





REPRESENTAÇÃO E ESTIMATIVA ESPACIAL DE DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS A PARTIR DO CEP: UMA APLICAÇÃO PARA BELO HORIZONTE, MG

Gabriel do Carmo Lacerda ¹  

Marcus Vinícius Oliveira Sartório ²  

Frederico Poley Martins Ferreira ³  

Destaques

- Proposta de representação e estimativa espacial com estabilidade espacial e detalhamento.
- Representação, CEP a CEP, de variáveis sociodemográficas de uma capital.
- Metodologia de espacialização de registros administrativos.

Resumo: O presente trabalho propõe uma metodologia de apresentação e espacialização de variáveis socioeconômicas e demográficas que minimizem os efeitos de escala e zoneamento e permitam maior resolução espacial e evolução temporal das informações mantendo seu sigilo. Os dados foram processados na escala dos logradouros (ruas e avenidas) a partir de seu Código de Endereçamento Postal – CEP. Posteriormente, foi desenvolvida uma grade (grid) interpolada representando densidades, com resolução espacial fixa. Como exemplo da técnica, utilizou-se dois indicadores para os anos de 2016, 2019 e 2021 obtidas a partir do Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) de Belo Horizonte, MG: número de famílias cadastradas e o percentual de famílias que pagam mais de 30% de sua renda total com aluguel. Os resultados da aplicação da metodologia apontam a sua viabilidade no monitoramento intertemporal das informações, na melhor definição de zoneamentos e na identificação de fenômenos intraurbanos entre outras possibilidades.

Palavras-chave: Logradouros; Código de endereçamento postal; Registros administrativos; Belo Horizonte; SIG.

¹ Doutorando em Economia no Cedeplar/UFMG e assistente de pesquisa na Coordenação de Habitação e Saneamento (CHS) da Diretoria de Estatística e Informações (DIREI) da Fundação João Pinheiro (MG).

² Mestre em Geografia pelo PPGG/UFES. Doutorando em Geografia pelo IGC/UFMG e professor da rede estadual de educação SEDU-ES.

³ Pesquisador da Fundação João Pinheiro (MG), Doutor em Demografia pelo Cedeplar/UFMG e Mestre em Planejamento Urbano pela UnB.



SPATIAL DATA REPRESENTATION AND ESTIMATION OF SOCIODEMOGRAPHIC DATA BASED ON ZIP CODE: AN APPLICATION FOR BELO HORIZONTE, MG

Abstract: The paper proposes a methodology of spatialized socioeconomic and demographic data representation that minimizes the effects of scale and zoning and allows greater spatial resolution and temporal detailing and guarantees the confidentiality of information. The data was processed at the scale of public places (streets and avenues) based on their Postal Address Code – CEP. Subsequently, an interpolated grid representing densities was developed, with fixed spatial resolution. As an example of this methodology, two indicators were used for the years 2016, 2019 and 2021 obtained from the Single Registry for Social Programs (CadÚnico) of Belo Horizonte, MG: number of registered families and the percentage of families paying more than 30% of their total family income with rent. The results point out to the feasibility of intertemporal monitoring of information, in defining zoning, in identifying intra-urban phenomena, among other possibilities.

Keywords: Streets; ZIP code; Administrative records; Belo Horizonte; SIG.

REPRESENTACIÓN Y ESTIMACIÓN ESPACIAL DE DATOS SOCIODEMOGRAFICOS A PARTIR DEL CÓDIGO POSTAL: UNA APLICACIÓN PARA BELO HORIZONTE, MG

Resumen: El presente trabajo propone una metodología de representación y espacialización de variables socioeconómicas y demográficas que minimiza los efectos de escala y zonificación y permite un incremento en la resolución espacial y temporal y garantiza la confidencialidad de la información. Los datos fueron procesados a escala de lugares públicos (calles y avenidas) con base en su Código de Dirección Postal – CEP. Posteriormente, se desarrolló una grilla interpolada que representa densidades, con resolución espacial fija. A modo de ejemplo, se utilizaron dos indicadores para los años 2016, 2019 y 2021 obtenidos del Registro Único de Programas Sociales (CadÚnico) de Belo Horizonte, MG: número de familias registradas y porcentaje de familias que pagan más del 30% de su total de ingresos familiares con alquiler. Los resultados apuntan a la viabilidad del monitoreo de la información, en la definición de zonificaciones, en la identificación de fenómenos intraurbanos, entre otras posibilidades.

Palabras clave: Calles; Código postal; Registros administrativos; Belo Horizonte; SIG.

INTRODUÇÃO

Em geral, os grandes bancos de dados estatísticos e sociodemográficos são apresentados de forma agregada em unidades espaciais definidas. Particularmente, nos estudos urbanos, eles são apresentados uniformemente para unidades como municípios, bairros ou, mais desagregadamente, em setores censitários, que são as menores áreas geográficas disponibilizadas pelo IBGE. Esses recortes espaciais objetivam, entre outros aspectos, garantir o sigilo estatístico dos indivíduos, famílias e domicílios. Entretanto, esses recortes

espaciais acabam gerando significativas limitações na representação geoespacial de diferentes fenômenos econômicos, demográficos e sociais. Além disso, salienta-se a dificuldade de análise intertemporal dos dados em escalas maiores, pois, geralmente como pontuado por D'Antona e Bueno (2016), os limites das unidades espaciais mudam ao longo do tempo.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal aperfeiçoar uma proposta metodológica de representação e estimativa espacial, que além de garantir o sigilo estatístico, também possua uma maior estabilidade espacial quanto aos seus limites, numa escala com elevado nível de detalhamento. Desta maneira, procura-se avaliar as potencialidades do uso do Código de Endereçamento Postal (CEP) brasileiro. A partir da utilização do CEP, se vislumbra para os estudos urbanos e de planejamento urbano⁴ no Brasil, a representação de dados sociodemográficos mais desagregados conjuntamente com uma maior facilidade na análise de acompanhamento temporal de diferentes indicadores intraurbanos⁵. A proposta a ser apresentada é rica em captar a heterogeneidade dos espaços urbanos em nível detalhado, bem como permite a delimitação e o monitoramento com maior precisão da evolução de atributos socioespaciais de zonas, logradouros e pequenas áreas.

Contextualizando, o CEP foi criado pelo Correios⁶, em 1971, a partir de parâmetros de desenvolvimento socioeconômicos e crescimento demográficos das unidades federativas. O principal objetivo do CEP é auxiliar a entrega, tratamento e distribuição de correspondências entre as diferentes áreas. Com o intuito de atingir o objetivo anterior, nas maiores cidades brasileiras⁷, o CEP é atribuído a logradouros, podendo também, em áreas mais adensadas, ser definido para trechos de uma mesma via. Ou seja, alguns logradouros podem

⁴ A metodologia de utilização dos Códigos de Endereçamento Postal (CEP), do Correios, tem sido utilizada para estudos na área de saúde e epidemiologia. Ver, particularmente, o estudo de Barcellos e Santos (1997).

⁵ A escala de aplicação, para o exemplo do escoamento sanitário, pode ser vista em: FJP (2023b).

⁶ Para mais detalhes ver: <https://www.correios.com.br/enviar/precisa-de-ajuda/tudo-sobre-cep>. Os CEPs possuem cinco categorias: 1) Logradouros; 2) Códigos Especiais; 3) CEPs promocionais; 4) Unidades dos Correios; e 5) Caixas Postais Comunitárias.

⁷ Nesta perspectiva uma das limitações do CEP brasileiro é que geralmente para áreas urbanas com população inferior a 50 mil habitantes o CEP tende a ser único para toda a população ou apenas se subdivide entre áreas urbana e rural.

possuir mais de um CEP. Portanto, depreende-se uma nova escala de análise espacial com maiores detalhes do que, por exemplo, as áreas dos setores censitários e as áreas de ponderação estatística, este último caso, compostas, normalmente por conjuntos das áreas dos setores censitários do IBGE, dependendo do seu adensamento.

A utilização do CEP, ou *ZIP code*, para estudos nas áreas socioeconômicas, demográficas, epidemiológicas entre outros é bastante comum tanto em países, como os Estados Unidos (vide *United States Census Bureau, 2023*), como em países europeus. No entanto, normalmente, esta utilização também se dá por áreas, que possuem o mesmo *ZIP code*, ou seja, as variáveis de interesse utilizando o *ZIP code* possuem as mesmas funções de um polígono ou, por exemplo, de um setor censitário (FJP, 2023b). No Brasil, ao contrário e conforme já observado, o CEP se refere ao logradouro ou às vias em que os imóveis se localizam.

No caso, usualmente, para maioria das edificações, o CEP é permanente ou muda muito dificilmente, na medida em que o traçado dos logradouros também tende a se alterar pouco no tempo. O que, novamente, garante uma maior estabilidade espacial no tempo, diferentemente, por exemplo, dos setores censitários que, normalmente são alterados entre os censos demográficos (D'Antona; Bueno, 2016).

