



Análise Comparativa entre Métodos para Determinação de Dados Demográficos e Socioeconômicos em Ottobacias: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema

Comparative Analysis Between Methods for Determining Demographic and Socioeconomic Data in Ottobasins: A Case Study of the Paranapanema Basin

Alexei Nowatzki ¹, Luciene Stamato Delazari ² e Eduardo Vedor de Paula ³

¹ Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. nowatzki.a@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2634-5122>

² Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. luciene@ufpr.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0018-085X>

³ Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. edugeo@ufpr.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1847-0161>

Recebido: 07.2022 | Aceito: 01.2023

Resumo: Dados demográficos, como os de população absoluta, podem ser consultados em unidades espaciais de setores censitários, já dados socioeconômicos, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Produto Interno Bruto (PIB), podem ser fornecidos em escala municipal. Contudo, bacias hidrográficas que são usadas com frequência em estudos ambientais possuem limites diferentes em relação a essas unidades, o que dificulta a determinação desses dados. O objetivo deste trabalho foi determinar dados demográficos e socioeconômicos para um conjunto de ottobacias, na bacia hidrográfica do rio Paranapanema, compreendendo os estados de São Paulo e Paraná. Para isso foram utilizados métodos de interseção simples e de áreas ponderadas e para dados de população, foi utilizada a técnica de mapeamento dasimétrico, realizado a partir do uso da terra. Por fim, foram realizadas comparações entre os métodos pelo agrupamento de tamanho de ottobacias. Os resultados apontaram que a interseção simples compromete a determinação desses dados, pois todas as unidades espaciais interseccionadas com as ottobacias têm o mesmo peso no cálculo, mesmo que ela represente uma pequena porcentagem. Portanto a interseção a partir das somas e médias de áreas ponderadas fizeram a determinação mais próxima da realidade dentro do contexto das ottobacias. Para os dados de população foi observado que há uma maior variação entre os métodos em ottobacias com maiores valores de área em quilômetros quadrados.

Palavras-chave: Análise Espacial. Gestão de Recursos Hídricos. Mapeamento Dasimétrico. Setores Censitários. Sistema de Informações Geográficas.

Abstract: Demographic data, such as absolute population, can be queried in spatial units of census tracts, yet socioeconomic data such as the Human Development Index (HDI) and the Gross Domestic Product (GDP) can be provided on a municipal scale. However, watersheds which are often used in environmental studies have different boundaries in relation to these units, which makes it difficult to determine these data. The objective of this work was to determine demographic and socioeconomic data for a set of ottobasins, in the Paranapanema River watershed, comprising the states of São Paulo and Paraná. For this, simple intersection and weighted area methods were used, and for population data, the dasymmetric mapping technique was used, performed from land use. Finally, comparisons were made between the methods by ottobasin size grouping. The results indicated that the simple intersection compromises the determination of these data, because all spatial units intersected with the ottobasins have the same weight in the calculation, even if it represents a small percentage. Therefore, the intersection from the sums and averages of weighted areas made the determination closer to the reality within the context of the ottobacias. For the population data it was observed that there is a greater variation between methods in ottobasins with higher area values in square kilometers.

Keywords: Spatial Analysis. Water Resources Management. Dasimetric Mapping. Census Tracts. Geographic Information System.

1 INTRODUÇÃO

A geração de informações detalhadas sobre a estrutura e a distribuição espacial das populações humanas são imprescindíveis para tomada de decisões nas mais diversas esferas. A principal fonte dessas informações são os recenseamentos de população, que são complexos levantamentos estatísticos feitos em intervalos regulares de tempo e realizados por quase todos os países. Os recenseamentos são motivados pela necessidade de informações demográficas para o planejamento de políticas públicas a médio e longo prazos, utilizando-os em uma ampla gama de análises. Entretanto, variáveis censitárias possuem limitações relacionadas às suas escalas espacial e temporal, o que compromete sua utilização em algumas aplicações, como meio ambiente, defesa civil, saúde pública, entre outros (FRANÇA; STRAUCH; AJARA, 2014).

Em toda sua história, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) produziu conjuntos de pesquisas bastante significativos para o território nacional, no que diz respeito à oferta de informações sobre as variadas características demográficas e socioeconômicas da população brasileira, no caso, o censo demográfico (OLIVEIRA; SIMÕES, 2005). Duarte; Silva; Brito (2016) enfatizam que a sua relevância para o sistema de estatísticas públicas é indiscutível do ponto de vista de sua abrangência temática e territorial. Entretanto, sua complexidade e dimensão levam a desafios na garantia da qualidade de seus resultados, tendo em vista o caso brasileiro, cuja nação habita em um território com dimensões continentais.

Conforme apontam Oliveira e Simões (2005) e Duarte, Silva e Brito (2016) os censos realizados no Brasil têm oferecido amplas possibilidades para os estudos de quantificação, composição, estrutura e distribuição política-administrativa da população, que é entendido como um conjunto de todos os habitantes de determinado local, podendo ser uma residência, setor censitário, município, estado, país entre outros. Contudo, Abreu et al. (2011) argumentam que quanto maior é a população de um local, menor é o retrato real do desenvolvimento humano, devido à presença de diferentes territorialidades na área proposta. Desta maneira, a escala de trabalho deve ser compatível com a dinâmica humana de uma região, como por exemplo as áreas denominadas de setores censitários. Segundo IBGE (2021), estes setores são “constituídos por polígonos contínuos, integralmente contidos em área urbana ou rural, cuja dimensão, número de domicílios e de estabelecimentos permitem ao recenseador cumprir suas atividades em um prazo determinado”.

Além de contar a população absoluta, um censo pode informar dados referentes ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que foi proposto pelo economista paquistanês Mahbub ul Haq, o qual é um indicador bastante usado pelas Organizações das Nações Unidas (ONU) para medir a qualidade de vida. Esse índice é entendido como um conceito elaborado com vistas à obtenção de mais dados sobre o desenvolvimento social para além de informações puramente econômicas, levando em conta a qualidade de vida da população como um todo. Segundo IBGE (2020) atualmente, o cálculo leva em consideração a relação entre três principais fatores: renda bruta *per capita* da população, ou seja, a produção de riquezas somada à remessa de divisas recebida por um país ou território; expectativa de vida ou esperança de vida da população ao nascer e; acesso à educação, por taxas de alfabetização, escolaridade e o número de matrículas efetuadas.

Para Silva (2016) e IBGE (2020) o IDH é um índice que serve, por exemplo, de comparação entre países, com objetivo de medir o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida oferecida à população, sendo que quanto mais próximo de 1, mais desenvolvido é o país. Este índice também é usado para apurar o desenvolvimento de cidades, estados e regiões, tendo em vista que se considera baixo o IDH, aquele que o valor for menor que 0,5, enquanto valores entre 0,5 e 0,8 são considerados de médio desenvolvimento humano e os que possuem IDH superior a 0,8 são considerados alto. Para indicadores municipais, pode ser usado o IDHM, que é o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, cujo recorte espacial são os limites municipais (PNUD, 2022).

Outro dado de caráter socioeconômico é o Produto Interno Bruto (PIB), que é utilizado para medir o nível de atividade econômica de um país, estado ou município. Silva (2016) afirma que é comum se dizer que o PIB é um bom indicador de crescimento, mas não de desenvolvimento, que envolve uma transformação qualitativa da estrutura econômica, social e cultural do país. O PIB é calculado de diversas maneiras: uma delas é pela soma das riquezas produzidas dentro do país, incluindo nesse cálculo empresas nacionais e estrangeiras, sendo que nesse cálculo entram os resultados de venda final de produtos agropecuários, industriais e de serviços. Outra forma de medir o PIB é avaliar a demanda, neste caso, se considera o consumo das famílias, o consumo do governo, o investimento do governo e de empresas privadas e ainda a soma das importações e exportações (SILVA, 2016;

IBGE, 2020b). Silva (2016) ressalta que o PIB *per capita* é calculado a partir da divisão do PIB total pelo número de habitantes, e que indica quanto cada habitante produziu em determinado período. No entanto, o PIB *per capita* é um indicador que precisa ser avaliado com atenção, pois o IDH é uma espécie de contraponto para o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, no sentido que enquanto este se preocupa apenas com a dimensão econômica, o IDH engloba, além desta questão, os componentes longevidade e educação, sendo que os três níveis possuem o mesmo peso no cômputo do indicador (ABREU et al., 2011).

O PIB é, portanto, apenas um indicador síntese de uma economia, pois ele ajuda a compreender um país, mas não expressa importantes fatores, como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde. Para o cálculo do PIB brasileiro (IBGE, 2020b), são utilizadas como base os seguintes dados: Balanço de Pagamentos (Banco Central); Declaração de Informações Econômico-Fiscais da Pessoa Jurídica - DIPJ (Secretaria da Receita Federal); Índice de Preços ao Produtor Amplo - IPA (FGV); Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA (IBGE); Produção Agrícola Municipal - PAM - (IBGE); Pesquisa Anual de Comércio - PAC (IBGE); Pesquisa Anual de Serviços - PAS (IBGE); Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF (IBGE); Pesquisa Industrial Anual - Empresa - PIA-Empresa (IBGE); Pesquisa Industrial Mensal - Produção Física - PIM-PF (IBGE); Pesquisa Mensal de Comércio - PMC (IBGE) e; Pesquisa Mensal de Serviços - PMS (IBGE).

A partir dos censos, os dados socioeconômicos são disponibilizados pelo IBGE para consultas de níveis nacionais, estaduais, municipais ou ainda em setores censitários. Deste modo, qualquer outra unidade espacial carece de informações integrais, necessitando-se, portanto, de determinações de valores na qual possa-se adaptar à realidade daquelas unidades desejadas. Nesse sentido, França, Strauch e Ajara (2014) destacam que os zoneamentos censitários frequentemente não coincidem com outras regiões de análise, como unidades da paisagem, regiões administrativas de ensino e de saúde, ou ainda bairros municipais. Um outro exemplo de unidade espacial não contemplada pelo censo é a bacia hidrográfica, bastante utilizada em estudos de gestão de recursos hídricos, e entendido como um território delimitado por divisores de água, cujos cursos d'água, em geral, convergem para uma única foz localizada no ponto mais baixo da região (ANA, 2021).

