

## PROCEDIMENTO PARA COMPATIBILIZAR MAPAS EM DIFERENTES ESCALAS E O PROBLEMA DA MUDANÇA DE SUPORTE ESPACIAL

**Matheus Pereira Libório**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0003-1411-0553>  
[m4th32s@gmail.com](mailto:m4th32s@gmail.com)

**Oseias da Silva Martinuci**

Universidade Estadual de Maringá  
<https://orcid.org/0000-0002-5206-4829>  
[osmartinuci@uem.br](mailto:osmartinuci@uem.br)

**Renato Moreira Hadad**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0003-2736-0076>  
[rhadad@pucminas.br](mailto:rhadad@pucminas.br)

**José Frankneile de Melo Silva**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0002-6871-3950>  
[jfrankms@gmail.com](mailto:jfrankms@gmail.com)

### RESUMO

A sobreposição de mapas em diferentes escalas está associada a problemas geométricos, da falácia ecológica e da mudança de suporte espacial. Essa pesquisa analisa trabalhos publicados (2014-2019) nas principais revistas de geografia do Brasil que se inserem no contexto do problema da mudança de suporte de dados geográficos. Além de trazer evidências que mostram a relevância desse problema para área da geografia, esse artigo tem como objetivo propor um procedimento que, ao compatibilizar mapas em diferentes escalas, reduz problemas de mudança de suporte espacial. O procedimento é realizado em *software* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) livre e consiste em: (i) inserir mais vértices nos elementos dos mapas de Setores Censitários (SCs) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do arruamento da cidade de Foz do Iguaçu-PR; e (ii) substituir as coordenadas dos vértices que apresentam possíveis erros de sobreposição. Além de compatibilizar 87% dos SCs, e apresentar erros de ajuste em 2,81% dos casos, o procedimento dispensa o desenvolvimento de algoritmos ou codificações, que são necessários em propostas anteriores.

**Palavras-chave:** Escala. Sobreposição de mapas. Problema de mudança de suporte. Compatibilização de áreas. Setores censitários.

### PROCEDURE TO MAKE MAPS IN DIFFERENT SCALES COMPATIBLE AND THE CHANGE OF SUPPORT PROBLEM

#### ABSTRACT

Overlapping maps in different scales is associated geometric problems, ecological fallacy and change of support problem. This research analyzes researches published (2014-2019) in the top Brazilian geography journals which are related to the change of support problem. Besides providing evidence that shows the relevance of this problem to geography, this research goal is to propose a procedure that, by making maps in different scales compatible, reduces problems of spatial support change. The procedure is performed on a Freeware of Geographic Information System (GIS) and comprises: (i) inserting more vertices in the maps elements of census tracts (STs) of Brazilian Institute of Geography and Statistics or IBGE and the streets of Foz do Iguaçu-PR; and (ii) replace the vertices coordinates that present possible overlapping errors. Besides making 87% of Sts compatible to the streets, and presenting adjustment errors in only 2.81% of cases, the procedure does not require any algorithms or codes development, which are necessary in previous studies.

**Keywords:** Scale. Map overlay. Change of support problem. Area Compatibility. Census tracts.

## INTRODUÇÃO

O processo de sobreposição de camadas é uma das principais soluções usadas na área de geografia para integrar camadas de mapas de diferentes fontes, como, por exemplo, mapas de mortalidade (BARROZO, 2014), unidades de saúde (GOUDARD et al., 2015), inundações e alagamentos (MENDONÇA et al., 2016), indicadores socioambientais (SIANI et al., 2017) e mapas de destinação de resíduos sólidos (ALVES et al., 2018) ao mapa da malha de Setores Censitários (SCs) (IBGE, 2016).

Normalmente, a sobreposição de camadas envolve mapas em diferentes escalas (CONCEIÇÃO e SOUZA, 2001), o que traz problemas geométricos (DEVOGELE, 2002), de mudança de suporte (ARBIA, 1989) e da falácia ecológica (OPENSHAW, 1984). Logo, qualquer integração de informações de mapas em diferentes escalas, quase sempre, implica em erros e perda de informações (MENEZES e COELHO NETO, 1999). Por isso, pesquisadores vêm se dedicando ao longo dos últimos 30 anos a estudar e a propor de soluções que reduzam os diversos problemas relacionados à sobreposição de mapas em diferentes escalas (OLIVEIRA et al., 1996; UMBELINO e BARBIERI, 2008; BUENO e OLIVEIRA, 2010; LIBÓRIO, 2014, CHEHREGHAN e ALI ABBASPOUR, 2018).

Essa pesquisa tem como objetivo propor uma solução para reduzir o problema de mudança de suporte em dados geográficos que ocorre na sobreposição de mapas em diferentes escalas. Essa proposta de solução é relevante porque, conforme Menezes e Coelho Neto (1999), a compreensão, relativa (entre as informações) e absoluta (ao mundo real), do problema da sobreposição de mapas em diferentes escalas possibilita apontar a consistência das análises geográficas resultantes dessas sobreposições. Para oferecer tal compreensão, este texto apresenta uma revisão da literatura sobre escalas e SCs e analisa estudos que realizam sobreposição de mapas e que foram publicados nas principais revistas de geografia do Brasil nos últimos 5 anos. Para reduzir os problemas associados à sobreposição de mapas em diferentes escalas, essa pesquisa apresenta uma metodologia de ajuste gráfico de SCs urbanos, usando como estudo de caso, a malha urbana de Foz do Iguaçu, Paraná.

## SETORES CENSITÁRIOS (SCs)

Institutos de geografia e estatística de vários países criam Unidades Operacionais de Disseminação do Censo (UODC) para facilitar a análise espacial dos dados censitários. Observa-se que a nomenclatura, definição, área de cobertura, objetivo, regra de atualização e escala dessa unidade cartográfica variam conforme o país.

Na Austrália, a UODC recebe o nome de áreas estatísticas de nível 1 (SA1S). O *Australian Statistical Geography Standard* define SA1S como áreas projetadas para maximizar o detalhe espacial disponível para a análise de dados do censo. Cada SA1S é delimitada para conter uma população entre 200 e 800 pessoas, tendo em média de 400 pessoas (ABS, 2001). Os limites das SA1S são criados a partir de várias fontes de dados digitais (dados topográficos, limites administrativos, informações de zoneamento e imagens de distribuição de residências) e são atualizados a cada 5 anos para refletir mudanças de adensamento habitacional. A escala das UODCs australianas é de 1:4.000 em áreas urbanas e de 1:250.000 em áreas remotas (PINK, 2011).

No Canadá, a UODC recebe o nome de *census tracts*. O *Statistics Canada* define *census tracts* como áreas geográficas pequenas e relativamente estáveis, formadas por blocos de recenseamento que armazenam dados censitários para análises geostatísticas. Logo, o *census tracts* possui: (i) registros suficientes para tabulações estatisticamente significativas; (ii) setores com dados socioeconômicos relativamente homogêneos; e (iii) intervalo populacional que permite a comparabilidade dos dados entre UODCs. Cada *census tracts* deve conter uma população entre 2.500 e 8.000 pessoas, com uma média preferencial de 4.000 pessoas. Os limites dos *census tracts* são criados a partir de características físicas permanentes e/ou facilmente reconhecíveis. A atualização destes limites é pouco comum, mas pode ocorrer quinquenalmente, sendo dividida quando a população da área excede 8.000 pessoas. A escala das UODCs canadenses varia entre 1:50.000 (áreas urbanas) e 1:250.000 (áreas remotas) (SC, 2011).

Nos Estados Unidos, a UODC recebe o nome de *census tracts*. O *United States Census Bureau* define *census tracts* como subdivisões estatísticas pequenas e relativamente permanentes de um condado ou município que possibilitam a comparação estatística do censo. Cada *census tracts* é delimitado de forma a conter entre 1.200 e 8.000 pessoas, com um tamanho ótimo/ideal de 4.000. Os limites dos *census tracts* são definidos por comitês de modo que reflitam populações com características econômicas e sociais homogêneas. Os limites dos *census tracts* são alterados decenalmente quando ocorre crescimento ou

diminuição substancial da populacional. A escala das UODCs norte-americanas é de 1:24.000, exceto pelo estado do Alaska (1:250.000) (USCB, 1994).

Na Argentina, a UODC recebe o nome de *rádio censal*. O *Instituto Nacional de Estadística y Censos* define o *rádio censal* como a menor unidade espacial para as quais os dados de população e domicílios são relatados. Cada *rádio censal* é delimitado para conter 300 domicílios (não necessariamente habitados), reunindo cerca de 4.000 habitantes (INDEC, 2010). Os limites das UODCs não se alteram com o tempo, exceto pela sua subdivisão, que pode ocorrer decenalmente. A escala das UODC argentinas é 1:500.000 (INDEC, 1960). Rodríguez (2013) alerta que os limites dessas UODCs, ao desconsiderar aspectos sociais, resultam em áreas não homogêneas, e prejudica análises espaciais.

