



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MEIO  
AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**ALESSANDRA LEMES BARCALA SOLERA**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE E DOS CASOS DE  
INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Presidente Prudente - SP

2024



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MEIO  
AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**ALESSANDRA LEMES BARCALA SOLERA**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE E DOS CASOS DE  
INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientadora:

Profa. Dra. Ana Paula Alves Favareto

Coorientadores:

Profa. Dra. Ana Paula Marques Ramos

Profa. Dra. Renata Calciolari Rossi

Presidente Prudente - SP

2024

616.61  
S685a

Solera, Alessandra Lemes Barcala.

Análise espaço-temporal da mortalidade e dos casos de insuficiência renal no estado de São Paulo / Alessandra Lemes Barcala Solera. –Presidente Prudente, 2024.

72 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2024.

Bibliografia.

Orientadora: Dra. Ana Paula Alves Favareto

1. Doença renal. 2. Estatística espacial. 3. Geoprocessamento. 4. Distribuição temporal. 5. Estudos ecológicos. I. Título.

Catálogo na Fonte: Maria Leticia Silva Vila Real – CRB 8/10699

**ALESSANDRA LEMES BARCALA SOLERA**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE E DOS CASOS DE  
INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Presidente Prudente, 28 de maio de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Alves Favareto  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente – SP

---

Banca: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Vanessa Moris  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente – SP

---

Banca: Prof. Dr. Renan Furlan de Oliveira  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Florianópolis – SC



*Dedico este trabalho a minha família, por sempre me apoiar e incentivar em todos os momentos da minha vida, e a todos os que me ajudaram ao longo desta caminhada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ser minha fortaleza em todos os momentos da minha vida, por me dar forças para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos.

Agradeço à minha família por sempre acreditaram nos meus sonhos, pelo amor e carinho com que sempre me apoiaram e motivaram em todos os momentos da minha vida.

Em especial aos meus queridos pais, cujo amor, apoio e sacrifício tornaram possível a minha jornada acadêmica, meu amado esposo, quem mais me apoiou e foi meu porto seguro durante os desafios desta jornada, e à minha adorável filha, que trouxe luz e inspiração aos meus dias.

Expresso minha imensa gratidão a minha orientadora Profa. Dra. Ana Paula Alves Favareto, às coorientadoras Profa. Dra. Ana Paula Marques Ramos e Profa. Dra. Renata Calciolari Rossi, pela parceria para realização desta dissertação. Sua atenção, apoio, críticas e sugestões foram essenciais ao desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do PPG MADRE, com os quais tive a oportunidade de estudar, pela contribuição que deram à minha formação.

A todos os demais profissionais da UNOESTE pelo apoio que me deram ao longo da realização do meu trabalho.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para que eu pudesse cumprir da melhor maneira possível mais essa etapa da minha vida, o mestrado.

Que este trabalho possa refletir não apenas meu esforço, mas também a generosidade e apoio daqueles que estiveram ao meu lado.

A todos agradeço com profunda admiração.

## RESUMO

### ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE E DOS CASOS DE INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

A Insuficiência Renal (IR) é uma doença progressiva e grave, representando um desafio significativo para a saúde pública. A doença é caracterizada pela perda da capacidade funcional dos rins, a qual pode levar a complicações e morte prematura. Embora o Ministério da Saúde disponibilize dados de casos e mortalidade por IR a nível municipal, o padrão de distribuição espacial desta doença no Estado de São Paulo é desconhecido. Isto é essencial para apoiar a definição de políticas públicas de saúde efetivas, de acordo com as áreas mais afetadas pela doença. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi analisar a distribuição espaço-temporal da mortalidade e da taxa de insuficiência renal (aguda, crônica e não especificada) no Estado de São Paulo no período de 2008 a 2021, correlacionando-as com fatores sociodemográficos. Para tanto, foi realizado: (i) levantamento de dados de mortalidade por IR (lista Causa - CID-BR-10) por município do estado de São Paulo, por meio do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM); (ii) levantamento do número de Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) aprovadas para a insuficiência renal (lista Morbidade da CID-10), por município do estado de São Paulo e dados sociodemográficos (ex.: idade, gênero) na base DATASUS; (iii) organização da base cartográfica de limite dos municípios; (iv) processamento dos dados, incluindo cálculo da taxa de mortalidade e taxa de insuficiência renal, análise exploratória dos dados, cálculo de tendência temporal da distribuição da taxa de mortalidade e taxa de insuficiência renal no estado, e uso de métodos de detecção e análise de agrupamento espacial; e (v) elaboração de mapas temáticos uni e bivariados para exploração e análise dos padrões observados. O período de análise de dados foi de 2008 a 2021. Os dados disponíveis no DATASUS para mortalidade (lista Causa - CID-BR-10) e AIH aprovadas (lista Morbidade da CID-10) para IR consideram conjuntamente insuficiência renal aguda (N17), insuficiência renal crônica (N18) e insuficiência renal não especificada (N19). O processamento, análise e representação dos dados foi realizado em Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os resultados apontaram que o padrão de distribuição da mortalidade e da taxa por IR no Estado não é aleatório. Há uma tendência ascendente da taxa de IR e do número de óbitos. Os homens são

os mais afetados pela doença e apresentam maior número de óbitos, sendo a faixa etária acima de 59 anos a mais vulnerável. As regiões mais críticas para IR são aquelas situadas à oeste do Estado, sobretudo, a mesorregião de São José do Rio Preto. Os resultados deste trabalho representam importantes fontes de dados para Medicina, permitindo identificação de áreas e períodos de maior incidência de IR. Podem auxiliar na orientação de futuras ações de medidas preventivas e sociais e de manejo da IR, incluindo campanhas de conscientização, triagem precoce e intervenções terapêuticas, visando reduzir a incidência e mortalidade pela doença. Permite ainda a implementação de programas de prevenção e controle adaptados às necessidades específicas de cada região e grupo populacional, incluindo educação sobre hábitos de vida saudáveis, manejo adequado de doenças crônicas e acesso a serviços de saúde, principalmente nas regiões que demonstraram maior prevalência e óbitos pela doença. Além disso, os dados obtidos podem contribuir para o planejamento e a alocação de recursos de saúde, de acordo com as particularidades locais, visando mitigar os impactos dessa doença. Esta pesquisa contribui para uma análise epidemiológica que pode informar os setores competentes, para a criação de modelos assistenciais adaptados às necessidades locais. Este estudo também fortalece a capacidade dos profissionais de saúde de enfrentarem a IR em sua prática clínica diária, oferecendo cuidados mais personalizados e eficazes aos pacientes, de acordo com as particularidades locais e sociodemográficas, promovendo melhores resultados clínicos e qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Doença renal; Estatística espacial; Geoprocessamento; Distribuição temporal; Estudos ecológicos.

## **ABSTRACT**

### **SPACE-TEMPORAL ANALYSIS OF MORTALITY AND CASES OF RENAL FAILURE IN THE STATE OF SÃO PAULO**

Renal failure (RF) is a progressive and serious disease, representing a significant challenge to public health. The disease is characterized by the loss of functional capacity of the kidneys, which can lead to complications and premature death. Although the Ministry of Health makes data on RI cases and mortality available at the municipal level, the spatial distribution pattern of this disease in the State of São Paulo is unknown. This is essential to support the definition of effective public health policies, according to the areas most affected by the disease. Therefore, the objective of the present study was to analyze the spatio-temporal distribution of mortality and the rate of renal failure (acute, chronic and unspecified) in the State of São Paulo from 2008 to 2021, correlating them with sociodemographic factors. To this end, the following were carried out: (i) collection of mortality data due to RF (Cause list - ICD-BR-10) by municipality in the state of São Paulo, through the Mortality Information System (MIS); (ii) survey of the number of Hospital Admission Authorizations (HAA) approved for renal failure (ICD-10 Morbidity list), by municipality in the state of São Paulo and sociodemographic data (e.g., age, gender) in the DATASUS database; (iii) organization of the cartographic base of municipal boundaries; (iv) data processing, including calculation of the mortality rate and renal failure rate, exploratory data analysis, calculation of temporal trends in the distribution of the mortality rate and renal failure rate in the state, and use of detection and analysis methods spatial grouping; and (v) preparation of uni- and bivariate thematic maps to explore and analyze the observed patterns. The period of data analysis was from 2008 to 2021. The data available in DATASUS for mortality (Cause list - ICD-BR-10) and approved HAA (ICD-10 Morbidity list) for RF jointly consider acute renal failure (N17), chronic renal failure (N18) and unspecified renal failure (N19). Data processing, analysis and representation were carried out in a Geographic Information System (GIS). The distribution pattern of RF rate and mortality in the State is not random. There is an upward trend in the IR rate and the number of deaths. Men are the most affected by the disease and have the highest number of deaths, with the age group over 59 being the most vulnerable. The most critical regions for IR are those located to the west of

the State, especially the mesoregion of São José do Rio Preto. The results of this work represent important sources of data for Medicine, allowing the identification of areas and periods of higher incidence of IR. they can help guide future preventive and social measures and kidney failure management actions, including awareness campaigns, early screening and therapeutic interventions, aiming to reduce the incidence and mortality from IR. It also allows the implementation of prevention and control programs adapted to the specific needs of each region and population group, including education on healthy lifestyle habits, adequate management of chronic diseases and access to health services, especially in regions that have demonstrated higher prevalence and deaths by the disease. Furthermore, the data obtained can contribute to the planning and allocation of health resources, according to local particularities, aiming to mitigate the impacts of this disease. This research contributes to an epidemiological analysis that can inform the competent sectors to create care models adapted to local needs. This study also strengthens the ability of health professionals to face renal failure in their daily clinical practice, offering more personalized and effective care to patients, according to local and sociodemographic particularities, promoting better clinical results and quality of life.

**Keywords:** Kidney disease; Spatial statistics; Geoprocessing; Temporal distribution. Ecological studies.

## LISTA DE SIGLAS

|         |   |
|---------|---|
| AIH     | - Autorização de Internação Hospitalar                        |
| CAPES   | - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| CID     | - Classificação Internacional da Doença                       |
| DATASUS | - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde       |
| DRC     | - Doença Renal Crônica  |
| FG      | - Filtração Glomerular  |
| FFR     | - Falência Funcional Renal                                    |
| IBGE    | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística             |
| IR      | - Insuficiência Renal   |
| IRA     | - Insuficiência Renal Aguda                                   |
| IRC     | - Insuficiência Renal Crônica                                 |
| LISA    | - Índice local de Moran                                       |
| ODS     | - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável                     |
| ONU     | - Organização das Nações Unidas                               |
| PIB     | - Produto Interno Bruto                                       |
| SIG     | - Sistema de Informação Geográfica                            |
| SIM     | - Sistema de Informação de Mortalidade                        |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Localização geográfica dos municípios e mesorregiões do estado de São Paulo..... 17
- Figura 2-** Total de casos de insuficiência renal no Estado de São Paulo entre 2008 e 2021.....27
- Figura 3-** Total de casos de insuficiência renal entre homens e mulheres no Estado de São Paulo de 2008 a 2021.....29
- Figura 4-** Total de casos de insuficiência renal em diferentes faixas etárias (1 a 19 anos, 20 a 59 anos e acima de 59 anos de idade) no Estado de São Paulo entre 2008 e 2021.....30
- Figura 5-** Estimador de densidade Kernel da taxa de insuficiência renal entre 2008 e 2021 no Estado de São Paulo.....32
- Figura 6-** Distribuição dos aglomerados de alta e baixa taxa de insuficiência renal no estado de São Paulo, de 2008 a 2021.....34
- Figura 7-** Total de óbitos por insuficiência renal no Estado de São Paulo entre 2008 e 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022). .....37
- Figura 8-** Média da mortalidade por insuficiência renal nos municípios agrupada por mesorregião do Estado de São Paulo de 2008 a 2020. A mortalidade representa 1 óbito a cada 10.000 pessoas. ....38
- Figura 9-** Total de óbitos por insuficiência renal entre homens e mulheres no Estado de São Paulo de 2008 a 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022). .....39
- Figura 10-** Total de óbitos por insuficiência renal em diferentes faixas etárias (1 a 19 anos, 20 a 59 anos e acima de 59 anos de idade) no Estado de São Paulo entre 2008 e 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022). .....41
- Figura 11-** Gráfico da função K de Ripley para a detecção de agrupamento espacial dos municípios do Estado de São Paulo em diferentes escalas: ponderada pela mortalidade por insuficiência renal em 2020 (Figura 11a) e sem



|  |    |
|--|----|
| ponderação (Figura 11b). No eixo horizontal os valores das distâncias são expressos em quilômetros.....  | 43 |
| <b>Figura 12-</b> Estimador de densidade Kernel da mortalidade por insuficiência renal entre 2008 e 2020 no Estado de São Paulo.....   | 45 |
| <b>Figura 13-</b> Aglomerados de altas e baixa mortalidade por insuficiência renal, e outliers espaciais, de 2008 a 2020 no Estado de São Paulo.....                                     | 50 |
| <b>Figura 14-</b> Aglomerados de alta e baixa mortalidade causada por insuficiência renal para diferentes níveis de confiança (90%, 95 e 99%) no Estado de São Paulo e 2008 a 2020. .... | 54 |
| <b>Figura 15-</b> Taxa de insuficiência renal e mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo entre 2008 e 2020.....  | 58 |

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Caracterização da autocorrelação espacial da mortalidade por insuficiência renal nos municípios do Estado de São Paulo registrada de 2008 a 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022). ....42

## SUMÁRIO

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | INTRODUÇÃO .....   | 15 |
| 2.   | REVISÃO DE LITERATURA .....  | 19 |
| 2.1. | Doença Renal Crônica .....   | 19 |
| 2.2. | Insuficiência Renal .....  | 19 |
| 2.3. | Distribuição Espacial de Doenças .....   | 20 |
| 3.   | METODOLOGIA .....  | 22 |
| 4.   | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 27 |
| 4.1. | Hospitalizações por insuficiência renal no Estado de São Paulo:<br>tendências temporais e padrões espaciais, 2008-2021. ....                                     | 27 |
| 4.2. | Análise espaço-temporal do padrão de distribuição da mortalidade<br>por insuficiência renal no Estado de São Paulo no período entre 2008<br>e 2020 .....         | 36 |
| 5.   | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 60 |
|      | REFERÊNCIAS.....   | 63 |
|      | ANEXO A- HOSPITALIZAÇÕES POR INSUFICIÊNCIA RENAL NO<br>ESTADO DE SÃO PAULO: TENDÊNCIAS TEMPORAIS E PADRÕES<br>ESPACIAIS, 2008-2021.....                          | 70 |
|      | ANEXO B- ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PADRÃO DE<br>DISTRIBUIÇÃO DA MORTALIDADE POR INSUFICIÊNCIA RENAL NO<br>ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO ENTRE 2008 E 2020..... | 71 |

## 1. INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) apresenta alta prevalência na população (10-13%) (Ammirati, 2020) é irreversível e de evolução lenta e progressiva. As principais complicações da DRC incluem anemia, acidose metabólica, desnutrição, alteração do metabolismo de cálcio e fósforo, alterações cardiovasculares e perda de função renal, que caracteriza o estágio mais avançado da doença, denominado insuficiência renal (IR) (Bastos; Bregman; Kirsztajn, 2020). Os pacientes com esta patologia permanecem na maioria das vezes assintomáticos, apresentando as complicações típicas da disfunção renal apenas em estágios mais avançados, o que envolve maior risco de complicações e mortalidade, principalmente relacionadas ao sistema cardiovascular (Ammirati, 2020).

A IR é uma das doenças que mais acomete a população no mundo, acarretando altos custos ao sistema de saúde (Marinho *et al.* 2017; Alcalde, Kirsztajn, 2018). É definida pela presença de alterações da estrutura ou das funções dos rins, com ou sem alteração da filtração glomerular e pode ser caracterizada como aguda, quando ocorre a súbita e rápida perda da função renal; ou crônica, quando esta perda é lenta, progressiva e irreversível (Alcalde, Kirsztajn, 2018; Ammirati, 2020).

Em 2017, a prevalência global de doença renal crônica (DRC) foi de 9,1% que corresponde a 700 milhões de casos (Cockwell; Fisher, 2020). Existe grande variação entre regiões, e entre países, quanto ao número de mortes por DRC; por exemplo, na América Latina central, na Ásia central e na América do Norte de alta renda, a mortalidade por esta doença aumentou em aproximadamente 60%. Na América Latina Central e Andina, a DRC foi, respectivamente, a 2ª e a 5ª causa de morte em 2017. Estes dados são uma confirmação de que a insuficiência renal é um problema global e cada vez maior para países de baixo e médio desenvolvimento socioeconômico principalmente (Cockwell; Fisher, 2020).

A mortalidade por IR é 10 a 20 vezes maior que a da população geral. Considerada como uma das principais causas de morte no mundo, correspondeu a quase 60% da mortalidade mundial e 45,9% da carga global de doenças em 2005, com tendência de aumento para 73% dos óbitos e 60% da carga de doenças crônicas no ano 2020 (Romão Júnior, 2004; WHO, 2008). Além de ser essencial para evitar a evolução da doença, o diagnóstico precoce é importante para identificação de possível risco de outras doenças associadas (Pereira, 2000, Marinho *et al.*, 2017). Entretanto,

a detecção precoce da IR ainda é um aspecto falho na maioria dos serviços de saúde, inclusive, de países desenvolvidos. Em consequência do diagnóstico tardio, aumenta-se o risco de mortalidade e outros fatores como polifarmácia, manejo inadequado da doença mineral óssea, desnutrição, complicações relacionadas ao uso de acesso vascular temporário, maior tempo de internação hospitalar, redução do acesso ao transplante renal preemptivo e, conseqüentemente, aumento dos custos com serviços de saúde (Stack, 2003).

O contexto exposto denota a relevância da realização de estudos ecológicos de série temporal, pois estes viabilizam a análise da distribuição de doenças (ex.: insuficiência renal), por exemplo, por regiões administrativas, como municípios, regionais de saúde, estados, favorecendo a definição de estratégias para ações de controle e vigilância de doenças. Neste tipo de estudo, o Geoprocessamento e os métodos de análise espacial, aplicados em Sistema de Informação Geográfica, são ferramentas essenciais. Isto porque facilitam a detecção e análise do padrão de distribuição de um fenômeno (ex.: mortalidade e casos de insuficiência renal por região), seja em uma avaliação isolada, ou em função de fatores correlatos, bem como a verificação de tendências de mudanças do fenômeno em estudo, auxiliando compreender os processos responsáveis pelos padrões e, por conseguinte, na tomada de decisão (Cockwell; Fisher, 2020). No Brasil, nota-se alguns estudos ecológicos em insuficiência renal, caso crônico ou aguda (Ribeiro *et al.*, 2008; Sarmiento *et al.*, 2018; Marcos *et al.*, 2019; Cockwell; Fisher, 2020). Contudo, no Estado de São Paulo (Figura 1), o padrão de distribuição da taxa de mortalidade e taxa de insuficiência renal é uma informação ainda a ser provida aos gestores de saúde, uma vez que os gastos determinam a capacidade do governo quanto à manutenção futura do tratamento de doenças.

Figura 1– Localização geográfica dos municípios e mesorregiões do estado de São Paulo.



Fonte: Autora

Uma revisão de literatura (Marinho *et al.* 2017) sobre a prevalência de DRC em adultos no Brasil, conclui que a prevalência desta varia de acordo com o método empregado na sua definição, e que, portanto, sua prevalência é incerta no Brasil. Esta afirmação reforça a necessidade de continuidade de estudos nessa temática, sobretudo, com o uso de abordagens de análise espacial que permitam evidenciar focos de ocorrência da doença, e a relação com seus possíveis fatores. O único trabalho neste sentido no Estado de São Paulo é o de Marcos *et al.* (2019), porém somente foram considerados os municípios de São Bernardo do Campo em 2016. Caracteriza-se, portanto, uma lacuna identificar os aglomerados espaciais de alta, e de baixa taxa de mortalidade e taxa de insuficiência renal, e os correlacionar a fatores sociodemográficos, envolvendo os 645 municípios do estado. São Paulo é o segundo maior estado do Brasil em termos de número de municípios, o estado mais populoso, com aproximadamente 46,8 milhões de pessoas, e o de maior PIB (produto Interno Bruto) da federação brasileira (IBGE, 2022).

