

DESIGUALDADE SOCIOESPACIAL NO ACESSO À ÁGUA E ESGOTO NO BRASIL

Victória Cláudia Ribeiro Tavares¹
Ariel Ortiz Gomes²

Resumo: Os acessos aos serviços de água e esgoto no Brasil ainda são marcados por processos de exclusão socioespacial. Tendo em vista a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que busca a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço, pretende-se analisar a espacialização e características socioeconômicas dos locais atendidos pelas infraestruturas de saneamento no país. A pesquisa baseia-se nos dados do Censo Demográfico 2022 e utiliza indicadores referentes à composição populacional, renda média e acesso a rede geral de abastecimento de água, esgotamento sanitário e ausência de banheiros e sanitários. A metodologia emprega técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), por meio do GeoDa e QGIS, com cálculo do Índice de Moran Global e Local (LISA), permitindo identificar padrões de autocorrelação e agrupamentos territoriais. Os resultados evidenciam fortes desigualdades regionais. As regiões Norte e Nordeste concentram maiores proporções de população não branca, menores níveis de renda e piores indicadores de saneamento, incluindo baixos percentuais de atendimento por rede geral de água e esgoto e maior ocorrência de domicílios sem banheiro. Em contraste, as regiões Sudeste e Sul apresentam maiores rendas médias e maior cobertura dos serviços de água e esgoto. Os mapas condicionais revelam que a renda é o principal condicionante do acesso ao saneamento, mas sua relação com a composição racial indica sobreposição de vulnerabilidades. A análise integrada sugere a persistência de um padrão socioespacial de exclusão, revelando indícios de racismo ambiental e desigualdades estruturais que afetam o acesso à água e ao esgotamento sanitário.

Palavras-chave: Abastecimento de Água; Saneamento; Desigualdade Socioespacial; Análise Exploratória de Dados Espaciais.

1. INTRODUÇÃO

O Art. 225 da Constituição Federal de 1988 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. O meio ambiente como bem de uso coletivo e essencial à sadia qualidade de vida, o texto constitucional impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, atribuindo centralidade às políticas ambientais na concretização dos direitos fundamentais.

¹ Discente na graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

² Docente da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Engenheiro Ambiental. Mestre e Doutor em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (PGTA/UFMS).

Segundo a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico, os serviços públicos de saneamento básico deverão ser prestados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente. No entanto, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 define o saneamento básico como conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais, que contempla o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, buscando a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço. A legislação reconhece que a prestação adequada desses serviços possui relação direta tanto com a saúde pública quanto com a proteção dos recursos naturais, evidenciando que o saneamento não é apenas uma infraestrutura urbana, mas uma dimensão concreta do próprio direito ambiental. Em âmbito internacional, em 28 de julho de 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou uma resolução reconhecendo “o direito à água potável segura e ao saneamento como um direito humano essencial para o pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos” (A/RES/64/292).

Apesar de terem seus direitos formalmente assegurados pela lei, determinados grupos e populações seguem sendo desproporcionalmente atingidos pela crise climática e por seus efeitos ambientais negativos, o que aprofunda e reproduz desigualdades socioambientais. No Brasil, cerca de 16,9% da população não possui acesso à água, enquanto 40,3% não possui coleta de esgoto (SINISA, 2023). Costa e Ioris (2015) afirmam que os problemas ambientais não são simplesmente uma consequência de falhas na aplicação da legislação ou inadequação técnica, mas sim uma manifestação de forças políticas, culturais e econômicas subjacentes. Vale ressaltar que a vivência em condições socioambientais precarizadas, somadas às desigualdades de poder nos processos decisórios, constitui processos do escopo do racismo ambiental (Bullard, 2004).

O racismo ambiental é sequela do racismo estrutural e institucional, pois demonstra que as desigualdades raciais se relacionam diretamente com problemas de caráter ambiental. O racismo estrutural decorre das marcas deixadas pela escravidão e pelo colonialismo, persistindo os padrões mentais e institucionais escravocratas, ou seja, racistas, autoritários e violentos (Almeida, 2019). Comunidades quilombolas, indígenas, ribeirinhas e periféricas frequentemente enfrentam a escassez de acesso a serviços básicos de qualidade, além de lidarem com problemas como poluição, degradação ambiental e até mesmo o deslocamento forçado devido a projetos de infraestrutura (Porto-Gonçalves, 2006).

Segundo Almeida (2019), Clovis Moura afirma que o racismo no Brasil é inseparável da constituição da sociedade de classes, já que, mesmo após a abolição da escravidão, a ideologia de igualdade formal conviveu com a manutenção de uma ordem social racista, fazendo com que os negros permanecessem imobilizados nas camadas mais oprimidas. Além disso.

De acordo com estudos históricos e censitários, no Brasil, desde os tempos coloniais, mulheres negras também participam um pouco mais da força de trabalho (IPEA, 2017; COVRE-SUSSAI, 2016; ESTEVE et al., 2016; SAMARA; COSTA, 1997). Além disso, mulheres e meninas são, desproporcionalmente, as responsáveis pelo abastecimento de água, coletando água em oito de cada dez domicílios (OMS e UNICEF, 2017).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho é analisar o acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário da população brasileira de acordo com gênero, raça e renda média, verificando e identificando possíveis associações espaciais entre essas variáveis.

2. METODOLOGIA

Utilizou-se uma abordagem voltada a uma perspectiva socioambiental do acesso aos serviços de saneamento nos municípios brasileiros. A análise empregou técnicas descritivas e Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) implementadas no software GeoDa e QGIS, com ênfase na avaliação da autocorrelação espacial global e local por meio do índice de Moran e de seus mapas de agrupamento.

2.1. Base de dados

A unidade de análise correspondeu aos municípios do Brasil analisados no Censo Demográfico 2022, totalizando 5570, tomando-se como recorte espacial o território nacional delimitado pelas malhas municipais oficiais. As informações sociodemográficas e de saneamento foram obtidas em arquivos formato *shapefile*, em bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, agregadas em nível municipal, compreendendo: percentual de população não branca, percentual de mulheres, renda média dos brasileiros com mais de 14 anos que trabalham, percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados abastecidas por rede geral de distribuição de água, percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados com esgotamento sanitário em rede geral e percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados que não tinham banheiro nem sanitário. Esses indicadores foram selecionados de

modo a capturar simultaneamente dimensões sociais, econômicas e de infraestrutura associadas ao saneamento, permitindo caracterizar situações de vulnerabilidade socioambiental.

Tabela 1 – Relação de variáveis.

Variável	Descrição	Unidade	Fonte
PorCe_nbr	Percentual de pessoas não brancas	%	IBGE, 2022
PorCe_mul	Percentual de mulheres	%	IBGE, 2022
Renda	Renda média dos brasileiros com mais de 14 anos que trabalham	R\$	IBGE, 2022
PercMorad5	Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados abastecidas por rede geral de distribuição de água	%	IBGE, 2022
PercMorad4	Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados com esgotamento sanitário em rede geral	%	IBGE, 2022
PercMorad2	Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados que não tinham banheiro nem sanitário	%	IBGE, 2022

Fonte: Autora (2025).

O processamento inicial foi realizado com o uso do software Excel, empregado no refinamento e na organização da base de dados. Para a manipulação estatística das variáveis e a obtenção das estimativas probabilísticas, utilizou-se o software Jamovi (versão 2.6).

