

**ANÁLISE ESPACIAL DAS UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE COM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG): APLICAÇÃO NA CIDADE DE MONTES CLAROS - MG**

**SPATIAL ANALYSIS OF BASIC HEALTH UNITS WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS): APPLICATION IN MONTES CLAROS - MG**

**Narciso Ferreira dos Santos Neto**

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil  
[narciso.ferreira@unimontes.br](mailto:narciso.ferreira@unimontes.br)

**André Leite Guerra**

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
[andreguerra@cefetmg.br](mailto:andreguerra@cefetmg.br)

**Amanda Evellyn da Silva Andrade**

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil  
[amandaevellyn8@gmail.com](mailto:amandaevellyn8@gmail.com)

**João Batista Mendes**

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil  
[joao.mendes@unimontes.br](mailto:joao.mendes@unimontes.br)

**Junia Maria Gonçalves Caetano**

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil  
[juniamariaa2@gmail.com](mailto:juniamariaa2@gmail.com)

**Davi Souza Santos**

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil  
[davi.ssantosads2@gmail.com](mailto:davi.ssantosads2@gmail.com)

**RESUMO**

Os problemas de localização de facilidades buscam a melhor forma de posicionar recursos em uma determinada região para atingir uma distribuição econômica e que atenda a demanda de forma ampla. O problema que será exposto neste estudo é o de localização das unidades básicas de saúde (UBS) no município de Montes Claros, Minas Gerais. Uma distribuição eficaz das unidades de saúde proporcionará à população melhor nível de atendimento, possibilitando acesso com maior agilidade ao serviço. Assim, uns dos grandes objetivos desse problema é a busca de soluções da melhor localização a fim de reduzir os custos de transporte, minimizando a distância de deslocamento dos usuários dos serviços até um dos pontos de atendimento. A pesquisa tem por objetivo fazer uma análise espacial da acessibilidade das famílias à rede de unidades de saúde da família na cidade de Montes Claros por meio de dados gerados em sistemas de informação geográfica (SIG) e aplicação de modelos matemáticos e computacionais de forma integrada para análise desses dados. Esse procedimento consiste em virtualizar o mapa da cidade de estudo, Montes Claros, por meio de uma base de dados geográficos fornecida pela prefeitura de Montes Claros no sistema de informação geográfica TransCAD. Essa virtualização permite visualizar de forma gráfica, ruas, pontos residenciais e ainda permite inserir valores relacionados a algum componente vetorial para análises estatísticas. A técnica utilizada neste trabalho foi a p-medianas que consiste em localizar em uma rede de instalações a partir da atribuição de uma matriz simétrica denominada de matriz de custo mínimo que contém a menor distância entre os pontos representantes dessa rede e uma matriz de alocação, o ponto cuja somatória total entre as distâncias dos pontos alocados a ele será a menor possível.

**Palavras-chave:** UBS. Análise espacial. População. SIG.

**ABSTRACT**

The facility location problems aim to find the best way to position resources in a specific region to achieve economic distribution and meet demand comprehensively. The problem to be addressed in this study is the location of basic health units (UBS) in the municipality of Montes Claros, Minas Gerais. An effective distribution of health units will provide the population with better levels of

care, allowing quicker access to services. Thus, one of the main objectives of this issue is to search for optimal location solutions to reduce transportation costs, minimizing the distance traveled by service users to one of the service points. The research aims to conduct a spatial analysis of families' accessibility to the family health unit network in the city of Montes Claros using data generated in Geographic Information Systems (GIS) and applying integrated mathematical and computational models for data analysis. This procedure involves virtualizing the map of the study city, Montes Claros, through a geographic database provided by the Montes Claros city hall in the TransCAD geographic information system. This virtualization allows for graphical visualization of streets, residential points, and also allows the insertion of values related to some vector component for statistical analysis. The technique used in this work was p-median, which involves locating facilities in a network based on the assignment of a symmetric matrix called a minimum cost matrix containing the shortest distance between points representing this network and an allocation matrix. The point whose total sum of distances from the allocated points to it will be as minimal as possible.

**Keywords:** UBS. Spatial analysis. Population. GIS.

## INTRODUÇÃO

As geotecnologias englobam um conjunto de tecnologias que incluem hardware, software, dataware e peopleware, e são utilizadas para a coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados geoespaciais. Dentro desse amplo campo, o geoprocessamento refere-se especificamente às técnicas e métodos utilizados para o processamento e análise desses dados espaciais, permitindo a manipulação de informações geográficas de forma integrada. Já os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ferramentas que fazem parte das geotecnologias e são fundamentais no geoprocessamento, pois permitem a visualização, análise e interpretação de dados geográficos. Essas tecnologias são amplamente aplicadas em áreas como o planejamento urbano e a gestão de recursos naturais. No entanto, na área da saúde, as informações espaciais não são geralmente adquiridas remotamente, mas sim através de pesquisas específicas, levantamentos demográficos e sistemas de monitoramento epidemiológico (Leite; Abreu, 2010).

Os SIGs desempenham um papel fundamental ao permitir a integração, armazenamento, análise e visualização de dados geoespaciais específicos desse campo. Mais do que uma ferramenta genérica, os SIGs na saúde facilitam a simulação de cenários epidemiológicos, o planejamento estratégico de serviços de saúde, e a tomada de decisões baseadas em evidências espaciais. Essas aplicações específicas tornam os SIGs indispensáveis para a implementação de políticas e métodos eficazes na gestão da saúde pública.

A estratégia de geolocalização facilita a fusão de dados sobre população, economia e meio ambiente, possibilitando a conexão entre informações de múltiplas fontes. É essencial que esses dados sejam referenciáveis geograficamente, oferecendo insights para entender os desafios territoriais e potencializando a capacidade de direcionar iniciativas interdisciplinares relacionadas. (Carvalho et al., 2000).

Os Equipamentos Urbanos Comunitários (EUC) desempenham um papel fundamental em atender às necessidades básicas da população, especialmente aquelas com menor poder aquisitivo e dependentes do transporte público. Quando planejados e geridos eficazmente, esses equipamentos podem suprir demandas cruciais. No entanto, muitas cidades brasileiras enfrentam um crescimento desordenado, o que resulta em deficiências na infraestrutura urbana e na distribuição desigual desses equipamentos. Em vez de um planejamento proativo e bem estruturado, que antecipe as necessidades futuras da população, o crescimento desordenado impõe a necessidade de ações corretivas. Essas ações geralmente são implementadas para mitigar problemas já existentes, como a falta de acessibilidade a serviços essenciais em áreas periféricas, ao invés de promover um desenvolvimento urbano que previna tais desigualdades. As famílias de baixa renda, em sua maioria, vivem em áreas menos desenvolvidas que carecem de infraestrutura básica, portanto, precisam gastar tempo e dinheiro em deslocamentos (Goudard et al., 2014).

Algumas leis e normas regulam os equipamentos urbanos, como a Lei Federal 6.766/79 que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências; e suas alterações (alterada pelas Leis 9785/1999, 11.445/2007, 12.424/2011, 12.608/2012, 13.465/2017, 14.118/2021, 13.913/2019,

14.382/2022, 14.711/2023, 14.620/2023, 13.786/2018) e a NBR 9284/86 que classifica o Equipamento Urbano. Essas normas definem os equipamentos urbanos como bens públicos ou privados de utilidade pública, destinados a fornecer serviços essenciais para o funcionamento da cidade e implantados com autorização do poder público. Exemplos desses equipamentos incluem creches, escolas, postos de saúde, sistemas de distribuição de água, aterros sanitários e unidades de corpo de bombeiros.

Maricato (1995) destaca que várias cidades brasileiras enfrentam dificuldades em fornecer equipamentos e serviços urbanos essenciais, como por exemplo creches, escolas, postos de saúde, sistemas de abastecimento de água etc., que atendam às necessidades da população, em parte devido à falta de uma metodologia apropriada para sua implantação. Para que se desenvolva um planejamento urbano adequado deve-se avaliar a localização dos EUC, considerando critérios quantitativos e qualitativos. Isso envolve o desafio de equilibrar dois objetivos em conflito: a intenção do governo de reduzir os gastos e a necessidade de atender eficazmente à demanda, visando maximizar a oferta disponível (Goudard et al., 2014).

A alocação de recursos financeiros para o planejamento urbano não segue um único fator ou modelo pronto, e os gestores enfrentam complexidades na localização de EUC, pois devem atender a uma demanda significativa da população e muitas vezes os métodos disponíveis para avaliar a melhor localização não são considerados. Para atender a legislação e o Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001), são necessários estudos sobre os equipamentos urbanos para que sejam gerados parâmetros de consulta que auxiliem gestores na definição de locais de implantação. A utilização de um método adequadamente estruturado pode indicar a implantação de novas unidades para atender demandas específicas ou redirecionar a demanda para outros locais, evitando sobrecarga em alguns pontos e garantindo um nível adequado de atendimento.

A área de estudo foi a área urbana do município de Montes Claros - MG, uma cidade com 414.240 habitantes de acordo com o censo demográfico de 2022, situada na Bacia do Alto Médio São Francisco e na mesorregião do Norte de Minas Gerais. Na década de 1970, foi idealizado o Projeto Montes Claros (PMC), primeiro movimento sanitário em Montes Claros-MG, sendo um dos pioneiros do Movimento da Reforma Sanitária Brasileira (MRSB). O PMC desempenhou um papel significativo na concepção do SUS devido à habilidade de integrar dimensões cruciais na produção de saúde (Silva *et al.*, 2014).

Este trabalho foi desenvolvido com auxílio de dois SIGs. Um deles é o TRANSCAD, versão 8.0, reconhecido por suas funcionalidades voltadas ao planejamento de transportes. Além disso, foi utilizada a extensão ArcMap do sistema ArcGIS 10.8, um software especializado no processamento de dados geográficos para a geração dos mapas. Essas ferramentas foram escolhidas devido à eficiência em fornecer acesso rápido às informações e oferecer uma visualização clara, contribuindo para uma melhor compreensão do problema e permitindo a avaliação da acessibilidade geográfica às UBS.