No Chile, a UODC recebe o nome de *manzanas censales*. O *Instituto Nacional de Estadísticas* define espaço censitário como uma unidade territorial urbana que dá forma à estrutura urbana usada pelo censo, sendo a menor unidade básica de informação para estudos estatísticos. Cada *manzana censal* é formada por um conjunto indeterminado de habitações, edifícios, estabelecimentos e/ou propriedades contíguas ou separadas. Os limites da *manzana censal* são definidos por características geográficas (limites naturais e/ou antrópicos) e aspectos culturais, podendo ser atualizados decenalmente. A escala das UODCs chilenas varia ente 1:5.000 (áreas urbanas) e 1:20.000 (áreas rurais) (BRAVO et al., 2013; INE, 2016; 2018).

No Brasil, a UODC recebe o nome de Setores Censitários (SCs). O IBGE define SCs como unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral. Com objetivo de fornecer uma referência espacial (malha de polígonos) do território urbano e rural do Brasil, cada SC é delimitado de forma a permitir o levantamento censitário dos domicílios ali contidos por um recenseador. Os limites dos SCs são definidos por áreas contínuas, situadas em um único quadro urbano ou rural, e sua atualização pode ocorrer a cada 10 anos (IBGE, 2011). A escala das UODCs brasileiras é de 1:250.000 (IBGE, 2016).

A base digital dos SCs brasileiro é uma fonte de dados importante para pesquisas em diversas áreas. Contudo, até 2002 os custos de acesso eram proibitivos. Este problema, conforme aponta o IBGE *apud* Souza (2014, p. 185), “se deu pelo modelo de contratação da empresa que digitalizou essa base”. Somente após a vetorização dessa base pelo IBGE, os custos de aquisição se tornaram mais acessíveis (SOUZA, 2014). Isso ocorreu após 2002 quando o IBGE produziu a primeira edição do arquivo agregado por setores, com 527 variáveis (características dos domicílios, responsáveis e pessoas residentes). No censo de 2010, a coleta de dados, no período de 1º de agosto a 30 de outubro de 2010, ocorreu em 316.574 SCs (IBGE, 2011). Apesar da importância da base digital de SCs, pesquisadores apontam a presença de conflitos entre o propósito operacional do UODC e a destinação/utilização dada pelos usuários (BUENO e OLIVEIRA, 2017). Esses conflitos representam limitações analíticas e cartográficas. Do ponto de vista analítico, Corrêa (2016) explica que análises estatísticas baseadas em SCs não são capazes de retratar fatores de diferenciação e estratificação urbana uma vez que consideram os SCs como áreas homogêneas. Do ponto de vista cartográfico, a sobreposição de mapas de qualquer natureza ao mapa de SCs deve observar as diferentes escalas cartográficas.

### **ESCALAS (GEOGRÁFICA, CARTOGRÁFICA E METODOLÓGICA)**

A discussão sobre escala em geografia é particularmente complexa. Em um célebre texto, Iná de Castro lembra que a escala, para além de uma medida que indica a relação matemática de proporção entre o real e a representação, é uma estratégia de apreensão da realidade (CASTRO, 2007). Ressalta a autora que entre um e outro entendimento há muitos conceitos de escala. Essa polissemia deriva em parte da estreita relação entre geografia e cartografia, mas tem a ver sobretudo com os esforços de refinamento no plano do método.

Os geógrafos distinguem a escala geográfica (recorte espacial: nível local, regional, nacional ou global), da escala operacional/metodológica (tamanho das unidades espaciais para as quais os dados são coletados e tabulados) e da escala cartográfica (razão das distâncias em um mapa para as distâncias correspondentes no mundo físico) (SMITH, 2000). Menezes e Coelho Neto (1999) explicam que a escala geográfica é a amplitude da área em estudo e quanto maior a extensão da área, maior será a escala associada. A escala operacional se relaciona diretamente com a escala geográfica. A escala operacional da vulnerabilidade social da população em um SC, por exemplo, será menor que a escala operacional do município como um todo. A escala cartográfica é a razão de semelhança entre a representação e o mundo real e, ao contrário da escala geográfica, escalas cartograficamente maiores representam um nível de detalhamento maior que em escala menores e aborda, por sua vez, uma área geográfica menor. Em

razão disso, lembrem-nos Brunet et al. (1993), costuma haver muita confusão quando o geógrafo fala em grande e pequena escala, pois podem designar superfícies de tamanhos inversos a esses qualificativos.

Do ponto de vista geográfico, pesquisadores alertam para o fato de que a escala geográfica não é uma simples questão de escolha, pois sua definição condiciona a própria maneira de apreender e lidar com o objeto da análise. Melazzo e Castro (2015) explicam que cada escala geográfica comporta diferentes níveis de abstração, uma teoria da escala geográfica seria uma estruturação do espaço no qual diferenças espaciais são apreendidas. Smith (2000) considera que a escala geográfica possui: (i) identidade que a diferencia de outras escalas; (ii) diferenças interiores que as constituem como tal; (iii) fronteiras com outras escalas; e (iv) articulações com outras escalas. Do ponto de vista metodológico, pesquisadores alertam para a presença de problemas de interpretação a partir da mudança da escala de observação de uma mesma variável. Correa (2007), por exemplo, argumenta que alterações na escala produzem também alterações na forma de conceber e entender os fenômenos espaciais. Alterações na escala do fenômeno urbano, por exemplo, produzem mudanças conceituais (espaço intraurbano e rede urbana) e de conteúdo.

Do ponto de vista cartográfico, pesquisadores mostram que a escala pode ser associada a todas as representações cartográficas em forma de mapas. Em geografia, cartas topográficas, imagens, fotografias aéreas e mapas produzidos pelo IBGE são encontradas, por exemplo, em escalas entre 1:1.000.000 a 1:50.000. Embora sejam contempladas várias escalas, a sobreposição de mapas pode envolver operações de mudança de escala e demandar ampliações ou diminuições, pois uma escala menor, geralmente, representa uma área maior com menor detalhamento de seus elementos (CONCEIÇÃO e SOUZA, 2001). Menezes e Coelho Neto (1999) afirmam que a representação de uma área da superfície terrestre requer a adoção de uma razão ou relação de escala que, por sua vez, é definida pelas dimensões lineares da área no terreno e na representação. Desta forma, existe uma razão matemática, topográfica e métrica associada.

Nesta pesquisa focou-se no tema da escala cartográfica, mais precisamente o problema de padrão de precisão. O Padrão de Exatidão Cartográfica de um mapa é o valor do erro gráfico associado à escala deste mapa. Este valor é obtido de uma propagação dos erros produzidos durante o processo de construção do mapa desde a fase de aquisição de dados (MENEZES e COELHO NETO, 1999; CONCEIÇÃO e SOUZA, 2001).

## **ESTUDOS GEOGRÁFICOS BASEADOS EM SETORES CENSITÁRIOS (SCs)**

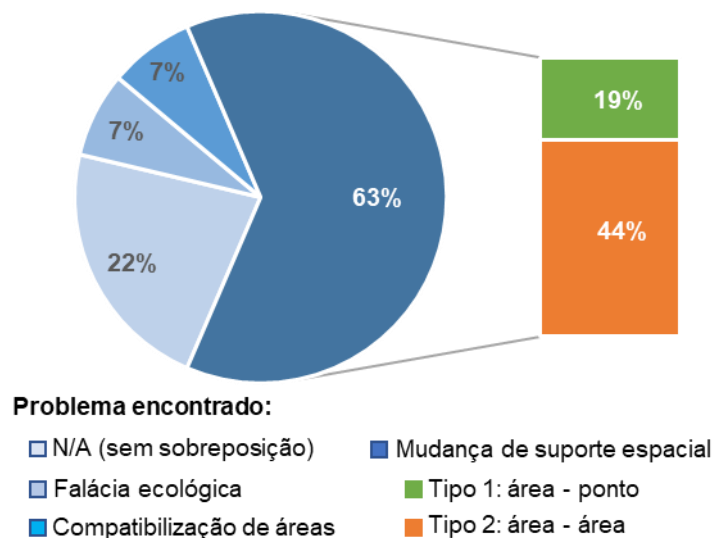
Dados baseados nos SCs do IBGE foram sempre muito utilizados pelos geógrafos em análises científicas, em trabalhos técnicos voltados ao planejamento territorial e mesmo para a mobilização política. A mais conhecida experiência baseada em SCs foi realizada na cidade de São Paulo, na década de 1990, que resultou no Mapa da Inclusão/Exclusão Social (SPOSATI, 1997). Nesse contexto, Koga (2003), ao analisar o desenvolvimento desse trabalho, relata a enorme dificuldade em articular informações cartográficas para a execução dos mapeamentos. Por sua vez, Guimaraes e Melazzo (2010) evidenciam tanto a importância dos SCs para os estudos urbanos quanto as dificuldades no seu uso, especialmente se estiver em questão estudos comparativos.

Devido à sua importância para os geógrafos, de modo específico, e para os estudos geográficos, de modo geral, realizou-se uma pesquisa bibliográfica nas principais revistas de geografia do Brasil para verificar o uso dos SCs e os principais problemas implicados, explicitados ou não nas publicações. Para tanto, em primeiro lugar, selecionaram-se revistas brasileiras da área de geografia classificadas no QUALIS CAPES - 2016 (CAPES, 2019) A1 ou A2. As revistas consultadas foram: *Ateliê Geográfico*; *Boletim Goiano de Geografia*; *Caminhos de Geografia*; *Revista do Departamento de Geografia*; *Geographia*; *Geosp: Espaço e Tempo*; *Mercator*; *Ra'e Ga: O Espaço Geográfico em Análise*; *Revista Brasileira de Cartografia*; e *Revista da Anpege*. Em segundo lugar, foram coletados os artigos dessas revistas que continham o termo setor(es) censitário(s) e que foram publicados em até cinco anos (2014-2019).

