, a localização geográfica do aluno constitui requisito fundamental para o preenchimento de vagas nas escolas da rede.

### 3.2.5 Distância de caminhada residência-escola: análise da cobertura dos CEMEIs

No contexto da análise espacial das escolas municipais da área urbana de Montes Claros, tem-se o Mapa 9, que representa, após a operacionalização da extensão *Network Analyst* com a função *Service Area*, a espacialização dos CEMEIs da cidade com a qualificação da acessibilidade por meio da distância aluno-residência em excelente, ótima, regular, baixa e péssima, conforme indicador produzido por Brau, Mercê e Tarrago (1980).

Salienta-se que, a qualificação excelente é denominada para áreas da cidade que apresentam distância máxima de caminhada de até 250 m até a escola, a ótima diz respeito a regiões com distância máxima de caminhada entre 250 m e 500 m e a regular para distâncias entre 500 m e 750 m. Qualifica-se em acessibilidade baixa as áreas em que os alunos tenham que percorrer uma distância entre 750 m e 1.000 m; e, em péssima, distâncias maiores que 1.000 m.

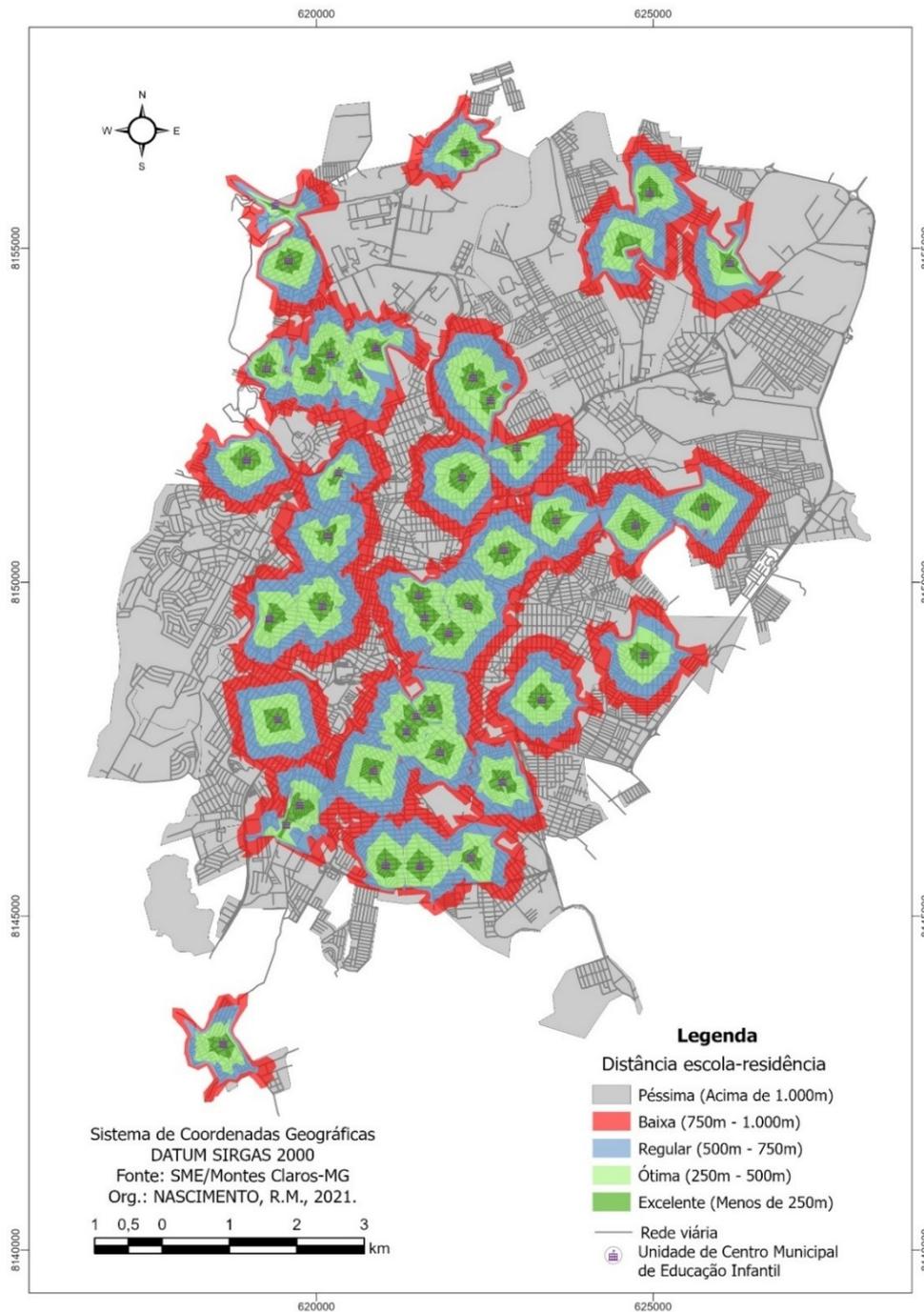
Diante disso, nota-se que, entre os CEMEIs disponíveis na cidade, há significativa concentração espacial dessas unidades nas regiões sul, central e oeste. Quando se observa a região norte, esse nível de proximidade e de quantidade dos CEMEIs não é mantido, constatando, nessa região, carência de instalações de ensino infantil, fazendo com que se observe extensas regiões com classificação de acessibilidade péssima.

Nesse sentido, dado que Montes Claros apresenta área urbana de aproximadamente 91,85 km<sup>2</sup>, constata-se que cerca de 44,03 km<sup>2</sup> dessa extensão qualifica-se em regiões que têm acessibilidade considerada péssima, isto é, os moradores inseridos em 47,9% da área urbana, caso necessitem acessar uma unidade de CEMEI, a distância de caminhada entre a moradia e o CEMEI mais próximo ultrapassará 1.000 m.

Em relação à acessibilidade excelente, a cobertura espacial da cidade com essa qualificação é de apenas 4 km<sup>2</sup>, o que, em percentual, corresponde a aproximadamente 4,35% da área urbana. Esse percentual é quase triplicado quando se observa a área percentual da cidade com acessibilidade ótima, que corresponde a 12%. Já o percentual da área urbana com distância de caminhada residência-escola entre 500 m e 750 m, tem valor aproximado de 16%.

No que se refere à área urbana com acessibilidade baixa, o valor obtido é de 18,15 km<sup>2</sup>, o que representa em percentual 19,8% da área urbana de Montes Claros.

**Mapa 9 - Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência-escola para as unidades Centro Municipal de Educação Infantil da área urbana de Montes Claros - MG.**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### 3.2.6 Distância de caminhada residência-escola: análise da cobertura das escolas de ensino fundamental

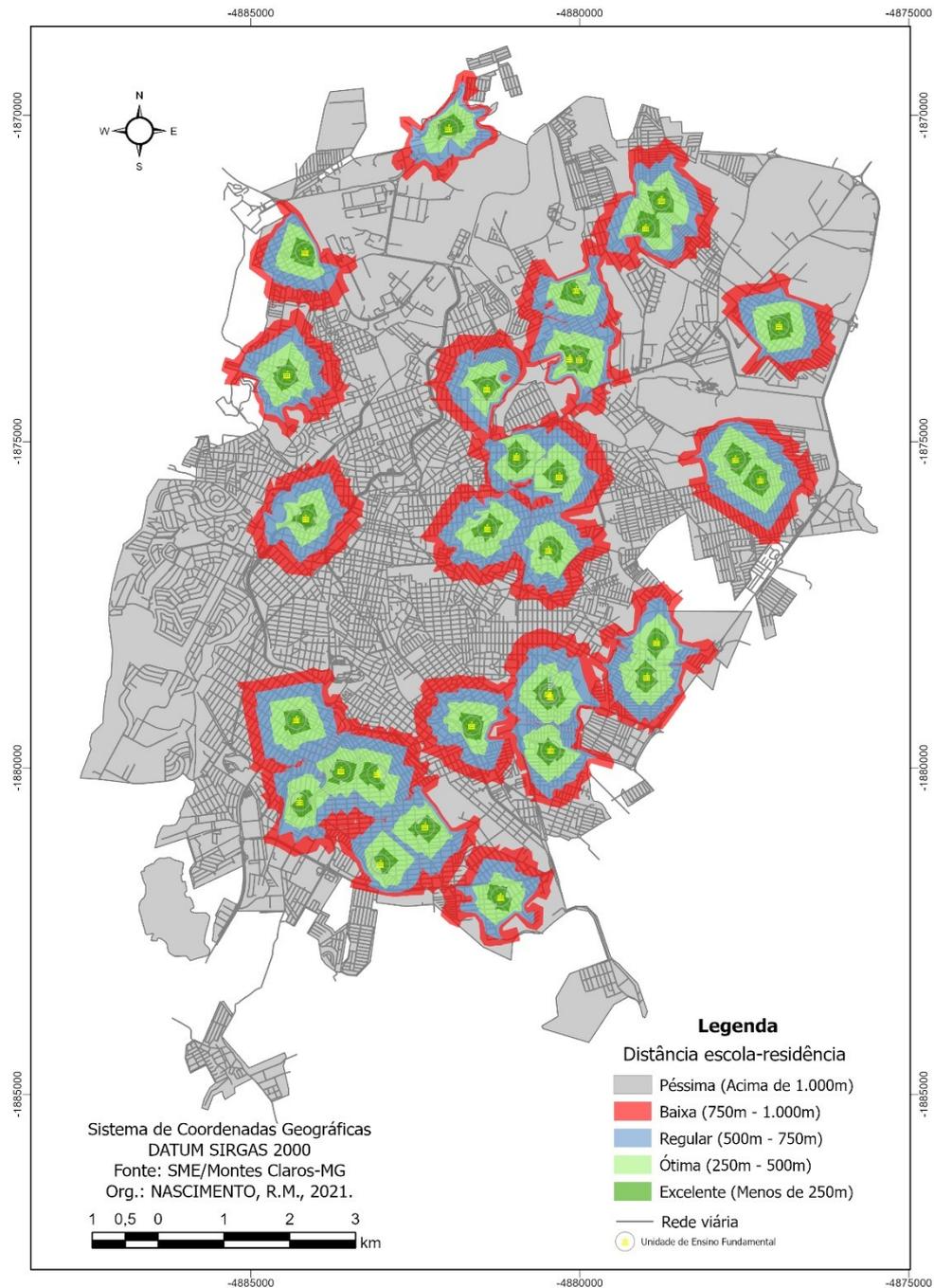
Assim como representado para os CEMEIs o Mapa 10 apresenta o resultado da análise da acessibilidade pela distância residência-escola para as escolas de ensino fundamental da área

urbana de Montes Claros, utilizando a extensão *Network Analyst* com a função *Service Area*, do *software* ArcGIS, conforme indicador proposto por Brau, Mercê e Tarrago (1980). De igual modo, a qualificação excelente é denominada para áreas da cidade que apresentam distância máxima de caminhada de até 250 m até a escola, ótima para regiões com distância máxima de caminhada entre 250 m e 500 m e regular para distâncias entre 500 m e 750 m. Já para regiões em que a distância residência-escola seja entre 750 m e 1.000 m, a acessibilidade é classificada em baixa e em péssima para distâncias maiores que 1.000 m.

