



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ESTATISTICA E CIENCIAS ATUARIAIS



João Vitor Dourado

ANÁLISE ESPACIAL DA INCIDÊNCIA DE CÂNCER DE PRÓSTATA
NO ESTADO DA BAHIA

São Cristóvão – SE

2022

João Vitor Dourado

Análise Espacial da Incidência de Câncer de Próstata no Estado da Bahia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Estatística e Ciências Atuariais da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Orientador: Jose Rodrigo Santos Silva

São Cristóvão – SE

2022

João Vitor Dourado

Análise Espacial da Incidência de Câncer de Próstata no Estado da Bahia

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Estatística e Ciências Atuariais
da Universidade Federal de Sergipe, como parte
dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Estatística.**

____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jose Rodrigo Santos Silva

Orientador

Prof. Dr. Carlos Raphael Araújo Daniel

1º Examinador

Prof. Dr. Cleber Martins Xavier

2º Examinador

As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todos os dias, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos”.

Paulo Beleki

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder saúde e determinação, proporcionando a graça de chegar ao final deste objetivo.

A minha família por todo apoio e confiança; em especial aos meus pais que me ensinaram a buscar por meus sonhos de forma honesta, ainda que seja com muito esforço e trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Jose Rodrigo, por ter sido meu orientador e que sempre esteve disposto em me ajudar; a todos os professores do Departamento de Estatística e Ciências Atuariais pelo aprendizado que me foi concedido, meu muito obrigado.

A todos os colegas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e certamente influíram minha formação acadêmica. Agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade efetuar uma análise espacial municipal da incidência de câncer de próstata no estado da Bahia. Entender o padrão espacial dos pacientes com câncer de próstata é de grande importância, pois permite direcionar os cuidados básicos dessas pessoas e fornece uma base sólida para o planejamento de políticas públicas de saúde. Primeiramente, foi realizada uma análise das taxas brutas de incidência dos dados para descobrir possíveis tendências e padrões relacionados às variáveis estudadas. Foram feitos ajustes pelo Índice de Moran Local para controlar a volatilidade das taxas causada pelo baixo número de casos relativos à população dos municípios. Ao comparar as taxas de incidência bruta e as taxas de incidência niveladas usando o método Bayesiano, foram encontradas diferenças na distribuição espacial e áreas de risco foram determinadas, sendo a faixa litorânea que contém a região metropolitana de Salvador considerada uma área de alto risco no estado e partes da região oeste do baiano, sendo considerada uma área de incidência do câncer de baixo risco. Os resultados evidenciaram que o índice de Moran local mostrou-se eficaz para detectar padrões espaciais, pois aplica informações de vizinhança em seus cálculos, além de proporcionar maior inspeção das taxas de incidência em estudo.

Palavras chave: Análise Espacial, Câncer de Próstata, Incidência, Índice de Moran Local.

ABSTRACT

This work aims to carry out a spatial analysis of the incidence of prostate cancer in the state of Bahia. Understanding the spatial pattern of patients with prostate cancer is of great importance, as it allows directing the basic care of these people and provides a solid basis for planning public health policies. First, an analysis of the raw data incidence rates was performed to discover possible trends and patterns related to the studied variables. Adjustments were made by the Moran Local Index to control the volatility of rates caused by the low number of cases related to the population of the municipalities. When comparing the crude incidence rates and the leveled incidence rates using the Bayesian method, differences were found in the spatial distribution and risk areas were determined, with the coastal strip that contains the metropolitan region of Salvador considered a high risk area in the state and parts of the western region of Bahia, being considered a low-risk cancer incidence area. The results showed that the local Moran index proved to be effective in detecting spatial patterns, as it applies neighborhood information in its calculations, in addition to providing greater inspection of the incidence rates under study.

