



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Campus de Três Lagoas
Curso de Geografia

RAIMUNDO NATIVIDADE CASTRO JUNIOR

DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL

**ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE INDICADORES SOCIAIS, ECONÔMICOS E
AMBIENTAIS EM TRÊS LAGOAS/MS**

TRÊS LAGOAS – MS

2023

RAIMUNDO NATIVIDADE CASTRO JUNIOR

**DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL: ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE INDICADORES
SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS EM TRÊS LAGOAS/MS**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como
requisito para obtenção do título de bacharel em
Geografia.

Orientador: Vitor Matheus Bacani

TRÊS LAGOAS

2023

RAIMUNDO NATIVIDADE CASTRO JUNIOR

**DESIGUALDADE SOCIOAMBIENTAL: ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE INDICADORES
SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS EM TRÊS LAGOAS/MS**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como
requisito para obtenção do título de bacharel em
Geografia.

Data de aprovação: 28/11/2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani

Orientador – UFMS

Profa. Dra. Bruna Dienifer Souza Sampaio

Doutora – UFMS

Bruno Henrique Machado da Silva

Mestrando – UFMS

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha mãe que sempre me apoiou e me incentivou na busca dos meus sonhos.

Agradeço aos meus irmãos por estarem ao meu lado e me apoiando sempre, nos momentos mais difíceis de luta e comemorando cada conquista.

Agradeço aos meus amigos pela amizade sem precedentes; por todo apoio e companheirismo.

Gostaria de agradecer aos professores do curso, por cada conhecimento passado e por prestar papel fundamental no processo da minha formação.

Quero agradecer imensamente ao Prof. Vitor pela orientação, por todo auxílio e cuidado dado a esse processo que terminou na aprovação deste trabalho.

RESUMO

O estudo da desigualdade socioambiental desempenha um papel fundamental na compreensão e enfrentamento dos desafios que as comunidades urbanas enfrentam, fornecendo soluções relevantes para o desenvolvimento de políticas públicas sustentáveis e equitativas. Neste trabalho, o objetivo geral consistiu em analisar indicadores socioeconômicos (renda per capita e densidade demográfica) e ambientais (temperatura superficial e índice de vegetação) urbanos de forma integrada, visando analisar a possível formação de agrupamentos espaciais de desigualdades ambientais, sociais e econômicas na cidade de Três Lagoas. Os procedimentos metodológicos adotados foram embasados na utilização da técnica de autocorrelação espacial univariada e bivariada de Moran, com o propósito de verificar a existência de dependência espacial dessas disparidades e identificar os fatores determinantes. Além disso, foram consultados estudos na área para reforçar a fundamentação metodológica. Os resultados evidenciaram que a área sul da cidade manifesta uma considerável vulnerabilidade socioambiental, uma vez que abriga uma população de baixa renda, alta cobertura vegetal e elevada temperatura superficial média.

Palavras-chave: Autocorrelação espacial; Desigualdade socioambiental; Três Lagoas.

ABSTRACT

The study of social environmental inequality plays a fundamental role in understanding and addressing the challenges that urban communities face, providing relevant solutions for the development of sustainable and equitable public policies. In this work, the general objective was to analyze urban socioeconomic (per capita income and population density) and environmental (land surface temperature and vegetation index) indicators in an integrated manner, aiming to analyze the possible formation of spatial clusters of environmental, social and economic inequalities in the city of Três Lagoas. The methodological procedures adopted were based on the use of the univariate and bivariate Moran's I spatial autocorrelation technique, with the purpose of verifying the existence of spatial dependence of these disparities and identifying the determining factors. Furthermore, studies in the area were consulted to reinforce the methodological foundation. The results showed that the southern area of the city shows considerable socio-environmental vulnerability, as it is home to a low-income population, high vegetation cover and high average surface temperature.

Keywords: Spatial autocorrelation; Social environmental inequality; Três Lagoas;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Critérios de proximidade.....	17
Figura 2: Diagrama de espalhamento de Moran.....	18
Figura 3: Localização do município de Três Lagoas – MS.....	22
Figura 4: Uso e ocupação da terra na sede urbana de Três Lagoas (2023)	23
Figura 5: Gráfico de crescimento populacional de Três Lagoas.....	24
Figura 6: Mapa de crescimento da malha urbana de Três Lagoas.....	25
Figura 7: Mapa da temperatura superficial média de Três Lagoas nos meses de jun. 2009 a jun. 2010.....	29
Figura 8: Mapa de IVDN médio de Três Lagoas nos meses de jun. 2009 a jun. 2010.....	29
Figura 9: Renda per capita média mensal por setor censitário (2010).....	30
Figura 10: Densidade populacional por setor censitário (2010).....	31
Figura 11: Mapa de autocorrelação local da variável RPC.....	33
Figura 12: Mapa de autocorrelação local da variável DEN.....	33
Figura 13: Mapa cluster da variável TMS.....	34
Figura 14: Mapa de autocorrelação local da variável IVDN.....	34
Figura 15: Mapas de agrupamento das variáveis IVDN e RPC.....	36
Figura 16: Mapa de agrupamento das variáveis IVDN e TMS.....	37
Figura 17: Mapa de agrupamento das variáveis TMS e RPC.....	38
Figura 18: Mapa de agrupamento das variáveis IVDN e DEN.....	39
Figura 19: Mapa de agrupamento das variáveis TMS e DEN.....	39
Figura 20: Mapa de agrupamento das variáveis RPC e DEN.....	40

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	7
2 – OBJETIVOS	9
3 – REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 – SEGREGAÇÃO RESIDENCIAL E DESIGUALDADES ESPACIAIS	10
3.2 – DESIGUALDADE AMBIENTAL, QUALIDADE DE VIDA E APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE	12
3.3 – AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL	14
4 – METODOLOGIA	20
4.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
4.2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 – ESPACIALIZAÇÃO DOS INDICADORES	25
5.2 – ANÁLISE ESPACIAL DOS INDICADORES	29
5.3 – INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES, USOS E LIMITAÇÕES	36
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 – INTRODUÇÃO

Localizado no Leste do Estado de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas é um município de 132.152 habitantes (IBGE¹, 2023) sendo o terceiro maior do estado em população. Destaca-se como segunda maior economia do estado com um Produto Interno Bruto (PIB) alcançando o patamar de R\$ 11,5 bilhões (TRÊS LAGOAS, 2022). O município foi criado ainda no início do século XX, quando foi emancipado do município de Sant’ana de Paranaíba, no Estado de Mato Grosso (BITTENCOURT, 2015).

Por décadas, a economia de Três Lagoas esteve centrada na pecuária. No entanto, nas últimas décadas, a cidade passou por um significativo processo de expansão urbana, impulsionado pela introdução das indústrias de celulose e papel. A população, que no início dos anos 1990 contava com 68 mil habitantes (IBGE, 1991), praticamente duplicou em apenas três décadas, resultando em uma pressão sobre a infraestrutura da cidade que, de certa forma, não conseguiu acompanhar a demanda gerada pelos novos habitantes em tempo hábil. O princípio fundamental desta pesquisa é identificar a existência de desigualdades socioambientais na cidade, a fim de compreender as relações entre indicadores socioeconômicos desfavoráveis com indicadores ambientais considerados ruins (alta temperatura, baixa umidade, etc.). Dessa forma o enfoque analítico segue uma perspectiva holística, onde se busca uma compreensão total do espaço partindo do ponto de vista social, ambiental e estatístico. Para isso, é de suma importância destacar as estatísticas global e local de Moran, uma vez que desempenham um papel fundamental na averiguação da presença de dependência espacial nos indicadores socioambientais. Elas podem fornecer respostas importantes para a compreensão das dinâmicas socioambientais na cidade.

Após os resultados, propomos uma breve discussão dos dados obtidos da análise estatística com o que é definido no art. 3º, inciso I do Plano Diretor de Três Lagoas, no que se refere à função social da cidade, e se a realidade reflete uma qualidade de vida acessível a todos, no âmbito ambiental.

Função social da cidade - corresponde ao direito à cidade para todos, asseguradas as condições gerais de desenvolvimento econômico com sustentabilidade e a plena realização dos direitos à saúde, à educação, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura, aos serviços públicos, à

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

urbanização, à moradia, à informação, à segurança, à mobilidade, à acessibilidade urbana, ao trabalho, à cultura, ao lazer e aos esportes. (TRÊS LAGOAS, 2006).

Este trabalho parte da premissa de que o uso combinado de dados censitários, com dados de sensoriamento remoto e também com o uso da técnica de autocorrelação espacial possibilita a realização da análise socioambiental municipal. Temos como hipótese a ideia de que há uma correlação positiva entre indicadores socioeconômicos baixos e indicadores ambientais desfavoráveis.

2 – OBJETIVOS

2.1 – OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a autocorrelação espacial da desigualdade socioambiental em Três Lagoas.

2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a demografia e a renda dos setores censitários do núcleo urbano de Três Lagoas para o ano de 2010;
- Estimar a temperatura média da superfície e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) médio de Três Lagoas para o ano de 2010;
- Avaliar a existência de dependência espacial dos indicadores por meio das estatísticas de autocorrelação espacial univariada e bivariada de Moran;
- Identificar áreas com desigualdades socioambientais com base nos resultados obtidos na estatística espacial;
- Realizar uma análise crítica sobre os resultados obtidos.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 – SEGREGAÇÃO RESIDENCIAL E DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS

Três Lagoas é um município que vem se desenvolvendo economicamente por meio da industrialização, o que aumentou a disponibilidade de empregos, aumentou a circulação de capital no comércio e nos serviços diversificando a economia, tornando-a mais robusta e complexa gerando maior arrecadação de impostos para o município. No entanto, a instalação de grandes indústrias na cidade culminou na geração de poucos empregos bem remunerados de alta qualificação, na medida em que gerou mais empregos de baixa qualificação. Esses últimos têm salários baixos comparados com regiões mais centralizadas, as quais possuem indústrias estabelecidas há mais tempo (PEREIRA e GOMES, 2004, p. 62).

Essa dinâmica é própria de nações em desenvolvimento, onde uma parcela pequena da população possui mão de obra qualificada. Dessa forma, se estabelece uma classe média com padrão de vida e consumo acima do restante dos trabalhadores. Esse padrão ocorre principalmente no chamado “setor moderno”.

A melhoria das condições de alguns não é significativa do ponto de vista social, visto que a renda *per capita* da população ativa aumenta apenas nos grupos de renda mais elevada. Os empregados em setores estratégicos usufruem um direito de maior participação no produto obtido na produção capitalista em troca de seu engajamento prévio na sociedade de consumo (SANTOS, 1979, p. 70).

Essa diferenciação no padrão de vida, acaba por moldar o espaço urbano de maneira mais complexa. A reprodução do espaço urbano no sistema capitalista de produção se dá de maneira coletiva, porém sua apropriação é desigual. O espaço de habitação: valor de uso, existe conjuntamente com o espaço de mercado: valor de troca. O mercado imobiliário é um agente que se prioriza nessa ação, negligenciando as condições dos agentes menos poderosos deste processo, no caso as classes subalternas, que não podem pagar por onde querem e necessitam morar. Assim se revela a dinâmica das classes sociais na reprodução da cidade, onde o uso e ocupação do solo urbano depende de quem pode pagar por eles (GOMES, 2010).