A principal contribuição desse trabalho é trazer informações que auxiliem no diagnóstico espacial sobre a taxa de hospitalizações e de mortalidade por IR no Estado de São Paulo e suas possíveis relações com fatores sociodemográficos, as quais possam apoiar medidas de orientação de políticas públicas de saúde, de acordo com as regiões de maior número de casos. A hipótese do estudo foi que os casos de IR estão agrupados, formando focos em regiões do estado de São Paulo, com áreas e municípios com maior e menor número de casos e de mortalidade pela doença. Além disso, há uma associação significativa entre as variações temporais da IR no Estado no período de estudo e determinantes sociodemográficos.

O objetivo geral do presente estudo foi analisar a distribuição espaço-temporal da mortalidade e da taxa de insuficiência renal (aguda, crônica e não especificada) no Estado de São Paulo no período de 2008 a 2021, correlacionando-as com fatores sociodemográficos. Os objetivos específicos foram: (i) identificar o padrão de distribuição espacial da taxa (Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) aprovadas) de insuficiência renal no Estado de São Paulo no período de 2008 a 2021; (ii) Identificar o padrão de distribuição espacial da taxa de mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo no período de 2008 a 2020; (iii) identificar possíveis correlações entre a taxa de mortalidade e taxa de insuficiência renal e fatores sociodemográficos; (iv) apontar a tendência temporal de distribuição da taxa de mortalidade e taxa insuficiência renal no Estado de São Paulo.

O presente trabalho faz parte do projeto interdisciplinar “PROINTER SAÚDE: Avaliação dos aspectos epidemiológicos e de controle dos agravos de interesse em saúde pública na região do Pontal do Paranapanema”. Além disso, contempla um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo ele o ODS 3 – Saúde e bem-estar: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.

A estruturação desta dissertação ocorre em cinco capítulos, iniciando por este de introdução. O segundo capítulo contempla a revisão de literatura e o terceiro a metodologia empregada para a análise espaço-temporal da taxa de IR e mortalidade por IR no estado de São Paulo. O quarto capítulo aborda os resultados e discussão. Cabe ressaltar que o presente trabalho resultou em dois artigos, cujos resultados e discussão são apresentados separadamente. O primeiro artigo é intitulado “Hospitalizações por insuficiência renal no Estado de São Paulo: tendências temporais e padrões espaciais, 2008-2021” e está aceito para publicação (ANEXO A) no periódico “Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia” (Qualis A3 pela CAPES). O segundo artigo é intitulado “Análise espaço-temporal do padrão de distribuição da mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo no período entre 2008 e 2020.”, e está publicado (ANEXO B) no periódico Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde (Qualis A1 pela CAPES). O quinto capítulo desta dissertação contempla as considerações finais.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Doença Renal Crônica**

Considerando que os rins possuem fundamental importância para manutenção do equilíbrio do corpo humano, a redução progressiva da função renal compromete essencialmente outros órgãos. Por esta razão, Doença Renal Crônica (DRC) é um problema global de saúde pública. A função renal é avaliada pela filtração glomerular (FG) e a sua diminuição é observada na DRC, associada a perda das funções endócrinas do rim, regulatórias e excretórias (Bastos; Bregman; Kirsztajn, 2010). Segundo a Diretriz Clínica de DRC do Ministério da Saúde (Brasil, 2014), é considerado portador de DRC, indivíduos que, independentemente da causa, apresente por pelo menos três meses consecutivos uma TFG  $< 60\text{ml/min/1,73m}^2$ . Quando a filtração glomerular é reduzida, atingindo valores inferiores a  $15\text{mL/min/1,73m}^2$ , é estabelecida a falência funcional renal (FFR), caracterizando o estágio mais avançado de perda funcional observada na DRC (Glassock; Denic; Rule, 2017).

No Brasil, sua prevalência é incerta e mais frequente do que até então se considerava, possuindo uma evolução clínica associada a altas taxas de morbidade e mortalidade. A incidência e a prevalência são crescentes e o prognóstico ainda é ruim, demandando custos altíssimos com tratamento. Apesar das doenças base, os principais problemas em pacientes com DRC são as suas complicações como anemia, acidose metabólica, alteração do metabolismo mineral e desnutrição, decorrentes da perda funcional renal, e o óbito provado principalmente por causas cardiovasculares e pela própria FFR (Bastos; Bregman; Kirsztajn, 2010). Todavia, verifica-se que a DRC é subdiagnosticada e tratada inadequadamente, resultando na perda de oportunidade para a implementação de prevenção ou tratamento precoce.

### **2.2. Insuficiência Renal**

A insuficiência renal se caracteriza pela incapacidade dos rins de filtrar o sangue, dificultando ou impossibilitando a eliminação de substâncias tóxicas para o organismo, em grandes concentrações no sangue, como por exemplo a creatinina e a ureia

(Frazão, 2021). A insuficiência renal pode ser aguda (IRA), quando ocorre súbita e rápida perda da função renal, ou crônica (IRC), quando esta perda é lenta, progressiva e irreversível (Brasil, 2011).

A insuficiência renal aguda (IRA) se caracteriza pela repentina redução da função de filtração glomerular, determinando uma incapacidade dos rins para exercer as funções de excreção, manutenção do equilíbrio ácido-básico e da homeostase hidroeletrólítica do organismo. Tais complicações contribuem para a elevação das taxas de morbidade e mortalidade de pacientes em estado crítico (Joannidis; Metnitz, 2005).

A insuficiência renal crônica (IRC) é a fase mais avançada da doença renal. Consiste na perda progressiva, irreversível e multifatorial, da capacidade dos rins em manter os equilíbrios metabólicos e hidroeletrólíticos, gerando alterações nos diversos sistemas do organismo (Smeltzer; Bare, 2009). As alterações podem ser inespecíficas, como fadiga, anorexia, prurido, edema, náusea, emagrecimento, hipertensão, e fisiológicas, sendo mais frequentes a poliúria e a hematúria. Na medida em que a doença evolui, as substâncias se acumulam no sangue e algumas toxinas não eliminadas podem afetar o organismo, determinando um quadro de uremia, devido ao acúmulo de ureia (Ribeiro *et al.*, 2008).

Por possuir uma característica assintomática, as pessoas só tomam conhecimento do quadro clínico quando o mesmo já está em estágio avançado, necessitando de cuidados urgentes, especialmente de tratamento para substituição da função renal como é o caso da hemodiálise (Romão Júnior, 2007; Smeltzer; Bare, 2009).

### **2.3. Distribuição Espacial de Doenças**

A ideia de que algumas doenças ocorrem em locais específicos não é recente, despertando o interesse em estudar as relações entre o homem e o meio levou a uma variedade de trabalhos que se concentraram na análise da distribuição espacial das doenças (Hino *et al.*, 2011). O uso de mapas para localizar eventos de saúde no espaço geográfico não é novidade. O médico John Snow investigou um surto de cólera no bairro do Soho, em Londres, em 1854, mapeando as casas atingidas e as pessoas que beberam água de uma fonte na Broad Street usando croquis dos quarteirões,

sendo que maioria dos habitantes usava uma bomba de água compartilhada para extrair água para beber e lavar, demonstrando que esse surto em particular ocorreu naquele local. Com isso, foi identificada a origem da epidemia mesmo sem conhecer seu agente etiológico (Snow, 1999).

A análise dos eventos de acordo com a variação espacial possibilita um diagnóstico comparativo, indicando os riscos a que a população está exposta, acompanhar a evolução de agravos à saúde, e conseqüentemente fornecer dados para definir as prioridades na prevenção e tratamento (Pereira, 2002). Com o avanço da informática e o surgimento de ferramentas de geoprocessamento, consolidou-se um conjunto de técnicas de coleta, exibição e tratamento de informações especializadas, permitindo a análise conjunta de variáveis socioambientais (Rodrigues, 1990).

Dentre as ferramentas, destacam-se a digitalização dos dados, sensoriamento remoto, automação cartográfica, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Sistema de Informação Geográfica (SIG). Já o georreferenciamento, aplicado à saúde, se apresenta como importante na análise e avaliação de riscos à saúde coletiva, especialmente relacionadas com o meio ambiente e com o perfil socioeconômico da população (Skaba *et al.*, 2004). Todavia, indispensável uma avaliação por parte do pesquisador, portanto não há uma interpretação automática dos resultados obtidos (Santos *et al.*, 1996).

### 3. METODOLOGIA

Este é um estudo ecológico e retrospectivo que analisa dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), acessíveis ao público através da plataforma TABNET. Os dados absolutos obtidos no DATASUS são referentes à quantidade de casos de insuficiência renal em municípios do Estado de São Paulo, sendo consideradas às AIH (Autorização de Internação Hospitalar). Foram levantados dados no período de 2008 a 2021, sendo 2021 o último ano com dados disponíveis até o momento. Com base nesses dados, conduzimos uma análise espaço-temporal da taxa de insuficiência renal em tais municípios ao longo de 13 anos (2008 a 2021). Além disso, foram levantados os dados absolutos junto ao DATASUS referentes ao número de óbitos causado por insuficiência renal nos municípios do Estado de São Paulo, de 2008 a 2020, sendo 2020 o último ano de dados disponível, até o momento. A partir desses dados, fez-se um estudo analítico descritivo da distribuição espaço-temporal da mortalidade por insuficiência renal nos municípios do Estado no período de 12 anos (2008 a 2020).

O conjunto de dados contempla conjuntamente, a lista Causa - CID-BR-10, que contém os casos de insuficiência renal aguda (N17), insuficiência renal crônica (N18) e insuficiência renal não especificada (N19). Os números de casos (hospitalizações) e de óbitos representam o local de residência do paciente, para que se possa comparar uma localidade geográfica com outra (municípios, no caso). A taxa de insuficiência renal e de mortalidade foi calculada dividindo-se o número de casos no município pelo número total de habitantes e multiplicando-se por 10.000, é expressa como x casos por 10.000 habitantes. A taxa foi estimada anualmente para cada município, usando dados do censo demográfico de 2010 do IBGE.

Os municípios constituem a unidade mínima de análise. Junto ao IBGE, obteve-se a base cartográfica do limite dos 645 municípios do Estado de São Paulo, assim como, de suas 15 mesorregiões, na escala 1:250.000. Tais dados foram generalizados para a escala 1:4.000.000 no *software* de Sistema de Informação Geográfica, o ArcGIS Pro 3.x (Unesp Educacional - ID da Assinatura 7303261929). As análises espaciais e a produção dos mapas temáticos também foram conduzidas nesse mesmo *software*. Os dados anuais do número de casos e de óbitos por IR foram inseridos na base cartográfica de municípios, para que as análises espaciais fossem realizadas no ArcGIS Pro.

A verificação e análise do padrão de agrupamento espacial da taxa de IR e de mortalidade por IR entre os municípios de São Paulo, durante o período estudado, foram conduzidos através de diversas técnicas complementares de análise espacial. Tanto técnicas globais de análise espacial, como a função K de Ripley (Ripley, 2004) e o índice Global de Moran (Goodchild, 1986), quanto técnicas de análise espacial local, como a criação da superfície de densidade Kernel (Silverman, 1998), o índice Local de Moran (Goodchild, 1986) e a estatística de Getis-Ord  $G_i^*$  (Getis; Ord, 1992) foram consideradas.

O índice Global de Moran, um método de análise global, é crucial para oferecer uma medida singular da associação espacial para todo o conjunto de dados. Já os métodos em escala local são essenciais para verificar a suposição de que os agrupamentos espaciais não são aleatórios (Delmelle, 2009). O Índice Local de Moran, também conhecido como LISA (sigla em inglês), é um instrumento estatístico empregado para identificar autocorrelação espacial local (Anselin, 1995). De maneira simplificada, ele serve para avaliar se a semelhança entre as observações aumenta à medida que estas estão geograficamente mais próximas (Goodchild, 1986; Anselin, 1995).

A função K é uma ferramenta de análise espacial que examina a disposição de pontos e seus atributos associados para determinar se estão distribuídos de maneira aleatória, regular ou agrupada (Delmelle, 2009). Com um nível de confiança de 95%, o gráfico dessa função compara distâncias e valores correspondentes. Caso o gráfico da função K se posicione acima do limite superior de confiança de 5%, indica-se agrupamento; se estiver abaixo do limite inferior, sugere-se dispersão; e se situar entre esses limites, indica-se distribuição aleatória (Delmelle, 2009). Por meio deste gráfico, discernem-se escalas lineares nas quais as amostras ou seus atributos de interesse, como taxas de IR, apresentam uma distribuição espacial específica. Nesse sentido, optou-se por esta técnica devido à sua eficácia em quantificar e testar a natureza do padrão espacial dos eventos. No contexto da insuficiência renal, a identificação de padrões de agrupamento é crucial para entender como os casos se distribuem geograficamente. Isso não apenas destaca áreas de preocupação imediata, mas também ajuda a sugerir possíveis fatores ambientais ou socioeconômicos que influenciam esses clusters.

Ao aplicar-se a função K a um atributo, resulta-se em uma função K ponderada (Delmelle, 2009). No entanto, esta função não revela a localização exata dos

agrupamentos. Para visualizar a densidade da variável de interesse e os agrupamentos, recomenda-se o uso do estimador de densidade Kernel. A seleção do raio de alcance para essa análise pode ser influenciada pelos resultados da função K. Esse estimador é impulsionado por uma função, denominada função de Kernel, sendo a função quártica uma das mais adotadas. Essa função aplica mais peso aos locais mais próximos entre si em relação aos mais distantes, mas o decréscimo é gradual. Isso resulta numa superfície visualmente contínua (Delmelle, 2009). Como no estudo de caso se baseia em taxas de IR e de mortalidade por IR, essas taxas servem como uma ponderação, resultando na construção de uma superfície de Kernel ponderada.

O valor do raio é uma variável importante, pois influencia na formação dos agrupamentos espaciais: raios pequenos podem gerar uma grande quantidade de pequenos agrupamentos, obscurecendo a associação espacial que pode existir entre as áreas, enquanto raios maiores podem resultar em poucos agrupamentos, suavizando a distribuição do fenômeno em análise. Os picos na superfície de densidade representam regiões de forte concentração de eventos (Delmelle, 2009). O estimador de densidade Kernel foi definido para a análise da insuficiência renal pela sua capacidade de fornecer uma visualização suave e intuitiva das regiões de alta incidência. Ao revelar 'hotspots' de hospitalizações, podemos direcionar investigações adicionais e recursos para essas áreas, melhorando assim as estratégias de intervenção e prevenção.

A análise pelo Índice Global de Moran fornece uma avaliação da autocorrelação espacial ao considerar a posição geográfica das entidades e a magnitude dos seus atributos. Esse método oferece uma medida agregada de associação espacial para o conjunto de dados, descrevendo o modo de manifestação da doença na região analisada — seja de forma agrupada, aleatória ou dispersa (Delmelle, 2009). Entretanto, para discernir áreas que formam aglomerados significativos ou que divergem substancialmente de suas vizinhanças, recorre-se ao Índice Local de Associação Espacial de Moran. Este índice, que requer uma matriz de vizinhança espacial, permite a identificação detalhada de padrões locais (Delmelle, 2009; Anselin, 1995). Cada área é então avaliada com base em índices, z-scores, valores-p e um código específico de tipo de cluster. Os z-scores e valores-p, avaliados com um nível de confiança de 95%, ajudam a estabelecer a relevância estatística dos índices obtidos, auxiliando na decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese nula. Os z-scores, em

particular, são indicativos de desvios padrões a partir da média, correlacionados com a distribuição normal (Delmelle, 2009; Anselin, 1995).

No contexto dos aglomerados espaciais identificados pelo Índice Local de Associação Espacial de Moran, quatro categorias principais emergem: Alto-Alto (H-H), Baixo-Baixo (L-L), Baixo-Alto (L-H) e Alto-Baixo (H-L). Os aglomerados H-H representam regiões onde localizações de alto valor estão cercadas por vizinhos igualmente altos, denotando uma concentração de altos valores. Por outro lado, os aglomerados L-L indicam regiões onde localizações de baixo valor estão rodeadas por vizinhos de valor baixo, refletindo uma acumulação de baixos valores. Os aglomerados L-H e H-L ilustram cenários anômalos, onde localizações de alto valor estão cercadas por vizinhos de baixo valor e vice-versa, sinalizando significativas disparidades espaciais.

A dependência espacial, indicada por um valor de I (Índice de Moran) próximo a 0,05, sinaliza uma autocorrelação espacial tênue, sugerindo que os padrões observados estão próximos da aleatoriedade. Contudo, um z-score elevado combinado com um valor-p inferior ao nível de significância estipulado, como 0,05, refuta a hipótese nula de aleatoriedade espacial, corroborando a existência de autocorrelação espacial significativa e, conseqüentemente, de padrões ou aglomerados espaciais relevantes. Finalmente, utilizando o código do tipo de cluster, constrói-se o Mapa LISA, ressaltando aglomerações de valores altos e baixos, assim como outliers. Um índice local de Moran positivo indica que uma entidade está circundada por vizinhos com valores similares, integrando-a a um cluster. Em contrapartida, um valor negativo aponta que a entidade diverge dos seus vizinhos, caracterizando-a como um outlier (Delmelle, 2009; Anselin, 1995). A inclusão do Índice Local de Associação Espacial de Moran visa complementar as outras técnicas (Função K e estimador de densidade Kernel) ao oferecer insights sobre a autocorrelação espacial. Ao identificar clusters de alta e baixa incidência, bem como outliers locais, o LISA ajuda a entender não apenas onde, mas também como os padrões de insuficiência renal se manifestam em relação aos seus vizinhos. Isso é essencial para reconhecer áreas que divergem do padrão geral, o que pode indicar condições locais únicas ou intervenções bem-sucedidas.

Para analisar diferenças na taxa de IR e de mortalidade por IR entre variáveis como faixa etária, gênero e o período de 2008 a 2021, testes estatísticos paramétricos e não paramétricos foram empregados, de acordo com a distribuição de probabilidade

dos dados (Volpato; Barreto, 2016). O teste de Kolmogorov-Smirnov avalia se o conjunto de dados segue uma distribuição normal. Em caso negativo, a estatística não paramétrica é recomendada (Volpato; Barreto, 2016) e, no estudo de caso, os testes de Friedman e Mann-Whitney foram empregados. O teste de Friedman é particularmente útil para comparar taxas de IR e de mortalidade por IR em diferentes períodos ou categorias de municípios ao longo do tempo. Ao identificar diferenças significativas entre os grupos, pode-se discernir tendências e padrões temporais, contribuindo para uma compreensão mais profunda da dinâmica da insuficiência renal no estado de São Paulo. Ressalta-se que este, não paramétrico, é uma alternativa à ANOVA para medidas repetidas, identificando diferenças significativas entre grupos (Volpato; Barreto, 2016). O teste de Mann-Whitney, também não paramétrico, foi escolhido para comparar duas amostras independentes, o que é especialmente útil para avaliar se grupos distintos, como homens e mulheres ou diferentes faixas etárias, têm medianas equivalentes em relação às taxas de IR e de mortalidade por IR. Este teste contrasta posições das observações em vez dos dados brutos (Volpato; Barreto, 2016), e isto permite efetivamente contrastar grupos, mesmo quando a normalidade dos dados não é confirmada. Cada teste foi selecionado com o intuito de abordar aspectos específicos dos dados de insuficiência renal, garantindo que as análises fossem tanto rigorosas quanto pertinentes. Juntos, esses testes estatísticos forneceram uma base sólida para entender as variações e as distribuições das taxas de IR e de mortalidade por IR, permitindo tirar conclusões informadas e robustas, quanto sua evolução temporal e prevalência em relação a gênero e faixa etária.