No estudo de caso a ser desenvolvido, a base de dados utilizada, na qual foi extraído o CEP das diferentes famílias foi o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico), criado em 2001⁸. O CadÚnico é caracterizado por um conjunto de registros administrativos, gerenciados continuamente e agregados numa base de dados unificada que envolve todos os entes federativos. O CadÚnico fornece informações para os mais diversos programas sociais do país, tais como, programas de transferência de renda, assistência social, subsídios e, inclusive, programas habitacionais.

Fundamentalmente, o CadÚnico é composto pelas famílias de baixa renda brasileiras, isto é, com renda per capita de até ½ salário mínimo e que auferem,

⁸ Vide: BRASIL, Decreto n° 6135 de junho de 2007 e BRASIL, Decreto n° 11016 de março de 2022.

no total, no máximo três salários mínimos. O formulário padrão⁹ de cadastramento das famílias possui uma série de perguntas sociodemográficas e, particularmente para o foco deste trabalho, sobre os endereços/CEP's e as características da habitação.

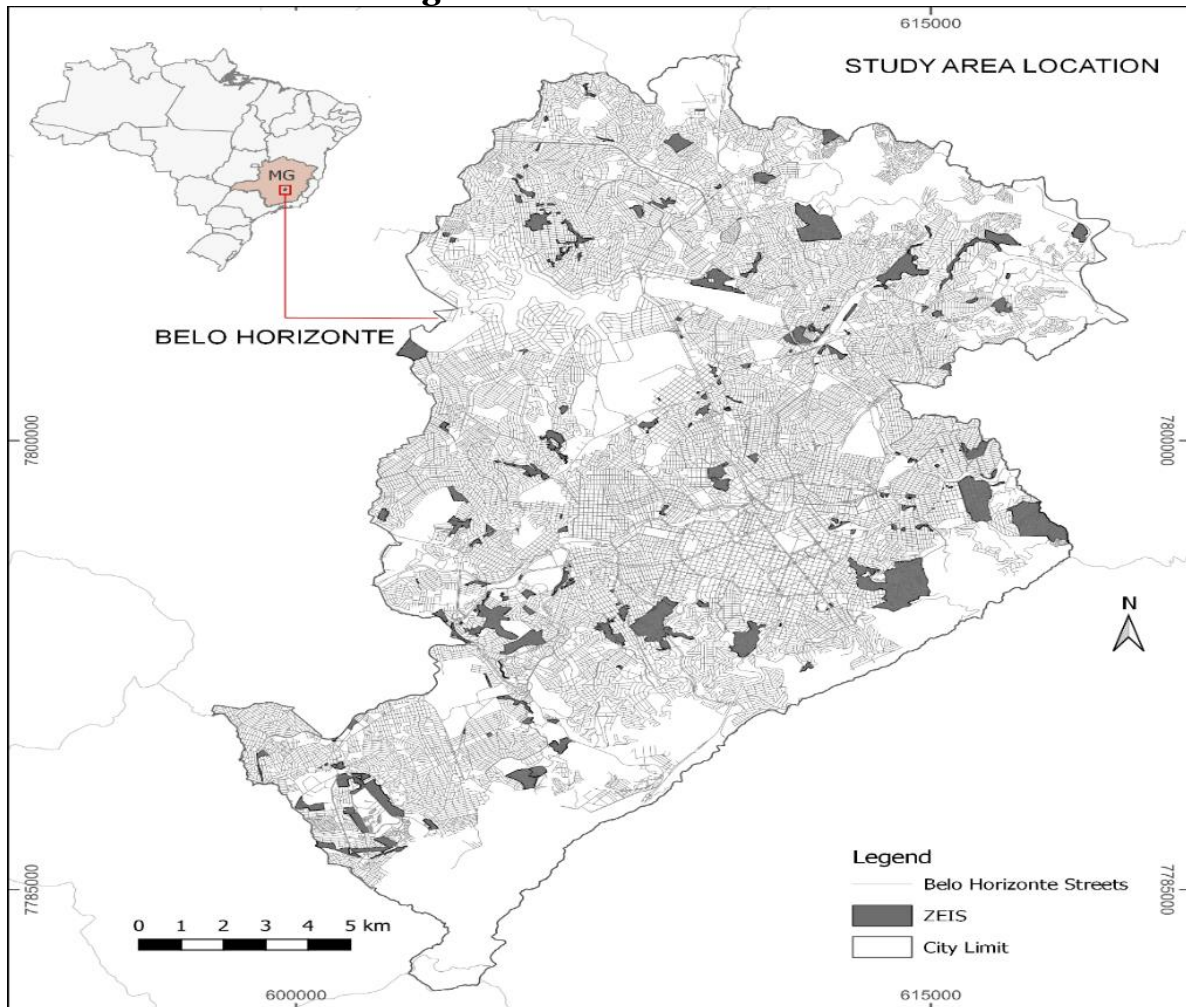
Para demonstrar as potencialidades de espacialização e representação de informações ao nível dos logradouros/CEP, foram mapeadas duas variáveis: 1) o total de famílias registradas no CadÚnico por CEP; 2) a porcentagem de famílias em situação de ônus excessivo com o aluguel por CEP¹⁰, isto é, a razão do total de famílias registradas no CadÚnico que gastam mais de 30% da sua renda com o aluguel em determinado CEP pelo total de famílias cadastradas no CadÚnico neste mesmo CEP ou logradouro.

A Figura 1 apresenta a área de aplicação da metodologia proposta, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais. Além dos limites municipais, estão dispostos os polígonos das Zonas de Especial Interesse Social - ZEIS do município e todos os seus logradouros, ruas e avenidas. Belo Horizonte, assim como a maior parte das grandes cidades brasileiras, possui forte segregação socioeconômica na distribuição dos diferentes tipos de habitação. O acesso à habitação pelas famílias, mormente de baixa renda, também é marcado por um quadro de inadequações e informalidade. Como síntese tem-se também a desigual distribuição espacial das amenidades e serviços (Furtado, 2009; Jajamovich; Lópes; Silvestre, 2021).

⁹ O formulário de cadastramento completo se encontra em: [https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/cadastro_unico/F %20Avulso 1.pdf](https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/cadastro_unico/F%20Avulso_1.pdf). Para os demais formulários consultar: <https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/cadastro-unico-o/gestao-do-cadastro-unico-1/processo-de-cadastramento/formularios>.

¹⁰ O ônus excessivo com o aluguel urbano é uma das medidas típicas dos estudos urbanos e habitacionais no Brasil e no mundo e mais especificamente, do déficit habitacional (FJP, 2021).

Figura 1 - Área de estudo



Fonte: os autores (2023).

CONSIDERAÇÕES TEÓRIAS E METODOLÓGICAS

Os desafios teóricos para a representação, em mapas, de informações socioeconômicas são enormes, pois, assim como qualquer grande cidade, Belo Horizonte possui um tecido urbano com grande diversidade de padrões construtivos, áreas refletindo diferentes densidades populacionais, espaços vazios, grandes espaços públicos construídos, favelas, ocupações informais (Capanema, 2021).

Geralmente, os estudos que lidam com dados locais, possuem, como maior escala de informações, polígonos como os dos setores censitários ou bairros como sua unidade de análise (Ichihara *et al.*, 2018). Nestes casos, entre os principais

problemas na representação se tem a homogeneização da informação para esses tipos de recorte espacial. Alternativamente, ao utilizar o CEP, ou logradouros, como nível de representação espacial é possível a representação da informação com mais detalhes e, simultaneamente, garantindo, de forma fundamental, o sigilo quanto à identificação dos responsáveis pelas informações.

Neste contexto e metodologicamente, um dos desafios é transformar os dados espaciais disponíveis ao nível intraurbano – nos formatos de pontos, linhas e polígonos – como no caso dos logradouros representados pelos CEP's em *grids* retangulares fixos, por processos de interpolação para criar estimativas de superfícies representativas da ocorrência dos fenômenos (Camargos; Fucks; Câmara, 2004). Esse processo, é definido por Leyk *et al.* (2019) como o mapeamento dasimétrico, isto é, “the process of spatially redistributing quantities through areal interpolation using ancillary data associated with the variable of interest¹¹” (Leyk *et al.*, 2019, p.1402).

Allik *et al.* (2020) observam aspectos enriquecedores quando determinadas variáveis são analisadas sob a perspectiva de pequenas áreas de estudo:

In choosing a suitable geographic area, those with the smallest possible population size are preferred as this is likely to mean better homogeneity among the population and reduce the risk of ecological fallacy. There is consistent evidence that health inequalities are measured as larger when smaller areas (in terms of population) are used compared with larger ones. In reality, the choice is limited by data availability and researchers may be forced to use larger and potentially more diverse areas. In such cases, assessment of heterogeneity and its potential effects on the outcome should be given during the validation process¹² (Allik *et al.*, 2020, p. 21).

¹¹ “O processo de redistribuição espacial de quantidades por meio de interpolação de área usando dados auxiliares associados à variável de interesse” (tradução nossa).