De maneira geral, o trabalho enfatiza a relevância dos modelos de localização e destaca o papel dos Sistemas de Informações Geográficas em diversos contextos na área da saúde. Os objetivos deste estudo são: analisar a distribuição atual das Unidades Básicas de Saúde (UBS) na cidade de Montes Claros, considerando diversos critérios de localização; verificar se o número atual de UBS é adequado para atender toda a população; e, caso se identifiquem lacunas, propor possíveis locais para a implantação de novas unidades. A proposição de novos locais de implantação poderá servir como uma aplicação prática dos resultados, auxiliando na melhoria da acessibilidade aos serviços de saúde na região.

## REFERENCIAL TEÓRICO

As UBS, também conhecidas como postos de saúde, são consideradas EUC. Para planejá-las eficazmente, é necessário equilibrar a demanda populacional com os recursos públicos disponíveis, garantindo uma localização eficiente, distribuição espacial adequada e ampla cobertura no atendimento. Fatores como oferta, demanda, renda da população e proximidade geográfica entre oferta e demanda, influenciam a localização de uma UBS. Em áreas urbanas densamente povoadas, é fundamental realizar estudos de densidade populacional para otimizar o número e a localização das UBS, requerendo avaliações contínuas da rede de saúde (Goudard et al., 2015).

As UBS fazem parte da estrutura do Sistema Único de Saúde (SUS), estabelecido no Brasil pelas Leis Federais 8080/90, 8142/90 e pela Constituição de 1988. Conhecido por ser um dos sistemas mais complexos e abrangentes do mundo, o SUS tem como objetivo promover o acesso universal, equânime e integral aos serviços públicos de saúde de qualidade para todos os cidadãos, desde os mais simples

até os mais complexos, sendo considerado um direito do cidadão e um dever do Estado (Carvalho, 2013; Saldiva e Veras, 2018). Financiado por impostos e contribuições sociais, o sistema enfrenta desafios como desigualdades socioeconômicas e geográficas na distribuição da população, além das transições epidemiológicas. Os municípios mais desenvolvidos geralmente têm mais recursos, e o governo depende do setor privado para prestação de serviço e de equipamentos especializados caros (Paim et al., 2011).

O SUS oferece acesso gratuito e integral a mais de 190 milhões de brasileiros (BRASIL, 2021), operando em três níveis de atenção: Atenção Primária à Saúde (APS), com atendimentos de menor densidade tecnológica, oferecida em Unidades de Saúde da Família (USF) e UBS; Atenção Secundária à Saúde (SHA), de média complexidade, muitas vezes através de Unidades de Pronto Atendimento (UPA); e Atenção Terciária à Saúde (ATS), com alta tecnologia, frequentemente ocorrendo em hospitais e centros especializados (Mendes, 2011).

As UBS podem ter equipes especializadas em Saúde da Família, e estão incluídas no Plano Nacional de Atenção Básica elaborado pelo Governo Federal no ano de 2006 (Goudard et al, 2015). A APS resolve cerca de 90% dos problemas apresentados e direciona os usuários para outros serviços, sendo o primeiro acesso dos pacientes ao SUS (Mendes, 2004; 2011). A implementação das unidades de APS, assim como os outros níveis de atenção, carece de critérios e orientações claras. Por vezes, decisões são baseadas em experiências passadas ou na utilização de espaços públicos disponíveis, no qual, fatores de localização são negligenciados, com decisões finais geralmente políticas e raramente técnicas (Dreux, 2004; Moraes, 2013; Neves, 2015).

De acordo com Galvão *et al.* (2003), no setor público, os problemas de localização podem ser classificados como Localização de serviços não emergenciais (alguns serviços de saúde pública, escolas, aterros sanitários, agências do correio etc.) ou como Localização de serviços de emergência (estações do corpo de bombeiros, serviços de atendimento de emergência por ambulância, hospitais etc.), no qual, as medidas de otimização são diferentes. Em serviços não emergenciais, normalmente, a distância ou o tempo médio de viagem dos usuários até os equipamentos são levados em consideração, enquanto, para serviços emergenciais é levada em conta a máxima distância a ser percorrida (ou tempo a ser gasto) entre o usuário do sistema e o equipamento mais próximo.

Alguns estudos propõem modelos para identificar a localização ótima de implantação dos equipamentos urbanos (Ribeiro e Antunes (2002) *apud* Santos (2012)). Para instalações não-emergenciais se destacam os modelos de P-mediana (*p-median*) e Máxima Cobertura. O modelo clássico de P-mediana é ideal para áreas densamente povoadas e tem como objetivo localizar um número fixo de instalações (*p*) de forma a minimizar a distância total entre a demanda e as instalações (Hakimi, 1965). Já o modelo de Máxima Cobertura busca maximizar a quantidade de demanda atendida dentro de um determinado raio de cobertura (*R*) para um número fixo de instalações (Church e Revelle, 1974). Além do modelo de P-Centro, buscando minimizar a maior distância entre demanda e instalação (Hakimi, 1964). Esses modelos partem do pressuposto de que as pessoas buscam o serviço na instalação mais próxima, otimizando a localização com base na proximidade dos clientes às instalações (Wei; Wang; Mcgregor, 2010).

O SIG, desenvolvido na década de 1980, desempenha um papel importante ao ajudar os gestores a entenderem a saúde da população e tomar decisões sobre a localização, concentração e perfil de atendimento das UBS nas cidades (Câmara et al., 1996; Rosado, 2000; Segantine, 2001). O SIG é um sistema que permite integrar ferramentas de captura, armazenamento, manipulação, seleção e busca de informações e análise e apresentação de dados na análise de localização de APS, permitindo a avaliação da ocorrência de eventos, predição, análise de tendências, simulação de situações, planejamento e definição de estratégias de prevenção e promoção à saúde (Rocha et al, 2019).

Conforme BRASIL (2011), o adequado atendimento nas UBS requer a facilitação do acesso, fortalecimento do vínculo entre profissionais e usuários, garantia da continuidade do cuidado e assunção da responsabilidade sanitária. Nesse contexto, o conceito de territorialização torna-se fundamental, em que consiste no processo de delimitação e compreensão do espaço geográfico e social onde as ações de saúde serão planejadas e executadas, levando em consideração as especificidades das diferentes realidades socioepidemiológicas, necessidades de saúde da população e formas de organização dos serviços de saúde. Segundo Mendes (2011), a territorialização permite uma abordagem mais próxima e efetiva das comunidades, facilitando a identificação de problemas de

saúde locais e a implementação de intervenções direcionadas e integradas, fortalecendo assim os princípios de equidade e integralidade do SUS.

A portaria recomenda em municípios ou territórios com menos de 2 mil habitantes, que uma equipe de Saúde da Família ou de Atenção Primária seja responsável por toda população e, fica estipulado para cálculo do limite de equipes de Atenção Básica e de Saúde da família a seguinte fórmula:  $\text{População}/2.000$ , garantindo os princípios e diretrizes da Atenção Básica (Portaria 2436/2017 do MS).

Existem alguns parâmetros numéricos definidos em literaturas como critérios de distribuição de postos de saúde. Segundo Debiagi (1978) um posto de saúde deve atender a uma população de 5.000 habitantes, para Alexander (1980) deve atender a 7.000 habitantes, enquanto para Santos (1988) deve servir aos bairros e para Ferrari (1991) deve atender a uma unidade de vizinhança. Apesar de parâmetros como esses, é importante avaliar que as unidades devem ser eficientes. A regulamentação nacional define uma quantidade entre 2.000 e 3.500 pessoas por equipe de Atenção Básica e de Saúde da Família (BRASIL, 2017). De tal modo, a localização para implantação de EUC é uma dificuldade para os gestores, no qual, é evidente a necessidade de existir um método que auxilie os gestores na definição dos seus locais de implantação (Dreux, 2004).

No Brasil, a implantação das Unidades Básicas de Saúde (UBS) é regulamentada pelo Ministério da Saúde, sendo a escolha do terreno de responsabilidade da Entidade Adjudicante: órgão ou organização responsável por conduzir o processo de licitação e contratação de obras ou serviços. Para aprovação, o terreno deve atender aos seguintes requisitos (BRASIL, 2014):

- Dominialidade: O terreno deve ser de propriedade do interessado.
- Dimensões: O tamanho do terreno deve ser adequado ao porte da UBS:
  - UBS Tamanho I: mínimo de 30m x 30m.
  - UBS Tamanho II: mínimo de 35m x 30m.
  - UBS Tamanho III: mínimo de 39m x 33m.
  - UBS Tamanho IV: mínimo de 49m x 33m.
- Inclinação: A inclinação máxima permitida é de 3%.
- Acessibilidade: O terreno deve ter condições adequadas de acesso e acessibilidade interna.
- Infraestrutura: Deve haver disponibilidade de infraestrutura básica, como água, energia e esgoto.
- Conformidade com a legislação urbanística vigente.
- Condições do entorno: O local deve oferecer conforto higrotérmico, visual, acústico e olfativo.
- Recursos locais: Disponibilidade de mão de obra e materiais de construção na região.
- Viabilidade financeira e econômica.
- Restrições físico-ambientais: Terrenos com topografia íngreme ou localizados próximos a linhas de alta tensão, cemitérios, postos de gasolina, aeroportos, matadouros, depósitos de lixo e estradas de alto tráfego devem ser evitados.
- Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº50: Proíbe a localização de UBS próximas a lixões e indústrias poluentes ou barulhentas (tradução do BRASIL, 2014 p.10).

A falta de diretrizes legais claras nas esferas federal e estadual resulta em planos diretores municipais que não atendem às necessidades de implantação de equipamentos públicos locais, visto que, muitos planos diretores de municípios de pequeno e médio porte são espelhados nos grandes municípios (Dreux, 2004; Neves, 2015). Goudard et al. (2015) consideram como sendo boa uma distância de 1.000 metros para que os usuários caminhem até a unidade de saúde mais próxima. Colaço (2011) aborda sobre o critério do risco de eventos naturais hidrológicos e geológicos, conforme as diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2014). O critério visa identificar áreas propensas a inundações, erosões e eventos sísmicos, considerando que tais eventos podem trazer prejuízos às unidades de saúde e riscos aos funcionários e pacientes. Goudard et al. (2015) classificam em seu trabalho, os raios de abrangência como cobertura de atendimento ótima (700m), boa (1000m) e regular (2000m) a distância entre a demanda e a oferta para postos de saúde, considerando a caminhada a pé.