Dos 27 artigos publicados com essas características, 78% deles fazem sobreposição de mapas em diferentes escalas com mapas de SCs. Por isso, qualquer operação que envolva a agregação, desagregação e inferência de dados remete aos problemas de mudança de suporte (ARBIA, 1989), compatibilização de áreas (BUENO e OLIVEIRA, 2017) e da falácia ecológica (OPENSHAW, 1984). Pelo menos nos trabalhos investigados, a frequência relativa da ocorrência de cada um dos problemas relacionados pode ser observada na Figura 1.



Figura 1 - Frequência relativa da ocorrência de problemas de sobreposição de mapas em diferentes escalas.



Fonte - Autores.

Como detalha o gráfico, no contexto dos estudos geográficos baseados em SCs, ocorrem dois tipos de problemas de mudança de suporte espacial. O primeiro tipo ocorre quando há transferência de dados entre pontos (por exemplo, endereços de domicílios e/ou prédios públicos) para as áreas dos SCs. O segundo tipo ocorre quando há transferência de dados de uma área (por exemplo, limites de bairros e/ou outras regiões de interesse) para SCs (BUENO e OLIVEIRA, 2017). Esta pesquisa aborda os dois tipos problemas, mas dá ênfase ao primeiro tipo de problema de mudança de suporte.

Do mesmo modo, o problema da falácia ecológica ocorre quando dados individuais (pontos) são agregados em áreas (polígonos) sem distinção entre as associações espaciais (OPENSHAW, 1984). Por exemplo, quando se correlacionam dados dos SCs e dados individuais (BUENO e OLIVEIRA, 2017). Analisou-se, portanto, as possíveis consequências das alterações de propriedades estatísticas e espaciais de uma variável derivada de operações de análise espacial envolvendo SCs em estudos da área de geografia.

Em primeiro lugar, foram analisados os estudos que aplicam modelos e métodos de análise espacial sem sobrepor mapas (SCs), mas que oferecem contribuições para a literatura. Por exemplo, o método de auto correlação espacial (índice de Moran) de dados de SCs pode revelar disparidades socioespaciais urbanas em espaços internos das favelas (LIMA e CARVALHO, 2017). A análise espacial da arrecadação tributária de estabelecimentos presentes em SCs pode contribuir para a formulação de legislação específica para potencializar o aproveitamento tributário das atividades turísticas desenvolvidas nos municípios (SALGADO et al., 2014). A microssimulação espacial de dados do universo de SCs pode contribuir para mensuração do déficit habitacional em pequenas áreas (FEITOSA et al., 2016). Representações espaciais obtidas pela integração dos dados de natureza discreta e dados dos SCs podem fornecer diagnósticos da situação sanitária de sub-bacias hidrográficas urbanas, bem como informações sobre o abastecimento hídrico e o esgotamento sanitário das cidades (PEIXOTO et al., 2017). A elaboração de índices espaciais globais e locais de segregação espacial baseados em dados de SCs pode identificar padrões espaciais de segregação de diferentes grupos populacionais e sua variação espacial dentro das cidades (ARAUJO et al., 2018). A análise dos dados de SCs pode mostrar transformações ocorridas em intervalos temporais no mercado de trabalho das empregadas domésticas, como, por exemplo, em seus rendimentos, níveis de instrução, formalização do emprego e participação (LUCHIARI, 2014).

Em segundo lugar, foram analisados os estudos que aplicam modelos e métodos de análise espacial com sobreposição de mapas (SCs), destacando que apenas 19% destes estudos fazem referência explícita a escala dos diferentes mapas (mapas digitais, imagens de satélite, cartas e fotos aéreas) utilizados. Dentre esses estudos, alguns focam na análise do espaço geográfico no âmbito do desenvolvimento urbano e regional. Por exemplo, Rovani et al. (2014) buscam, por meio da sobreposição de mapas de pedologia e mapas de uso e ocupação da terra, identificar e diagnosticar as potencialidades sociais de um município. Rovani e Viera (2016), por sua vez, buscam avançar nos estudos de identificação e diagnóstico das

potencialidades sociais de municípios, por meio de sobreposição de mapas de uso e ocupação da terra, mapas de densidade rodoviária e mapas com informações de classes de solos. Cunha et al. (2017) propõem um indicador para retratar a inserção social fazendo uso de um conjunto de dados contidos nos mapas dos SCs, conforme sua sobreposição a cartas topográficas.

Em outros estudos, pesquisadores se concentram na gestão, promoção e preservação do meio ambiente. Ávila e Pancher (2015), por exemplo, fazem a sobreposição entre mapas digitais municipais (planta cadastral e sistema de áreas verdes), mapas do IBGE (carta topográfica, fotografias aéreas e SCs) para mapear e analisar as áreas verdes da cidade, calculando o percentual de área verde e percentual de áreas verdes por habitante, fornecendo subsídios para a mensuração da qualidade ambiental urbana. Santos et al. (2018a) avaliam a consistência entre mapas de cobertura das redes oficiais de água e esgoto e dados dos SCs para avaliar a destinação dos efluentes sanitários em área de proteção ambiental. Silva et al. (2018) buscam, por meio da combinação de imagens de satélite, analisar as correlações entre índices de cobertura vegetal (cobertura vegetal por SC e por habitante) com os parâmetros recomendados pela Organização das Nações Unidas. Teixeira e Amorim (2017), por sua vez, sobrepõem os SCs a imagens de satélites, criando um modelo de ilha de calor que relaciona a temperatura do ar com categorias de uso da terra.

A sobreposição de mapas de SCs também é observada no âmbito vulnerabilidade social e ambiental. Por exemplo, Oscar Júnior (2018) sobrepõe mapas de hidrografia, declividade de vertentes, áreas de ocorrência de enchentes, inundações e deslizamentos e SCs para criar um índice de suscetibilidade a chuva, e mapear o município a partir deste índice. Garófalo e Ferreira (2015) apresentam um procedimento que sobrepõe os limites de bacias hidrográficas ao mapa de SC para extrair dados de população e produzir um mapeamento da fragilidade ambiental de um município. Dias et al. (2017) utilizam a sobreposição de mapas (SCs e de áreas de risco) para identificar e analisar as características da população exposta a áreas de risco de desastres naturais. Buffon et al. (2017) avaliam os resultados da aplicação de veículo aéreo não-tripulado no mapeamento de vulnerabilidade em escala de detalhe se utilizando da sobreposição de SCs e ortoimagem e modelo digital de elevação. Prates e Amorim (2017), por fim, propõem um índice de vulnerabilidade socioambiental baseado em dados de SCs (situações de pobreza e privação social) e levantamento de suscetibilidade ambiental (cartas cartográficas da rede hidrográfica) para indicar níveis de exposição ao risco socioambiental de áreas e populações.

Nos trabalhos em que há sobreposição de mapas (62,5% dos casos), os autores se utilizam de mapas com escalas que variam entre 1:1.000.000 e 1:5.000. Em 75% desses casos, os mapas estão em uma escala menor (mais precisa) que a escala dos SCs. Contudo, ainda que a documentação apresentada pelo IBGE (2016) confirme que “as bases cartográficas disponibilizadas são compatíveis com a escala original de trabalho - 1:250.000”, Ávila e Pancher (2015) declaram que a escala que dos SCs é de 1:10.000, sendo que o próprio instituto informa que a resolução do arquivo digital de SCs varia entre 1:2.000 e 1:250.000. Independentemente dessa controvérsia, a sobreposição de mapas em diferentes escalas sempre leva à necessidade de compatibilização.

Por exemplo, nos trabalhos em que há sobreposição de mapas a ortoimagens (obtidas por VANT) imagens de satélites (50% dos casos), os autores se utilizam de imagens com resolução que variam entre 30 metros e 0,2 metros. Imagens com resolução espacial de 30m x 30m (Landsat TM) não são capazes de representar objetos/elementos geográficos menores que 30m<sup>2</sup>. Imagens com resolução espacial de 10m x 10m são compatíveis com a escala 1: 50.000 (ou menores), mostrando a relação entre o conceito de resolução espacial e erro gráfico. O valor do erro gráfico aceito no Brasil é de um círculo com 0,2 mm de diâmetro. O erro gráfico de um mapa na escala 1:50.000 é de 10 metros. Isto quer dizer que o valor de 10 metros é o menor valor linear distinto nesta escala, ou seja, conforme Menezes e Coelho Neto (1999, p.4) “não existe possibilidade de se obter, por exemplo, coordenadas com precisão inferior à 10 metros, em um mapa nessa escala”. Por fim, observou-se que os autores não fazem menção explícita da escala dos mapas ou resolução das imagens em 25% dos trabalhos, fato que pode dificultar a análise dos possíveis problemas da sobreposição de mapas em diferentes escalas.