2.2. Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

Inicialmente foram produzidos mapas temáticos para cada variável, com classificação em faixas de valores em intervalos iguais, a fim de descrever a distribuição espacial dos indicadores e identificar padrões visuais regionais. Em seguida, foram elaboradas as matrizes de gráficos de dispersão entre os indicadores de saneamento, renda e composição racial, com o objetivo de examinar tendências de associação entre essas variáveis. Essa etapa permitiu antecipar relações de crescimento ou decréscimo conjunto a serem posteriormente avaliadas sob a perspectiva espacial.

2.2.1. Matriz de pesos espaciais (W)

A Primeira Lei de Tobler explica que quanto mais próximas duas coisas estiverem, mais elas tendem a se influenciar ou se assemelhar uma à outra. Assim, a definição da matriz de pesos espaciais parte do princípio de que a interação entre as unidades territoriais ocorre por meio da vizinhança ou da proximidade geográfica. Nesse sentido, a matriz W expressa a

estrutura de contiguidade, estabelecendo relações baseadas em fronteiras compartilhadas ou distância. Assim, os pesos espaciais são elementos das análises de dependência espacial que representam formalmente a estrutura de ambiente entre as unidades geográficas e servem de base para o cálculo de estatísticas de autocorrelação espacial e para a construção de defasagens espaciais e taxas suavizadas (ANSELIN, 2024).

Formalmente, os pesos expressam a estrutura de vizinhança entre as observações como $n \times n$ matriz W em que os elementos w_{ij} da matriz são os pesos espaciais:

Figura 1 – Matriz de pesos espaciais.

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Fonte: ANSELIN, L., 2024.

A adoção da matriz de pesos tem como objetivo incorporar, no procedimento analítico, os efeitos de vizinhança entre as unidades de estudo, ponderando a influência exercida por áreas adjacentes. Diferentes tipos de matrizes podem ser utilizados, dentre elas a matriz de contiguidade binária, a matriz do tipo torre (rook), a matriz rainha (queen), além das matrizes baseadas em distância ou em vizinhos mais próximos.

Para modelar a interação espacial entre os municípios, foi especificada uma matriz de pesos baseada em contiguidade do tipo rainha, em que duas unidades são consideradas vizinhas quando compartilham uma aresta ou um vértice comum (ANSELIN, 2024). A matriz de pesos foi construída no GeoDa a partir da malha municipal, resultando em uma estrutura que registra, para cada município, o conjunto de municípios adjacentes. Esse tipo de contiguidade permite captar interações que se estendem para além das fronteiras lineares, uma vez que unidades conectadas apenas por um ponto também são consideradas vizinhas. Assim, cada célula é influenciada tanto pela vizinhança direta quanto pelas conexões diagonais, compondo um esquema de dependência espacial mais completo.

Figura 2 – Convenção de contiguidade em matrizes de pesos espaciais. A) Contiguidade Rook. B) Contiguidade Rainha.

(a)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

(b)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Fonte: ANSELIN, L., 2024.

Após a definição da matriz w e a padronização de seus elementos, procede-se ao cálculo do Índice de Moran Global, que funciona como medida de correlação espacial da variável em estudo. O valor resultante permite identificar se existe um padrão espacial significativo, positivo ou negativo, no conjunto de dados analisado.

2.2.2. Autocorrelação espacial global (I de Moran Global)

A autocorrelação espacial global dos indicadores foi avaliada por meio do Índice de Moran Univariado, calculando no GeoDa para cada variável com base na matriz de pesos previamente definida.

Segundo Anselin (2024), o índice de autocorrelação espacial mais comumente utilizado é o I de Moran, proposto em 1948, baseado no produto cruzado entre pares como medida de similaridade. A fórmula estatística do I de Moran é representada pela seguinte equação:

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{S_0 \sum_i z_i^2} \quad (1)$$

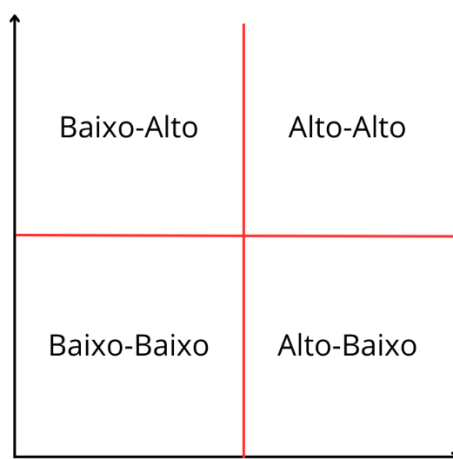
Onde n é o número total de observações; z é a variável de interesse normalizada; W é a matriz de pesos espaciais; i e j representam duas regiões quaisquer; S_0 a soma de todos os pesos espaciais.

Os dados foram inicialmente padronizados e, em seguida, calculou-se o valor global do I de Moran, cujo intervalo de variação teórica situa-se entre aproximadamente -1 e 1 , assumindo valores positivos em caso de autocorrelação espacial positiva, negativos quando há

autocorrelação espacial negativa (padrão de dispersão) e valores próximos de zero quando não se observa dependência espacial relevante (ANSELIN, 2024).

O diagrama de dispersão de Moran é empregado como recurso para interpretação da estatística I de Moran, por meio de uma representação gráfica em que o valor da variável espacialmente defasada no eixo y e a variável original no eixo x (ANSELIN, 1996). A inclinação do ajuste linear ao gráfico de dispersão é igual ao I de Moran. As unidades espaciais são distribuídas em quatro quadrantes, que refletem diferentes configurações de associação local entre cada região e sua vizinhança, permitindo identificar tanto concentrações de valores semelhantes.

Figura 3 – Ilustração do diagrama de dispersão de Moran.



Fonte: Autora (2025).

O diagrama de dispersão de Moran apresenta os *clusters* existentes, mas não fornece a localização desses agrupamentos. Para isso, é necessária uma estatística local (ANSELIN, 2024).

2.2.3. Autocorrelação espacial local (LISA)

Para captar variações internas e localizar concentrações espacialmente significativas, utilizaram-se Indicadores Locais de Associação Espacial – LISA (ANSELIN, 1995), que decompõem a medida global e fornecem, para cada unidade espacial, um índice próprio de autocorrelação, possibilitando reconhecer agrupamentos de valores altos e baixos, bem como áreas de transição.

A interpretação desses indicadores foi apoiada no diagrama de dispersão de Moran, construído com os valores padronizados da variável no eixo horizontal e a média ponderada de seus vizinhos no eixo vertical, cujo plano é dividido em quadrantes que correspondem a

diferentes regimes de associação (Alto-Alto, Baixo-Baixo, Alto-Baixo e Baixo-Alto), destacando os clusters espacialmente relevantes e sua significância estatística conforme a literatura de análise espacial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), por meio do software GeoDa, permitiu caracterizar a distribuição territorial de indicadores socioeconômicos e de saneamento básico nos municípios brasileiros, bem como identificar padrões de autocorrelação espacial associados ao acesso a serviços de água e esgotamento sanitário.

3.1. Análise descritiva

Por meio de análise descritiva dos dados analisados, é possível observar a distribuição espacial do percentual de população não branca, de mulheres, a renda média dos brasileiros com mais de 14 anos que trabalham, da porcentagem dos domicílios abastecido por rede geral de distribuição, dos domicílios atendidos por rede geral de esgotamento sanitário e das pessoas que não tinham banheiro nem sanitário.

Tabela 2 – Estatística descritiva.