Colaço (2011) e Goudard et al. (2015) consideram a distribuição demográfica da área como critério para identificar a demanda por serviços de APS e incentivar a implantação de unidades em áreas mais populosas. Goudard et al. (2015) consideram também o critério de renda média da população local devido às diferenças sociais e econômicas que afetam a dependência dos serviços públicos de saúde,



principalmente pela população de baixa renda, enquanto a população de renda mais alta frequentemente opta por serviços privados de saúde.

## MÉTODO

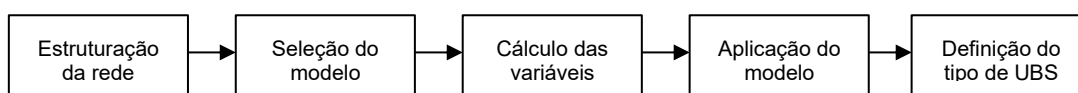
Neste artigo com o intuito de explorar a conexão entre o SIG e a Saúde Pública, foi essencial desenvolver uma abordagem metodológica composta por duas fases distintas: a investigação e coleta de dados, realizada por meio de dados gerados em SIG e aplicação de modelos matemáticos e computacionais de forma integrada para análise desses dados.

### *Definição da área de estudo*

Dentro da área de estudo, as 19 regiões de planejamento foram instituídas por meio do Decreto Municipal nº 3.393, de 17 de maio de 2016 (MONTES CLAROS, 2016). Nos anexos do referido decreto, delimita-se o território de cada uma das dezenove regiões a fim de orientar o planejamento estratégico para o desenvolvimento do município. Definidas de acordo com os setores censitários do IBGE, as regiões de planejamento foram adotadas sob o argumento de facilitarem o acesso a dados estatísticos de cada região, o que permitiria acompanhar indicadores, como o IDH da população, tornando possível a implementação de ações setoriais de forma coordenada e racional.

O método utilizado neste estudo foi desenvolvido conforme uma sequência de atividades apresentadas na Figura 1 e descritas nas seções seguintes.

Figura 1 – Sequência de atividades do método utilizado



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### *Estruturação da rede para a modelagem de transporte*

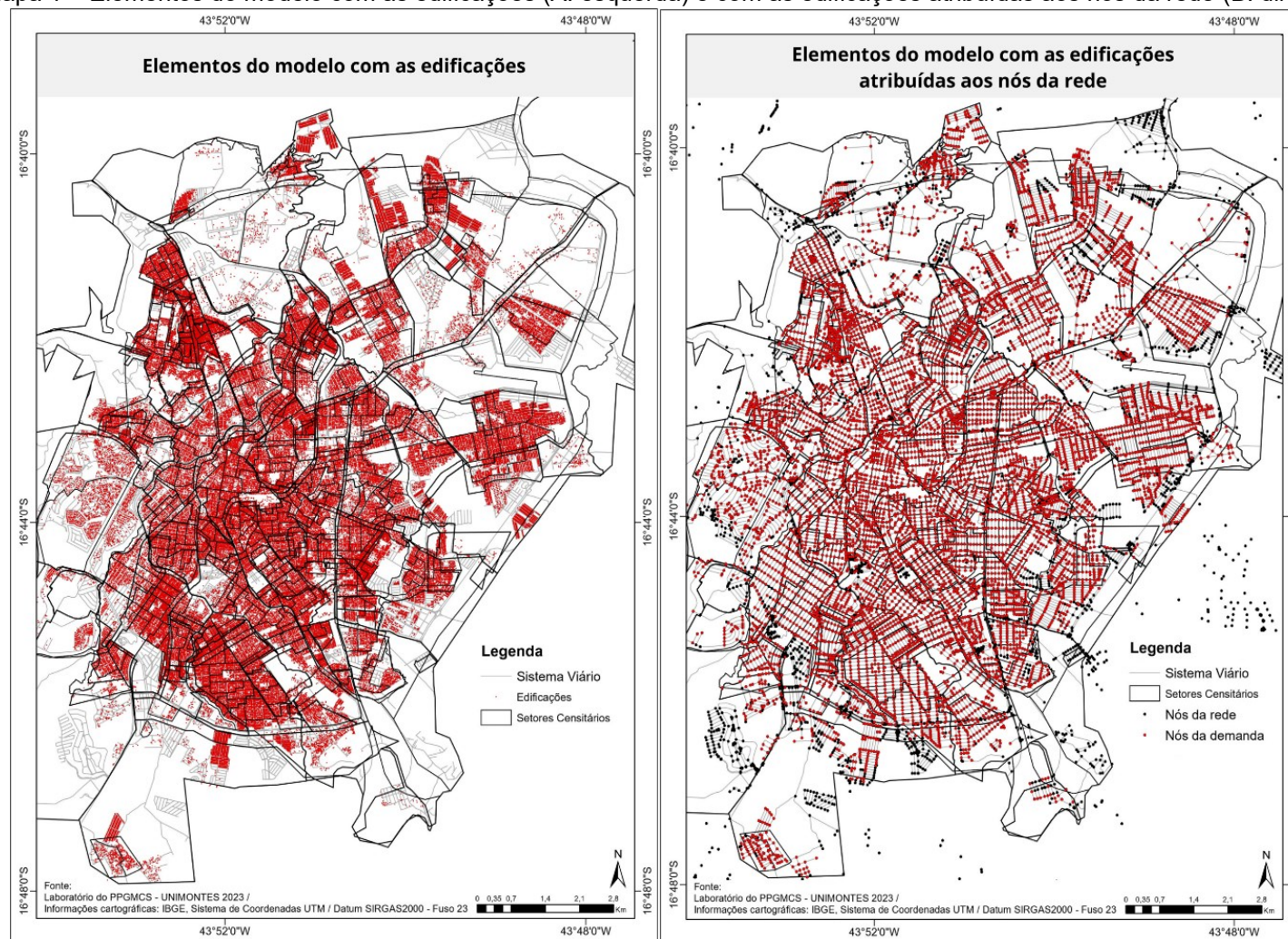
O modelo de transporte foi estruturado em um SIG, utilizando o software TransCAD, versão 8.0. Foram usadas bases em shapefile atualizadas com os dados para modelagem do problema. As camadas geográficas utilizadas foram:

- Rede Viária do município de Montes Claros: composta por 13.859 nós, correspondendo às interseções entre duas ou mais vias, e 21.082 arcos, correspondendo aos trechos viários entre interseções;
- Edificações da área urbana: contendo um ponto para cada imóvel, totalizando 131.864 registros;
- Setores Censitários do município: 42 setores rurais e 372 urbanos.

O Mapa 01 mostra os principais elementos do modelo estruturados no ambiente SIG.

Apesar da disponibilidade de dados detalhados no nível das edificações, o modelo foi baseado na rede viária, sendo adotados, portanto, os nós da rede como menores unidades espaciais. Essa agregação dos pontos de coleta domiciliares possibilitou simplificar o modelo e diminuir o tempo de processamento, com a redução de 131.864 edificações (Mapa 1-A) para 10.201 nós (Mapa 1-B), considerando somente os nós da rede em que havia alguma edificação atribuída. Assim, neste trabalho são utilizados os termos “nós da rede” para se referir aos nós que formam a rede viária (total de 13.859 nós) e “nós de demanda” aos nós da rede aos quais foram atribuídas as edificações, ou seja, pontos de demandas por serviços públicos de saúde (total de 10.201 nós). As atividades de construção do modelo no ambiente SIG são descritas nos itens seguintes.

Mapa 1 – Elementos do modelo com as edificações (A: esquerda) e com as edificações atribuídas aos nós da rede (B: direita)

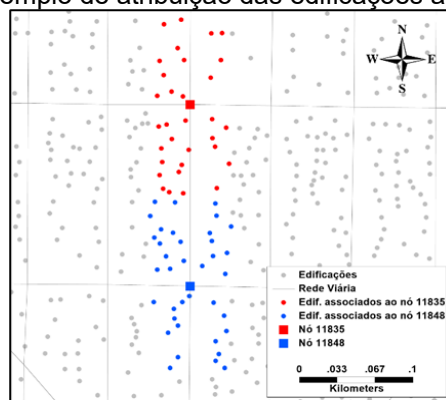


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### **Associação das edificações à rede viária**

A atribuição das edificações aos nós da rede viária foi realizada com base no critério de menor distância, utilizando a distância euclidiana, também conhecida como "distância em linha reta", como métrica. Ela é a medida mais direta entre dois pontos em um plano, sem considerar obstáculos ou desvios. Esse critério foi escolhido por sua simplicidade e eficiência em associar cada edificação ao nó mais próximo na rede viária. A Figura 2 ilustra alguns exemplos dessas associações.

Figura 2 – Exemplo de atribuição das edificações aos nós da rede



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com a associação estabelecida entre as edificações e os elementos da rede viária, foi possível trocar informações entre essas camadas como a quantidade de imóveis por links e por nós, dentre outras como quantidade de habitantes e a produção de material reciclável, conforme explicado nos itens seguintes.

### **Estimativa da população de 2022 por setor censitário**

A última contagem da população que não atende à nível dos setores censitários feita no Brasil refere-se ao censo de 2010, assim foi necessário estimar os valores para um período mais recente visto que a população do município passou de 361.971 habitantes em 2010 para 414.240 em 2022 (IBGE, 2022). A atualização da população dos setores para o ano de 2022 foi feita considerando-se crescimento homogêneo de 14,44%.

### **Cálculo no número de habitantes por domicílio**

O número de habitantes por domicílio foi calculado por setor censitário a partir das populações estimadas para 2022 e da quantidade de edificações em cada setor. Considerou-se que cada edificação corresponde a um domicílio, o que é razoável de se assumir, visto que em Montes Claros são poucas as edificações verticais multifamiliares. Ao final obteve-se uma população de 390.336 habitantes, correspondendo à população da área de estudo, ou seja, a área urbana do município, para onde se dispunha dos dados de localização das edificações.

### **Seleção do modelo de localização de instalações**

O estudo de localização das UBS foi realizado com o uso de um modelo de Localização de Instalações, utilizado para identificar a melhor localização de uma ou mais instalações a partir de um conjunto de locais possíveis. O problema foi modelado no *software* TransCAD, versão 8.0, que fornece diferentes tipos de modelos discretos de localização de instalações, conforme classificação apresentada por Daskin (2008).