Nesse contexto, a otocodificação de bacias hidrográficas proposta por Pfafstatter (1989) pode aperfeiçoar o gerenciamento de bacias e possibilita maior controle de ações nessas áreas, bem como das consequências que podem causar em toda ela. Conforme apontam Gomes e Barros (2011), trata-se de um método hierárquico que tem como base a topografia do terreno, permitindo um detalhamento do sistema hídrico com um sistema de dígitos numéricos. Gomes e Barros (2011) e Tozzi et al. (2013) destacam que dentre as vantagens da Ottobacia, como ficou conhecida essa metodologia, pode-se citar a economia de caracteres do código, a característica de possuir embutida nos dígitos a informação topológica da bacia e a sua aplicabilidade global. A partir deste método pode-se realizar, de forma otimizada, o controle das atividades implementadas na região, pois é possível detectar rapidamente quais bacias se encontram a montante ou jusante daquela estudada. Ainda pode-se realizar a identificação da bacia hidrográfica, seu rio principal e o seu relacionamento com as demais bacias da região, sendo, portanto, uma ferramenta com grande potencial para ser usada como instrumento de gestão de recursos hídricos.

Pela sua ampla aplicabilidade, o método das ottobacias tem sido adotado por instituições e órgãos governamentais como a Agência Nacional de Águas (ANA), juntamente com os Comitês de Bacia Hidrográfica, que são entes do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, cujos representantes da comunidade de uma bacia discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos, compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público, como por exemplo a Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema (UGRH Paranapanema), que é dividida em seis Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) (ANA, 2021).

Na bacia hidrográfica do rio Paranapanema os dados socioeconômicos disponíveis para consulta, se encontram em unidades espaciais de municípios e de setores censitários pelo censo de 2010 do IBGE (2012) para os dados de população absoluta. Deste modo, para estudos de gestão de recursos hídricos, as unidades espaciais mais utilizadas são as bacias hidrográficas, sub bacias ou ainda ottobacias, o que difere das unidades espaciais onde esses dados socioeconômicos estão disponibilizados, conforme os apontamentos supramencionados de França, Strauch e Ajara (2014).

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi determinar para um conjunto de ottobacias na bacia do Paranapanema, dados demográficos de população absoluta e socioeconômicos de IDHM e PIB *per capita*, tendo em vista que para tanto, foram utilizados métodos de interseção simples e de áreas ponderadas. Para os dados demográficos de população, foi utilizado ainda um mapeamento dasimétrico realizado a partir do mapeamento de

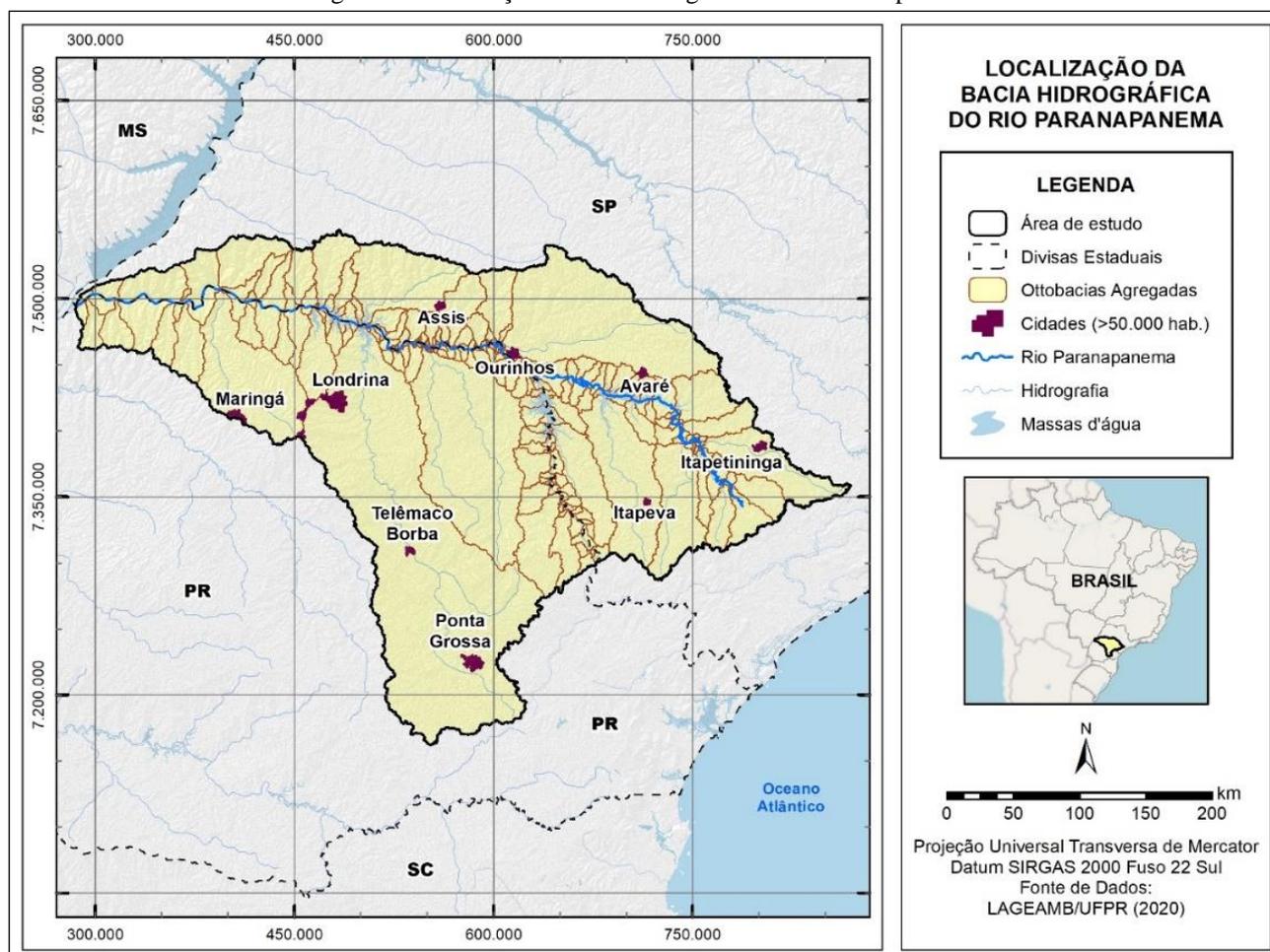
usos da terra presentes em Pirh (2016). Por fim, a última etapa consistiu em comparações entre os métodos a partir do agrupamento pelo tamanho das ottobacias.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

Conforme o Plano Integrado de Recursos Hídricos da UGRH Paranapanema (PIHR, 2016) a bacia hidrográfica do rio Paranapanema está localizada entre os estados Paraná e São Paulo, em um território de 105.921km², abrangendo um total de 247 Municípios (sendo 212 com sedes urbanas na Bacia) – 51% do território encontra-se no Paraná, com 132 municípios (123 sedes urbanas) e 49% em São Paulo, com 115 municípios (99 sedes urbanas). A população total da Bacia foi estimada (a partir de ponderação de áreas municipais dentro da UGRH, conforme dados do censo de 2010) em mais de 4.680.000 habitantes, sendo 87,5% urbano e 12,4% rural, e, ainda, 62,9% no Paraná e 37,1% em São Paulo. A Figura 1 representa a localização da bacia do rio Paranapanema, com destaque para as cidades com população acima dos 50.000 habitantes, conforme o censo de 2010.

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Paranapanema



Elaboração: Os autores (2022)

O Rio Paranapanema nasce na Serra de Agudos Grandes, município de São Miguel Arcanjo, no sudeste do Estado de São Paulo, a cerca de 100 km da Costa Atlântica e a aproximadamente 900m de altitude, e tem sua foz no Rio Paraná, após percorrer cerca de 900 km. Na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema há sete comitês instalados: três comitês estaduais na vertente paranaense (CBHs Tibagi, Norte Pioneiro e Piraponema); três comitês estaduais na vertente paulista (CBHs Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema); e o Comitê Interestadual da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, o qual é foco do presente trabalho, destacando-se que ele é um comitê integrador da bacia, sendo este um espaço em que representantes da comunidade de uma

bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos, hídricos compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público (PIRH, 2016).

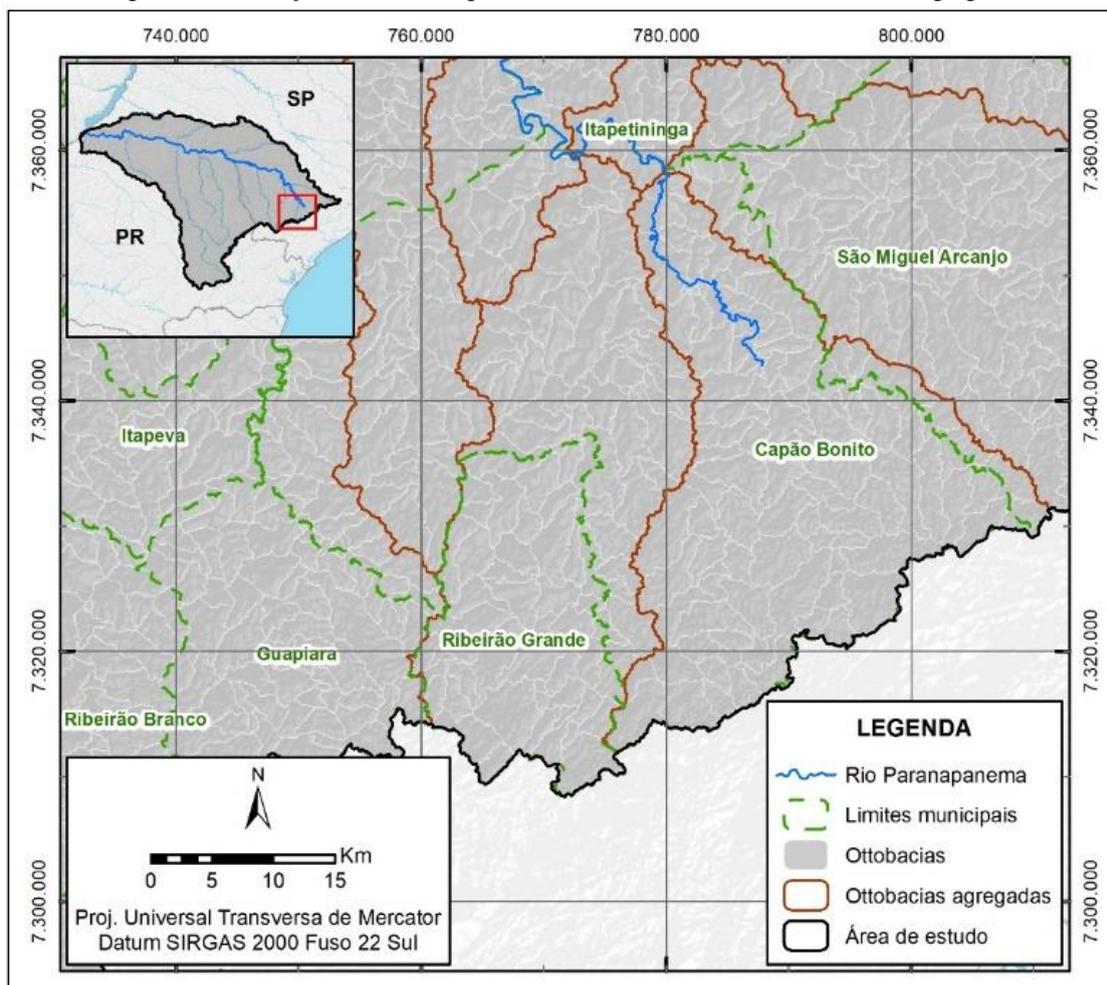
2.2 Organização da base de dados e definição das unidades espaciais de análise