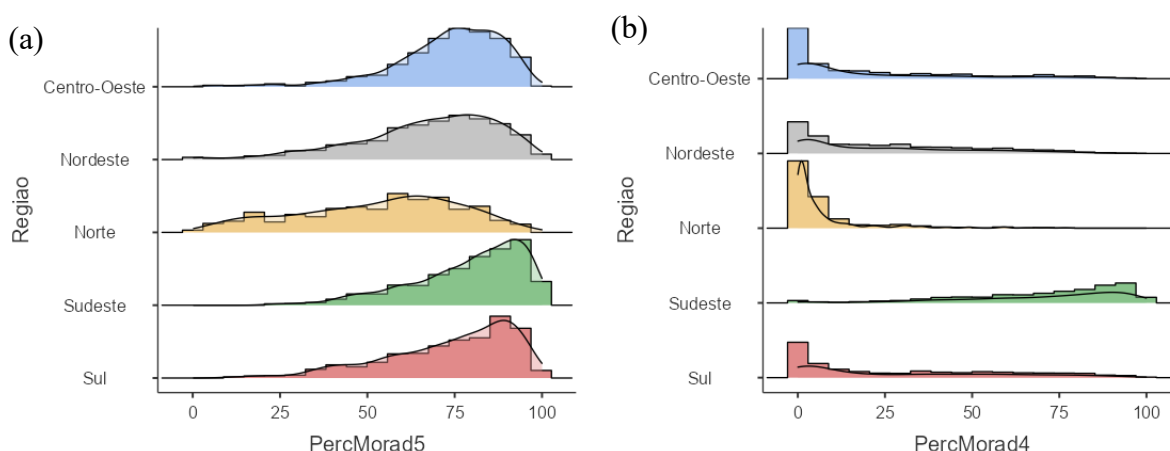
	PorCent_nbr	PorCent_mul	PercMorad5	PercMorad4	PercMorad2	Renda
N	5570	5570	5562	5545	5570	5570
Omisso	0	0	8	25	0	0
Média	57.1	49.8	71.5	37.6	1.25	2010
Mediana	62.0	50.0	75.5	32.0	0.05	1955
Desvio-padrão	22.8	2.70	19.7	32.9	3.53	696
Mínimo	2.57	18	0.23	0.02	0.00	759
Máximo	99.0	73	100	100.0	46.0	6929

Fonte: Autora (2025).

Verifica-se que, em média, 57,1% da população brasileira é constituída por pessoas não brancas e 49,8% por mulheres. Os indicadores de saneamento mostram que, em média, 71,5% das pessoas vivem em domicílios abastecidos por rede geral de água (PercMorad5) e apenas 37,6% em domicílios ligados à rede geral de esgoto (PercMorad4), sendo esta última variável com maior variabilidade, com desvio-padrão de 32,9. Além disso, observa-se que o percentual médio de pessoas em domicílios sem banheiro (PercMorad2) é relativamente baixo, sendo de

1,25%, mas com casos extremos de municípios com até 46% da população nessa situação. A renda média domiciliar de pessoas que trabalham com mais de 14 anos é de aproximadamente R\$ 2.010, mas com valores que variam de R\$ 759 a R\$ 6.929, o que reforça a coexistência de contextos socioeconômicos muito distintos no conjunto de áreas estudadas.

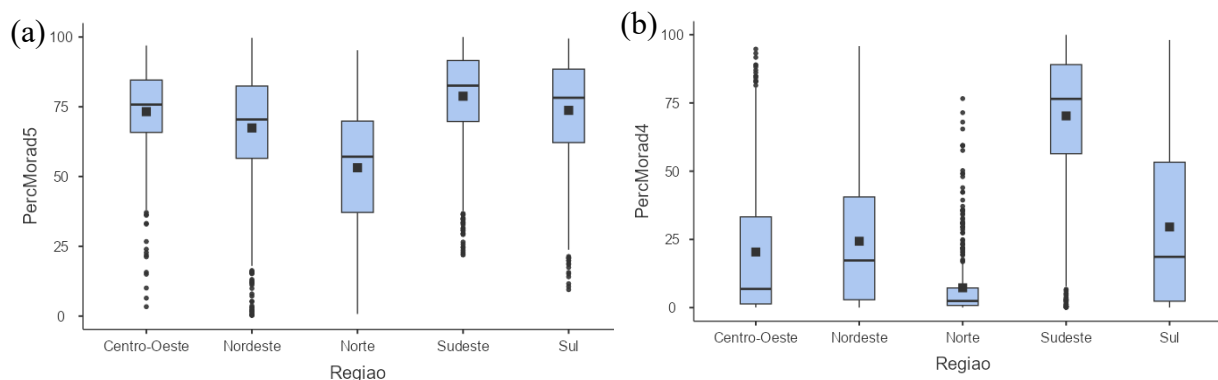
Figura 4 – Histogramas de acordo com a macrorregião brasileira. A) Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados abastecidas por rede geral de distribuição de água. B) Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados com esgotamento sanitário em rede geral.



Fonte: Autoria própria (2025).

É possível visualizar a heterogeneidade territorial no acesso aos serviços de saneamento. No caso do PercMorad5, observa-se que o Sudeste, Sul e Centro-Oeste apresentam distribuições concentradas em valores elevados, indicando que a maior parte da população reside em domicílios abastecidos por rede geral de água, enquanto o Norte e, em menor grau, o Nordeste exibem distribuições mais espalhadas, sugerindo cobertura menos uniforme. Para o PercMorad4, as diferenças são ainda mais acentuadas, pois as regiões Norte e Nordeste concentram grande número de observações em faixas de baixa cobertura de esgotamento sanitário em rede geral, enquanto o Sudeste e Sul apresentam distribuições deslocadas para valores mais altos, refletindo maior proporção de domicílios atendidos.

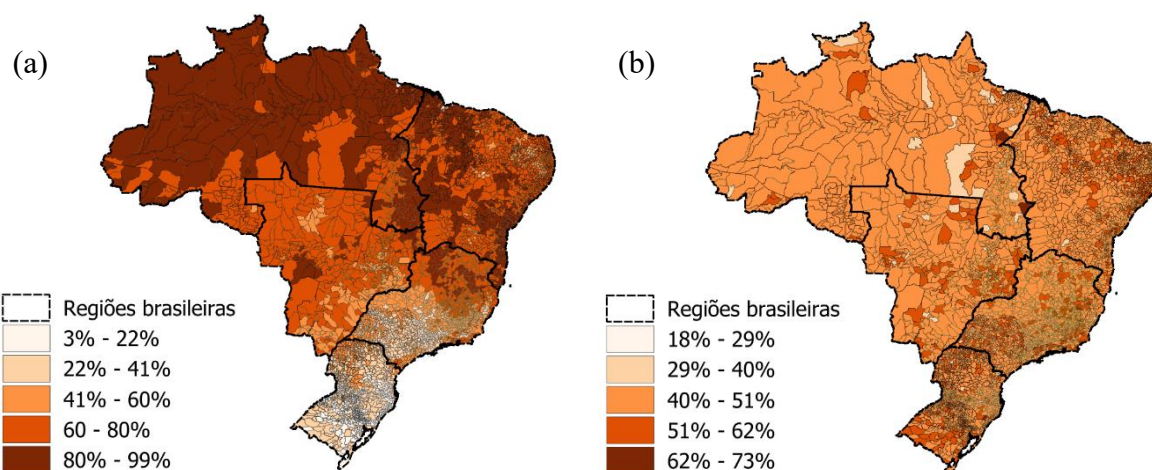
Figura 5 – Box plot de acordo com a macrorregião brasileira. A) Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados abastecidas por rede geral de distribuição de água. B) Percentual de pessoas em domicílios particulares ocupados com esgotamento.



Fonte: Autora (2025).

Os diagramas de caixas reiteram as informações observadas na Figura 4 e indicam maior variabilidade interna no Norte e Nordeste, enquanto exibem caixas baixas (PercMorad4), com muitos municípios próximos de zero, indicando baixíssima cobertura de rede de esgoto.