Tendo em vista as características do serviço prestado pelas UBS – de Atenção Primária à Saúde, com atendimento de baixa complexidade – bem como os cenários que se pretendeu estudar (descritos mais adiante neste artigo) – em que a quantidade de UBS foi previamente estabelecida – optou-se por utilizar o modelo das p-medianas nesse estudo. Este é um tipo de modelo que define a localização de uma quantidade pré-definida  $p$  de instalações que minimiza o custo médio de serviço. As demandas são atribuídas a um conjunto  $I$  de nós da rede e as  $p$  de instalações são localizadas em um ou mais pontos



dentre um conjunto  $J$  de nós candidatos (Daskin, 2008). Os modelos baseados em mediana minimizam o custo médio ponderando-o pela intensidade da demanda em  $I$ .

O modelo utiliza as seguintes variáveis:

- $d_{ij}$  – matriz de custo contendo o custo de deslocamento entre os nós  $i$  de demanda e os nós  $j$  candidatos;
- $0_{ij}$  – variável binária de alocação cujo valor é 1 se o nó  $i$  de demanda é atribuído ao nó candidato  $j$  e 0 se não for;
- $h_i$  – variável que define a intensidade da demanda do nó  $i$ ;
- $x_j$  – variável binária de valor 1 se a instalação for atribuída ao nó  $j$  e 0 se não for.

O problema das  $p$ -medianas foi modelado conforme apresentado nas equações seguintes.

$$\text{Minimizar:} \quad \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} h_i y_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a:} \quad \sum_{j \in J} y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$y_{ij} - x_j = 1 \quad \forall i \in I; \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} x_j = p \quad (4)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I; \forall j \in J \quad (6)$$

### **Cálculo das variáveis do modelo escolhido**

O conjunto de nós de demanda foi composto pelos 10.201 nós da rede aos quais houve atribuição de pelo menos uma edificação (Mapa 2-A). Dentre esses, foram definidos como candidatos aqueles nós localizados fora das áreas inundáveis do município. Assim, dentre os 10.201 nós com edificações, foram identificados 8.048 como candidatos para a implantação das UBS (Mapa 2-B).

No problema estudado a matriz de custo representa a distância de deslocamento entre os nós considerados como nós de demanda e/ou nós candidatos, tendo sido construída uma matriz de dimensões 10.201 x 10.201.

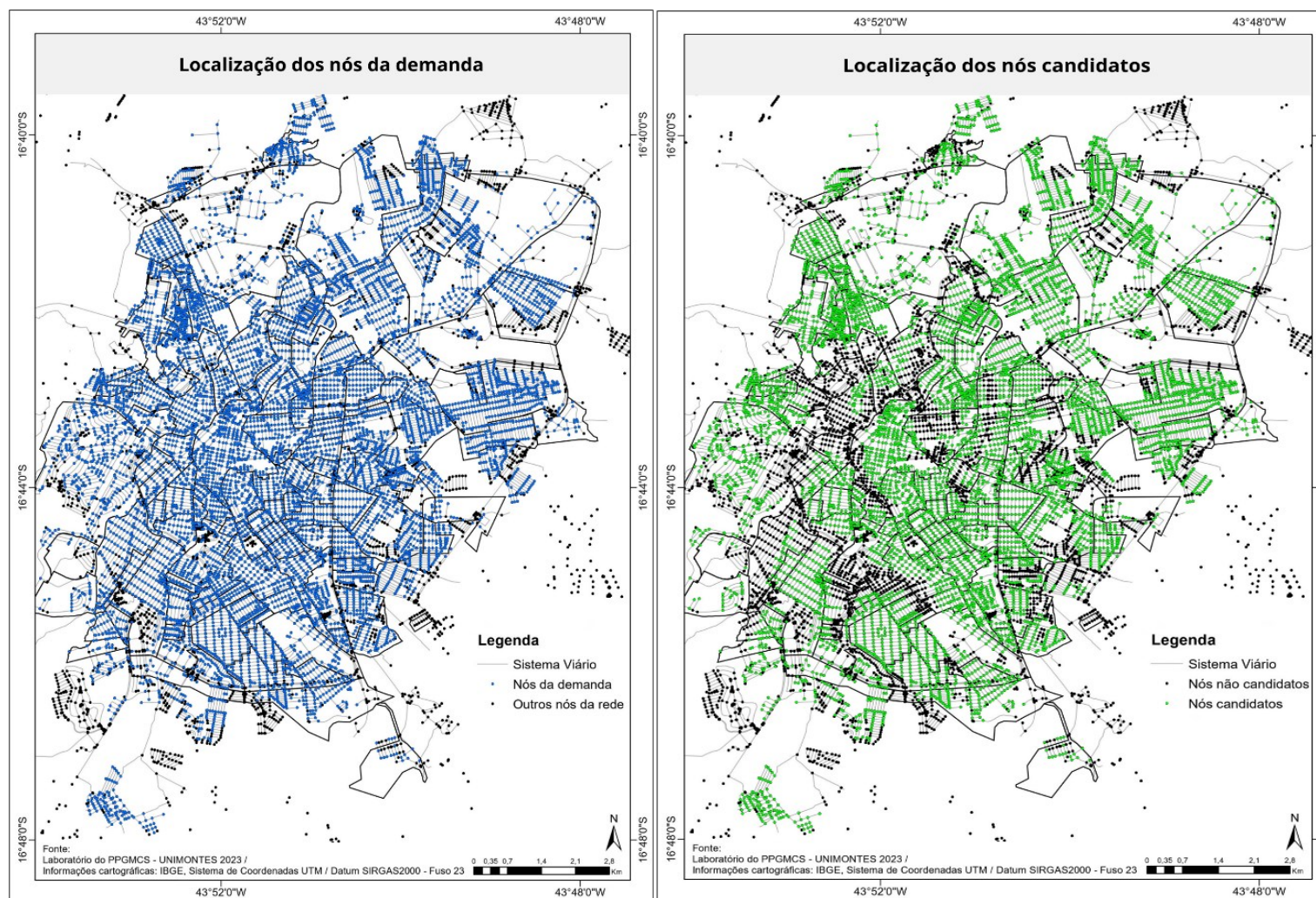
Como intensidade de demanda dos nós, foi utilizada a renda do domicílio por possuir grande influência no uso dos serviços de saúde pública. Assim, para incorporar esse importante critério no modelo de localização, a intensidade de demanda nos nós foi definida por uma escala de peso correspondendo a três faixas de renda, medida em termos de salários-mínimos (SM), conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Intensidade de demanda dos nós

Faixa de renda	Peso
Acima de 10 SM	0,01
Entre 4 e 10 SM	3
Abaixo de 4 SM	5

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Mapa 2 – Localização dos nós de demanda (A: esquerda) e candidatos (B: direita)



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### **Aplicação do modelo**

Diante dos diferentes parâmetros identificados na literatura para a definição da quantidade de UBS a ser distribuída em uma região, foram definidos 4 cenários de estudo, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Cenários de estudo

Cenário	Quantidade de UBS	Parâmetro	Referência
1	56	7.000 habitantes/UBS	Alexander (1980)
2	76	5.000 habitantes/UBS	Quantidade de UBS em funcionamento na área urbana do município
3	86	4.500 habitantes/UBS	Quantidade de UBS em funcionamento no município
4	112	3.500 habitantes/UBS	BRASIL (2017)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O modelo foi aplicado para os cenários apresentados e os resultados obtidos são descritos no capítulo seguinte.

### **Definição do tipo de UBS**

A última atividade do método consistiu na definição do porte das UBS seguindo os parâmetros nacionais. A política de saúde nacional define quatro tipos de UBS diferenciados pelo porte, em função da quantidade de equipes de atenção básica (BRASIL, 2013) e ainda recomenda que cada equipe deve ser responsável por 3.000 pessoas em média e um máximo de 4.000 pessoas (BRASIL, 2013). Uma UBS pode se enquadrar em quatro portes diferentes, sendo eles:

- UBS I abriga, no mínimo, uma equipe de Saúde da Família.
- UBS II abriga, no mínimo, duas equipes de Saúde da Família.
- UBS III abriga, no mínimo, três equipes de Saúde da Família.
- UBS IV abriga, no mínimo, quatro equipes de Saúde da Família.

Assim, estipulou-se os tipos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de UBS e estimativa de público atendido

Tipo de UBS	ESF atuantes	Público atendido
Tipo 1	Mínimo 1	Até 3.500 pessoas
Tipo 2	Mínimo 2	Entre 3.500 e 7.000 pessoas
Tipo 3	Mínimo 3	Entre 7.000 e 10.500 pessoas
Tipo 4	Mínimo 4	Acima de 10.500 pessoas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Após a aplicação do modelo de localização, tendo em vista a distribuição espacial das UBS e, consequentemente, os domicílios atribuídos a cada uma delas, foi calculada a quantidade de pessoas atendidas e definido o tipo de UBS.

### **Caracterização de Montes Claros**

Como resultado da pesquisa no CNES, foram identificados atualmente um total de 252 estabelecimentos de saúde no município que atendem pelo SUS, dos quais 190 estabelecimentos são da atenção primária, 55 da secundária e 7 do terceiro nível de atenção à saúde. Os 190 estabelecimentos cadastrados como de atenção primária encontram-se distribuídos da seguinte forma: 106 Estratégias Saúde da Família com Saúde Bucal (ESFSB), 39 Estratégias Saúde da Família (ESF), 29 Unidades Básicas de Saúde (UBS), 6 Centros de Saúde (CS), 4 Equipes Multidisciplinares de Atenção Domiciliar (EMAD), 2 Presídios, 1 Núcleo de Apoio Saúde da Família (NASF), 1 Equipe Multidisciplinar de Apoio (EMAP), 1 Equipe Consultórios na Rua (ECR), 1 Equipe de Atenção Básica Prisional (EABP), 1 Unidade de Atenção à Saúde Indígena e 1 Centro Socioeducativo do Adolescente (CSEA).

Existem diversos elementos que afetam a decisão de onde estabelecer uma unidade de saúde, incluindo a disponibilidade atual de serviços, a demanda da população e o nível de renda. Portanto, é crucial conduzir uma análise das densidades populacionais nas áreas urbanas, juntamente com as taxas de natalidade, visando otimizar a distribuição das unidades básicas de saúde. Este processo requer avaliações regulares, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, como destacado por Goudard, Oliveira e Gerente (2015). Dos 190 estabelecimentos de atenção primária, 10 estavam localizados na zona rural, onde, conforme o IBGE, havia 17.488 habitantes em 2010. Os demais 180 estabelecimentos de atenção primária encontravam-se distribuídos na zona urbana, cuja população em 2010 era de 344.427 habitantes.