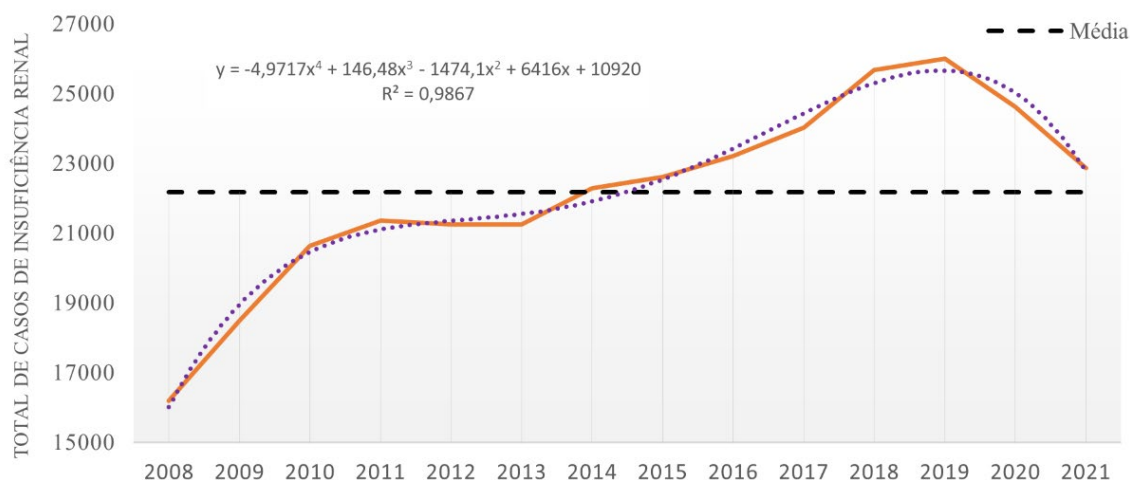
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Hospitalizações por insuficiência renal no Estado de São Paulo: tendências temporais e padrões espaciais, 2008-2021.

No período de janeiro de 2008 a dezembro de 2021, foram registradas pelo DATASUS um total de 310.426 AIH, aprovadas por casos de insuficiência renal (aguda, crônica e não especificada) na população residente dos municípios do Estado de São Paulo. A tendência de distribuição desses casos é flutuante durante o período (2008 a 2021), sendo descrita por um polinômio de 4° ordem ( $R^2 = 98,67\%$ ) (Figura 2).

Existem dois períodos em que se observa uma tendência crescente no número de casos: de 2008 até 2011 e de 2013 até 2019 (Figura 2). Entre 2011 e 2013, observa-se uma estagnação no número de casos. A partir de 2019 até 2021, o número de casos começa a decrescer. Se considerado o período total de 14 anos, o número de casos passou de 16.182 em 2008 para 22.856 em 2021. Isso indica um aumento de aproximadamente 41,2% na prevalência da doença no Estado de São Paulo durante o período estudado.

**Figura 2-** Total de casos de insuficiência renal no Estado de São Paulo entre 2008 e 2021.



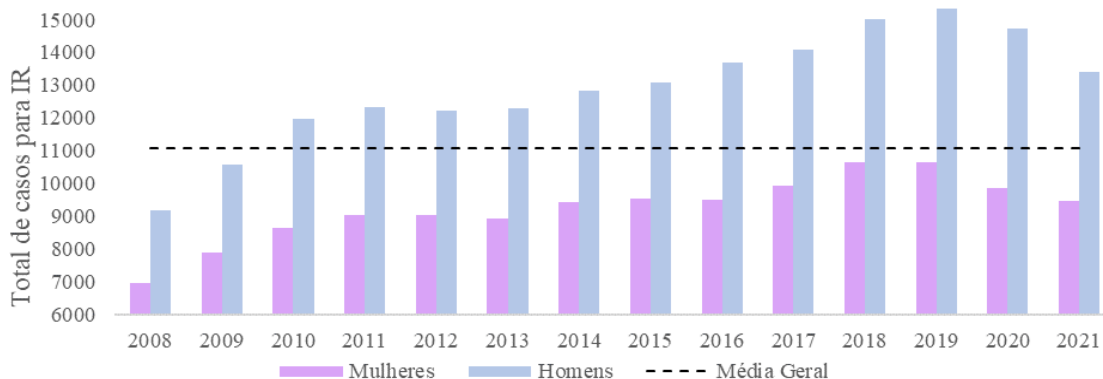
Fonte: Autora

Os resultados do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis [ $X^2(13) = 675,792$ ;  $p$ -valor  $< 0,0001$ ] confirmam que há um efeito temporal significativo sobre a taxa anual de AIH aprovadas para insuficiência renal nos municípios. Além disso, o teste de comparações múltiplas demonstra que os pares de taxas (por exemplo, taxa em 2008 versus taxa em 2021) diferem significativamente entre vários anos, corroborando a distribuição flutuante deste fenômeno no Estado (Figura 2). Com 95% de confiança, pode-se afirmar que os dados (número de casos ou a taxa) de insuficiência renal entre 2008 e 2021 não seguem uma distribuição de probabilidade normal, de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p$ -valor  $< 0,05$ ).

A queda de casos entre 2019 e 2021 (Figura 2) pode estar associada à pandemia de COVID-19, que provocou interrupções e descontinuidades em muitos serviços de saúde. As internações por doenças crônicas diminuíram devido à restrição do acesso aos serviços hospitalares e à suspensão de procedimentos não emergenciais (Duarte *et al.*, 2021). Como resultado, é possível que as internações por doenças crônicas, como a insuficiência renal, tenham diminuído devido ao menor acesso aos serviços hospitalares, sobrecarregados com casos graves de COVID-19, e à possível subnotificação (Duarte *et al.*, 2021). No entanto, essa é uma hipótese que precisa ser confirmada por estudos adicionais, já que os padrões de doenças são influenciados por muitos fatores.

Observou-se que durante o período de 2008 a 2021, o número de AIH aprovadas para insuficiência renal foi significativamente maior em indivíduos do gênero masculino em comparação ao feminino (Figura 3), de acordo com o teste de Mann-Whitney ( $Z = 181844,5$ ;  $p < 0,05$ ). Em todos os anos analisados, o número de casos de insuficiência renal em homens superou o das mulheres. É relevante destacar (Figura 3) que, a partir de 2010, o número de casos em homens foi superior à média do período (2008 a 2021). Esses resultados estão em linha com estudos que indicam uma maior prevalência de doença renal crônica (Carrero *et al.*, 2018) e um risco elevado de progressão para insuficiência renal em homens (Minutolo *et al.*, 2020).

**Figura 3-** Total de casos de insuficiência renal entre homens e mulheres no Estado de São Paulo de 2008 a 2021.

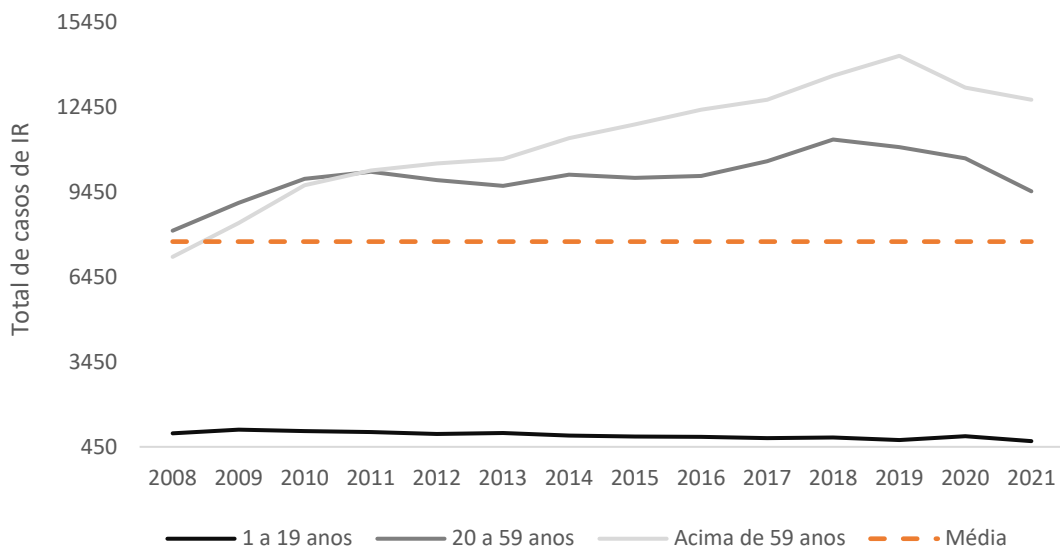


Fonte: Autora

A faixa etária é outro fator que afeta significativamente o número de AIH aprovadas para insuficiência renal no Estado de São Paulo durante o período de 2008 a 2021 (Figura 4). Neste trabalho, para a análise da distribuição dos casos por faixa etária, foram definidas três classes e denominadas de “crianças e jovens” (1 a 19 anos), “adultos” (20 a 59 anos) e “idosos” (acima de 59 anos). De acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $X^2(2) = 402,905$ ;  $p < 0,001$ ), confirma-se que o número de casos varia entre as faixas etárias: 1 a 19 anos (média de casos = 856,43; desvio-padrão =  $\pm 114,21$ ), 20 a 59 anos (média de casos = 9993,43; desvio-padrão =  $\pm 777,69$ ) e acima de 59 anos (média de casos = 11323,43; desvio-padrão =  $\pm 1952,83$ ).

Com 95% de confiança, o teste de comparações múltiplas mostra que o maior número de casos para insuficiência renal ocorre em indivíduos com mais de 59 anos (Figura 4), correspondendo a 51,07% do total de casos registrados entre 2008 e 2021. Esses achados corroboram dados da literatura que indicam uma maior incidência de doenças crônicas, especialmente insuficiência renal, em indivíduos com 60 anos ou mais (Hemmelgarn *et al.*, 2012; Elliott; Tam-Tham; Hemmelgarn, 2013; Francisco *et al.*, 2022).

**Figura 4-** Total de casos de insuficiência renal em diferentes faixas etárias (1 a 19 anos, 20 a 59 anos e acima de 59 anos de idade) no Estado de São Paulo entre 2008 e 2021.



Fonte: Autora

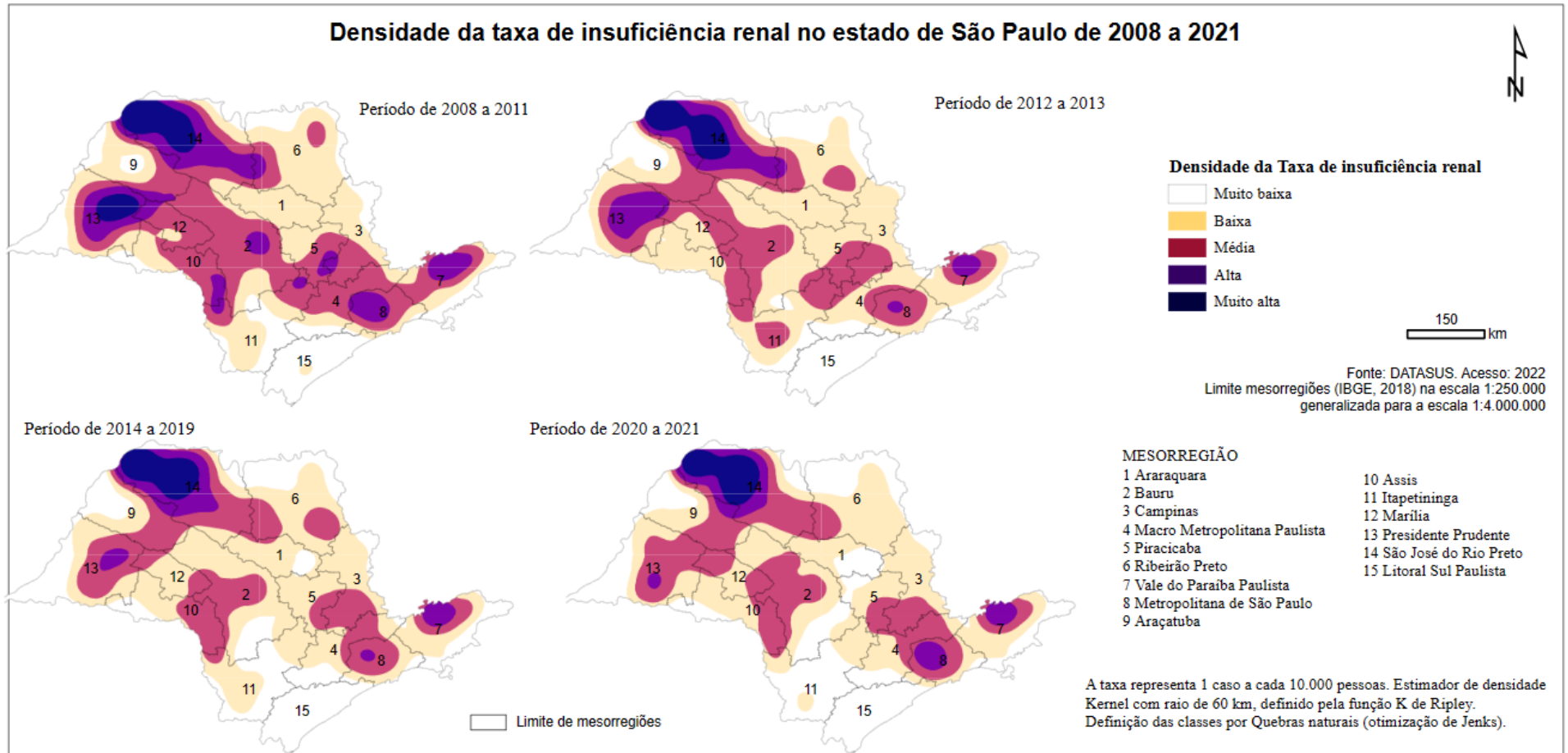
A fim de verificar se a taxa de insuficiência renal apresenta um padrão agrupado, aleatório ou disperso entre os municípios do Estado de São Paulo, determinou-se o índice global de Moran para cada um dos anos investigados. Com um nível de confiança de 95%, nota-se que existe uma autocorrelação espacial entre os municípios e a taxa de insuficiência renal. Contudo, este índice fornece apenas uma medida única da associação espacial para todos os 645 municípios, não indicando a distância linear na qual essa associação ocorre. Para esclarecer isso, realizou-se uma análise com a função K ponderada pela taxa de insuficiência renal, e se confirmou o padrão de agrupamento entre os municípios para a taxa de insuficiência renal a partir de uma distância de 20 km. Assim, tem-se que o agrupamento gerado não é fruto de um processo aleatório, sendo este padrão observado consistentemente ao longo dos 14 anos analisados.

Para a construção da superfície de densidade da taxa de insuficiência renal (Figura 5), assim como do índice de autocorrelação espacial local (Figura 6), utilizou-se um raio de 60 km. Este valor foi definido pela construção da função K que possibilita medir a intensidade de agrupamento, dispersão ou aleatoriedade dos eventos (ex.: insuficiência renal) dentro de uma área de interesse (ex.: Estado de São Paulo). Os testes realizados mostram que a partir de 20 km existe um agrupamento entre os

eventos, e este aumenta com o aumento da distância (40 km, 60km, 120km, etc.) Todavia, adotar um raio pequeno (por exemplo, 20km) resulta na formação de vários clusters isolados, enquanto um raio grande (por exemplo, 120 ou 180 km) provoca uma generalização dos clusters, dificultando a evidência de agregação espacial entre determinadas áreas. Esse processo de definição do raio pela função  $k$  é empírico e, portanto, dependente da característica do conjunto de dados e da dimensão da área geográfica em estudo (neste caso, o Estado de São Paulo).

A Figura 5 ilustra a densidade da taxa de insuficiência renal no estado de São Paulo, segmentada em quatro períodos: 2008 a 2011, 2012 a 2013, 2014 a 2019 e 2020 a 2021 (conforme variações observadas na Figura 2), sem destacar dados anuais específicos. As variações de tonalidade representam a intensidade da taxa de insuficiência renal nos municípios, classificadas em categorias que vão de 'Muito baixa' a 'Muito alta', conforme explicitado na legenda de cores (Figura 5). Para facilitar a interpretação dos aglomerados espaciais no estado, representou-se os limites das mesorregiões por linhas pretas, com a numeração correspondente a cada uma das 15 mesorregiões de São Paulo. A análise do mapa (Figura 5) evidencia uma distribuição heterogênea da taxa da doença ao longo do tempo, com a formação de aglomerados espaciais em áreas específicas. A superfície de densidade de Kernel para o período mencionado (2008-2021) ressalta a flutuação da taxa de insuficiência renal ao longo dos 14 anos em questão. Notadamente, a mesorregião de São José do Rio Preto (identificada pelo número 14) apresentou consistentemente uma densidade 'muito alta' de insuficiência renal durante o intervalo temporal analisado. Em contraste, a mesorregião de Presidente Prudente (identificada pelo número 13) mostrou variações entre 'muito alta' e 'alta', especialmente entre 2008 e 2011, com posterior estabilização em 'alta' até 2013, quando então a taxa declinou predominantemente para 'média' a 'baixa'.

**Figura 5-** Estimador de densidade Kernel da taxa de insuficiência renal entre 2008 e 2021 no Estado de São Paulo.



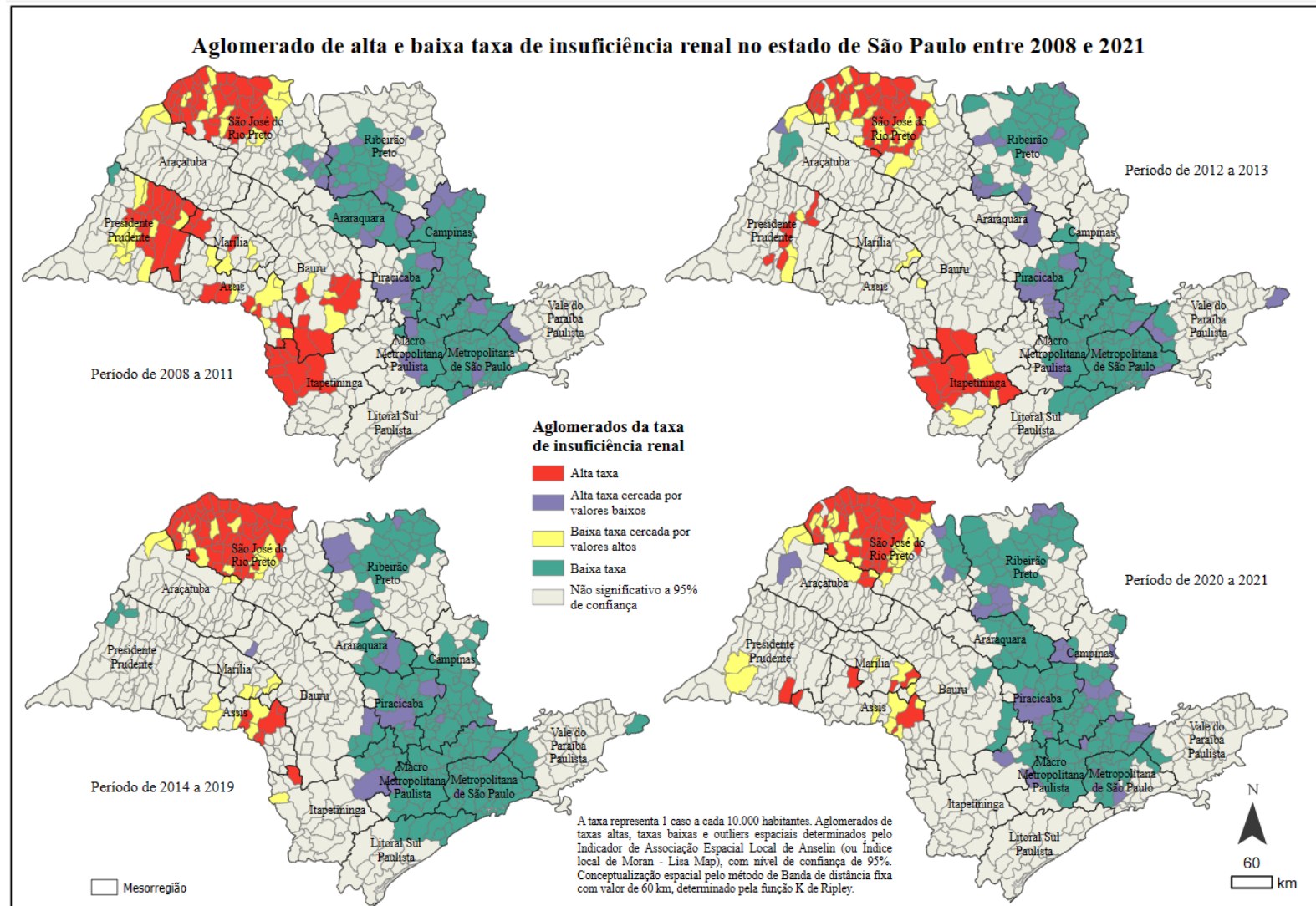
Fonte: Autora

Observou-se uma redução substancial nos casos nas mesorregiões a oeste do estado de São Paulo, com exceção das mesorregiões Vale do Paraíba Paulista (indicada pelo número 7) e Metropolitana de São Paulo (indicada pelo número 8) que continuaram registrando 'altas taxas' ao longo de mais de uma década (2008 – 2018). Tais achados sugerem uma maior incidência de insuficiência renal na região a oeste do estado de São Paulo. É relevante mencionar que o último intervalo analisado, de 2020 a 2021, coincide com o advento da pandemia de Covid-19 e o início da campanha de vacinação em janeiro de 2021. Durante este período, a representação cartográfica (Figura 5) indica que a densidade de insuficiência renal reduziu nas mesorregiões 6 e 11, sugerindo uma possível influência das medidas de saúde pública ou de outros fatores não identificados na taxa de insuficiência renal.