Calculando a área urbana de Montes Claros, obteve-se um total de 91,85 km<sup>2</sup>, sendo que desse valor, apenas 2,78 km<sup>2</sup> são qualificados com acessibilidade excelente, ou seja, as escolas da rede municipal de ensino fundamental oferecem apenas 3,03% em cobertura espacial da cidade capaz de proporcionar aos moradores uma distância de caminhada de até 250 m da residência até a escola. Em relação à cobertura com acessibilidade ótima a área é de 8,19 km<sup>2</sup>, enquanto que a área com nível de acessibilidade considerado regular é de 11,26 km<sup>2</sup>. Em relação a acessibilidade qualificada como baixa, a cobertura espacial é de 14,86 km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 16,18% da área urbana de Montes Claros.

Nessa perspectiva, observa-se que a maior parte da área urbana de Montes Claros apresenta péssima acessibilidade as escolas municipais de ensino fundamental. Cerca de 59,62% da área urbana da cidade é composta por residências em que a distância de caminhada até uma escola de ensino fundamental mais próxima ultrapassa a 1 km, o que equivale a uma área de 54,76 km<sup>2</sup>.

**Mapa 10 - Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência-escola para as unidades de ensino fundamental da área urbana de Montes Claros - MG**



Fonte: Produzido pelo autor, 2021.

Quando se compara a localização espacial das escolas de ensino infantil em relação as de ensino fundamental, observa-se que, por ter quantidade maior, os CEMEIs apresentam maior área de cobertura com nível de acessibilidade considerado excelente. Por conseguinte, a cobertura das escolas de ensino fundamental tem maior área com acessibilidade avaliada como péssima.

### 3.3 – Proposta de localização otimizada das escolas públicas municipais

#### 3.3.1 – Proposta de localização otimizada para os CEMEIs

A Tabela 7 apresenta a discriminação da coordenada geográfica dos locais indicados como ideais para haver a abertura de uma escola de ensino infantil, de acordo com a ferramenta *facility location* disponibilizada pelo TransCAD, que propõe solução com intuito de minimizar a distância média de caminhada para os domicílios existentes em Montes Claros. Vale salientar que o ponto geográfico indicado pelo *software* como ideal para localização é identificado pelo código ID, que consta nos 131.864 pontos.

Além disso, é relacionada a quantidade de domicílios que cada escola atende, a distância média de caminhada das moradias atendidas até a escola e o custo total, isto é, a soma da distância de todos os trajetos moradia até a escola com a identificação (ID) sugerida.

**Tabela 7 - Solução ótima encontrada para a localização dos CEMEIs em Montes Claros – MG**

(Continua)

ID	Domicílios Atendidos	Custo médio (m)	Custo total (km)	Latitude	Longitude
56389	856	486,75	416,66	618676,63	8143059,48
87002	1.873	652,88	1.222,84	618534,77	8146887,32
69308	3.773	513,85	1.938,74	619948,61	8146802,79
54185	4.342	500,82	2.174,57	619520,49	8147985,75
35189	1.310	661,78	866,94	618529,36	8148452,3
120311	1.818	769,24	1.398,48	618466,92	8150019,27
81062	3.113	516,73	1.608,57	619768,47	8149138,97
8954	2.650	539,05	1.428,48	618717,99	8151596,16
128455	1.240	501,98	622,46	620691,44	8145074,87
39617	3.025	476,25	1.440,67	620755,47	8146291,26
112803	3.664	494,67	1.812,45	621606,2	8145859,89
31445	4.096	584,41	2.393,75	621021,16	8147342,62
51988	1.587	564,52	895,89	622747,94	8145560,82
115321	4.231	552,93	2.339,45	622137,25	8147890,27
125634	2.451	577,23	1.414,80	622757,25	8146774,63
41794	1.489	557,24	829,73	623529,28	8146700,67
116599	4.106	607,74	2.495,38	623545,49	8148315,12
108984	3.272	537,86	1.759,88	620992,5	8148961,68
32473	3.499	474,04	1.658,68	621356,12	8149645,01
19237	3.403	586,17	1.994,74	620244,04	8150257,78
111752	2.454	599,15	1.470,31	620253,68	8151314,16

**Tabela 7 - Solução ótima encontrada para a localização dos CEMEIs em Montes Claros – MG**

(Continuação)

ID	Domicílios Atendidos	Custo médio (m)	Custo total (km)	Latitude	Longitude
71906	3.940	567,89	2.237,48	621364,23	8150774,4
71130	4.359	575,16	2.507,11	622414,05	8149124,7
97422	4.320	609,88	2.634,68	622219,39	8151753,11
50668	3.633	658,72	2.393,12	622993,43	8150466,08
14680	3.979	756,90	3.011,69	623637,6	8151780,5
117708	3.149	531,65	1.674,18	619625,96	8152934,47
43811	3.524	512,08	1.804,57	619664,13	8154453,86
118602	796	596,37	474,71	620109,8	8155923,3
79969	4.998	493,72	2.467,62	620367,67	8153328,51
36568	2.152	591,81	1.273,58	621235,8	8152427,77
94188	4.445	588,08	2.614,02	622440,15	8153441,08
47618	3.919	780,98	3.060,64	623584,66	8153880,43
102856	2.108	734,18	1.547,65	622285,36	8157257,3
89349	4.172	577,73	2.410,28	623826,91	8149505,89
27122	3.447	625,44	2.155,90	624811,39	8148572,18
96265	2.571	592,86	1.524,24	624793,92	8150999,23
61055	633	259,55	164,30	626667,82	8149666,77
108509	3.721	581,53	2.163,87	626155,36	8150818,96
23021	3.587	572,09	2.052,07	626640,06	8151683,86
873	3.761	829,73	3.120,61	626757,2	8153639,49
85166	2.387	641,81	1.532,01	623968,1	8155654,25
19704	4.011	742,99	2.980,13	625187,63	8155815,31

Fonte: Elaborado pelo autor.

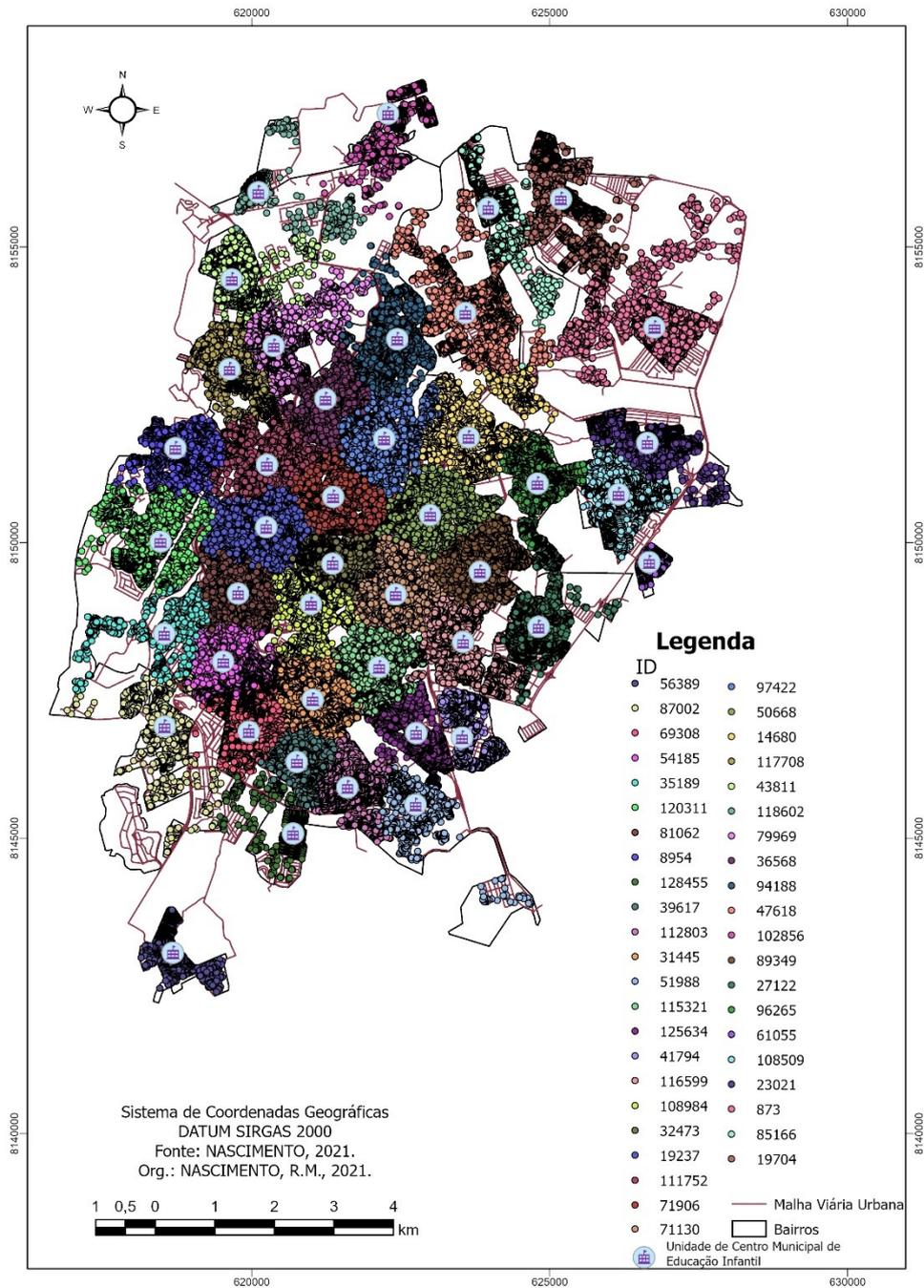
Observa-se que a localização otimizada para as 43 escolas de ensino infantil, sugerida pelo modelo de p-mediana, tem para todas as escolas distância média de caminhada inferior a 1.000 m, sendo que a maior média é de 828,73 m, sugerindo que, na média, nenhuma das escolas tem acessibilidade péssima, conforme os indicadores de acessibilidade de Brau, Mercê e Tarrago (1980). Em relação à quantidade de moradias atendidas por cada escola, observa-se que o número varia de 633 até 4.998, levando-se em conta que a capacidade das escolas tende a ser maior de acordo com o nível de adensamento de residências de cada região da cidade.

Um importante indicador obtido por meio de análise de localização otimizada é o custo total do sistema, o que nessa aplicação corresponde à soma das distâncias de todas as moradias até as respectivas escolas responsáveis pelo atendimento. À medida que esse valor aumenta, significa que os moradores precisam percorrer maiores distâncias para acessar uma escola.

Na proposta de localização para os CEMEIs, encontrou-se um custo total equivalente a 77.987, 93 km.

