

DISTRIBUIÇÃO TRIBUTÁRIA FRENTE À QUALIDADE DE VIDA URBANA: avaliação através de técnicas exploratórias de dados geoespaciais

*US TAX DISTRIBUTION IN THE FACE OF URBAN QUALITY OF LIFE: evaluation through exploratory techniques of
geospatial data*

*DISTRIBUCIÓN TRIBUTÁRIA FRENTE A LA CALIDAD DE VIDA URBANA: evaluación a través de técnicas exploratorias
de datos geoespaciales*

RESUMO

Os dados geoespaciais fornecem uma janela para explorar não apenas modelagens estatísticas tradicionais, mas também para investigar a distribuição geográfica dos dados, revelando padrões, conexões e relacionamentos. Essas análises espaciais desempenham um papel crucial na compreensão de problemas complexos em escala intraurbana, permitindo a associação de uma ou mais variáveis ao estudo. Neste contexto, esta pesquisa examinou a correlação espacial entre dois indicadores socioeconômicos em Salvador, Bahia: o Índice de Qualidade Urbano-Ambiental (IQUASalvador) e o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), com foco na Prefeitura-Bairro da Barra/Pituba. Para identificar a dependência espacial entre essas variáveis, foram empregadas técnicas exploratórias de dados geoespaciais, incluindo o Índice de Moran Global, o Indicador de Moran Local (LISA) e o gráfico de espalhamento de Moran, em análises univariadas e bivariadas. Os resultados revelaram uma autocorrelação positiva e significativa, com níveis de confiança de 95% e 99%, além de identificar padrões geoespaciais específicos na área estudada. Este estudo contribui para destacar o papel das análises geoespaciais como complemento essencial à análise estatística tradicional de dados socioeconômicos municipais, oferecendo insights valiosos para o planejamento urbano e políticas públicas.

Palavras-chave: Análise geoespacial. Índice de Moran. LISA. IQUASalvador. IPTU.

ABSTRACT

Geospatial data provides a window to explore traditional statistical modeling and investigate the geographic distribution of data, revealing patterns, connections, and relationships. These spatial analyses play a crucial role in understanding complex problems at the intraurban scale, allowing one or more variables to be associated with the study. In this context, this research examined the spatial correlation between two socioeconomic indicators in Salvador, Bahia: The Urban-Environmental Quality Index (IQUASalvador) and the Urban Property and Land Tax (IPTU), focusing on the Barra/Pituba Borough. In univariate and bivariate analyses, exploratory geospatial data techniques were employed to identify the spatial dependence between these variables, including the Global Moran's Index, the Local Indicators of Spatial Association (LISA), and the Moran scatterplot. The results revealed a positive and significant autocorrelation, with confidence levels of 95% and 99%, and specific geospatial patterns in the studied area were identified. This study highlights the role of geospatial analyses as an essential complement to the traditional statistical analysis of municipal socioeconomic data, offering valuable insights for urban planning and public policies.

Keywords: Geospatial analysis. Moran's Index. LISA. IQUASalvador. IPTU.

RESUMEN

Los datos geoespaciales brindan una ventana para explorar no solo modelos estadísticos tradicionales, sino también para investigar la distribución geográfica de los datos, revelando patrones, conexiones y relaciones. Estos análisis espaciales desempeñan un papel crucial en la comprensión de problemas complejos a escala intraurbana, permitiendo la asociación de una o más variables al estudio. En este

 Vivian de Oliveira Fernandes ^a
 Roberto Víctor Viana Ferreira ^b
 Thaís Góes de Souza ^c

^a Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Salvador, BA, Brasil

^b Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Salvador, BA, Brasil

^c Universidade Federal da Bahia (UFBA),
Salvador, BA, Brasil

DOI: 10.12957/geouerj.2024.77349

Correspondência:

vivian.deofernandes@gmail.com

Recebido em: 29 jun. 2023

Revisado em: 12 mar. 2024

Aceito em: 12 mai. 2024



contexto, esta investigación examinó la correlación espacial entre dos indicadores socioeconómicos en Salvador, Bahía: el Índice de Calidad Urbano-Ambiental (IQUASalvador) y el Impuesto sobre la Propiedad Predial y Territorial Urbana (IPTU), con enfoque en la Prefeitura-Bairro da Barra/Pituba. Para identificar la dependencia espacial entre estas variables, se emplearon técnicas exploratorias de datos geoespaciales, incluyendo el Índice de Moran Global, el Indicador de Moran Local (LISA) y el gráfico de dispersión de Moran, en análisis univariados y bivariados. Los resultados revelaron una autocorrelación positiva y significativa, con niveles de confianza del 95% y 99%, además de identificar patrones geoespaciales específicos en el área estudiada. Este estudio contribuye a resaltar el papel de los análisis geoespaciales como complemento esencial al análisis estadístico tradicional de datos socioeconómicos municipales, ofreciendo ideas valiosas para la planificación urbana y políticas públicas.

Palabras Clave: Análisis geoespacial. Índice de Moran. LISA. IQUASalvador. IPTU.



INTRODUÇÃO

Os estudos sobre os fenômenos presentes nas grandes cidades demanda, inúmeras vezes, do investigador uma visão integrada, capaz de identificar e relacionar os variados eventos socioespaciais que atuam e definem os espaços urbanos. A este exemplo, pode-se destacar a densificação concentrada e irregular nas cidades, vista ao longo das últimas décadas, a partir do processo migratório da população do campo para a zona urbana, o que por muitas vezes têm dificultado a análise das inter-relações presentes nestas estruturas multidimensionais (RAMOS, 2002).

Diante dessa situação, pode-se recorrer às técnicas procedentes da estatística espacial, que incluem a “localização” da ocorrência de determinado fenômeno estudado como informação de extrema relevância. Neste propósito, os métodos da análise espacial objetivam a elaboração de modelos de distribuição espacial para as variáveis geográficas, destacando os padrões e problemas associados às dinâmicas do espaço em conjunto com a sociedade (LONGLY, 1996).

O atual cenário coloca os pesquisadores a utilizarem modelos espaciais e indicadores capazes de quantificar a qualidade de vida da população em determinada área, como é o caso do Índice de Qualidade Urbano-Ambiental de Salvador, o IQUASalvador (MORATO *et al.*, 2012; MARTINEZ-MARTIN, 2009; FONSECA *et al.*, 2010; MARTINI; LUCHIARI, 2009).

O IQUASalvador é um índice derivado do projeto QUALISalvador, desenvolvido por pesquisadores da UFBA, UNEB e UEFS, com o propósito de analisar a qualidade do ambiente urbano na cidade da Bahia em uma escala intraurbana. Ele se baseia no conceito de qualidade urbano-ambiental, além de abordar questões como espoliação urbana, mais valia fundiária e gentrificação, considerando as dimensões de classe, raça e gênero. O estudo revela uma realidade de degradação urbano-ambiental, desigualdade intraurbana e exposição da população, especialmente a população pobre e negra, a diversos riscos, incluindo insegurança alimentar e pública.

O IQUASalvador avalia em uma escala intraurbana, de bairro, não somente as múltiplas dimensões que influenciam na percepção de qualidade de vida dos munícipes, como também a precariedade de infraestruturas e serviços disponíveis para a sociedade (SANTOS *et al.*, 2022). O índice tem como limites mínimo e máximo os valores 0 e 1, respectivamente, sendo observado na cidade um valor médio de 0,54.

Para que a gestão pública consiga conduzir políticas sociais focadas na qualidade de vida urbana faz-se necessário uma saúde fiscal municipal em ordem. Segundo o *Lincoln Institute of Land Policy* (2022), a saúde fiscal do município é a competência governamental de planejar, administrar os serviços públicos essenciais e



investimentos. Essa habilidade tem se tornado cada vez mais importante conforme as cidades vêm enfrentando o desafio do crescimento rápido, o que faz com que o governo municipal tenha que encarar responsabilidades cada vez mais complexas.

Os municípios têm no valor do uso do solo urbano uma significativa fonte de receita. Uma taxação sustentável da terra e da propriedade, exemplificada pelo IPTU, possibilita aos gestores públicos atender as demandas da comunidade e financiar as despesas públicas. O recolhimento justo e progressivo do IPTU é crucial para moldar a qualidade de vida urbana e promover políticas públicas locais adequadas (LINCOLN INSTITUTE OF LAND POLICY, 2022).

Entretanto, no município de Salvador (Bahia), a Planta Genérica de Valores (PGV), que é um instrumento legal utilizado pela prefeitura com a finalidade de valorar os imóveis, passou aproximadamente 20 anos sem ser atualizada. A atualização se deu pela Lei municipal nº 8.473/2013 (a qual aprova os Valores Unitários Padrão – VUP de terreno e de construção) e, foi gerada uma modificação abrupta no valor venal dos imóveis, muito acima dos praticados pelo mercado. Posteriormente a esta atualização foi percebida uma discrepância tributária entre contribuintes com imóveis com características similares, assim como a inadimplência, que segundo estimativas vem afetando cerca de 50% da população (A TARDE, 2022).

Esta pesquisa examinou a correlação espacial entre dois indicadores socioeconômicos em Salvador, Bahia: o Índice de Qualidade Urbano-Ambiental (IQUASalvador) e o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), com foco em uma das Prefeitura-Bairro da cidade de Salvador.