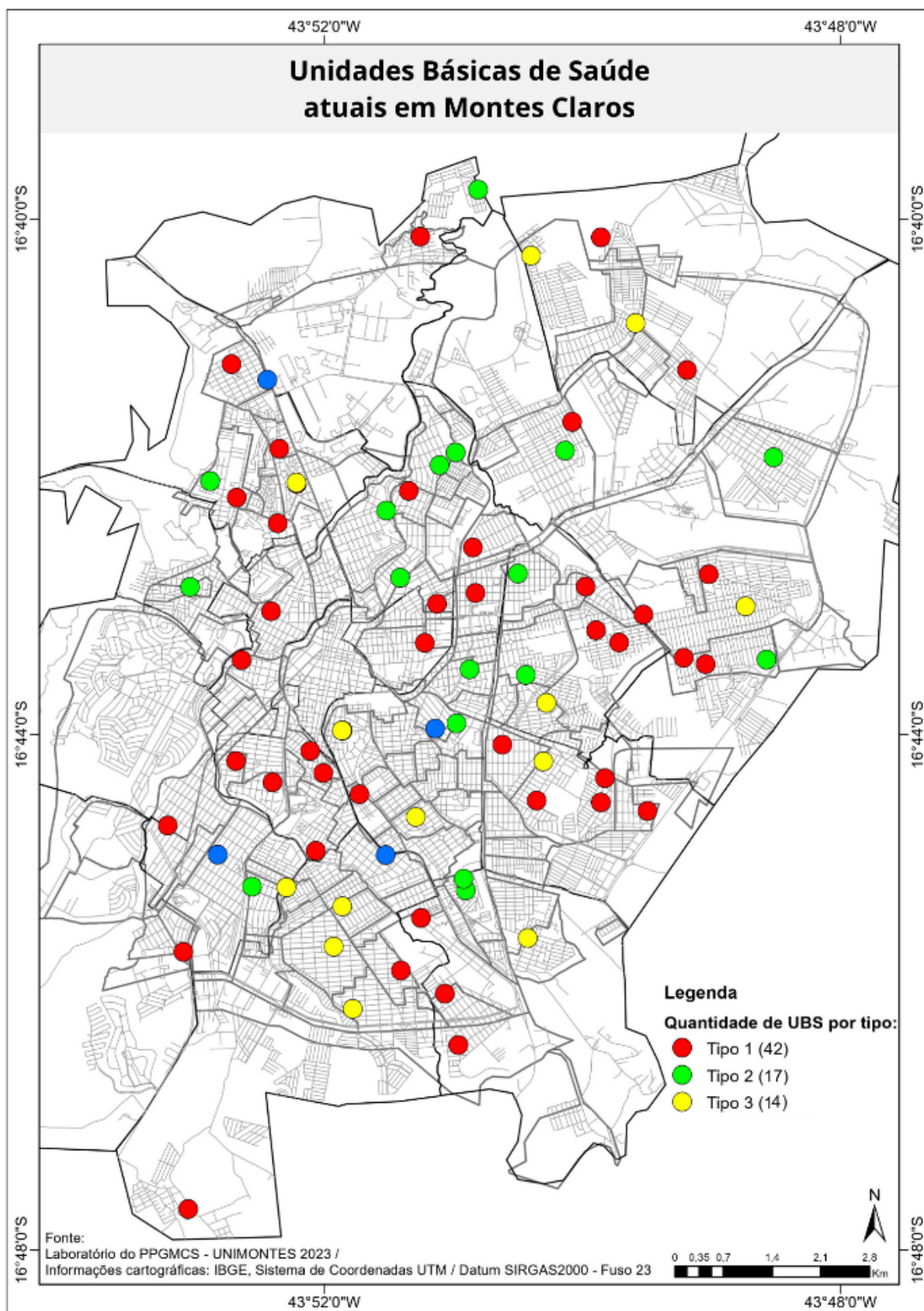
## **RESULTADOS**

A situação atual de Montes Claros-MG é caracterizada pela pouca otimização nas distâncias percorridas pela família em busca das UBS. Ao observar o Mapa 3 é possível reconhecer visualmente que em diversas localidades há mais de uma UBS do que em outras. Após estudo e cálculos do panorama atual da cidade de Montes Claros, onde foram identificados 76 Unidades Básicas de Saúde distribuídas na zona urbana conforme IBGE 2023, foi obtido o Ai (índice de acessibilidade para uma rede de pontos) e constatou-se que apenas 8% da população fica a uma distância de 250 metros ou menos de uma unidade, 46% se situam a uma distância entre 250 metros e 350 metros da UBS mais próxima, outros 16% se situam a uma distância entre 350 metros a 400 metros e por fim, 30% da população se encontra a uma distância superior a 400 metros. Através da análise do mapa 3, é evidente que todas as 19 regiões de planejamento estão servidas por estabelecimentos de atenção primária. No entanto, há variações significativas na distribuição, com algumas regiões demonstrando uma concentração maior de unidades, como nos casos dos bairros Vila Guilhermina, Santos Reis e Renascença; enquanto outras têm apenas uma ou duas, como nos casos dos bairros São José, Morada do Parque e Ibituruna. A presença limitada de estabelecimentos de saúde nessas duas últimas regiões pode ser atribuída ao fato de serem áreas onde os residentes possuem uma renda per capita mais elevada, o que pode resultar em uma demanda potencialmente menor por serviços de saúde pública (Silva, 2020).

Observando o Mapa 3 é possível verificar que existem UBS que poderiam estar melhor alocadas pelo fato de estar próxima umas das outras e possivelmente atende o mesmo público, prejudicando outras regiões que possuem maior dificuldade de acesso ao serviço de saúde. O mesmo não acontece nos Mapas 4, 5, 6 e 7 no qual verificou-se pelo modelo p-mediana a distribuição das unidades de forma homogênea. Nos Mapas 4, 5, 6 e 7 encontram-se os cenários propostos para distribuição das UBS em Montes Claros-MG, segundo o modelo de p-mediana utilizado na busca da melhor localização para as unidades básicas de saúde. Nos Mapas é possível observar como e onde as unidades básicas de saúde ficariam dispostas de modo a abranger maior parcela da população e facilitar o acesso às unidades básicas de saúde, com a minimização das distâncias. É perceptivo como houve uma distribuição mais uniforme das unidades no território, buscando uma maior abrangência e, com isso, obtendo-se o seguinte resultado de Ai: 57% da população ficaria em, no máximo, 250 metros de distância que alguma UBS, 38% ficaria entre 250 metros e 350 metros, apenas 3% ficaria a uma distância entre 350 metros e 400 metros e, novamente, apenas 3% ficaria a uma distância maior de 400 metros.