Na prática, o Mapa 11 indica qual é o conjunto de moradias que cada uma das 43 escolas deveria atender, e as escolas estão identificadas pelo código de identificação (ID), relacionado na Tabela 7. Pode-se observar a delimitação da área a ser atendida por cada ponto.

**Mapa 11 - Identificação das moradias atendidas pelos CEMEIs com localização otimizada**

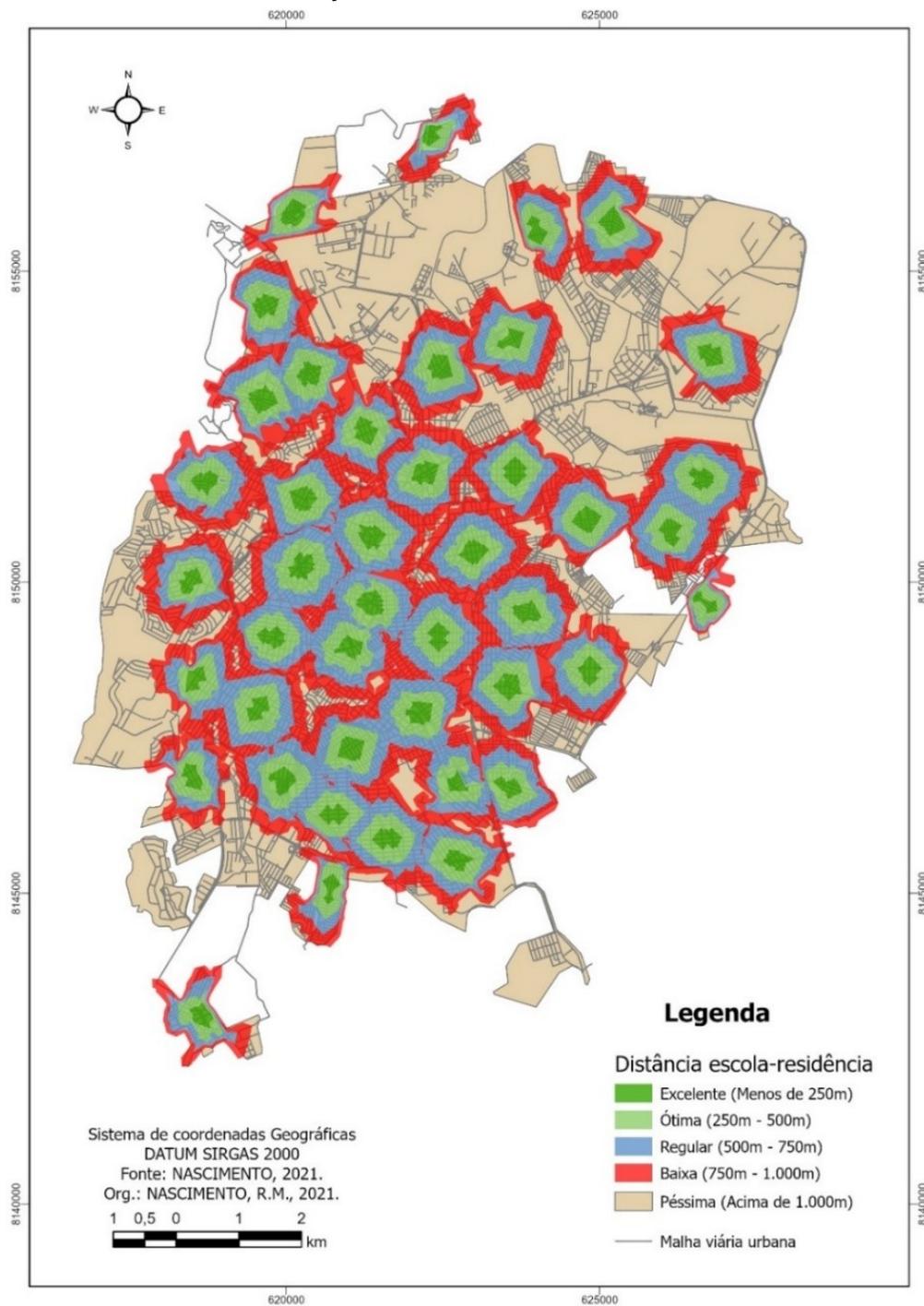


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

No que se refere à análise da distância de caminhada residência-escola, o Mapa 12 indica a localização ótima encontrada para as 43 unidades de CEMEI que existem na cidade de Montes Claros, em conjunto com a qualificação da área urbana em relação à distância de caminhada residência-escola, baseado em Brau, Mercê e Tarrago (1980).

Nota-se que a área urbana com distância de caminhada menor que 250 m é de aproximadamente 4,4 km<sup>2</sup> e para distância de caminhada entre 250 m e 500 m a área é de 14,58 km<sup>2</sup>. Em percentagem, 4,8% da área é excelente e 15,9%, ótima. Além disso, a área de 20,8 km<sup>2</sup> é qualificada como regular e de 23 km<sup>2</sup>, em baixa, restando apenas 29,07 km<sup>2</sup> de área classificada com acessibilidade péssima.

**Mapa 12 - Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência-escola para a localização ótima dos CEMEIs**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Quando se compara a espacialização dos CEMEIs existente atualmente com a localização ótima proposta pela metodologia de p-mediana, observa-se que houve aumento nas áreas da cidade que têm distância de caminhada da moradia até a escola considerada excelente, ótima, regular e baixa, com conseqüente diminuição da área classificada como péssima.

Na área de cobertura qualificada com acessibilidade excelente, houve aumento de 10%. Já para área com acessibilidade ótima, houve incremento de 32,3%, enquanto que na área com acessibilidade regular o aumento foi de 42%, passando de 14,65 km<sup>2</sup> para 20,8 km<sup>2</sup>. Além disso, obteve-se variação de 26,7% para a área considerada como acessibilidade baixa, tendo valor inicial de 18,15 km<sup>2</sup> e, após otimização da localização dos CEMEIs, o valor obtido é de 23 km<sup>2</sup>.

Nessa perspectiva, constata-se que, com a mesma quantidade de escolas que existem atualmente, pode-se diminuir o trajeto aluno-escola, sobretudo, por existirem escolas que distam menos de 250 m entre si, como é o caso dos CEMEI Manoel Caribé Filho e o CEMEI São Judas, resultando em sobreposição de área com acessibilidade excelente. Além disso, há outros que distam entre 500 m e 750 m entre si, a exemplo dos CEMEI Monteiro Lobato e CEMEI prof.<sup>a</sup> Maria das Dores, o que gera interseção de áreas com acessibilidade regular. Essas áreas sobrepostas, caso as escolas tivessem outra localização geográfica, possibilitaria o encurtamento do trajeto residência-escola para os moradores de 33,97% da área da cidade, que precisam percorrer distância superior 1.000 m.

Esses desequilíbrios espaciais na distribuição de escolas municipais possivelmente estão atrelados aos processos de urbanização e expansão urbana que podem ter se dado em descompasso com o incremento da quantidade de escolas na cidade ou em razão de concepções de configuração da rede escolar que priorizou a alocação de escolas em pontos específicos do espaço urbano.

Uma vez que a rede escolar municipal já se encontra consolidada, com infraestrutura construída, entende-se que readequar a rede, alterando a localização das escolas existentes, pode se tornar uma tarefa onerosa e com custo de tempo elevado para a SME. Nesse sentido, com intuito de propor alternativas que aprimorem a acessibilidade dos moradores da cidade, considerando a localização atual dos 43 CEMEIs existentes no espaço urbano de Montes Claros, calculou-se uma matriz com auxílio do *software* TransCAD, que indica a distância de caminhada dos moradores de cada um dos 131.864 domicílios presentes na cidade para todos os 43 CEMEIs.

Desse modo, com o objetivo de garantir o menor trajeto residência-escola aos moradores, selecionou-se o CEMEI mais próximo de cada um dos domicílios. Logo, o conjunto de moradias atendidas por cada um dos CEMEIs é a seleção das moradias que a distância de caminhada aluno-escola será a menor, considerando todas as opções de escola existente na rede.

A Tabela 8 traz a indicação da quantidade de domicílios que cada CEMEI deve atender, a distância média de caminhada, a distância total de caminhada dada pelo somatório da extensão

do trajeto domicílio-escola de todas as moradias atendidas pela escola relacionada e a coordenada geográfica do CEMEI.

**Tabela 8 - Levantamento dos domicílios com menor distância de caminhada para os CEMEIs**

(Continua)

<b>Unidade</b>	<b>Domicílios Atendidos</b>	<b>Custo médio (m)</b>	<b>Custo total (km)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
CEMEI Branca de Neve	856	496,13	424,69	622325,85	8153070,94
Solar de Jesus	1.340	1.387,36	1.859,06	622784,29	8150493,82
Centro de Convívio Raimundo Neto	2.257	550,51	1.242,49	620092,16	8149650,44
CEMEI Major Prates	6.534	836,29	5.464,30	622766,2	8147017,98
CEMEI Dona Ivone Silveira	3.393	1.048,40	3.557,20	622581,37	8152734,7
CEMEI Amiguinhos da Vila	4.410	694,26	3.061,70	618599,66	8143163,1
CEMEI São Norberto	3.134	800,16	2.507,71	619389,58	8155649,05
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Maria da Dores	2.372	538,92	1.278,31	619585,33	8154823,41
CEMEI Monteiro Lobato	3.998	897,02	3.586,27	621833,71	8147468,4
CEMEI Mundo da Criança	4.475	573,72	2.567,41	621519,6	8149811,59
CEMEI Manoel Caribé Filho	1.232	485,11	597,66	619303,83	8149464,07
CEMEI Cristo Rei	1.681	482,06	810,35	621605,56	8149481,31
CEMEI São Judas	962	598,4	575,66	620883,12	8153519,1
CEMEI O Nosso Lar	2.325	561,75	1.306,06	622199,1	8156437,8
CEMEI Santa Rafaela	2.329	763,44	1.778,06	620325,68	8151652,34
CEMEI Amiguinho de Jesus	3.214	857,57	2.756,24	619428,84	8147957,63
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Idoleta Maciel	6.733	829,87	5.587,48	621337,8	8147778,2
CEMEI Dona Ruth Tupinambá	1.728	533,42	921,75	621960,48	8149245,36
CEMEI Deputado Antônio Pimenta	3.357	688,49	2.311,25	621536,84	8145761,52
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Heloisa Sarmiento	3.138	761,91	2.390,87	620854,52	8147182,92

**Tabela 8 - Levantamento dos domicílios com menor distância de caminhada para os CEMEIs**

(Continuação)