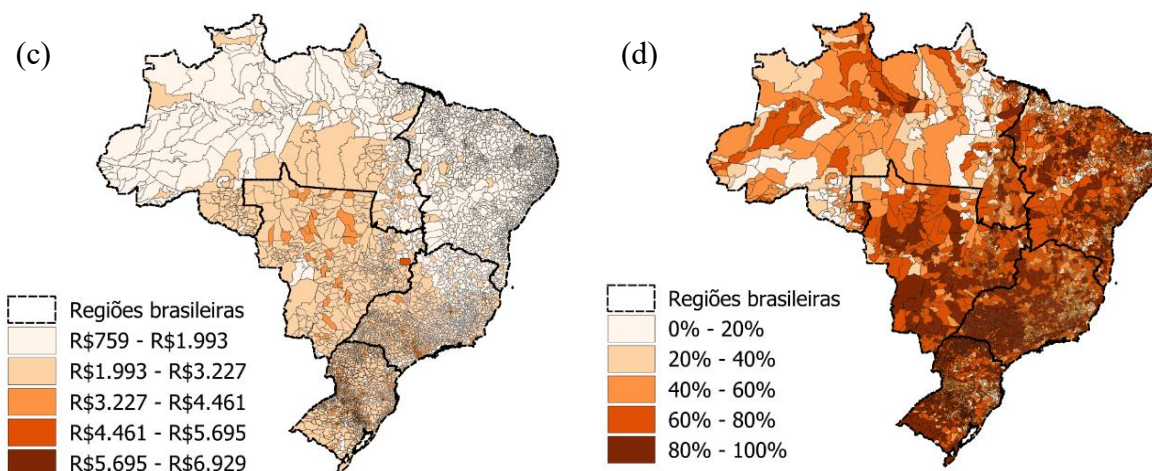
Figura 6 – Mapas de distribuição espacial das variáveis analisadas por município. A) Percentual de pessoas não brancas. B) Percentual de mulheres.



Fonte: Autora (2025).

A proporção de mulheres apresenta baixa variabilidade espacial, concentrando-se majoritariamente no intervalo entre 40% e 51% da população municipal, o que indica relativa homogeneidade desse indicador entre os municípios brasileiros. Em contraste, a população não branca encontra-se espacialmente concentrada nas regiões Norte e Nordeste, evidenciando um padrão regionalizado de composição racial da população.

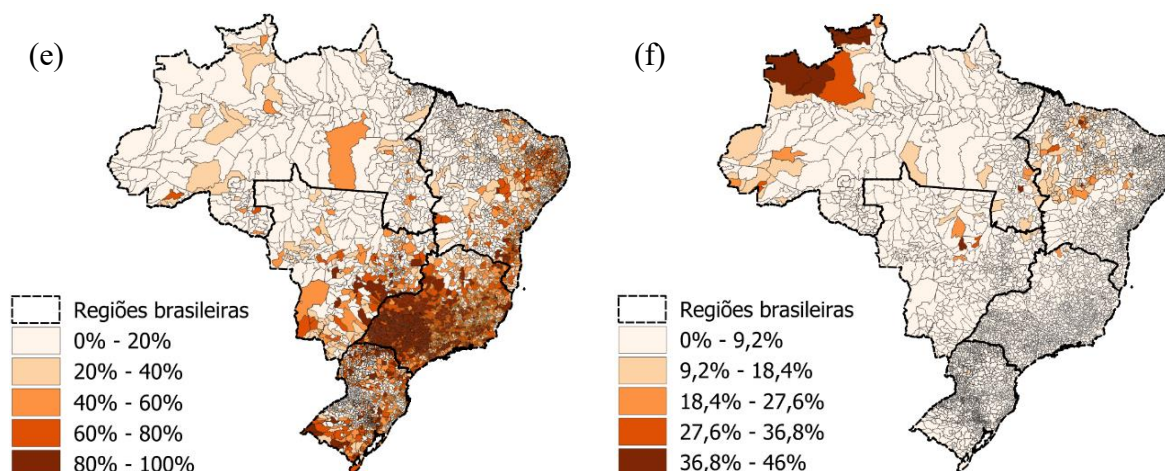
Figura 7 – Mapas de distribuição espaciais das variáveis analisadas. C) Renda média dos brasileiros com mais de 14 anos que trabalham. D) Percentual de pessoas abastecidas por rede geral de distribuição de água.



Fonte: Autora (2025).

O mapa de renda média da população ocupada com 14 anos ou mais indicam menores valores nas regiões Norte e Nordeste, ao passo que os maiores rendimentos se concentram nas regiões Sudeste e Sul. No que se refere ao acesso à água, a maior parte dos municípios abastece ao menos 20% de sua população por rede geral de distribuição, com níveis mais elevados de atendimento na região Sudeste. Em relação ao esgotamento sanitário em rede geral, observa-se grande número de municípios com cobertura inferior a 20% da população, enquanto os maiores percentuais de atendimento também se concentram na região Sudeste.

Figura 8 – Mapas de distribuição espaciais das variáveis analisadas. E) Percentual de pessoas em com esgotamento sanitário em rede geral. F) Percentual de pessoas que não tinham banheiro nem sanitário

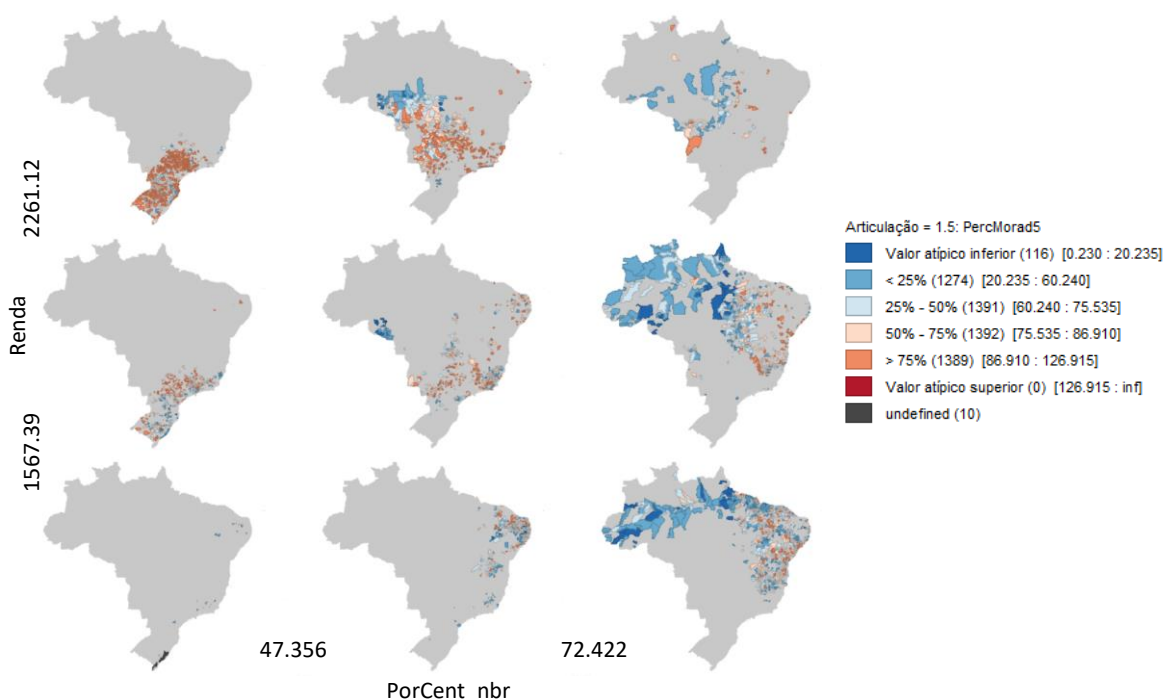


Fonte: Autora (2025).