REVISÃO TEÓRICA

Análise exploratória de área

A análise exploratória de área, conforme Câmara et al (2014) envolve a combinação de dados geográficos com uma base de dados, dividindo mapas em áreas com variáveis de preços médios, destacando o valor agregado por área. Os dados individuais são agrupados em unidades de análise, e a apresentação típica é feita por meio de mapas coloridos que revelam o padrão espacial do fenômeno. A escolha do modelo inferencial a ser usado é o primeiro passo na análise, podendo ser discreto para áreas distintas com identidades e distribuições probabilísticas diferentes ou contínuo para fenômenos com continuidade espaço-formando uma superfície. O modelo mais comum para dados de área é o de variação espacial discreta.



Autocorrelação ou dependência espacial

A autocorrelação espacial é fundamental nas estatísticas espaciais e econometria, analisando a interação entre observações e sua similaridade geométrica-espacial (GETIS, 2007). A definição da autocorrelação se baseia na similaridade de interações ou na vizinhança dos valores (FISCHER et al., 2010).

Observações próximas tendem a ser mais similares do que as distantes, revelando a associação espacial (GETIS, 2010). A dependência espacial pode influenciar a semelhança entre dados próximos e distantes, sendo positiva quando os vizinhos se assemelham e negativa quando não (CÂMARA et al., 2004).

A análise visa medir a aderência espacial das observações, identificando clusters, outliers e padrões espaciais (ANSELIN, 1996). A interpretação dos padrões espaciais ajuda a evitar conclusões equivocadas e a compreender a distribuição dos dados (MITCHELL, 2005).

Índice Global de Moran

Dentre as medidas de associação espacial, a estatística de Moran é um dos testes de medida de dependência espacial mais disseminados (GETIS, 2007; YWATA E ALBUQUERQUE, 2011). Esta estatística é determinada a partir do produto dos desvios em relação à média. O I de Moran é equivalente ao coeficiente de regressão linear que indica a inclinação da reta de regressão (Câmara *et al.*, 2004).

Equação (1)

$$I_{Global} = \frac{n}{\sum_i \sum_j \omega_{ij}} \cdot \frac{\sum_i \sum_j \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Onde, I Global é o Índice de Moran métrica de teste sobre a hipótese de autocorrelação espacial;

n é o número total de observações;

ω_{ij} é o peso, para $\omega_{ij}=1$ quando as observações i e j são vizinhas;

x_i é o valor da variável na localização i;

\bar{x} é a média da variável i.

A hipótese nula testada é a de aleatoriedade espacial (ALMEIDA, 2012). Este teste de autocorrelação espacial, mede em escala que varia de -1 a 1. Valores positivos indicam correlação direta, os valores negativos uma correlação dissemelhante aos vizinhos, já valores zero indicam ausência de autocorrelação espacial (CÂMARA *et al.*, 2004). O teste I de Moran não identifica o erro de defasagem espacial (DANTAS, 2003).



Matrizes de Peso Espacial

Para identificar os efeitos da dependência espacial é necessário definir a matriz de peso (W). Uma matriz de pesos espaciais condensa um arranjo espacial das interações resultantes do fenômeno a ser estudado. As matrizes de peso espacial traduzem a ideia de proximidade geográfica e são definidas de acordo a contiguidade e ou a distância a partir de uma métrica (ALMEIDA, 2004).

Matrizes de contiguidade traduzem o significado de vizinhança de regiões de fronteiras comuns. Em valores binários, na matriz (W_{ij}), quando i e j são contíguos (vizinhos), possuem valor 1 e 0 quando i e j não são contíguos. Numa matriz de contiguidade do tipo rainha (*queen*) são consideradas as vizinhanças em toda a sua extensão e vértices, enquanto uma matriz do tipo torre (*rook*) são consideradas apenas as fronteiras de extensão e, apenas considerados os vértices para as matrizes do tipo bispo (ALMEIDA, 2012).

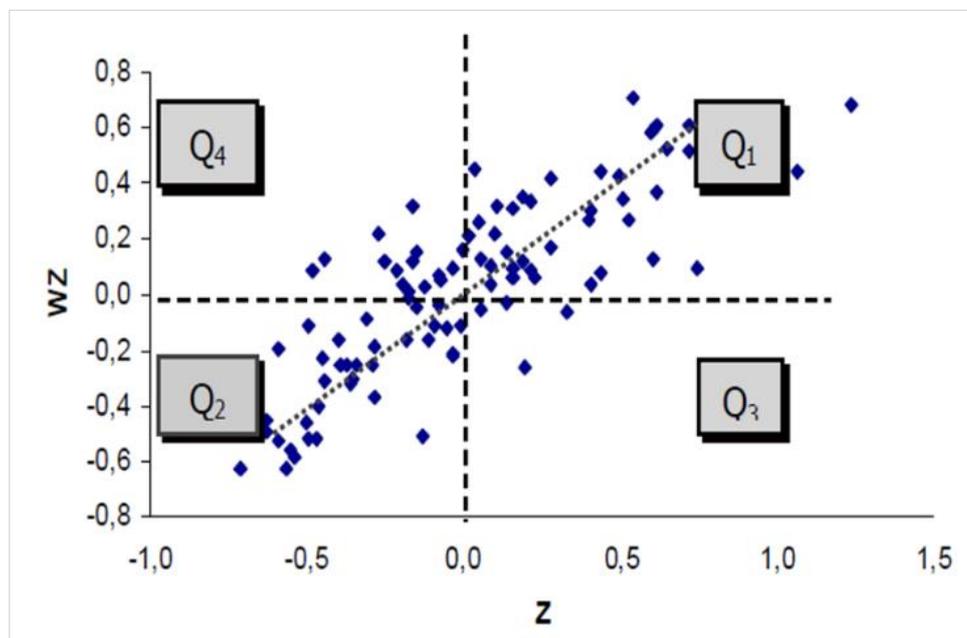
Uma matriz de pesos espaciais decorre de uma representação do espaço. As matrizes mais simples são as de contiguidade espacial que indicam, por meio de uma relação binária, o fato de ser ou não vizinho (ALMEIDA, 2012; FURTADO, 2009).

Diagrama de Espalhamento de Moran (Moran Scatterplot Map)

As técnicas de estatística espacial para análise de dados agregados por áreas, apresentados através de índices, como o de Moran e o Diagrama de espalhamento medem a interação espacial. O diagrama de espalhamento de Moran (figura 1) é uma maneira adicional de visualizar a dependência espacial. O gráfico bidimensional tem por base a padronização dos valores definidos pelo z score. Dividido em quatro regimes espaciais (por quadrante), o diagrama reflete a estrutura espacial nas duas escalas de análise: vizinhança e tendência.

Os valores dos atributos são subtraídos da sua média e da razão determinada pelo desvio padrão. Onde: z são os valores normalizados e w_z dado pela média dos vizinhos (CÂMARA *et al.*, 2014).

Figura 1: Diagrama de Espalhamento de Moran para o índice de exclusão/inclusão social de São Paulo, censo de 1991.



Fonte: Adaptado de Câmara *et al.* (2004)

Os quadrantes Q1 e Q2 apresentam associação espacial positiva, onde há valores positivos com médias positivas, logo possuem vizinhança com valores similares. Já os pontos localizados nos quadrantes Q3 (valores positivos e médias negativas) e Q4 (valores podem ser vistos como regiões que não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais observações). O Quadro 1 apresenta de forma sucinta a concepção iniciada por Moran (1948) e posteriormente trabalhado por Anselin (1988, 1995):

Quadro 1 - Associação do diagrama de dispersão de Moran ao Mapa de Box Map

Quadrante	Clusters	Valores – Médias	Associação espacial
Q1	AA / HH	Alto-Alto / <i>High/High</i>	Positiva
Q2	BB / LL	Baixo-Baixo / <i>Low-Low</i>	Positiva
Q3	AB / HL	Alto-Baixo / <i>High-Low</i>	Negativa
Q4	BA / LH	Baixo-Alto / <i>Low-High</i>	Negativa

Fonte: Câmara *et al.* (2004)

Define a concentração de clusters de valores altos como *High-High (HH)* e *Low-Low (LL)* a concentração dos valores baixos. E os outliers o *High-Low (HL)* um valor elevado com vizinhança de valores baixos, e *Low-high (LH)* quando um valor baixo apresenta vizinhança com valores altos (ANSELIN, 2010). Na investigação de



valores extremos, utilizam-se ferramentas gráficas como histogramas ou *boxplots*, na análise espacial é importante também investigar outliers não só no conjunto dos dados, mas também em relação aos vizinhos (CÂMARA *et al.*, 2004).

Indicador Local de Associação Espacial (LISA)

O Indicador Local de Associação Espacial (*Indicator of Spatial Association - LISA*) parte do Índice Global de Moran, que mede em escala global o grau de autocorrelação positiva e negativa entre os valores (LEE & WONG, 2001).

O método ocorre pela diferença entre os valores de atributos e na relação espacial, calculado pelo Índice local de Moran. A hipótese inicial ou nula é a de que os dados estão distribuídos devido a um processo estocástico sobre espaço. Assim, na hipótese alternativa é entendida pela distribuição aleatória. O resultado pode determinar uma dependência espacial, refutando a hipótese nula de que o fenômeno seja disposto no espaço de forma aleatória.

Equação (2)

$$I_{Local} = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^x \omega_{ij} (x_j - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Onde, $I_{Local} > 0$ indica agrupamentos espaciais (clusters) com valores similares, ou altos ou baixos;

$I_{Local} < 0$ indica agrupamentos espaciais (clusters) de valores distintos.