<b>Unidade</b>	<b>Domicílios Atendidos</b>	<b>Custo médio (m)</b>	<b>Custo total (km)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
CEMEI Madre Paula Elizabeth	2.285	808,91	1.848,36	620208,71	8153421,11
CEMEI Mei-Mei	2.460	575,03	1.414,56	620631,59	8153113,06
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Maria da Conceição	2.193	570,62	1.251,37	623554,8	8150935,6
CEMEI Prof. Hamilton Lopes	4.795	677,71	3.249,63	621709,71	8148134,78
CEMEI Amiguinhos da Adelour	3.276	668,66	2.190,54	622977,44	8152023,86
CEMEI O Bom Samaritano	3.079	817,83	2.518,10	624947,36	8155829,95
Centro de Convívio Luizinha	1.508	504,82	761,27	624738,91	8150862,49
CEMEI São Francisco de Assis	2.317	462,09	1.070,66	623345,22	8148249,53
CEMEI Cainha Feliz	2.927	525,17	1.537,18	622165,92	8151582,44
CEMEI Canacy	676	1.006,24	680,22	625774,29	8151141,43
CEMEI Nossa Senhora da Conceição	2.649	397,32	1.052,51	620169,3	8150713,36
CEMEI Nova Vida	1.755	531,1	932,08	622259,98	8149660,38
CEMEI Dr. Ivan Lopes	1.785	784,38	1.400,11	621029,77	8145773,77
CEMEI Aninha Corrêa Ribeiro	928	490,81	455,48	622289,01	8145888,69
CEMEI Alegria de Viver	4.795	879,96	4.219,42	619930,55	8153177,9
CEMEI Padre Murta	4.201	1.095,87	4.603,76	621480,91	8148008,78
CEMEI Dr. Mário Ribeiro	2.258	1.109,67	2.505,65	624865,65	8148920,42
CEMEI São Marco	4.944	879,02	4.345,88	618961,99	8151843,22
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Ana Lúcia Mota	2.819	776,74	2.189,62	619551,61	8146375,7
CEMEI Prof. <sup>a</sup> Elizabeth Pereira	8.349	1.160,05	9.685,28	619254,26	8153210,97
Centro Municipal Eloim Lopes	5.085	1.339,25	6.810,10	619750,45	8146674,38
E.M Aurora Monteiro	4.527	1.611,40	7.294,80	624605,69	8155027,1
CEMEI Paulo Freire	2.785	653,14	1.819,00	624947,36	8155829,95

Fonte: Elaborado pelo autor.

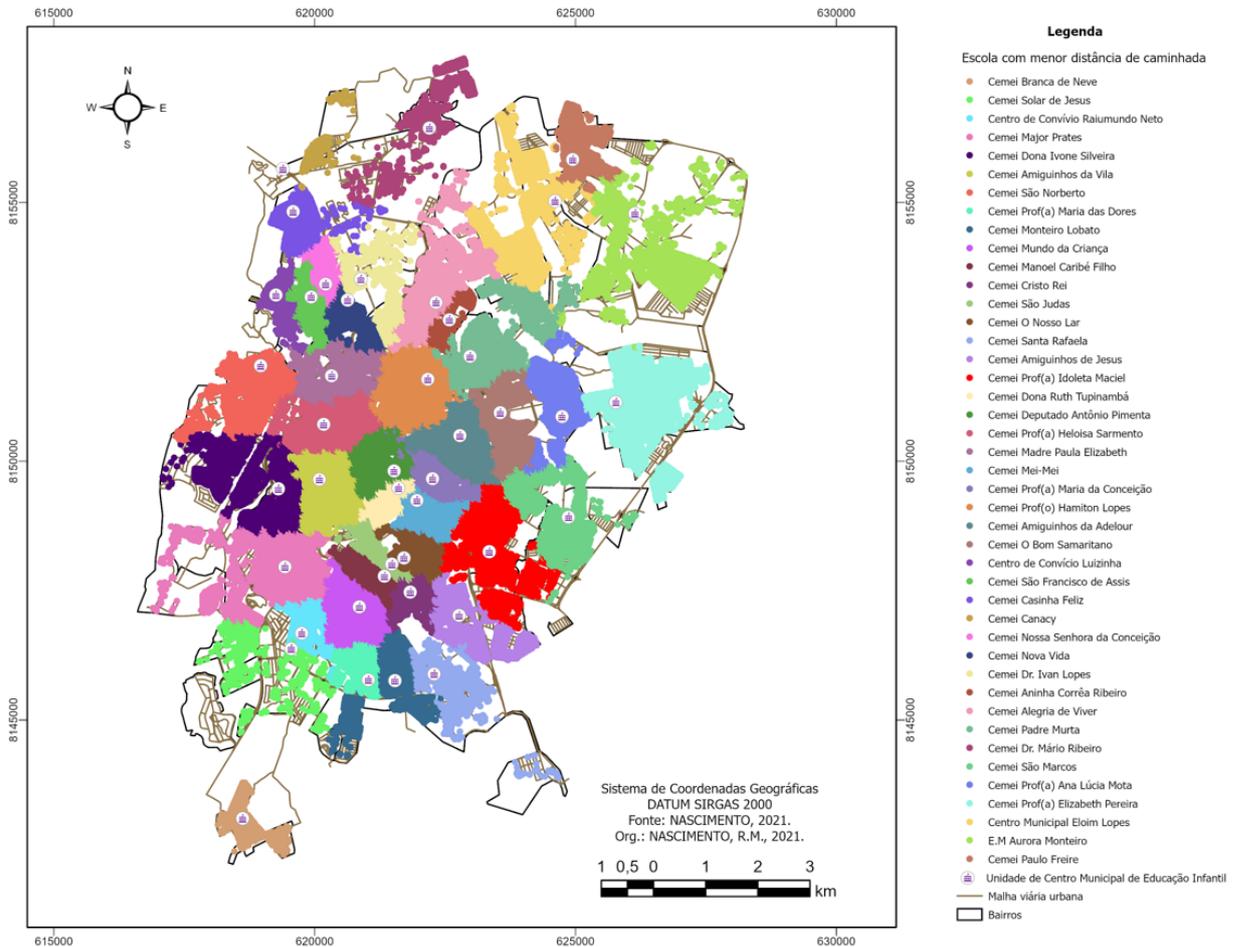
Observa-se que a distância média de caminhada oscila entre 397,32 m para o CEMEI Nossa Senhora da Conceição até 1.611,40 m para a Escola Municipal Aurora Monteiro, o que, na média, configura acessibilidade ótima e péssima, respectivamente, conforme indicador proposto por Brau, Mercê e Tarrago (1980). Quanto à quantidade de moradias a ser atendidas por cada CEMEI, percebe-se que esse valor é o menor para o CEMEI Branca de Neve, correspondendo a 856, e o maior para o CEMEI Prof.<sup>a</sup> Idoleta Maciel, equivalente a 6.733.

Esses dados, quando comparados, sobretudo de distância média de caminhada, com os encontrados para a localização otimizada dos CEMEIs, pelo método de p-medianas, constata-se que há considerável prejuízo no nível de acessibilidade dos moradores em acessar os CEMEIs. Na solução otimizada, em média, a distância de caminhada máxima atingida por uma unidade de ensino infantil correspondeu a aproximadamente 828 m, enquanto a média, considerando a localização atual dos CEMEIs, oito deles, apresentaram distância média de caminhada superior a 1.000 m.

O custo total apresentado, considerando a localização atual das escolas, é de 108.420,10 km, o que representa aumento de 39% em relação ao custo total obtido com localização otimizada das escolas. Esse crescimento, reflete em maior trajeto residência-escola para os moradores da cidade, tendo em vista a distribuição desequilibrada das escolas na rede. De modo geral, há 30.432,17 km a serem percorridos pelos moradores caso queiram acessar um CEMEI na localização existente na cidade, em comparação à localização otimizada proposta nessa pesquisa.

No Mapa 13, é possível visualizar a espacialização das moradias atendidas por cada uma das 43 escolas de educação infantil presentes na cidade.

**Mapa 13 - Identificação dos domicílios atendidos pelo CEMEI com a menor distância de caminhada**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Destaca-se que a metodologia utilizada para identificar o CEMEI que atende aos domicílios garante que o aluno se matricule na escola mais próxima da sua residência, o que pode ser uma alternativa frente à metodologia adotada pela SME, a qual, atualmente, reúne os bairros em polos e, conforme já analisado, pode alocar estudantes em escolas que não sejam as que possibilitem menor distância de caminhada.

Vale salientar que a matriz gerada com a distância de caminhada das moradias até as escolas da rede pode auxiliar em situações que a demanda de alunos para um CEMEI seja maior que sua capacidade. Nesse caso, para os alunos excedentes, basta visualizar na matriz qual a segunda opção que lhe proporciona o menor trajeto residência-escola para que defina o CEMEI que o atenderá, sendo que essa interação pode ser realizada sucessivamente, uma vez que a matriz compreende a distância de caminhada de cada domicílio para todas as escolas da rede.

### 3.3.2 Proposta de localização otimizada para as escolas de ensino fundamental

Para se obter a localização otimizada das 30 escolas de ensino fundamental, utilizou-se a ferramenta *facility location*, disponibilizada pelo *software* TransCAD, que propõe a localização para as escolas, a partir de um conjunto de locais candidatos, minimizando a distância média de caminhada para todos os que precisam acessar as escolas.

Nessa perspectiva, a Tabela 9 apresenta a discriminação da coordenada geográfica dos locais indicados como ideais para ver a abertura de uma escola de ensino fundamental, constando o código de identificação (ID). Além disso, é relacionado a quantidade de domicílios que cada escola atende, o custo médio, isto é, distância média de caminhada das moradias atendidas até a escola e o custo total, que representa a soma do trajeto de todas as moradias atendidas até a o CEMEI.

**Tabela 9 - Solução ótima encontrada para a localização das unidades de ensino fundamental em Montes Claros – MG**

(Continua)

ID	Domicílios Atendidos	Custo médio (m)	Custo Total (km)	Latitude	Longitude
56389	856	486,75	416,66	618676,63	8143059,48
87002	1.941	689,64	1.338,58	618534,77	8146887,32
65831	4.185	569,34	2.382,68	619988,12	8146835,01
55788	5.430	667,88	3.626,60	619405,38	8147860,92
120087	2.045	822,57	1.682,15	618522,47	8149972,66
67751	4.347	662,55	2.880,11	619795,99	8149300,41
110603	3.045	629,7	1.917,45	618868,79	8151711,89
128455	1.251	507,63	635,05	620691,44	8145074,87
112803	6.506	728,37	4.738,77	621606,2	8145859,89
4399	5.095	649,94	3.311,44	620971,52	8147265,36
115321	5.104	627,75	3.204,04	622137,25	8147890,27
115130	3.567	920,95	3.285,03	623169,26	8146584,88
18390	5.577	621,62	3.466,76	620855,59	8149372,52
9249	5.933	786,68	4.667,39	620783,85	8150923,74
34352	4.301	567,09	2.439,04	622149,76	8149068,45
63695	5.073	620,95	3.150,07	623430,9	8148613,3
13299	4.863	733,59	3.567,46	623577,98	8149859,65
49309	5.454	691,15	3.769,51	622154,69	8150305,86
101226	6.687	826,92	5.529,60	622353,43	8151882,07
43984	4.239	752,67	3.190,58	619720,93	8154585,21
91613	8.675	730,7	6.338,80	620203,27	8153152,61
94188	4.542	621,27	2.821,80	622440,15	8153441,08
47089	3.979	802,52	3.193,24	623630,41	8153763,8
102856	2.230	836,14	1.864,60	622285,36	8157257,3
61558	3.783	683,37	2.585,18	624739,48	8148603,67
104140	4.591	841,05	3.861,24	624274,02	8151494,26

**Tabela 9 - Solução ótima encontrada para a localização das unidades de ensino fundamental em Montes Claros – MG**

(Continuação)

<b>ID</b>	<b>Domicílios Atendidos</b>	<b>Custo médio (m)</b>	<b>Custo Total (km)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
17975	8.400	940,21	7.897,76	626254,61	8151188,08
873	3.759	829,06	3.116,45	626757,2	8153639,49
85166	2.395	640,02	1.532,85	623968,1	8155654,25
19704	4.011	742,99	2.980,13	625187,63	8155815,31

Fonte: Elaborado pelo autor.