A construção da base de dados geoespaciais foi baseada no PIRH (2016), tendo em vista que essa base dispõe dos dados produzidos no censo brasileiro de 2010 (IBGE, 2012). A organização e padronização desses dados seguiu os parâmetros presentes em Paz, Dal Pai e Paula (2020), detalhados em Lageamb (2020), cabendo enfatizar a adoção da projeção cartográfica do Sistema Universal Transversa de Mercator (22 - Sul - Meridiano Central: 51°), Datum SIRGAS 2000, além da aplicação de correções de topologia (como correção de *gaps* e *overlaps*), por meio do software ArcGIS 10.5. Para este trabalho foram considerados os dados de população absoluta, Produto Interno Bruto (PIB) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (SILVA, 2016; IBGE, 2020).

Em estudos que envolvem a gestão dos recursos hídricos usa-se a unidade de análise de ottobacias. As ottobacias são a divisão oficial atual das bacias hidrográficas brasileiras e são divididas em diversos níveis (GOMES; BARROS, 2011), sendo que para este trabalho foram consideradas as de nível 6, totalizando 648 ottobacias na área de estudo. Para fins de simulações e modelagem de bacias hidrográficas utilizadas em outros estudos no rio Paranapanema, foram agregadas as ottobacias de sexto nível contribuintes ao rio principal do Paranapanema e do rio Itararé (afluente), chegando num número de 241 unidades, denominadas de ottobacias agregadas.

Por conta da discrepância da representação de dados demográficos e socioeconômicos (município e setor censitário) e limites de ottobacias (Figura 2), foram elencadas três possíveis soluções para transposição dos dados, sendo elas: soma e média aritmética (simples), soma e média ponderada e ainda mapeamento dasimétrico.

Figura 2 - Diferenças dos limites espaciais entre os dados brutos e as ottobacias agregadas



Elaboração: Os autores (2022)

Posto isso, os itens a seguir destacam quais foram as lógicas utilizadas para a determinação dos dados demográficos e socioeconômicos em ottobacias agregadas. Todos os procedimentos foram realizados através do *software* ArcGIS™ 10.5, desenvolvido pela *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), com a ferramenta *Intersect* disponível no módulo *Analysis Tools/Overlay*, cuja lógica é a de interseccionar duas ou mais camadas de informações, tendo em vista que a camada de saída apresenta, apenas, o que se sobrepõe em todas as camadas de entrada, combinando as tabelas de atributos. As ferramentas utilizadas no *software* foram as de *Field Calculator* e *Calculate Geometry*, sendo executado os cálculos diretamente na tabela de atributos. Para fins de comparação entre os dados determinados, foram usadas análises de estatística descritiva, presente em Bussab e Morettin (2017), sendo elas: Média, Mediana, Moda, Desvio Padrão, Intervalo (amplitude), Valor Mínimo, Valor Máximo e ainda a Soma (apenas para os resultados dos dados de população).

2.3 Operações de soma e de médias aritméticas

O primeiro método utilizado para determinar os dados demográficos e socioeconômicos, em recortes espaciais de ottobacias agregadas, foi realizado por meio de operações matemáticas de soma para os dados de população absoluta, oriundos de setores censitários, e operações de médias aritméticas (simples) (ANDRIOTTI, 2003; BUSSAB; MORETTIN, 2017; MOORE, 2017) para os dados de IDHM e PIB *per capita*, ambos em unidades espaciais de nível municipal. Para a determinação de valores de população em cada ottobacia agregada foi realizada a interseção entre os dados dos setores e em seguida foram somados conforme a Equação 1, a seguir.

$$Ss = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n \quad (1)$$

onde:

Ss = soma simples; x = valor do dado; n = quantidade de dados

Para as determinações de IDHM e PIB *per capita* municipais em ottobacias agregadas foram utilizadas medidas de tendência central dos dados expressas por meio da média aritmética simples (Ma) (Equação 2), que é o resultado da divisão entre a soma dos valores dos dados das observações pela quantidade total dos dados.

$$Ma = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2)$$

onde:

Ma = média aritmética (simples); x = valor do dado; n = quantidade de dados

2.4 Operações de funções-peso de somas e de médias ponderadas

Para os cálculos de áreas ponderadas dos valores de população, IDHM e PIB *per capita* reamostrados em ottobacias agregadas, realizou-se também a interseção entre essas camadas de informações. No entanto, pela lógica ponderada, foi preciso primeiramente obter o valor de área de cada município nas ottobacias agregadas interseccionadas (UMBELINO; BARBIERI, 2008; MACEDO; MAGALHÃES JR., 2010). Conforme descrito em Bussab e Morettin (2017), considera-se esse percentual (P) como a razão entre o valor de área do município, após a interseção com as ottobacias e o valor de área total do município. O cálculo do percentual para a ponderação por área é determinado pela Equação 3, na qual o valor máximo que se pode chegar é 1, ou seja, caso o município esteja em sua totalidade dentro da ottobacia agregada.

$$P = \frac{Aoa}{Atm} \quad (3)$$

onde:

P = percentual da área do município na ottobacia agregada; Aoa = área do município interseccionado com a ottobacia agregada; Atm = área total do município.

Para os dados de população, utilizou-se a lógica da soma ponderada (Sp) de todos os valores de população absoluta dos setores censitários contidos dentro da ottobacia agregada em questão, conforme a Equação 4.

$$Sp = \sum_{i=1}^n x_i \times P_i = (x_1 \times P_1) + (x_2 \times P_2) + \dots + (x_n \times P_n) \quad (4)$$

onde:

Sp = soma ponderada dos setores censitários interseccionados com a ottobacia agregada; x = valor do dado; P = percentual da área do município na ottobacia agregada

Em relação aos dados de IDHM e PIB *per capita*, amostrados em nível municipal, foi preciso estipular a média ponderada (Mp), a partir dos valores brutos de cada um dos municípios interseccionados com as ottobacias agregadas, dada pela Equação 5:

$$Mp = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} = \frac{(x_1 \times P_1) + (x_2 \times P_2) + \dots + (x_n \times P_n)}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad (5)$$

onde:

Mp = média ponderada dos municípios interseccionados com a ottobacia agregada; x = valor do dado; P = percentual da área do município na ottobacia agregada

2.5 Dados de população por mapeamento dasimétrico

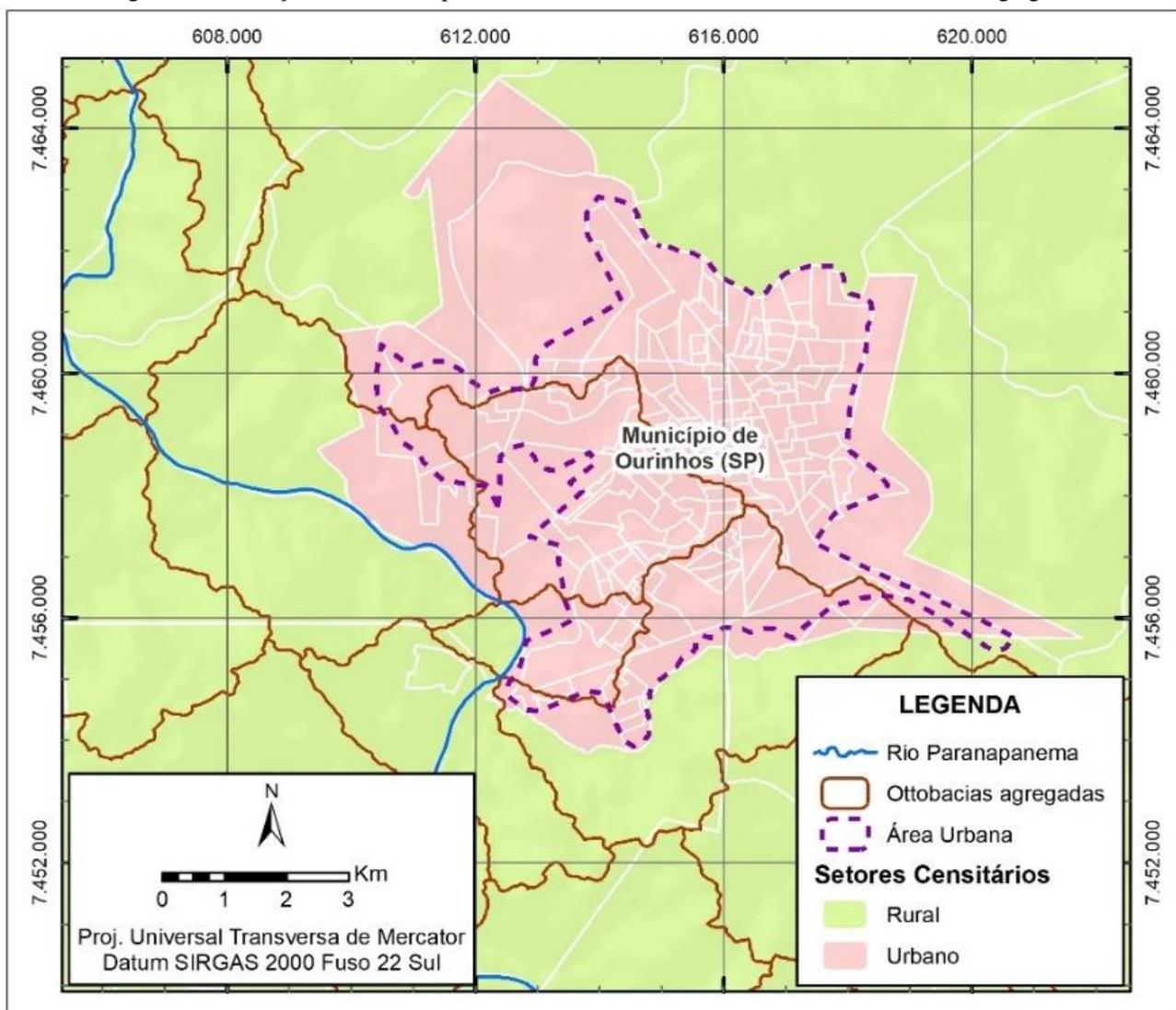
Segundo França, Strauch e Ajara (2014) e Moraes Junior e Silva (2019) um mapeamento dasimétrico pode ser entendido como um tipo específico de interpolação zonal, baseada em uma técnica cartográfica, que utiliza informações auxiliares para desagregar variáveis demográficas como população total e densidade populacional. Recentemente, diversas abordagens do método dasimétrico foram desenvolvidas, refinadas e comparadas em diferentes escalas, tendo classes de uso da terra derivadas de imagens de satélite como uma informação tradicionalmente utilizada (MOON; FARMER, 2001; MENNIS; HULTGREN, 2005; WEBER, 2010),