Ao explicar o conceito de segregação residencial, Corrêa (2018) afirma que esse processo tem duas faces: a autosegregação e a segregação imposta ou induzida. A autosegregação é uma política de classe que é instrumento da elite e da

classe média-alta que objetiva reforçar os diferenciais de existência e de condições de reprodução por meio da escolha das melhores localizações no espaço urbano. Dessa forma as classes mais altas tornam as próprias experiências na cidade mais confortáveis e seguras. Além de aumentar seu status e prestígio social. Ainda de acordo o autor, a autossegregação requer por parte dos membros desse grupo de alto status

[...] controle em maior ou menor grau, do aparelho do Estado, das principais atividades econômicas, das melhores terras urbanizáveis e de empresas imobiliárias. Implica também acesso às informações sobre a cidade e sua dinâmica, assim como a existência de uma sólida rede social de amigos e parentes com interesses comuns, no âmbito do qual circulam informações que interessam ao grupo [...] o grupo autossegregado tem condições de criar ou influenciar normas e leis capazes de exclusividade do uso do solo, tornando-o impeditivo aos grupos sociais subalternos (CORRÊA, 2018, p. 43).

Por outro lado, a segregação imposta é aquela causada pela imposição por parte da classe dominante sobre as classes subalternas para residir onde a primeira definir. A segregação induzida é aquela onde ainda é possível a escolha por parte das classes baixas, mas devido aos fatores como preço da terra, impostos e valor de aluguéis, por exemplo, induz essa população a residir nos locais onde podem pagar. (CORRÊA, 2018, p. 43).

O autor descreve a paisagem dos três tipos de áreas segregadas da seguinte forma:

Condomínios exclusivos e ruas protegidas, com amplas e confortáveis residências em ambiente limpo, seguro e com abundante vegetação, fazem parte da paisagem das áreas autossegregadas. Favelas, cortiços, modestas ou precárias moradias construídas no sistema de autoconstrução e conjuntos habitacionais [...] na periferia ou em áreas de riscos [...] com precária ou nenhuma infraestrutura urbana, sujas e inseguras, compõem a paisagem das áreas de segregação imposta. As áreas de segregação induzida [...] apresentam ampla variação no que diz respeito à qualidade da habitação e do ambiente. Nessas áreas o grau de homogeneidade social é menor [...] (CORRÊA, 2018, p. 44).

Nessa perspectiva sobre segregação socioespacial surge a problemática do acesso pleno à cidade. A forma como um indivíduo vive na cidade depende fortemente do seu poder econômico, do seu bairro, do seu grupo social, etc.

3.2 – DESIGUALDADE AMBIENTAL, QUALIDADE DE VIDA E APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE

Além da questão socioeconômica sobre a vivência na cidade, também existe uma ampla discussão acerca da qualidade de vida urbana e como ela se apresenta de maneiras diferentes dependendo do espaço e do grupo social.

Qualidade de vida é um conceito difícil de ser elucidado, devido à sua natureza de percepção individual; considerado socialmente divergente, já que a visão de cada indivíduo sobre ele é expressamente subjetiva, muitas vezes havendo juízos de valor, os quais podem ir de uma visão puramente físico-biológica até uma visão sentimental, política e/ou filosófica (SILVA apud RIBEIRO, 2001, p. 72).

Ainda assim, a visão desses e outros autores sobre o tema converge na expressão da capacidade de um indivíduo ou grupo social satisfazer suas necessidades, sendo elas de âmbito fisiológico, cognitivo, econômico, político, social, cultural e ambiental (RIBEIRO, 2001).

Partindo desse pressuposto, a exclusão social seria justamente a falta parcial ou completa de uma vivência adequada a essas necessidades. A exclusão social para Ribeiro (2001) se refere aos mecanismos e processos relacionados diretamente com a manutenção da pobreza, e também com a fragilidade no acesso às instituições democráticas, participação das decisões políticas e exercício da cidadania, aspectos que geram, mantêm e disseminam a exclusão.

Ribeiro (2001) afirma que

Uma das causas apontadas para explicar os impactos significativos na qualidade de vida da população urbana brasileira é a exígua da ação do Estado (em suas diferentes esferas de governo) na proteção e na prevenção de danos ao meio ambiente nas grandes cidades (RIBEIRO, 2001, p. 74).

Da anêmica ação do Estado e da falta de acesso às necessidades, as populações mais carentes acabam por assentar-se em locais inadequados para moradia, como fundos de vale, matas ciliares, margem de córregos, áreas de relevo acidentado, morros e até áreas coletivas urbanas, como praças e parques (RIBEIRO, 2001, p. 74).

Deste modo a noção de qualidade de vida perpassa diretamente ao nível de acesso que cada indivíduo, ou grupo social, possui aos serviços/espacos de saúde,

educação, moradia, transporte, infraestrutura, alimentação, lazer, cultura, meio ambiente, etc. Na grande maioria das cidades, a disposição desses serviços/espacos se mantém de forma desigual, criando-se uma distância entre aqueles que têm acesso à boa parte desses elementos e os que possuem carência deles, muitas vezes vivendo em condições precárias. Essas parcelas menos favorecidas, acabam por ser excluídas dos processos políticos e decisórios, além da falta de acesso a recursos e oportunidades de forma equitativa (RIBEIRO, 2001).

Com isso, podemos apontar que a desigualdade ambiental é reflexo da exclusão social. Herculano (2002) afirma que a desigualdade ambiental é uma das expressões da desigualdade social que marca a história do país. A parcela mais pobre da população está mais exposta aos riscos por conta da localização das suas residências, como inundações, deslizamentos de terra, a doenças causadas pela ação de esgotos a céu aberto, doenças respiratórias e sistêmicas por emissões industriais, dentre outros.

Portanto, emerge na problemática a Justiça Ambiental, que é um conjunto de princípios políticos que garantem que nenhum grupo étnico, racial ou socioeconômico sofra consequências negativas na esfera ambiental, econômica ou política, de forma desproporcional a outros grupos (MORATO *et al.*, 2005).

O conceito de Justiça Ambiental vem da experiência inicial dos movimentos sociais dos Estados Unidos e do clamor dos seus cidadãos pobres e etnias socialmente discriminadas e vulnerabilizadas, quanto à sua maior exposição a riscos ambientais por habitarem nas vizinhanças de depósitos de lixo químicos e radioativos ou de indústrias com efluentes poluentes (HERCULANO, 2002, p. 3).

Sendo assim, as ações decorrentes da desigualdade ambiental culminam na injustiça ambiental, piorando a qualidade de vida de determinados grupos sociais. Veiga (1999 apud RIBEIRO, 2001) aponta que instrumentos de mensuração da qualidade de vida permitem uma comparação das diversas realidades físicas e socioeconômicas da população, assim como a possibilidade de melhoria ou sustentação da qualidade de vida desejável.

Diante do exposto, o Geoprocessamento torna-se uma ferramenta de mensuração e leitura que permite a consolidação do desenvolvimento socioambiental na cidade, já que permite integrar dados de diversos formatos e escalas – que estão cada vez mais detalhados – de maneira espaço-temporal, possibilitando uma

visualização espacial de índices ou indicadores que são advindos dos fenômenos humanos ou naturais (RIBEIRO, 2001).

Sobre o uso do Geoprocessamento como suporte ao planejamento e ordenamento urbano, Ribeiro (2001) aponta que

[...] essa ferramenta contempla a análise espacial em ambiente urbano, porque permite a espacialização do tecido sócio-político da cidade, no qual os reflexos das ações e das estratégias de desenvolvimento são mais visíveis e mensuráveis (RIBEIRO, 2001, p. 76).

De tal maneira, é correto afirmar que o Geoprocessamento é uma ferramenta de grande utilidade e de extrema importância para entender as relações homem-natureza.

3.3 – AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL

Diante de diferentes indicadores que tangenciam a relação da sociedade com o espaço, uma técnica que pode ser utilizada é a autocorrelação espacial, que é uma medida usada para averiguar a existência de padrões espaciais. Essa técnica permite determinar se os indicadores exibem uma tendência de se manifestarem de maneira mais ou menos intensa dependendo da localização (TARTARUGA, 2015).

O conceito de autocorrelação espacial, também conhecido como dependência espacial, é fundamentado na primeira lei da geografia de Tobler. Essa lei estabelece que “todas as coisas estão relacionadas com todas as outras, porém coisas próximas estão mais relacionadas do que as distantes” (TARTARUGA, 2015, p. 248 apud TOBLER, 1970, p. 236).

De acordo com Tartaruga (2015), a estatística espacial surgiu paralelamente à estatística convencional no final da década de 1940 e início da de 1950 com os trabalhos de Moran e Geary. Alguns anos antes, os autores Sviatlovsky e Eells (apud TARTARUGA, 2015) já argumentavam que para a resolução dos problemas adjacentes à geografia, principalmente à análise regional, o uso isolado do mapa ou dos dados estatísticos não era suficiente. Os autores defendiam a ideia de que ambos os instrumentos deveriam ser trabalhados em conjunto para uma compreensão mais abrangente.

Os fatores mais pertinentes para Tartaruga (2015) na análise de dados espaciais são:

- I – o problema da unidade de área modificável;
- II – os problemas de fronteira;
- III – a heterogeneidade espacial;
- IV – a dependência espacial;

O problema da unidade de área modificável (MAUP, na sigla em inglês) diz respeito ao cuidado que deve ser tomado nas análises estatísticas ao tipo de regionalização usado para agregar os dados espaciais. Assim é necessário buscar uma explicação suficientemente própria de um determinado fenômeno no território. Os problemas de fronteira são relativos às influências que uma área sofre devido à ação de agentes ou estruturas exteriores a ela. A heterogeneidade espacial envolve a diferenciação regional, caracterizada por um comportamento variado e instável das grandezas no espaço. A dependência espacial ou autocorrelação espacial, por sua vez, ocorre onde se pode observar um padrão de comportamento da variável relacionado ao espaço, resultando na formação de aglomerados (clusters) de entes geográficos (pontos, linhas ou polígonos) que estão próximos espacialmente. A autocorrelação espacial tende a ocorrer mais facilmente com variáveis naturais. Com variáveis humanas pode não ocorrer. Então deve-se verificar e medir cada variável em particular, para saber se há ou não esse fator (TARTARUGA, 2015).

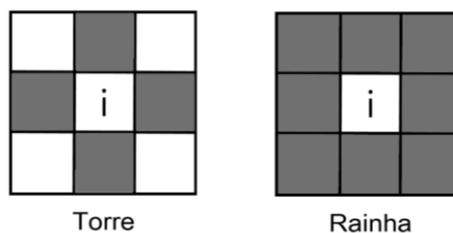
Há duas formas de análise da autocorrelação espacial: univariada ou bivariada. Na univariada se mede a relação de uma variável de um espaço com a mesma variável nos espaços adjacentes. Na bivariada se mede a relação de uma variável de um espaço com outra variável nos espaços vizinhos (TARTARUGA, 2015).