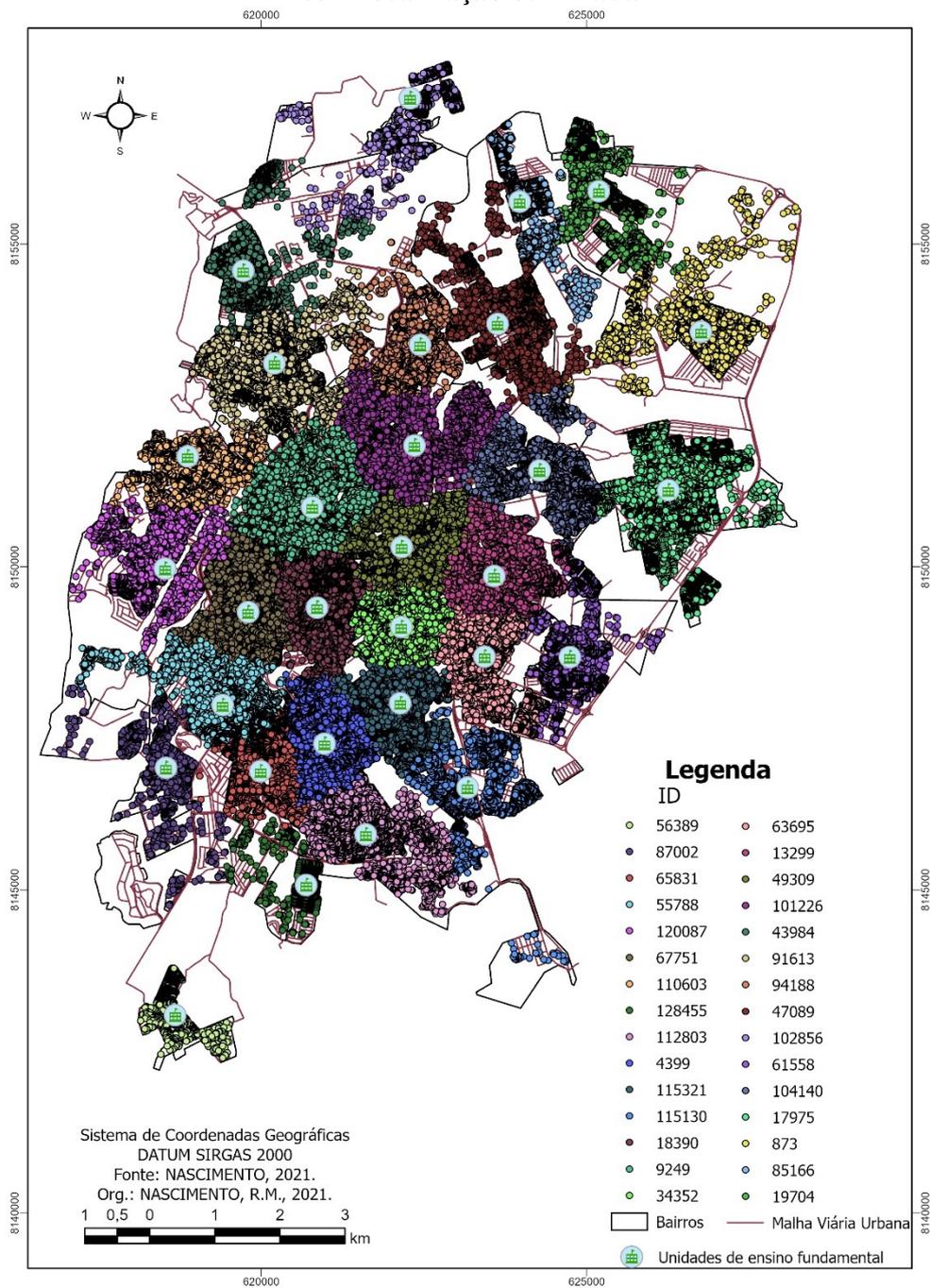
Verifica-se que a distância média de caminhada encontrada varia entre 486,75 m e 940,21 m, o que implica, de acordo com os indicadores de acessibilidade adotados nessa pesquisa, que, em média, a acessibilidade é regular e baixa, respectivamente. Não se observa nenhuma escola com distância média de caminhada superior a 1.000 m (acessibilidade péssima).

Quanto à quantidade de domicílios atendidos, esse valor varia entre 856 e 8.675.

O custo total obtido, correspondendo a distância de caminhada da moradia até a escola para todos os domicílios, é de 95.391,02 km.

O Mapa 14 apresenta o conjunto de moradias que cada uma das 30 escolas irá atender, e as escolas estão nominadas pelo código de identificação (ID), relacionado na Tabela 9.

**Mapa 14 - Identificação das moradias atendidas pelas unidades de ensino fundamental com localização otimizada**

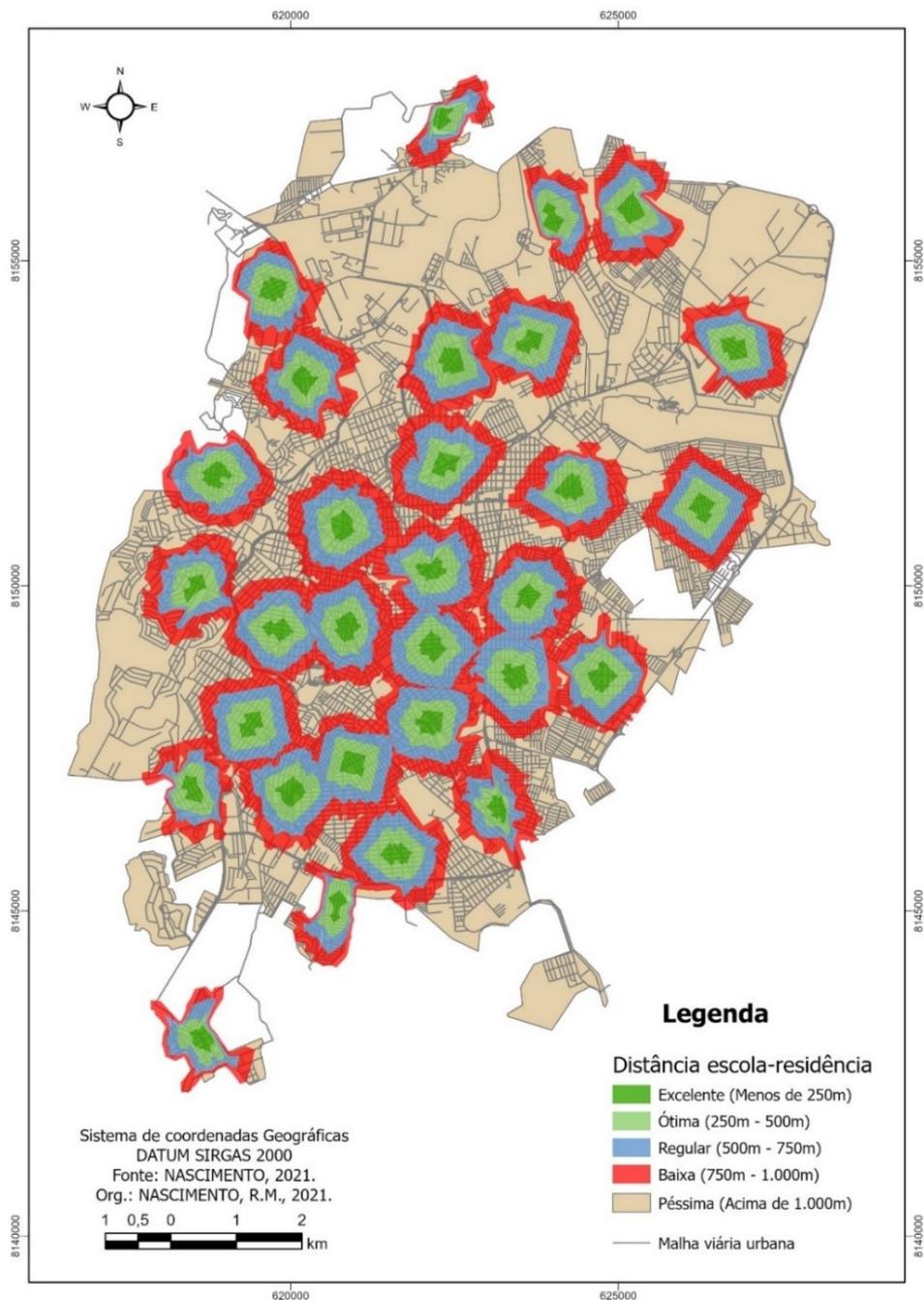


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Dada a localização ótima encontrada para as escolas de ensino fundamental, obteve-se o valor da área da cidade que tem distância de caminhada residência-escola considerada excelente, ótima, regular, baixa e péssima, de acordo com os indicadores de Brau, Mercê e Tarrago (1980). Para tanto, utilizou-se a extensão *Network Analyst* com a função *Service Area*, do *software* ArcGIS; o resultado disso é representado no Mapa 15.

Por meio da análise, constata-se que 3,05 km<sup>2</sup> de área da cidade é caracterizada com distância de caminhada considerada excelente, 10,14 km<sup>2</sup> é classificada como ótima e 15,55 km<sup>2</sup>, como regular. No que diz respeito à área com classificação baixa, o valor é de 21,45 km<sup>2</sup>, restando 41,66 km<sup>2</sup> com classificação tida como péssima, isto é, 45,36% da área da cidade proporciona aos moradores distância de caminhada até a escola de ensino fundamental mais próxima uma distância superior a 1.000 m.