O mapa apresentado na Figura 6 mostra a distribuição dos aglomerados de alta e baixa taxa de insuficiência renal no estado de São Paulo, de 2008 a 2021, conforme a metodologia do Índice Local de Associação Espacial de Moran, desenvolvida por Anselin (1995). A coloração vermelha indica áreas com alta taxa de insuficiência renal, enquanto o amarelo representa baixas taxas cercadas por altas taxas, ilustrando uma relação de *outlier* espacial. O verde denota regiões com baixa taxa de insuficiência renal, e o roxo claro destaca altas taxas cercadas por baixas taxas, também caracterizando *outliers* espaciais. Áreas sem coloração significativa a 95% de confiança são marcadas em cinza, indicando falta de significância estatística na autocorrelação espacial. Esta visualização permite identificar padrões geográficos e temporais na incidência de insuficiência renal, importantes para direcionar investigações e intervenções de saúde pública no estado de São Paulo.

Os resultados com base no Índice Local de Associação Espacial de Moran (Figura 6), evidenciam uma distribuição heterogênea da insuficiência renal no estado para o intervalo de 2008 a 2021 a um nível de confiança de 95%. Observa-se uma incidência acentuada da doença nas mesorregiões de Campinas, Assis e Marília. Essa concentração é visualmente reforçada pelos aglomerados de altas taxas de insuficiência renal nestas áreas, denotados pelo tom vermelho claro no mapa. Estes aglomerados sublinham a necessidade de uma atenção especial para as políticas de saúde pública nessas localidades ao longo dos anos estudados.

**Figura 6-** Distribuição dos aglomerados de alta e baixa taxa de insuficiência renal no estado de São Paulo, de 2008 a 2021.



Fonte: Autora



De 2008 a 2016, algumas mesorregiões, como Araçatuba e Presidente Prudente, também apresentaram aglomerados de alta taxa de insuficiência renal, que foram diminuindo nos anos seguintes (Figura 6). É importante notar que todas as mesorregiões litorâneas do estado de São Paulo, bem como as mesorregiões de Itapetininga e a macro metropolitana de São Paulo, exibem clusters de municípios com baixa taxa de insuficiência renal entre 2008 e 2021. Isso também é registrado nas mesorregiões de São José do Rio Preto e Ribeirão Preto, mas os aglomerados diminuem ao longo dos anos, particularmente na mesorregião de Ribeirão Preto. No entanto, ao se analisar os últimos dois anos (2020 a 2021), é evidente (Figura 6) que os aglomerados (de alta e baixa taxa de insuficiência renal) são menores em número e tamanho comparados aos observados no início do período (2008 a 2012). Isso sugere uma redução da doença no estado, confirmada pelos dados da Figura 2, onde o número de casos de insuficiência renal diminui progressivamente a partir de 2019, resultando na diminuição do tamanho dos clusters de alta e baixa taxa. Porém, essa redução pode não representar necessariamente uma diminuição real da doença, mas possivelmente um aumento das subnotificações devido à pandemia de Covid-19, que teve início em 2019.

Outro ponto que se destaca na análise do mapa de LISA (Figura 5) são os municípios caracterizados como outliers espaciais, seja para alta taxa (cor vermelha saturada) ou baixa taxa (cor azul saturada) de insuficiência renal. O número de municípios considerados outliers para altas taxas de insuficiência renal diminuiu mais significativamente em comparação aos outliers por baixa taxa da doença de 2008 a 2021. Além disso, os outliers para as altas taxas apresentam flutuação espaço-temporal, com exceção de alguns municípios ao norte da mesorregião do Vale do Paraíba Paulista, como Cachoeira Paulista e Lavrinhas, e o município de Tanabi, na mesorregião de São José do Rio Preto. Estes permaneceram como outliers para as altas taxas de insuficiência renal durante todo o período estudado. Isso destaca a necessidade de estudos direcionados a esses locais, visando entender esta característica específica de insuficiência renal. Por outro lado, os municípios na divisa entre as mesorregiões de Piracicaba e Campinas formam aglomerados de outliers espaciais para baixa taxa de insuficiência renal a partir de 2013, indicando uma população com baixo registro de casos de insuficiência renal em comparação aos municípios vizinhos na região de Campinas.

Neste estudo, notamos que as altas taxas de insuficiência renal no estado de São Paulo estão concentradas em regiões com maiores valores médios anuais de temperatura. Vários estudos conduzidos em diferentes partes do mundo (Zager, 1990; Abraham *et al.*, 2016; Jayasumana *et al.*, 2017; Roncal-Jimenez *et al.*, 2018; Johnson; Wesseling; Newman, 2019; Wen *et al.*, 2022) estabeleceram uma associação entre altas temperaturas ou elevados níveis de insolação local e doenças renais.

As mudanças climáticas têm aumentado o risco para diversas doenças, incluindo as renais. Um estudo (Wen *et al.*, 2022) conduzido no Brasil registrou 2.726.886 internações por doença renal em 1.816 cidades no período de 2000 a 2015. Este estudo identificou uma associação entre a temperatura média diária e o risco de internações por várias doenças renais, incluindo doenças túbulo-intersticiais renais, insuficiência renal aguda, pielonefrite, e uma relação indireta com DRC. As causas ou mecanismos por trás destas altas incidências ainda não foram totalmente esclarecidos, mas podem estar relacionados à desidratação ou diminuição do líquido extracelular, bem como outros fatores ambientais, infecções e predisposições genéticas (Zager, 1990; Roncal-Jimenez *et al.*, 2018; Wen *et al.*, 2022).

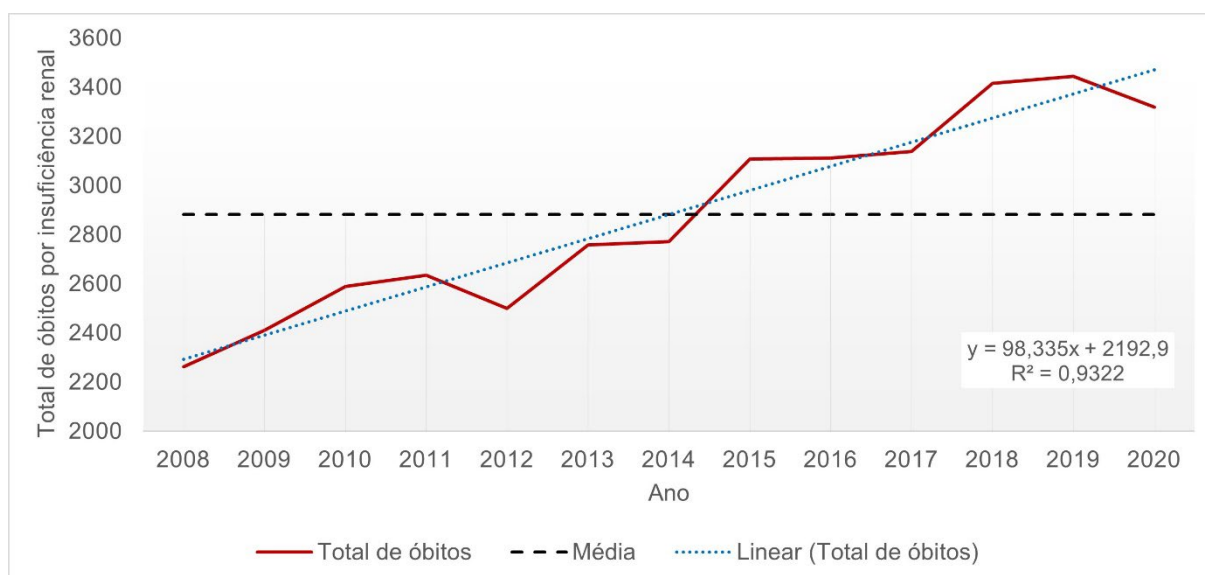
Uma limitação deste estudo foi a não inclusão de uma análise detalhada das taxas de insuficiência renal por faixa etária e gênero por região, devido à complexidade e ao extenso volume de dados envolvidos. Apesar disso, reconhece-se a importância dessa abordagem multidimensional e, portanto, recomenda-se que futuros trabalhos expandam nessa direção, proporcionando uma compreensão mais profunda das variações e tendências da doença, o que é crucial para o desenvolvimento de estratégias de saúde pública mais eficazes e direcionadas.

#### **4.2. Análise espaço-temporal do padrão de distribuição da mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo no período entre 2008 e 2020**

Apesar da inexistência de um mapeamento a nível municipal da distribuição espaço-temporal da mortalidade por IR, informações gerais sobre esta condição são conhecidas no Estado de São Paulo. De acordo com o Plano Estadual de Saúde (2020-2023), a insuficiência renal foi a 23<sup>a</sup> causa de internação pelo SUS no Estado de São Paulo em 2018, e a 26<sup>a</sup> causa de óbito em 2017 (São Paulo, 2019). No período de janeiro de 2008 a dezembro de 2020, o DATASUS contabilizou 37.456 (média = 2881,23 ± 381,08) óbitos por insuficiência renal nos municípios paulistas, e observou-

se que a tendência de distribuição destes casos anuais é crescente e descrita por uma regressão linear ( $R^2 = 93,22\%$ ) (Figura 7).

**Figura 7-** Total de óbitos por insuficiência renal no Estado de São Paulo entre 2008 e 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022).



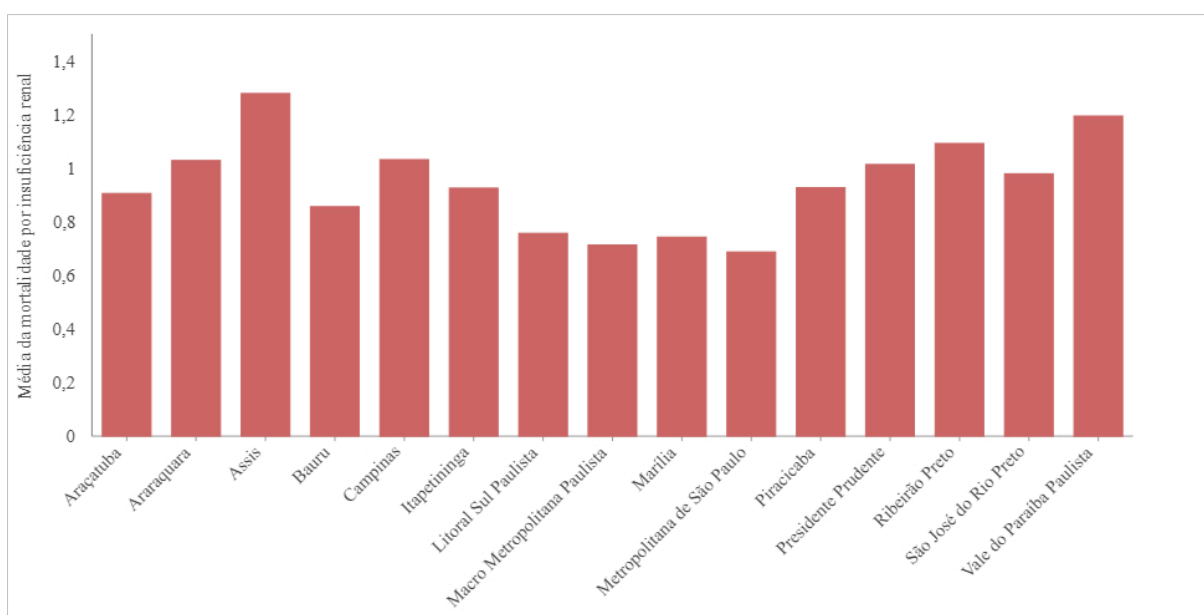
Fonte: Autora

Nota-se que até 2014, o número de óbitos por IR é abaixo da média do período, permanecendo acima da média desde então. No intervalo temporal de 13 anos, o total de óbitos passou de 2.262, em 2008, para 3.318, em 2020, representando um aumento nos municípios em 47%, aproximadamente. Ressalta-se que, também, entre 2000 e 2009 ocorreu um crescimento numérico expressivo nas admissões hospitalares e falecimentos resultantes de insuficiência renal crônica no Estado de São Paulo, segundo um estudo da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (Louvison *et al.* 2011). Este mesmo estudo afirma que foi registrado um aumento na mortalidade em certos Departamentos Regionais de Saúde (DRS), sugerindo uma possível alteração no perfil dos pacientes internados ou desafios no tratamento do indivíduo com insuficiência renal crônica. No ano de 2017, o coeficiente de mortalidade geral no Estado de São Paulo foi de 6,7 óbitos/mil habitantes, ultrapassando a média nacional que foi de 6,3 óbitos/mil habitantes (São Paulo, 2019). A maior mortalidade no Estado e o perfil das causas de morte estão em consonância com o gradativo envelhecimento da população paulista e a consequente transição

epidemiológica, que leva ao predomínio de doenças crônicas e degenerativas (São Paulo, 2019).

A média de mortalidade por insuficiência renal (Figura 8) é maior para algumas das mesorregiões do Estado de São Paulo, como em Assis (em 1°) e no Vale do Paraíba Paulista (em 2°), comparada a outras mesorregiões, como na Metropolitana de São Paulo (15° lugar). Isto denota a importância de se mapear espaço-temporalmente a mortalidade e não os dados absolutos, pois se tem um desbalanço populacional considerável entre os municípios paulistas, o que prejudica a comparação de uma localidade com outra, se não utilizados dados relativos (ex.: a taxa).

**Figura 8-** Média da mortalidade por insuficiência renal nos municípios agrupada por mesorregião do Estado de São Paulo de 2008 a 2020. A mortalidade representa 1 óbito a cada 10.000 pessoas.

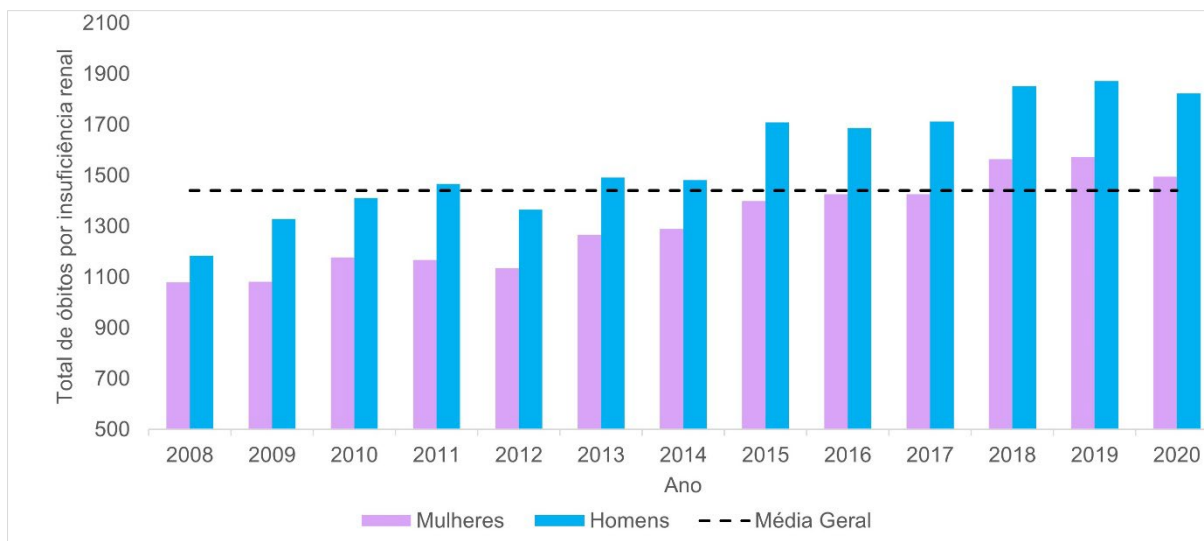


Fonte: Autora

O teste não paramétrico de Friedman [ $X^2(13) = 675,792$ ;  $p$ -valor  $< 0,0001$ ] mostrou que há efeito do fator tempo na mortalidade anual por insuficiência renal nos municípios. No teste de comparações múltiplas, comprova-se que os pares de taxas (ex.: mortalidade em 2008 *versus* mortalidade em 2020) são diferentes entre si para vários anos, corroborando a distribuição deste fenômeno mostrado na Figura 9. Os dados de mortalidade por insuficiência renal não seguem uma distribuição de

probabilidade normal, ao nível de confiança de 95%, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p$ -valor  $< 0,05$ ), entre 2008 e 2020.

**Figura 9-** Total de óbitos por insuficiência renal entre homens e mulheres no Estado de São Paulo de 2008 a 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022).



Fonte: Autora

Constatou-se que o gênero não é uma característica individual que afeta o número de mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo. Entre 2008 e 2020, o número de mortes por insuficiência renal em indivíduos do gênero masculino ( $\chi = 33,14 \pm 140,37$ ) não foi significativamente diferente comparado ao gênero feminino ( $\chi = 28,27 \pm 125,31$ ), segundo o teste de Mann-Whitney ( $Z = 174750,50$ ;  $p = 0,074$ ). Isto demonstra que a doença tem acometido homens e mulheres na mesma proporção. Todavia, a mortalidade entre os homens é superior à registrada entre as mulheres, inclusive superior à média geral do período (2008 e 2020) (Figura 9), mesmo sendo a população feminina maior que a população masculina no Estado (IBGE, 2022). A proporção entre mulheres e homens no Estado de São Paulo é de 51,2% e 48,8%, respectivamente, segundo o censo demográfico de 2020 (IBGE, 2022). Estes resultados corroboram dados de Carrero *et al.* (2018), que indicam maior mortalidade em homens em todos os níveis de doença renal pré-diálise, mas mortalidade semelhante entre os sexos em indivíduos em estágio de terapia renal substitutiva.

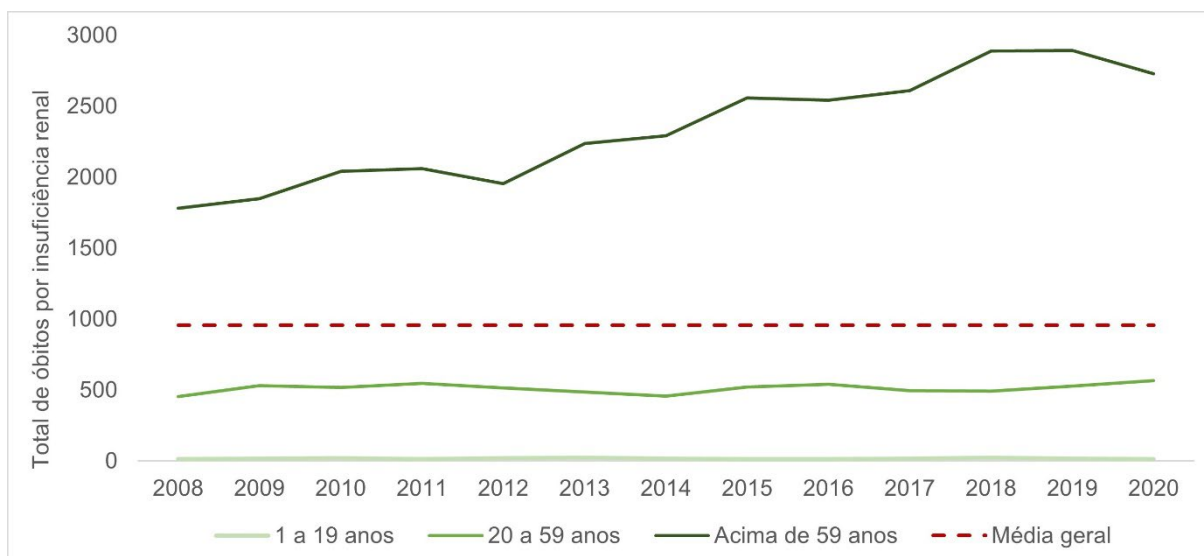
Estudos indicam maior prevalência mundial de doença renal crônica em mulheres (Carrero *et al.*, 2018; Brar; Markell, 2019), sendo que alguns países como

França, Tailândia, Portugal e Turquia, a prevalência entre as mulheres é duas vezes maior do que entre os homens (Carrero *et al.*, 2018). Apesar disso, alguns países como Japão e Cingapura apresentam resultados opostos (Carrero *et al.*, 2018). Apesar da maior prevalência em mulheres, tem sido relatado um risco 50% maior de progressão para terapia renal substitutiva em homens em todos os estágios da doença renal (Minutolo *et al.*, 2020). Este fato pode estar relacionado a fatores não biológicos, como o acesso a cuidados de saúde e preferência pessoal ou fatores biológicos que desencadeiam menor taxa de filtração glomerular (Carrero *et al.*, 2018). A redução mais acentuada da taxa de filtração glomerular observada em homens pode estar relacionada a diferenças específicas do sexo, como níveis mais altos de proteinúria (Minutolo *et al.*, 2020), efeitos diretos dos esteróides sexuais no rim, diferenças do metabolismo do óxido de nitrogênio e estresse oxidativo (Carrero *et al.*, 2018).