Ressalta-se que embora seja utilizada quase que exclusivamente para representar e analisar a população residente ou a densidade populacional, a interpolação dasimétrica pode ser aplicada para desagregar qualquer variável quantitativa, desde que se tenha disponível um conjunto de dados auxiliares fortemente correlacionados com esta variável (FRANÇA; STRAUCH; AJARA, 2014; MORAIS JUNIOR; SILVA, 2019).

Neves, Strauch e Ajara (2017) e Santos, Holmes e Ramos (2018) destacam que esse tipo de mapeamento utiliza duas classes de uso da terra para diferenciar áreas que estejam de fato habitadas por populações humanas, tendo em vista que mapas coropléticos tradicionais preenchem por igual toda a extensão de dada unidade de observação, ou seja, considera onde realmente a população reside dentro do polígono censitário ou do município, sendo o restante considerado como área de exclusão.

Foi considerada, em um primeiro momento, a utilização de setores censitários de classe urbana para execução do mapeamento dasimétrico, conforme ilustra a Figura 3. Contudo, mesmo com essa denominação do IBGE, foi observado que áreas urbanas não coincidem totalmente com esses setores. Para a seleção de áreas urbanizadas, foi utilizado como base o mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra, disponibilizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Paranapanema (PIRH, 2016). Este mapeamento foi realizado por meio da aquisição de imagens do satélite LANDSAT 8 do ano de 2014, com a utilização das bandas de 2 a 7 e resolução espacial de 30 metros. As classes delimitadas são as de (na ordem de maior para menor área): Pastagem, Cultura Temporária, Florestal, Silvicultura, Campestre, Lagos, açudes e corpos d'água, Área Urbanizada e Cultura Permanente.

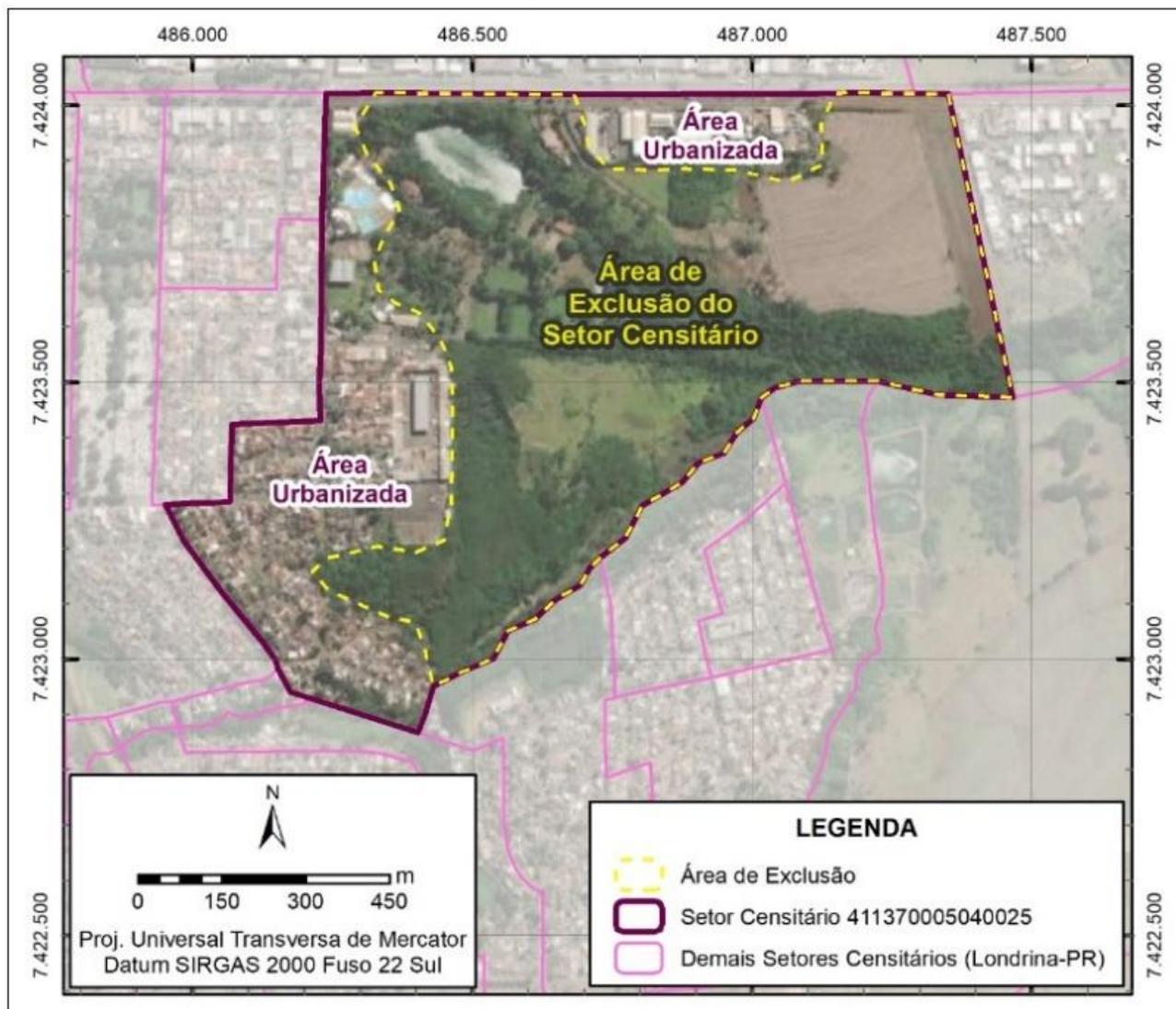
Figura 3 - Diferenças dos limites espaciais entre setores censitários, área urbanas e ottobacias agregadas



Elaboração: Os autores (2022)

A Figura 4 representa um setor censitário urbano do município de Londrina, no estado do Paraná, cuja área é ocupada majoritariamente por usos da terra não urbanos, como agricultura e áreas com vegetação natural. Esses dados podem influenciar a determinação de valores de população de ottobacias agregadas, no sentido de que se existir um divisor de águas separando este setor, as áreas urbanizadas podem estar em apenas uma das ottobacias, sendo, portanto, este motivo o da escolha deste tipo de mapeamento para que se pudesse fazer a comparação com os dados gerados para todo o setor censitário. A fonte dos dados geoespaciais foram IBGE (2012), PIRH (2016) e ArcGIS 10.5 (Basemap - Imagery) – GeoEye01 – Resolução: 0,46m – Data: 14/08/2016.

Figura 4 - Área urbanizada e de exclusão para mapeamento dasimétrico no setor censitário de código 411370005040025 no município de Londrina (PR)



Elaboração: Os autores (2022)

2.6 Seleção das análises de comparação entre métodos de determinação de dados demográficos e socioeconômicos

A partir da geração dos dados considerados neste trabalho, foi observado que existiam diferenças nos valores dos dados gerados entre os métodos simples e ponderado e que eles variavam conforme o tamanho de área das ottobacias agregadas, sobretudo no que tange aos dados de população. Primeiramente foi efetuada a diferença (amplitude) entre os resultados das determinações para cada ottobacia agregada (subtraindo o maior valor pelo menor). Em seguida, foi feito um agrupamento das ottobacias de acordo com o tamanho de suas áreas. A divisão de classes (valores de quebra) foi realizada usando diferentes métodos de classificação, dentre eles, o desvio padrão, quebra natural (*Jenks*), quantil e o intervalo geométrico. O método adotado foi o do intervalo geométrico, pois ele permite uma melhor visualização de dados que não têm distribuição normal ou para dados que tenham a distribuição demasiadamente distorcida (SLOCUM et al, 2009; SILVEIRA, 2019).

Conforme aponta Silveira (2019), o método do intervalo geométrico é semelhante a uma classificação de progressão (binária, geométrica ou logarítmica), mas com o acréscimo de um coeficiente. As quebras de classe, por sua vez, são baseadas em intervalos de classes que têm uma série geométrica. A referida classificação denota maior variação nos dados devido às quebras de classe que ocorrem em um aumento geométrico constante do intervalo que precede as quebras – pode ser o dobro (2, 4, 8...) ou triplo (1, 3, 9...). Os valores das quebras das classes estão destacados na Tabela 1, juntamente com suas áreas. Salienta-se que os valores de área em quilômetros quadrados foram arredondados a partir da análise de histograma.