Existem três situações que definem a autocorrelação espacial:

- Autocorrelação espacial positiva: quando há semelhança entre os valores das unidades vizinhas e da unidade principal, formando aglomerações;
- Autocorrelação espacial negativa: quando as unidades vicinais possuem valores não semelhantes da unidade principal;
- Inexistência de autocorrelação espacial: quando não ocorre nenhuma das situações anteriores, as variáveis das unidades se mostram de forma aleatória; não há dependência espacial.

Para executar o exame da autocorrelação espacial deve se definir uma matriz de proximidade, ou de pesos da distribuição. A matriz é definida primeiramente pela escolha do critério de proximidade que é a distância euclidiana (linha reta), pela distância por rodovias, ferrovias, etc., ou pelo número de polígonos em contato direto que é o critério de contiguidade, o mais utilizado. O critério de contiguidade pode ser de dois tipos: torre ou rainha (Figura 1), por se assemelhar aos movimentos potenciais de cada peça no jogo de xadrez.

Figura 1: Critérios de proximidade



Fonte: Elaboração própria, conforme Tartaruga (2015).

No tipo “torre” somente são considerados polígonos contíguos aqueles que têm contato direto com a unidade espacial, no tipo “rainha” os polígonos que estão em contato com os polígonos em contato direto com a unidade espacial também são considerados contíguos. Também se define qual a ordem de contiguidade (1, 2, 3, ...), os de ordem um são somente aqueles em contato direto, de ordem dois aqueles de ordem 1 e os que estão em contato com eles, e assim sucessivamente.

O índice I de Moran global é definido pela seguinte fórmula matemática (TARTARUGA, 2015):

$$I = \frac{n \sum_j \sum_j w_j (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum_i \sum_j w_j) \sum_i (y_i - \bar{y})^2}, i = 1, 2, \dots, n \text{ e } j = 1, 2, \dots, n$$

y_i = valor de y na região i

y_j = valor de y na região j

\bar{y} = média de y

w_{ij} = elemento ij da matriz de proximidade espacial

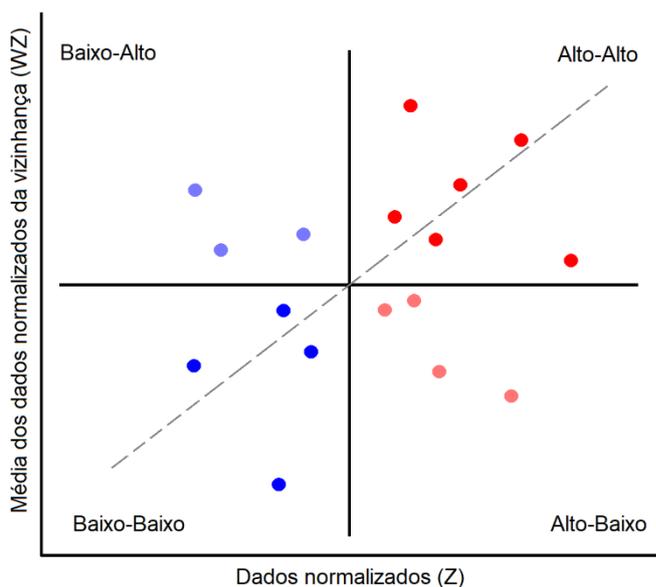
n = número de observações

A partir do resultado da equação o índice vai apresentar um valor de -1 a +1, onde valores próximos a +1 indicam autocorrelação positiva, e valores próximos de -1 autocorrelação espacial negativa. Valores próximos de 0 indicam ausência de dependência espacial.

Existe também o diagrama de espalhamento de Moran (Figura 2).

Esse diagrama é elaborado a partir dos valores normalizados (escores z) da variável a ser analisada (Z). Com posse dos valores normalizados é construído um gráfico bidimensional de Z (dados normalizados) – eixo horizontal (abscissas) –, por WZ (média dos dados normalizados dos vizinhos) – eixo vertical (ordenadas) –, com base na matriz de proximidade correspondente. (TARTARUGA, 2015, p. 254-255).

Figura 2: Diagrama de espalhamento de Moran



Fonte: Elaboração do autor, com base em Tartaruga (2015).

Os quatro quadrantes representam:

- Alto-Alto: valores positivos e média positiva;
- Baixo-Baixo: valores negativos e média negativa;
- Alto-Baixo: valores positivos e média negativa;
- Baixo-Alto: valores negativos e média positiva.

Enquanto a índice global mede o comportamento geral da distribuição da variável no território, a autocorrelação local mostra as áreas onde há padrões espaciais. O método mais conhecido é o LISA (*Local Indicators of Spatial Association*), assim quando o exame global indicar aleatoriedade espacial dos dados, o teste local pode ser importante para verificar se existem locais isolados de maior concentração (ANSELIN, 1995).

De acordo com Tartaruga (2015) a estatística I de Moran Local se dá por:

$$I_i = n(y_i - \bar{y}) \sum_j^n w_j (y_j - \bar{y}), j = 1, 2, \dots, n$$

É importante ter em mente que o método estatístico não explica o motivo do porquê determinada configuração espacial se mostra de tal forma, só mostra a relação espacial que a variável tem. “O método encerra um caráter relacional e não explicativo ou causal” (TARTARUGA, 2015).

A técnica de autocorrelação espacial de Moran tem sido empregada em diversas pesquisas com o objetivo de analisar padrões e distribuições em dados geográficos. Um estudo recente utilizou essa abordagem para examinar os padrões espaciais dos casos de COVID-19 no Iraque, identificando aglomerados de incidência da doença (JABER *et al.*, 2022). Além disso, outra pesquisa explorou medições de autocorrelação espacial para avaliar funções que descrevem as interações entre variáveis baseadas no índice de Moran. Essa metodologia auxiliou na compreensão de como a autocorrelação espacial pode ser medida e analisada para diferentes tipos de dados geográficos (CHEN, 2021). Na área de saúde, essa técnica foi utilizada para mapear a distribuição espacial da COVID-19, contribuindo para a identificação de possíveis padrões de disseminação da doença em diferentes regiões (LI *et al.*, 2020). A técnica de Moran foi aplicada para avaliar a incidência de câncer de mama em uma determinada região ao longo de um período, contribuindo para entender como essa doença se distribui geograficamente (AL-HASHIMI *et al.*, 2021).

Em outra abordagem, a técnica de Moran foi aplicada para compreensão das características espaciais da textura do solo e do teor de sal na Bacia do Rio Syr Darya, Ásia Central, usando estatísticas espaciais como Getis-Ord G_i^* e Moran's I. Identificaram padrões de salinidade e fatores influenciadores, apontando associações entre textura do solo e conteúdo de sal, relevante para a gestão sustentável dos

recursos de solo em regiões críticas (LIU *et al.*, 2022). Além disso, a análise de autocorrelação espacial foi empregada para identificar áreas de alto risco em gerenciamento de desastres naturais, permitindo a identificação de regiões propensas a riscos (SHETH, 2022). Coca *et al.* (2022) utilizaram análises estatísticas espaciais, incluindo o Índice de Moran, para avaliar a distribuição de fenômenos físicos, como erosão do solo, chuva e características ecológicas na região costeira do Pacífico e do Caribe colombiano.

Esses exemplos ilustram como a técnica de autocorrelação espacial de Moran desempenha um papel fundamental em várias áreas de pesquisa, auxiliando na análise e interpretação de padrões e relações em dados geográficos.

Em um contexto mais amplo, avanços semelhantes em análise espacial têm sido alcançados com ferramentas como o GeoDa, desenvolvido por Luc Anselin. GeoDa é uma plataforma open source e cross-platform que visa visualizar e explorar dados geoespaciais. Apesar de não ser um Sistema de Informação Geográfica (SIG), o GeoDa incorpora funcionalidades básicas de um SIG, como mapeamento, criação de camadas de pontos a partir de coordenadas e manipulação de projeções cartográficas. Luc Anselin projetou o GeoDa para detectar e visualizar agrupamentos locais e anomalias espaciais usando várias estatísticas de autocorrelação espacial local, apoiadas por uma interface flexível para criar diferentes matrizes de pesos espaciais. Essa ferramenta é amplamente empregada para análises geoespaciais e tem sido uma contribuição significativa para o campo, permitindo a exploração de padrões e distribuições em dados geográficos (ANSELIN, 2021).

Na pesquisa de Islam *et al.* (2022) há uma proposta inovadora para a integração de informações espaciais em modelos de aprendizado de máquina visando a minimização da autocorrelação espacial. Essa técnica visa reduzir a autocorrelação espacial ao prever fenômenos geoespaciais. A comparação com modelos estatísticos tradicionais demonstra que essa abordagem melhora significativamente o desempenho de previsão em dados geoespaciais.

Assim, a técnica de autocorrelação espacial de Moran caracteriza-se como fundamental em várias áreas de pesquisa geográfica, contribuindo para a análise de padrões e relações em dados geoespaciais. Ferramentas como o GeoDa, desenvolvido por Luc Anselin, têm aprimorado a visualização e exploração de

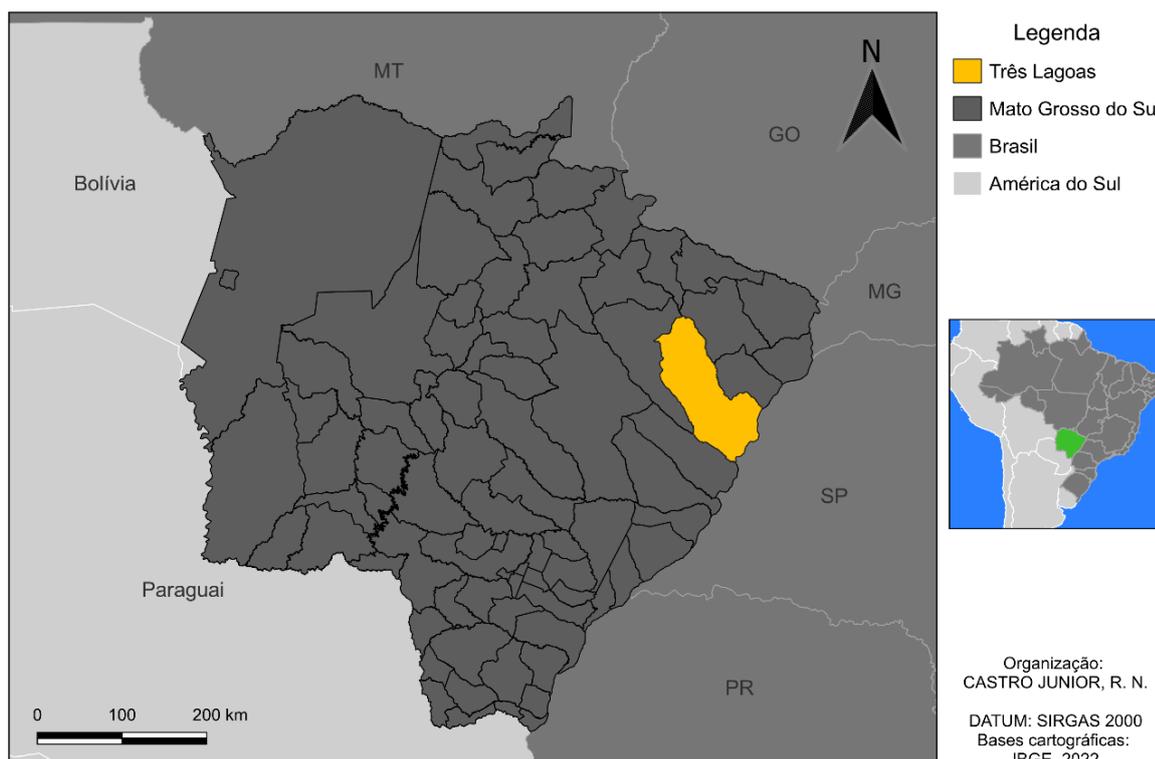
informações geoespaciais, enquanto abordagens inovadoras, como a integração de informações espaciais em modelos de aprendizado de máquina, estão avançando na análise e previsão de fenômenos geográficos.