(Ex.: uma localização com valores altos rodeada por uma vizinhança de valores baixos).

Neste índice local de Moran, a autocorrelação espacial é calculada a partir do produto dos desvios em relação à média como uma medida de covariância. Os valores significativamente altos indicam altas probabilidades de que haja locais de associação espacial. Tanto para as áreas com altos valores associados quanto para os com baixos valores associados. Por outro lado, os valores baixos apontam um padrão entendido como pontos de comportamento mais errático da variável observada entre um polígono e seus vizinhos (RAMOS, 2002).



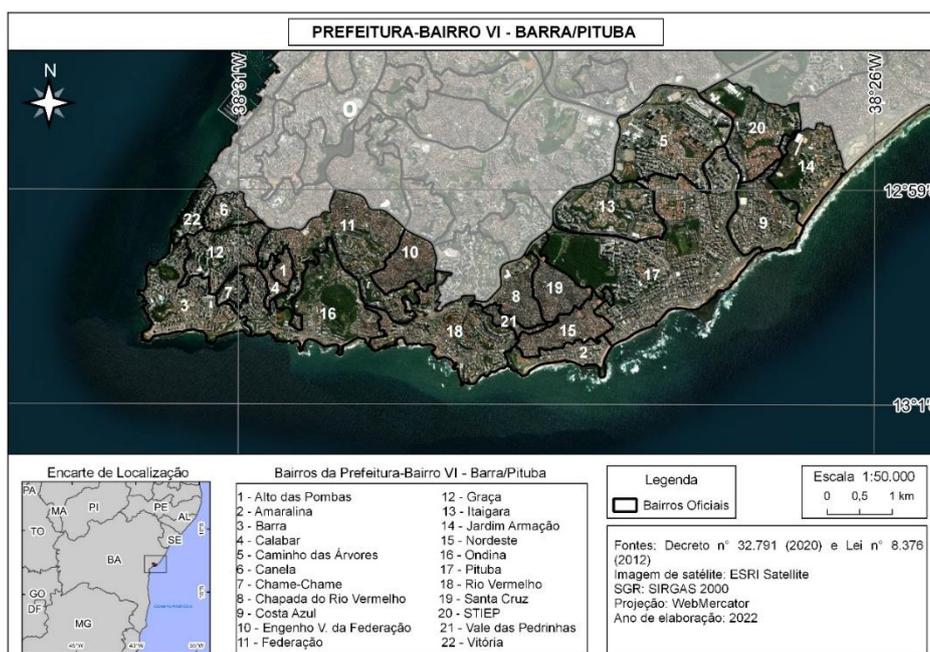
MÉTODO

Área de estudo

De acordo com a PMS (2024) o município de Salvador possui 170 bairros divididos em 10 prefeituras-bairros que tem como objetivo a descentralização administrativa. Inicialmente tinha-se como objetivo agrupar todo o município de Salvador, porém houve a necessidade desta área ser diminuída por conta de informações ausentes ou insuficientes acerca da tributação municipal.

Foi escolhida a Prefeitura-Bairro Barra-Pituba (figura 2) para servir de protótipo para o desenvolvimento e aplicação da metodologia, pois esta é representativa e apresentam ocupações heterogêneas retratadas na cidade.

Figura 2: Área de estudo da Prefeitura Bairro VI, Barra/Pituba



Fonte: Elaborado pelos autores

A área de estudo formada pela prefeitura bairro em particular é constituída por 22 bairros localizados, majoritariamente, ao longo da porção da Orla Marítima Atlântica. Essa subdivisão administrativa tem a área de 23,34 km² e residem, de acordo com o Censo (2010), 360.902 habitantes, tornando-a terceira maior Prefeitura-Bairro quanto à população.

Esta Prefeitura-Bairro contém distinções no território na escala intraurbana: há bairros na chamada área urbana consolidada e ao longo da orla atlântica que são qualificados como de melhor qualidade urbana e



ambiental (Barra, Graça, Vitória, Ondina, Pituba, Itaigara e Caminho das Árvores, por exemplo), assim como existem bairros considerados populares, que têm acesso precário aos serviços públicos de consumo coletivo e à infraestrutura urbana, como Alto das Pombas, Calabar, Nordeste, Santa Cruz e Vale das Pedrinhas.

Foram considerados 21 bairros para o estudo, visto que a localidade Chapada do Rio Vermelho não possuía informações referentes ao IPTU, existindo somente o valor da variável “IQUASalvador”, o que influenciaria negativamente a análise bivariada. Por essa razão, optou-se por eliminá-la do espaço amostral tanto na investigação individualizada quanto correlacionando as variáveis.

Materiais

Os dados da variável IQUASalvador apresentada por Santos *et al.* (2022), – apresentados na introdução deste trabalho, em que para cada bairro do município soteropolitano existe um valor associado do indicador proveniente da Prefeitura Municipal de Salvador, respeitando os desmembramentos do Decreto nº 32.791/20 (legislação municipal vigente que dispõe sobre a criação e delimitação de bairros da capital baiana).

Quanto a variável IPTU, os valores correspondentes do tributo para os bairros da capital foram extraídos de Souza (2022) e Souza et al (2023). Foram compatibilizados os dados advindos da SEFAZ, pois eles são dispostos por setores fiscais (regiões com características fiscais semelhantes) e não por bairros.

Foi necessário alinhar a base disponível do IPTU com os bairros definidos pela legislação e em seguida agregá-la, por meio da geocodificação, aos arquivos vetoriais de bairros oficiais de Salvador. Por exemplo, a base fiscal dispunha de informações sobre algumas localidades que não são reconhecidas como bairros atualmente, como Politeama, Campo Grande e Gamboa, que foram aglutinadas em um único bairro oficial, o Centro, de acordo com o Decreto nº 32.791/20.

Além destes ajustes de nomenclatura oficial, foram descartadas as informações referentes às avenidas, como por exemplo a Avenida Luís Viana Filho, conhecida popularmente como Avenida Paralela. Souza (2022) desenvolveu um banco de dados para alocação destas informações, categorizando os valores de lançamento e pagamento de IPTU em terrenos e tipologias de uso casa e apartamento (residenciais), de acordo com a série temporal 2010, 2014 e 2020.

Para a realização das análises envolvendo a estatística espacial foi utilizado o *software* de licença gratuita e de código aberto GeoDa¹. Este software foi utilizado especialmente para explorar e modelar os

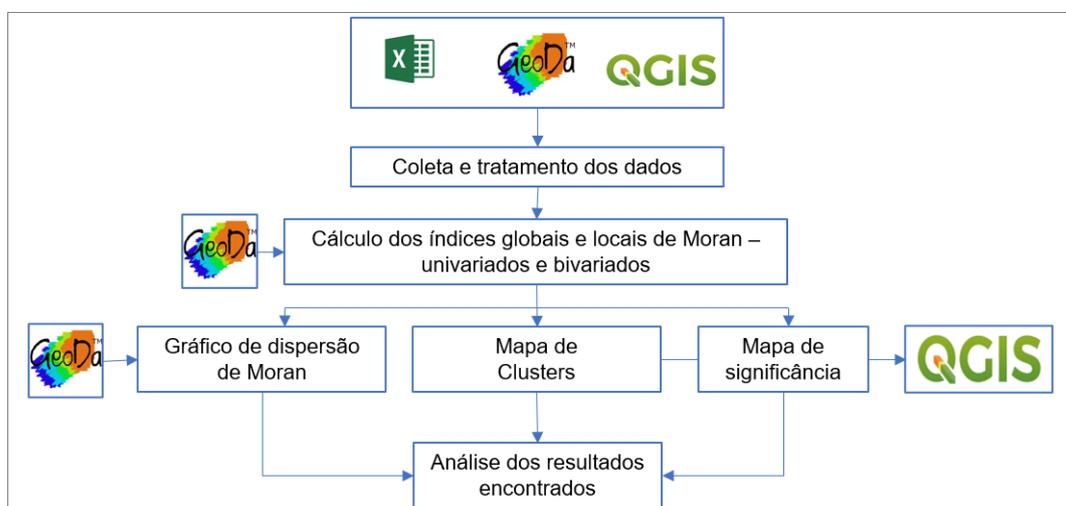
¹ <https://geodacenter.github.io/download.html>

padrões espaciais de ambas as variáveis (IQUASalvador e IPTU). Em sequência foram produzidos todos os mapas oriundos das análises espaciais em ambiente do Sistema de Informação Geográfico, com o *software* também de licença gratuita e de código aberto, o QGIS 3.16.

Fluxograma de pesquisa

Os dados foram espacialmente avaliados por meio de algumas técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Assim foi composto das seguintes etapas conforme a figura 3 a seguir:

Figura 3: Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tratamento dos dados

O primeiro passo foi construir e organizar uma base tabular com os dados de arrecadação do imposto do IPTU. Para tal, foi avaliado que seria relevante considerar somente os valores de pagamento do tributo para o ano de 2020, o mais recente da série histórica. Corroborou com essa decisão também o fato do estudo do IQUASalvador ter sido realizado de 2018 a 2020, o que proporcionou uma comparação enquadrada no tempo entre as duas variáveis de interesse.

O montante final correlacionado a cada bairro ("IPTU_TOTAL_2020") foi resultado do somatório dos valores efetivamente pagos do tributo para os terrenos e para as duas tipologias residenciais, como é possível visualizar na tabela 1.