Keywords: Spatial Analysis, Prostate Cancer, Incidence, Local Moran Index.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 Panorama do câncer no Brasil.....	20
Figura 2 Mapa da Bahia - Coleção de Mapas IBGE.....	25
Figura 3 Mapa da Incidência de Câncer de Próstata no Estado da Bahia - 2021.....	33
Figura 4 Mapa da Taxa de Incidência Suavizada pelo Estimador Bayesiano Empírico Local para os Pacientes de Câncer de Próstata no Estado da Bahia - 2021.....	34
Figura 5 Mapa da Taxa de Incidência Suavizada pelo Estimador Bayesiano Empírico Local (IML) - Índices Significativos.....	36
Figura 6 Clusters de significância da associação espacial (Lisa Map).....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Panorama do câncer no Brasil.....	20
Tabela 2 Análise descritiva das Taxa de Incidência Bruta e Taxa de Incidência Suavizada pelo Índice de Moran Local (IML).....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. GERAL	15
2.2. Específicos	15
3. REVISÃO LITERÁRIA.....	16
3.1. O CÂNCER	16
3.1.1 Câncer e o crescimento celular, análise aprofundada.....	16
3.1.2 Incidência.....	17
3.1.3 Panorama do câncer no Brasil	18
3.1.4 Câncer de próstata	21
3.2. ANÁLISE ESPACIAL	22
3.2.1 Aplicações e Estudos	22
4. METODOLOGIA	25
4.1. Caracterização da Área de Estudo	25
4.2. Material Utilizado	26
4.3. Métodos	27
4.3.1 Estatística Espacial	27
4.3.2 Padrões de Distribuição Espacial (Autocorrelação Espacial).....	28
4.3.3 Índice de Moran Global (IMG)	29
4.3.4 Índice de Moran Local (IML).....	31
4.3.5 Lisa Map	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6. CONCLUSÕES.....	39
BIBLIOGRAFIA	40

LISTA DE SIGLAS

APAC - Autorização de Procedimento de Alta Complexidade

BPA-I - Boletim de Produção Ambulatorial Individualizado

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IMG - Índice de Moran Global

IML - Índice de Moran Local

INCA - Instituto Nacional de Câncer

LISA - Indicador de Associação Espacial Local

OMS - Organização Mundial da Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

PSA - Antígeno Prostático Específico

RCBP - Registro de Câncer de Base Populacional

SIA - Sistema de Informação Ambulatorial

SIH - Sistema de Informação Hospitalar

SISCAN - Sistema de Informações de Câncer

SUS - Sistema Único de Saúde

1. INTRODUÇÃO

Câncer é uma doença que abrange mais de 100 tipos diferentes de tumores malignos identificados pelo crescimento irregular de células que podem invadir tecidos adjacentes ou órgãos longínquos. Diferentes tipos de câncer correspondem a diferentes tipos de células. Em virtude da rápida divisão, esses tipos de células propiciam na formação de tumores que podem se espalhar para variadas partes do corpo. Quando começa no tecido epitelial, como a pele ou as membranas mucosas, é chamado de carcinoma. Se o ponto de partida for um tecido conjuntivo, como osso, músculo ou cartilagem, é chamado de sarcoma (INCA, 2020).

De acordo com estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS), o câncer é considerado uma das principais causas de morte e um dos dominantes entraves para aumento da expectativa de vida em todos os países do mundo, visto que em 2019 era a primeira ou segunda causa de morte antes dos 70 anos em 112 dos 183 países (Sung *et al.*, 2021).

Os registros de câncer se consolidaram em vários países nas últimas décadas como um pilar fundamental da vigilância da incidência de doenças, fontes importantes para o desenvolvimento de pesquisas epidemiológicas e clínicas, e para o planejamento e avaliação das intervenções de controle do câncer. No Brasil, esses registros fazem parte da atual política nacional de atenção ao câncer, conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS). O câncer, é hoje a segunda causa de morte na população brasileira. Sua alta incidência, fruto da transição epidemiológica que o país vive, com o aumento da longevidade, implicou a adoção de políticas de controle, cuidado e prevenção que atualmente estão entre as ações prioritárias do SUS (Teixeira Antonio, Porto, Pompeiano Noronha *et al.*, 2012).

Singularmente, conforme diagnóstico do Instituto Nacional do Câncer (INCA), o câncer de próstata é a neoplasia maligna mais comum em homens, foram examinados 68.800 novos casos de câncer de próstata em estimativas de 2014. A próstata é uma glândula masculina localizada entre a bexiga e o reto. Esta glândula está envolvida na produção de sêmen, o fluido que transporta o espermatozoides produzido nos testículos. Em algumas pessoas, a partir dos 50 anos, a próstata cresce mais rápido nos estágios iniciais, o tumor é muitas vezes assintomático e o PSA (Antígeno Prostático Específico) da próstata é encontrado devido à elevação do antígeno, alterações no toque retal, ou

incidentalmente após o tratamento da hipertrofia prostática. Aspectos relacionados à idade, etnia, histórico familiar, ingestão de carne vermelha e gordura são alguns dos fatores de risco para o desenvolvimento da doença e, em estágios avançados, relacionados ao comportamento miccional como disúria, frequência, disúria e noctúria, que pode levar a dor óssea, infecção sistêmica ou insuficiência renal (INCA, 2020).