4 – METODOLOGIA

4.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Três Lagoas (Figura 3) é um município localizado no leste de Mato Grosso do Sul na microrregião de Três Lagoas, também conhecida como região do Bolsão. Desde a sua emancipação política, do então município de Sant’anna do Paranaíba, em 1915 (VACARI, 2015) até o final do século passado, o município teve sua economia baseada na agropecuária. A partir de 1997, a prefeitura municipal atraiu investidores do ramo industrial objetivando diversificar a economia da cidade. Essa estratégia visava compensar a dependência da pecuária extensiva que não conseguia gerar um número de empregos suficiente para a população local (PEREIRA e GOMES, 2004, p. 50).

Figura 3: Localização do município de Três Lagoas – MS



Fonte: elaboração própria a partir de bases cartográficas do IBGE.

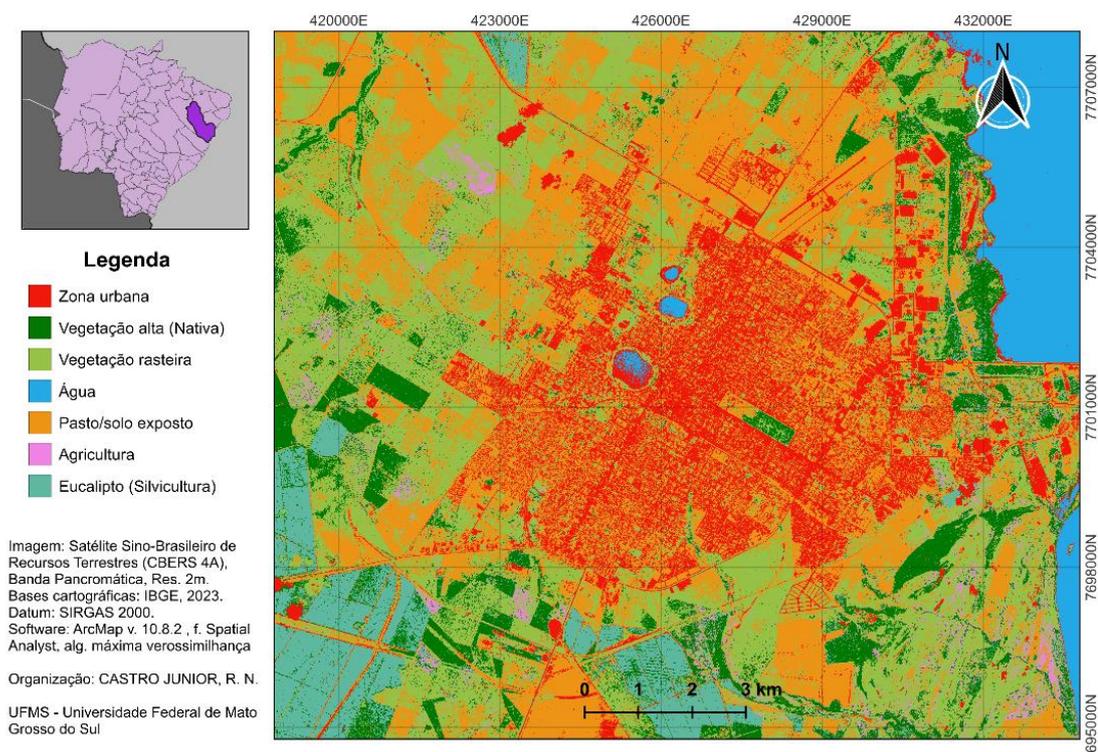
Essa política de atração seguiu uma tendência mundial das décadas de 1970 e 1980, onde países em desenvolvimento buscavam a descentralização industrial para promover o desenvolvimento no interior (PEREIRA e GOMES, 2004, p. 53).

A medida do poder público municipal se deu pela política de incentivos fiscais concedida também pelo governo do estado e sob financiamento federal. De certo modo essa estratégia não resultou na geração de um grande número de empregos diretos, como era esperado por muitos habitantes na cidade.

[...] estão sendo atrativos para o setor industrial, outros fatores, especialmente quando se trata da implantação de distritos industriais, tais como: isenção de impostos, terrenos doados, incentivos fiscais, considerados como "política de atração" que são largamente divulgados pelos governos estaduais como forma de atrair empresas que possibilitem a criação de empregos e a geração de receitas para regiões menos desenvolvidas (PEREIRA e GOMES, 2004, p. 52).

A partir de 2010, a cidade passou por mais uma leva de industrialização, mas dessa vez com maior intensidade. Empresas do ramo de papel e celulose construíram complexos industriais, mudando significativamente a dinâmica de uso e ocupação do solo (Figura 4).

Figura 4: Uso e ocupação da terra na sede urbana de Três Lagoas (2023)

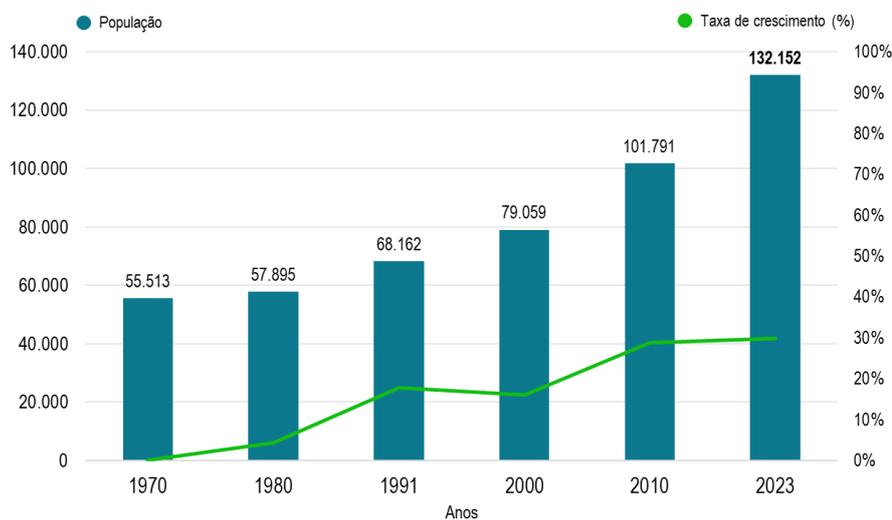


Fonte: elaboração própria com imagem de satélite.

Esse processo de industrialização mais recente acabou por expandir o perímetro urbano municipal de forma acelerada, isso ocorreu por causa da migração de grande contingente de trabalhadores, de todas as regiões do país, atraídos pelas

oportunidades de empregos e carreiras na construção das fábricas e também na posterior operação delas. Na Figura 5 é possível ver a evolução populacional do município nas últimas seis décadas.

Figura 5: Gráfico de crescimento populacional de Três Lagoas

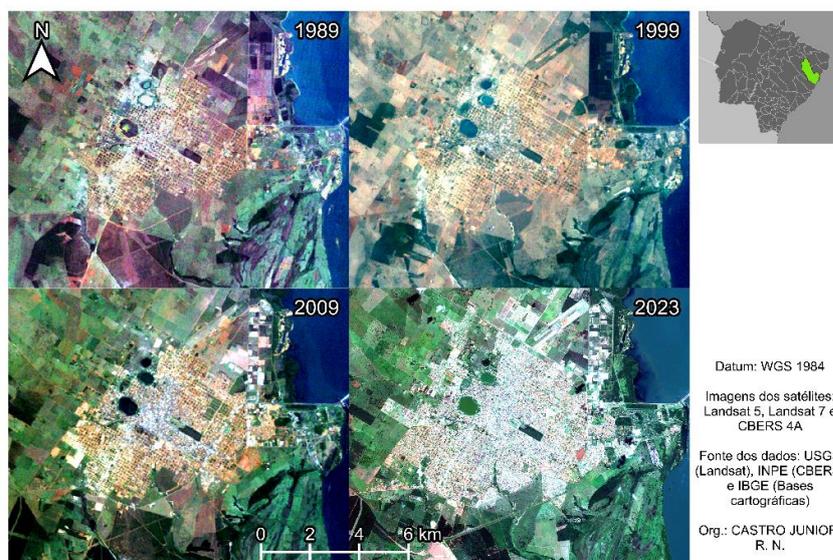


Fonte: Elaboração do autor por meio de dados do SIDRA², IBGE.

Essa migração em massa aumentou a população do município em um nível considerável, o que causou uma expansão horizontal da malha urbana, como é possível ver na Figura 6. Esse crescimento urbano foi caracterizado pela construção de novas residências e alguns edifícios. No entanto, essa expansão acelerada, e de certo modo, desordenada resultou em problemas de infraestrutura, principalmente em bairros mais distantes do centro, onde carências desse aspecto se tornam mais evidentes.

² Sistema IBGE de Recuperação Automática

Figura 6: Mapa de crescimento da malha urbana de Três Lagoas



Fonte: Elaboração do autor por meio de dados: USGS³, 2020; INPE⁴, 2023; IBGE, 2010.

4.2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de analisarmos e discorrermos as disparidades econômicas e sociais com ênfase na questão ambiental, foram escolhidos como fatores de análise espacial quatro variáveis por setor censitário. A conceituação de cada uma delas, se encontra no Quadro 1.

- **Variáveis econômica e demográfica:** Renda per capita (RPC); Densidade populacional (DEN);
- **Variáveis ambientais:** Temperatura média (TMS); Índice de Vegetação (IVDN).

O espaço da cidade foi analisado em setores censitários e a pesquisa foi limitada pelo perímetro urbano, já que tem a maior concentração populacional na sede do município. Os dados que nortearam a pesquisa são provenientes do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, sendo utilizados para avaliar as características socioeconômicas. A variável RPC (renda per capita) se refere ao rendimento mensal total do setor censitário dividido pelo número total de pessoas residentes no setor. A

³ *United States Geological Survey* (Serviço Geológico dos Estados Unidos)

⁴ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

densidade populacional foi calculada pela razão entre número de habitantes no setor e a área do setor em hectares.

Para o mapeamento da média da temperatura superficial terrestre foram processadas imagens da banda termal do satélite Landsat 5 de junho de 2009 a julho de 2010, esse período foi escolhido porque não há imagens disponíveis a partir do mês de julho de 2010. As imagens foram tratadas por meio da conversão das imagens em níveis de cinza para radiância no topo da atmosfera, logo após convertidas em graus Kelvin (K) e por fim em graus Celsius (°C).