¹² “Ao escolher uma área geográfica adequada, são preferidas aquelas com o menor tamanho populacional possível, pois isso provavelmente significará melhor homogeneidade entre a população e reduzirá o risco de falácia ecológica. Há evidências consistentes de que as desigualdades em saúde são medidas como maiores quando são utilizadas áreas menores (em termos de população) em comparação com áreas maiores. Na realidade, a escolha é limitada pela disponibilidade de dados e os investigadores podem ser forçados a utilizar áreas maiores e potencialmente mais diversificadas. Nesses casos, a avaliação da heterogeneidade e dos seus potenciais efeitos no resultado deve ser feita durante o processo de validação” (tradução nossa).

Reforça-se que representar variáveis populacionais em mapas têm sido um desafio desde o início desta atividade. Tradicionalmente, a definição de áreas tende a “homogeneizar” a distribuição das populações.

Por essa razão, a forma pela qual as áreas são definidas e representadas podem levar a mudanças de interpretações. Nos anos recentes, as representações espaciais de populações e de suas características tem melhorado de forma substantiva, como por exemplo, nas representações por *grids*. Os menores custos, o maior acesso a *softwares* livres e a imagens, incluídas geoespaciais, têm permitido a desenvolvimento de novas metodologias de representações. Especialmente, em relação ao desenvolvimento de modelos que envolvem ponderação, interpolação e estatísticas espaciais. Tudo isso tem permitido o desenvolvimento de melhores estimativas, como as de densidade populacional:

Spatial, thematic and temporal accuracy play a key role in formalizing fitness for use. However, the multidimensionality of accuracy in the case of population grids is further driven by the nature and heterogeneity of the input population data, the use and characteristics of ancillary data involved, and the methodological framework applied to redistribute population counts to grid cells¹³ (Leyk *et al.*, 2019, p. 1387).

Outra forma de lidar com a representação espacial de variáveis – logicamente considerando a disponibilidades de dados – é a possibilidade de monitoramento e avaliação temporal e espacial de diferentes tipos de variáveis e indicadores.

UM EXEMPLO: O MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

As principais fontes de dados usadas neste trabalho são: o CadÚnico, disponibilizado pelo Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família Combate à Fome (MDS) e as bases geoespaciais¹⁴, com acesso aberto

¹³ “A precisão espacial, temática e temporal desempenha um papel fundamental na formalização da aptidão para uso. No entanto, a multidimensionalidade da precisão no caso das grelhas populacionais é ainda impulsionada pela natureza e heterogeneidade dos dados populacionais de entrada, pela utilização e características dos dados auxiliares envolvidos e pelo quadro metodológico aplicado para redistribuir as contagens populacionais às células da grelha” (tradução nossa).

¹⁴ Disponíveis em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhgeo>.

disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH). A partir do CadÚnico, os anos 2016, 2019 e 2021 foram selecionados. Mais especificamente as seguintes variáveis: a) data mais recente da atualização das informações familiares; b) renda total média familiar; c) o valor despendido com o aluguel; e d) o CEP do endereço da família.

A base de dados geoespaciais, da PBH, por sua vez, se referem ao ano de 2022, e quatro bases foram selecionadas: a) o endereçamento com CEP (vetor do tipo ponto); b) os logradouros (vetor do tipo linha); c) o zoneamento municipal (vetor do tipo polígono); e d) os limites municipais de Belo Horizonte (vetor do tipo polígono).

Mais detidamente, o CadÚnico, como registro administrativo, é constantemente atualizado, com entradas e saídas de famílias. Assim, primeiramente, a informação dos três anos – 2016, 2019, 2021 – é filtrada conforme as regras de manutenção de atualização do próprio cadastro. Em outras palavras, por se tratar de um registro administrativo, são necessários filtros nos dados para garantir a consistência das informações disponíveis, sendo que, neste caso, o mais importante foi, exatamente, o tempo decorrido da última atualização das informações das famílias.

Um segundo passo no tratamento dos dados foi remover as famílias acima de três salários mínimos de renda familiar total em cada um dos anos em análise. Novamente, embora o CadÚnico tenha como escopo as famílias com até 1/2 salário mínimo per capita e no máximo três salários mínimos de renda familiar total, é comum encontrar famílias nos registros que não se enquadrem nestas características,¹⁵ sendo assim necessário a aplicação desse filtro para garantir a consistência do banco de dados (Ferreira, 2008; FJP, 2023a; FJP, 2023b). Ademais, a renda das famílias foi sempre deflacionada para o mês de dezembro do ano de referência em análise.

O terceiro passo foi construir um indicador que identifica a existência de ônus excessivo com o aluguel urbano na unidade familiar. Para este passo, utilizou-se apenas as famílias que indicaram que pagam algum valor com aluguel.

¹⁵ Seja em função de erros de preenchimento, seja em função de famílias que não se enquadrem nos critérios se cadastrarem assim mesmo.

A partir disso, dividiu-se o valor gasto com o aluguel pela renda total média familiar. Caso este valor fosse maior do que 30%, a família era identificada como na situação de ônus excessivo com o aluguel.

Por fim, é necessária a agregação das informações para garantir o sigilo. Nesse sentido, foi calculada a porcentagem de famílias com ônus excessivo com o aluguel urbano por CEP. Isso foi feito a partir da razão entre total de famílias em situação de ônus com o aluguel urbano em determinado CEP pelo total de famílias cadastradas neste mesmo CEP. A literatura aponta (D'Antona; Bueno, 2016) que o uso de indicadores é uma forma de garantir a confidencialidade dos dados das famílias.

Já em relação as bases geoespaciais por CEP da PBH, o principal tratamento foi transferir as informações do endereçamento (que consta o CEP) de feição-pontos para os logradouros, que estão em feição-linhas. Os objetivos de dessa transferência são: a) garantir a confidencialidade da informação; b) melhorar a resolução de apresentação dos dados; c) garantir mais flexibilidade de escala; d) trabalhar com uma unidade espacial fixa, isto é, o logradouro em si mesmo.

Outro tratamento dos dados geoespaciais foi a seleção, dentro do zoneamento municipal, das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)¹⁶. As ZEIS são áreas de interesse por indicar espaços urbanos ocupados por assentamentos populares, precários e informais e/ou com terras e/ou infraestrutura irregulares, conseqüentemente, com maior probabilidade de estarem ocupados pelas famílias registradas no CadÚnico.

Todavia, salienta-se que as ZEIS possuem enormes heterogeneidades edilícias, de infraestrutura e socioeconômicas no seu interior e entre elas (Ribeiro; Daniel; Abiko, 2016), especialmente aquelas localizadas em áreas periféricas e de ocupação recente, geralmente mais dinâmicas nas alterações

¹⁶ De acordo com Rolnik e Santoro (2014, p.2), as ZEIS são zonas selecionadas das cidades, quadras e áreas cuja intenção é implementar habitações sociais em áreas já ocupadas por favelas ou algum outro tipo de irregularidade. Mas também, áreas vazias com infraestrutura que podem ser utilizadas para a habitação. Os autores ressaltam que esse tipo de zoneamento geralmente é um importante instrumento para o planejamento urbano de novas unidades habitacionais para famílias de baixa renda.

daqueles fatores (D'Antona; Bueno, 2016). A metodologia aqui proposta poderá captar essas mudanças intraurbanas e, especialmente, intra-vizinhança.

Por fim, uma outra aplicação, no caso das ZEIS seria a comparação com seu entorno imediato, facilitando a captura de fenômenos de continuidade e descontinuidade do processo de urbanização, principalmente na sua face popular, precária e informal. O que, potencialmente, permitiria o redesenho de áreas de zoneamento, conforme o interesse do planejamento e da gestão pública.

Aplicação

Todo processamento geoespacial foi feito no ambiente GIS usando o programa de distribuição gratuito, o QGis 3.22, no sistema de coordenada UTM e Sirgas 2000 de datum de referência, 23K de *time zone*.

A representação cartográfica da distribuição das famílias registradas no CadÚnico é apresentada tanto para toda municipalidade de Belo Horizonte quanto para a seleção de ZEIS específicas. O CEP foi a chave de junção (*join function*) entre as informações socioeconômicas do CadÚnico com a base de logradouros (em linhas).

A partir dessa união, tem-se variáveis socioeconômicas do CadÚnico georreferenciadas nos logradouros (feição-linhas), sendo possível os recortes de valores, bem como – o mais importante – a geração do *grid* interpolado com o valor do total de famílias. Em outras palavras, a interpolação em *grid* estava sendo alimentada pela feição-linha com a informação socioeconômica do CadÚnico.

A criação do *grid*, bem como a transposição das informações socioeconômicas para feição-linha dos logradouros, facilita a visualização em pequenas unidades, compatível com a análise escalar detalhada aqui proposta. Ademais, ao se associar a dimensão espacial com uma análise temporal, é possível visualizar as transformações espaciais, pois as unidades espaciais de análise – seja em logradouro-linha, seja o *grid* – são fixas (Lagonigro; Oller; Martori, 2017; Yamaguichi, 2017;).