Nas ocasiões em que o bairro não dispunha de algum valor, apenas as informações existentes referentes ao uso foram consideradas no cálculo. Por exemplo, para o bairro do Calabar somou-se unicamente os



pagamentos pertencentes ao uso residencial casa e apartamento, visto que não havia dado referente aos terrenos da localidade.

Há na área de estudo, bairros aos quais são agregados valores da variável IPTU Total sobre um universo reduzido de número de imóveis. Essas situações são típicas de recobrimentos espaciais sobre subdivisões territoriais, onde áreas com valores muito distintos são analisadas (DRUCK *et al.*, 2004).

Para suavizar essa flutuação aleatória foi realizado um tratamento adicional nos dados correspondentes ao pagamento do IPTU com o objetivo de estimar uma taxa espacial que seja mais realista para as localidades de menor população. Ela foi obtida por meio da razão entre o valor associado ao montante final arrecadado do imposto em uma janela espacial móvel e o número de inscrições imobiliárias por bairro em cada janela, com o auxílio do *software* GeoDa.

Tabela 1 - Amostra tabular dos dados de arrecadação do IPTU

Bairro Oficial	Uso	Número de imóveis	Pagamento_IPTU_2020 (R\$)	IPTU_TOTAL_2020 (R\$)
Alto das Pombas	Residencial_Apto	1186	4124,88	22254,47
	Residencial_Casa		17341,31	
	Terreno		788,28	
Amaralina	Residencial_Apto	3736	740561,38	1206738,64
	Residencial_Casa		262022,39	
	Terreno		204154,87	
Barra	Residencial_Apto	11455	11331939,14	12972959,41
	Residencial_Casa		496032,02	
	Terreno		1144988,25	
Calabar	Residencial_Apto	1319	278,4	474,2
	Residencial_Casa		195,8	
	Terreno		-	
	Residencial_Casa		26575,59	
	Terreno		-	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Posteriormente a camada vetorial de bairros foi acrescida de três colunas em sua tabela de atributos no QGIS, denominadas “IQUASalvador”, “IPTU_Total” e IPTU_SUAV” nas quais constam, respectivamente, o valor de IQUASalvador, o valor total arrecadado da cobrança do IPTU para o exercício fiscal de 2020 e o valor total suavizado do tributo desse mesmo ano (com a redução da variabilidade espacial) para os bairros da Prefeitura-Bairro Barra/Pituba de forma inequívoca (tabela 2).



Tabela 2 - Amostra ajustada da tabela de atributos do vetor de bairros da Prefeitura-Bairro VI, Barra/Pituba

NOME_BAIRRO	INSTITUIDO	IQUA Salvador	IPTU_Total	IPTU_SUAV
Alto das Pombas	9.278/2017	0.58	22254.47	18.764
Amaralina	9.278/2017	0.59	1206738.64	323.003
Barra	32791/2020	0.69	12972959.41	1132.51
Calabar	9.278/2017	0.5	474.2	0.36
Caminho das Árvores	9.278/2017	0.71	14226935.77	1736.89
Canela	9.278/2017	0.69	3326527.56	1217.61
Chame-Chame	32791/2020	0.67	3922875.23	2884.46
Costa Azul	9.278/2017	0.62	4423423.16	580.426
Engenho Velho da Federação	9.278/2017	0.5	1838856.38	418.493
Federação	9.278/2017	0.6	4000621.21	490.392

Fonte: Elaborado pelos autores.

Também foi necessário a construção dos arquivos de pesos espaciais de cada variável, os quais decorrem da matriz de correlação. Para este trabalho, o critério adotado para a geração das matrizes de pesos espaciais no *software* GeoDa foi o *Queen contiguity*, ou seja, a convenção de contiguidade de primeira ordem.

Em seguida, o GeoDa foi usado para calcular as estatísticas espaciais. Inicialmente, as análises foram feitas para o Índice de Moran Global, de maneira univariada e bivariada, nessa ordem. O Índice de Moran Univariado comparou os valores admitidos pelas variáveis “IQUASalvador” e “IPTU_SUAV”, uma de cada vez, com os valores dos seus vizinhos; enquanto com o Índice de Moran Bivariado ocorreu a confrontação espacial dessas duas variáveis, isto é, o valor de IQUASalvador de determinado bairro pertencente à Prefeitura-Bairro VI foi confrontado com o valor de IPTU de bairros circunvizinhos que também pertencem a essa subdivisão da cidade.

A fim de complementar essa exploração dos dados e verificar de maneira mais individualizada as relações espaciais existentes foi utilizada também a estatística de associação local (LISA) de forma similar ao indicador Global, de maneira univariada e bivariada.

Com isso, mapas e diagramas de espalhamento foram produzidos através do QGIS e GeoDa, nessa ordem, com a finalidade de oferecer ao conjunto de resultados alcançados pelos estudos espaciais uma visualização mais intuitiva, possibilitando que a discussão deles fosse mais bem orientada.

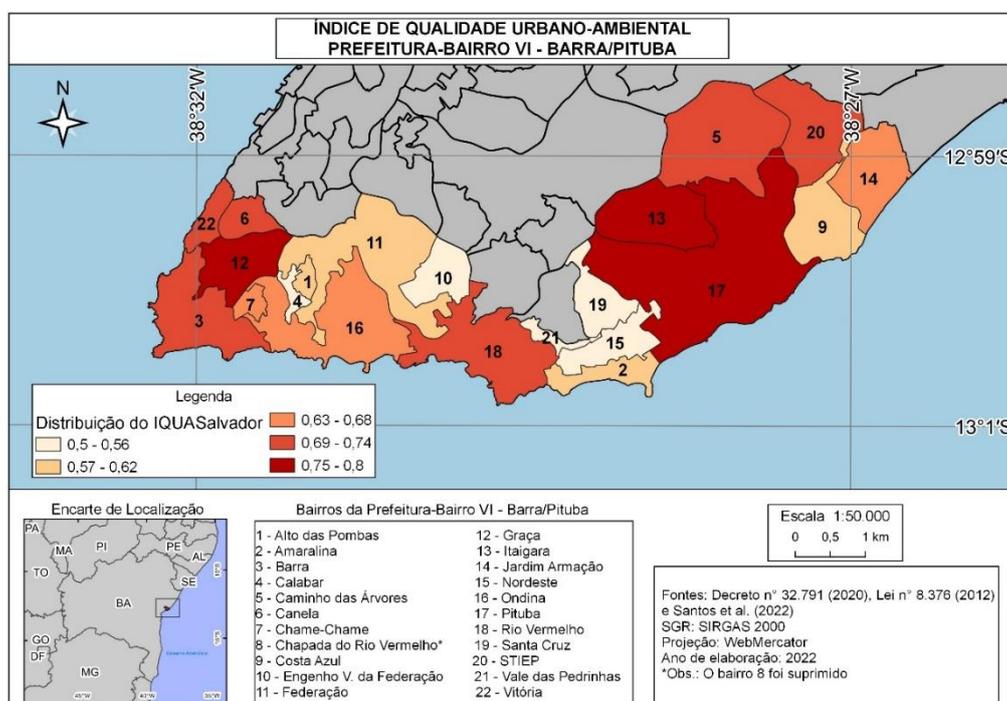
RESULTADOS

Dentro do mapeamento é possível exibir a distribuição dos valores das informações coletadas através do mapa de intervalo iguais. Esse método divide as classes de forma que os intervalos tenham o mesmo tamanho, sendo mais usado em situações em que os dados se distribuem de maneira similar ao longo de toda a amplitude.

Dessa maneira, o analista tem que definir inicialmente o valor de número de classes (N), além de estudar a amplitude (A) alcançada pelo conjunto de observações e, por fim, calcula-se o intervalo intraclasses através da divisão de A por N.

Na figura 4 é apresentado o mapa de intervalos iguais que revela a disposição geográfica da variável "IQUASalvador". Nota-se, representados na tonalidade mais intensa da cor vermelha, que os bairros da Pituba, Graça e Itaigara são os que possuem os índices mais altos dessa região.