Para o mapeamento do IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, também conhecido pela sigla em inglês NDVI) foram usadas imagens orbitais das bandas dos espectros vermelho e infravermelho próximo do satélite Landsat 5 no mesmo período da imagem de temperatura de superfície. Tanto o IVDN quanto as imagens de temperatura superficial foram poligonizadas através da ferramenta “Estatísticas Zonais” do programa QGIS, onde foi possível extrair valores médios das variáveis em cada setor.

No software GeoDa, essas variáveis foram combinadas e exploradas por meio dos índices global e local de Moran a fim de verificar se há dependência espacial, chegando ao objetivo proposto: a representação espacial das desigualdades socioambientais.

Quadro 1 – Variáveis de análise

Sigla	Nome	Definição
RPC	Renda per capita	Renda por pessoa do setor censitário, obtido pela divisão do rendimento mensal médio total do setor pelo número de residentes, em reais (R\$).
DEN	Densidade populacional	Número de residentes do setor dividido pela área do setor em hectares (hab./ha).
TMS	Temperatura média	Temperatura média da superfície diurna em graus celsius (°C).
IVDN	Índice de vegetação	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) médio. O índice vai de -1 a 1, onde mais próximo de 1 maior a saúde da vegetação, e quanto mais próximo de 0 menos saudável é a vegetação. Próximos a -1 são alvos não vegetais.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

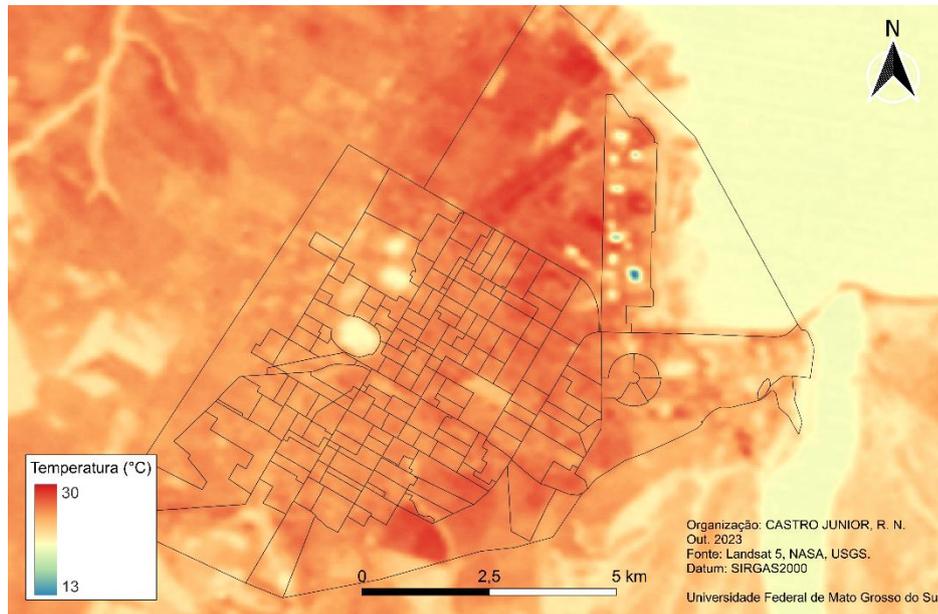
Neste capítulo, os indicadores apontados nos procedimentos metodológicos são espacializados e, em seguida, são apresentados os resultados das análises espaciais estatísticas.

5.1 – ESPACIALIZAÇÃO DOS INDICADORES

Observando atentamente o mapa de temperatura superficial média (Figura 7) é notável que as temperaturas nas regiões norte e sul da cidade são em média maiores que as médias da região oeste e leste. As temperaturas médias dos lotes rurais adjacentes à malha urbana variam de 21,6 a 28,7 °C. Lotes de pastagem são mais quentes do que a mata ciliar (a noroeste da figura) e a área de mata nativa (a oeste da figura). É visível a formação de ilhas de calor na cidade. A diferença mínima entre o ponto mais quente dos arredores e o ponto mais fresco na cidade é de aproximadamente 6,6 °C, excluídos os corpos d'água. A diferença máxima entre o ponto mais fresco dos arredores e o ponto mais quente da malha urbana é de aproximadamente 7 °C, excluídos os corpos d'água.

Também é possível notar que bairros mais próximos a corpos d'água têm temperaturas superficiais mais amenas, como os que estão próximos às três lagoas e ao rio Paraná.

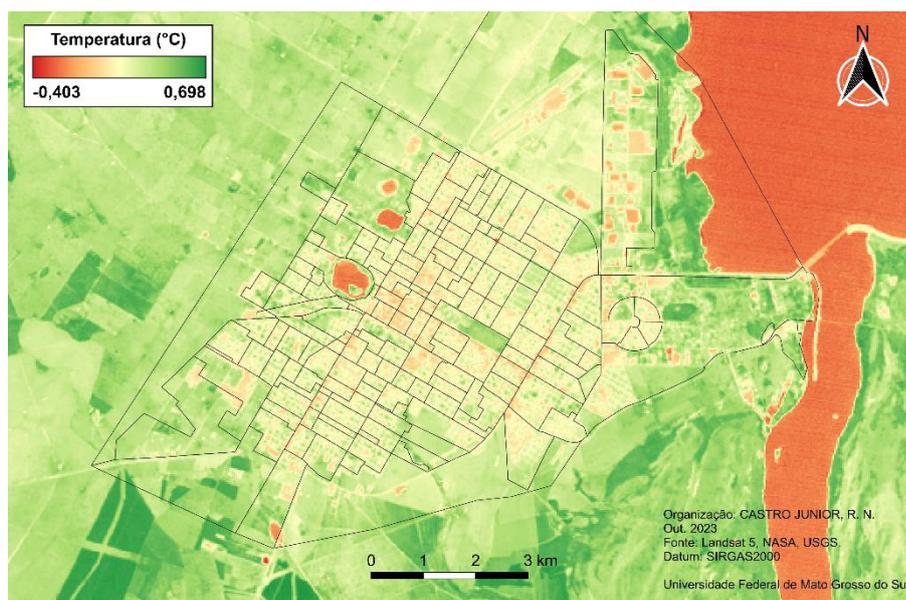
Figura 7: Mapa da temperatura superficial média de Três Lagoas nos meses de jun. 2009 a jun. 2010



Fonte: feito pelo autor; imagens do satélite Landsat 5 (USGS, 2020).

O centro comercial (a leste e sudeste da Lagoa Maior) tem uma intensidade construtiva maior, mais asfalto e concreto e menos verde (Figura 8). Existem poucas áreas de vegetação na cidade, sendo a mais notável a mata nativa do quartel (na área central do mapa).

Figura 8: Mapa de IVDN médio de Três Lagoas nos meses de jun. 2009 a jun. 2010

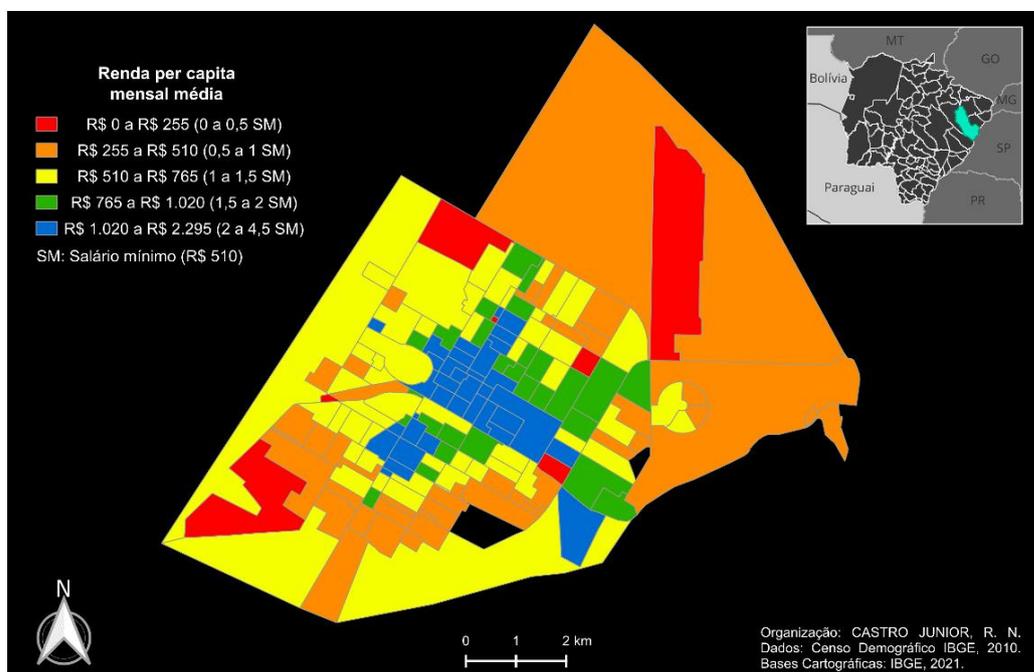


Fonte: produção do autor; imagem do satélite Landsat 5 (USGS, 2020).

A diferença do IVDN entre a área mais arborizada dos arredores e a área com o menor índice na malha urbana é próximo de 0,92. Já a diferença no índice entre a área com menor cobertura da vegetação nos arredores e a área mais vegetada na cidade é de aproximadamente 0,87.

Na variável renda per capita (RPC), é possível notar que os setores mais abastados se concentravam na região central, próximo às lagoas e no centro comercial. No mapa (Figura 9) o índice ficou segmentado em diferentes faixas de renda. No ano de 2010, o salário mínimo brasileiro era de R\$ 510 por mês.

Figura 9: Renda per capita média mensal por setor censitário (2010)



Fonte: feito pelo autor com dados do IBGE (2010, 2021).

A variável densidade populacional (DEN) apresenta concentrações em diferentes locais da cidade. No mapa a seguir (Figura 10) a densidade é medida em habitantes por hectare (hab./ha).

Figura 10: Densidade populacional por setor censitário (2010)



Fonte: elaboração própria; dados do Censo 2010 do IBGE.

5.2 – ANÁLISE ESPACIAL DOS INDICADORES

5.2.1 – Análise univariada: global e local

Na Tabela 1 estão as variáveis e os valores no Índice Global de Moran, sabendo-se que quanto mais próximo de 1 ou -1 maior a dependência positiva ou negativa, e quanto mais próximo de 0 menor a dependência espacial.

Tabela 1 – Valores das variáveis no índice de Moran Global I (univariado)

Variável	Valor
RPC	0,527
DEN	0,333
TMS	0,565
IVDN	0,546

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados da Tabela 1, a qual apresenta os valores das variáveis no Índice de Moran Global I, fornecem percepções sobre os padrões de dependência espacial presentes nos indicadores analisados.