A variável referente à população que reside em domicílios sem banheiro nem sanitário apresenta maiores proporções nas regiões Norte e Nordeste, coincidindo com áreas de menor cobertura por rede geral de esgoto e com piores condições socioeconômicas. De forma geral, os mapas temáticos indicam a coexistência de desigualdades regionais de renda, composição racial e acesso aos serviços de saneamento, com sobreposição de vulnerabilidades na porção setentrional do país.

Para melhor visualização do comportamento das variáveis, em quesito crescimento e decrescimento quando relacionado com outras variáveis, elaborou-se os Mapas Condicionais.

Figura 9 – Mapa condicional correlacionando percentual de pessoas não brancas, renda média e atendimento por rede geral de água.

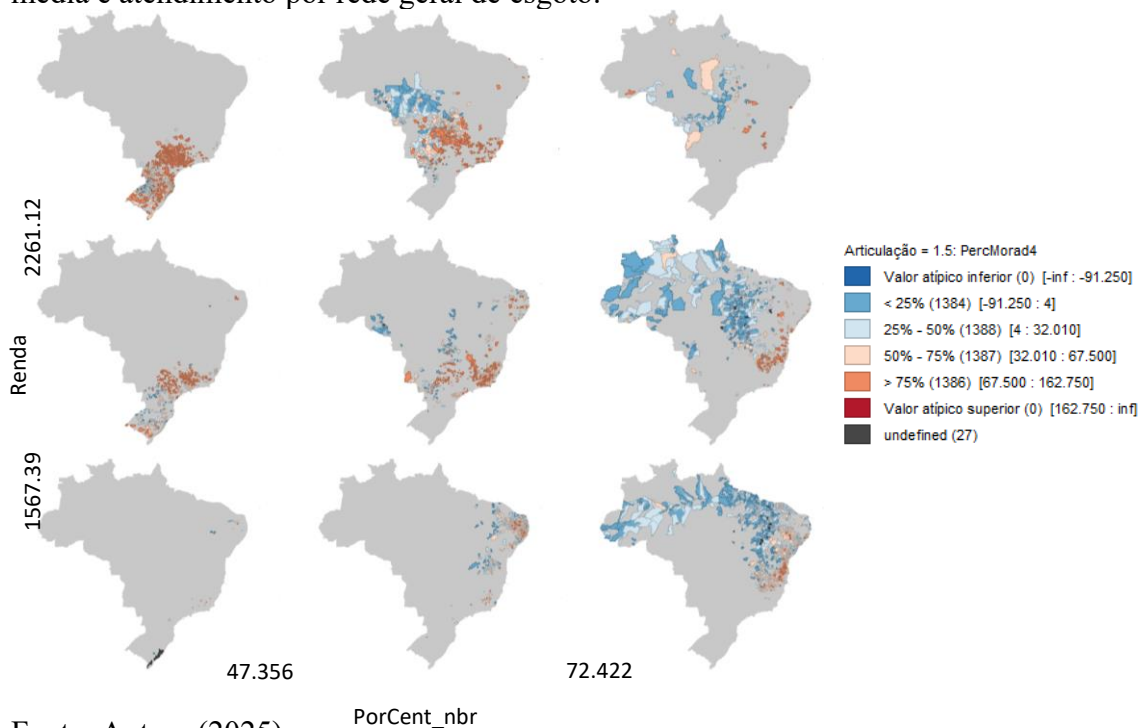


Fonte: Autora (2025).

A paleta em tons de azul indica municípios com menor percentual de domicílios atendidos por rede geral de água, enquanto os tons em vermelho representam maior cobertura, dentro de cada combinação de renda e composição racial. O mapa indica que municípios com maior renda média tendem a apresentar melhor acesso à rede geral de água, independentemente da composição racial.

No caso do atendimento por rede geral de esgoto (Figura 10), observa-se padrão semelhante ao verificado para o abastecimento de água, embora com níveis de cobertura mais baixos.

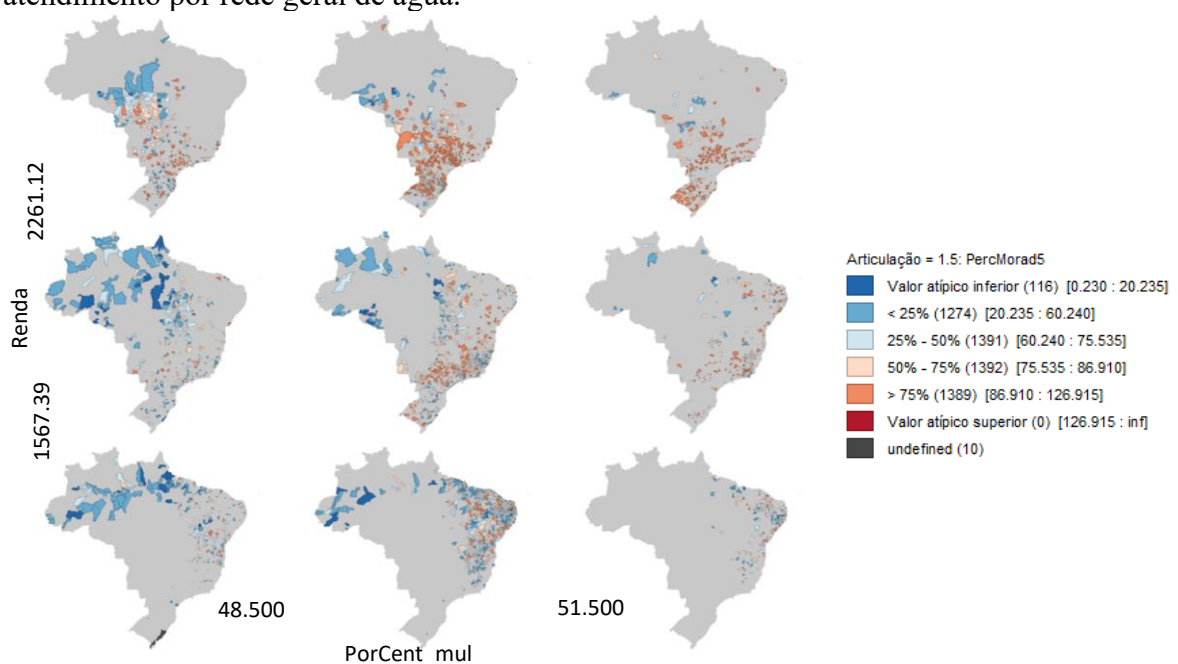
Figura 10 – Mapa condicional correlacionando percentual de pessoas não brancas, renda média e atendimento por rede geral de esgoto.



Fonte: Autora (2025).

No que tange à combinação entre renda média municipal e percentual de mulheres na população (Figura 11), a variação espacial da cobertura acompanha mais fortemente os diferenciais de renda do que o percentual de mulheres, o que sugere que o fator econômico permanece como principal condicionante do acesso ao serviço.