Importante salientar que se decidiu por não imputar o valor absoluto do total de famílias para um *grid* pré-configurado, mas, sim, gerar um *grid* utilizando um método que considera a agregação de valores ao longo de toda a extensão do logradouro que corresponde a cada CEP/logradouro. Ora, cada CEP possui uma extensão variável, conforme a densidade populacional, recortes administrativos (bairro) e espaciais (transpassada por logradouros importantes, barreiras naturais etc.).

A escolha de método de interpolação dos *grids* foi o *inverse distance weighting* (IDW), particularmente utilizando a ferramenta já disponível no QGIS (*interpolation IDW*), com células do tamanho 50x50 metros, porque equivale a média municipal do tamanho de um quarteirão no município de Belo Horizonte.

O método de interpolação IDW, apesar de simples, é largamente utilizado em estudos urbanos e ambientais (Hu *et al.*, 2013; Luo; Yu; Xin, 2008; Varatharajan *et al.*, 2018), sobretudo devido sua fácil aplicação, interpretação e disponibilidade nas plataformas GIS. Portanto, é uma técnica determinística de interpolação convexa que deriva os valores de uma variável – no caso o número de famílias cadastradas no CadÚnico – em determinada localização com base nos dados obtidos das localizações conhecidas – isto é, onde há dados disponíveis. Em resumo, interpola-se valores às áreas desconhecidas utilizando-se os valores conhecidos (Lu; Wong, 2008). Nesta técnica é possível incluir uma série de variáveis explicativas ou independentes para o fenômeno analisado, porém, neste exercício, optou-se apenas por utilizar a distância.

Em outras palavras, assumindo que os valores conhecidos do total de famílias estão disponíveis por CEP, a interpolação utilizando o método IDW preenche os espaços vazios entre as ruas em *grids* regulares do tamanho 50 x 50 metros. Esse processo permitiu a visualização da concentração de famílias, por exemplo, inscritas no CadÚnico e, quando comparado intertemporalmente, visualiza-se a sua expansão ou redução.

Os mapas em *grid* gerados para os anos em análise (2016, 2019 e 2021) foram classificados em oito classes de valores fixos para permitir o acompanhamento da dinâmica espacial do total de famílias cadastradas por CEP/logradouros, em Belo Horizonte (Figura 2, Figura 4 e Figura 5). As classes

foram divididas em intervalos iguais, com ênfase especial nos valores com menos de 30 famílias, o que corresponde a 95,9% (2016), 90,6% (2019) e 86,2% (2021) dos valores por CEP. Por exemplo, em 86,2% dos CEPs da capital mineira, em 2021, havia menos de 30 famílias cadastradas no CadÚnico.

Ademais, foi criada uma classificação para os valores acima de 30 famílias, disposto na Figura 3. Nesta, optou-se pelo recorte de espaços específicos de Belo Horizonte, notadamente aqueles com maior concentração de famílias registradas no CadÚnico. Por fim, foi feito um recorte *buffer* com limite de 100 metros além dos logradouros com identificação de família, por CEP, para recortar o *grid*, o que conseqüentemente, removeu espaços sem famílias registradas nos CEPs ou sem urbanização (e.g. áreas de parques, ou proteção ambiental).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados em três subseções. A primeira – total de famílias registradas no CadÚnico – apresenta toda a municipalidade para os anos 2016 (Figura 2), 2019 (Figura 4) e 2021 (Figura 5), bem como o recorte focado nas áreas de maior concentração, para todos os anos (Figura 3).

Mais especificamente, para os mapas com toda a municipalidade foram apresentados os resultados da interpolação por IDW, em *grids*, do total de famílias registradas no CadÚnico por CEP. Enquanto, o foco nas áreas de maior concentração foram as regiões: Nordeste (A), Leste (B), Centro da cidade – CC (C), Aglomerado da Serra (D) e Barreiro (E), também se especializou os Centros Municipais de Referência da População de Rua (POP).

A segunda subseção focaliza a análise, utilizando os anos 2016 e 2021, no extremo norte do município, no entorno da Ocupação Izidora, uma área de ocupação não consolidada, com intensa ocupação recente (Figura 6). Por fim, a terceira subseção destaca a Favela da Serra, uma área de ocupação popular consolidada no Centro-Sul da capital mineira, para os anos 2016 e 2021 (Figura 7).

Em síntese, pode-se verificar que o mapeamento, em unidades espaciais fixas (*grids*, logradouros e imagens de satélite), junto com a evolução temporal e

com as classes de valores fixos das variáveis socioeconômicas (ônus excessivo com aluguel) revelam como, a metodologia aqui proposta, funciona bem em identificar a concentração de famílias, as manchas de continuidade e descontinuidade, em grande escala de detalhamento.

Total de famílias registradas no CadÚnico, em Belo Horizonte (2016, 2019 e 2021)

As Figura 2, 4 e 5 mostram a evolução do total de famílias cadastradas no CadÚnico por CEP, em Belo Horizonte, pelos *grids* interpolados. Em 2016, havia 89.907 famílias registradas, que estavam distribuídas em 10.323 CEPs. Na Figura 2 é possível identificar áreas esparsas de concentração da população do CadÚnico, notadamente concentradas no Centro da Cidade (Figura 3C). Estas concentrações estão relacionadas, mormente, com domicílios improvisados e a população de rua, pois verifica-se que estão próximas ao Centro de Referência de População de Rua (POP).

Outro ponto de concentração é na região Centro-Sul, na Favela da Serra (Figura 3D), uma das 199 ZEIS existentes em Belo Horizonte. Outros pontos de concentração do registro de famílias são as regiões Leste (Figura 3B), Nordeste (Figura 3A) e no Barreiro (Figura 3E), em porções próximas às ZEIS. Finalmente, também há concentração de famílias registradas ao norte, na região de Venda Nova, bem como ao oeste, na fronteira municipal. Todavia, para municipalidade como um todo, em 2016, predomina o registro de menos de 10 famílias por CEP.

Já para o ano de 2019, o número total de famílias registradas elevou-se para 159.077 (um aumento de 77% em relação a 2016), que estão distribuídas em 12.038 CEPs. Nota-se, na Figura 4, que, em 2019, a concentração de famílias dentro dos polígonos das ZEIS, bem como o transbordamento para o entorno destas áreas, aumentou em relação ao ano de 2016.

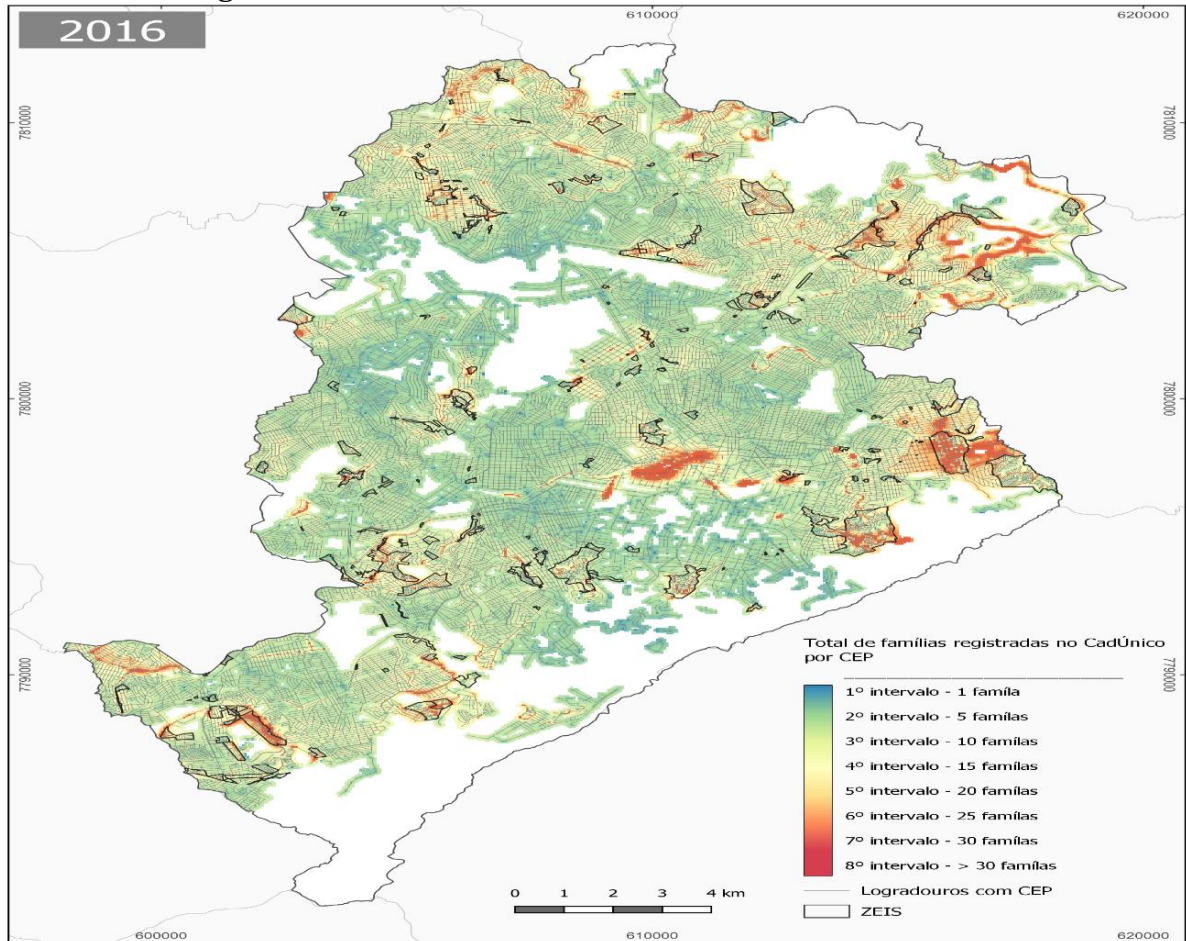
Do ponto de vista macrourbano, os destaques de concentração de família foram, novamente, o Centro da Cidade (Figura 3C), o Leste (Figura 3B), o Nordeste (Figura 3A), o Barreiro (Figura 3E) e o Norte. Ademais, do ponto de vista intra-vizinhança nota-se a expansão no Noroeste e no Oeste com forte