Silva et al. (2018) apontam que sistemas de informações geográficas podem facilitar a sobreposição de mapas em diferentes escalas. Contudo, Rovani e Viera (2016) destacam que o detalhamento dos resultados alcançados pode apresentar variações uma vez que se utilizam bases cartográficas em diferentes escalas. Rovani et al. (2014) destacam ainda que a indisponibilidade de bases cartográficas em escalas maiores e compatíveis com o objetivo do trabalho limita análises em nível municipal e/ou regional. Buffon et al. (2017) observam que escolha do método de pesquisa deve ser considerar além do objetivo do trabalho, a disponibilidade de dados em escala adequada. O fato é que, ao envolver operações de

mapas de diferentes escalas, estes casos estão sujeitos ao segundo tipo de problema de mudança de suporte, mais especificamente ao problema de forma e extensão de áreas. Nesses casos, Bueno e Oliveira (2017) sugerem evitar técnicas de análise espacial e de mapeamento temático quando os mapas utilizados apresentarem forma e extensão distintas.

Após analisados os estudos que aplicam modelos e métodos de análise espacial sem e com sobreposição de mapas, em terceiro lugar, abordou-se o problema da representação de SCs em mapas coropléticos, bem como o problema da compatibilização de áreas em estudos de comparação temporal. Estudos que tratam o problema de mapeamentos com distribuição espacial heterogênea são encontrados desde os anos 1990 (CUNHA et al., 1997). Desde então, muitos avanços foram alcançados com o uso dos sistemas de informações geográficas. Contudo, estudos recentes revelam que o problema ainda está para ser solucionado (SANTOS et al., 2018b). O mesmo se pode afirmar sobre problema da compatibilização de áreas. Trabalhos da década de 1990 (WALTER e FRITSCH, 1999) e atuais (RUIZ et al., 2011) continuam à procura de soluções mais abrangentes e fáceis de operacionalizar.

O problema da representação de mapas coropléticos ocorre quando a distribuição espacial de uma variável é considerada como homogênea quando, na realidade, essa distribuição espacial é heterogênea (BUENO e OLIVEIRA, 2017). Este erro inferencial representa uma das implicações da falácia ecológica e ocorre pelo uso da agregação de dados individuais em áreas sem distingui-los espacialmente (OPENSHAW, 1984). Santos et al. (2018b) buscam, por meio da combinação e análise de fotos aéreas, imagens de satélite e SCs, reduzir este problema, diferenciando e mensurando a distribuição da população dos SCs em áreas urbanas menores, em nível de quadra. Em alguns trabalhos, a dificuldade de tratar o problema da falácia ecológica acaba levando os pesquisadores a assumirem que a distribuição espacial da populacional dentro dos SCs ocorre de forma homogênea. Por exemplo, Hirye et al. (2016) sobrepõem ao mapa de SCs mapa de limites de bairros, fotos aéreas, ortofotos e mapas de cobertura da terra produzido por imagens de satélite para realizar uma análise da ocupação intraurbana em nível de detalhe. Os autores também analisam transformações na distribuição dos domicílios no meio urbano entre 2000 e 2010 por meio de comparação temporal.

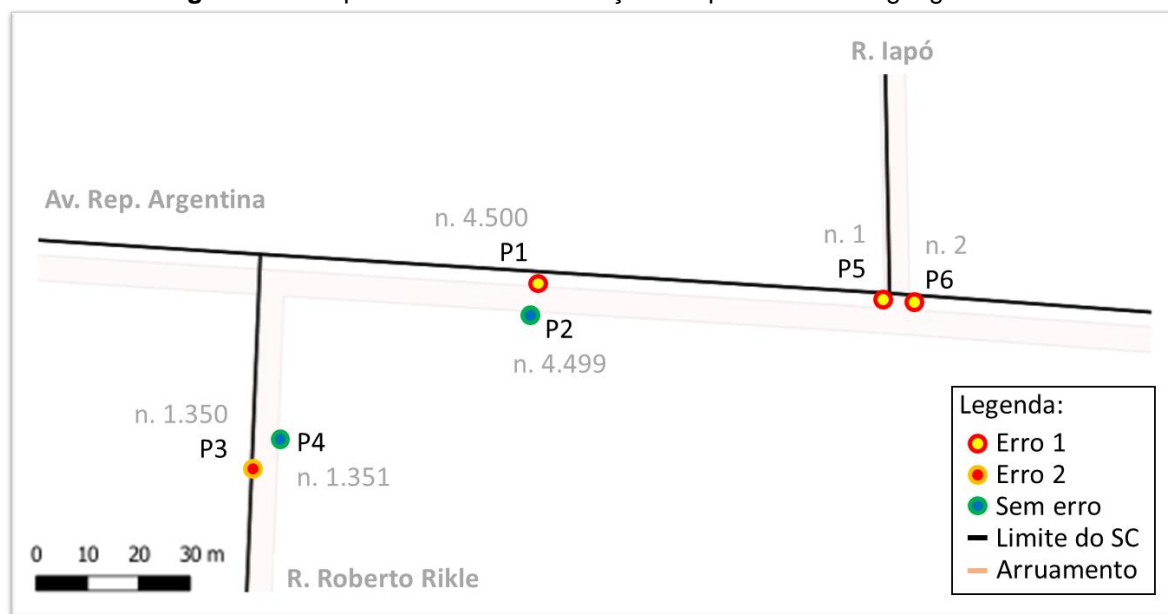
O problema da compatibilização de áreas em estudos de comparação temporal ocorre devido a modificação/divisão de SCs em razão da expansão urbana entre os censos. A consequência direta destas modificações/divisões é a necessidade de se compatibilizar as áreas dos SCs antigos e novos. A compatibilização é um processo que exige esforço e tempo, podendo não levar a resultados muito precisos, mas que permite comparações temporais (BUENO e OLIVEIRA, 2017). Por sua vez, a não compatibilização de áreas em estudos longitudinais podem dificultar a interpretação dos resultados e análises, como pode ser percebido no trabalho de Soares et al. (2014), em que os autores se utilizam da sobreposição de dados dos SCs e imagens de satélite de desmatamento para analisar a evolução temporal do processo de ocupação humana na fronteira amazônica entre os anos de 2000 e 2010. Ainda que tal contabilização esteja sujeita a distorções, realizá-la possibilita, por exemplo, analisar a evolução temporal da ocupação urbana em aglomerados subnormais, revelando as transformações ocorridas por ocupações urbanas precárias (PEDRO e QUEIROZ FILHO, 2017). Como mostram os autores, a compatibilização de áreas pode ser realizada por meio de interseção entre as células da grade estatística e os limites dos SCs por meio do procedimento *overlay* (disponível em SIGs). Ainda que essa compatibilização possa contribuir em análises temporais, tal procedimento resolve o problema da precisão entre os mapas de diferentes escalas, ou seja, o problema da mudança de suporte espacial.

Logo, em quarto lugar, abordou-se o primeiro tipo de problema de mudança de suporte, quando há operações entre dados individuais (pontos) e áreas (ARBIA, 1989) que foi o foco desta pesquisa. Dentre os trabalhos revisados, identificou-se que 23% se enquadram neste tipo de problema de mudança de suporte. Em primeiro lugar, chama-nos a atenção o fato de que as escalas dos mapas utilizados nestes trabalhos não estão explícitas em 100% dos casos. Em segundo lugar, as análises são elaboradas a partir da sobreposição das áreas (polígonos) dos SCs, mapas digitais e pontos georreferenciados. Em terceiro lugar, o georreferenciamento de endereços por geocodificação tem como base mapas de centro do arruamento na escala de até 1:10.000.

O centro do arruamento é o principal elemento delimitador dos setores urbanos (BUENO e OLIVEIRA, 2017), e diferenças de escala podem fazer com que as linhas que dão contorno aos SCs não ocupem, como deveriam, o centro de linha do arruamento (OLIVEIRA et al., 1996). Análises geradas da sobreposição entre os endereços geocodificados na escala 1:10.000 e os SCs na escala de 1:250.000 devem ser vistas com cuidado (LIBÓRIO, 2014). Esse cuidado se deve à presença do problema de mudança de suporte espacial de pontos (representados pela latitude e longitude obtidos de uma base de

centro do arruamento associada a endereços) para o suporte espacial de área (SCs) (BUENO e OLIVEIRA, 2017). Nesse caso, não há alterações nas propriedades dos pontos com alteração da escala (invariância de escala) (MENEZES e COELHO NETO, 1999), mas a associação entre pontos e áreas é comprometida devido aos diferentes valores de erro gráfico das escalas dos mapas. A Figura 2 traz exemplos de dois tipos de erros.

**Figura 2.** Exemplos de erros de mudança de suporte de dados geográficos.



Fonte - Autores.

No Erro 1, os pontos P1, P5 e P6 são georreferenciados dentro de um SC situado ao sul do SC correto. No erro 2, o ponto P3 é georreferenciado dentro de um SC situado a oeste do SC correto. Por outro lado, mesmo na presença dos Erros 1 e 2, percebe-se a presença de pontos (P2 e P4) georreferenciados no SC correto.