Tabela 1 – Divisão das classes por tamanho de ottobacia agregada por intervalos geométricos

CLASSE	ÁREA (KM ²)	TAMANHO DE OTTOBACIA AGREGADA
1	>10	Muito pequena
2	10-70	Pequena
3	71-500	Média
4	501-3500	Grande
5	3500<	Muito grande

Elaboração: Os autores (2022)

Após a realização dessa divisão em classes, foram efetuadas médias aritméticas (conforme a Equação 2) dos valores de amplitudes das classes dos tamanhos das ottobacias, a fim de se observar quais foram as que tiveram maiores diferenças entre os métodos empregados no presente trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

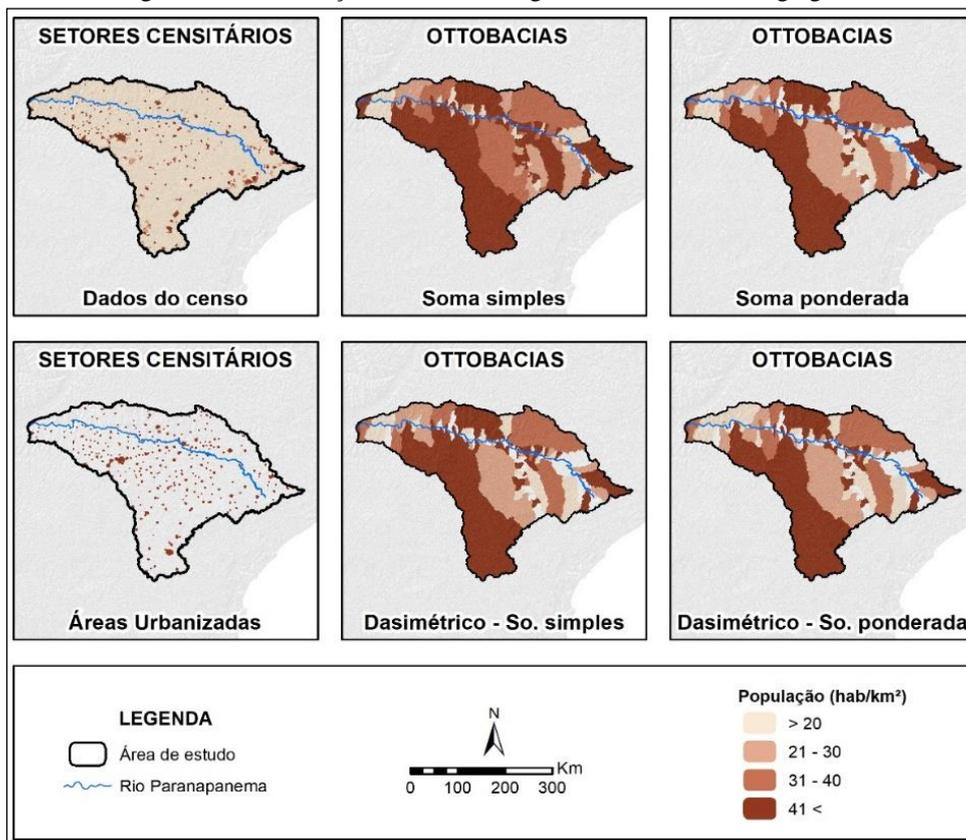
3.1 Espacialização de dados demográficos e socioeconômicos em ottobacias agregadas e discussões sobre sua aplicabilidade na gestão de recursos hídricos

Conforme os levantamentos realizados pelo censo de 2010 pelo IBGE (2012) foi elaborada, a partir dos dados de população absoluta, a Figura 5 para ilustrar a densidade populacional (razão entre a população absoluta e o quilometro quadrado do setor censitário) dos setores censitários presentes na bacia hidrográfica do rio Paranapanema. Optou-se por ilustrar a densidade populacional nas figuras deste trabalho, e não dos dados de população absoluta em si, pela questão de sua representação cartográfica em função da área da ottobacia, pois em mapas coropléticos os dados devem ser representados na forma de taxas ou razões. No total foram 8490 setores censitários considerados e os valores da população deles foram reamostrados para as ottobacias agregadas em estudo, por meio de somas simples e ponderadas. A Figura 5 ainda ilustra o mapeamento dasimétrico realizado.

Observa-se que a determinação dos dados pelos valores do censo, considerando todos os setores censitários (rurais e urbanos) apresentam de um modo geral valores maiores daqueles determinados pelo mapeamento dasimétrico. Essa informação corresponde ao esperado, tendo em vista que para este tipo de mapeamento são considerados apenas aqueles setores que estão inseridos dentro dos polígonos de área urbanizada do mapa de uso da terra. Também é possível destacar que em ambas as situações, a soma ponderada apresenta valores menores do que a simples, pois cada setor interseccionado com a ottobacia é considerado na equação da análise espacial. Os detalhes dessas medidas podem ser observados na Tabela 2.

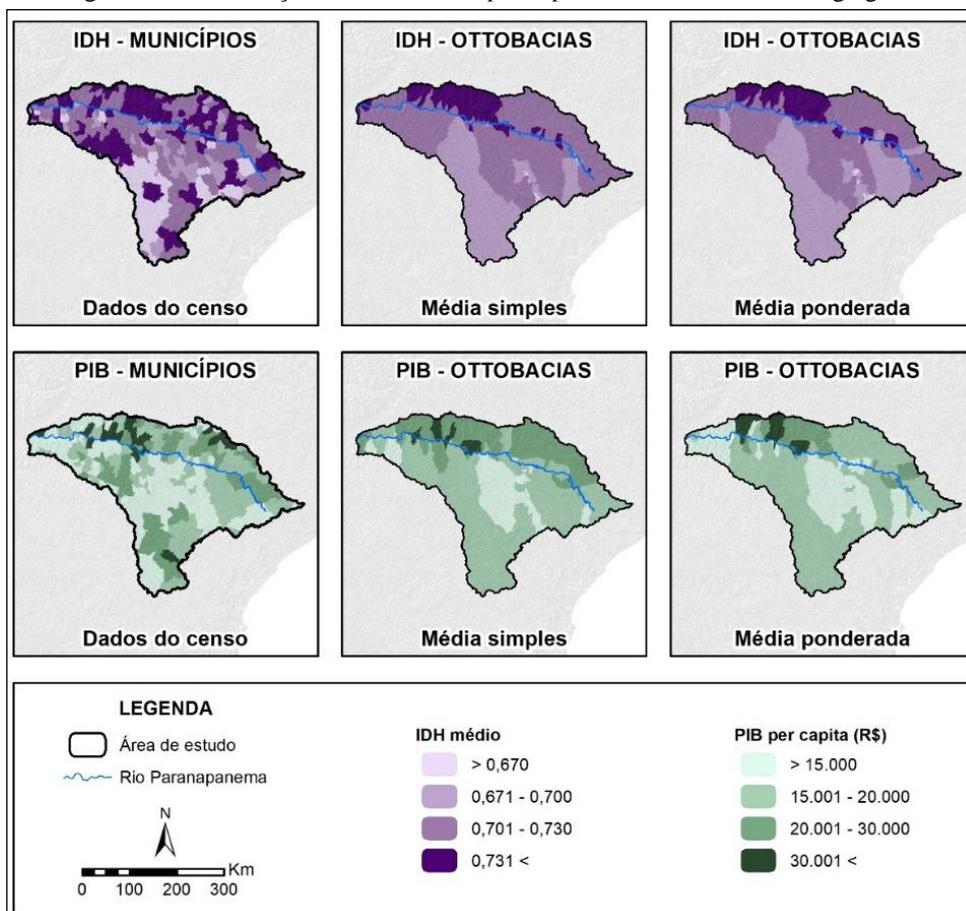
A Figura 6 representa a reamostragem dos 247 municípios abrangidos na bacia do Paranapanema para os dados de IDHM médio e PIB *per capita* em reais (R\$). Nota-se que pela Tabela 2 as médias aritméticas simples, para ambos os casos, reamostraram valores maiores do que as médias ponderadas, da mesma forma que as somas ponderadas apresentaram na determinação de dados de população.

Figura 5 - Determinação de dados demográficos em ottobacias agregadas



Elaboração: Os autores (2022)

Figura 6 - Determinação de IDHM e PIB *per capita* em R\$ em ottobacias agregadas



Elaboração: Os autores (2022)

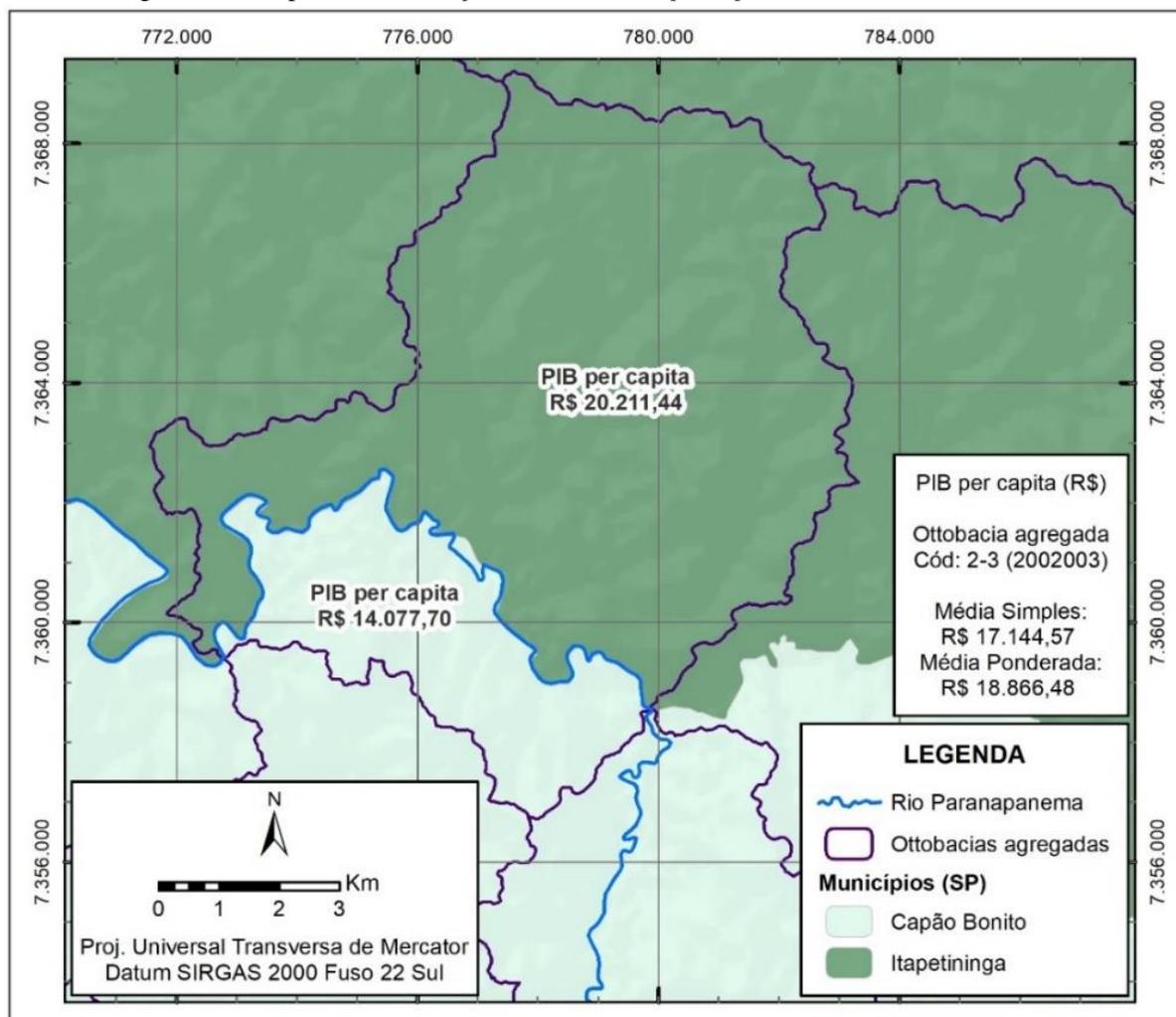
Tabela 2 - Síntese dos resultados da determinação dos dados demográficos e socioeconômicos em ottobacias agregadas por análise estatística descritiva