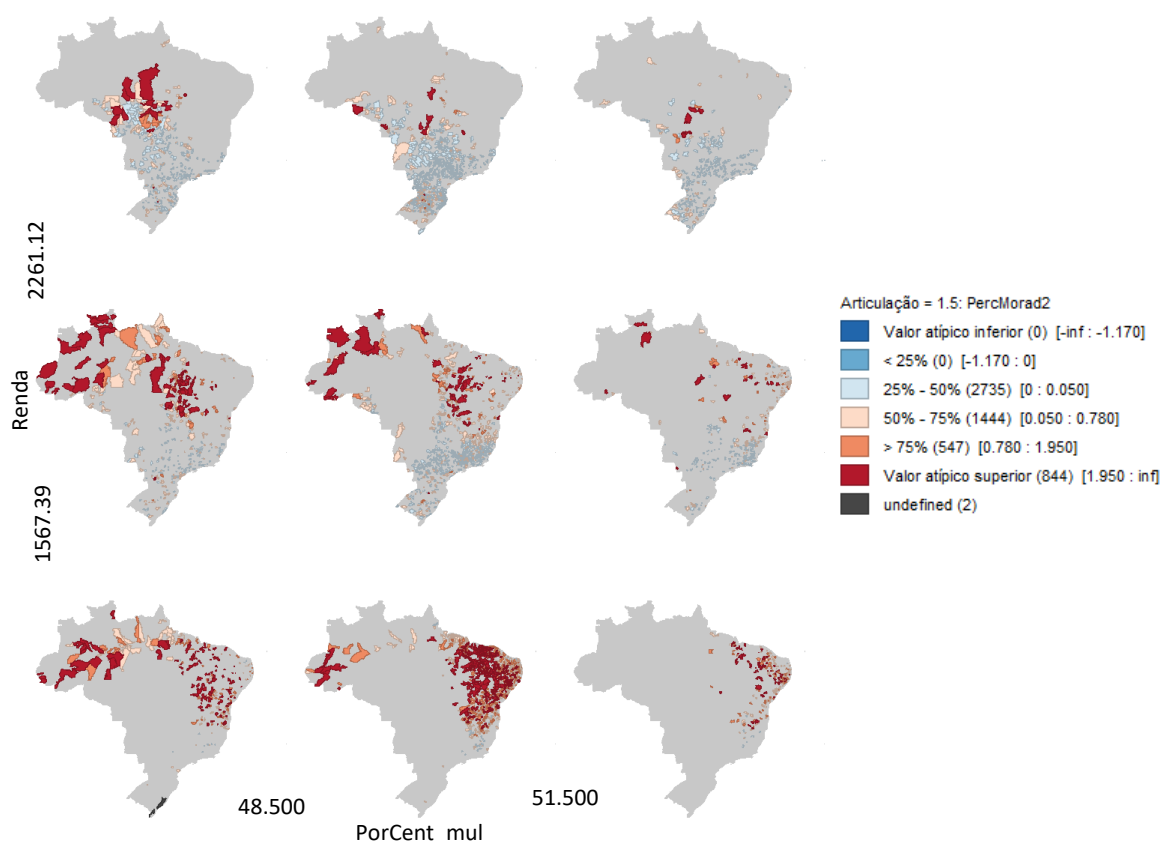
Figura 11 – Mapa condicional correlacionando percentual de mulheres, renda média e atendimento por rede geral de água.



Fonte: Autora (2025).

Quando o indicador de saneamento considerado é a proporção de pessoas em domicílios sem banheiro e sem sanitário (Figura 12), observa-se que o padrão acompanha majoritariamente o gradiente de renda, pois prevalecem classificações em tons de vermelho nos estratos de menor renda, indicando percentuais mais elevados de moradias sem instalações sanitárias adequadas, com maior concentração em áreas do Norte e do Nordeste. À medida que a renda média se eleva, intensificam-se os tons de azul, sinalizando redução desse indicador, ainda que alguns núcleos urbanos mantenham valores altos mesmo em faixas intermediárias de renda.

Figura 12 – Mapa condicional correlacionando percentual de mulheres, renda média e pessoas em domicílio sem banheiro e sem sanitário.



Fonte: Autora própria (2025).

Os resultados observados nos mapas condicionais permitem observar o fato da renda mais elevada vir acompanhada de maior cobertura de rede geral de água e esgoto e de menores percentuais de domicílios sem banheiro mostra que o acesso ao saneamento é mediado por desigualdades socioeconômicas, reforçando a ideia de que saneamento funciona como um marcador de classe. Considerando a correlação entre renda e população não branca, é possível

inferir a existência de um padrão de socioespacial e de possível racismo ambiental no que tange o acesso ao saneamento, visto que grupos racialmente vulnerabilizados concentram em territórios com infraestrutura insuficiente.

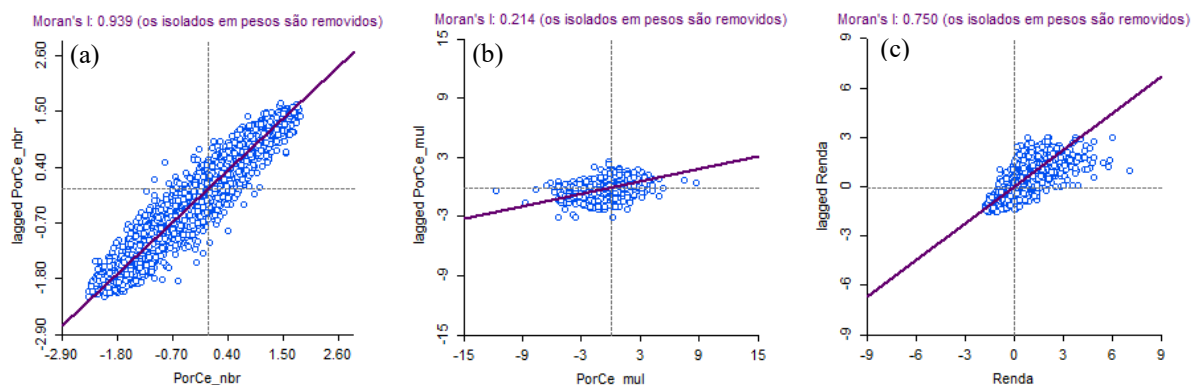
Considerados em conjunto, esses padrões sugerem que raça e renda se sobrepõem na produção de desigualdades territoriais, de modo que populações não brancas e de menor renda enfrentam uma dupla desvantagem: vivem em áreas com menos investimento em infraestrutura e, por isso, estão mais expostas a riscos ambientais e sanitários, o que indica um cenário em que o acesso ao saneamento e à saúde se distribui de forma desigual entre os diferentes grupos populacionais.

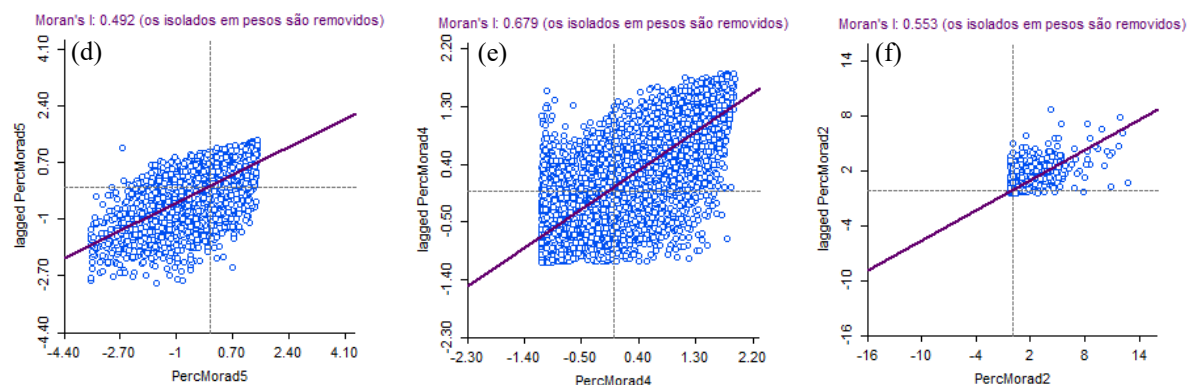
3.2. I de Moran Global

Os maiores valores de Moran foram observados para o percentual de população não branca ($I = 0,939$) e para a renda média ($I = 0,750$), indicando forte agrupamento espacial de municípios com altos e baixos valores semelhantes nessas dimensões. Para os indicadores de saneamento, os índices também foram positivos, porém com valores menores: abastecimento de água por rede geral ($I = 0,492$), atendimento por rede geral de esgotamento sanitário ($I = 0,679$) e percentual de pessoas sem banheiro nem sanitário ($I = 0,553$). Esses resultados apontam a existência de clusters espaciais.