Quanto à faixa etária, o teste de Kruskal-Wallis mostrou ( $X^2(2) = 220,11$ ;  $p < 0,001$ ) que há efeito da idade sobre a mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo. Ao nível de confiança de 95%, o teste de comparações múltiplas revela que a faixa etária acima de 59 anos de idade ( $\chi = 48,37 \pm 212,31$ ) concentra o maior número de mortalidade comparada às demais faixas analisadas, quais sejam: de 1 a 19 anos ( $\chi = 2,04 \pm 3,89$ ); e de 20 a 59 anos ( $\chi = 13,22 \pm 51,49$ ). A mortalidade entre os idosos corresponde a 82% do total de casos registrados entre 2008 e 2020, permanecendo acima da média (todas as faixas etárias) e demonstrando que essa característica individual é um fator importante no estudo da doença (Figura 10).

A partir dos 30 anos de idade, os rins iniciam modificações morfofuncionais relacionadas ao processo normal de envelhecimento, entretanto, estas modificações não devem ser consideradas equivalentes à doença (Glassock; Denic; Rule, 2017). A doença renal crônica e a sua progressão para insuficiência renal são comuns entre os idosos (Elliott; Tam-Tham; Hemmelgarn, 2013), sendo que esta aumenta em indivíduos com mais de 59 anos de idade (Hemmelgarn *et al.*, 2012). Desta forma, o risco absoluto de mortalidade é maior em idosos (Elliott; Tam-Tham; Hemmelgarn, 2013), conforme observado no presente estudo.

**Figura 10-** Total de óbitos por insuficiência renal em diferentes faixas etárias (1 a 19 anos, 20 a 59 anos e acima de 59 anos de idade) no Estado de São Paulo entre 2008 e 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022).



Fonte: Autora

Para verificar se a mortalidade por insuficiência renal apresenta padrão agrupado, aleatório ou disperso nos municípios do Estado de São Paulo, determinou-se o índice global de Moran (Tabela 1) para cada ano. Constata-se que a mortalidade por insuficiência renal se apresenta com autocorrelação espacial ao nível de confiança de 95%. Em seguida, aplicou-se a função K de Ripley para verificar a distância linear a partir da qual ocorre essa associação espacial em cada ano.

**Tabela 1-** Caracterização da autocorrelação espacial da mortalidade por insuficiência renal nos municípios do Estado de São Paulo registrada de 2008 a 2020, segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2022).

| Ano  | Índice de Moran | Z-score | p-valor* | Interpretação |
|------|-----------------|---------|----------|---------------|
| 2008 | 0,176           | 9,905   | <0,001   | Agrupado      |
| 2009 | 0,205           | 10,995  | <0,001   | Agrupado      |
| 2010 | 0,238           | 13,167  | <0,001   | Agrupado      |
| 2011 | 0,186           | 10,717  | <0,001   | Agrupado      |
| 2012 | 0,104           | 5,901   | <0,001   | Agrupado      |
| 2013 | 0,132           | 7,454   | <0,001   | Agrupado      |
| 2014 | 0,110           | 6,252   | <0,001   | Agrupado      |
| 2015 | 0,127           | 7,539   | <0,001   | Agrupado      |
| 2016 | 0,146           | 8,714   | <0,001   | Agrupado      |
| 2017 | 0,116           | 7,206   | <0,001   | Agrupado      |
| 2018 | 0,218           | 13,337  | <0,001   | Agrupado      |
| 2019 | 0,189           | 11,527  | <0,001   | Agrupado      |
| 2020 | 0,165           | 10,436  | <0,001   | Agrupado      |

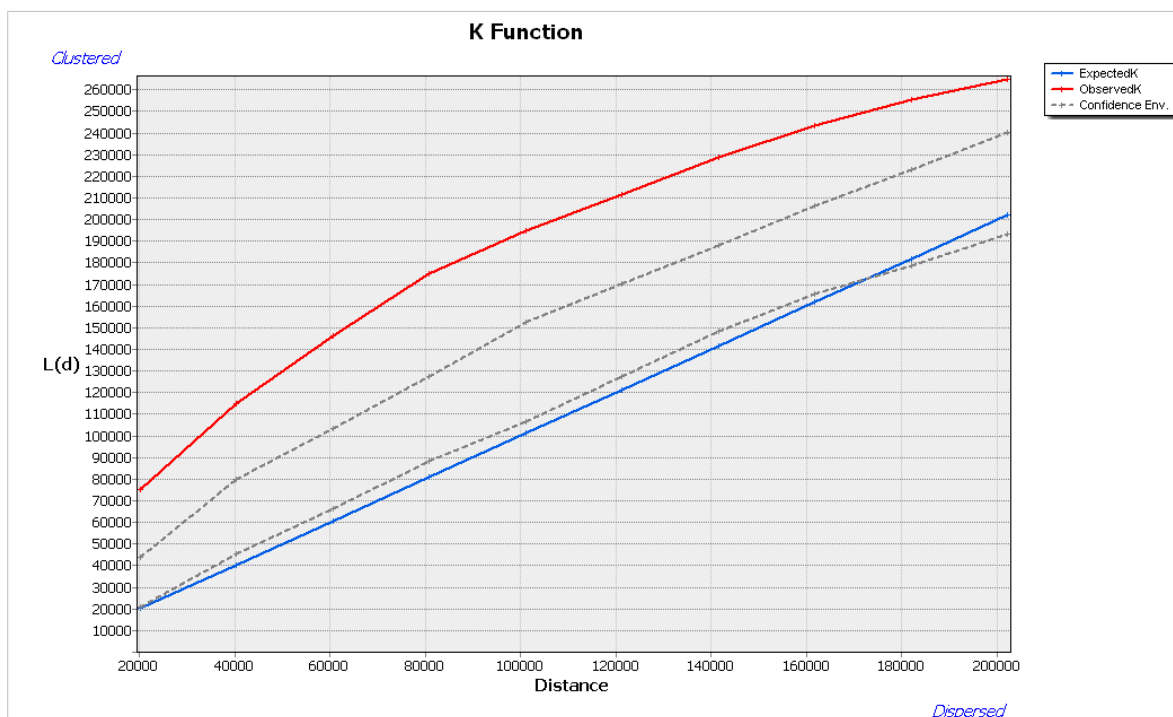
\* quando o p-valor é menor que 0,05, rejeita-se a hipótese nula de que a distribuição espacial da mortalidade por insuficiência renal nos municípios do Estado de São Paulo é decorrente de um processo aleatório.

Fonte: Autora

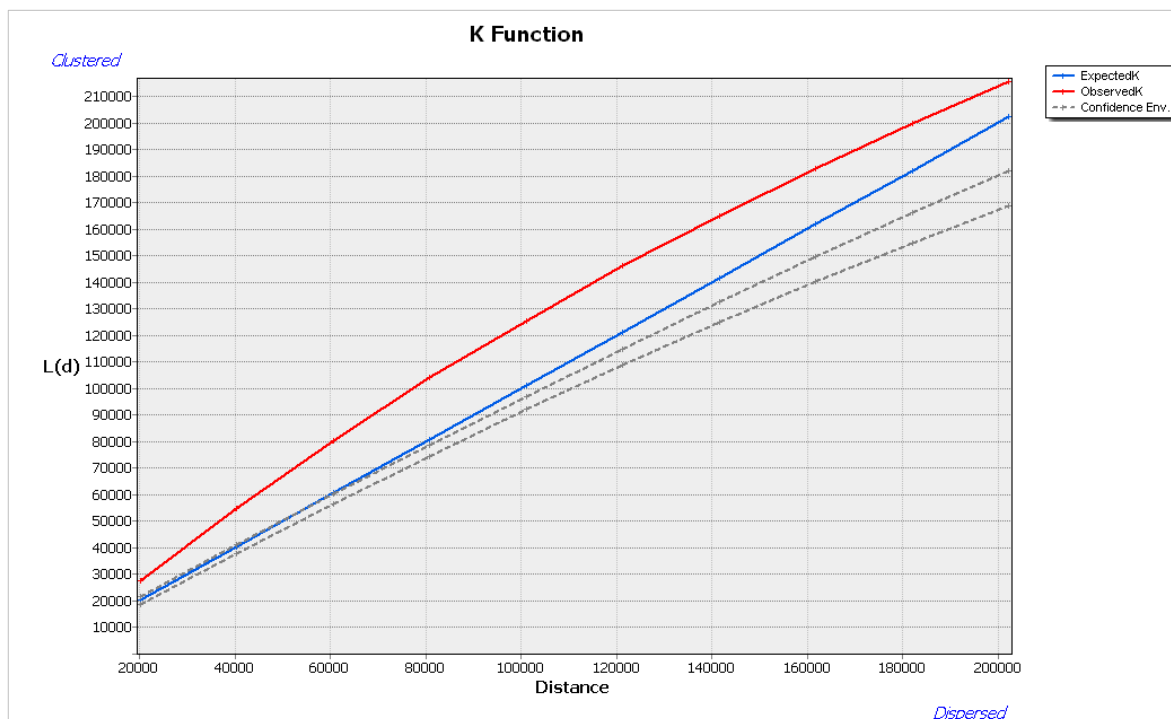
Ressalta-se que, no estudo de caso, utilizou-se a função K ponderada pela mortalidade por insuficiência renal (Figura 11a) e a função K sem ponderação (número de casos de mortalidade) (Figura 11b). Executar a função K nos pontos (ex.: sedes municipais) sem um peso é importante para se obter uma linha de base que indica quanto agrupamento está associado apenas às localizações geográficas. Esta linha de base foi, então, comparada com os resultados ponderados para se analisar a influência do peso (ex.: mortalidade) (Delmelle, 2009).



**Figura 11-** Gráfico da função K de Ripley para a detecção de agrupamento espacial dos municípios do Estado de São Paulo em diferentes escalas: ponderada pela mortalidade por insuficiência renal em 2020 (Figura 11a) e sem ponderação (Figura 11b). No eixo horizontal os valores das distâncias são expressos em quilômetros.



(a)



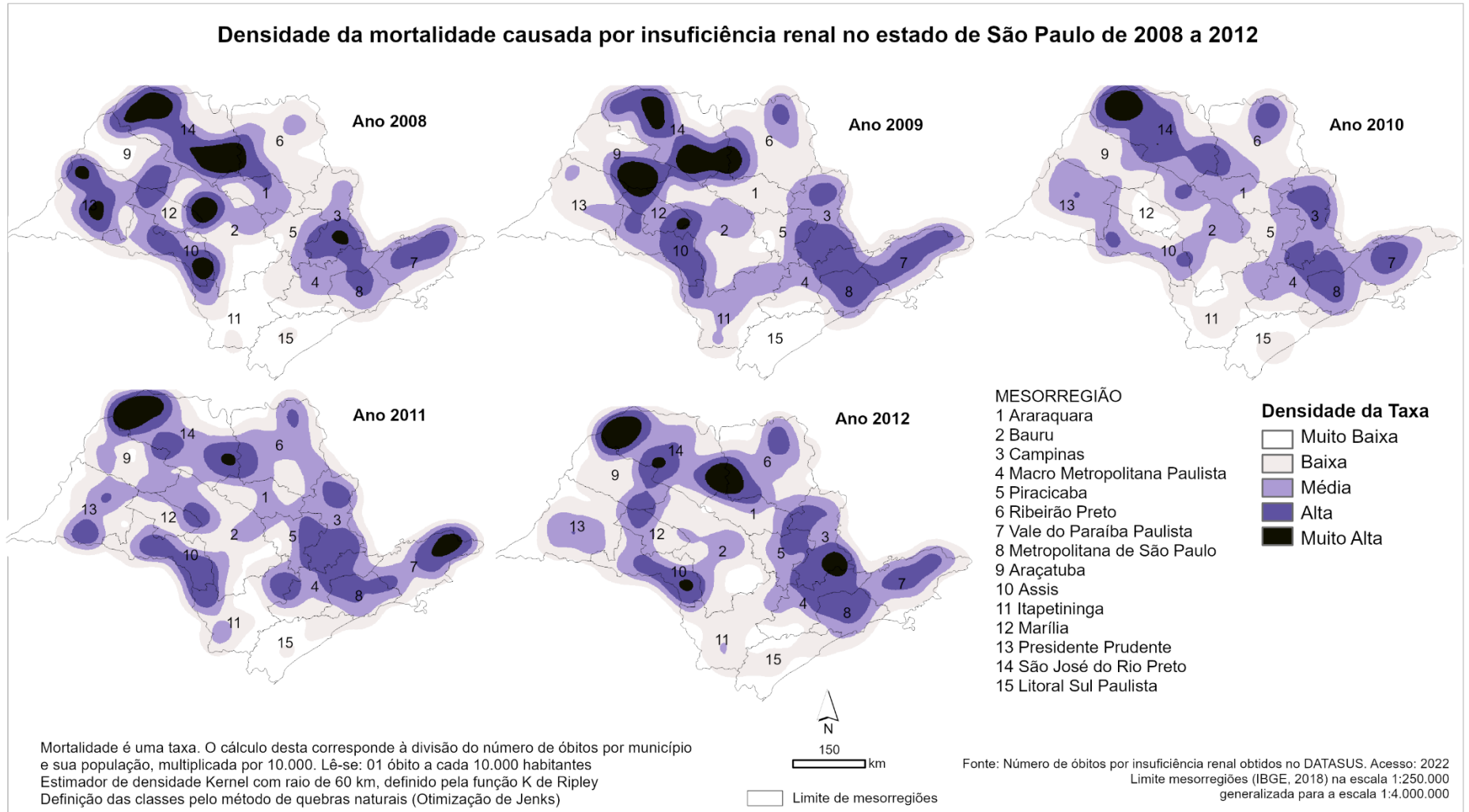
(b)

A função K possibilita medir a intensidade de agrupamento, dispersão ou aleatoriedade dos eventos (ex.: mortalidade por insuficiência renal) dentro de uma área de interesse (ex.: Estado de São Paulo). Essa medida ocorre pela comparação da distribuição real dos eventos (ex.: mortalidade por insuficiência renal) com uma distribuição aleatória esperada. A função K fornece uma curva (representada pela linha vermelha na Figura 12) que representa a diferença entre essas duas distribuições. Se a curva estiver abaixo da linha de referência da distribuição aleatória (linhas tracejadas na cor cinza na Figura 12), significa que a mortalidade por insuficiência renal está mais dispersa do que o esperado ao acaso, ao nível de confiança de 95%. Se a curva estiver acima da linha de referência, indica que os eventos estão mais agrupados do que o esperado ao acaso. Se a curva estiver próxima da linha de referência, sugere uma distribuição espacial aleatória (Delmelle, 2009).

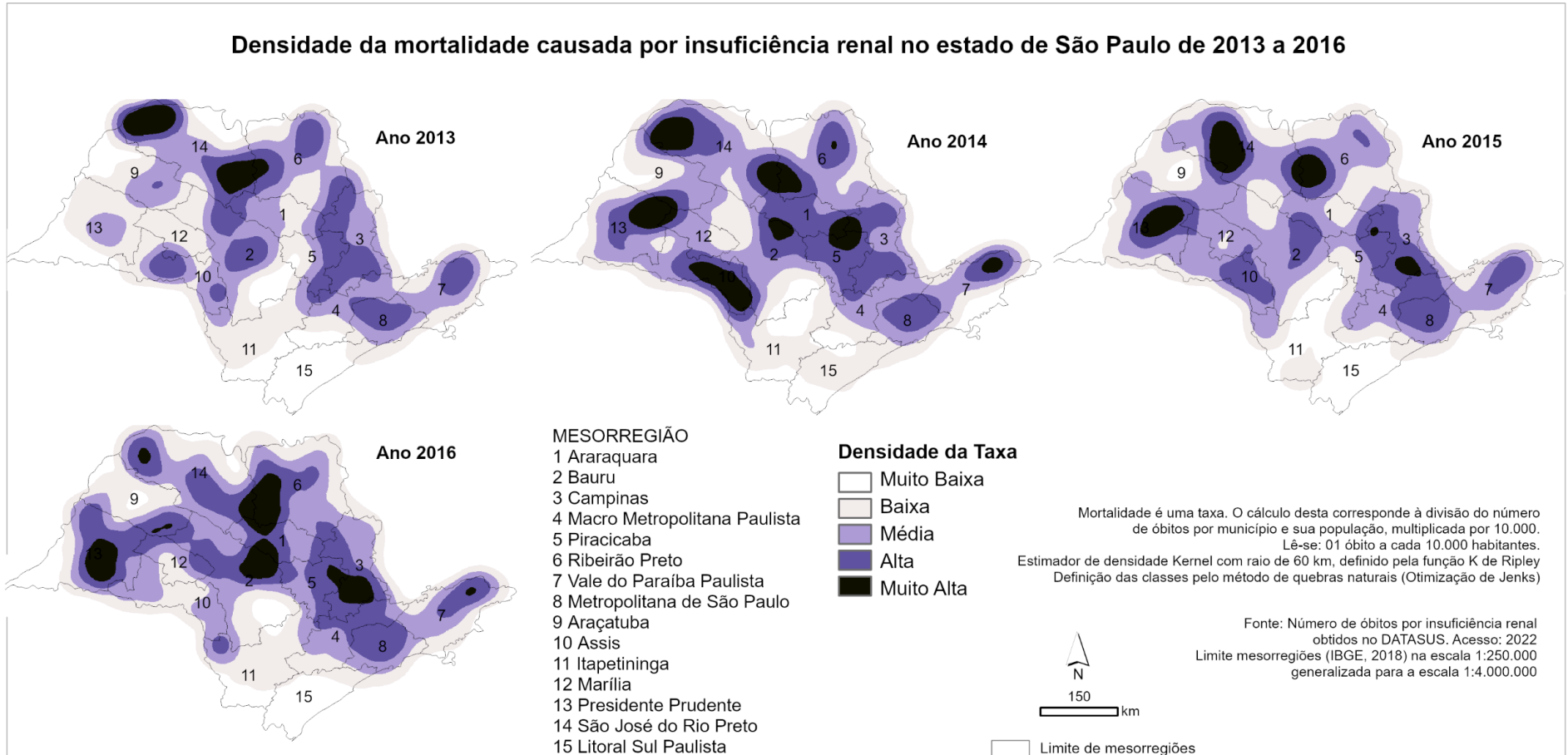
Os resultados da função k de Ripley, a qual foi executada no *software* de SIG ArcGIS Desktop 10.5, evidenciam que há agrupamento entre os municípios do Estado de São Paulo para a mortalidade por insuficiência renal, e isto ocorre para uma distância inicial de 20 km. Nota-se pela Figura 12 que a distância observada (linha vermelha) está acima do envelope de confiança superior (linha tracejada na cor cinza), caracterizando, assim, que o agrupamento gerado não é fruto de um processo aleatório. A análise da função K foi conduzida para os 13 anos (2008 a 2020), e ano a ano o padrão de agrupamento foi observado. A Figura 13 exemplifica o gráfico da função K no ano de 2020.

Os resultados da função K foram utilizados para se definir o raio de busca a ser empregado na construção da superfície de densidade da mortalidade por insuficiência renal (Figura 13), assim como no cálculo do LISA (Figura 13) e de aglomerados de altas e baixa mortalidade por insuficiência renal de 2008 a 2020 no Estado de São Paulo (Figura 14).