DADOS SOCIOEC. MÉTODO	POPULAÇÃO ABSOLUTA				IDHM		PIB per capita (R\$)	
	Ss (Das.)	Sp (Das.)	Ss	Sp	Ma	Mp	Ma	Mp
Média aritmética	18.276	16.856	22.365	18.981	0,718	0,716	19.545,54	19.440,82
Mediana	0	0	2.079	370	0,719	0,716	17.284,91	16.733,51
Moda	0	0	319	1	0,723	0,729	14.285,39	19.377,60
Desvio Padrão	108.806	105.361	121.898	117.314	0,022	0,024	6.741,57	8.448,59
Intervalo	1.500.531	1.463.174	1.690.049	1.640.810	0,117	0,117	31.664,30	46.427,23
Mínimo	0	0	125	0	0,662	0,661	10.318,92	9.541,07
Máximo	1.500.531	1.463.174	1.690.174	1.640.810	0,778	0,778	41.983,22	55.968,30
Soma	4.404.407	4.062.330	5.389.845	4.574.387	-	-	-	-

Legenda: Ss = Soma Simples; Sp = Soma Ponderada; Ma = Média Aritmética; Mp = Média Ponderada; Das. = Mapeamento Dasimétrico. Elaboração: Os autores (2022)

A Figura 7 ilustra essas diferenças através dos dois métodos, ou seja, para a ottobacia selecionada existem dois municípios contemplados e um deles contém uma área ocupada maior do que o outro. Em uma determinação por média simples, o valor equivale por igual para os dois municípios, já na média ponderada, o município com maior predominância tem um peso maior na equação, o que influencia no resultado.

Figura 7 – Exemplo de determinação de dados de PIB per capita utilizando métodos diferentes



Elaboração: Os autores (2022)

Ainda pela Tabela 2 é possível destacar que além dos valores de média, a mediana e a moda dos três dados socioeconômicos também foram menores para as somas e médias ponderadas, com exceção das de população determinadas pelo mapeamento dasimétrico, cujo resultado de mediana e moda foi igual a zero, pois as ottobacias que não tinham área urbana foram consideradas com população inexistente. Também foi calculado a densidade populacional total da bacia do Paranapanema, resultando nos valores para habitante por quilômetro quadrado: 41,6 (Ss Das.); 38,4 (Sp Das.); 50,9 (Ss) e; 43,2 (Sp).

Para Silva, Morato e Kawakubo (2013), a densidade demográfica é mapeada utilizando os valores de população presentes nos setores censitários, divididos pela área abrangida pelo setor (método conhecido na cartografia temática como coroplético). O problema desta abordagem é que, muitas vezes, este procedimento de cálculo da densidade demográfica mascara a densidade populacional real, pois as áreas não residenciais são incluídas no cálculo, causando o efeito de suavização. Um método alternativo para o cálculo da densidade demográfica é o método dasimétrico. A metodologia dasimétrica propõe uma descrição mais realista, em que as áreas/taxas são modificadas de acordo com o critério de homogeneidade obtido por meio de informações complementares. Contudo, foi observado que essa lógica pode ser mais precisa em análises espaciais com escalas de maior detalhamento, como o comportamento da população dentro dos setores censitários. Em determinações para áreas de grandes bacias hidrográficas, como no caso da do rio Paranapanema, onde existem setores censitários rurais com grande número de residentes, pode impactar negativamente nos resultados, determinando valores de população absoluta menores do que a realidade.

Na década de 1980, Prochnow (1988) já mencionava que as lacunas de dados impactam negativamente a gestão de bacias hidrográficas. Com a divulgação do Censo Demográfico de 2000, quando foram disponibilizados diversos dados socioeconômicos, já foi destacado por Umbelino e Barbieri (2008) e Macedo e Magalhães Jr. (2010) o desafio dos pesquisadores de compatibilizar unidades espaciais distintas e agregar dados a recortes físicos que crescem em importância, tal como a bacia hidrográfica. De um modo geral, em estudos que adotam a bacia hidrográfica como unidade de análise, os dados socioeconômicos são utilizados de modo inadequado ao englobar, respectivamente, áreas maiores ou menores do que a área real da bacia hidrográfica. São frequentes as análises que utilizam dados e informações estatísticas dos municípios que compõem a bacia sem que, contudo, estes estejam inteiramente contidos nessas bacias hidrográficas (OLIVEIRA; MAGALHÃES JR., 2013). Outros estudos detalham um pouco mais as informações e utilizam os dados dos setores censitários, mas para compatibilizar o recorte dos setores censitários com os limites das bacias; estes estudos dividem os dados censitários proporcionalmente à porcentagem (lógica ponderada) do setor dentro da bacia hidrográfica (UMBELINO; BARBIERI, 2008; MACEDO; MAGALHÃES JR., 2010). Ainda pode-se considerar o município ou setor censitário preponderante dentro da bacia (ou ottobacia) para que seja considerado o valor total daquela unidade de análise.

Oliveira e Magalhaes Jr. (2013) destacam que as determinações por áreas ponderadas, embora mais precisas, também não permitem chegar a um grau de certeza, haja vista que essa divisão pode superdimensionar ou subdimensionar os dados selecionados, já que a distribuição espacial da ocupação da população nos setores não é homogênea. Para esses autores, se os atuais métodos de coleta e divulgação de dados socioeconômicos não geram informações compatíveis com o recorte de bacias hidrográficas, sequer pode-se determinar o grau de precisão destes dados. Atualmente, não é possível ter conhecimento da população das bacias hidrográficas por um método confiável e preciso, apenas com determinações estatísticas indiretas, como no caso de somas e médias ponderadas. Mesmo com a imprecisão dos dados municipais transpostos às bacias, ressalta-se que estes são amplamente utilizados para balizar políticas e decisões sobre os recursos hídricos no país.

A partir do conhecimento da realidade de cada bacia, por meio de dados e índices mais elaborados, é possível construir diagnósticos e cenários mais realistas, embasando processos decisórios e políticas de gestão apropriadas a cada especificidade. Com informações mais precisas, os gestores podem tomar decisões mais adequadas tendo em vista que a eficiência e otimização dos processos de monitoramento, fiscalização e investimentos financeiros, em geral, também se beneficiam da exposição mais transparente das realidades físicas e socioambientais das bacias hidrográficas. Oliveira e Magalhaes Jr. (2013) propõem que haja uma consideração e possível inclusão das bacias hidrográficas, ou ainda de ottobacias, no planejamento da malha cartográfica de setores censitários do IBGE.

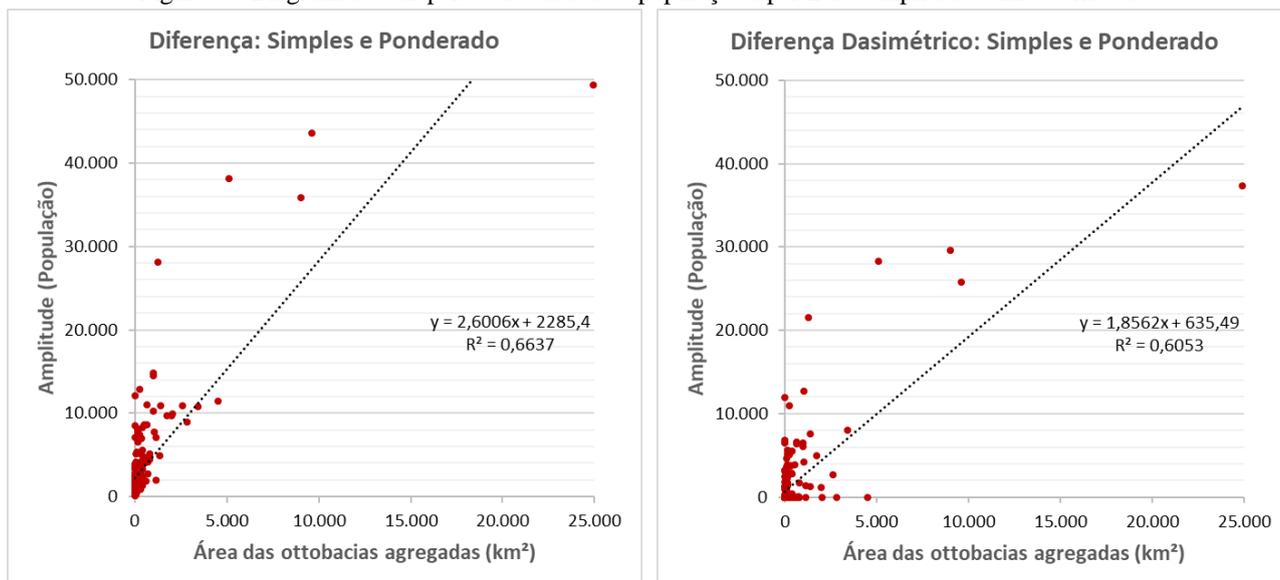
Todavia, é pertinente salientar que diversos estudos têm sido feitos na tentativa de se chegar a estimativas

confiáveis, para a determinação de dados em diferentes recortes espaciais, podendo ser citado o caso de IBGE (2016) que lançou a questão da Grade Estatística, sendo este um sistema de grades regulares utilizado para a disseminação dos dados dos censos, que foi pensado justamente para permitir a integração de dados de diferentes fontes, bem como ser adaptável a diversos tipos recortes espaciais e que podem ser usados em trabalhos envolvendo bacias hidrográficas, ou como demonstrou Pedro e Queiroz Filho (2017) em estudos de avaliação da grade estatística em aglomerados subnormais.