**Mapa 15 - Qualificação da acessibilidade por meio da distância residência-escola para a localização ótima das unidades de ensino fundamental**

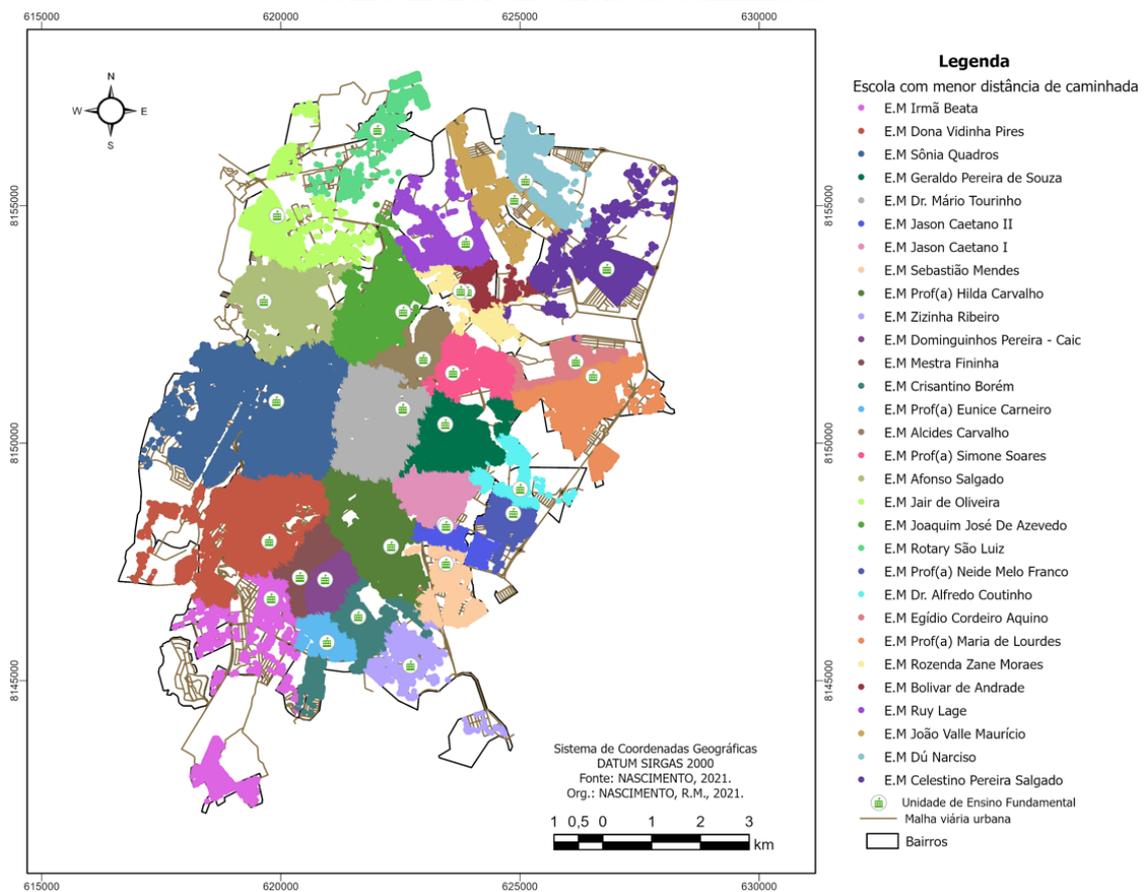


Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Quando se compara esses dados de área de cobertura, obtidos pela localização otimizada para as escolas de ensino fundamental, com os obtidos por meio da localização atual dessas escolas, observa-se que houve aumento de aproximadamente 9,7% na área de cobertura que promove acessibilidade excelente aos moradores; 23,8% na área classificada como ótima; e de 38,1%, na área com distância de caminhada de 500 m a 750 m até a escola. Observa-se melhoria da área que proporciona distância de caminhada entre 750 m e 1.000 m, com aumento de 44,3%. Por conseguinte, verificou-se redução de aproximadamente 23,9% na área classificada como péssima.

No Mapa 16, é possível visualizar a espacialização das moradias atendidas por cada uma das 43 escolas de educação infantil presentes na cidade.

**Mapa 16 - Identificação dos domicílios atendidos pela unidade de ensino fundamental com a menor distância de caminhada**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

**Tabela 10 - Levantamento dos domicílios com menor distância de caminhada para as unidades de ensino fundamental.**

(Continua)

<b>Escola de Ensino Fundamental</b>	<b>Domicílios Atendidos</b>	<b>Custo médio (m)</b>	<b>Custo total (km)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
E.M Bolivar de Andrade	968	525,7	508,87	623902,21	8153189,51
E.M Rozenda Zane Moraes	1.122	870,58	976,79	623759,27	8153200,42
E.M Jason Caetano II	1.348	676,07	911,34	620398,9	8147176,53
E.M Dr. Alfredo Coutinho	1.643	719,38	1.181,95	625002,52	8149035,17
E.M Zizinha Ribeiro	1.990	792,6	1.577,28	623451,44	8147461,58
E.M Egidio Cordeiro Aquino	2.227	604,18	1.345,50	626167,34	8151712,09
E.M Rotary São Luiz	2.234	945,25	2.111,70	622019,56	8156587,82
E.M Prof. <sup>a</sup> Neide Melo Franco	2.316	496,14	1.149,05	624858,79	8148524,63
E.M Sebastião Mendes	2.497	892,75	2.229,19	622711,56	8145312,45
E.M Ruy Lage	2.784	844,37	2.350,73	623864,13	8154210,76
E.M Alcides Carvalho	2.799	895,53	2.506,60	622978,25	8151765,78
E.M Prof. <sup>a</sup> Eunice Carneiro	2.821	539,05	1.520,67	623439,08	8150396,74
E.M Dominginhos Pereira	2.890	536,75	1.551,19	623423,57	8148294,62
E.M João Valle Maurício	2.893	1.286,88	3.722,93	624878,44	8155115,01
E.M Mestra Fininha	3.165	640,21	2.026,27	623452,71	8148251,49
E.M Prof. <sup>a</sup> Simone Soares	3.211	798,09	2.562,66	623599,11	8151476,46
E.M Dú Narciso	3.492	835,23	2.916,61	625112,88	8155520,88
E.M Irmã Beata	3.579	1.816,45	6.501,09	619796,38	8146726,43
E.M Celestino Pereira Salgado	3.656	807,88	2.953,62	626815,55	8153663,86
E.M Crisantino Borém	4.382	1.028,77	4.508,07	621618,69	8146350,42
E.M Jason Caetano I	4.671	803,78	3.754,46	619753,66	8147928,95
E.M Jair de Oliveira	4.735	882,6	4.179,13	619921,48	8154787,85
E.M Geraldo Pereira de Souza	5.053	998,03	5.043,03	620963,55	8145805,22
E.M Prof. <sup>a</sup> Maria de Lourdes	6.669	1.089,98	7.269,10	626526,17	8151406,42

**Tabela 10 - Levantamento dos domicílios com menor distância de caminhada para as unidades de ensino fundamental.**

(Continuação)

<b>Escola de Ensino Fundamental</b>	<b>Domicílios Atendidos</b>	<b>Custo médio (m)</b>	<b>Custo total (km)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
E.M Joaquim José De Azevedo	6.797	1.107,90	7.530,42	622556,03	8152765,25
E.M Afonso Salgado	8.255	944,54	7.797,17	619643,33	8152987,57
E.M Prof. <sup>a</sup> Hilda Carvalho	9.187	1.023,18	9.399,98	622306,11	8147825,22
E.M Dr. Mário Tourinho	9.811	1.161,20	11.392,58	620924,29	8147127,05
E.M Dona Vidinha Pires	10.704	1.216,09	13.017,05	622548,53	8150720,43
E.M Sônia Quadros	13.965	1.478,03	20.640,74	619907,25	8150876,55

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verifica-se que, a distância média de caminhada é a menor para a E. M. Prof.<sup>a</sup> Neide Melo Franco, equivalente a 496,14 m, e a maior é constatada para a E. M. Irmã Beata, com 1.816,45 m. Embora essa escola tenha a distância média de caminhada maior, a escola com maior distância total de caminhada é a E. M. Sônia Quadros, com 20.640,74 km e um total de 13.965 domicílios atendidos.

Nesses casos, observa-se que, para se reduzir a distância de caminhada para os moradores da cidade acessarem as escolas de ensino fundamental, locais com maiores quantidades de domicílios atendidos, acompanhados de alto custo total, são indicados para que se tenha a instalação de escolas.

O custo total encontrado, considerando que cada escola de ensino fundamental atenderá a moradia que estiver mais próxima, é de 135.135,77 km. Observa-se que esse valor é superior em 39.744 km em relação ao custo total obtido para a localização otimizada das escolas de ensino fundamental, o que corresponde aumento de aproximadamente 42%.

Os dados, ora citados, revelam que por meio do planejamento é possível minimizar as distâncias de trajeto residência-escola e evitar a má distribuição das escolas no espaço urbano. A tomada de decisão de instalação de escolas de modo racional pode atenuar fatores que estimulem o desinteresse ou evasão dos alunos nas escolas, ao evitar longos trajetos de caminhada e necessidade de uso de recursos para utilização de transporte público no percurso residência-escola. É oportuno acrescentar que, ao priorizar o menor percurso, há impactos diretos na diminuição do volume de tráfego de automóveis, congestionamentos e melhoria na

mobilidade urbana. Nessa perspectiva, a localização está diretamente relacionada ao fortalecimento da permanência dos alunos nas escolas, positivando o direito constitucional a educação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente este trabalho levantou as características da população de Montes Claros, MG, no que diz respeito ao perfil demográfico, socioeconômico, educacionais e geográfico da população residente na cidade. A análise identificou a existência de desequilíbrios espaciais na distribuição das escolas públicas municipais na área urbana de Montes Claros, ao verificar a quantidade de vagas das escolas e a distribuição da população na cidade. De forma específica foi verificado a alocação dos alunos nas escolas de educação infantil e fundamental, como objetivo de entender se no cenário vigente os estudantes são matriculados nas escolas mais próximas de suas residências, e qual é o nível de acessibilidade até elas. Os dados permitiram propor uma localização otimizada para o número de escolas que atualmente a cidade dispõe e compará-los com a disposição existente da rede escolar. Em outras palavras, buscou-se caracterizar a população, verificar a disposição atual das escolas públicas municipais da cidade e propor soluções para a melhorar a acessibilidade dos moradores às escolas em pauta.

Por meio da análise de *cluster*, constatou-se que o espaço urbano, ora objeto deste trabalho, é heterogêneo, composto por seis grupos de diferentes características populacionais, de renda e de acesso às infraestruturas urbanas. As áreas periféricas da cidade apresentam as menores rendas mensais médias, se comparadas com as demais regiões e abriga a maior quantidade de pessoas com idade entre 6 e 14 não alfabetizadas. Essas áreas são constituídas por dois grupos que juntos abrigam 54% da população da cidade. Logo, observa-se que o espaço urbano é heterogêneo com expressa separação espacial em função da renda, nível de escolaridade e disponibilidade de infraestrutura urbana.

Os mapas resultantes da espacialização da quantidade de vagas das escolas públicas municipais e da distribuição da população mostraram que há desequilíbrio na distribuição das escolas em relação à concentração da população. No caso dos CEMEIs, há tendência de centralização, acrescido de escassez das unidades na região noroeste. Já para as escolas públicas de ensino fundamental, há escassez de unidades nas regiões centrais e notada a presença dessas escolas nas regiões periféricas, sobretudo na porção sul e norte.