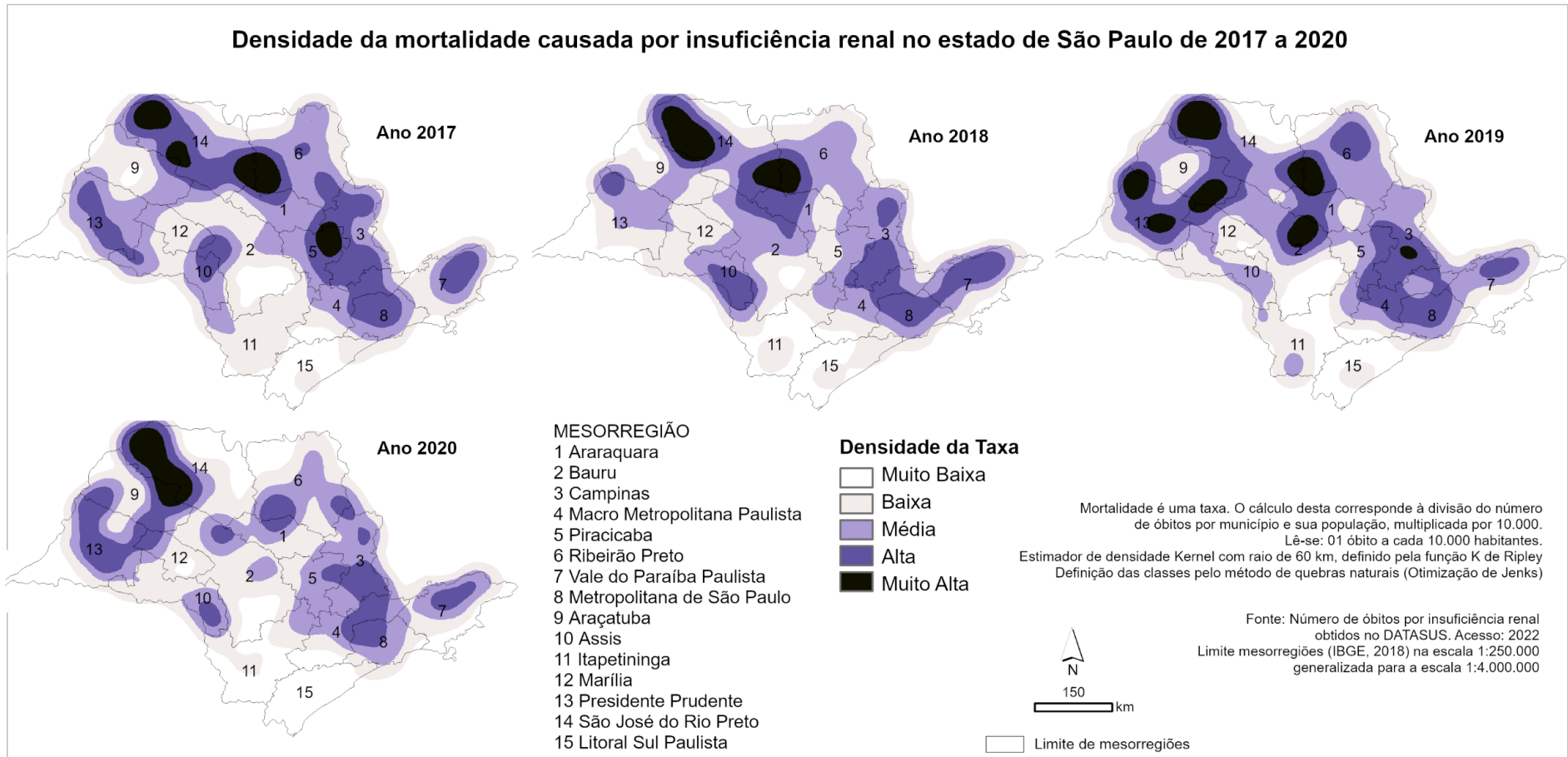
**Figura 12-** Estimador de densidade Kernel da mortalidade por insuficiência renal entre 2008 e 2020 no Estado de São Paulo.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autora

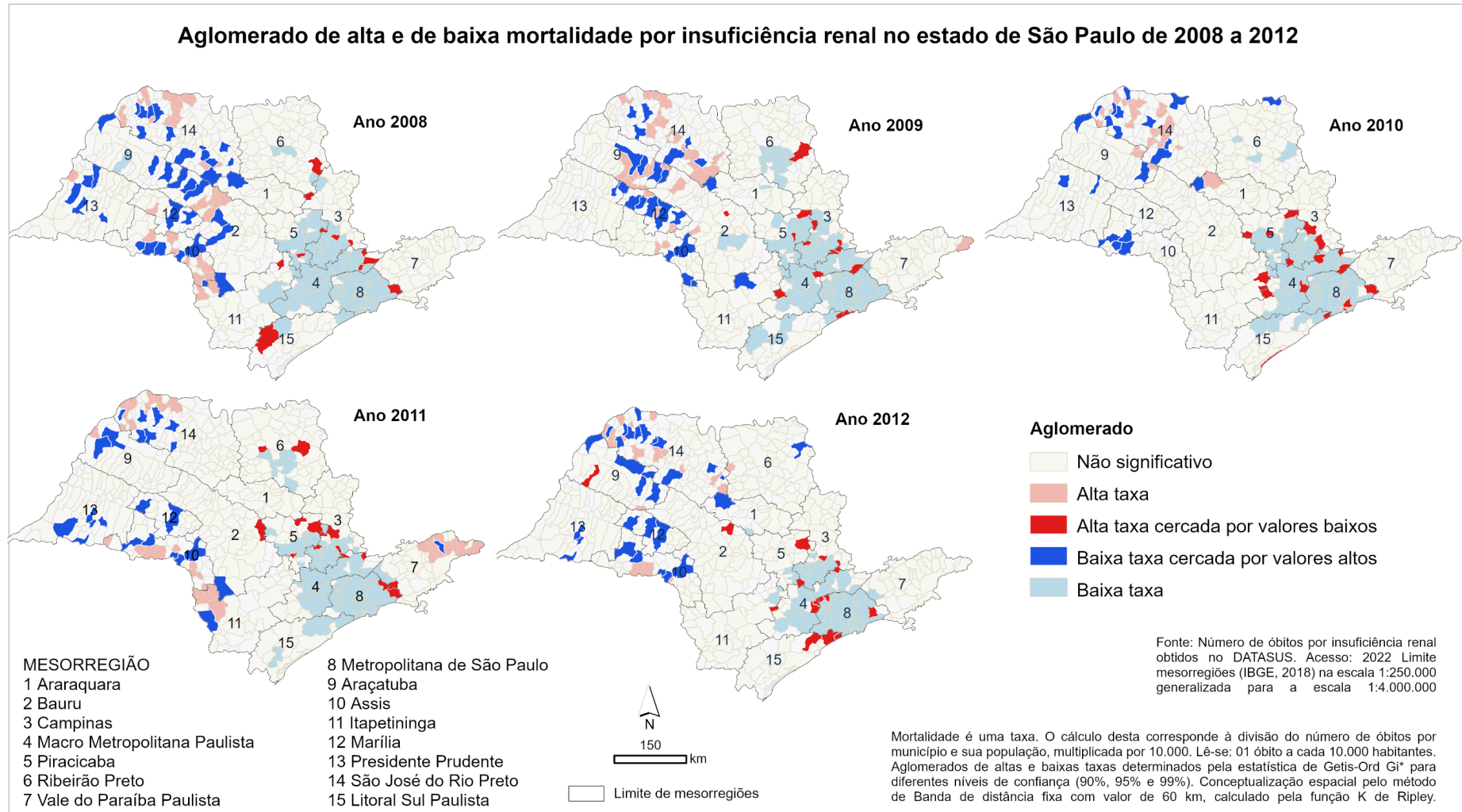
O valor do raio influencia na formação dos agrupamentos espaciais, sendo que valores baixos atuam para formar muitos picos de agrupamentos, e não retratam a associação espacial que pode ocorrer entre as áreas, e valores altos contribuem para formar poucos picos de agrupamentos, suavizando a distribuição do fenômeno em análise (Delmelle, 2009). Os picos denotam regiões de forte concentração de eventos. Definiu-se o raio de 60 km, conforme informação obtida no gráfico da função  $k$  (Figura 11), para a geração da superfície de densidade de Kernel da mortalidade por insuficiência renal no período de 2008 a 2020 (Figura 12). Nota-se que a distribuição temporal dessa taxa no Estado não é homogênea, mas que ocorrem agrupamentos espaciais em determinadas regiões, corroborando os achados trazidos pela análise da função  $K$ . Destaca-se que o mapa de densidade de Kernel (Figura 12) foi elaborado com o emprego do kernel quártica. Esta função atribui mais peso para os locais mais próximos entre si comparado aos mais distantes, porém adotando um decrescimento gradual, o que visualmente resulta em uma superfície contínua e não discreta (Delmelle, 2009). Como o estudo de caso utiliza mortalidade por insuficiência renal, esta atua com uma ponderação, resultando na construção de uma superfície de Kernel ponderada.

Ao analisar a distribuição temporal da mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo constata-se que a mesorregião de São José do Rio Preto (número 14, na Figura 12) manteve densidade muito alta no período de 13 anos de dados (2008 a 2020). Esta mesorregião é constituída por 109 municípios, que apresentam similaridades socioeconômicas em uma área de 29.394,7 km<sup>2</sup>, com uma população de 1.569.220 habitantes (IBGE, 2022). Em outras mesorregiões, como Presidente Prudente (número 13, na Figura 11), Vale do Paraíba Paulista (número 7, na Figura 12) e Assis (número 10, na Figura 11), a mortalidade por insuficiência renal se mostra oscilar entre muito alta e alta de um ano para outro. Pode-se apontar uma flutuação da mortalidade por insuficiência renal no Estado, sendo as mesorregiões do centro em direção ao oeste do Estado aquelas que registram maiores taxas da doença (Figura 12).

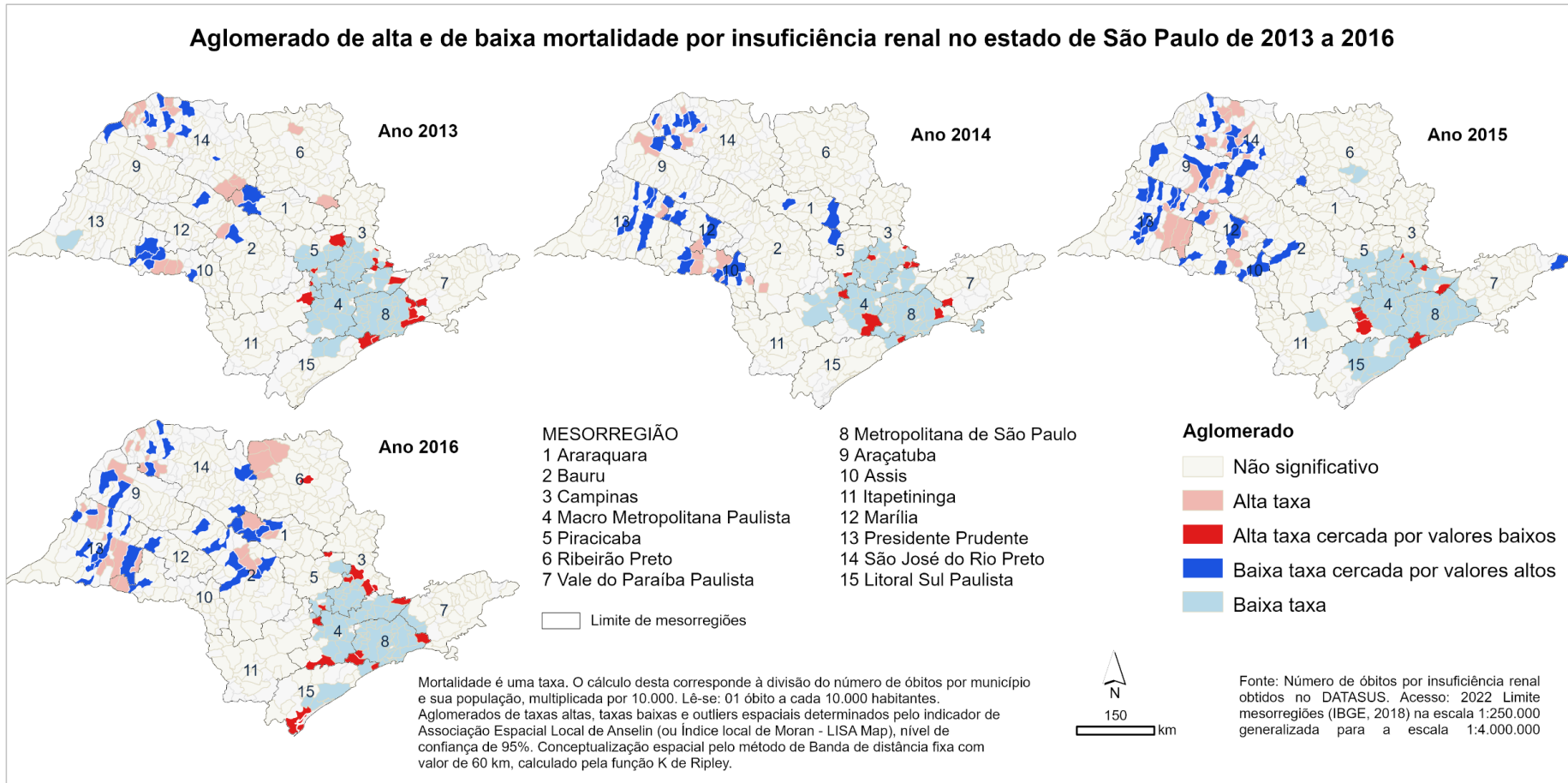
A análise dos mapas criados a partir da análise de autocorrelação espacial com o índice local de Moran (Figura 13) mostra que há um padrão de agrupamento de baixa mortalidade por insuficiência renal na região leste do Estado, na porção abrangida pelas mesorregiões de Macro Metropolitana de São Paulo (número 4), Metropolitana de São Paulo (número 8), parte sul da mesorregião de Campinas

(número 3) e noroeste de Itapetininga (número 11, na Figura 13), ao longo de todo o período investigado. Os aglomerados de alta mortalidade, destacados em vermelho claro no mapa da Figura 13, estão distribuídos predominantemente nas mesorregiões de Assis e São José do Rio Preto, corroborando os achados trazidos com a análise da superfície de densidade de Kernel (Figura 12). Em 2020, último ano analisado, os aglomerados de altas taxas se mostram concentrar nos municípios do extremo oeste do Estado, enquanto os aglomerados de baixa mortalidade estão distribuídos majoritariamente à leste do Estado. Ao nível de confiança de 95%, tais achados revelam duas grandes regiões de *clusters* no Estado para a mortalidade por insuficiência renal.

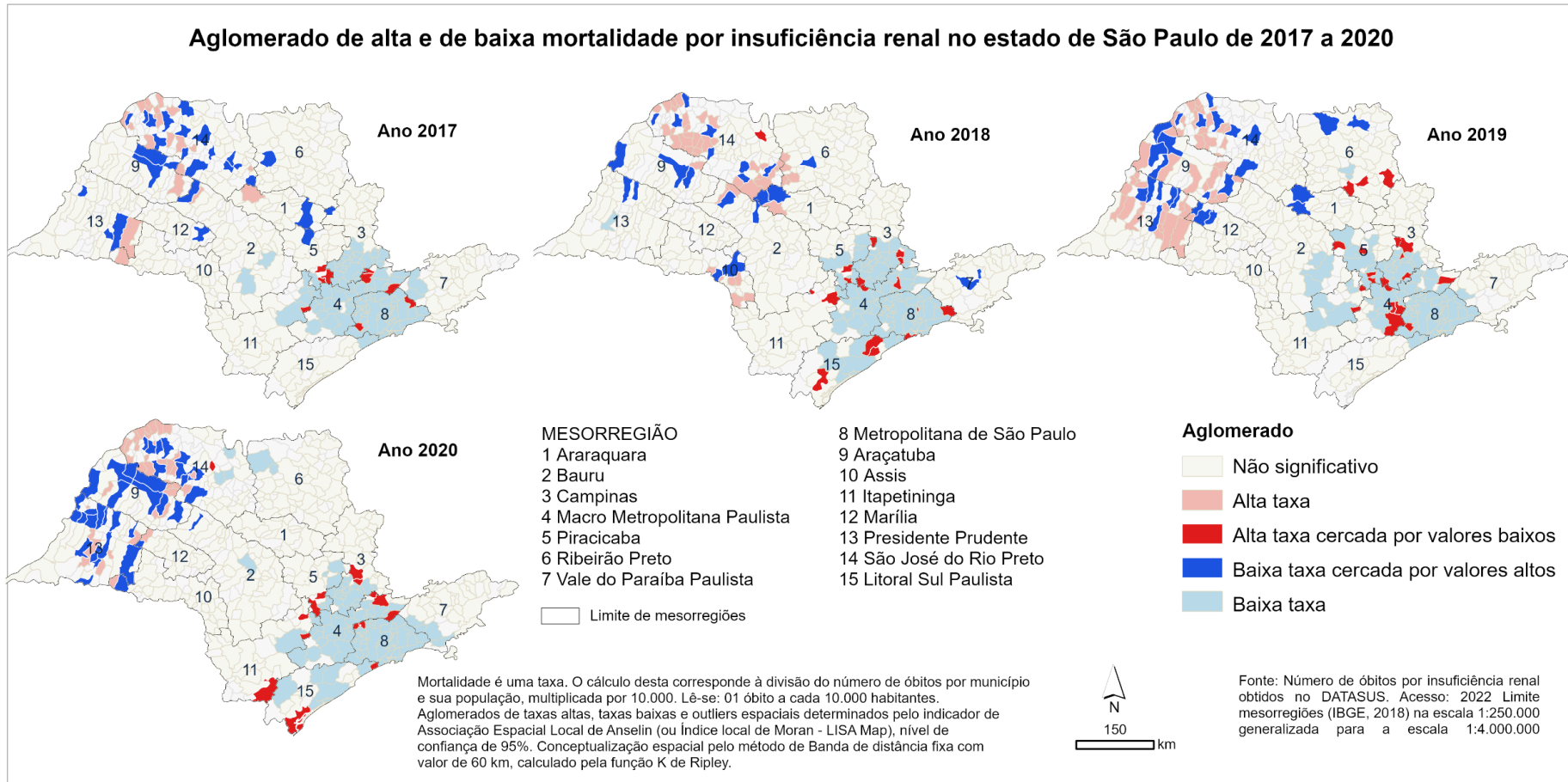
**Figura 13-** Aglomerados de altas e baixa mortalidade por insuficiência renal, e outliers espaciais, de 2008 a 2020 no Estado de São Paulo.