expansão do número de famílias registradas fora dos polígonos das ZEIS. Essas expansões observadas em áreas fora de ZEIS, podem indicar espaços com algum tipo de vulnerabilidade, o que pode também sugerir a necessidade de redefinição dos limites do zoneamento de interesse social.

Em termos mais gerais, verifica-se, que em 2019, o município, em seus diferentes espaços, teve uma expansão do número e famílias registradas. Isso é reforçado pela redução da tonalidade dos *grids* indicando os intervalos 1 a 5 famílias por CEP, ao mesmo tempo que se observa a expansão dos *grids* com mais de 10 famílias por CEP.

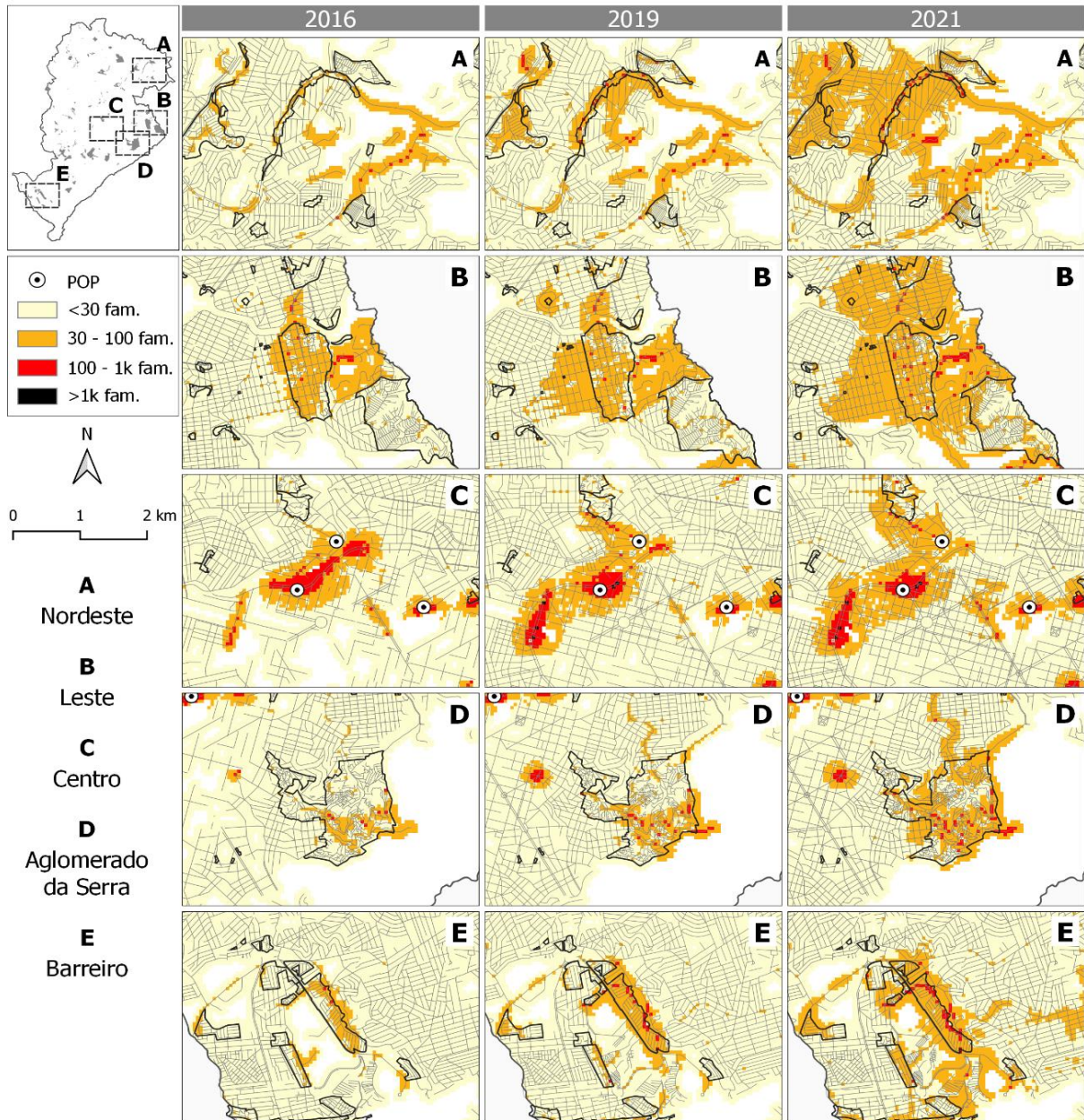
Mais especificamente, a partir da Figura 3, pode-se notar que aparecem concentrações com mais de 1000 famílias registradas (em *grids* pretos), notadamente no Centro da Cidade e no entorno dos Centros de Referência de População de Rua (Figura 3C).

Figura 2 - Mapa do total de famílias registradas no CadÚnico, em 2016, interpoladas por IDW com células 50x50m, a partir dos logradouros com registro de famílias na cidade de Belo Horizonte (MG)



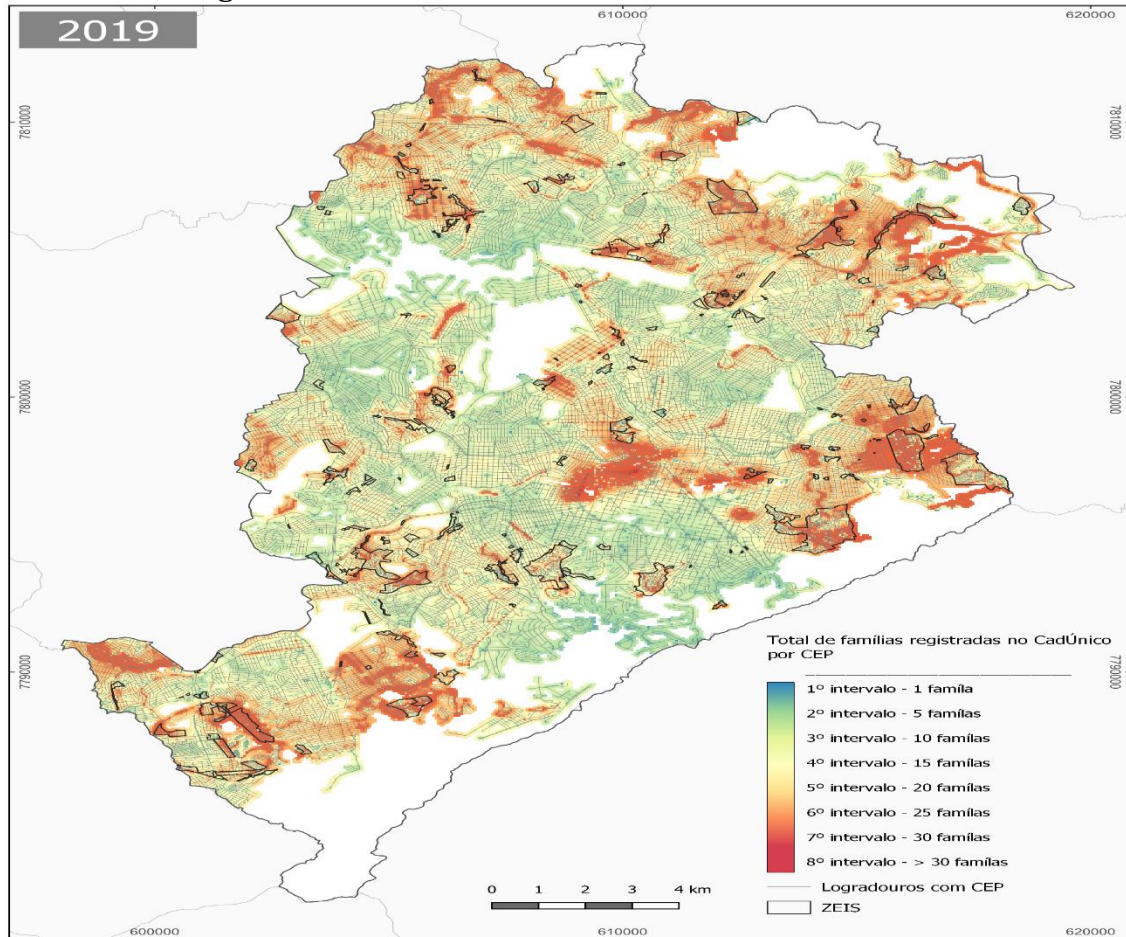
Fonte: os autores (2023), a partir de CadÚnico e PBH.