Dentre os 27 artigos consultados, cinco deles fazem a sobreposição e associação entre dados de SCs e dados de endereços geocodificados com diversas finalidades. O primeiro analisa a produção e a destinação de resíduos sólidos em espaços abertos de uma cidade (ALVES et al., 2018). O segundo avalia a localização de unidades de saúde e propõe locais para implantação de novas unidades de saúde (GOUDARD et al., 2015). O terceiro constrói um sistema de indicadores de diagnóstico socioambiental e de monitoramento de áreas de preservação ambiental (SIANI et al., 2017). O quarto avalia o padrão espacial (entre 2006 e 2009) da mortalidade por tuberculose entre residentes de um município (BARROZO, 2014). O quinto, por fim, analisa a problemática socioambiental de inundações e alagamentos de um determinado bairro sob o contexto das vulnerabilidades sociais e da resiliência espacial urbana (MENDONÇA et al., 2016).

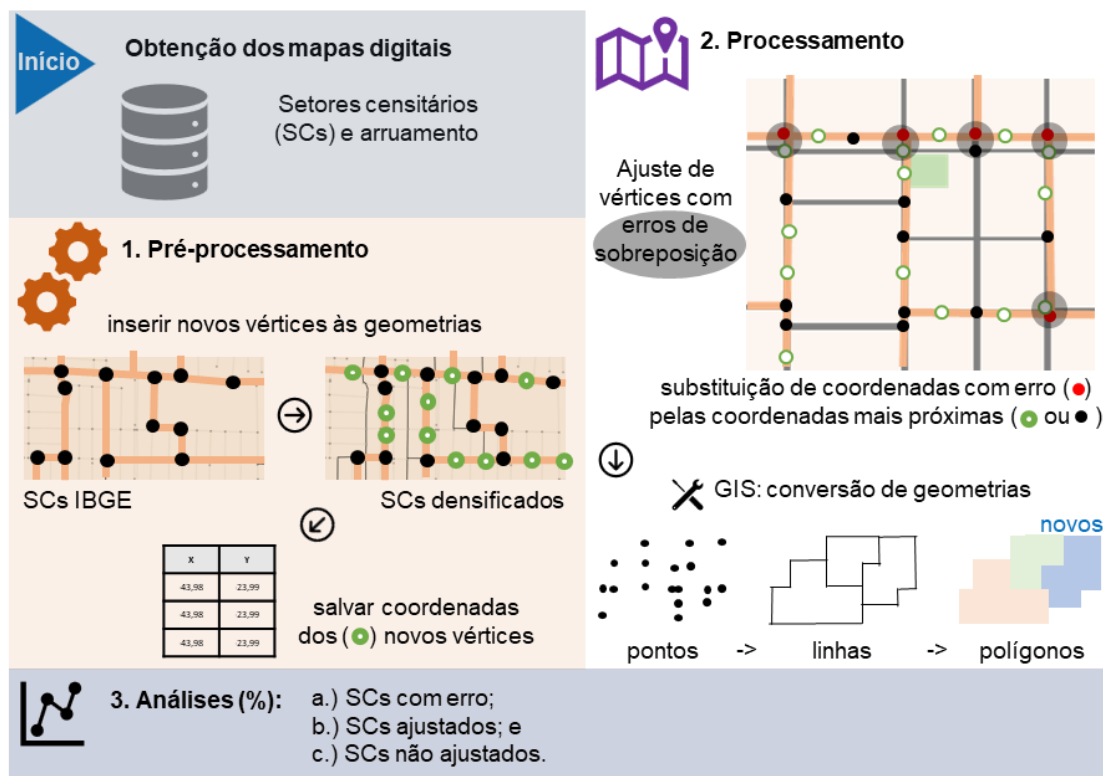
A revisão de literatura evidenciou, ainda, que a sobreposição de mapas de SCs a outros mapas ainda não é uma prática tão comum na geografia como se imagina. Isso pôde ser constatado a partir da razão entre o número de artigos encontrados nas revistas analisadas que continham o termo setor(es) censitário(s) e, ao mesmo tempo, faziam sobreposição de mapas (22 artigos) com o total de artigos publicados nessas revistas (1.551), ou seja, 1,42% dos casos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nessa pesquisa se resumem aos mapas da malha dos SCs urbanos de Foz do Iguaçu, Paraná (IBGE, 2011), e seus respectivos arruamentos (OPEN STREET MAPS, 2015). Tais mapas encontram-se nas escalas de 1:250.000 (IBGE, 2016) e 1:70.000 (OPEN STREET MAPS, 2015). Os métodos utilizados se resumem a testes estatísticos para validações de amostra e são operacionalizados no *software* Microsoft Excel. Com base nos materiais descritos, a solução de ajuste gráfico dos SCs é operacionalizada em três etapas (pré-processamento, processamento e análise de dados) por meio dos *softwares* QGIS e Microsoft Excel, sendo ilustrada na Figura 3.



Figura 3 - etapas operacionalizadas para o ajuste gráfico de SCs.



Fonte - Autores.

Na etapa de pré-processamento, os arquivos coletados (malha dos setores e arruamento) são organizados e desdobrados no QGIS em três outros mapas/dados. Primeiro, novos vértices são adicionados às geometrias (SCs/polígonos e arruamento/linhas), sendo escolhida aleatoriamente a distância de 10 metros entre vértices para polígono e 20 metros entre vértices para linhas. Esse procedimento é realizado por meio da ferramenta “Densificar”. Segundo, esses vértices são transformados em mapas de pontos por meio da ferramenta “Extrair Vértices”. Terceiro, são adicionadas novas colunas aos atributos dos mapas de pontos as quais foram denominadas: Long e Lat (mapa polígonos) e Long\_Lat (mapa linhas). Essas colunas são preenchidas com as coordenadas longitude e latitude geradas pela edição da tabela de atributos por meio das seguintes expressões:  $x(\$geometry)$ ,  $y(geometry)$  e  $concat(x(\$geometry),',',y(geometry))$ . Destaca-se aqui a importância da inclusão de um elemento texto (p. e. espaço) nessa concatenação.

Na etapa de processamento, primeiro, os dois mapas de pontos são processados na ferramenta “Distância para o Ponto Central mais Próximo” do QGIS, gerando um mapa de pontos (dos polígonos) contendo a informação da menor distância em metros entre pontos de polígonos e linhas. Segundo, o mapa contendo as coordenadas dos pontos de polígonos e linhas (concatenadas) e as distâncias entre tais pontos é tratado no Microsoft Excel. Esse tratamento consiste em substituir as coordenadas dos pontos dos polígonos pelas coordenadas dos pontos das linhas se a distância entre tais pontos é menor do que 10 metros (distância usada na simulação). Terceiro, por meio do comando “Adicionar Camada de Arquivo” e das coordenadas ajustadas, são georreferenciados os novos vértices dos SCs. Quarto, por meio das ferramentas “Pontos para Linhas” (Campo de Ordenação: *vertex\_ind*; e Campo do Grupo: ID) e “Linhas para Polígonos”, os vértices são transformados nos novos polígonos de SCs.

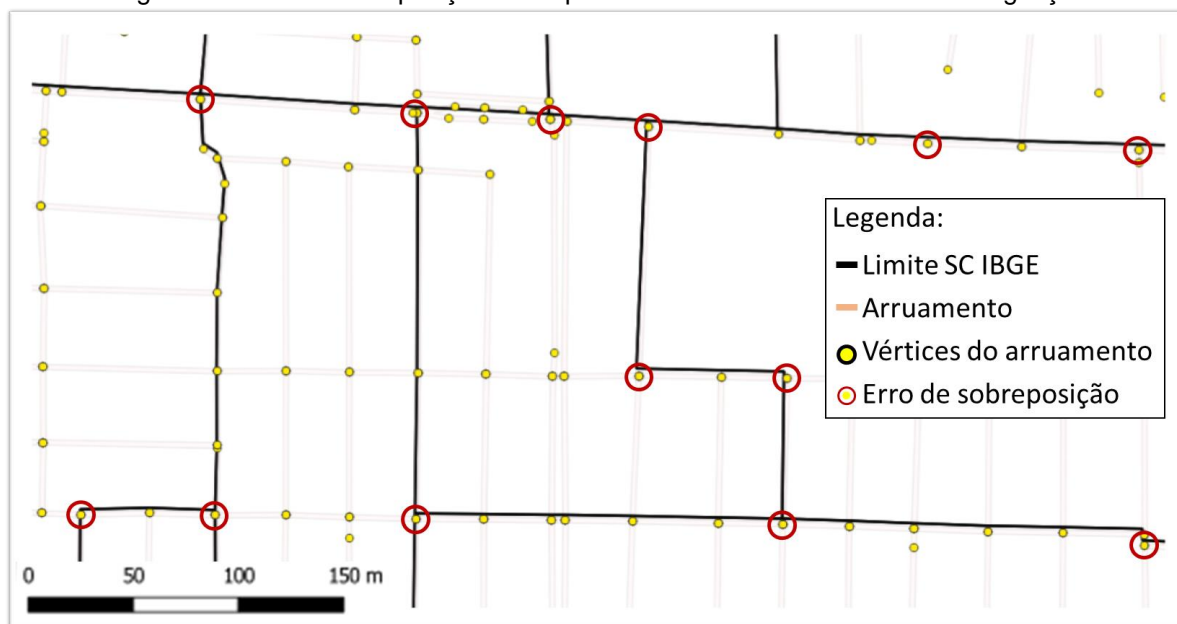
Na etapa de análise, verificou-se o efeito produzido pelo ajuste dos polígonos dos SCs, assim como a validade desse ajuste. Primeiro, analisou-se os percentuais de vértices com erro nos SCs original e ajustado. Para isso, contou-se o número vértices dentro do arruamento. Essa contagem é realizada por meio da ferramenta “Contar Pontos no Polígono” (obtido pelo *buffer* de 2,5 metros do arruamento). Segundo, validou-se o procedimento de ajuste pela contagem de polígonos totalmente, parcialmente

(quando até 2 vértices não são ajustados) e não ajustados. Para isso, foi estudada uma amostra aleatória, heterogênea de 78 SCs (erro de 10% e nível de confiança de 95%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 mostra o resultado da sobreposição dos mapas de SCs do IBGE e arruamento da cidade de Foz do Iguaçu. Nessa figura, percebe-se que os vértices do arruamento não coincidem com os limites dos SCs da cidade. Destacados por círculos, os vértices não coincidentes aos vértices dos limites dos SCs representam erros gerados a partir da sobreposição de mapas em diferentes escalas.