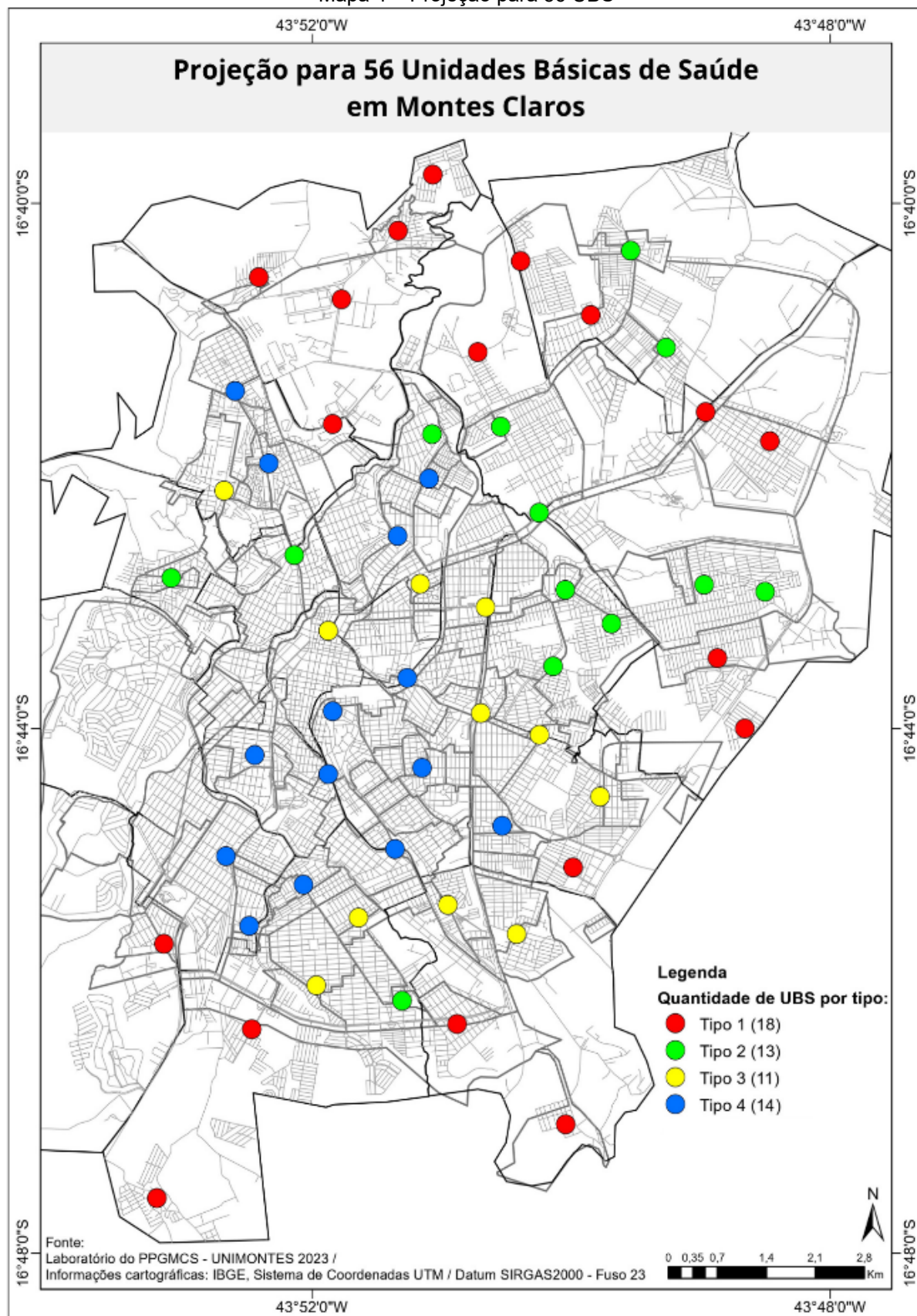


Mapa 3 – Distribuição atual das UBS em Montes Claros



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

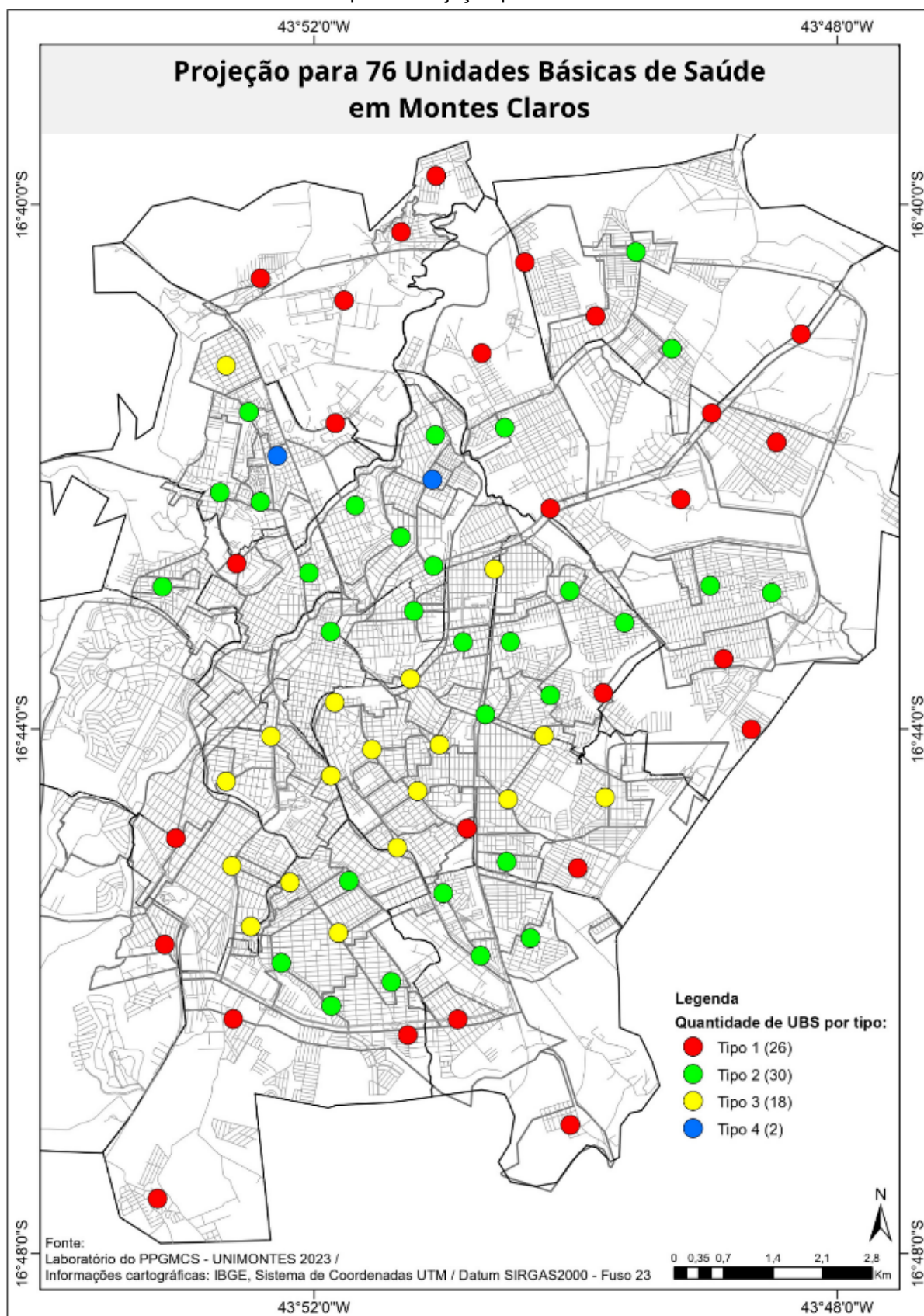
Mapa 4 – Projeção para 56 UBS



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

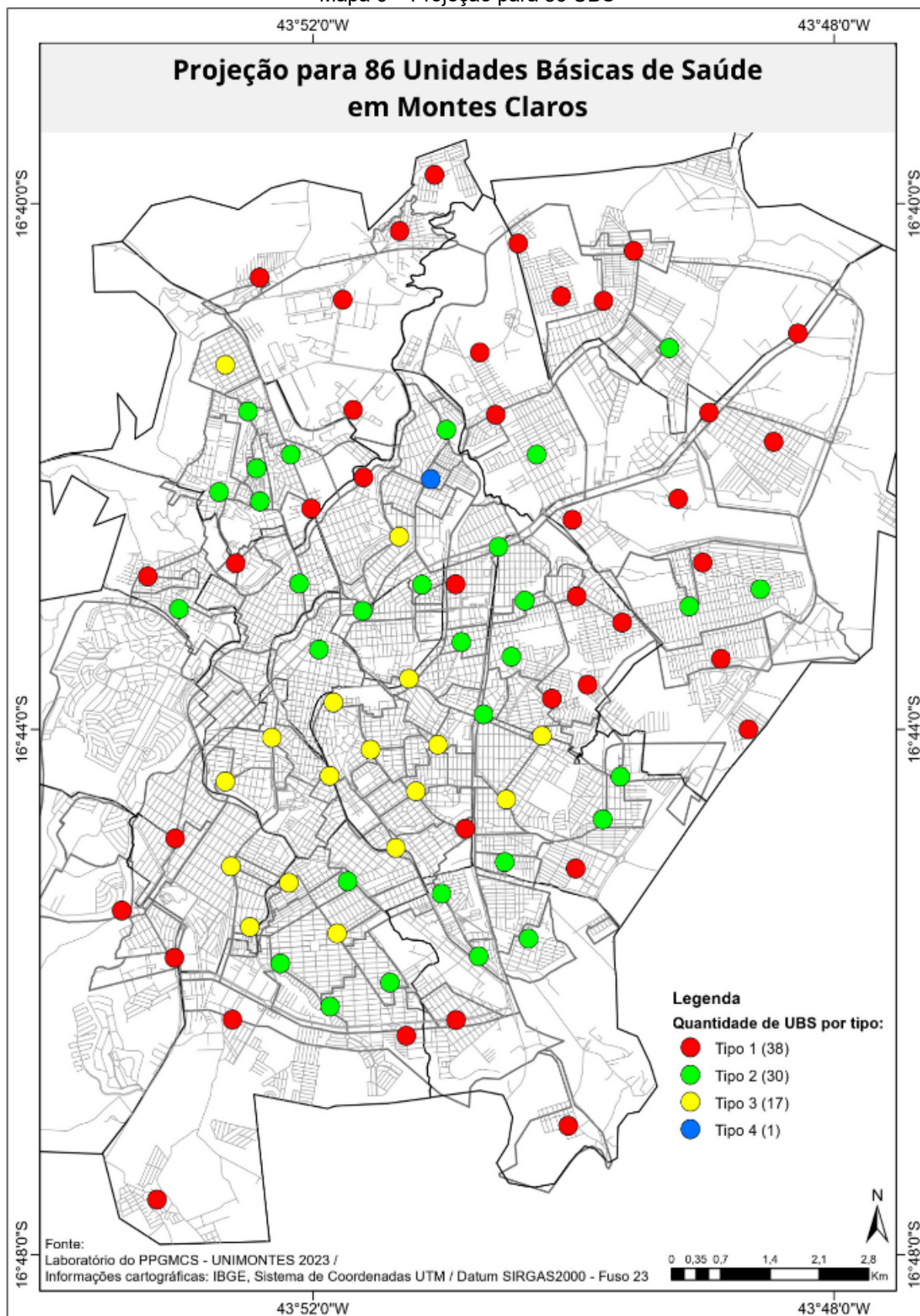


Mapa 5 – Projeção para 76 UBS



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

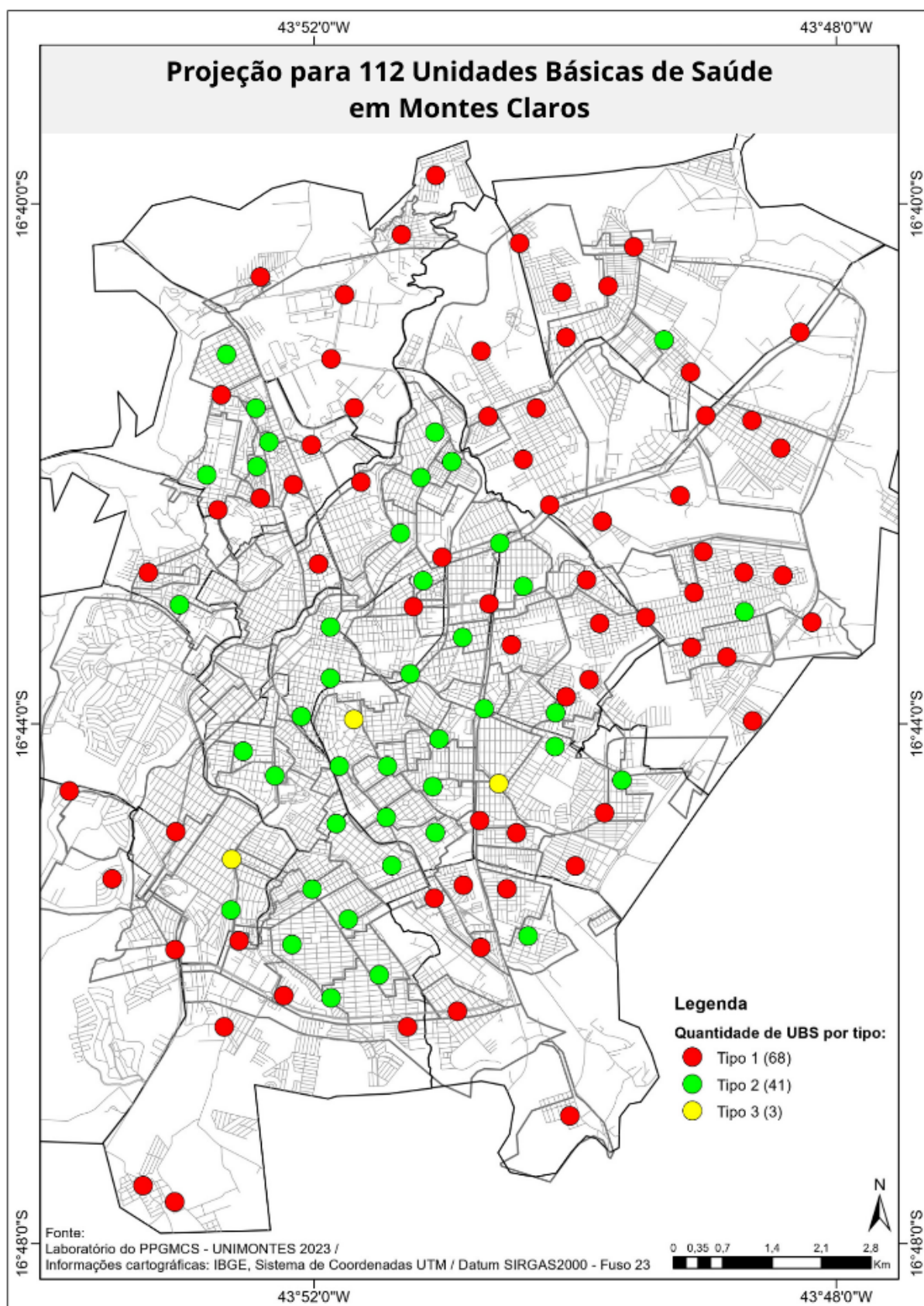
Mapa 6 – Projeção para 86 UBS



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Mapa 7 – Projeção para 112 UBS



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A aplicação do modelo de p-medianas demonstrou ser eficaz na redistribuição das UBS de forma a minimizar as distâncias médias de caminhada. Como discutido por Hakimi (1965) e Church e Reville (1974), a redistribuição mais uniforme das UBS permite não só melhorar o acesso aos serviços de saúde, mas também aliviar a pressão sobre unidades superlotadas em regiões de alta demanda. A comparação entre os cenários destaca a importância de um planejamento baseado em critérios objetivos, como a distância percorrida e a densidade populacional, alinhando-se com as recomendações de Church e Reville (1974) sobre a maximização da cobertura de demanda.

Os resultados gerais dos quatro cenários estudados, em comparação com o cenário atual, são apresentados na Tabela 2. A tabela apresenta para cada cenário a quantidade de UBS de cada tipo bom como parâmetros relacionados à distância de caminhada dos domicílios até a UBS mais próxima. Dentre esses parâmetros estão as distâncias médias e máximas de caminhada para a população em geral e para a população de renda mais baixa (até 4 salários-mínimos).

Tabela 2 – Resultados gerais para cada cenário de UBS

Cenário		0	1	2	3	4
		atual	112 UBS	86 UBS	76 UBS	56 UBS
Quantidade de UBS	1	42	68	38	26	18
	2	17	41	30	30	13
	3	13	3	17	18	11
	4	4	0	1	2	14
	<b>total</b>	<b>76</b>	<b>112</b>	<b>86</b>	<b>76</b>	<b>56</b>
Caminhada da população no geral (m)	média	680	457	503	524	628
	máxima	3.660	3.110	3.110	3.410	3.550
Caminhada da população de baixa renda (m)	média	621	360	410	433	517
	máxima	3.580	1.900	2.030	1.900	2.920

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em todos os cenários avaliados a distância de caminhada é reduzida consideravelmente em relação ao Cenário Atual, incluindo o cenário 4, em que foram localizadas somente 56 UBS. Mesmo com 20 UBS a menos, a distância de caminhada passou de 680 para 628 metros, observando-se uma redução de 8%. O ganho é ainda maior para a população de baixa renda em razão do peso utilizado para caracterizar a intensidade da demanda dos nós. Nesse estrato da população houve redução de 17% na caminhada, passando de 621 metros no Cenário Atual para 517 metros no Cenário 4. No Cenário 3, em que se avaliou a mesma quantidade de UBS que existe hoje na cidade, a redução na distância de caminhada foi de 23% para a população em geral e de 30% para a população de baixa renda. Onde houve aumento da quantidade de UBS (Cenários 1 e 2), foi possível identificar cenários em que essa distância pode ser reduzida em até 33% para a população em geral e 42% para a população de baixa renda, reforçando a importância de priorizar áreas de maior vulnerabilidade, conforme sugerido por Mendes (2011) e Goudard et al. (2015).

Outra constatação feita ao se comparar os cenários estudados é que, na medida em que se aumenta a quantidade, reduzem-se os portes das UBS. No Cenário 4 houve uma distribuição homogênea das 56 UBS entre os tipos, sendo que o tipo 3, com menor quantidade, correspondeu a 20% do total e o tipo 1, com maior quantidade, correspondeu a 32%. Já no Cenário 1, a distribuição entre os tipos foi bastante heterogênea entre as 112 UBS, com 97% nos tipos 1 e 2 e nenhuma UBS do tipo 4.

Dentre os cenários que possuem a mesma quantidade de UBS, o Cenário 3 apesar de apresentar melhoria no atendimento à população em relação ao atual, há, em geral, um aumento no porte das UBS. Enquanto no primeiro há uma maior quantidade do tipo 2, no segundo predomina-se o tipo 1. A maior redução na distância de caminhada para a população de baixa renda é um resultado positivo e esperado, dado o peso maior atribuído a essa faixa de renda no modelo de p-medianas. Como observado por Wei, Wang e McGregor (2010), a otimização da localização de instalações de saúde é essencial para garantir um acesso mais equitativo aos serviços, especialmente em contextos onde a desigualdade socioeconômica é um fator crítico, tendo em vista que a população de baixa renda depende mais dos serviços públicos de saúde, e uma distribuição mais equitativa das UBS pode contribuir significativamente para a redução das desigualdades no acesso à saúde. Os resultados deste estudo corroboram as diretrizes do SUS e as recomendações de Paim et al. (2011), que defendem políticas públicas que priorizem a acessibilidade em áreas vulneráveis. Dessa forma, a redistribuição das UBS proposta neste estudo não apenas melhora o acesso aos serviços de saúde, mas também contribui para a promoção da equidade social e para a eficiência na gestão dos recursos de saúde pública.