Figura 4: Mapa da distribuição do IQUASalvador na Prefeitura-Bairro VI, Barra/Pituba



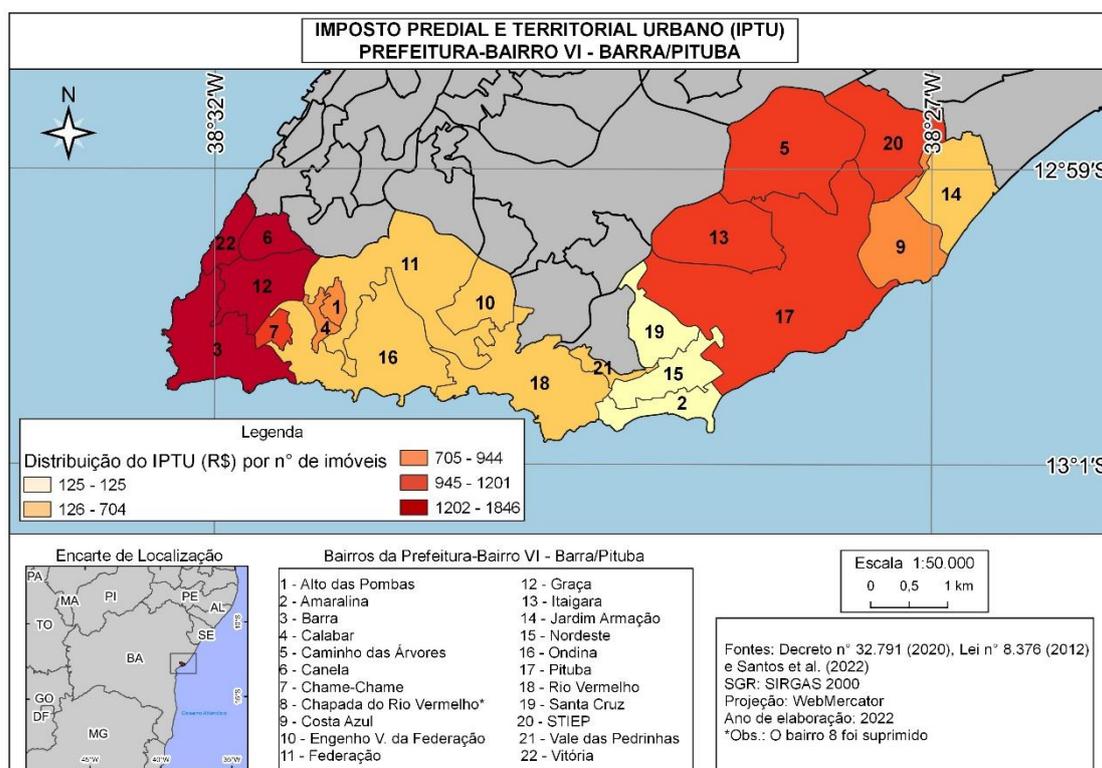
Fonte: Elaborado pelos autores.

Outra análise diz respeito à formação de alguns conjuntos espaciais ao longo da área de pesquisa. Há um conjunto de bairros à esquerda, o 3 - Barra, 6 - Canela e 22 - Vitória presentes na quarta classe, assim como

o 7 - Chame-Chame e 16 - Ondina constantes na terceira classe. Mais à direita, tem-se bairros representantes de três classes: 13 - Itaigara e 17 - Pituba designados como a maior classe para o índice de qualidade de vida urbano-ambiental, os bairros 5 - Caminho das Árvores e 20 - Stiep que compõem a quarta classe, o bairro 14 - Jardim Armação como de terceira classe e o 9 - Costa Azul presente na segunda classe. Ademais, os bairros mais concentrados na região central, com a exceção do bairro do Rio Vermelho, estão categorizados como localidades que possuem valores menores para a variável em questão (primeira classe).

Por outro lado, na figura 5, é mostrada a localização geoespacial dos valores de IPTU, suavizados por intermédio da taxa espacial (*spatial rate*), em que as informações do imposto são correlacionadas com a variável “evento” e o número de imóveis em cada bairro correspondem à variável base. Diferentemente do método utilizado para a construção do primeiro mapa (no qual os dados dispuseram-se uniformemente), a base de dados que compõe este mapa temático expõe assimetrias e alguns *outliers*, o que acarretou diversas classes “vazias” (sem nenhum valor associado).

Figura 5: Mapa da distribuição suavizada do IPTU na Prefeitura Bairro



Fonte: Elaborado pelos autores.



Logo, percebe-se que a metodologia de intervalos iguais não é a mais eficaz para exibir os resultados da variável "IPTU_SUAV". Por isso, foi escolhido o modo das quebras naturais (ou Jenks), o qual serve-se de um algoritmo iterativo que busca minimizar a variação intragrupo (agrupar os mais próximos) e maximizar as diferenças entre grupos (separar os mais diferentes), gerando classes mais balanceadas.

Interpretando esse mapa, pode-se conferir que a área formada pelos bairros 3, 6, 12 e 22 possui a maior arrecadação total do tributo proporcionalmente à quantidade de inscrições imobiliárias por bairro. Há também uma região mais a leste da área de estudo (bairros 5, 13, 17 e 20) que também é caracterizada por dispor elevadas taxas de tributação, no entanto, em um patamar inferior. Ainda, compõe essa região o bairro 7, localizado mais distante dos demais elementos. Junto a isso, pode-se observar a presença de áreas cujos pagamentos do IPTU são mais baixos na porção mais central da Prefeitura-Bairro, sobretudo no agrupamento constituída pelos bairros da Amaralina, Nordeste, Santa Cruz e Vale das Pedrinhas.

Índice de Moran Global Univariado e Bivariado

Inicialmente, para descrever os resultados obtidos para o Índice de Moran Global, é necessário calcular o valor esperado para essa estatística, considerando "n" igual a 21 bairros. Com base na fórmula já apresentada, o valor esperado para o Índice de Moran é $E(I) = -0,0500$, considerando a situação de aleatoriedade espacial. Assim, os valores do I de Moran que estiverem acima desse referencial indicam autocorrelação espacial positiva (existe a similaridade espacial), caso contrário, há então a autocorrelação espacial negativa, ocorrendo então a dissimilaridade espacial (ALMEIDA, 2012).

O valor do Índice do Moran encontrado para a variável IQUASalvador foi de 0,324 e para a variável que representa o tributo IPTU foi 0,218. Já considerando a correlação entre essas duas variáveis, o I de Moran global bivariado foi de 0,337 (tabela 1).

Tabela 3 - Índices Globais de Moran univariado e bivariado

Variável	Convenção	I de Moran	p-valor
IQUASalvador	Rainha (<i>Queen</i>)	0,324	0,01 (1%)
IPTU_SUAV	Rainha (<i>Queen</i>)	0,218	0,01 (1%)
IQUASalvador versus IPTU_SUAV	Rainha (<i>Queen</i>)	0,337	0,01 (1%)

Fonte: Elaborado pelos autores

A autocorrelação espacial é positiva para as duas variáveis de forma individualizada, assim como para a análise bivariada entre elas. Quanto a análise univariada, pode-se observar um valor mais considerável de



autocorrelação espacial da variável “IQUASALVADOR” quando comparada com a variável “IPTU_SUAV”, ou seja, há maior propensão de determinado bairro que possua valor alto para a variável “IQUASalvador” tenha também vizinhos que exibam valores igualmente altos, assim como para a localidade que disponha de valor baixo seja circunvizinhado por bairros com baixo índice de qualidade de vida urbano-ambiental. Em contrapartida, com a variável referente ao imposto, essa associação espacial é menor, apresentando dependência espacial para esta variável, porém em uma intensidade mais moderada.

Em um contexto bivariado, na análise de uma variável com a outra, evidenciou-se a correlação espacial de maior intensidade entre todas com o resultado da estatística I de Moran alcançado. O sinal positivo do índice demonstra haver similaridade entre os valores das variáveis analisadas e suas localizações, o que permite inferir que os bairros os quais gozam de valores altos ou baixos de IQUASalvador são circundados por bairros que apresentem altos ou baixos valores de IPTU pago.

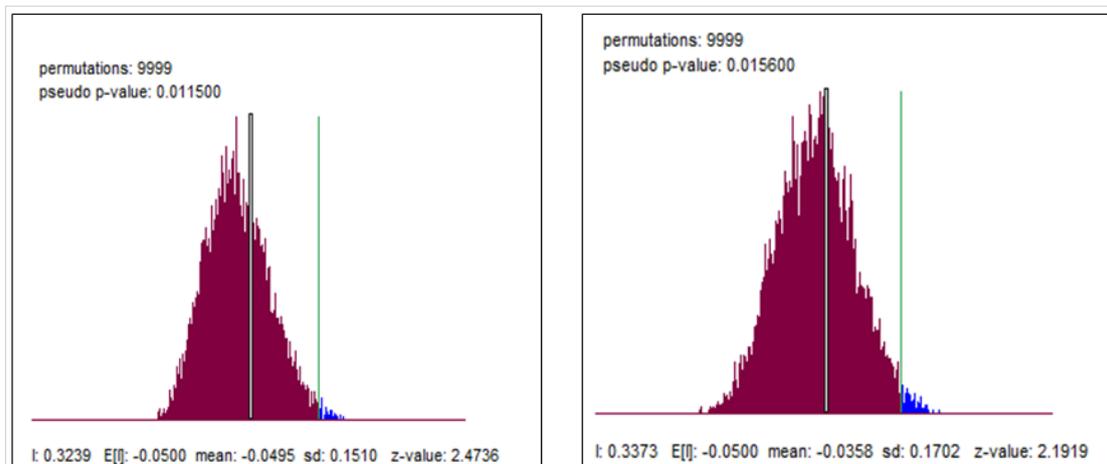
Teste de pseudo-significância

Com a finalidade de verificar a significância dos resultados, testes de permutação aleatória foram realizados, nos quais foram utilizadas 9999 diferentes permutações dos valores dos atributos associados aos bairros. Foi considerado que, para ocorrer a dependência espacial local, as localidades teriam que obter escores de significância menor ou igual a 5%.

A distribuição empírica dos testes determinou um p -valor = 0,01 para ambas as situações (univariada e bivariada), isto é, o nível de significância estatística das informações alcançadas foi de 1%. A partir desse valor, pode-se afirmar que os resultados apresentados na tabela 1 para o índice Global de Moran estão à direita da maioria das permutações, distando majoritariamente de valores arbitrários (figura 6).

Em outros termos, o I de Moran medido corresponde ao “extremo” da distribuição simulada, tratando-se de eventos com significância estatística e que não são compatíveis com a ideia de aleatoriedade espacial. Pode-se inferir também a rejeição da hipótese nula de ausência de autocorrelação entre as regiões em discussão.