Figura 4 - Erros de sobreposição de mapas em diferentes escalas em Foz do Iguaçu.



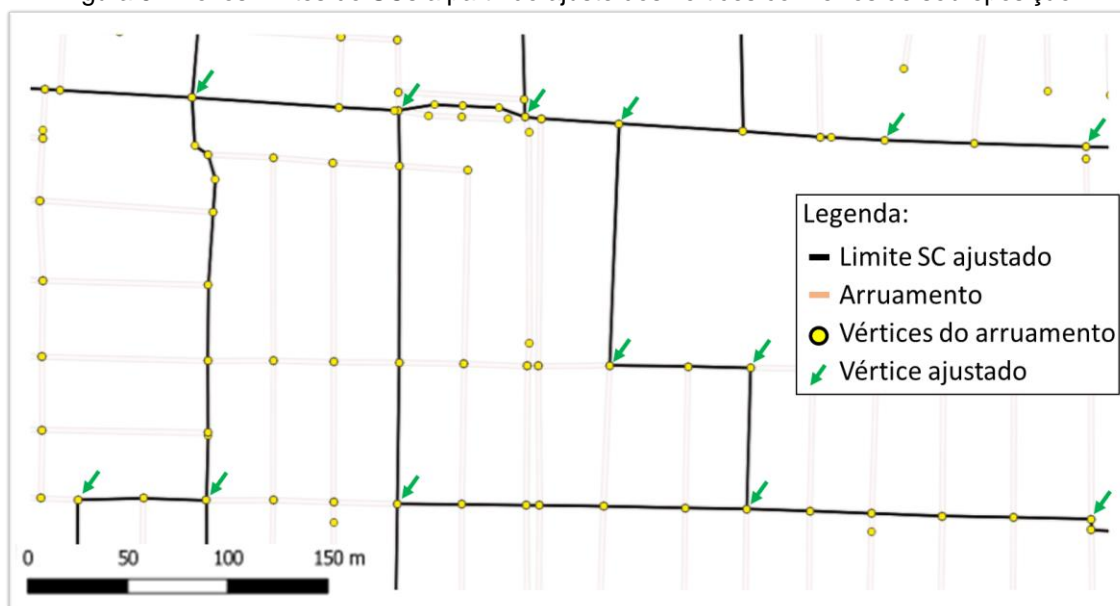
Fonte - Autores.

Após a densificação, o número de vértices dos limites dos SCs do IBGE passou de 12.496 para 89.893. Por sua vez, o número de vértices do arruamento passou de 31.676 para 91.545. Com o aumento no número de vértices dos SCs de 7,19 vezes, e do arruamento de 2,89 vezes, a distância média entre tais vértices diminuiu 41%, passando de 107,24 metros para 76 metros.

Para medir os erros de sobreposição de mapas em diferentes escalas exemplificados na Figura 2, computou-se a distância entre vértices dos polígonos dos SCs do IBGE e do arruamento. A título de análise, distâncias entre vértices acima de 2,5 metros foram consideradas como possíveis erros de sobreposição. Essa medição possibilita uma melhor compreensão do problema, assim como aponta a consistência das análises geográficas (MENEZES e COELHO NETO, 1999). Entre os 89.893 vértices presentes nos polígonos densificados, foram computados 33.143 vértices coincidentes ou com menos de 2,5 metros dos vértices do arruamento. Isso significa que 63,13% dos vértices dos SCs podem conter erros de sobreposição.

Ao realizar o procedimento de ajuste de SCs (substituindo e georreferenciando e transformando os novos vértices em linhas e em polígonos), reduziu-se a 35,29% a proporção de vértices dos SCs com possíveis erros de sobreposição. A Figura 5 traz os novos limites dos SCs que foram criados a partir do ajuste dos vértices destacados na Figura 2.

Figura 5 - Novos limites do SCs a partir do ajuste dos vértices com erros de sobreposição.

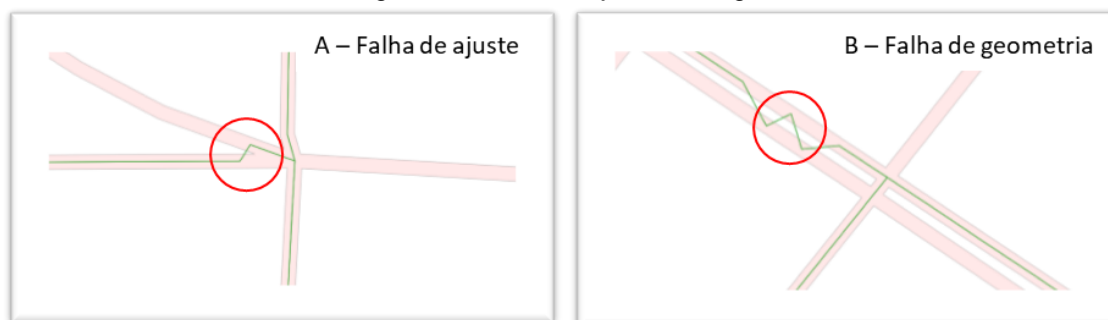


Fonte - Autores.

Considerando os novos limites do SCs, o percentual de vértices coincidentes passou de 36,87% para 72,16%. Com esse ajuste, e pela análise da amostra de 78 SCs, pode-se afirmar com 95% de confiança que o percentual de SCs de Foz do Iguaçu que foram ajustados corretamente está entre 77% e 97%. Por outro lado, entre os SCs que apresentaram falhas de ajuste, pode-se afirmar que o percentual dessas falhas é de 2,81%. Em outras palavras, considerando apenas os SCs que não tiveram seus limites totalmente ajustados, 97,19% dos vértices desses SCs foram ajustados corretamente.

Entretanto, ainda que esses resultados mostrem um procedimento de ajuste mais fácil de operacionalizar do que de estudos anteriores (LIBÓRIO, 2014; CHEHREGHAN e ALI ABBASPOUR, 2018) e que tal procedimento possibilite compreender e aumentar a consistência das análises geográficas (MENEZES e COELHO NETO, 1999), foram observadas limitações no. Entre essas limitações, além das falhas de ajustes (2,81% dos casos), foram observadas falhas de geometria quando o arruamento é representado por linhas paralelas. A Figura 6 traz exemplos dessas falhas.

Figura 6 - Falhas de ajustes e de geometria.



Fonte - Autores.

As falhas de ajuste foram ocasionadas pela não substituição da coordenada vértice do SC. Isso ocorre quando distância entre os vértices é maior do que a estabelecida no procedimento. Essa falha foi observada em 2,81% dos ajustes. Por sua vez, as falhas de geometria são ocasionadas pela presença de avenidas de via dupla. Essas avenidas são representadas geralmente por linhas paralelas, e a falha de geometria ocorre quando há variações nas coordenadas de referência do vértice do SC, fazendo com que o novo polígono apresente um zigue-zague. A falha de geometria foi observada em 3,62% dos ajustes.

Ainda que possua falhas de ajuste, o procedimento apresenta resultados de ajuste que possibilitam reduzir possíveis problemas de alteração de suporte. Isso porque os novos SCs são 87% compatíveis com os vértices do arruamento. Nos demais casos, a compatibilização foi parcial, sendo que o percentual de vértices corretamente ajustados foi de 97,19%.