3.2 Diferenças de valores entre métodos de determinação de dados demográficos e socioeconômicos

A primeira análise na qual a Figura 8 permite realizar se trata do tamanho das ottobacias agregadas (abscissas) em relação a amplitude dos valores dos dados de população entre os dois métodos de soma simples e ponderado (ordenadas). Foi constatado que existe uma tendência de que quanto maior o tamanho de área da ottobacia, maior é a amplitude entre os métodos. Essa constatação pode ser aplicada tanto para a determinação dos dados de população por setores censitários, quanto para os dados do mapeamento dasimétrico, observados tanto pela linha de tendência linear, quanto pelo valor do coeficiente de determinação (R^2 ou R-quadrado), cujos resultados apresentaram valores próximos de 0,6, tendo em consideração que quanto maior o R^2 , mais explicativo é o modelo linear, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra.

Figura 8 – Diagramas de dispersão dos dados de população a partir das amplitudes entre os métodos

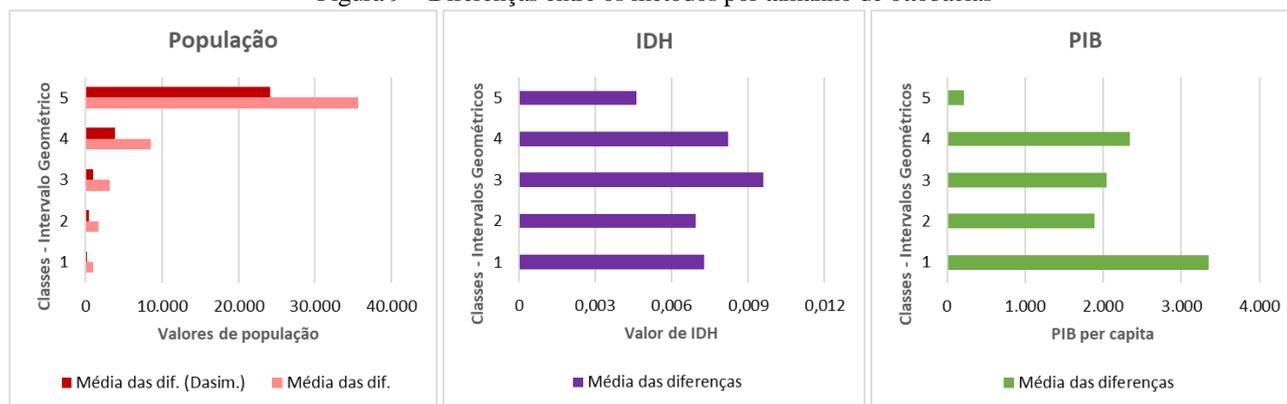


Elaboração: Os autores (2022)

Entretanto, para os dados de IDHM e PIB *per capita*, essa tendência não se mostrou com as mesmas características dos dados de população. Assim sendo, levanta-se a hipótese de que essa ausência de relação se deva ao fato desses dados socioeconômicos serem um índice e um valor monetário, e não dados de contagem absoluta, como é o de população e ainda deve-se levar em conta o fato de a origem dos dados serem limites municipais e não setores censitários. Foi observado que a relação entre a amplitude dos métodos e o tamanho das áreas das ottobacias agregadas foi praticamente nulo, com valores de R-quadrado próximos de zero.

Conforme destacado na metodologia, a Tabela 1 apresentou a divisão em cinco classes de ottobacias que foram classificadas por intervalos geométricos, a fim de se buscar padrões de diferenças entre os métodos de determinação propostos no presente trabalho. A partir dessa classificação foi possível fazer a análise de dispersão entre os métodos empregados neste estudo. A Figura 9 representa a média aritmética das amplitudes entre os métodos empregados neste estudo, de acordo com as classes de tamanho de ottobacias agregadas propostas pelo intervalo geométrico.

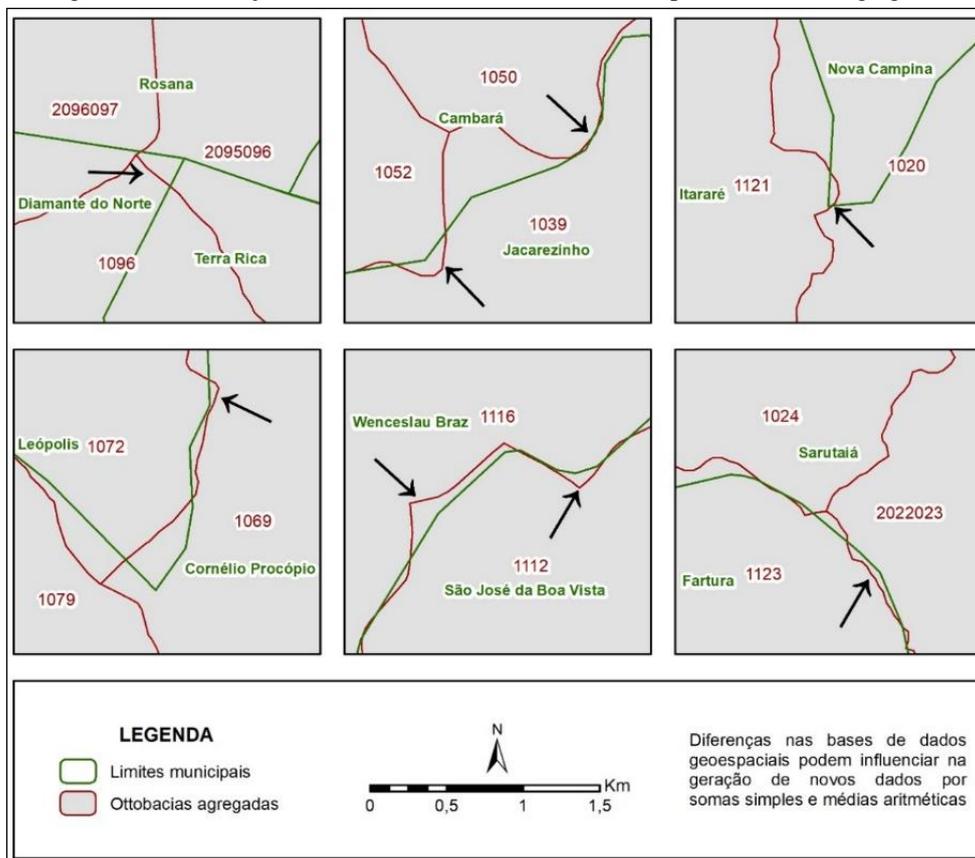
Figura 9 – Diferenças entre os métodos por tamanho de ottobacias



Elaboração: Os autores (2022)

Corroborando o que foi apresentado na Figura 8, os dados de população têm uma tendência de terem amplitudes maiores entre os métodos, conforme aumenta o tamanho das ottobacias agregadas, tanto para a estimativa por setores censitários quanto por mapeamento dasimétrico, ou seja, para ottobacias muito pequenas (classe 1) o método de soma ponderada possui valores muito próximos da soma simples. Contudo, para os dados de IDHM e PIB *per capita* as ottobacias muito grandes (classe 5) foram as que apresentaram as menores amplitudes entre os resultados dos dois métodos. Porém, as que apresentaram maior diferenças para IDHM foram as ottobacias de classe 3, enquanto para o PIB foram da classe 1. Contudo, destaca-se que tanto para IDHM quanto para PIB as menores médias de diferença se deram na classe 5. Uma hipótese pode estar relacionada ao próprio tamanho da ottobacia, pois quanto maior a ottobacia, possivelmente ocorrerá maior a ocorrência de diferentes municípios. Se o IDHM e o PIB são semelhantes para os municípios que compõem uma determinada ottobacia, o resultado será uma menor amplitude em qualquer tamanho de ottobacia. Por fim, a Figura 10 ilustra seis situações distintas que podem influenciar nas somas e médias simples em detrimento das ponderadas.

Figura 10 – Diferenças entre base de dados de limites municipais e ottobacias agregadas



Elaboração: Os autores (2022)

Nota-se que as diferenças entre os limites municipais com as ottobacias causam pequenas áreas que se sobressaem e com isso elas entram na interseção no ambiente SIG. Sendo assim, elas influenciam a determinação dos dados socioeconômicos e acabam prejudicando a qualidade dos valores finais, pois eles acabam sofrendo influência por áreas que praticamente nem fazem parte da ottobacia em questão. Deste modo, destaca-se que esse fator acaba sendo, portanto, uma limitação do dado, e não do método empregado no estudo. Sendo assim, pode-se sugerir novas etapas de trabalho na qual haja comprometimento do pesquisador em direcionar a pesquisa para métodos capazes de se diminuir o erro nas determinações de dados em diferentes recortes espaciais.

Entretanto, deve se destacar que os dados que foram trabalhados nesta pesquisa são disponibilizados em recortes político-administrativos (municípios) e em recortes de coleta de informações (setores censitários), sendo que não necessariamente foram pensados para se fazer política e gestão, tampouco eles precisam obrigatoriamente ter essa qualificação. É preciso apenas evidenciar as limitações inerentes a esses dados utilizados

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação de dados de origem demográfica ou socioeconômica, quaisquer que sejam, em unidades de análise como bacias hidrográficas é sempre um desafio, sobretudo quando a base de dados não corresponde com os seus limites. Determinar esses dados que têm a sua origem em setores censitários ou municípios tende a sempre causar algum tipo de incoerência, sendo importante que o pesquisador sempre destaque as limitações utilizadas no método escolhido. O presente trabalho procurou demonstrar que apesar dessas dificuldades é possível fazer essa determinação de dados, contudo, dependendo do método os resultados podem variar, comprometendo, deste modo, a análise e as discussões acerca da realidade da bacia hidrográfica, ou ottobacia em questão.

Foi demonstrada a viabilidade de utilizar o SIG como uma ferramenta de auxílio na geração de dados demográficos e socioeconômicos que podem servir de subsídios para trabalhos que envolvem a gestão de recursos hídricos. Contudo, a interseção simples pode gerar valores muito acima da realidade, pois considera todos os setores censitários ou municípios na equação.