Figura 3 - Miniaturas das áreas com maior concentração de famílias cadastradas no CadÚnico, destacando os valores acima de 30 famílias, nos anos 2016, 2019 e 2021



Fonte: os autores (2023), a partir de CadÚnico e PBH.

Figura 4 - Mapa do total de famílias registradas no CadÚnico, em 2019, interpoladas por IDW com células 50x50m, a partir dos logradouros com registro de famílias na cidade de Belo Horizonte (MG)



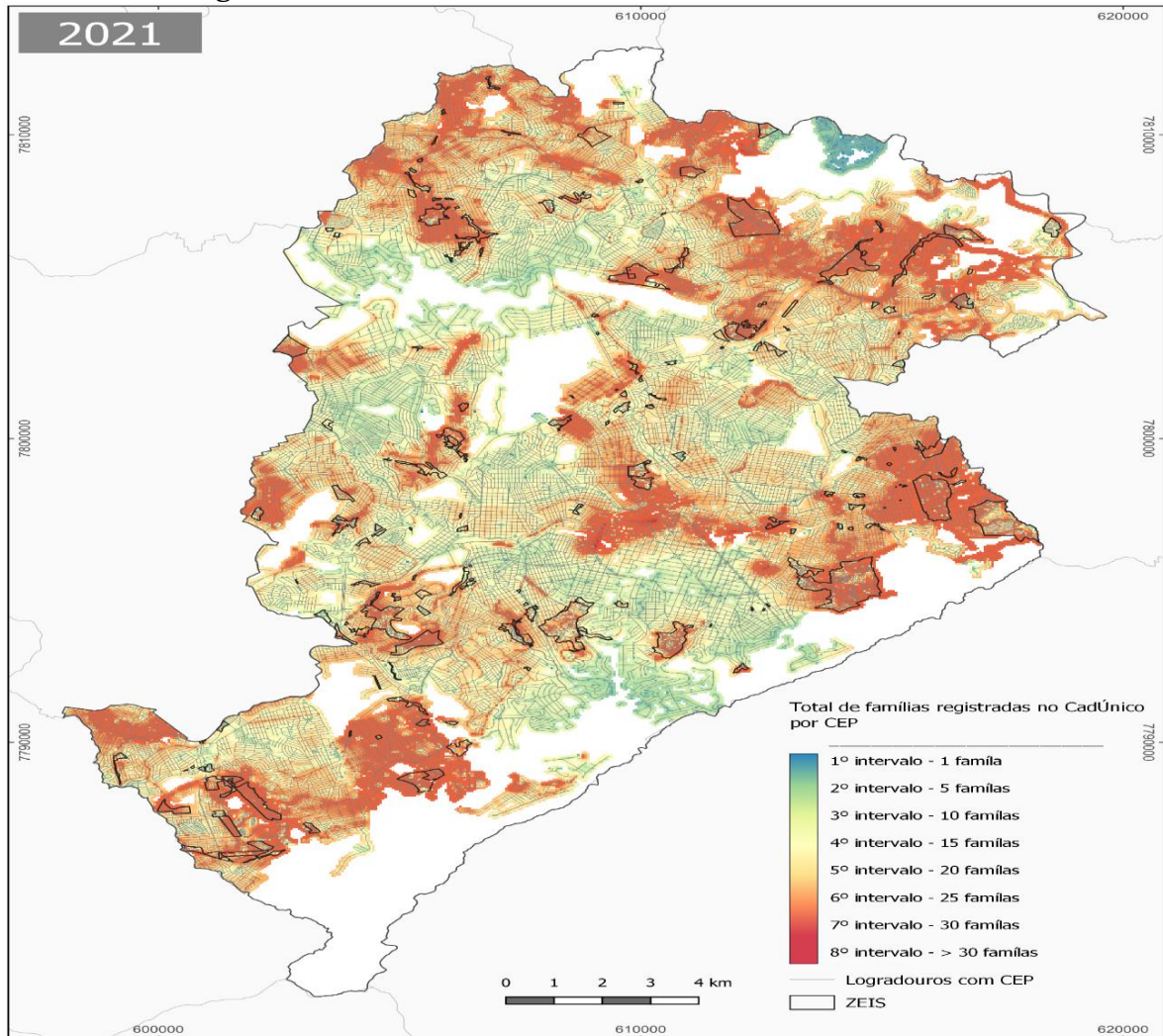
Fonte: os autores (2023), a partir de CadÚnico e PBH.

Em 2021, já no contexto da pandemia do COVID-19 e de implementação do Auxílio Emergencial pelo Governo Federal, o número total de famílias registradas alcançou 197.926 (um aumento de 24% comparado a 2019), distribuídas em 12.281 CEPs (uma elevação de 19% comparado a 2016). Na Figura 5 é notável a difusão espacial do total de cadastrados no CadÚnico, especialmente em áreas de maior concentração em períodos anteriores como – Norte, Nordeste, Leste, Centro da Cidade e Barreiro (Figura 3). Além disso, é possível verificar, do ponto de vista intra-vizinhança, como há mais explicitamente o transbordamento de famílias cadastradas para fora dos polígonos das ZEIS.

Particularmente interessante, é o “aparecimento” de uma nova área na fronteira do extremo norte do município, a Ocupação Izidora. Essa área – cuja ocupação remonta a 2011 –, mas que, por intermédio da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, foi atribuído CEPs aos logradouros, em 2021, já apareceu constando na base aqui desenvolvida.

A partir da Figura 5, também é possível verificar que as áreas de concentração de famílias registradas estão crescentemente conectadas espacialmente, segundo as diferentes regiões. Por fim, os *grids* com altas concentrações, maiores do que 1000 famílias, permaneceram sendo os mesmos de 2019. Isto é, no Centro da Cidade (Figura 3C) e no Leste (Figura 3B).

Figura 5 - Mapa do total de famílias registradas no CadÚnico, em 2021, interpoladas por IDW com células 50x50m, a partir dos logradouros com registro de famílias na cidade de Belo Horizonte (MG)



Fonte: os autores (2023), a partir de CadÚnico e PBH.

Ônus excessivo com o aluguel urbano no extremo norte de Belo Horizonte, uma área não consolidada: a Ocupação Izidora