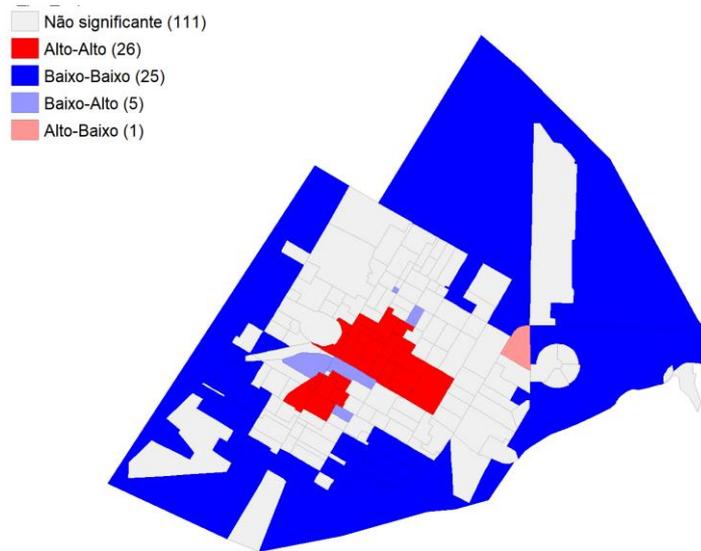
O comportamento geral das variáveis foi de maior dependência espacial, mas se sobressaíram as variáveis de renda per capita (RPC), temperatura superficial (TMS) e índice de vegetação (IVDN).

Os resultados mostram que as variáveis analisadas apresentam diferentes graus de dependência espacial positiva. A variável RPC possui um índice de 0,527, indicando uma forte associação entre a disposição de renda e o espaço. De forma semelhante, a variável TMS apresentou um índice de 0,565, mostrando uma tendência à formação de agrupamentos. O resultado do índice global na variável IVDN de 0,546 também indicou uma associação considerável na distribuição da variável ao longo da área de estudo.

A densidade populacional (DEN) retornou um índice de 0,333, que apesar de significar dependência espacial, se mostra um pouco mais fraca, o que pode indicar maior aleatoriedade espacial. Isso é compreensível, já que os setores mais densamente habitados se mostram em diferentes localidades de Três Lagoas.

Os mapas LISA de clusters (agrupamentos) nos proporcionam uma visualização da espacialização desses agrupamentos. Na Figura 11 é visível como os setores com renda mais alta formam um agrupamento no centro. Nas periferias há agrupamentos de renda baixa.

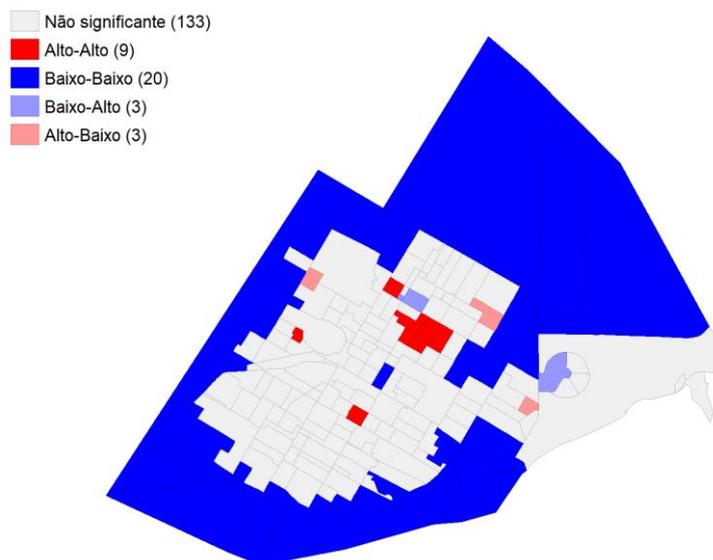
Figura 11: Mapa de autocorrelação local da variável RPC



Fonte: Elaboração do autor no software GeoDa, com dados do IBGE, 2010.

Os agrupamentos de densidade populacional (Figura 12) mostram que existe dependência espacial em pequenas áreas no centro da malha urbana entre setores densamente povoados; os setores menos densos são maiores territorialmente e formam um cluster de baixa densidade populacional ao redor da cidade.

Figura 12: Mapa de autocorrelação local da variável DEN

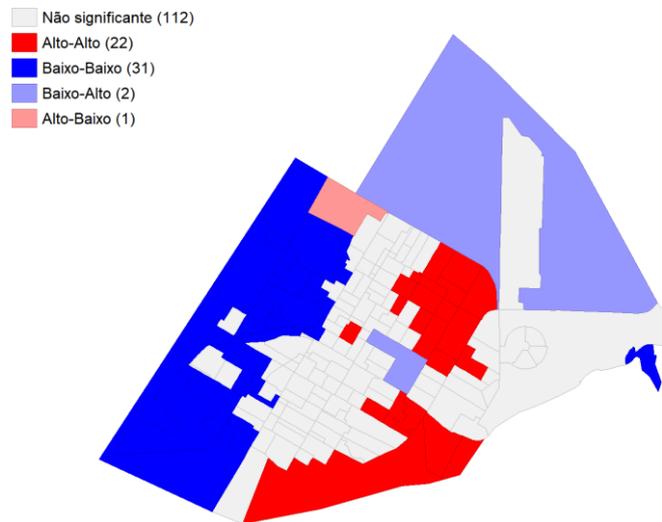


Fonte: elaboração própria com dados do IBGE, 2010.

No mapa de agrupamentos da variável de temperatura superficial diurna é perceptível que os setores no oeste formam um grupo de baixas temperaturas. Por

outro lado, é notável a formação de um agrupamento de altas temperaturas no centro-leste e sul da cidade.

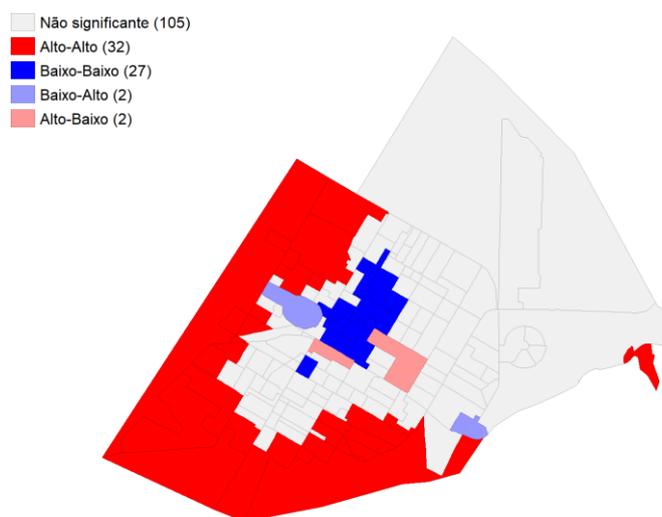
Figura 13: Mapa cluster da variável TMS



Fonte: organização do autor com geometrias do GeoDa e dados do IBGE (2010).

No mapa cluster da variável IVDN (Figura 14) é notável que setores com pouca vegetação se agrupam no centro comercial e arredores, existem dois setores que apresentam maior índice de vegetação e ficam próximos a esse agrupamento. Há a formação de um agrupamento desde o noroeste ao sul da cidade de setores com alto índice de vegetação.

Figura 14: Mapa de autocorrelação local da variável IVDN



Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE, 2010 e INPE, 2023.

5.2.2 – Análise bivariada: global e local

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos das análises globais bivariadas.

Tabela 2 – Valores das análises bivariadas no índice de Moran Global I

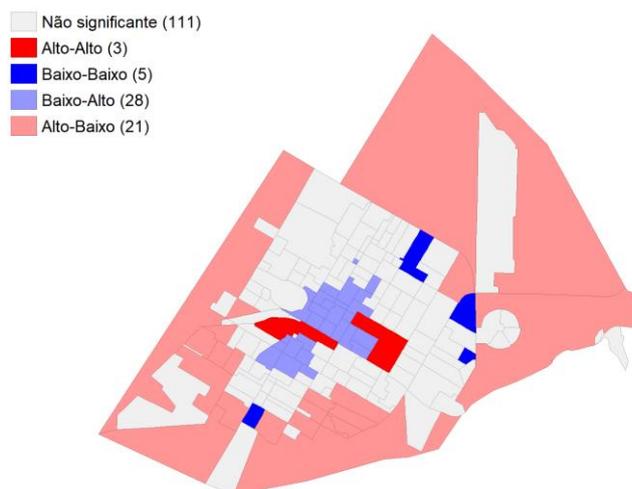
Variável 1	Variável 2	Valor
TMS	RPC	0,089
TMS	DEN	-0,010
RPC	DEN	0,072
IVDN	RPC	-0,455
IVDN	DEN	-0,187
IVDN	TMS	-0,287

Fonte: elaboração do autor por meio dos resultados do GeoDa.

Das análises bivariadas, aquelas que apresentaram maior relevância foram as de índice de vegetação médio (IVDN) x renda per capita (RPC), de índice de vegetação (IVDN) x temperatura superficial (TMS), e também índice de vegetação (IVDN) x densidade populacional (DEN). As outras análises apontaram valores muito próximos de zero, indicando a não existência de dependência espacial de uma variável com outra.

A análise IVDN x RPC (Figura 15) mostrou uma tendência negativa, apontando uma relação em que setores de maior renda per capita possuem menor índice de vegetação. Isso se explica pelo fato de que no ano de 2010 os bairros de classes mais altas estavam nos arredores do centro, que também é a região com maior intensidade construtiva.

Figura 15: Mapas de agrupamento das variáveis IVDN e RPC

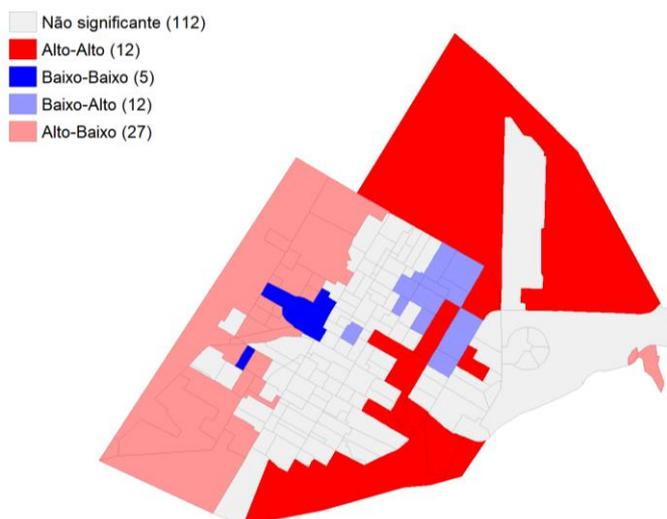


Fonte: elaboração do autor com dados do GeoDa, IBGE (2010) e USGS (2020).

Desde o ano de 2010 até o presente, as áreas periféricas da cidade têm apresentado um maior número de vazios urbanos, como terrenos baldios, o que contribuiu para um índice de vegetação mais elevado nessas regiões da cidade, uma vez que são escassas as áreas não edificadas. Por outro lado, as residências nos bairros periféricos de Três Lagoas geralmente possuem quintais, e muitas delas contam com árvores na calçada ou no quintal.

Conforme mencionado anteriormente, a presença de mais vegetação tende a aumentar a umidade do ar, resultando em temperaturas mais baixas. O mapa (Figura 16) apresenta a espacialização da análise das variáveis IVDN e TST. Na região oeste da cidade, observa-se um agrupamento de alto índice de vegetação associado a baixas temperaturas. Por outro lado, tanto na parte norte quanto sul da cidade, há um agrupamento de altas temperaturas com elevado índice de vegetação. Devido a essas duas realidades, o índice demonstra uma leve tendência negativa. Podemos inferir que, em geral, um maior índice de vegetação está relacionado a temperaturas médias mais baixas, como evidenciado na região oeste (Alto-Baixo) e na região centro-leste (Baixo-Alto). No entanto, é importante ressaltar que essa relação não é absoluta, uma vez que outros fatores, como a umidade, desempenham um papel significativo. Portanto, setores próximos à Lagoa Maior, mesmo com vegetação escassa, apresentam temperaturas médias mais baixas (Baixo-Baixo).