No que se refere à metodologia adotada pela SME para alocar os alunos nos CEMEIs, constatou-se que a divisão da cidade em polos, restringindo a matrícula para escolas inseridas no polo do local de moradia ou trabalho do responsável pelo candidato à vaga, pode resultar em situações em que o aluno não seja matriculado na escola que esteja mais próxima, o que aumenta o trajeto e o tempo de caminhada dos estudantes. Em relação às escolas de ensino fundamental,

a metodologia adotada pela SME é semelhante a que é estabelecida para o ensino infantil. No entanto, há possibilidade de o candidato à vaga escolher uma escola na zona limítrofe, o que minimiza a possibilidade de ele ser matriculado em uma escola mais distante de sua residência, enquanto existe uma escola mais próxima na zona vizinha.

A aplicação da função *Service Area* indicou o nível de acessibilidade na área urbana em relação às escolas, demonstrando que, na maior parte da área da cidade, os moradores precisam se deslocar mais de 1.000 m para acessar uma unidade de educação infantil ou uma unidade de ensino fundamental.

Na perspectiva da solução otimizada para a localização das escolas públicas municipais, constatou-se que as áreas de cobertura com acessibilidade considerada excelente, ótima, regular e baixa aumentaram e as áreas com acessibilidade péssima reduziram consideravelmente, tanto para as escolas de educação infantil quanto para as escolas de ensino fundamental.

Ao examinar a localização atual das escolas, considerando que o morador é alocado na unidade mais próximas ao seu domicílio, constatou-se que houve diminuição acentuada na acessibilidade em relação à solução otimizada, aumentando a distância total de caminhada em 39% para as escolas de educação infantil e 42% para as escolas de ensino fundamental. Vale ressaltar que essa distância total equivale à soma dos trajetos entre todas as moradias da cidade até as escolas mais próximas.

Salienta-se que a disponibilidade de dados públicos de acesso aberto foi imprescindível para a fundamentação das análises percorridas neste trabalho, a exemplo dos dados obtidos junto ao IBGE e a SME. Arelado a esse fator, soma-se a articulação realizada com os laboratórios de geoprocessamento e transportes da UNIMONTES, os quais, de maneira acessível concederam banco de dados relativo a cidade de Montes Claros, possibilitando análises espaciais sem necessidade de simplificação, visto que as informações disponibilizadas foram precisas e contemplavam os objetivos propostos pela pesquisa. Em razão da pandemia de Covid-19 a opção de contar com esse nível de informações se tornou uma via alternativa em relação à pesquisa de campo, que se mostrou limitada em razão das restrições impostas pelo vírus.

Assim sendo, este estudo contribui para pesquisas relacionadas à análise de acessibilidade das escolas de educação infantil e fundamental e instiga a necessidade de se realizar a alocação dos alunos nas escolas com base na distância de caminhada, uma vez que as metodologias que vinculam as escolas para atendimento de regiões específicas da cidade, sem

avaliar a distância efetiva que os estudantes percorrem, podem prejudicar a acessibilidade a elas.

Ademais, o estudo auxilia os gestores públicos a entender o cenário atual da localização das escolas municipais em Montes Claros, MG, a distribuição de vagas em relação à distribuição da população na cidade, visualizar regiões com escassez de escolas e a identificar áreas em que os moradores precisam percorrer longos trajetos para acessarem uma escola. Esse conjunto de informações pode subsidiar a tomada de decisão quanto a instalação de novas escolas, melhorar a acessibilidade e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população.

O norte para aprimorar a alocação aluno-escola perpassa pela otimização da localização das unidades de ensino e o aperfeiçoamento dos critérios decisórios para matrícula dos alunos. Essas duas dimensões em conjunto podem produzir efeitos significativos para a melhor interação dos estudantes com as escolas públicas. Na primeira dimensão, esse estudo reflete sobre o perfil de renda, alfabetização, acesso a infraestrutura e concentração da população no espaço urbano. A segunda dimensão, é contemplada ao trazer o protagonismo da distância de caminhada como fator relevante para decidir a escola de matrícula do estudante.

Para além da perspectiva espacial, garantir escolas públicas acessíveis está diretamente relacionado à perspectiva de transformação social de uma população de baixa renda e que se insere num cenário de vulnerabilidade social.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se que seja inserido na análise as escolas da iniciativa privada, no intuito de entender se há concentração dessas instalações em determinadas áreas da cidade e quais as regiões que apresentam maior demanda por esse tipo de serviço, o que apontaria para uma análise ampla da rede escolar.

Além disso, sugere-se que, aliado ao nível de acessibilidade da escola, as características da população do entorno, sejam relacionadas a qualificação dessas escolas frente aos exames nacionais<sup>7</sup> que medem o desempenho dos alunos. Em outras palavras, existiria uma correlação entre localização das unidades escolares e desempenhos nos exames nacionais de desempenho escolar? As escolas situadas em regiões que os alunos precisam percorrer distâncias maiores têm indicadores educacionais inferiores ou não? Esses questionamentos podem ser objeto de futuros trabalhos de relevância.

Diante do exposto, ficou evidenciado que a coleta de dados referentes à população que acessa as unidades de educação pública é imprescindível para que se estabeleça o planejamento

---

<sup>7</sup> Destaca-se o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

e a racionalização da tomada de decisão para o dimensionamento espacial das escolas e para a alocação de alunos. Soma-se a isso a importância de se utilizar os SIGs, em função da alta capacidade de executar análises espaciais e representá-las em formato de mapas, subsidiando decisões acertadas.

## REFERÊNCIAS

ABNT (2021). **NBR 9050**. Norma Brasileira de Acessibilidade de Peoa Portadora de Deficiência à Edificações, Espaço Mobiliário e Equipamento Urbano. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Norma Técnica.

ALDENDERFER, M. S.; BLASHFIELD, R. K. "Cluster Analysis". Sage University Paper Series: Quantitative Applications in the Social Science, 1984.

ARAKAKI, R.G.I. **Heurística de localização-alocação para problema de localização de facilidade**. 2002. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, 2002.

ARANTES, C.O. **Metodologia para mapeamento e reordenamento de redes escolares de Rondônia**. Brasília, 2001.

ASSIS, A. P. S. R. **Onde e como você mora**: Uma análise do direito à moradia a partir das ZEIS instituídas em Montes Claros/MG para abrigar os empreendimentos imobiliários do PMCMV. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2018.

BARCELOS, F. B.; PIZZOLATO, N. D.; LORENA, L. A. N. Localização de Escola de Ensino Fundamental com Modelo Capacitado e Não-Capacitado: Caso de Vitória/E. **Pesquisa Operacional**, v. 24, n. 1, p. 133-149, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: 05 jun. 2021.

BATISTA, A. A.; ÉRNICA, M. A Escola, A Metrópole e a Vizinhança Vulnerável. **Cenpec**: Caderno de Pesquisa. São Paulo, v.42, n. 146, 2012.

BATISTA, G.; ORTH, D.; BORTOLUZZI, S. Geoprocessamento para determinação de acessibilidade aos equipamentos educacionais como ferramenta de apoio ao Estudo de Impacto de Vizinhança: estudo de caso na Planície do Campeche. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. 2011, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2011.

BATISTA, R, P.; PEREIRA, A, M. **Reestruturação urbana e segregação socioespacial**: uma análise de Montes Claros/MG. VI Congresso em Desenvolvimento Social. Montes Claros, 2018. 14 p. Disponível em: <https://congressods.com.br/sexta/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BOURDIEU, P. Efeito do Lugar. *In*: BOURDIEU, P. (Org.). **A miséria do mundo**. Petrópolis: Vozes, 1997. p. 159-175.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Brasília, 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm). Acesso em: 15 ago. 2020.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394**. Brasília: Ministério da Educação, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.172, de 09 de janeiro de 2001**. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001 Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm). Acesso em: 13 nov. 2020.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição Federal do Brasil de 1988**. Capítulo 2. Da Política Urbana (Artigo 182 e 183). Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Contituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Contituicao.htm). Acesso em: 08 maio 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assunto Jurídico (1979). **Lei n. 6.766 de 1979**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/lei/16766.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/lei/16766.htm). Acesso em: 08 maio 2020.

BRAU, L.; MERCE, M.; TARRAGO, M. **Manual de urbanismo**. Barcelona: LEUMT, 1980.

BRUNO, G.; GENOVEE, A.; PICCOLO, C; and STERLE, C. A Location Model for the Reorganization of a School System: The Italian Case Study. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 108, p. 96-105, 8 Jan. 2014.

BURGESS, Simon; GREAVES, Ellen; VIGNOLES, Anna; WILSON, Deborah. What Parents Want: School Preferences and School Choice. **The Economic Journal**. v. 125, n. 587, p.1262-1289, 2015.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. **Arquitetura de sistemas de informação geográfica**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <https://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CAMPO FILHO, C. M. **Cidade brasileira: eu controlo ou caso: o que os cidadãos devem fazer para a humanização da cidade no Brasil**. 3.ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.143p.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

CORRÊA, Roberto Lobato. Segregação Residencial: Classe Sociais e Espaço Urbano. *In*: VASCONCELO, Pedro. CORRÊA, Roberto, PINTAUDI, Silvana. **A cidade Contemporânea: Segregação Espacial**. São Paulo: Editora contexto, 2013.

CUNHA NETA, Angélica Manina de Moraes. **Análise da distribuição espacial de instituições pública de Ensino Fundamental em relação à sua demanda potencial: contribuições metodológicas**. 145f. il. 2015. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

CURY, C. R. J. Por um Novo Plano Nacional de Educação. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, v. 41, n. 144, p. 792-813, 2011.

DREUX, V. **Uma avaliação da legislação urbanística na provisão de equipamento urbano, Serviço e área de lazer em conjuntos habitacionais**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DUARTE, F. **Planejamento Urbano**. Curitiba: Ipbex, 2009.

ESRI, A. **O que são os SIG?** Esri-portugal, 2021. Disponível em: <https://www.esri-portugal.pt/pt-pt/o-que-sao-os-sig/overview>. Acesso em: 10 fev. 2021.

FÁVERO, L. P., BELFIORE, P., SILVA, F. L. e CHAN, B. L.: **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Elsevier, 8ª ed., 2009.

FERRARI, R. **Viagem ao IG: Planejamento Estratégico, Viabilização, Implantação e Gerenciamento de Sistema de Informação Geográfica**. 1º ed. Curitiba: agre Editora, 1997.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A.; ROCHA, E. C. **Classificando regimes políticos utilizando análise de conglomerados**. Opinião Pública, Campinas, v. 18, p. 109-128, jun. 2012.

FITZ, PAULO ROBERTO. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo. Oficina de Texto, 2008.

FRANÇA, Iara Soares de. **A cidade média e suas centralidades: o exemplo de Montes Claros no Norte de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Uberlândia: Instituto de Geografia, 2007. Disponível em <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/16226>. Acesso em: 05 jun. 2020.