Os diagramas de dispersão de Moran confirmam a significância estatística dos valores de I para todas as variáveis – exceto para o percentual de mulheres – reforçando a interpretação de que a maior parte dos indicadores socioeconômicos e de saneamento apresenta estrutura espacialmente dependente, e não aleatória.

Figura 13 – Gráficos de dispersão de Moran. A) Percentual de pessoas não brancas. B) Percentual de mulheres. C) Renda média. D) Percentual de rede geral de água. E) Percentual de rede geral de esgoto. F) Percentual de pessoas sem banheiros e sanitários.





Fonte: Autora (2025).

3.3. Moran local (LISA)

O Indicador Local de Associação Espacial (LISA) permite identificar a intensidade da autocorrelação espacial em nível individual para cada unidade territorial, revelando onde se concentram padrões significativos em relação aos seus vizinhos. Diferentemente do Moran Global, evidencia variações internas no espaço, destacando clusters, outliers e áreas de transição que contribuem para a estrutura espacial geral dos dados. A partir desses resultados, os Mapas de Agrupamento LISA sintetizam visualmente tais padrões ao mostrar a posição de cada polígono nos quadrantes do diagrama de Moran, permitindo reconhecer agrupamentos espaciais significativos e relações locais entre valores observados e o contexto espacial que os circunda.

Nas figuras apresentadas, observa-se a distribuição dos quatro tipos clássicos de associação local: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). Os agrupamentos Alto-Alto (em vermelho) indicam áreas onde valores elevados da variável se concentram próximos a vizinhos igualmente altos, sugerindo a formação de núcleos espaciais de alta intensidade. Em contraste, regiões Baixo-Baixo (em azul escuro) refletem espacialidades em que valores reduzidos se agrupam, configurando zonas de baixa intensidade homogênea.

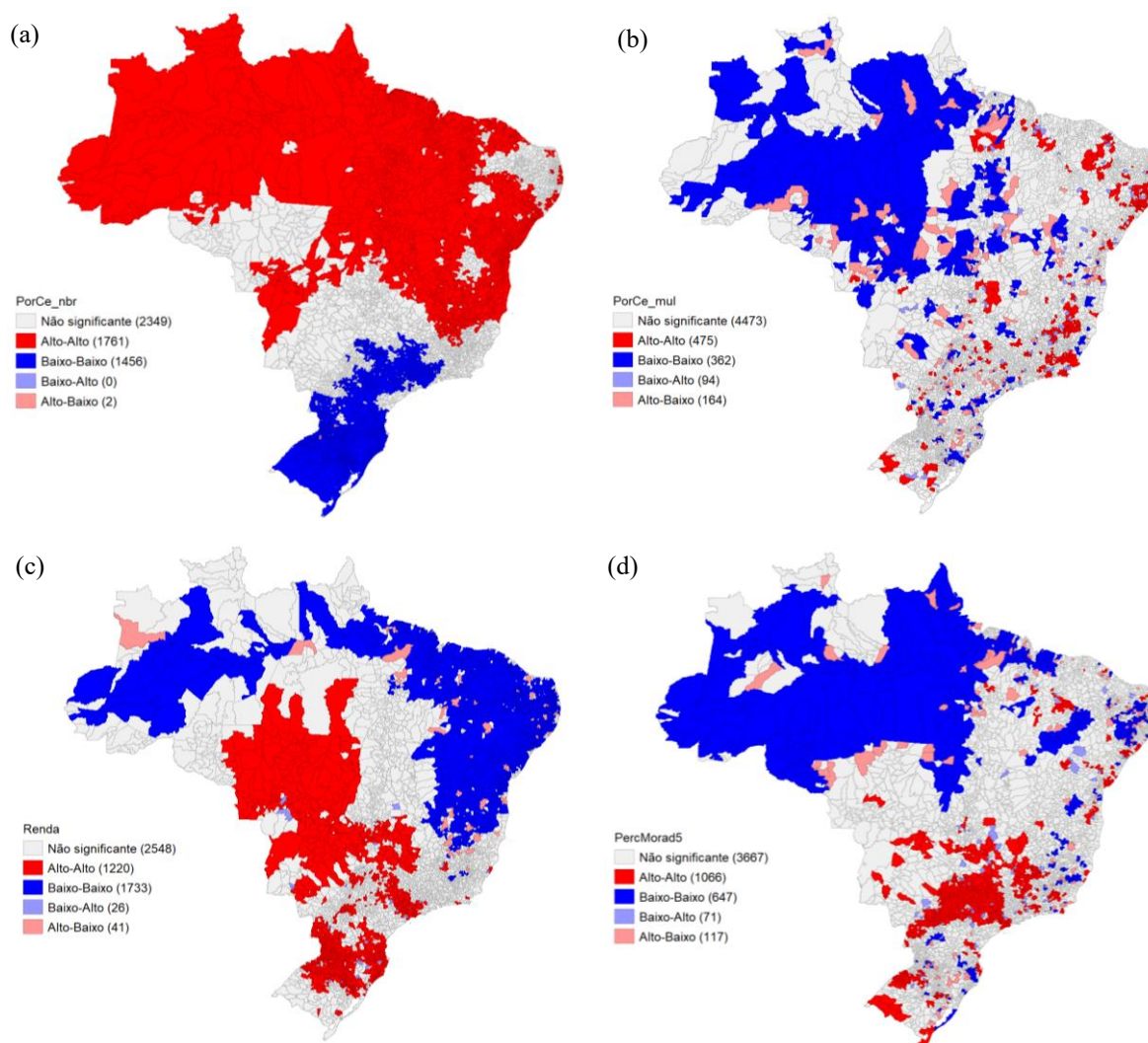
Os quadrantes de associação inversa — Alto-Baixo e Baixo-Alto — representam áreas de transição ou ruptura espacial. Esses polígonos, exibidos em tons intermediários, evidenciam municípios que se destacam de seu entorno imediato, seja por apresentarem valores elevados circundados por áreas de baixo desempenho, seja pelo oposto. Tais padrões sugerem heterogeneidades locais relevantes e potenciais fronteiras socioeconômicas ou demográficas.