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de uma redistribuição mais eficiente das UBS na cidade de Montes Claros. A aplicação do modelo de p-medianas mostrou-se eficaz ao identificar áreas com baixa cobertura, o que corrobora estudos anteriores que destacam a importância de uma localização estratégica de serviços públicos para reduzir as desigualdades de acesso, como argumentado por Goudard et al. (2015) e Carvalho et al. (2000).

Essa disparidade na distribuição das UBS, com algumas regiões recebendo maior atenção do que outras, pode ser explicada pela falta de planejamento adequado em áreas com crescimento desordenado, conforme observado por Maricato (1995). O presente estudo reforça que uma distribuição desigual dos equipamentos urbanos resulta em ineficiências, especialmente em regiões de baixa renda que dependem mais dos serviços públicos de saúde. Isso está alinhado com os princípios de equidade defendidos pelo SUS, conforme discutido por Mendes (2011).

O uso de SIG foi crucial para visualizar a distribuição das UBS e propor ajustes. Estudos de Rocha et al. (2019) e Câmara et al. (1996) já demonstraram que a adoção de SIGs na saúde facilita a identificação de lacunas no atendimento e melhora a gestão de serviços de saúde pública. Além disso, a inclusão de variáveis socioeconômicas, como renda, no modelo de p-medianas, reforça a ideia de que a vulnerabilidade social deve ser um critério importante para a alocação de serviços, como defendido por Paim et al. (2011).

Em síntese, este estudo demonstrou que o uso de modelos matemáticos e SIGs permite não apenas uma melhor distribuição espacial das UBS, mas também uma alocação mais equitativa e eficiente dos recursos de saúde, contribuindo para a redução das desigualdades no acesso aos serviços.

## CONCLUSÃO

Este estudo analisou a distribuição das UBS em Montes Claros, avaliando a adequação do número atual de unidades e propondo novos locais para sua implantação. Constatou-se que a distribuição atual é desigual, com uma parcela significativa da população enfrentando longas distâncias para acessar os serviços, especialmente em áreas de maior vulnerabilidade social.

A aplicação do modelo de p-medianas indicou que o número atual de UBS não é suficiente para garantir a acessibilidade equitativa. A redistribuição e o aumento do número de UBS poderiam melhorar significativamente o acesso, reduzindo as distâncias de deslocamento, principalmente para a população de baixa renda. Atualmente, a população da área urbana do município precisa caminhar cerca de 680 metros em média para acessar uma das 76 UBS localizadas na região. Em todos os cenários simulados observou-se uma redução na distância média de caminhada. Houve redução, inclusive, no cenário 4 em que há 20 UBS a menos em relação ao que se tem hoje na área urbana. Os ganhos são ainda maiores quando se analisa a população de renda mais baixa (até 4 SM).

Atualmente, a população da área urbana do município precisa caminhar cerca de 680 metros em média para acessar uma das 76 UBS localizadas na região. Em todos os cenários simulados observou-se uma redução na distância média de caminhada. Houve redução, inclusive, no cenário 4 em que há 20

UBS a menos em relação ao que se tem hoje na área urbana. Os ganhos são ainda maiores quando se analisa a população de renda mais baixa (até 4 SM).

Este trabalho limita-se à análise da distribuição espacial das UBS sob a óptica do acesso da população atendida. Não fizeram parte da análise outros aspectos o custo de implantação. Os resultados obtidos são importantes para o setor de saúde, pois uma distribuição mais equitativa das pode reduzir as desigualdades no acesso aos serviços, otimizar o uso dos recursos públicos e alinhar o atendimento aos princípios do SUS. As recomendações propostas podem servir de base para políticas públicas que visem melhorar a infraestrutura de saúde em outras cidades com desafios semelhantes. Sugere-se que em trabalhos futuros seja incorporada uma análise financeira já que os custos são afetados com a quantidade e o porte das UBS. Sob o ponto de vista computacional sugere-se que os resultados obtidos neste estudo sejam comparados com outros modelos a fim de que se encontre soluções que busquem resultados melhores e com maior velocidade.

## AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - Brasil (FAPEMIG) - Código do Processo APQ-03433-24 e da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES).

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. **Una lenguaje de patrones**. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9284**. Rio de Janeiro, 1986.

BALLOU, Ronald H.. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BRASIL. Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Brasília, 1979. Disponível em:  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em 23/11/23.

BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. 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 23/11/23.

BRASIL. **Informações Estratégicas - SUS**. 2009. Disponível em:  
[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/sus/perguntas\\_respostas.php](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/sus/perguntas_respostas.php). Acesso em: 30 out. 2020.

BRASIL. **Portaria nº 2.488, de 21 de outubro de 2011**. Ministério da Saúde. Brasília, 2011. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2488\\_21\\_10\\_2011.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2488_21_10_2011.html). Acesso em: 15 de outubro de 2012.

BRASIL. **Política Nacional de Atenção Básica**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/volume\\_4\\_completo.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/volume_4_completo.pdf). Acesso em: 30 out. 2020.

BRASIL. **Portaria nº 340, de 04 de março de 2013**. Ministério da Saúde. Brasília, 2013. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0340\\_04\\_03\\_2013.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0340_04_03_2013.html). Acesso em: 03 de maio de 2024.

BRASIL. **Diretrizes Técnicas para Apresentação de Projetos e Construção de Unidades Básicas de Saúde - UBS. Volume V - Instrução para Elaboração de Memorial Descritivo e Apresentação do Projeto Executivo de Implantação**. Brasília, DF.: IFBQ - Falcão Bauer, 2014.

BRASIL. **Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017**. Ministério da Saúde. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2436\\_22\\_09\\_2017.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2436_22_09_2017.html). Acesso em: 17 de abril de 2024.

BRASIL. **Maior sistema público de saúde do mundo, SUS completa 31 anos**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2021/setembro/maior-sistema-publico-de-saude-do-mundo-sus-completa-31-anos#:~:text=Garantido%20no%20artigo%20196%20da,para%20qualquer%20atendimento%20de%20sa%C3%BAde>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.



CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Rio de Janeiro: Escola de Computação, SBC, 1996.

CARVALHO, G. **A saúde pública no Brasil**. Estudos Avançados, [S. l.], v. 27, n. 78, p. 5–26, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000200002>

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de sistemas de informações geográficas aplicados à saúde**. Brasília: Organização Panamericana de Saúde/Ministério da Saúde, 2000, 124 p.

CHURCH, R.L.; REVELLE, C.S.. **The Maximal Covering Location Problem**, *Papers of the Regional Science Association*. v 32. p 101–118. Springer, 1974. <https://doi.org/10.1007/BF01942293>

COLAÇO, P. M. P. L. de M. **Critérios para o planeamento de equipamentos de saúde. Análise de Caso de Estudo no contexto urbano da AML**. 2011. 166 p. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil Construção - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

DASKIN, M. **What you should know about location modeling**. *Naval Research Logistics*, 4, n. 55, 2008. 283-294. <https://doi.org/10.1002/nav.20284>

DEBIAGI, M. **Distribuição dos equipamentos sociais urbanos**. Dissertação de Mestrado, PROPUR-UFRGS. Porto Alegre, 1978.

DREUX, V. P. **Uma avaliação da legislação urbanística na provisão de equipamentos urbanos, serviços e áreas de lazer em conjuntos habitacionais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. p 181.

FERRARI, Célson. **Curso de Planejamento Municipal Integrado: Urbanismo**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 7ªed., 1991.

GALVÃO, R. D.; CHIYOSHI, F. Y.; ESPEJO, L. G. A.; RIVAS, M. P. A. **Solução do problema de localização de máxima disponibilidade utilizando o modelo hipercubo**. *Pesquisa Operacional*, v.23, n.1, 2003. p. 61-78. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382003000100006>

GOUDARD, B.; OLIVEIRA, F. H. de. **Localização da implantação de unidades básicas de saúde utilizando lógica fuzzy e sistemas de informação geográfica**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2014.

GOUDARD, B.; OLIVEIRA, F. H. de; GERENTE, J. **Avaliação de modelos de localização para análise da distribuição espacial de unidades básicas de saúde**. *Revista Brasileira de Cartografia*, [S. l.], v. 67, n. 1, p. 15–34, 2015. <https://doi.org/10.14393/rbcv67n1-44723>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados do Brasil**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: abril de 2024.

HAKIMI, S. L. **Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph**. *Operations research*, 12(3):450–459, 1964. <https://doi.org/10.1287/opre.12.3.450>

HAKIMI, S. L. **Optimum distribution of switching centers in a communication network and some related graph theoretic problems**. *Operations Research*, 13(3):462–475, 1965. <https://doi.org/10.1287/opre.13.3.462>

LEITE, M. E.; ABREU, K. K. R. C. de. **Sistema de informação geográfica aplicado à distribuição do caso de dengue na microrregião de Pirapora – MG**. *Hygeia – Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia. v. 5, n. 9, p. 64, 2010. <https://doi.org/10.14393/Hygeia516939>

MARICATO, E. **O urbanismo na periferia do capitalismo: desenvolvimento da desigualdade e contravenção sistemática**. In: GOLÇALVES, Maria Flora (org.) *O novo Brasil urbano: impasses, dilemas e perspectivas*. Editora Mercado Aberto, Porto Alegre, 1995. P 261-287.

MARQUES, A. J. de S. **Rede de Atenção à Urgência e Emergência: estudo de caso na macrorregião Norte de Minas Gerais**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011.

Disponível em:

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/18465/Rede\\_UrgenciaEmergencia\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/18465/Rede_UrgenciaEmergencia_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 28 nov. 2023.

MENDES, E. V. O SUS que temos e o SUS que queremos: uma agenda. **Revista mineira de saúde pública**, [S. l.], v. 4, n. 03, p. 4–26, 2004.

MENDES, E. V. **As redes de atenção à saúde**. Brasília, DF.: Organização Pan-Americana da Saúde, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000500005>

MONTES CLAROS. Decreto Municipal nº 3.393, de 17 de maio de 2016. **Institui as regiões de planejamento de Montes Claros e dá outras providências**. Montes Claros, 2016. Disponível em: <https://portal.montesclaros.mg.gov.br/decreto/decreto-n-3393-de-17-de-maio-de-2016>. Acesso em: 16 jan. 2024.

MORAES, A. F. de. **Análise dos processos de definição utilizados pelas prefeituras, para o local de implantação de Equipamentos Urbanos Comunitários (EUCs), em municípios do estado de Santa Catarina**. 169 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

NASCIMENTO, M. C. do; GOYATÁ, S. L. T.; CHAVES, E. de C. L.; NOGUEIRA, D. A. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS IDOSOS EM SITUAÇÃO DE RISCO NO CONTEXTO DA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 9, n. 16, p. 115–120, 2013. <https://doi.org/10.14393/Hygeia919542>

NEVES, F. H. **Critérios De Planejamento E Implantação De Equipamentos Urbanos Comunitários De Educação E Saúde: Estudo De Caso Em Curitiba De 2010 a 2014**. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PAIM, J.; TRAVASSOS, C.; ALMEIDA, C.; BAHIA, L.; MACINKO, J. **The brazilian health system: history, advances, and challenges**. *The Lancet*, 377(9779):1778–1797, 2011. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60054-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60054-8)

REVELLE, C. S.; SWAIN, R. W. **Central facilities location**. *Geographical Analysis*, Blackwell Publishing Ltd, v. 2, n. 1, p. 30–42, 1970. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1970.tb00142.x>

ROCHA, T. A. H.; ALMEIDA, D. G. de; AMARAL, P. V. M. do; SILVA, N. C. da; THOMAZ, E. B. A. F.; QUEIROZ, R. C. de S.; BARBOSA, A. C. Q.; VISSOCI, J. R. N. **Proposta de metodologia para estimar a área de cobertura potencial por equipes de atenção primária**. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 43, 2019. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.47>

ROSADO, M. C. **Um Método de Avaliação da Acessibilidade a Serviços Públicos com o Uso de SIG – uma aplicação à cidade de Araranguá (SC)**. 141 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SALDIVA, P. H. N.; VERAS, M. **Gastos públicos com saúde: Breve histórico, situação atual e perspectivas futuras**. *Estudos Avancados*, [S. l.], v. 32, n. 92, p. 47–61, 2018. <https://doi.org/10.5935/0103-4014.20180005>

SANTOS, C. N. F. dos. **A cidade como um jogo de cartas**. São Paulo; Niterói: Projeto editores; EDUFF, 1988.

SANTOS, C. M.; SILVA, A. L. M.; SILVA, A. N. R.; PANICO, S. R. G. **Avaliando a localização dos postos de saúde em uma cidade média brasileira com auxílio de um SIG-T**. *Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho, Portugal*, nº 7, 2000, p. 47-58.

SEGANTINE, P. C. L. **Estudo do sinergismo entre os sistemas de informação geográfica e o de posicionamento global**. 237 p. Tese de livre docência – Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

SILVA, M. R. **Uma contribuição ao problema de localização de terminais de consolidação no transporte de carga parcelada**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, P. L. N., Schitini, F. M., de Oliveira, P. P. R., de Mendonça, J. M. G., & Fonseca, J. R. **Projeto Montes Claros: Construção do Sistema Único de Saúde na Visão de Atores Envolvidos Historicamente no Processo**. Renome, v. 3, n. 1, p. 15-32, 2014.

SILVA, L. O. **Caracterização da distribuição territorial dos estabelecimentos que integram o Sistema Único de Saúde em Montes Claros- MG**. 105 p. Dissertação (Mestrado na Área de concentração em Sociedade, Ambiente e Território). Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.

Sistema Único de saúde, **SES-MG**. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/sus>. Acessado em: 2017-11-18.

SULE, D. R. **Logistics Of Facility Location And Allocation**. New York: Marcel Dekker, INC, 2001. 456 p. <https://doi.org/10.1201/9780203910405>

Wei, G. U.; WANG, X.; MCGREGOR, S. E. Optimization of preventive health care facility locations. **International journal of health geographics**, v. 9, p. 1-16, 2010.  
<https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-17>