O mapeamento dasimétrico, realizado para os dados de população, se mostrou limitante para esse tipo de estudo pois desconsidera qualquer área fora das áreas urbanizadas, tendo em vista que existe um número considerável de residentes em áreas rurais na área de estudo. Deste modo, exalta-se que é preciso sempre considerar o objetivo da pesquisa antes de utilizar uma metodologia, no sentido de que os mesmos dados poderiam gerar resultados satisfatórios se fosse feita apenas uma análise com uma escala compatível aos setores censitários, demonstrando as áreas de exclusão dos setores, em função do uso da terra (áreas urbanas e não urbanizadas). Ainda deve-se destacar que a fonte de dados pode alterar o resultado, como no caso das imagens do Landsat 30m utilizadas nesta pesquisa, sendo que se fosse utilizada outra fonte (como um outro satélite), poderia ter tido uma alteração na qualidade da apresentação dos dados finais.

Este trabalho identificou ainda questões que ainda requerem maior investigação, como o fato de que as diferenças entre os métodos variam conforme o tamanho das ottobacias agregadas, como no caso dos dados de população que manifestaram uma tendência de que quanto maior a ottobacia, maior é a amplitude entre os métodos de análise.

Por fim, apresenta-se uma discussão no sentido de que há uma lacuna na geração de dados socioeconômicos em unidades espaciais diferentes de setores censitários ou municípios, como no caso de bacias hidrográfica. Todos os dados desse caráter gerados em bacias são feitos por métodos indiretos e que apenas conseguem fazer estimativas da realidade dos dados. Deve-se destacar que apesar dessas lacunas, os dados levantados por recenseamentos ainda são a fonte mais precisa que se tem na realidade brasileira e que o comprometimento ou a não realização de um censo pode prejudicar quaisquer estudos de cunho social, geográfico, cartográfico, entre outros, que levem em conta as características da população.

Agradecimentos

À Agência Nacional de Águas (ANA) pelo financiamento do projeto de pesquisa (TED - Termo de Execução Descentralizada N° 11/2018/ANA), ao Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas da (Universidade Federal do Paraná (UFPR)), ao CNPq pela bolsa produtividade em pesquisa – processo 310312/2017-

5, ao Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB) do departamento de Geografia da UFPR, ao professor Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (Departamento de Hidráulica e Saneamento da UFPR) e por fim, aos revisores da Revista Brasileira de Cartografia pelas sugestões e críticas que somaram valor ao manuscrito.

Contribuição dos autores

A. N.: Conceptualização, Curadoria dos dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Validação, Visualização, Redação - minuta inicial e Redação - revisão e edição; L. S. D.: Conceptualização, Investigação, Metodologia, Recursos, Supervisão, Validação e Redação - revisão e edição; E. V. P.: Conceptualização, Aquisição de financiamento, Investigação, Recursos, Supervisão, Validação e Redação - revisão e edição.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os financiadores não tiveram interferência no desenvolvimento do estudo, na análise ou interpretação dos dados, na redação do manuscrito, ou na decisão de publicar os resultados. Este artigo é parte de estudo do projeto de pós-doutorado do primeiro autor, Alexei Nowatzki, desenvolvida sob orientação de Luciene Stamato Delazari e apresentada em 2021 no Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Referências

- ABREU, M. V. S.; OLIVEIRA, J. C. DE; ANDRADE, V. D. A.; MEIRA, A. D. Proposta metodológica para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa – MG. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 1, p. 169-186, 2011. DOI: 10.1590/S0102-30982011000100009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) **Comitês de Bacia Hidrográfica**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica>> Acesso em: 09 abr 2021.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo, Ed. Unisinos, 165p. 2003.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN P.A. **Estatística Básica**, Ed. Saraiva, São Paulo, 9 ed. 576p. 2017.
- DUARTE, L. T.; SILVA, D.B.N.; BRITO, J.A.M. Análise de para dados do Censo Demográfico 2010: uma investigação de fatores associados a erros não amostrais do levantamento de dados. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v.33, n.3, p.679-701, 2016. DOI: 10.20947/S0102-30982016c0011.
- FRANÇA, V. O.; STRAUCH, J. C. M.; AJARA, C. Método dasimétrico inteligente: uma aplicação na mesorregião metropolitana de Belém. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 66, n. 6, 2014. DOI: 10.14393/rbcv66n6-44721.
- GOMES, J. V. P.; BARROS, R. S. A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. In: **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2011, Curitiba - PR. XV SBSR, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Recenseamento Geral do Brasil no ano de 2000** (para unidades da federação e municípios). Rio de Janeiro, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Grade Estatística**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Portal IBGE**, Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 ago 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O que é o PIB**. Brasília, 2020b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>> Acesso em: 27 ago 2020.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha de Setores Censitários**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?=&t=saiba-mais-edicao>>. Acesso em: 11 out 2021
- LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO E ESTUDOS AMBIENTAIS (LAGEAMB). Base de Dados Geoespaciais e Gestão Documental de Projetos. Org.: PAULA, E. V.; PAZ, O. L. S.; SILVA, V. C.; NOWATZKI, A.; WROBLEWSKI, C. A.; PILATTI, D. M.; RIBEIRO, E.; SILVA, E. N.; SENGER, G.; COUTO, J. P. B.; CORDEIRO, M. F. O.; PAI, M. O. D.; SANTOS, R. V.; VIKOU, S. V. P. 54p. **Nota Técnica**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2020.
- MACEDO, D. R.; MAGALHÃES JR. A. P. Evaluation urban stream restoration project through water quality analysis and survey of the neighbourhood residents. In: **International Conference Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management**, n. 7, p. 1-9, Lyon, France: Graie, 2010.
- MENNIS, J.; HULTGREN, T. Dasymeric mapping for disaggregating coarse resolution population data. **Proceedings of the 22nd Annual International Cartographic Conference**, p. 9-16. 2005.
- MOON, Z. K.; FARMER, F. L. Population density surface: a new approach to an old problem. **Society & Natural Resources**, v. 14, n. 1, p. 39-51, 2001. DOI: 10.1080/08941920120013
- MOORE, D. S. **A estatística básica e sua prática**. Rio de Janeiro: LTC, 7 ed., 2017.
- MORAIS JUNIOR, H. DE S.; SILVA, S. L. B. DA. Mapeamento dasimétrico e interpolação de dados censitários e imagem orbital para análise da dilatação do sítio urbano da cidade de Belém do Pará. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 36, p. 95-109, 2019. DOI: 10.21170/geonorte.2019.V.10.N.36.A95.109.
- NEVES, O. M. S.; STRAUCH, J. C. M.; AJARA, C. Dasymeric methods applied to Jacarepaguá watershed. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. 606-622, 2017. DOI: 10.1590/S1982-21702017000400040.
- OLIVEIRA, L. A. P.; SIMÕES, C.C.S. O IBGE e as pesquisas populacionais **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 291-302, 2005. DOI: 10.1590/S0102-30982005000200007.
- OLIVEIRA, F. F.; MAGALHÃES JR., A. P. Disponibilidade de dados socioeconômicos para a gestão de bacias hidrográficas no Brasil. Em: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, v. 1, p. 102-113, 2013.
- PAZ, O. L. S.; DAL PAI, M. O.; PAULA, E. V. Proposta metodológica para elaboração de base de dados geoespaciais como subsídio a estudos ambientais: aplicação em unidades de conservação do litoral norte do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 2, p. 613-629, 2020. DOI: 10.26848/rbgf.v13.2.p613-629.
- PEDRO, A. A.; QUEIROZ FILHO, A. P. de. Avaliação da grade estatística em aglomerados subnormais: Estudo de caso da subprefeitura de São Mateus - SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 69, n. 2, 2017. DOI: 10.14393/rbcv69n2-44018.
- PLANO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS (PIRH). **Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema** (PIRH Paranapanema), Brasília, 335p, 2016. Disponível em: <<https://www2.paranapanema.org/plano-de-bacia/>> Acesso em 09 mai. 2021.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **O que é desenvolvimento humano**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>> Acesso em: 11 out 2022.
- PFAFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação**. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989.
- PROCHNOW, M. C. R. Planejamento de bacias hidrográficas – Semana do Meio Ambiente, In: **Anais Livroceres**. Campinas, Brasil. Campinas: Fund. Cargill; p. 31-39, 1988.
- 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**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 175–200, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5216/ag.v12i1.45968>
- SILVA, J. G. Segredos da Estatística para Geografia. **Cadernos Geográficos**. Florianópolis, n.35, 128 p. 2016.

- SILVA, A. P.; MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S. Mapeamento da distribuição espacial da população utilizando o método dasimétrico: exemplo de caso no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, p. 37-48, 2013. DOI: 10.26848/rbgf.v06.1.p037-048.
- SILVEIRA, R. M. P. **Cartografia Temática**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2019.
- SLOCUM, T. A.; MCMASTER, R. B.; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. **Thematic Cartography and Geovisualization**. 3rd ed. EUA: Prentice Hall Series in Geographic Information Science, 2009.
- TOZZI, B. K. M.; KRÜGER, C. M.; GALLEGRO, C. E. C.; RAMINA, R. H.; TOZZI, R. F.; TASCHELMAYER, C. Proposta de metodologia para determinação de disponibilidades hídricas superficiais no planejamento de recursos hídricos, utilizando interpolação espacial e construção de superfícies de vazão. In: **XX Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves – RS, 2013.
- UMBELINO, G. J. M.; BARBIERI, A. F. Metodologia para a compatibilização de setores censitários e perímetros urbanos entre os censos de 1991, 2000 e 2010. In: XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2008, Caxambu - MG. **Anais do XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, 2008.
- WEBER, E. M. **DasyTools: A user-friendly dasymetric mapping toolkit with automated accuracy assessments**. 2010, 105 f. Tese (Doutorado em Geografia), University of Kansas, Lawrence, 2010.

Biografia do autor principal



Alexei Nowatzki nasceu em São Paulo (SP) em 1986. Geógrafo formado pela UFPR (Universidade Federal do Paraná). Doutor e Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Geografia (UFPR) pela linha de pesquisa “Paisagem e Análise Ambiental”, com desenvolvimento de pesquisa em mapeamentos digitais de solos. Pós-doutorado em Ciências Geodésicas (UFPR) pela linha de pesquisa “Cartografia e SIG” e com parceria da ANA (Agência Nacional de Águas), na temática da gestão de recursos hídricos e do território. Possui experiência em Pedologia, Geomorfologia, Cartografia, Geoprocessamento e Educação em Geografia. Atua como professor substituto no IFPR (Instituto Federal do Paraná) no Campus de Curitiba.



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.