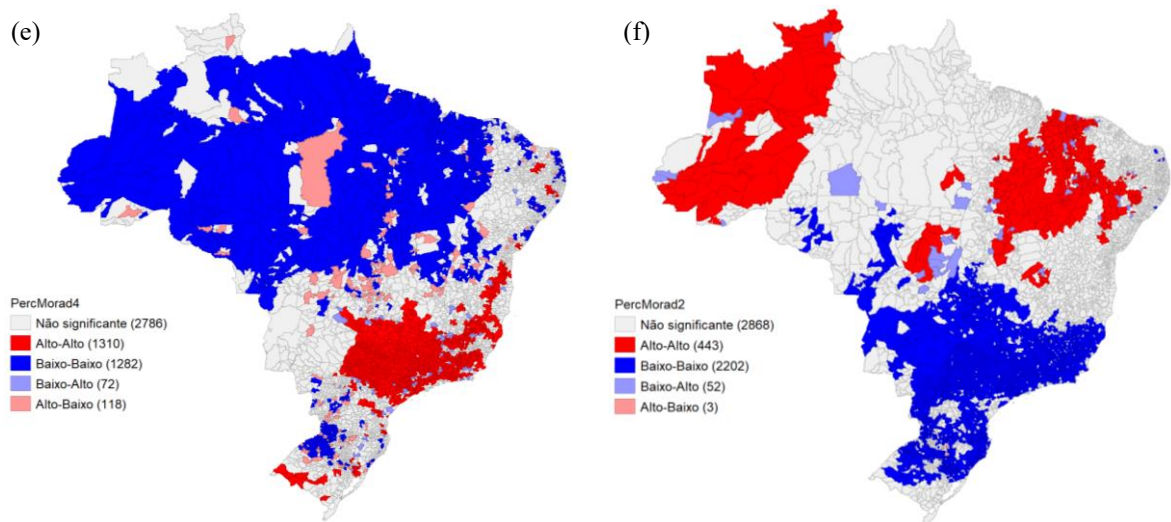
Os mapas de agrupamento LISA mostraram que, para o percentual de população não branca, predominam extensos clusters AA em partes das regiões Norte e Nordeste, enquanto clusters BB se concentram sobretudo nas regiões Sul e Sudeste. Para a renda média,

observaram-se agrupamentos AA principalmente em porções do Sudeste e Sul, em oposição a grandes áreas BB nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, evidenciando a persistência de um padrão de concentração regional de riqueza. Padrões semelhantes foram identificados para os indicadores de acesso a abastecimento de água e esgotamento sanitário em rede geral: municípios com alta cobertura tendem a se agrupar nas regiões Sul e Sudeste, enquanto municípios com baixa cobertura formam extensas manchas de baixa infraestrutura sanitária no Norte e Nordeste.

No caso da variável “pessoas sem banheiro nem sanitário”, destacam-se clusters AA em amplas áreas do Norte e do Nordeste, simultaneamente a clusters BB em grande parte do Sudeste e Sul.

Figura 14 – Mapas de agrupamento LISA. A) Percentual de pessoas não brancas. B) Percentual de mulheres. C) Renda média. D) Percentual de rede geral de água. E) Percentual de rede geral de esgoto. F) Percentual de pessoas sem banheiros e sanitários.





Fonte: Autora (2025).

De forma integrada, os resultados do LISA reforçam que o acesso a serviços de saneamento no Brasil não se distribui de maneira uniforme, mas segue uma lógica espacial marcada por desigualdades regionais. As regiões Norte e parte do Nordeste concentram simultaneamente maiores proporções de população não branca, menores níveis de renda e piores indicadores de saneamento, configurando territórios de vulnerabilidade socioambiental. Em contraste, a região Sudeste, em geral, apresenta os melhores níveis de renda e de cobertura de água e esgoto, além de menores percentuais de domicílios sem banheiro, o que expressa uma concentração territorial de infraestrutura e serviços essenciais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que o acesso a serviços de saneamento no Brasil é fortemente relacionado à fatores socioeconômicos e raciais. As análises descritivas, associadas aos índices de autocorrelação espacial global e local, evidenciam que a região Norte, seguida por parcelas do Nordeste, concentra os piores indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário e presença de domicílios sem banheiro nem sanitário, além de maiores proporções de população não branca e menores níveis de renda.

Por outro lado, a região Sudeste se destaca pelos maiores níveis de cobertura por rede geral de água e esgoto e pelos menores percentuais de domicílios sem banheiro, acompanhados de rendas médias mais elevadas. Esse contraste aponta para uma clara segmentação socioespacial do acesso a serviços de saneamento, em que áreas mais pobres e com maior presença de população não branca são também aquelas mais desprovidas de infraestrutura básica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. *Painel Saneamento Brasil*. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=0>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. *Panorama do saneamento básico no Brasil*. Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/saneamento-basico-no-brasil/panorama-do-saneamento-no-brasil-1>.

ALMEIDA, Daniela dos Santos. *Racismo ambiental e a distribuição racialmente desigual dos danos ambientais no Brasil*. Rio de Janeiro: Departamento de Direito, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, [sd]. Trabalho acadêmico.

ALMEIDA, Silvio Luiz de. *Racismo estrutural*. São Paulo: Pólen, 2019.

ANSELIN, L. *Uma introdução à ciência de dados espaciais com GeoDa. v. 1: Explorando dados espaciais*. Boca Raton, FL: CRC/Chapman & Hall, 2024.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm.

BRASIL. Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm.

CÂMARA, G. *Análise espacial de dados geográficos*. São José dos Campos: INPE, c2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>.

CIRNE, Mariana Barbosa; SOUSA, Marília Silva Oliveira de. *Racismo ambiental no Brasil: um olhar sobre o acesso desigual ao saneamento básico através dos dados do censo de 2022*. Revista de Direito Agrário e Agroambiental. 2024.

CENTRO GEODA. *Documentação GeoDa*. Chicago: Universidade de Chicago, 2020. Disponível em: <https://geodacenter.github.io/documentation/>.

COSTA, Maria Angélica Maciel; IORIS, Antônio Augusto Rossotto. *Até a última gota: complexidade hidrossocial e ecologia política da água na Baixada Fluminense* (RJ, Brasil). In: CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo; MORAIS, Maria da Piedade (org.). O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2015. p. 109-132.

GUEDES, Walef Pena et al. *Indicadores de saneamento básico: uma aplicação da Análise Fatorial para os municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. Interações, Campo Grande, v. 1, pág. 261-279, jan./mar. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v24i1.3722>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?&t=publicacoes>.

JESUS, Victor de. *Racializando o olhar (sociológico) sobre a saúde ambiental em saneamento da população negra: um continuum colonial chamado racismo ambiental*. Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 29, n. 2, e180519, 2020.

MASTRODI, Josué; AVELAR, Ana Emília Cunha. *O conceito de cidadania a partir da obra de TH Marshall: conquista e concessão*. Cadernos de Direito, Piracicaba, v. 33, pág. 3-27, jul./dez. 2017.

MONTEIRO, Rhadson Rezende; SANTOS, Magnison dos; SOUZA, Jade Oliveira Ramos; VIEIRA, Mauricio Borges. *Racismo ambiental, justiça ambiental e mudanças climáticas no Brasil: uma análise dos relatórios anuais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Em Favor de Igualdade Racial, Rio Branco, v. 6, n. 3, p. 117-132, set./dez. 2023.

MURTHA, Ney Albert; CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo. *Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil*. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 3, pág. 193-210, jul./set. 2015. DOI: 10.1590/1809-4422ASOC1047V1832015.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. *Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil*. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 4, e00100818, 2019. DOI: 10.1590/0102-311X00100818.

PIEROBON, Camila; FERNANDES, Camila. *Cuidar do outro, cuidar da água: gênero e raça na produção da cidade*. Estudos Avançados, São Paulo, v. 107, pág. 25-42, 2023. DOI: 10.1590/s0103-4014.2023.37107.003.

POURAMIN, Panthea; NAGABHATLA, Nidhi; MILETTO, Michela. *A systematic review of water and gender interlinkages: assessing the intersection with health*. Frontiers in Water, v. 2, art. 6, 2020. DOI: 10.3389/frwa.2020.00006.

RODRIGUES, Júlia Fernandes. *Racismo ambiental: uma abordagem interseccional das questões de raça e meio ambiente*. Revista Em Favor de Igualdade Racial, Rio Branco, v. 1, pág. 150-161, jan./abr. 2024.

SANTANA, Joilson Santos; MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; PIMENTEL, Patricia Carla Barbosa. *Racismo ambiental na perspectiva das ações intersectoriais de saneamento básico na Bahia*. PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP, Macapá, v. 18, n. 2, p. 156-177, 2025.