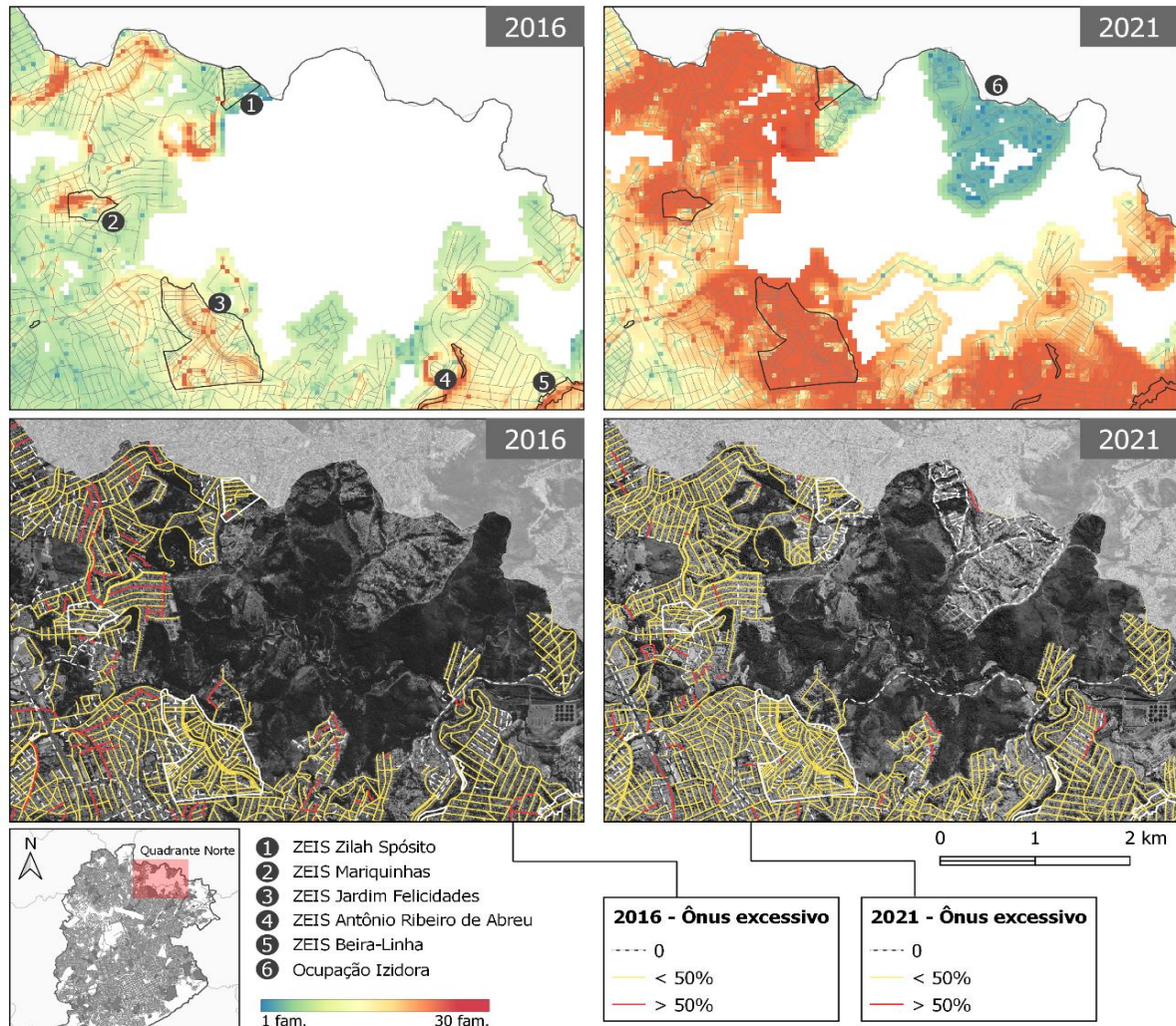
A manifestação espacial dos processos socioeconômicos relacionados à ocupação do espaço urbano é capturada pelo exercício aqui proposto, conforme a Figura 6, que representa uma ocupação relativamente recente no município (Ocupação Izidora). Tradicionalmente, a partir dos dados normalmente disponíveis (por polígonos), esta realidade só poderia ser captada com um certo

nível de detalhamento, apenas a partir das informações dos Censo Demográficos a partir da agregação de setores censitários.

Na perspectiva proposta neste trabalho é possível o acompanhamento periódico em diferentes anos, com um maior detalhamento espacial das informações. Percebe-se, a partir da Figura 6, como, entre 2016 e 2021, a área da Ocupação Izidora é incorporada na base de CEPs. Também se verifica, na Figura 6, o aumento da concentração de famílias registradas no CadÚnico para áreas dentro e fora dos polígonos das ZEIS (em *grids*, mapas superiores) e, por fim, a camada de imagem de satélite (em baixo, mapas inferiores) corrobora a percepção do avanço e intensidade da urbanização da Ocupação Izidora e do seu entorno.

Nota-se também na Figura 6 uma presença maior da identificação de logradouros em situação de ônus excessivo com o aluguel entre 2016 e 2021, reflexo do maior número de famílias cadastradas.

Figura 6 - Dinâmica da distribuição do número de famílias registradas e em situação do ônus excessivo com o aluguel na região do Izidora, Belo Horizonte (MG)



Fonte: os autores (2023), a partir de CadÚnico e PBH.

Ônus excessivo com o aluguel urbano no Centro-Sul Belo Horizonte, uma área consolidada: a Favela da Serra

A Favela da Serra localizada na região Centro-Sul da capital, é a maior comunidade do estado de Minas Gerais, e diferentemente da Ocupação Izidora no vetor norte, é uma área antiga e já consolidada.

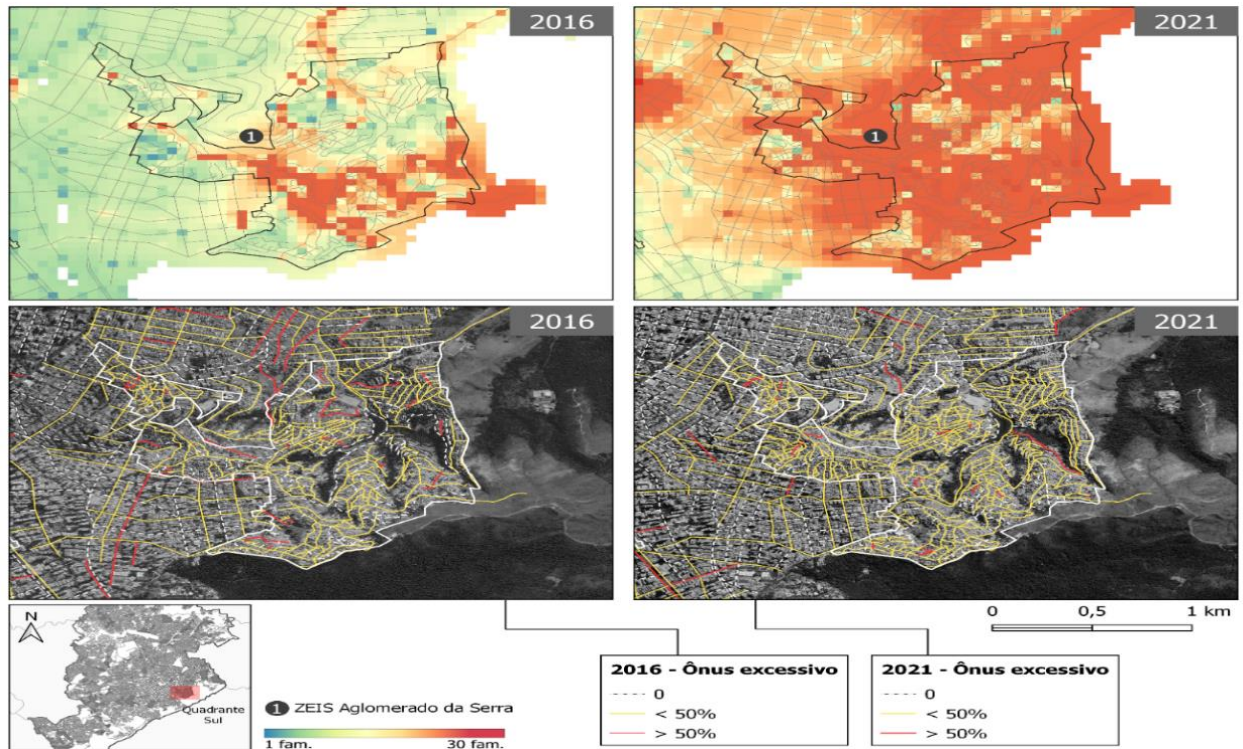
A partir da Figura 7, é possível verificar como, historicamente, o Favela da Serra concentra uma fração significativa das famílias de baixa renda de Belo Horizonte. A comparação temporal – em *grid*, no mapa – revela também uma

intensificação do número de famílias cadastradas no CadÚnico, entre 2016 e 2021. Igualmente interessante, do ponto de vista intra-vizinhança, é que o número total de registros “transborda” o polígono da ZEI. Todavia, diferentemente da região Norte, rapidamente já há um decréscimo no total de famílias cadastradas, pois a Favela da Serra se encontra localizado entre regiões de alta e média-alta rendas.

Já nas imagens de satélite (Figura 7), também devido ao fato de ser uma área consolidada, poucas mudanças no processo de urbanização foram captadas, entre 2016 e 2021, diferentemente da Ocupação Izidora, no exemplo anterior.

Na Figura 7, as representações dos logradouros indicam as porcentagens de famílias em situação de ônus excessivo com o aluguel urbano, um aspecto notável, tanto em 2016 como em 2021, é a heterogeneidade interna ao polígono da ZEI (Aglomerado da Serra), bem como do seu entorno. Essa diversidade de situações entre os logradouros, distantes uns dos outros em poucos metros, já foi apontada em outros estudos (Lacerda, 2012; Abramo; Ramos, 2022). Todavia estes trabalhos geralmente são de caráter qualitativo e restritos a poucas áreas de análise. A representação aqui proposta, conforme demonstrado, consegue fazer, entre outros aspectos, esse tipo de discussão em um número maior de áreas, inclusive de forma automatizada.