Figura 6: Teste de significância, respectivamente, para as estatísticas globais univariada e bivariada de Moran



Fonte: Elaborado pelos autores.

Indicador Local de Moran

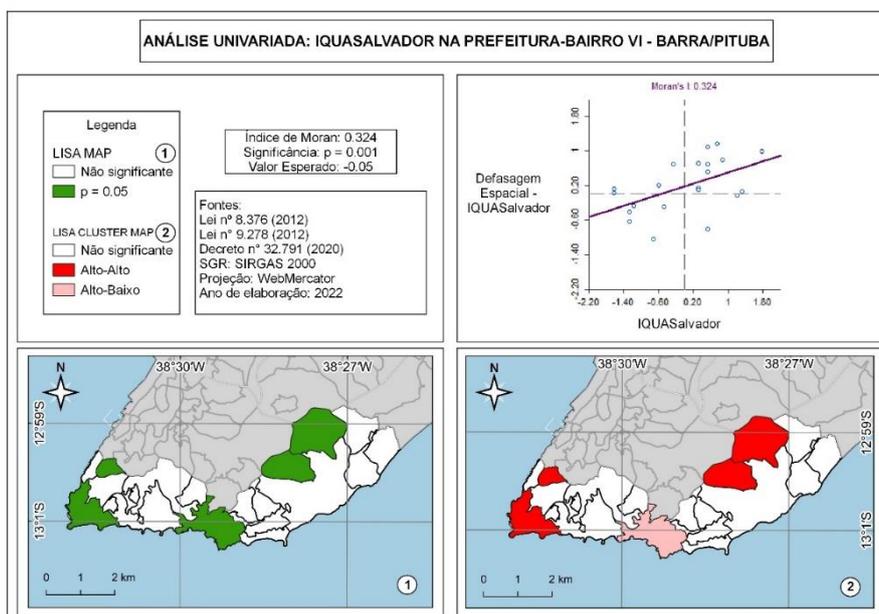
Com a finalidade de demonstrar associações espaciais significativas entre os bairros analisados foram aplicadas as estatísticas do Indicador Local de Moran uni e bivariada, as quais também contaram com o uso da matriz de pesos espaciais convencionada ao tipo “Rainha” de primeira ordem. Como produtos, foram gerados o gráfico de espalhamento de Moran, o mapa de significância (*LISA map*) e o mapa de agrupamentos (*LISA cluster map*).

Indicador Local de Moran Univariado

A priori, foi calculado o Indicador de Moran Local para constatar os aglomerados espaciais da variável IQUASALVADOR. A figura 7 mostra o conjunto de produtos oriundos desse processamento estatístico.

O diagrama de dispersão de Moran exibido permite verificar o padrão de concentração espacial dos bairros pelos quadrantes. No eixo horizontal está plotado a variável IQUASalvador e no eixo vertical encontra-se sua defasagem espacial. Nele, é possível perceber que 10 bairros se encontram no primeiro quadrante, Alto-Alto, o que corresponde a aproximadamente 48% do total de áreas analisadas. Nessa região situam-se os bairros que possuem um valor alto para o IQUASalvador, assim como os seus vizinhos.

Figura 7: Produtos gerados pelo processamento da análise univariada de Moran para a variável associada ao IQUASalvador.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tem-se 5 bairros observados no terceiro quadrante, Baixo-Baixo, equivalente a 24% da totalidade. Nesse regime espacial localizam-se os bairros que apresentam baixos valores quanto ao índice de qualidade de vida urbano-ambiental, entretanto, as áreas vizinhas também os têm.

Há também as regiões atípicas, o segundo e o quarto quadrantes, nas quais aparecem os dados *outliers*, isto é, os bairros apresentam características divergentes do padrão global de autocorrelação. Verifica-se que 4 bairros (19%) pertencem ao regime Baixo-Alto e 2 bairros (9%) situam-se na agregação Alto-Baixo.

Os bairros da Prefeitura-Bairro avaliada que apresentaram significância estatística, todos a um nível de 5% ($p=0,05$), foram: Barra, Caminho das Árvores, Canela, Itaigara e Rio Vermelho. Os demais não obtiveram associação espacial significativa.

Ao observar o *LISA cluster map* verifica-se que, dentre os bairros que exprimiram significância, 4 são espacialmente classificados como Alto-Alto, a saber: Barra, Caminho das Árvores, Canela e Itaigara. Já o Rio Vermelho classifica-se como uma área de transição, ou seja, exibe um alto valor de Indicador Local de Moran para a variável IQUASALVADOR ao redor de bairros com valores baixos nesse quesito. Então, percebe-se que, quanto a clusterização dos dados, não há a existência das associações espaciais Baixo-Baixo e Baixo-Alto para a variável em questão.

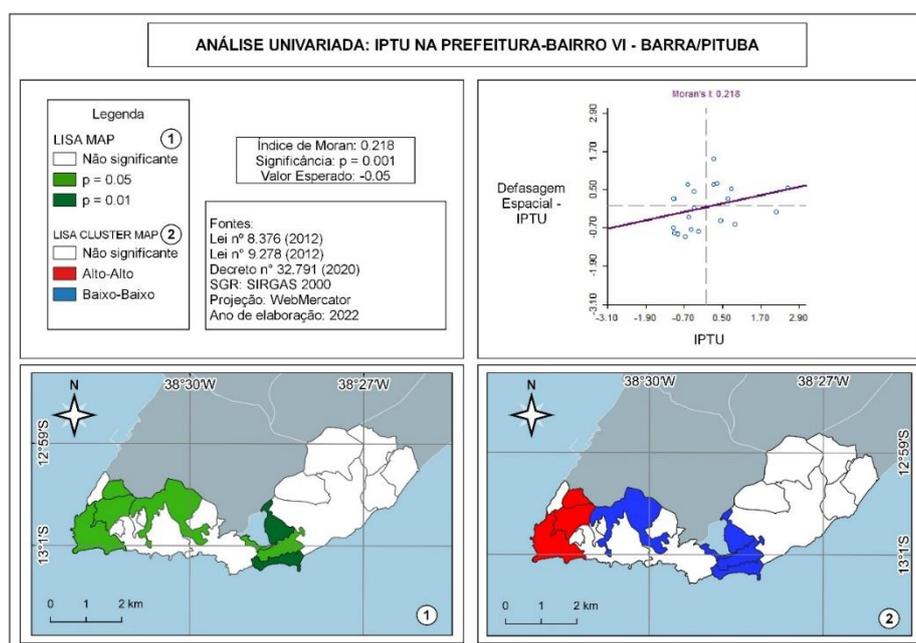
Quanto a variável inerente ao tributo IPTU, realizando a inspeção do gráfico de espalhamento de Moran (figura 8), o qual se plota no eixo das abcissas o conjunto suavizado de pagamentos do imposto e no

eixo das ordenadas sua defasagem espacial, foi verificado que 6 bairros se situam no quadrante AA (29%) e 8 bairros estão no quadrante BB (38%). Além disso, 4 bairros encontram-se no quadrante BA (19%) e 3 apresentam-se no quadrante AB (14%).

Diante do exposto, evidencia-se a predominância de bairros nos regimes espaciais Alto-Alto e Baixo-Baixo, nos quais os bairros com maiores ou menores valores de pagamento de IPTU são rodeados por bairros com valores igualmente altos ou baixos do tributo.

Já considerando o mapa de significância, pode ser constatado que 6 bairros foram considerados significantes com o p-valor = 0,05, a saber: Barra, Graça, Canela, Federação, Vale das Pedrinhas e Nordeste de Amaralina. Diferentemente do que ocorreu com a variável “IQUASALVADOR”, foi percebida a presença de bairros considerados significantes para o p-valor = 0,01 (Santa Cruz e Amaralina). As 13 localidades restantes não mostraram significância estatística para o imposto predial e territorial urbano.

Figura 8: Produtos gerados pelo processamento da análise univariada de Moran para a variável associada ao IPTU



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o mapa de *clusters*, nota-se que os bairros Barra, Graça e Canela ocupam o agrupamento AA e os bairros da Federação, Nordeste de Amaralina, Vale das Pedrinhas, Santa Cruz e Amaralina pertencem ao regime BB. Não houve registro de bairros nas regiões espaciais atípicas AB (alto valor de Indicador Local de