FRANÇA, I. S. de et al. Cidade média, polarização regional e setor de educação superior: estudo de Montes Claros, no Norte de Minas Gerais. **Revista Formação**, Presidente Prudente, v. 2, n. 16, p. 52-70, 2009.

GOUVÊA, L. A. **Cidade Vida: curso de desenho ambiental urbano**. São Paulo, Nobel.

GUIMARÃES, P. P. **Configuração urbana: evolução, avaliação, planejamento e urbanização**. São Paulo: ProLivros, 2004.

HAASE K.; MÜLLER, S. Management of School locations allowing for free school choice. **Science Direct**, v. 41, n. 5, p. 847-855, 2013. DOI: 10.1016/j.omega.2012.10.008

HARVEY, David. **A justiça social e a cidade**. São Paulo: Hucitec, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010** – Documentação. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 20 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Montes Claros. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>. Acesso em: 10 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jun. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo Escolar**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar>. Acesso em: 18 fev. 2021.

KASARDA, JOHN D. Inner-city concentrated poverty and neighborhood distress: 1970–1990’, **Housing Policy Debate**, v. 4, p. 253-302, 1993.

KASSAMBARA, Alboukadel. 2017. **Practical Guide To Cluster Analysis in R**. 1 ed. USA: STHDA.

LEI complementar nº. 53, de 1 de dezembro de 2016. **Institui o plano diretor do município de Montes Claros, e dá outra providência**. Montes Claros, 2016. Disponível em: <https://portal.monteclaro.mg.gov.br/lei/lei-complementar-n-53-de-01-de-dezembro-de-2016>. Acesso em: 08 maio 2020.

LEI complementar nº. 3.720, de 9 de maio de 2007. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e loteamentos fechados no município de Montes Claros**. Montes Claros, 2007. Disponível em: <https://www.monteclaro.mg.gov.br/planodiretor/lei/lei-3720-07-parcelamento-do-olo-urbano.pdf>. Acesso em: 08 maio 2020.

LEFEBVRE, Henri. **A Revolução Urbana**. Belo Horizonte: Humanitas, 2002.

LEFEBVRE, Henri. **O Direito à Cidade**. São Paulo: Centauro, 2001. 144 p.

LEITE, M. E.; PEREIRA, A. M. **Expansão territorial e os espaços de pobreza na cidade de Montes Claros**. Anais do X encontro de Geógrafos da América Latina, Universidade de São Paulo, 2005.

LORENA, L. A. N.; ENNE, E. L. F.; PAIVA, J. A. C.; PEREIRA, M. A. Integração de modelos de localização de Sistema de Informações Geográficas. **Gestão e Produção**, v.8, n.2, p.180-195, 2001.

MALLER, R. GANDOLPHO. Localização de escola de Ensino Fundamental: caso de Itaipava/RJ. **Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis - REUCP**, Petrópolis, v. 8, nº 2, p. 108-123, 2014. Disponível em: <https://seer.ucp.br/seer/index.php?journal=REVCEC&page=article&op=view&path%5B%5D=529>. Acesso em: jun. 2021.

MAPA, S. M. S.; LIMA, R. S. Uso combinado de sistema de informações geográficas para transportes e programação linear inteira mista em problema de localização de instalações. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p.119-136, 2012.

MARÔCO, J. **Análise Estatística**: Com utilização do P. Lisboa: Edições Sílabo, 2007.

MELO, F. C. C. DE; LIMA, A. K. DA C.; FERREIRA, J. S. C. Decisão de localização de escola com uso de sistemas de informação geográfica e análise de agrupamento. **HOLO**, v. 4, p. 272-287, nov. 2018.

MENEZES, R. C. **O uso do SIG – Sistema de Informação Geográfico – para o apoio à decisão no planejamento da localização da Escola Municipais em Guaratiba, Rio de Janeiro**. 2010. 117 f. Dissertação (Metrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MENEZES, R. F.; and PIZZOLATO, N. D. Locating public schools in fast expanding areas: application of the capacitated p-median and maximal covering location models. **Pesqui. Oper.** Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 301-317, 2014.

MONTES CLAROS. Prefeitura. **Lei orgânica do município de Montes Claros**. 2002.

Disponível em:

[http://www.montesclaros.mg.gov.br/planodiretor/LEIS/lei\\_organica\\_municipal.pdf](http://www.montesclaros.mg.gov.br/planodiretor/LEIS/lei_organica_municipal.pdf). Acesso em: 25 maio 2020.

MONTES CLAROS. Prefeitura. Portaria/SME nº 07, de 17 novembro de 2020. Estabelece normas, procedimentos e períodos para a realização da rematrícula, transferência e cadastro escolar do ensino fundamental do sistema municipal de ensino do município de Montes Claros. Disponível em: <https://portal.montesclaros.mg.gov.br/portaria/secretarias/portariasme-n-07-de-17-de-novembro-de-2020>. Acesso em: 04 abr. 2021.

MONTES CLAROS. Prefeitura. Portaria/SME nº 08, de 19 novembro de novembro de 2020. Dispõe sobre os critérios e procedimentos do processo de cadastro de demanda de vagas na educação infantil do sistema municipal de ensino de Montes Claros, para o ano letivo de 2021. Disponível em: <https://portal.montesclaros.mg.gov.br/portaria/secretarias/portaria-sme-n-08-de-19-de-novembro-de-2020>. Acesso em: 05 abr. 2021.

MORAES, A. F. **Análise do processo de definição utilizado pela prefeitura, para o local de implantação de equipamento urbano comunitário (EUC), em município do estado de Santa Catarina**. 2013. 169 f. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MORAES, F. A.; GOUDARD, B.; OLIVEIRA, R. Reflexões sobre a cidade, seus equipamentos urbanos e a influência destes na qualidade de vida da população. **Revista Internacional Interdisciplinar INTHERthesis**, v. 5, n. 2, 2008.

NDIAYE, F.; NDIAYE, B.; LY, I. Application of the p-Median Problem in School Allocation. **American Journal of Operations Research**, Vol. 2 No. 2, 2012, p. 253-259.

NDULUMBA, A. M. L. **Modelação Espacial para Determinação da Localização Ótima de Escola Itinerantes. Caso de Estudo: Populações em Transumância no Município dos Gambos, Província Huíla em Angola**. 2018. 111f. Dissertação. (Mestrado) - Faculdade de Ciências Sociais e Humana, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2018.

NEVES, Fernando Henrique. Planejamento de equipamento urbano comunitário de educação: algumas reflexões. **Caderno MetrÓpole**, São Paulo, v. 17, n. 34, p. 503-516, nov. 2015.

OIVEIRA, C. L. **Avaliação da qualidade de vida em ambiente urbano em função da disponibilidade de serviço público. Estudo de Caso: Canoas, RS**. 2007. 74f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. 74p.

PIZZOLATO, N. D.; BARROS, A. G.; BARCELOS, F. B.; CANEN, A. G. Localização de escolas públicas: síntese de alguma linha de experiência no Brasil. **Pesquisa. Operacional**, v. 24, n. 1, p. 111-131, 2004.

PIZZOLATTO, N. D.; SILVA, H. B. F. **Proposta metodológica de localização de escola: Estudo do caso de Nova Iguaçu**. Pesquisa Operacional, v. 14, nº 2, p. 1-15, 1993.

PIZZOLATTO, N. D.; SILVA, G. G. (1996) Avaliação gerencial da localização da rede de ensino público de Niterói, RJ. **Ensaio: Avaliação de Política Pública em Educação**, Rio de Janeiro, vol. 4, n 11, p. 129-142.

RAMAWAMY, Sridhar; RATOGI, Rajeev; HIM, Kyuseok. Efficient algorithms for mining outliers from large data sets. *In: ACM SIGMOD Record*. ACM, p. 427-438, 2000.

REZENDE, D. A.; CASTOR, B. B. J. **Planejamento Estratégico municipal: empreendedorismo na cidade, prefeitura e organizações pública**. 2 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

ROLNIK, R. Morar, atuar e viver. **Teoria e Debate**, nº 9, p. 98-119, 1990.

RÖNKKÖ, E.; HERNEOJA, A. Working across Boundaries in Urban Land Use and Services Planning—Building Public Sector Capabilities for Digitalisation. **Smart Cities** 2021, 4, 767-782. <https://doi.org/10.3390/smartcities4020039>.

SANTORO, P.; CYMBALISTA, R. **Plano Diretor. Dicas: ideias para a ação municipal**, São Paulo: Instituto Pólis, n 221, 2004. Colaboração de Kazuo Nakano. Disponível em: <https://www.poli.org.br/uplod/663/663.pdf>. Acesso em: ago. 2020.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009. 176p.

SILVA, S. A. DA; KONRATH, A. C.; BORNIA, A. C. Otimização utilizando a heurística da p-mediana para identificar locais para instalação de instituto federais no estado de Santa Catarina. **Exacta**, v. 19, n. 1, p. 150–165, 25 mar. 2021.

SILVA, A. N.; LIRA, C.; TABORDA, R. *et al.* **Sistemas de Informação Geográfica: Análise Espacial**. DGRM, Lisboa, Portugal. 2016. E-book disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192038/costa\\_hf\\_me\\_soro.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192038/costa_hf_me_soro.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 10 jun. 2021.

SOUZA, M. L. Participação popular no planejamento urbano e na gestão orçamentária municipal no Brasil: um balanço e algumas questões. *In: Fundação Konrad Adenauer. Participação cidadã: novos conceitos e metodologias*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, p. 101-109. 2004.

SOUZA, Marcelo Lopes de; RODRIGUES, Glauco Bruce. **Planejamento Urbano e Ativismo Sociais**. São Paulo: UNESP, 2004.

SOUSA, S. Z.; MARTINS, A. M. Composição e organização da clientela escolar em escolas municipais brasileira: o que dizem os diretores. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, p. 175-190, 2018.

TEIXEIRA, A. **Educação é um direito** 4. ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2009.

TEIXEIRA, J. C.; ANTUNES, A. P. A. Hierarchical location model for public facility planning. **European Journal of Operational Research**, v. 185, p. 92–104, 2008.

TEIXEIRA, J.; ANTUNES, A.; PEETERS, D. An optimization-based study on the redeployment of a secondary school network, **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 34, n. 2, p. 296-315, Apr. 2007.

TORRES, H. G. Demografia urbana e políticas sociais. **Revista Brasileira de Estudo de População**, v. 23, n. 1, p. 27-42, 2006.

TORRES, H. G. **Informação demográfica e política pública na escala regional e local**. In: "Reunión de expertos sobre población y desarrollo local". Santiago, Chile: Celade/Cepal, 2005.

VILLAÇA, Flávio. Dilema do Plano Diretor. In: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam, 1999. p. 237-247.

VILLAÇA, Flavio. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. Processo de Urbanização no Brasil. São Paulo: EdUSP, 2004.

YEH A, G-O; CHOW, M. H. An integrated GIS and location– allocation approach to public facilities planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 20: p. 339-50, 1996.