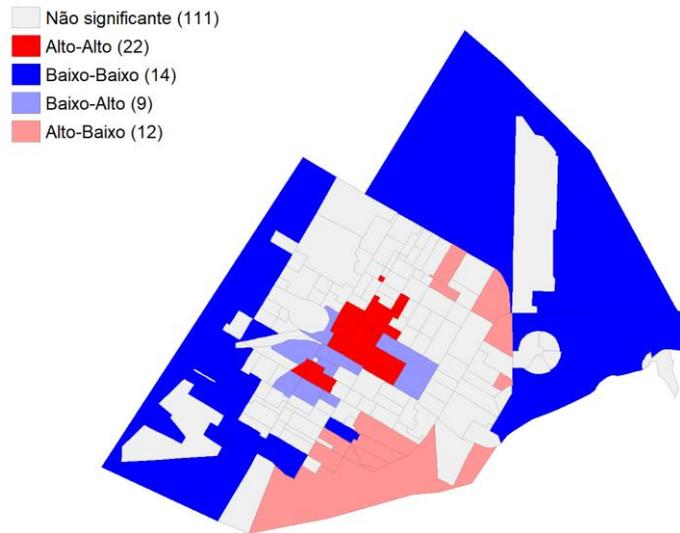
Figura 16: Mapa de agrupamento das variáveis IVDN e TMS



Fonte: elaboração do autor no GeoDa, dados do IBGE (2010) e USGS (2020).

A análise bivariada das variáveis temperatura superficial média diurna e renda per capita (TMS x RPC) apontou predomínio de aleatoriedade espacial. Ainda assim, na Figura 17, é notável que setores censitários de alta renda e alta temperatura média (Alto-Alto) se agrupam no centro comercial. Setores de baixa renda e baixa temperatura média (Baixo-Baixo) se concentram na região oeste e leste da cidade. Os setores de baixa renda e alta temperatura média (Alto-Baixo) se aglomeram nas zonas sul e nordeste. Por fim, setores de alta renda e baixa temperatura média (Baixo-Alto) se encontram próximos do primeiro grupo. Esse último grupo são bairros com temperaturas mais amenas por estarem próximos da Lagoa Maior e da mata nativa do quartel.

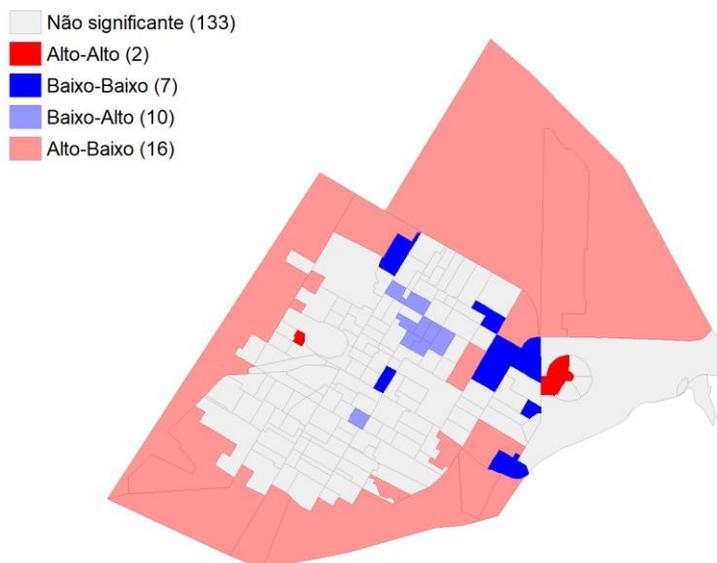
Figura 17: Mapa de agrupamento das variáveis TMS e RPC



Fonte: elaboração do autor no GeoDa, dados do IBGE (2010) e USGS (2020).

Na Figura 18, apresenta-se o mapa de autocorrelação local da análise bivariada dos indicadores IVDN e DEN. É possível observar que as áreas periféricas da malha urbana formam um anel ao redor do centro, caracterizado por um alto índice de vegetação e baixa densidade populacional. Apenas dois setores exibem a característica de Alto-Alto, onde há tanto um alto índice de vegetação quanto uma alta densidade populacional. Em contrapartida, outros setores apresentam uma realidade oposta, embora, assim como no caso anterior, sejam pontos isolados.

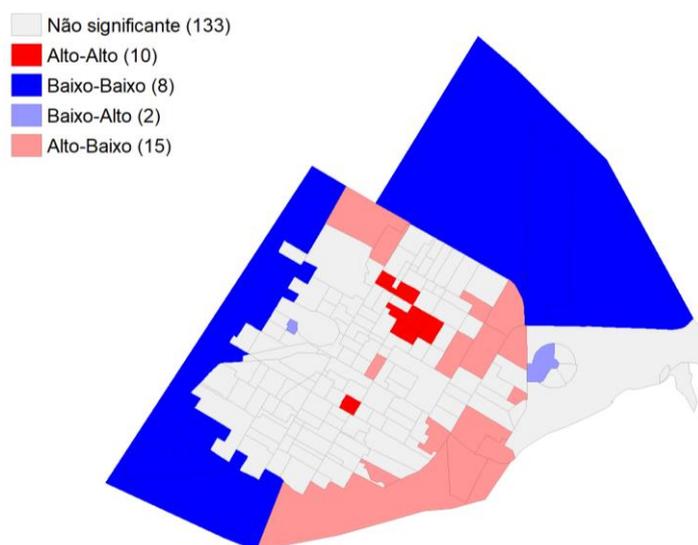
Figura 18: Mapa de agrupamento das variáveis IVDN e DEN



Fonte: elaboração do autor no GeoDa, dados do IBGE (2010) e USGS (2020).

A análise bivariada da temperatura superficial (TMS) e da densidade populacional (DEN) está espacializada na Figura 19. Apesar do índice de $-0,010$ não indicar autocorrelação espacial, existem agrupamentos no mapa. Há grupos de baixa temperatura e baixa densidade populacional no oeste. No sul da cidade há um grande grupo de altas temperaturas e baixa densidade populacional.

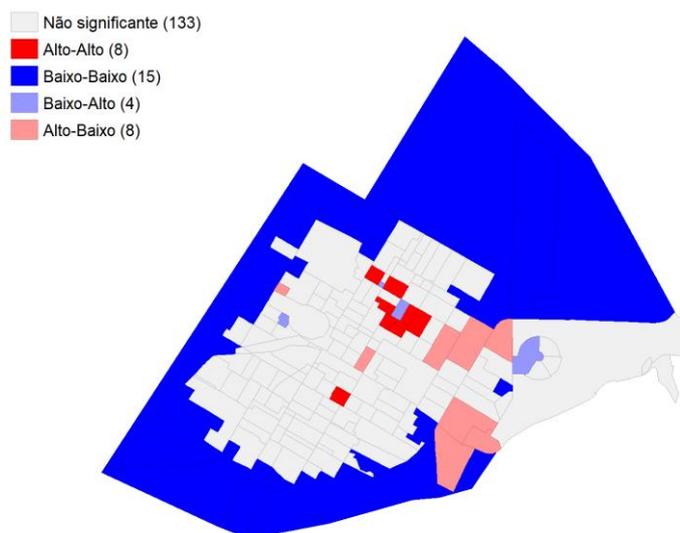
Figura 19: Mapa de agrupamento das variáveis TMS e DEN



Fonte: elaboração do autor no GeoDa, dados do IBGE (2010) e USGS (2020).

A análise bivariada das variáveis RPC e DEN (Figura 20) retornou um valor baixo, próximo de zero, indicando a não existência de dependência espacial. Mas, como observado em mapas anteriores, os setores da periferia formaram um semicírculo.

Figura 20: Mapa de agrupamento das variáveis RPC e DEN



Fonte: elaboração do autor no GeoDa, dados do IBGE (2010).

5.3 – INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES, USOS E LIMITAÇÕES

Os resultados das análises estatísticas mostram que não há correlação entre os indicadores de densidade populacional e temperatura superficial média, assim como uma correlação fraca entre renda per capita e temperatura superficial. Nota-se, no entanto, uma forte correlação inversa entre a renda per capita e o índice de vegetação (RPC x IVDN). Além disso, foram identificadas correlações entre a renda e a temperatura (TSM x RPC), bem como entre a temperatura e o índice de vegetação (TMS x IVDN).

Os mapas de temperatura superficial têm uma importância para os estudos climáticos, porém é importante diferenciá-los dos mapas de temperatura do ar. A temperatura da superfície é aquela proveniente dos materiais na superfície terrestre, como telhados, calçadas, asfalto, grama, copas de árvores, etc. A temperatura do ar é a temperatura da atmosfera terrestre, que pode aumentar ou diminuir em decorrência da temperatura superficial que pode ter menor incidência na temperatura

atmosférica dependendo das condições meteorológicas. No caso de países de latitudes tropicais, como o Brasil, as temperaturas das superfícies urbanas como asfalto, calçadas e telhados aumentam gradualmente ao longo do período diurno à medida que são aquecidas pelo sol, e à noite essas superfícies tendem a liberar o calor acumulado. A temperatura da superfície urbana tende a ser mais quente após o pôr do sol e mais frias após o amanhecer do que a área rural (GARTLAND, 2008).

Três Lagoas está situada em um clima Aw de verão úmido e inverno seco (CAVALCANTI *et al.*, 2009). No inverno a umidade relativa do ar fica mais baixa, a folhagem do cerrado fica seca e se aquece mais rapidamente do que os materiais artificiais.

No que diz respeito à vegetação, áreas com menos vegetação e maior densidade de materiais artificiais tendem a apresentar temperaturas mais elevadas, contribuindo para a formação de ilhas de calor. Por outro lado, a vegetação tende a manter a própria temperatura menor ou igual a temperatura do ar, desde que ela esteja adequadamente hidratada, resultando em um ambiente mais fresco devido à sombra e à umidade proporcionadas (GARTLAND, 2008).

O que se verificou na parte sul da cidade, que na maioria das análises formou um agrupamento, foi a temperatura média e o índice de vegetação altos, renda per capita e densidade populacional baixas. Isso sugere que se trata de uma área com um notável desequilíbrio socioambiental, já que, mesmo com a densidade populacional baixa e uma razoável presença da vegetação, existe associação entre a variável TMS e RPC (Alto-Baixo), o que significa maior temperatura e menor renda, mostrando que nessa parte da cidade a população pobre vivencia uma pior qualidade ambiental, e devido à essa condição econômica pode não conseguir evitar altas temperaturas em um episódio de forte calor.

Na região central, se nota uma tendência à formação de agrupamentos com os setores de renda mais alta apresentando menor índice de vegetação e maiores temperaturas superficiais médias. Isso aconteceu porque a área central da cidade é justamente a de maior cobertura de materiais artificiais (área construída). No entanto, alguns setores apresentam uma dinâmica oposta, localizados nas proximidades da Lagoa Maior (caracterizada por maior umidade) e da Mata do Quartel (com maior vegetação).