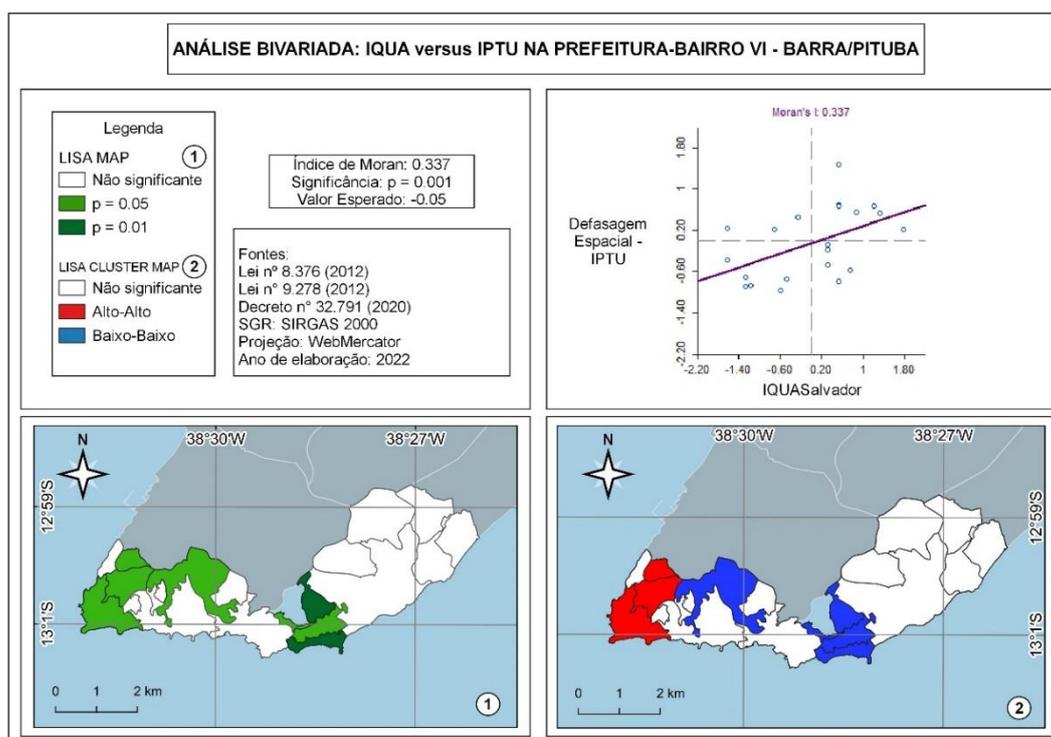
Moran rodeado por vizinhos com baixos valores) e BA (a estatística Local de Moran tem um baixo valor em meio a territórios com valores mais expressivos).

Indicador Local de Moran Bivariado

Através do mapeamento locacional de valores estatisticamente significativos, combinado com o diagrama de dispersão de Moran (figura 9), foi possível realizar a confecção do Indicador de Moran Local relacionando as duas variáveis investigadas.

Primeiramente, interpretando o gráfico de espalhamento, percebeu-se uma maior concentração de bairros no quadrante Alto-Alto (7 bairros), equivalente a 33% do universo pesquisado, e no quadrante Baixo-Baixo, onde foi percebida a presença de 6 localidades (29%). Já para as regiões de transição espacial, notou-se 5 (24%) bairros no aglomerado Alto-Baixo e 3 bairros (14%) no agrupamento Baixo-Alto.

Figura 9: Produtos gerados pelo processamento da análise bivariada de Moran (IQUASALVADOR versus IPTU)



Fonte: Elaborado pelos autores.



O mapa de significância no contexto bivariado revelou similaridades com a análise univariada, em especial com a variável "IPTU_SUAV". Os mesmos bairros dessa análise (com os p-valores idênticos) foram interpretados como significativos na correlação espacial bivariada. Com isso, 38% das áreas depuradas apresentaram valores estatisticamente significativos: 6 bairros com 95% e 2 bairros com 99% de nível de confiança.

De mesmo modo, em relação ao mapa de *cluster* bivariado, a semelhança locacional foi mantida quanto aos enquadramentos dos mesmos 8 bairros nos padrões espaciais análogos. Assim, os outros 13 bairros também não foram tidos como significantes.

Com os processamentos e consequentes investigações findadas, ficou evidenciado em ambas as variáveis, assim como para a correlação entre elas, que os processos de clusterização seguiram uma tendência espacial. Os mapas de significância e locais de Moran revelaram que duas localidades estão sempre presentes nos resultados das análises geoespaciais: o bairro da Barra e do Canela, classificados como *cluster* do tipo Alto-Alto. Ou seja, independentemente da variável ou da maneira (univariada ou bivariada), esses bairros possuem altas medidas para os atributos e são circunvizinhos de áreas que apresentam igualmente essa característica.

Com relação à análise bivariada, a presente pesquisa explicitou a existência de correlação espacial positiva e significativa, conforme sugeriu o valor do Índice de Moran alcançado. Além do mais, a ideia de aleatoriedade espacial foi suprimida, inibindo, desse jeito, a ideia de independência espacial. Em outras palavras, foi provado que a variável "IQUASALVADOR" observada em uma região, até certo ponto, depende da localização da variável referente ao IPTU de seus confrontantes.

DISCUSSÃO

De acordo com o que Longley (1996) descreve, os métodos da análise espacial objetivam a elaboração de modelos de distribuição espacial para as variáveis geográficas, destacando os padrões e problemas associados às dinâmicas do espaço em conjunto com a sociedade.

O uso da estatística espacial aplicada a um conjunto de dados agrupados em áreas espacialmente distribuídas revelou-se ser de fundamental valia para esta pesquisa, haja vista que o conjunto de técnicas empregadas permitiram investigar e conhecer as informações dispostas às variáveis de interesse.

Foi constatado no mapa correspondente a figura 5 a maior concentração da distribuição do valor do IPTU (R\$) por número de imóveis nos bairros 3, 6, 12 e 22, os quais são respectivamente os bairros da Barra,



Canela, Graça e Vitória; diferentemente dos bairros localizados na parte central do eixo analisado. Cabe salientar que estes bairros possuem um perfil socioeconômico e demográfico diferentes dos demais. Estes são considerados bairros situados em áreas nobres da área de estudo. Nestes bairros predominam-se imóveis de alto valor e estão presentes construções novas e modernas. São áreas ordenadas com melhor infraestrutura, serviços públicos e acessibilidade.

Através do mapa da figura 5 são identificados cinco conjuntos espaciais quanto à distribuição espacial do IPTU. O primeiro conjunto encontra-se na extremidade oeste e representados pelos bairros 3, 6, 12 e 22, descritos no parágrafo anterior, e que concentram o mais alto intervalo quantitativo do imposto (quinta classe).

O segundo conjunto encontra-se ainda na parte a oeste e central, representados pelos bairros 10 – Engenho Velho da Federação, 11 - Federação, 16 - Ondina e 18 - Rio Vermelho (segunda classe), com exceção dos bairros 1 - Alto das Pombas e 4 - Calabar, que formam a terceira classe. Este pequeno agrupamento espacial desperta atenção pela presença dos bairros 1 e 4, considerados como populares, com forte presença de edificações informais.

Outro conjunto é apresentado na parte central leste do eixo, representado pelos bairros: 2 - Amaralina, 15 - Nordeste de Amaralina, 19 - Santa Cruz e 21 - Vale das Pedrinhas. Em relação ao ordenamento territorial, este agrupamento espacial é formado por um conjunto de bairros populares com o predomínio de ocupação informal, cujos valores do imposto representam a primeira classe (mais inferior).

Para completar esta análise, na extremidade leste do eixo analisado tem-se o conjunto espacial da quarta classe representado pelos bairros: 5 - Caminho das Árvores, 13 - Itaigara, 17 - Pituba e 20 - Stiep, com exceção dos bairros de número 9 - Costa Azul e 14 - Jardim Armação. Esse grupo forma uma região com melhor estrutura e constituída de uma parte considerável de imóveis modernos.

O principal propósito deste estudo foi investigar se existe a correlação espacial entre o tributo do IPTU e o Índice de Qualidade Urbano-Ambiental de Salvador. Para tal finalidade, a primeira tarefa realizada foi o cálculo do Índice Global de Moran univariada para as duas variáveis, a fim de conhecer como elas se estabelecem na área de estudo (aleatoriamente ou não), ou seja, se elas estão autocorrelacionadas espacialmente.

Com a análise da estatística univariada de Moran, pode-se perceber que o Índice atingiu resultados positivos e significantes para as autocorrelações, no entanto, divergentes quanto a intensidade. Com a variável



“IQUASALVADOR” ($I = 0,324$), a correlação espacial verificada foi mais forte, diferentemente da variável “IPTU_Total” ($I = 0,218$), cujo resultado do indicador foi menos veemente.

Adiante, com respeito à autocorrelação bivariada, o coeficiente do Índice de Moran global apresentou uma associação linear positiva entre as duas variáveis ($I = 0,377$), assim como significativa sob a perspectiva estatística, o que confirma, respectivamente, a hipótese de que as variáveis em estudo são dependentes quanto as suas localizações geográficas e, outrossim, rejeita a ideia de aleatoriedade espacial.

Em vista disso, este estudo demonstrou que há uma tendência comportamental que condiz com o pressuposto de que localidades com um índice maior de qualidade de vida estão realmente mais próximas de bairros com maiores tributações de IPTU, assim como os bairros com valores menores de qualidade de vida urbana-ambiental encontram-se agregados com bairros vizinhos que compartilham de números tributários mais baixos.

Outra etapa dos processamentos, a qual foi de extrema importância para o conhecimento da realidade da área de pesquisa, foi utilizar o Indicador Local de Associação Espacial (LISA). Na inspeção univariada da variável “IQUASALVADOR”, constatou-se o padrão local AA na porção mais a oeste da região e outra na parte mais nordeste e o grupo AB mais ao centro, formado apenas pelo bairro do Rio Vermelho. Os demais *clusters* não foram observados.

Na situação considerando o atributo “IPTU_SUAV”, a região mais a oeste continuou sendo significativa estatisticamente, com o acréscimo do bairro da Graça a ela, atualizando o padrão espacial Alto-Alto. O aglomerado espacial Alto-Alto mais a leste formado por Caminho das Árvores e Itaipava não foi mantido, do mesmo jeito que o enquadramento Alto-Baixo. Em vez disso, surgiu o padrão espacial do tipo Baixo-Baixo, composto pelo bairro da Federação e por uma região mais central na área de estudo. Finalmente, na conjuntura local bivariada dos atributos, as áreas significativas e as associações espaciais foram idênticas as da segunda variável analisada.