(b)



(c)

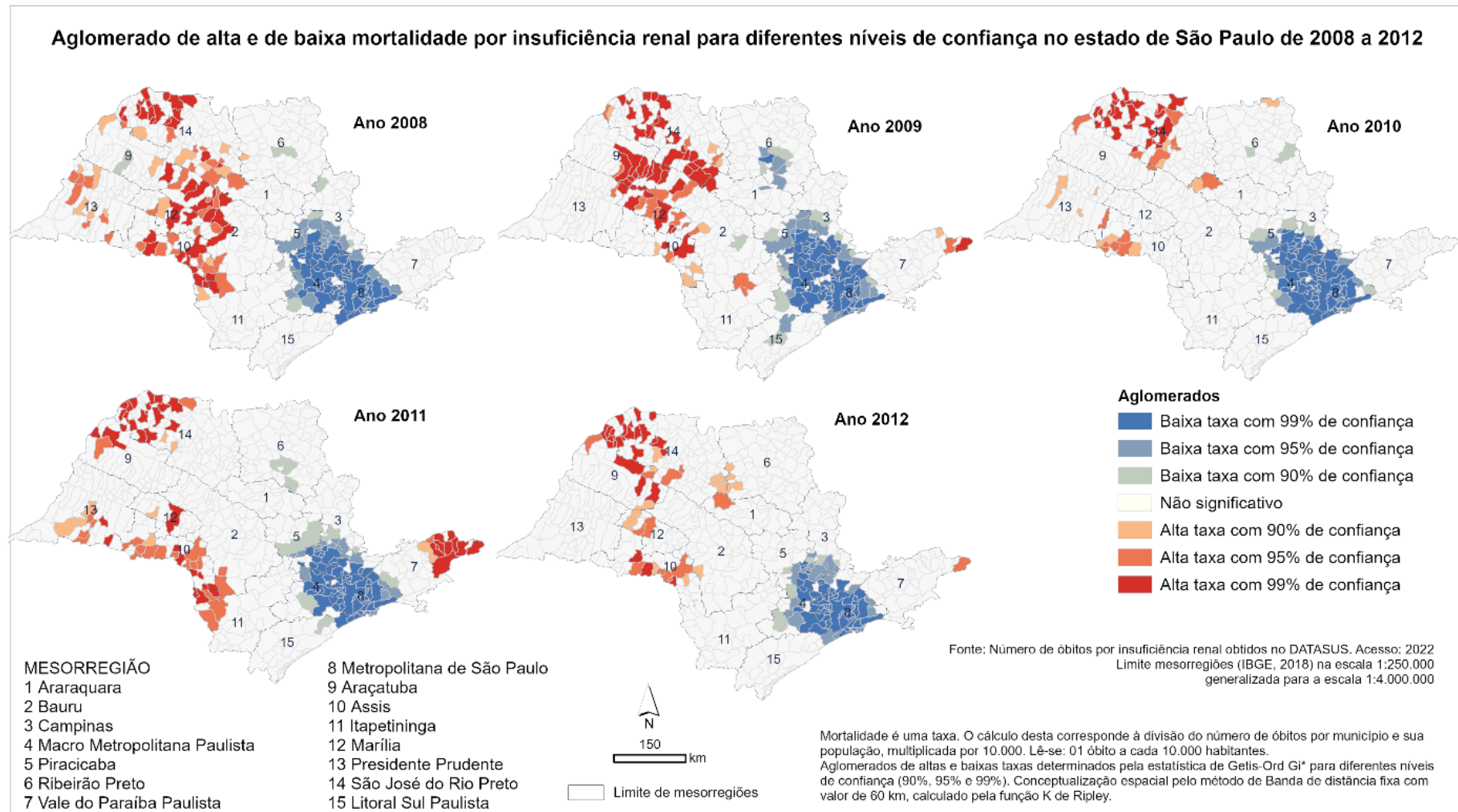
Fonte: Autora

Ainda com base nos mapas de autocorrelação espacial local de Moran (Figura 13), outro ponto a se analisar são os municípios caracterizados como *outliers* espaciais, seja para alta mortalidade (cor vermelha saturada) ou baixa mortalidade (cor azul saturado) por insuficiência renal. O número de municípios *outliers* para os altos valores de mortalidade por insuficiência renal oscilam ao longo do tempo, mas mostra uma clara redução no último ano analisado, em 2020. Ademais, os *outliers* para as altas taxas flutuam espaço-temporalmente e são menores em quantidade comparados aos *outliers* para os baixos valores de mortalidade (Figura 13).

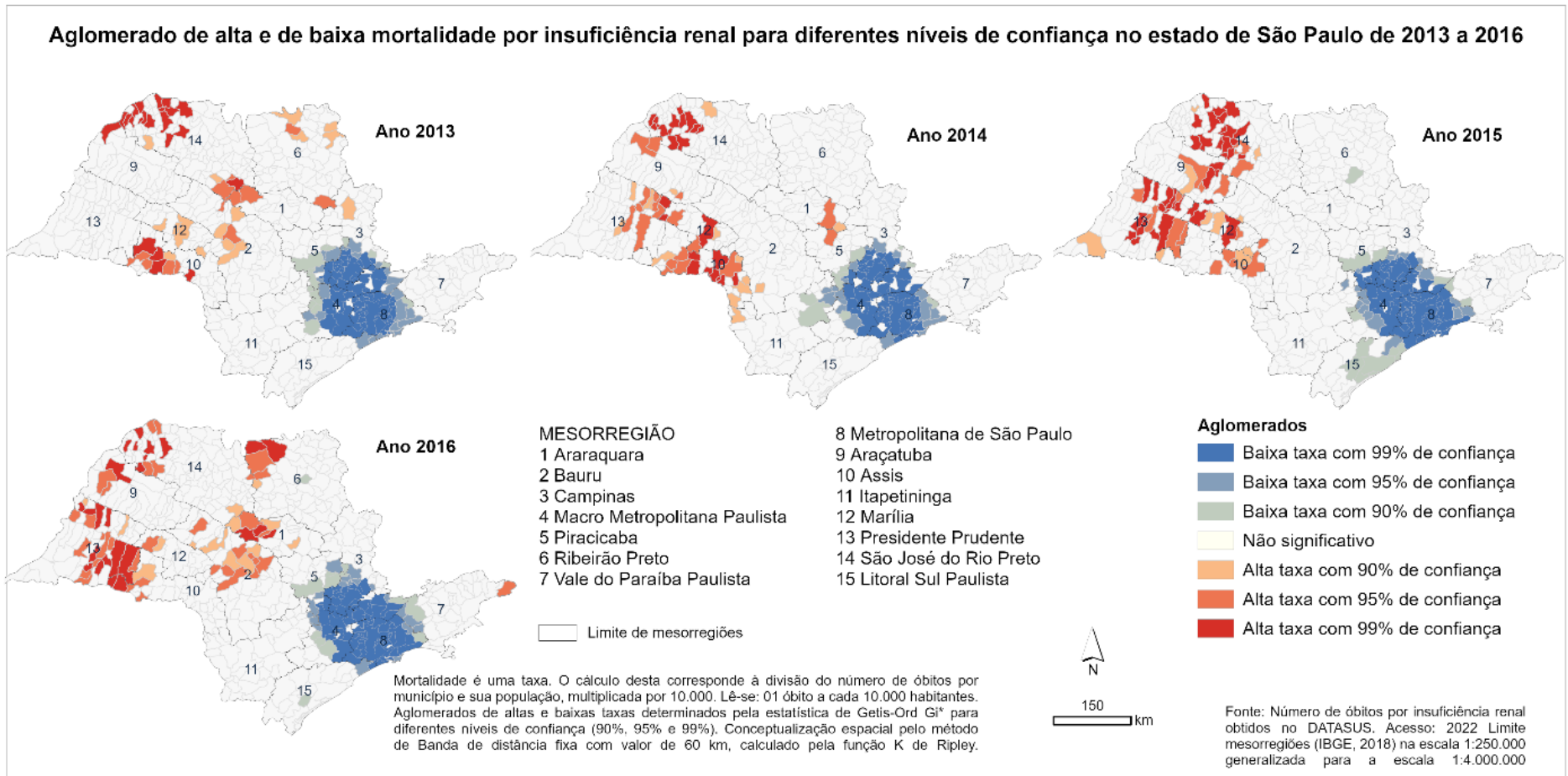
A análise que identifica aglomerados de altos e baixos valores de mortalidade por insuficiência renal, com níveis de confiança de 90%, 95% e 99% (Figura 14), reafirma a associação espacial mostrada no mapa LISA (Figura 13).

A distribuição da mortalidade causada por IR nos municípios de São Paulo não é aleatória. Há maior incidência de mortalidade em mesorregiões do oeste do Estado, como São José do Rio Preto, com um nível de confiabilidade de 99%. Durante todo o período de estudo, particularmente nos anos de 2019 e 2020, os aglomerados de baixa e alta mortalidade com 99% de confiança apontam para uma dicotomia em São Paulo. Existe uma alta mortalidade preocupante na região oeste do Estado, contrastando com a baixa mortalidade na Grande São Paulo (Figura 14).

**Figura 14-** Aglomerados de alta e baixa mortalidade causada por insuficiência renal para diferentes níveis de confiança (90%, 95 e 99%) no Estado de São Paulo e 2008 a 2020.

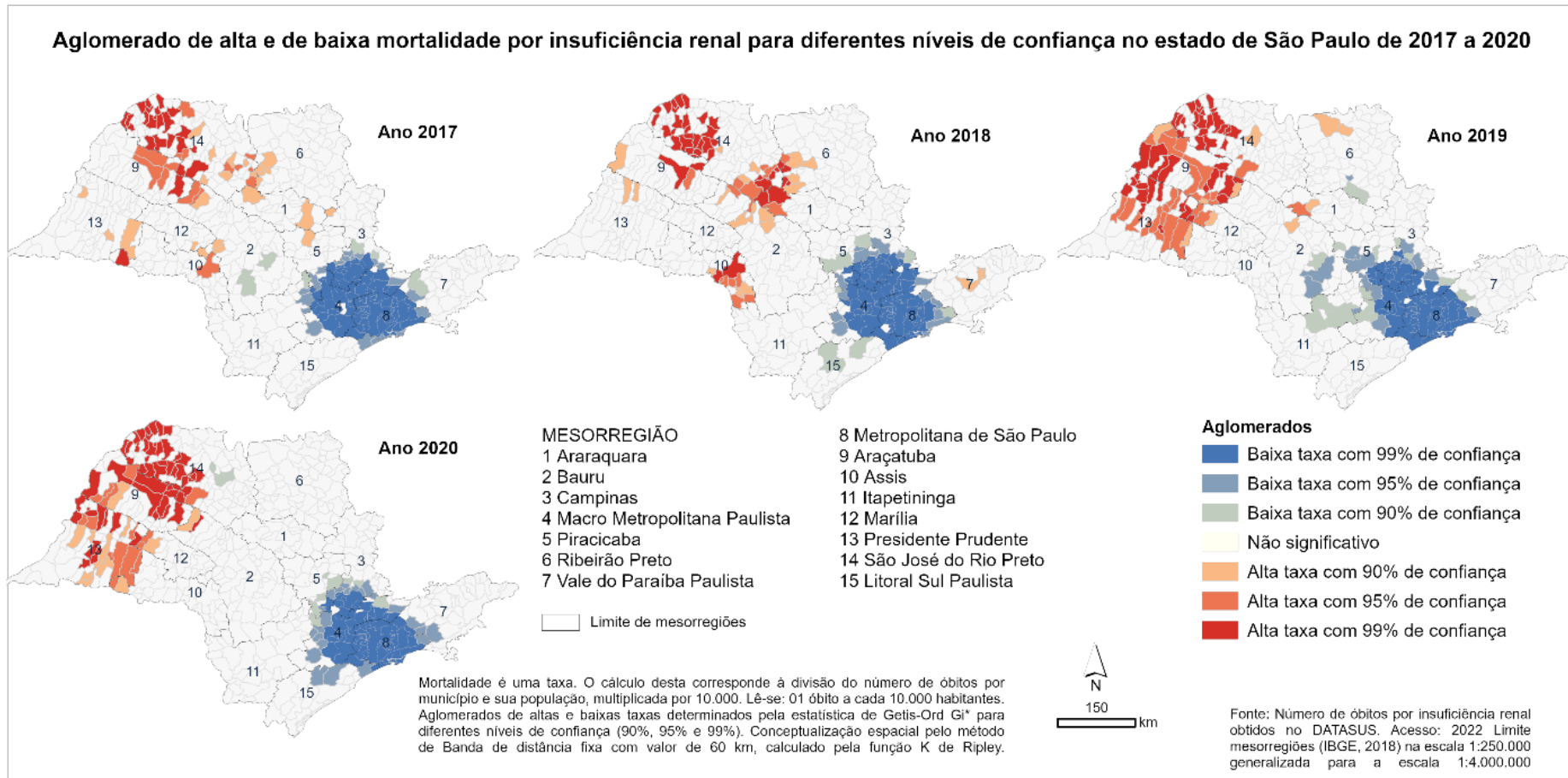


(a)



(b)





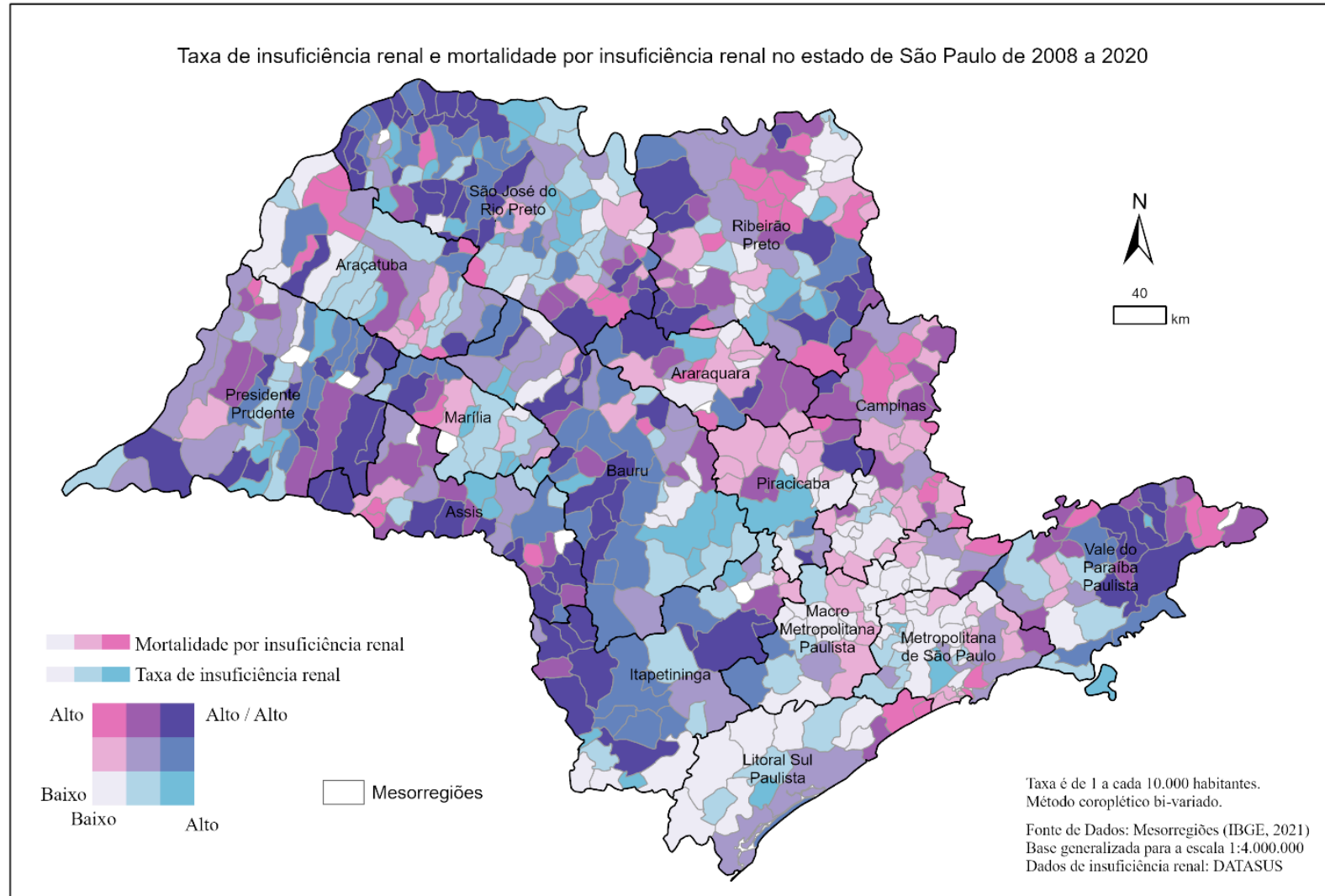
(c)

Fonte: Autora

Para verificar se os municípios com alta mortalidade por insuficiência renal (Figura 15) são, também, aqueles com o maior número de casos da doença, elaborou-se o mapa coroplético bivariado (Dent; Torguson; Hodler, 2009) entre tais variáveis (Figura 15). Nas mesorregiões de São José do Rio Preto, que é uma região de alta mortalidade por insuficiência renal, constata-se que é também uma região de alta taxa de insuficiência renal aguda (N17), insuficiência renal crônica (N18) e insuficiência renal não especificada (N19) entre 2008 e 2020. Alguns municípios da mesorregião de Presidente Prudente, também, apresentam alta mortalidade e altas taxas de casos, como é o caso de Teodoro Sampaio, localizado ao extremo sul desta mesorregião (Figura 11). Embora por todo o Estado existem situações de alta mortalidade acompanhada de alta taxa de insuficiência renal, há, também, situações curiosas peculiares.

Destaca-se, por exemplo, a mesorregião de Bauru ou mesmo a parte centro-leste da mesorregião de São José do Rio Preto nas quais se identifica uma série de municípios com alta mortalidade por insuficiência renal, mas baixa mortalidade da doença, sugerindo que maiores investigações para se entender esse padrão sejam realizadas nestes locais. Uma maior mortalidade por IR pode ser atribuída a uma combinação de fatores, incluindo acesso limitado aos serviços de saúde, diagnóstico tardio, fatores socioeconômicos desfavoráveis e estilo de vida (Aguiar *et al.*, 2020). Além disso, a associação entre altas temperaturas e questões ambientais locais com a incidência ou agravamento de casos de insuficiência renal tem sido sugerida (Zager, 1990; Abraham *et al.*, 2016; Jayasumana *et al.*, 2017; Roncal-Jimenez *et al.*, 2018; Johnson; Wesseling; Newman, 2019). Entretanto, é importante salientar que uma análise mais aprofundada e estudos epidemiológicos são necessários para uma compreensão mais precisa dos fatores que interferem diretamente na mortalidade em cada mesorregião.

**Figura 15-** Taxa de insuficiência renal e mortalidade por insuficiência renal no Estado de São Paulo entre 2008 e 2020.



Fonte: Autora



Estudos observaram que altas temperaturas podem resultar em aumento da temperatura central corporal, desidratação e hiperosmolaridade sanguínea (Zager, 1990; Roncal-Jimenez *et al.*, 2018; Johnson; Wesseling; Newman, 2019). A partir disto, correlações entre exposição crônica ao calor e/ou insolação e doenças renais têm sido propostas (Zager, 1990; Roncal-Jimenez *et al.*, 2018; Johnson; Wesseling; Newman, 2019). Aumento de doença renal tem sido observado em várias regiões quentes do mundo, afetando especialmente trabalhadores rurais (Abraham *et al.*, 2016; Jayasumana *et al.*, 2017; Johnson; Wesseling; Newman, 2019). As causas destas altas incidências ainda não foram elucidadas, mas podem envolver uma complexa interação multifatorial, como exposições ambientais, infecções, fatores genéticos e o calor (Johnson; Wesseling; Newman, 2019). No presente estudo, observamos que a alta mortalidade por IR estão em regiões de maiores valores médios de temperatura anual no Estado de São Paulo, conforme mostra o trabalho de Martinelli (2010). Isso mostra uma possível associação, mas estudos adicionais precisam ser conduzidos para estabelecer se há relação de causalidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados do presente estudo que realizou uma análise espacial da taxa de casos (hospitalizações) e mortalidade por IR nos 645 municípios do estado de São Paulo no período de 2008 a 2021, podemos extrair conclusões importantes sobre essa questão crítica de saúde pública.

Identificou-se uma autocorrelação espacial significativa entre os municípios no que diz respeito à prevalência da doença (considerando a taxa de hospitalizações) e à faixa etária, com maior incidência entre indivíduos de 20 a 59 anos. Adicionalmente, os dados revelaram que o número de casos entre os homens superou o das mulheres.

A análise apontou para uma distribuição não uniforme da taxa de IR no estado ao longo do período estudado. No entanto, foi detectada uma tendência de redução nos casos de insuficiência renal entre 2020 e 2021. Esta diminuição pode ser atribuída, em parte, a possíveis subnotificações nas bases de dados do DATASUS, em especial durante a pandemia de COVID-19 iniciada no Brasil em 2020, o que poderia afetar o registro de doenças crônicas como a insuficiência renal. Ademais, outros fatores podem estar associados a esta redução da taxa de IR, como a melhoria nas condições de saúde e o acesso a tratamentos e melhores práticas de saúde preventiva; campanhas educativas sobre hábitos saudáveis, dietas adequadas e prevenção da doença; melhorias de infraestrutura e acesso à água potável que podem influenciar positivamente na prevenção de condições que levam à IR; controle mais efetivo de doenças como diabetes e hipertensão, que são fatores de risco para IR; além de políticas de saúde pública, que aumentem o acesso a cuidados médicos e à prevenção.

A distribuição de óbitos no estado também se mostrou heterogênea. Houve dependência espacial da mortalidade por IR entre os municípios analisados, e os idosos correspondem à faixa etária de maior incidência. Todavia, a diferença no número de óbitos por IR entre homens e mulheres não é significativa, embora os homens venham a óbito de maneira mais recorrente que as mulheres, em todos os anos estudados. Ao investigar a tendência de distribuição do número de óbitos ao longo do tempo (de 2008 a 2020), constatou-se uma tendência crescente com coeficiente de determinação de 93% aproximadamente. As mesorregiões a oeste do estado são as mais problemáticas para os altos valores de mortalidade por insuficiência renal, com destaque para os municípios na mesorregião de São José do Rio Preto (parte oeste).