Figura 7 - Dinâmica de distribuição do número de famílias registradas e em situação de ônus excessivo com o aluguel na Favela da Serra, Belo Horizonte (MG)



Fonte: os autores (2023), a partir CadÚnico e PBH.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal propósito deste trabalho foi apresentar uma metodologia de representação espacial a partir do uso dos CEPs/logradouros, para estudos intraurbanos e de planejamento urbano, cujas principais potencialidades reveladas são: 1) o uso de registros administrativos como fonte de informações estatísticas e espaciais; 2) a identificação de heterogeneidades em escalas maiores que os limites político administrativos e dos setores censitários, aglomerados subnormais, áreas de ponderação, etc; 3) o monitoramento comparativo intertemporal (anualmente, por exemplo) das dinâmicas socioeconômicas e demográficas (Jannuzzi, 2017), em razão da fixidez das unidades de análise, isto é, o CEP (feição linhas) e os grids gerados dos CEPs (feição polígonos); 4) a flexibilidade de rearranjo espacial das unidades fixas mínimas – isto é, as linhas de CEP ou os polígonos dos grids – para definição de unidades espaciais de interesse, por exemplo, redefinição mais precisa de zoneamentos (por exemplo,

de Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, áreas de risco segundo padrão social, demográfico ou de infraestrutura); 5) a definição de vetores de expansão do número de novos registros familiares, e suas características, de forma mais precisa, ao nível intraurbano ou mesmo intravizinhança; e 6) a atenuação dos efeitos de agregação das áreas de unidade modificável – *modifiable area unit problem* (MAUP)¹⁷.

A principal novidade do trabalho foi que, ao se utilizar o CEP, a metodologia proposta e estimativas mostraram-se capazes de apresentar as heterogeneidades intraurbanas e intra-vizinhanças, do município, permitindo um aprimoramento da capacidade de análise. Em outras palavras, embora o resultado dos exemplos aplicados em si – isto é, a existência de grande heterogeneidade dos espaços urbanos precários, populares e informais – não seja uma novidade nos estudos urbanos (Lacerda; 2012; Marques; Saraiva, 2017); o uso extensivo de um registro administrativo (o CadÚnico), em todo um município e em grande detalhamento escalar (grids e CEPs por logradouros), descortina novas possibilidades operacionais e metodológicas não apenas na representação dos dados, mas também em relação às futuras possibilidades de análise.

REFERÊNCIAS

ABRAMO, P.; RAMOS, F.R. Mercado informal de solo nas favelas do Rio de Janeiro: evidências do crescimento do mercado informal de aluguéis nas favelas. In Santos EC (eds) **Ensaio e Discussões sobre o Déficit Habitacional no Brasil**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2022. pp. 251-267. Disponível: https://drive.google.com/file/d/1stJWtCodMFtK_ZzoGozFBjDgw2WxjL_i/. Acesso 15 jan. 2024.

ALLIK, M.; LEYLAND, A.; ICHIHARA, M. Y. T.; DUNDAS, R. Creating small-area deprivation indices: a guide for stages and options. **J Epidemiol Community Health**, 74(1), 2020, p.20-25. <http://dx.doi.org/10.1136/jech-2019-213255>.

BARCELLOS, C.; SANTOS, S. M. Colocando dados no mapa: a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e

¹⁷ De acordo com Maclaurin, Leyk e Hunter (2015), o efeito MAUP corresponde aos problemas gerados pela agregação espacial envolvendo os efeitos de escala e zoneamento.

ambiente através do geoprocessamento. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 6, n. 1, p. 21-29, 1997.

CAMARGOS, E.C.G.; FUCKS, S.D.; CÂMARA, G. Análise Espacial de superfícies. In: DRUCK, S, Carvalho, MS. Câmara, G et al. (eds) **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. pp. 3-26.

CAPANEMA, P. Mapping Urban History: Belo Horizonte's spatial history through a cartographic approach. **Indisciplinar** 7 (2), 2021, p.172-205.

D'ANTONA A.O.; BUENO, M.C.D. Grades estatísticas no estudo da dispersão urbana-superação dos limites das unidades administrativas e operacionais censitárias. In: Ojima, R. and Marandola JR (eds) **Dispersão urbana e mobilidade populacional**. São Paulo: Blucher, 2016. pp. 51-68.

FERREIRA, Frederico Poley Martins. Registros administrativos como fonte de dados estatísticos. **Informática Pública**, Belo Horizonte, v.10, n.1, p. 81-93, 2008. Disponível em: http://pbh.gov.br/informaticapublica/ANO10_N1_PDF/registros_administrativos_como_fonte_dados_estatisticos.pdf. Acesso 15 jan. 2024.

FJP - Fundação João Pinheiro. **Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021. Disponível: https://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/04.03_Relatorio-Metodologia-do-Deficit-Habitacional-e-da-Inadeguacao-de-Domicilios-no-Brasil-2016-2019-v-1.0_compressed.pdf. Acesso 15 jan. 2024.

FJP - Fundação João Pinheiro. Diretoria de Estatística e Informações. **Carências habitacionais quantitativas das famílias de baixa renda no Brasil: uma análise a partir dos dados do CadÚnico (2018-2020)**. Belo Horizonte: FJP, 2023a. Disponível: <https://drive.google.com/file/u/2/d/1ZSo68zE-5rMbrfB-DRWkJqWOOj11HH3G/>. Acesso 15 jan. 2024.

FJP - Fundação João Pinheiro. Diretoria de Estatística e Informações. **Proposta de Análise e Estimativa de dados sociodemográficos a partir do CEP: a inadequação da forma de escoamento sanitário em Belo Horizonte – MG**. Belo Horizonte: FJP, 2023b. Disponível: https://drive.google.com/file/d/183T33L9arw9Nm_ZY2InVA2fN-gSPUR_5/. Acesso 15 jan. 2024.

FURTADO, B.A. Modeling social heterogeneity, neighborhoods and local influences on urban real estate prices. **Netherlands Geographical Studies** 385, 2009.

HU, S.; CHENG, Q.; WANG, L.; XU, D. Modeling land price distribution using multifractal IDW interpolation and fractal filtering method, **Landscape and**

Urban Planning 110, 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.09.008>.

ICHIHARA, M.Y.T; RAMOS, D.; REBOUÇAS, P, et al.. Area deprivation measures used in Brazil: a scoping review. **Revista de Saúde Pública**, 52, 83. 2018 <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000933>.

JAJAMOVICH, G.; LÓPES, O.S; SILVESTRE, G. Latin American Cities and Regions. In: Orum, AM, Ruiz-Tagle, J, Haddock, SV (eds) **Companion to Urban and Regional Studies**, Wiley-Blackwell, 2021, pp. 43-63.

JANNUZZI, P.M. Indicadores no ciclo de políticas e programas sociais no Brasil. In: SIMÕES, A and ALKMIM, AC (eds) **Indicadores sociais: passado, presente e futuro**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. pp. 28-37.

LACERDA, N. Mercados imobiliários em áreas pobres: singularidades, particularidades e universalidades. **GEOgraphia**, 14(28), 2012, 40-62. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2012.v14i28.a13642>.

LAGONIGRO, R.; OLLER, R.; MARTORI, J.C. A quadtree approach based on European geographic grids: reconciling data privacy and accuracy. **SORT-Statistics and Operations Research Transactions**, 2017, 139-158. <https://doi.org/10.2436/20.8080.02.55>.

LEYK, S et al. The spatial allocation of population: a review of large-scale gridded population data products and their fitness for use. **Earth System Science Data**, 11(3), 2019, p. 1385-1409. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1385-2019>.

LU, G.Y.; WONG, D.W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. **Computers & geosciences**, 34(9), 2008, p.1044-1055. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.07.010>.

LUO, J.; YU, D.; XIN, M. Modeling urban growth using GIS and remote sensing. **GIScience & Remote Sensing**, 45(4), 2008, p.426-442. <https://doi.org/10.2747/1548-1603.45.4.426>.

MACLAURIN, G.; LEYK, S.; HUNTER, L.; Understanding the Combined Impacts of Aggregation and Spatial Non-Stationarity: The Case of Migration-Environment Associations in Rural South Africa. **Transactions in GIS**, 19(6), 2015, p.877-895. <https://doi.org/10.1111/tgis.12134>.

Marques, E, and Saraiva, C (2017). Urban integration or reconfigured inequalities? Analyzing housing precarity in São Paulo, Brazil. **Habitat international** 69: 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.08.004>.

RIBEIRO, S.C.L; DANIEL, M.N.; ABIKO, A.. ZEIS maps: Comparing areas to be earmarked exclusively for social housing in São Paulo city. **Land Use Policy**, 58, 2016, p.445-455. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.010>

ROLNIK, R. SANTORO, P.F. Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) em cidades brasileiras: trajetória recente de implementação de um instrumento de política fundiária. Lincoln Institute of Land Policy, 2013.

United States Census Bureau, 2023. Disponível em: <https://www.census.gov/programs-surveys/geography/guidance/geo-areas/zctas.html>. Acesso 15 jan. 2024.

VARATHARAJAN, R.; MANOGARAN, G.; PRIYAN, M.K, et al. Visual analysis of geospatial habitat suitability model based on inverse distance weighting with paired comparison analysis. **Multimedia tools and applications**, 77(14): 2018, 17573-17593. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-4768-9>.

YAMAGUICHI, F.Y. **Avaliação de dados de grades regulares para fins estatísticos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2017. Disponível: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/24036>. Acesso 15 jan. 2024.

Recebido em 06 de fevereiro de 2024

Aceito em 12 de julho de 2024