CONCLUSÃO

O presente estudo explorou a complexa interação entre a distribuição tributária e a qualidade de vida urbana em Salvador, empregando técnicas avançadas de análise de dados geoespaciais. Os resultados obtidos reforçam a premissa de que a gestão tributária influencia significativamente a urbanização e a qualidade de vida nas cidades. Através da aplicação do Índice de Moran e do Indicador Local de Associação Espacial (LISA), foi possível identificar padrões de autocorrelação espacial significativos que demonstram a existência de uma



distribuição geográfica não aleatória tanto do IPTU quanto do índice de qualidade de vida urbano-ambiental (IQUASalvador).

A análise revelou que bairros com altas contribuições tributárias frequentemente coincidem com regiões de maior qualidade de vida, sugerindo que uma arrecadação eficaz e bem distribuída pode estar associada a melhores infraestruturas e serviços urbanos. Esta correlação pode servir como uma base empírica para a reformulação de políticas públicas e iniciativas de planejamento urbano que visem promover equidade e sustentabilidade nas áreas urbanas.

Este estudo também ressaltou a importância da utilização de tecnologias geoespaciais na análise de dados urbanos, proporcionando um entendimento mais profundo sobre as dinâmicas intraurbanas e auxiliando na tomada de decisões mais informadas e embasadas em dados concretos. No entanto, foram observadas limitações relacionadas à disponibilidade e à qualidade dos dados em certas regiões, o que reforça a necessidade de melhorias nos sistemas de coleta e gerenciamento de dados urbanos.

É recomendável que pesquisas futuras expandam esse estudo para outras variáveis tributárias e para diferentes contextos urbanos dentro e fora de Salvador, para validar a universalidade dos padrões encontrados. Ademais, estudos que explorem as causas subjacentes às discrepâncias na qualidade de vida urbana podem fornecer subsídios adicionais que contribuam para políticas mais efetivas e inclusivas.

Em última análise, este trabalho contribui para a literatura existente ao demonstrar como a análise espacial pode desempenhar um papel crucial na compreensão e no enfrentamento dos desafios urbanos contemporâneos, fornecendo uma base sólida para a implementação de práticas administrativas mais justas e eficientes nas cidades.

CONSIDERAÇÕES

Embora os resultados encontrados tenham sua relevância, é fundamental citar algumas limitações que impediram uma melhor dissecação e aproveitamento dos processamentos e resultados encontrados. Um exemplo claro dessa situação ocorreu na própria Prefeitura-Bairro VI, região alvo de investigações deste trabalho, onde o bairro da Chapada do Rio Vermelho não possuía valores concernentes ao IPTU, sendo então excluído do espaço amostral.

Isto posto, sugere-se realizar outros estudos nessa temática socioeconômica para toda a cidade de Salvador, incluindo outras variáveis ou outros impostos municipais como o Imposto Sobre a Transmissão de



Bens Imóveis (ITBI). Além disso, pode-se expandir a pesquisa para as demais Prefeitura-Bairro ou, ainda, para outros recortes territoriais, como a Região Metropolitana de Salvador, o que possibilitaria uma gama de análises geoespaciais univariadas, bivariadas ou até mesmo multivariadas.

REFERÊNCIAS

- A TARDE. **IPTU alto deixa a cidade de Salvador mais pobre**. Salvador, 11 de setembro de 2022. Olhar Cidadão. 2022
- ALMEIDA, E. S. D. **Curso de econometria espacial aplicada**. Piracicaba: Esalq-USP, v. 128, 2004.
- ALMEIDA, Eduardo. **Econometria espacial aplicada**. Campinas-SP. Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. **Local Indicators of Spatial Association - LISA**. Geographical analysis, v. 27, n. 2, pp. 93-115, 1995.
- CÂMARA, G; *et al.* **Análise espacial de áreas**. In: DRUCK, S; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (eds). Análise espacial de dados geográficos, v. 2, Brasília: EMBRAPA, 2004.
- CAMARA, G., EGENHOFER, M.J., FERREIRA, K., ANDRADE, P., QUEIROZ, G., SANCHEZ, A., JONES, J., VINHAS, L. **Fields as a generic data type for big spatial data**. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). Volume 8728, 2014, Pages 159-172.
- DANTAS, R. A. **Modelos espaciais aplicadas ao mercado habitacional um estudo de caso para cidade do Recife**. Tese (Doutorado em Economia), 114 folhas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003
- DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.
- FISCHER, M. M; GRIFFITH, D. A. **Modeling spatial autocorrelation in spatial interaction data: an application to patent citation data in the european union**. Journal of Regional Science, v. 48, n. 5, p. 969-989, 2008.
- FISCHER, M. M; GRIFFITH, D. A. **Modeling spatial autocorrelation in spatial interaction data: an application to patent citation data in the European Union**. Journal of Regional Science, v. 48, n. 5, p. 969-989, 2008.
- FOTHERINGHAM, A. S.; PARK, B. **Localized spatiotemporal effects in the determinants of property prices: A case study of Seoul**. Applied Spatial Analyses and Policy, v. 11, n. 3, p. 581-598, 2018.
- FURTADO, F. **Valorização do solo urbano e adequação de instrumentos de intervenção: aplicando os preceitos do Estatuto da Cidade**. Anais do X Encontro Nacional da ANPUR, Belo Horizonte, 2003.
- GEODA. **GeoDa - An Introduction to Spatial Data Science**. Versão 1.22. Open Source. Disponível em: <https://geodacenter.github.io/> Acesso em 24 de abril de 2022.
- GETIS, A. **A spatial causal model of economic interdependency among neighboring communities**. Environment and Planning A, v. 21, n. 1, p. 115-120, 1989.
- GETIS, A. **Spatial filtering in a regression framework: examples using data on urban crime, regional inequality, and government expenditures**. Perspectives on spatial data analysis. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.
- GRIFFITH, D. A., Chun, Y., O'Kelly, M. E., Berry, B. J., Haining, R. P., Kwan, M. P., 2013. **Geographical Analysis: Its First 40 Years**. Geographical Analysis, v. 45, n. 1, p. 1-27, 2013.
- IBGE. **Sinopse do Censo 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2011.
- LEE, J., WONG. D. **Statistical analysis with Arcview GIS**. John Wiley e Sons. LINCOLN INSTITUTE OF LAND POLICY (LILP). Saúde Fiscal Municipal. 2001
- LONGLEY, P.; BATTY, M. **Spatial analysis: modelling in a GIS environment**. Cambridge: New York: GeoInformation International, 1996.



MARTINEZ-MARTIN, J. **Monitoring intra-urban inequality with GIS-based indicators. Case study: Rosario, Argentina.** Habitat International, 2009.

MARTINI, B.; LUCHIARI, A. **A análise evolutiva da qualidade de vida urbana na porção sul do município de São Paulo através de práticas de geoprocessamento.** XIII Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada. Anais UFU, Viçosa, 2009.

MITCHELL, A. **The ESRI guide to GIS analysis**, Volume 2. ESRI Press, 2005.

MORAN, P. A. **The Interpretation of Statistical Maps.** Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological). Springer International Publishing Switzerland. v. 10, nº 2, p. 243–251, 1948. [DOI:10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x](https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1948.tb00012.x)

MORATO, R. G., KAWAKUBO, F. S., MARTINES, M. R. **Avaliação da Qualidade de Vida Urbana no Município de Osasco-SP utilizando Geoprocessamento.** In: SEMANA DE GEOGRAFIA DA UNESP DE OURINHOS, III., Ourinhos, 2007. Ourinhos: Unesp, 2007.

PMS – Prefeitura Municipal de Salvador. **Salvador em números.** Disponível em: <https://dados.salvador.ba.gov.br/pages/salvadornumeros> Acesso em 9 de maio de 2024.

QGIS. **QGIS Geographic Information System.** Versão 3.10. Open-Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

RAMOS, R. F. **Análise espacial de estruturas intraurbanas: o caso de São Paulo.** INPE, 2002.

SALVADOR. **Lei Municipal nº 8.473**, de 30 de setembro de 2013. <http://www.sefaz.salvador.ba.gov.br/Documento/ObterArquivo/982> Acesso em 24 de abril de 2024.

SANTOS, *et.al.* **QUALISalvador: qualidade do ambiente urbano na cidade da Bahia.** 2ª ed. Salvador: Edufba, 2022.

SOUZA, T. G. D. **Mapeamento dos preços do mercado imobiliário obtidos a partir de web scraping de páginas de anúncios dos imóveis urbanos.** UFBA Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA, 187p., 2022.

SOUZA, T. G. de; FERNANDES, V. de O.; PEDRASSOLI, J. C.; FONSECA, F. D. R. **Potencialidades e limitações dos dados de web scraping para o mapeamento dos preços dos imóveis urbanos.** Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 73–87, 2023. DOI: 10.14393/RCG249668395. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/68395> . Acesso em: 23 abr. 2024.

YWATA, A. X. de C.; ALBUQUERQUE, P. H. de M. **Métodos e modelos em econometria espacial. Uma revisão.** Rev. Bras. Biom., São Paulo, vol. 29, no. 2, p. 273-306, 2011.