Recomenda-se que as regiões com elevadas taxas de IR e de mortalidade por IR, conforme indicado pela associação espacial, sejam submetidas a uma investigação detalhada. Apesar de possíveis medidas de saúde pública implementadas no estado São Paulo terem afetado a distribuição da doença, a contínua alta incidência de insuficiência renal em determinadas áreas ressalta a importância de pesquisas adicionais. Essas investigações futuras deveriam examinar mais profundamente os determinantes ambientais, socioeconômicos e de políticas de saúde que influenciam esses padrões espaciais, com o objetivo de formular estratégias mais efetivas de prevenção e manejo da insuficiência renal.

Esta pesquisa oferece uma contribuição importante para a análise epidemiológica estadual, podendo facilitar a elaboração de modelos assistenciais mais adequados às particularidades locais. Além disso, essas descobertas contribuem ao planejamento e a alocação de recursos de saúde, visando mitigar os impactos dessa doença nos municípios do estado de São Paulo, e a metodologia apresentada permite que outras regiões possam ser estudadas, oferecendo um panorama nacional da insuficiência renal.

Este estudo sobre a distribuição da insuficiência renal em São Paulo não apenas traz informações para melhoria de políticas de saúde, mas também impacta diretamente a prática médica. Ao identificar padrões geográficos e demográficos da doença, os profissionais de saúde podem melhorar o diagnóstico precoce e o tratamento, adaptando suas abordagens às necessidades locais. Isso permite uma abordagem mais direcionada e eficaz no diagnóstico precoce, manejo e tratamento da insuficiência renal, especialmente em regiões identificadas como mais vulneráveis.

Compreender os padrões de incidência e mortalidade da insuficiência renal pode alertar os profissionais de saúde sobre a necessidade de maior vigilância em determinadas populações e áreas geográficas. Isso pode influenciar a intensificação de programas de triagem, monitoramento e educação para a saúde, visando à prevenção da doença e à redução de suas complicações. Além disso, os dados fornecidos por este estudo podem capacitar os médicos a melhor planejar o gerenciamento de recursos, como leitos hospitalares e serviços de diálise, para atender às demandas específicas de suas comunidades.

Ao compreender os fatores sociodemográficos associados à insuficiência renal, os médicos podem adaptar suas abordagens terapêuticas e de educação em saúde, de acordo com as necessidades específicas de diferentes grupos de pacientes. Isso

pode incluir estratégias de modificação de estilo de vida, intervenções para controle de doenças crônicas coexistentes e educação sobre a importância da adesão ao tratamento.

Representa importante fonte de dados para Medicina, pois auxilia no planejamento de intervenções preventivas, incluindo campanhas de conscientização e triagem precoce e intervenções terapêuticas, visando reduzir a incidência e mortalidade por IR, implementação de programas de prevenção e controle adaptados às necessidades específicas de cada região e grupo populacional, incluindo educação sobre hábitos de vida saudáveis, manejo adequado de doenças crônicas e acesso a serviços de saúde.

Em suma, este estudo não só enriquece o conhecimento epidemiológico, mas também fortalece a capacidade dos médicos de enfrentarem a insuficiência renal em sua prática clínica diária, oferecendo cuidados mais personalizados e eficazes aos pacientes, promovendo melhores resultados clínicos e qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, G.; VARUGHESE, S.; THANDAVAN, T.; IYENGAR, A.; FERNANDO, E.; NAQVI, S.A.J.; SHERIFF, R.; UR-RASHID, H.; GOPALAKRISHNAN, N.; KAFLE, R.K. Chronic kidney disease hotspots in developing countries in South Asia. **Clinical Kidney Journal**, v. 9, p. 135–141, 2016.

AGUIAR, L.K.; PRADO R.R.; GAZZINELLI, A.; MALTA, D.C. Factors associated with chronic kidney disease: epidemiological survey of the National Health Survey. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.23, p. E200044, 2020.

AL-HYARI, A.Y.; AHMAD, M. A.T.; MAJID, A. A.T. Clinical decision support system for diagnosis and management of chronic renal failure. **2013 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT)**, 2013. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6716440/authors>. Acesso em: 10 dez. 2023.

ALCALDE, P. R.; KIRSZTAJN, G. M. Expenses of the brazilian public healthcare system with chronic kidney disease. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 40, n. 2, p.122–129, 2018. DOI:10.1590/2175-8239-jbn-3918

AMMIRATI, A. L. Chronic kidney disease. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 66 (Suppl 1), p. 03-s09, 2020. DOI: 10.1590/1806-9282.66.S1.3.

ANSELIN, L. Local Indicators of spatial association-LISA. **Geographical Analysis, OSU Press**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

BASTOS, M.G.; BREGMAN, R.; KIRSZTAJN, G.M. Doença renal crônica: frequente e grave, mas também prevenível e tratável. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n. 2, p. 248–53, 2010.

BRAR, A.; MARKELL, M. Impact of gender and gender disparities in patients with kidney disease. **Current Opinion in Nephrology and Hypertension**, v. 28, n. 2, p. 178–182, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS (Departamento de Informática do SUS)**, 2022. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 06 mar 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes Clínicas para o Cuidado ao paciente com Doença Renal Crônica – DRC no Sistema Único de Saúde/ Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

Disponível em:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_clinicas\\_cuidado\\_paciente\\_renal.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_clinicas_cuidado_paciente_renal.pdf)

BRASIL. Ministério da Saúde. **Insuficiência renal crônica**. Brasília: Biblioteca Virtual em Saúde, 2011. Acesso em: 30 jan. 2024. Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/insuficiencia-renal-cronica/#:~:text=Insufici%C3%Aancia%20renal%20%C3%A9%20a%20condi%C3%A7%C3%A3o,%C3%A9%20lenta%20%20progressiva%20e%20irrevers%C3%ADvel>

CARRERO, J. J.; HECKING, M.; CHESNAYE, N. C.; JAGER, K. J. Sex and gender disparities in the epidemiology and outcomes of chronic kidney disease. **Nature Reviews Nephrology**, v. 14, p. 151-164, 2018.

COCKWELL, P.; FISHER, L. A. The global burden of chronic kidney disease. **The Lancet**, v. 395, p. 662-664, 2020.

DELMELLE, E. Point Pattern Analysis. *In*: KITCHIN, R.; THRIFT, N. (eds).

**International Encyclopedia of Human Geography**. Oxford: Elsevier, 2009. p. 204–211.

DENT, B. D.; TORGUSON, J.; HODLER, T. **Cartography: Thematic Map Design**. 6. ed. Georgia: McGraw-Hill, 2019. 368p.

DUARTE, L. S.; SHIRASSU, M. M.; ATOBE, J. H.; MORAES, M. A.; BERNAL, R. T. I. Continuidade da atenção às doenças crônicas no Estado de São Paulo durante a pandemia de Covid-19. **Saúde em Debate**, v. 45, p. 68-81, 2021.

ELLIOTT, M. J.; TAM-THAM, H.; HEMMELGARN, B. R. Alberta Kidney Disease Network. Age and treatment of kidney failure. **Current Opinion in Nephrology and Hypertension**, v. 22, n. 3, p. 344-350, 2013.

FRANCISCO, P. M. S. B.; ASSUMPÇÃO, D.; BACURAU, A. G. M.; NERI, A. L.; MALTA, D. C.; BORIM, F. S. A. Prevalência de doenças crônicas em octogenários: dados da Pesquisa Nacional de Saúde 2019. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 7, p. 2655-2665, 2022.

FRAZÃO, A. Insuficiência renal: o que é, sintomas, causas e tratamento. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**. v. 3, n. 8, p. 03-10, 2021.

GETIS, A.; ORD, J.K. The analysis of spatial association by use of distance statistics. **Geographical Analysis**. v. 24, n. 3, 1992.

GLASSOCK, R.; DENIC, A.; RULE, AD. When kidneys get old: an essay on nephrogeriatrics. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**. v. 39, n.1, p. 59-64, 2017.

GOODCHILD, M. **Spatial Autocorrelation**. Norwich: Geo Books. 1986. 57p.

HEMMELGARN, B. H.; JAMES, M. T.; MANNS, B. J.; O'HARE, A. M.; MUNTNER, P.; RAVANI, P.; QUINN, R. R.; TURIN, T. C.; TAN, Z.; TONELLI, M. Alberta Kidney Disease Network. Rates of treated and untreated kidney failure in older vs younger adults. **JAMA**, v. 307, n. 23, p. 2507-2515, 2012.

HINO, P.; VILLA, T.; CUNHA, T.; SANTOS, C. Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, p. 1289-1294, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JAYASUMANA, C.; ORANTES, C.; HERRERA, R.; ALMAGUER, M.; LOPEZ, L.; SILVA, L. C.; ORDUNEZ, P.; SIRIBADDANA, S.; GUNATILAKE, S.; DE BROE, M. E. Chronic interstitial nephritis in agricultural communities: a worldwide epidemic with

social, occupational, and environmental determinants. **Nephrology, Dialysis, Transplantation**, v. 32, p. 234-241, 2017.

JOANNIDIS, M.; METNITZ, PG. Epidemiology and natural history of acute renal failure in the ICU. **Critical Care Clinics**. v. 21, n. 2, p. 239-49, 2005.

JOHNSON, R. J.; WESSELING, C.; NEWMAN, L. S. Chronic kidney disease of unknown cause in agricultural communities. **The New England Journal of Medicine**, v. 380, n. 19, p. 1843-1852, 2019.

LOUVISON, M.C.P.; CECILIO, M.A.M.; OSIANO, V.L.P.R.; PORTAS, S.L.C.; SESSO, R. Prevalência de pacientes em terapia renal substitutiva no Estado de São Paulo. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 8 n. 95, p. 23-42, 2011.

MARCOS, R. V.; GAMPIETRO, J. F. C.; DUARTE, L. S.; ROSA, T. E. C. O uso de informações para o processo de territorialização no planejamento da Atenção Básica: uma experiência a partir das doenças crônicas no município de São Bernardo do Campo - SP. **BIS- Boletim do Instituto de Saúde**, v. 20, p. 83-90, 2019.

MARINHO, A. W. G. B.; PENHA, A. P.; SILVA, M. T.; GALVÃO, T. F. Prevalência de doença renal crônica em adultos no Brasil: revisão sistemática da literatura. **Cadernos de Saúde Pública** (UFRJ), v. 25, p. 379-388, 2017.

MARTINELLI, M. Clima do Estado de São Paulo. **Confins**, n.8, 2010. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/6348>. Acesso em: 17 jul. 2023.

MINUTOLO, R.; GABBAI, F. B.; CHIODINI, P.; PROVENZANO, M.; BORRELLI, S.; GAROFALO, C.; BELLIZZI, V.; RUSSO, D.; CONTE, G.; DE NICOLA, L. Sex differences in the progression of CKD among older patients: pooled analysis of 4 cohort studies. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 75, p. 30-38, 2020.

PEREIRA, B. J. Optimization of pre-ESRD care: the key to improved dialysis outcomes. **Kidney International**. v. 57, n. 1, p. 351-65, 2000.



PEREIRA, M. G. **Métodos empregados em Epidemiologia. Epidemiologia teoria e prática.** 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara- Koogan, 2002.

RIBEIRO, R. C. H.; OLIVEIRA, G. A. S. A. DE .; RIBEIRO, D. F.; BERTOLIN, D. C.; CESARINO, C. B.; LIMA, L. C. E. Q. DE .; OLIVEIRA, S. M. DE. Caracterização e etiologia da insuficiência renal crônica em unidade de nefrologia do interior do Estado de São Paulo. **Acta Paulista de Enfermagem.** v. 21, p. 207-211, 2008.

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics.** 2. ed. New Jersey: Wiley-Interscience, 2004. 272p.

RODRIGUES, M. **Introdução ao geoprocessamento.** *In:* Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo: Sagres Editora, 1990.

ROMÃO JÚNIOR, J.E. A doença renal crônica: do diagnóstico ao tratamento. **Prática Hospitalar,** v. 52, p. 183-187, 2007.

ROMÃO JÚNIOR, J.E. Doença renal crônica: definição, epidemiologia e classificação. **Brazilian Journal of Nephrology,** v. 26, (3 Supl1), p.1–3, 2004.

RONCAL-JIMENEZ, C.A.; SATO, Y.; MILAGRES, T.; ANDRES HERNANDO, A.; GARCÍA, G.; BJORNSTAD, P.; DAWSON, J. B.; SORENSEN, C.; NEWMAN, L.; KRISHER, L.; MADERO, M.; GLASER, J.; GÁRCÍA-TRABANINO, R.; ROMERO, E. J.; SONG, Z.; JENSEN, T.; KUWABARA, M.; RODRIGUEZ-ITURBE, B.; SANCHEZ-LOZADA, L. G.; LANASPA, M. A.; JOHNSON, R. J. Experimental heat stress nephropathy and liver injury are improved by allopurinol. **American Journal of Physiology-Renal Physiology,** v. 315, n. 3, p. 726–733, 2018.

SANTOS, S.M.; BARCELLOS, C.; CARVALHO, MS.; FLORES, R. Detecção de aglomerados espaciais de óbitos por causas violentas em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 1996. **Cadernos de Saúde Pública.** v. 17, n. 5, p. 1141-1151, 2001.

SÃO PAULO (estado), Secretaria da Saúde. **Diagnóstico Plano Estadual de Saúde PES 2020-2023.** Parte 1. 2019, p.88. Disponível em:

<https://www.cosemssp.org.br/wp-content/uploads/2020/01/PLANO-ESTADUAL-DE-SAUDE-2020-2023.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2023.

SARMENTO, L. R.; FERNANDES, P.F.C.B.C.; PONTES, M.X.; CORREIA, D.B.S.; CHAVES, V.C.B.; CARVALHO, C.F.A.; ARNAUD, T.L.; SANTOS, M.H.S.D.; BARRETO, L.C.B.; MOLITERNO, L.A.A. Prevalence of clinically validated primary causes of end-stage renal disease (ESRD) in a State Capital in Northeastern Brazil. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, v. 17, p. 1-6, 2018.

SILVERMAN, B. W. **Density estimation for statistics and data analysis**. 1. ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 1998. 183p.

SMELTZER, S. C.; BARE, B. G. **Tratado de enfermagem médico-cirúrgica**. 11. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2009.

SKABA, D.A.; CARVALHO, M.S.; BARCELLOS, C.; MARTINS, P.C.; TERRON, S.L. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 20, n. 6, p.1753-1756, 2004.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão da cólera**. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 1999.

STACK, A.G. Impact of timing of nephrology referral and pre-ESRD care on mortality risk among new ESRD patients in the United States. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 41, n. 2, p. 310–308, 2003.

VOLPATO, G.; BARRETO, R. **Estatística Sem Dor!** 2. ed. Botucatu: Best Writing, 2016. 160p.

WEN, B.; XU, R.; WU, Y.; COELHO, M. S. Z. S.; SALDIVA, P. H. N.; GUO, Y.; LI, S. Association between ambient temperature and hospitalization for renal diseases in Brazil during 2000–2015: A nationwide case-crossover study. **The Lancet**, v. 6, p.1-13, 2022.

WHO. World Health Organization. **Facts about Noncommunicable Diseases (NCDs)**. Geneva: OMS, 2008. Disponível em: [http:// www.who.int/hpr/ncd.facts.shtml](http://www.who.int/hpr/ncd/facts.shtml)

ZAGER, R.A. Hyperthermia: effects on renal ischemic/reperfusion injury in the rat. **Laboratory Investigation**, v. 63, n. 3, 360–369, 1990.

---

## ANEXO A- HOSPITALIZAÇÕES POR INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO: TENDÊNCIAS TEMPORAIS E PADRÕES ESPACIAIS, 2008-2021.

|  |  |
|--|--|
| <b>Assunto</b>   | [ESTGEO] Decisão editorial   |
| <b>Para:</b>   | [Ana Beatriz Silva <bialmeidaaz@gmail.com>, Mariany Souza <kerriany_gon@yahoo.com.br>, Alessandra Solera <barcalasolera2008@gmail.com>, Ana Paula Favareto <anafavareto@yahoo.com.br>, Renata Rossi <renata@unoeste.br>, Edmur Pugliesi <edmur.pugliesi@unesp.br>, Ana Paula Ramos <marques.ramos@unesp.br>] |
| <b>De</b>  | Diego Correa Maia <d.maia@unesp.br>  |
| <b>Data:</b>   | ter., 16 16e jan. 16e 2024 às 16:10  |
| <p>Ana Beatriz Silva , Mariany Souza, Alessandra Solera, Ana Paula Favareto, Renata Rossi, Edmur Pugliesi, Ana Paula Ramos:</p> <p>Nós chegamos a uma decisão referente a sua submissão para o periódico Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, "HOSPITALIZAÇÕES POR INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO: TENDÊNCIAS TEMPORAIS E PADRÕES ESPACIAIS, 2008-2021".</p> <p>Nossa decisão é de: Aceitar a Submissão</p> <p>Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia<br/><a href="http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/estgeo">http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/estgeo</a></p> |  |

## ANEXO B- ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA MORTALIDADE POR INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO ENTRE 2008 E 2020.

REVISTA HYGEIA

<https://seer.ufr.br/index.php/hygeia>

ISSN: 1980-1726

DOI: <https://doi.org/10.14393/Hygeia2068809>

### ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA MORTALIDADE POR INSUFICIÊNCIA RENAL NO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO ENTRE 2008 E 2020

#### SPATIOTEMPORAL ANALYSIS OF DISTRIBUTION PATTERN OF MORTALITY DUE TO RENAL INSUFFICIENCY IN THE STATE OF SÃO PAULO | IN THE PERIOD BETWEEN 2008 AND 2020

**Alessandra Lemes Barcala Solera**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - PPGMADRE, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP  
[barcalasolera2008@gmail.com](mailto:barcalasolera2008@gmail.com)

**Mariany Kerriany Gonçalves de Souza**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - PPGMADRE, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP  
[kerriany\\_gon@yahoo.com.br](mailto:kerriany_gon@yahoo.com.br)

**Ana Beatriz Almeida da Silva**

Graduanda em Medicina, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP  
[biaalmeidaaz@gmail.com](mailto:biaalmeidaaz@gmail.com)

**Ana Paula Alves Favareto**

Doutora em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - PPGMADRE, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP  
[anafavareto@unoceste.br](mailto:anafavareto@unoceste.br)

**Renata Calciolari Rossi**

Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Docente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - PPGMADRE, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP  
[renata@unoceste.br](mailto:renata@unoceste.br)

**Edmur Azevedo Pugliesi**

Doutor em Ciências Cartográficas pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Presidente Prudente/SP. Docente do Departamento de Cartografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Presidente Prudente/SP  
[edmur.pugliesi@unesp.br](mailto:edmur.pugliesi@unesp.br)

**Ana Paula Marques Ramos**

Doutora em Ciências Cartográficas pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Presidente Prudente/SP. Docente do Departamento de Cartografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Presidente Prudente/SP  
[anaramos@unoceste.br](mailto:anaramos@unoceste.br)

#### RESUMO

A insuficiência renal (IR) é caracterizada pela perda da capacidade funcional dos rins, a qual pode levar a complicações e morte prematura. Embora o Ministério da Saúde disponibilize dados de óbitos por IR municipal, desconhece-se o padrão de distribuição espacial desta doença. Isto é essencial para apoiar os estados na definição de políticas públicas de saúde. Este trabalho caracteriza a distribuição espaço-temporal da mortalidade por IR nos municípios do estado de São Paulo de 2008 a 2020. No departamento de informática do Sistema Único de Saúde, obteve-se o número de óbitos por IR em cada município paulista, de 2008 a 2020. Estimou-se a mortalidade por IR dividindo o número de óbitos no município pelo seu número de habitantes, multiplicado por 10.000. Técnicas de estatística espacial foram usadas na detecção de agrupamento espacial, observando-se que o padrão de distribuição da mortalidade por IR no estado não é aleatório. Há uma tendência crescente no número de óbitos por IR nos municípios de 2008 a 2020, mas isto não tem associação com o gênero, ainda que ocorra maior número de óbitos por IR entre os homens comparado às

Recebido em 24/03/2023

Aceito para publicação em: 26/07/2023.

Hygeia

Uberlândia - MG

v. 20

2024

e2004

1