Apesar dessa disposição das temperaturas e da vegetação, a população mais rica na cidade pode pagar pelo conforto climático das suas residências, algo que os habitantes mais pobres não conseguem fazer. A população mais abastada desfruta de maior conforto climático com o uso de ar condicionado, garantindo uma temperatura mais amena (PORANGABA *et al.*, 2020). Como foi explicado anteriormente, a cidade tem um clima quente e seco em boa parte do ano, o que evidencia a vulnerabilidade climática que as parcelas mais pobres da população estão sujeitas, já que o uso de um aparelho como o ar condicionado não apenas exige sua compra, mas também um aumento no valor da conta mensal de energia elétrica.

As áreas periféricas da cidade de Três Lagoas apresentam maior cobertura vegetal e uma menor densidade construtiva, uma realidade distinta do que foi observado em outras pesquisas, como a realizada por MORATO *et al.* (2005) no diagnóstico da desigualdade socioambiental da Subprefeitura de Campo Limpo (São Paulo, SP). Um resultado semelhante foi encontrado na pesquisa conduzida por Gomes (2010), que investigou a desigualdade socioambiental na cidade de Guarapuava (PR). A autora defende que os equipamentos públicos como praças e parques têm papel fundamental na qualidade ambiental urbana, mas relata que

Quanto às áreas verdes que, geralmente elevam os índices dos bairros periféricos, em relação aos centrais, são dados que devem ser relativizados, pois se é um fato que há um aumento de qualidade no ambiente por possuir esses espaços, para a população da periferia, outros elementos devem ser levados em consideração, tais como: as condições que essas áreas se encontram, pois ter a área verde no bairro não significa, necessariamente, sua apropriação pela população local (GOMES, 2010, p. 102).

Nas periferias de Três Lagoas, durante o ano de 2010, poucos setores da periferia possuíam densidade populacional acima de 50 hab./ha. Daí o porquê de existir uma autocorrelação de tendência negativa entre o índice de vegetação e a densidade populacional. E justamente pelo fato de os setores de renda mais baixa serem também, à época dos dados, na maior parte, setores de baixa densidade populacional, acaba que os setores com maior IVDN médio sejam também os de renda menor.

O fato desses indicadores ambientais desfavoráveis estarem ligados aos níveis mais altos de renda em Três Lagoas, na época em que os dados foram coletados, pode ser um dos motivos pelos quais começaram tantos empreendimentos de condomínios residenciais fechados, entretanto essa é somente uma especulação, e

não é possível afirmá-la sem dados concretos. Existe uma certa polêmica e opiniões divergentes no tocante à segurança pública, mas é fato que a população mais rica da cidade vem se afastando do centro nos últimos anos, o que já observado em cidades maiores. Por Três Lagoas ter um porte médio, nota-se que os moradores de renda mais alta em nada se prejudicam em morar longe do centro comercial, já que muitos dispõem de transporte individual (PORANGABA *et al.*, 2020).

Afim de concluirmos o que foi proposto na introdução, foi compreendido dentro das análises que o município não satisfaz o que é definido no artigo 3º, inciso I do Plano Diretor Municipal, que dispõe sobre a função social da cidade. Dentro do inciso é informado que é assegurada a condição de plena realização do direito ao saneamento ambiental. A cidade de Três Lagoas mostrou uma disparidade ambiental entre suas diferentes áreas, o que por si já é o suficiente para compreender que esse direito não é realizado.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi realizada uma análise e discussão detalhada da realidade socioambiental da cidade de Três Lagoas no ano de 2010, empregando uma abordagem metodológica que incluiu o uso dos índices de Moran locais e globais, onde foi possível ter um esboço geral da realidade socioambiental da sede urbana do município. Na discussão, foi incorporada a literatura de diversos autores na área, além de nossa compreensão da realidade da cidade, enriquecendo assim o conteúdo deste estudo.

Conclui-se que a parte sul da cidade apresenta a maior vulnerabilidade socioambiental, uma vez que engloba setores com baixa renda per capita e alta temperatura superficial média, mesmo com uma presença considerável de vegetação.

Cabe ressaltar que o censo demográfico do qual os dados se baseiam é do ano de 2010. O censo mais recente tinha sido previsto inicialmente para 2020, mas foi atrasado devido à pandemia da COVID-19 e ao contingenciamento de recursos financeiros advindos do Ministério da Economia. Entretanto, o mais recente Censo Demográfico foi realizado em 2022 e início de 2023, porém, como é de praxe, a liberação dos dados para os usuários ainda levará algum tempo para ocorrer. Assim não foi possível ter dados atualizados e talvez por mudança nos dados seja evidenciada uma grande mudança nos resultados aqui apresentados. Atualmente a cidade ganhou mais de 30 mil habitantes e novos bairros foram criados, alguns deles com considerável densidade populacional, como os conjuntos habitacionais no oeste da cidade. Também houve um aumento na quantidade de condomínios residenciais fechados, o que pode ter alterado significativamente a ordenação espacial da renda per capita, e conseqüentemente o acesso à qualidade ambiental.

Portanto, optamos por não utilizar dados de cobertura da rede de esgoto, cobertura da rede de distribuição de água ou coleta de lixo, indicadores utilizados em outras pesquisas como de MORATO *et al.* (2005), GOMES (2010) e ACACIO (2020).

Por fim, a falta de dados atualizados é uma notável limitação desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ACACIO, Mariana A. **Análise Espacial dos Indicadores Sociais e Econômicos do Estado do Tocantins**. Orientador: Dr. Nilton Marques de Oliveira. 2020. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020.
- AL-HASHIMI, Muzahem; MAHMOOD, Edrees M. Nori. **SPATIAL STATISTICAL ANALYSIS OF FEMALE BREAST CANCER INCIDENCE IN IRAQ DURING 2000-2015**. Malaysian Journal of Public Health Medicine, v. 21, n. 2, p. 75-87, 2021.
- ANSELIN, Luc. **GeoDa (Spatial Statistical Program)**. The Encyclopedia of Research Methods in Criminology and Criminal Justice, v. 2, p. 839-841, 2021.
- ANSELIN, Luc. **Local Indicators of Spatial Association – LISA**. Geographical Analysis, Ohio, EUA, v. 27, n. 2, abr., 1995.
- BITTENCOURT, Karla P. **Toponímia Urbana da Cidade de Três Lagoas - MS: Interfaces Entre Léxico, Cultura e História**. Orientadora: Dra. Aparecida Negri Isquerdo. 2015. 227 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Letras, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2015.
- CAVALCANTI *et al.* (org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- CHEN, Yanguang. **An analytical process of spatial autocorrelation functions based on Moran's index**. PLoS One, v. 16, n. 4, p. e0249589, 2021.
- COCA, Oswaldo; RICAURTE-VILLOTA, Constanza. **Regional Patterns of Coastal Erosion and Sedimentation Derived from Spatial Autocorrelation Analysis: Pacific and Colombian Caribbean**. Coasts, v. 2, n. 3, p. 125-151, 2022.
- CORRÊA, Roberto L.; VASCONSCELOS *et al.* (org.). **A Cidade Contemporânea: segregação socioespacial**. São Paulo: Contexto, 2013.
- GOMES, Marquiana F. V. B. **Desigualdade Socioambiental no Espaço Urbano de Guarapuava**. RA'EGA, Curitiba, n. 20, p. 95-105, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/20614>>. Acesso em: 27 out. 2023.
- HERCULANO, Selene. **Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil**. In: Encontro da ANPPAS, 1., 2002, Indaiatuba. **Paper** [...] Indaiatuba: 2002.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2023. **Banco de Tabelas Estatísticas**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 25 jun. 2023.
- ISLAM, Md Didarul *et al.* **Incorporating spatial information in machine learning: The Moran eigenvector spatial filter approach**. Transactions in GIS, v. 26, n. 2, p. 902-922, 2022.
- JABER, Adil Shnawa *et al.* **A Moran's I autocorrelation and spatial cluster analysis for identifying Coronavirus disease COVID-19 in Iraq using GIS approach**. Caspian Journal of Environmental Sciences, v. 20, n. 1, p. 55-60, 2022.

LI, Huling *et al.* **Spatial statistical analysis of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China.** *Geospatial Health*, v. 15, n. 1, 2020.

LIU, Wen *et al.* **Clarifying Soil Texture and Salinity Using Local Spatial Statistics (Getis-Ord G_i^* and Moran's I) in Kazakh-Uzbekistan Border Area, Central Asia.** *Agronomy*, v. 12, n. 2, p. 332, 2022.

LIU, Yan *et al.* **Spatial and temporal distribution characteristics of haze and pollution particles in China based on spatial statistics.** *Urban Climate*, v. 41, p. 101031, 2022.

MORATO, Rúbia; KAWAKUBO, Fernando; LUCHIARI, Ailton. **Geografia da desigualdade ambiental na Subprefeitura de Campo Limpo Município de São Paulo/SP.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais [...]** Goiânia: INPE, 2005. p. 2281-2288.

PEREIRA, Renata C. O.; GOMES, Conceição A. Q. **O recente processo de industrialização de Três Lagoas – MS.** *Economia & Pesquisa*, Araçatuba, v. 6, n. 6, p. 50-65, mar. 2004.

PORANGABA, Gislene F. O.; BACANI, Vitor M.; MILANI, Patricia H. **Risco e Vulnerabilidade Socioambiental Urbana: Análise Comparativa Entre os Dados Socioeconômicos e a Temperatura Superficial em Três Lagoas (MS).** *Brazilian Geographical Journal*, Ituiutaba, v. 11, n. 2, p. 100-112, ago./dez., 2020.

RIBEIRO, Marta F. **A Contribuição do Geoprocessamento à Análise da Qualidade de Vida em Escala Local.** *Geo UERJ Revista do Departamento de Geografia*, Rio de Janeiro, n. 9, p. 71-78, jan. a jun., 2001.

SANTOS, Milton. **A Pobreza Urbana.** São Paulo: HUCITEC-UFPE, 1978.

SHETH, Suraj. **Risk Index Spatial Clustering (RISC):** identifying high risk counties using local Moran's I and spatial statistics for natural disaster risk management: leveraging spatial tools for dynamic risk assessment, resilience planning and resource management across spatial scales. In: 2022 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech). IEEE, 2022. p. 39-43.

TARTARUGA, Iván. **Técnicas de análise de dependência espacial de dados socioeconômicos:** Pesquisa em desenvolvimento rural: técnicas, base de dados e estatística aplicadas aos estudos rurais, v. 2. RADOMSKY et al (org). Porto Alegre: UFRGS, 2015.

TRÊS LAGOAS. **Lei nº 2.083, de 28 de setembro 2006.** Institui o Plano Diretor do Município de Três Lagoas e Dá Outras Providências. Três Lagoas: Câmara Municipal, [2006]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-tres-lagoas-ms>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

VACARI, Glaucea. **Conheça a história, o desenvolvimento e as curiosidades de Três Lagoas.** *Correio do Estado*, 15 jun. 2015. Cidades. Disponível em: <<https://correiodoestado.com.br/cidades/conheca-a-historia-o-desenvolvimento-e-as-curiosidades-de-tres-lagoas/249546/>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