Esses resultados são especialmente relevantes para aumentar a precisão de análises geográficas que associam endereços georreferenciados na escala de 1:70.000 com dados dos SCs na escala de 1:250.000. Isso porque erros de sobreposição podem levar a uma associação incorreta entre dados censitários e: (i) produção/destinação de resíduos sólidos (ALVES et al., 2018); (ii) localização de unidades de saúde (GOUDARD et al., 2015); (iii) registros para o monitoramento de áreas de preservação ambiental (SIANI et al., 2017); (iv) mortalidade por tuberculose (BARROZO, 2014); e (v) locais de inundações/alagamentos (MENDONÇA et al., 2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado da pesquisa, propõe-se um novo procedimento de ajuste da malha de setores censitários (SCs) do IBGE. Esse procedimento, realizado no QGIS, *software* livre, insere mais vértices nos elementos dos mapas sobrepostos e substitui as coordenadas dos vértices que apresentam possíveis erros de sobreposição. Esse procedimento não exige o desenvolvimento de algoritmos complexos de integração de dados de várias camadas (DEVOGELE, 2002), como, por exemplo, aqueles que utilizam a distância Frechet (CHEHREGHAN e ALI ABBASPOUR, 2018), e não exige a codificação de funções para a associação e substituição das coordenadas em diferentes *softwares* (LIBÓRIO, 2014). Além de um procedimento simplificado, os resultados do procedimento proposto, ao ajustar cerca de 87% dos SCs, se mostram mais consistentes do que procedimentos apresentados em trabalhos anteriores (UMBELINO e BARBIERI, 2008; BUENO e OLIVEIRA, 2010).

Ao atingir o objetivo de propor uma solução para reduzir problemas gerados pela mudança de suporte em dados geográficos, essa pesquisa contribui para uma melhor compreensão, e para assegurar a consistência de estudos que se utilizam da sobreposição de mapas em diferentes escalas. Isso porque, o procedimento proposto não se limita ao ajuste de SCs, se colocando também como uma solução para compatibilização de áreas (WALTER e FRITSCH, 1999; RUIZ et al., 2011). Logo, tal procedimento pode contribuir para aumentar a consistência das análises geográficas no âmbito do desenvolvimento urbano e regional (ROVANI et al., 2014; ROVANI e VIERA, 2016; CUNHA et al., 2017) dos estudos ambientais (ÁVILA e PANCHER, 2015; SANTOS et al., 2018b; SILVA et al., 2018; TEIXEIRA e AMORIM, 2017) da vulnerabilidade social e ambiental (OSCAR JÚNIOR, 2018; GARÓFALO e FERREIRA, 2015; DIAS et al., 2017; BUFFON et al., 2017; PRATES e AMORIM, 2017) uma vez que estes estudos se utilizam da sobreposição de mapas em diferentes escalas.

A partir das limitações apontadas nessa pesquisa, sugere-se que trabalhos futuros realizem o procedimento de ajuste dos vértices em etapas, aumentando e reduzindo a distância entre vértices na busca de uma solução que reduza as falhas de ajustes ocorridas em 2,81% dos SCs. Sugere-se ainda que pesquisadores busquem alternativas para eliminar ou reduzir as falhas de geometria, por exemplo, criando linhas de centro para representar as avenidas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio: i) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; e ii) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq): Processo 423443/2016-0 - "Mapeamento e análise das desigualdades territoriais em cidades de porte médio do interior do Paraná" - Edital Universal 001/2016.

## REFERÊNCIAS

ABS - Australian Bureau of Statistics. Australian standard geographical classification (ASGC). Statistical Geography, v. 1, 2001.

ALVES, J. B.; MENDONÇA, F. A.; DALBEM, R. P. Resíduos sólidos na área urbana de fazenda Rio Grande/PR: a produção socioambiental do espaço urbano na cidade periférica. Raega-O Espaço



- Geográfico em Análise, Curitiba, v. 44, p. 124-138, 2018. <https://doi.org/10.5380/raega.v44i0.48206>
- ARAUJO, A. S.; BARROS, J. X.; QUEIROZ, A. P. Segregação urbana: abordagem dos Índices sociais globais e locais. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, p. 1-14, 2018. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.144092>
- ARBIA, G. Statistical effects of spatial data transformations: a proposed general framework. Taylor and Francis, 1989.
- ÁVILA, M. R.; PANCHER, A. M. Estudo das áreas verdes urbanas como indicador de qualidade ambiental no município de Americana-SP. Revista Brasileira de Cartografia, Brasília, v. 67, n. 3, 2015.
- BARROZO, L. V. Contribuições da cartografia aos estudos de geografia da saúde: Investigando associações entre padrões espaciais. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. spe, p. 413-425, 2014. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0i0.549>
- BRAVO, D.; LARRAÑAGA, O.; MILLÁN, I.; RUIZ, M.; ZAMORANO, F. Informe final comisión externa revisora del censo 2012. Santiago: Instituto Nacional de Estadísticas, 2013. Disponível em: <<https://www.ine.cl/docs/default-source/censos/comisiones-investigadoras-censo-2012/comision-nacional/informe-completo.pdf?sfvrsn=4>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2019.
- BRUNET, R.; FERRAS, R.; THERY, H. Les mots de la géographie: dictionnaire critique. Montpellier: Reclus/La Documentation Française, 1993.
- BUENO, M, C. D.; OLIVEIRA, A. D.'A. A geografia do censo no Brasil: potencialidades e limites dos dados censitários em análises espaciais. GEOgraphia, Niterói, v. 19, n. 39, p. 16-28, 2017. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2017.1939.a13783>
- BUENO, M. C. D.; OLIVEIRA, A. D.'A. Utilização de grades regulares para análises espaciais intermunicipais de variáveis demográficas - testes para Limeira-SP, 2010. XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Anais.... Águas de Lindóia: 2012, p. 1-19.
- BUFFON, E. A. M.; PAZ, O. L. S.; SAMPAIO, T. V. M. Uso de Veículo Aéreo não Tripulado (Vant) para Mapeamento das Vulnerabilidades à Inundação Urbana: Referenciais e Bases de Aplicação. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, p. 180-189, 2017. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132547>
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plataforma Sucupira. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br> > veiculoPublicacaoQualis>. Acesso em 05 de novembro de 2019.
- CASTRO, I. E. O problema da escala. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P. C. C.; CORREA, R. L. Geografia: conceitos e temas. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 117-140.
- CHEHREGHAN, A.; ALI ABBASPOUR, R. An assessment of the efficiency of spatial distances in linear object matching on multi-scale, multi-source maps. International Journal of Image and Data Fusion, v. 9, n. 2, p. 95-114, 2018. <https://doi.org/10.1080/19479832.2017.1369175>
- CONCEIÇÃO, C. L.; SOUZA, J. L. S. Mudança de escala cartográfica. Boletim Gaúcho de Geografia, Porto Alegre, v. 27, n. 1., 2001.
- CORRÊA, R. L. Áreas sociais-uma avaliação e perspectivas. GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 20, n. 1, p. 10-33, 2016. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2016.111752>
- CORREA, R. L. Diferenciação sócio-espacial, escala e práticas espaciais. Revista Cidades, Rio Claro, v. 4, n. 6, p. 62-72, 2007.
- CUNHA, C.; MENDES, C. A. B.; SANTOS, N.; LEÃO, S. Z. Alteração da base espacial de dados demográficos usando geoprocessamento. Brasília, DF, VII Encontro Nacional da ANPUR. Anais... Recife: ANPUR, 1997. p. 1299-1313.
- CUNHA, D. C., ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Proposta Metodológica para Análise da Inserção Social na Bacia Hidrográfica do Rio Una em Ibiúna/SP. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 33, p. 74-84, 2017.

<https://doi.org/10.11606/rdg.v33i0.125677>

DEVOGELE, T. A new merging process for data integration based on the discrete Fréchet distance. In: RICHARDSON, D.; VAN OOSTEROM, E. P. (Org.) *Advances in spatial data handling*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2002. p. 167-181.

[https://doi.org/10.1007/978-3-642-56094-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56094-1_13)

DIAS, M. C. A.; SAITO, S. M.; FONSECA, M. R. S. Aplicação dos dados censitários para caracterização da população exposta em áreas de risco de deslizamentos em Blumenau, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Cartografia*, Brasília, v. 69, n. 1, 2017.

FEITOSA, F. F.; ROSEMBACK, R. G.; JACOVINE, T. C. Small area housing deficit estimation: a spatial microsimulation approach. *Revista Brasileira de Cartografia*, Brasília, v. 68, n. 6, 2016.

GARÓFALO, D. T.; FERREIRA, M. C. Mapeamento de fragilidade ambiental por meio de análise geoespacial: Uma aplicação na alta Bacia dos Rios Piracicaba e Sapucaí-Mirim, APA Fernão Dias/MG. *Revista do departamento de Geografia*, São Paulo, v. 29, p. 212-245, 2015.

<https://doi.org/10.11606/rdg.v29i0.102118>

GOUDARD, B.; OLIVEIRA, F. H.; GERENTE, J. Avaliação de modelos de localização para análise da distribuição espacial de unidades básicas de saúde. *Revista Brasileira de Cartografia*, Brasília, v. 67, n. 1, 2015.

GUIMARÃES, R. B.; MELAZZO, E. S. Exclusão social em cidades brasileiras: um desafio para as políticas públicas. São Paulo: Editora Unesp, 2010, 306 p.

HIRYE, M. C. M.; AMARAL, S.; MONTEIRO, A. M. V.; ALVES, D. S. Interpolação de dados censitários para análise da ocupação intraurbana em Altamira (PA) em 200 e 2010. *Revista Brasileira de Cartografia*, Brasília, v. 68, n. 8, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Editor: IBGE. Rio de Janeiro, p.124, 2011. Disponível em:

<[http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base\\_de\\_informacoes\\_por\\_setor\\_censitario\\_universo\\_censo\\_2010.pdf](http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoes_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf)>. Acesso em 29 de julho de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. Malha de Setores Censitários 2010. Disponível em:

<[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_de\\_setores\\_censitarios\\_\\_divisooes\\_intramunicipais/censo\\_2010/setores\\_censitarios\\_shp/1\\_leia\\_me/Malha\\_de\\_Setores\\_Censitarios\\_2010.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios__divisooes_intramunicipais/censo_2010/setores_censitarios_shp/1_leia_me/Malha_de_Setores_Censitarios_2010.pdf)>. Acesso em 29 de julho de 2019.

INDEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional De Vivienda 1960. Disponível em: <<http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/Estadistica/censos/032%20-%201960-Censo%20Nacional%20de%20Viviendas.%20Tomo%201/PDF/1960.pdf>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2019.

INDEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario. Disponível em: <[https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010\\_tomo1.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf)>. Acesso em 19 de fevereiro de 2019.

INE - Instituto Nacional de Estadísticas. Base cartográfica censal: alcances y consideraciones para el usuario, 2018. Disponível em: <<http://www.censo2017.cl/servicio-de-mapas/descargas/mapas/alcances-base-cartografica-censo2017.pdf>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2019.

INE, Instituto Nacional de Estadísticas. Plataforma geoestadística precenso, 2016. Disponível em: <[https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/raul\\_ponce.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/raul_ponce.pdf)>. Acesso em 19 de fevereiro de 2019.

KOGA, D. Medidas de cidades: entre territórios de vida e territórios vividos. Cortez Editora, 2003.

LIBÓRIO, M. P. Ajuste gráfico de setores censitários. XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Anais... São Pedro: ABEP, 2014.

LIMA, C.; CARVALHO, S. Cidade e favela: transescalaridade das disparidades sociais? *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 18, n. 63, p. 267-285, 2017. <https://doi.org/10.14393/RCG186312>

- LUCIARI, A. A situação das empregadas domésticas na primeira década do século XXI, no oeste e no sudoeste da região metropolitana de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, p. 437-454, 2014.  
<https://doi.org/10.11606/rdg.v0i0.532>
- MELAZZO, E. S.; CASTRO, C. A. A escala cartográfica: noção, conceito ou teoria? *Terra Livre, São Paulo*, v. 2, n. 29, 2015.
- MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M.; CASTELHANO, F. J.; SITO, G. Resiliência socioambiental-espacial urbana a inundações: possibilidades e limites no bairro Cajuru em Curitiba/PR. *Revista da ANPEGE, São Gonçalo*, v. 12, n. 19, p. 279-298, 2016.  
<https://doi.org/10.5418/RA2016.1219.0012>
- MENEZES, P. M. L.; COELHO NETO, A. L. Escala: estudo de conceitos e aplicações. XIX Congresso Brasileiro de Cartografia. Anais... Recife: 1999.
- OLIVEIRA, S. D.; SOUSA, R. D.; DAVIS Jr, C. A.; AMARAL, F. D. Adequação da delimitação dos setores censitários a outras unidades espaciais urbanas. Encontro nacional de produtores e usuários de informações sociais, econômicas e territoriais do IBGE. Anais... Rio de Janeiro: 1996.
- OPENSHAW, S. Ecological fallacies and the analysis of areal census data. *Environment and Planning A: Economy and Space, British Columbia*, v. 16, n. 1, p. 17-31, 1984.  
<https://doi.org/10.1068/a160017>
- OPEN STREET MAPS. OpenStreetMap Data Extracts: South America. Disponível em: <http://download.geofabrik.de/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2015.
- OSCAR JÚNIOR, A. C. Suscetibilidade ao impacto pluviométrico na região metropolitana do Rio de Janeiro: estudo de caso no município de Duque de Caxias. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), São Paulo*, v. 22, n. 1, p. 210-226, 2018.  
<https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.110229>
- PEDRO, A. A.; QUEIROZ FILHO, A. P. Avaliação da grade estatística em aglomerados subnormais: estudo de caso da subprefeitura de São Mateus-SP. *Revista Brasileira de Cartografia, Brasília*, v. 69, n. 2, 2017.
- PEIXOTO, F. S.; CAVALCANTE, I. N.; SILVEIRA, R. N. C. M.; SILVA BESERRA, F. R. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) aplicado ao Abastecimento Hídrico e Esgotamento Sanitário. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, p. 20-28, 2017.  
<https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132599>
- PINK, B. Australian statistical geography standard (ASGS): volume 5-remoteness structure. Canberra: Australian Bureau of Statistics, 2011.
- PRATES, T. B.; AMORIM, R. R. Vulnerabilidade Socioambiental das Áreas Sujeitas às Inundações no Município de São João Da Barra-RJ, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, 164-171, 2017.  
<https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.132477>
- RODRÍGUEZ, G. El uso de zonas censales para medir la segregación residencial: Contraindicaciones, propuesta metodológica y un estudio de caso: Argentina 1991-2001. *EURE (Santiago), Santiago*, v. 39, n. 118, p. 97-122, 2013.  
<https://doi.org/10.4067/S0250-71612013000300005>
- ROVANI, F. F. M.; VIERA, M. Potencial social do município de Silveira Martins, RS: contribuição ao ZEE. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 17, n. 58, p. 162-175, 2016.  
<https://doi.org/10.14393/RCG175811>
- ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A.; CASSOL, R. Potencial social do município de Barão de Cotegipe. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 15, n. 52, p. 41-54, 2014.
- RUIZ, J. J.; ARIZA, F. J.; URENA, M. A.; BLÁZQUEZ, E. B. Digital map conflation: a review of the process and a proposal for classification. *International Journal of Geographical Information Science, Dallas*, v. 25, n. 9, p. 1439-1466, 2011.  
<https://doi.org/10.1080/13658816.2010.519707>
- SALGADO, T. R.; VIANA, J. L. R.; ARAGÃO, A. L. S. Impactos da atividade turística à economia municipal de Alto Paraíso de Goiás, Brasil. *Mercator, Fortaleza*, v. 13, n. 3, p. 75-91, 2014.  
<https://doi.org/10.4215/RM2014.1303.0006>

- SANTOS, A. L. V.; CALDEIRA, A. B.; SEVERINO JÚNIOR, I. Recolhimento de Esgoto na Área de Proteção Ambiental Vargem das Flores/MG. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, v. 35, p. 83-90, 2018a. <https://doi.org/10.11606/rdg.v35i0.140604>
- SANTOS, A. M.; HOMES, D. C. S. C.; RAMOS, H. F. Densidade demográfica: um estudo comparativo de duas metodologias a partir de imagens orbital e suborbital na cidade de Aparecida de Goiânia/Goiás. *Ateliê Geográfico, Goiânia*, v. 12, n. 1, p. 175-200, 2018b. <https://doi.org/10.5216/ag.v12i1.45968>
- SC - Statistics Canada, Census Operations Division. *Census dictionary*. Statistics Canada. p. 166, 2011. Disponível em: <<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/ref/dict/98-301-X2011001-eng.pdf>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2019.
- SIANI, S. M. O.; AMARAL, S.; MONTEIRO, A. M. V. iSAM-Um sistema de indicadores para o monitoramento da Área de Proteção Ambiental Mananciais do Rio Paraíba do Sul. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, v. 33, p. 63-73, 2017. <https://doi.org/10.11606/rdg.v33i0.119663>
- SILVA, D. M.; GRANDINE, G.; SIMONETTI, V. C.; DA CUNHA, D. C. Análise espacial da cobertura vegetal no centro urbano do município de Salto de Pirapora (SP). *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 19, n. 68, p. 361-371, 2018. <https://doi.org/10.14393/RCG196824>
- SMITH, N. Scale p. 724-27 in GREGORY, D.; JOHNSTON, R.; PRATT, G.; WATTS, M.; WHATMORE, S. *The Dictionary of Human Geography*. ed. Oxford, UK: Blackwell Publishers, 2000.
- SOARES, R. F.; DAL'ASTA, A. P.; AMARAL, S. Evolução espacial da população, núcleos de ocupação e desmatamento no município de Novo Progresso-Pará. *Revista Brasileira de Cartografia, Brasília*, v. 1, n. 66/1, 2014.
- SOUZA, G. de O. C. Uso da cartografia no setor público: geoprocessamento como tomada de decisão. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, p. 180-202, 2014. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0i0.533>
- SPOSATI, A. (coord). *Mapa da inclusão/exclusão social da cidade de São Paulo*. São Paulo: Educ, 1997.
- TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. de C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), São Paulo*, v. 21, n. 1, p. 239-256, 2017. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.113406>
- UMBELINO, G.; BARBIERI, A. Metodologia para a compatibilização de setores censitários e perímetros urbanos entre os censos de 1991, 2000 e 2010. *XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Anais...* Caxambu: ABEP, p. 1-18. 2008.
- USCB - United States Census Bureau.. *Geographic areas reference manual*. US Dept. of Commerce, Economics and Statistics Administration, Bureau of the Census, 1994.
- WALTER, V.; FRITSCH, D. Matching spatial data sets: a statistical approach. *International Journal of geographical information science, Dallas*, v. 13, n. 5, p. 445-473, 1999. <https://doi.org/10.1080/136588199241157>

Recebido em: 05/10/2019

Aceito para publicação em: 05/11/2019