Em 2020, 118.300 homens no Brasil morreram de câncer. Destes, 13,2% foram vítimas de tipos de próstata. Taxas mais elevadas foram encontradas no Nordeste (17,1%) e Bahia (19,3%). O resultado mostra que no estado da Bahia, aproximadamente dois em cada dez homens que morrem de câncer em 2020 são vítimas de câncer de próstata. Em termos absolutos, 1.400 homens morreram no estado por câncer de próstata maligno, um dos maiores resultados de qualquer unidade federal. (Brasil, 2021; Superintendência de Proteção e Vigilância em Saúde, 2021).

Em vista disso, muitos autores abordam o uso do espaço geográfico como categoria de análise, incorporando contextos sociais junto aos determinantes que atuam sobre a saúde humana. Por consequência, as características de morbidade e mortalidade podem ser identificadas, agregando conhecimento a respeito de eventos como causas e as circunstâncias do câncer de próstata, que podem apresentar variações no padrão das ocorrências, de acordo com a realidade local vivenciada pela população nos diferentes territórios (Oliveira Friestino et al., 2016).

Diante do problema, as técnicas de análise espacial se destacam como importantes ferramentas para compreender a distribuição geográfica da doença permitindo o estudo de possíveis correlações entre os principais fatores causais, provendo subsídios para estratificação de risco e melhor equacionamento de prevenção, diagnóstico e controle da doença . (Andrade et al., 2020).

Por se tratar de um estudo relacionado a incidência do câncer de próstata, o tema precisa receber maior atenção e ser devidamente explorado, atentando para:

- I. o câncer de próstata é uma doença de alta complexidade e vem apresentando crescimento progressivo no país.
- II. no Brasil, os óbitos por câncer estão distribuídos de forma diferenciada entre as macrorregiões, sendo a região Nordeste responsável pelo segundo maior número

de óbitos por câncer, e a Bahia em primeiro lugar nessa região. (Santos et al., 2022).

Levando em consideração a relevância do câncer de próstata e observando as suas taxas de incidência no estado da Bahia, o presente trabalho se justifica como oportunidade para debater o tema em questão com o intuito de ressaltar para a população a magnitude da doença, visando se implementar ações de prevenção, diagnóstico e tratamento precoce dessa enfermidade.

Por conseguinte, este trabalho vem a contribuir por meio de métodos estatísticos, analisar a distribuição espacial da incidência do câncer de próstata no estado da Bahia, discutindo a aplicabilidade da técnica estatística espacial e as possíveis utilizações da interpretação da disposição dos eventos encontrados.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a distribuição espacial da taxa de incidência de câncer de Próstata no estado da Bahia, segundo as características sociodemográficas e ambientais dos municípios do estado.

2.2. Específicos

- Investigar a autocorrelação espacial global da incidência de câncer de próstata na Bahia;
- Avaliar a autocorrelação espacial local da incidência de câncer de próstata em municípios da Bahia;
- Encontrar clusters espaciais formados por municípios da Bahia com maiores e menores incidências do câncer de próstata.

3. REVISÃO LITERÁRIA

3.1. O CÂNCER

3.1.1 Câncer e o crescimento celular

Diferentes tipos de tumores que crescem fora de controle e têm o potencial de se espalhar para outras partes do corpo juntos são chamados de câncer. Os tumores formados a partir dessas células são muito agressivos e difíceis de controlar. Eles podem se espalhar facilmente para outras partes do corpo (INCA, 2022).

O câncer é nomeado de acordo do tipo de células do corpo em que ele começa. Se o câncer se origina na pele ou nas membranas mucosas, é chamado de carcinoma. Se começar em tecidos conjuntivos como osso, cartilagem ou músculo, é chamado de sarcoma. Diferentes tipos de câncer têm cores diferentes, crescem em taxas diferentes e podem se espalhar para partes próximas ou mais distantes do corpo (SANTOS, et al, 2022).

As células normais contêm proto-oncogenes inativos, que são genes no núcleo. Quando esses genes são alterados (uma mutação genética), a célula começa a receber informações erradas, alterando sua função. As células que contêm câncer têm proto-oncogenes ativados, que as transformam em células cancerígenas. O corpo de um animal é formado por três componentes: a membrana celular, ou parte mais externa da célula; o citoplasma (o corpo principal da célula); e o núcleo, que contém os cromossomos contendo os genes (Sung *et al.*, 2021).

O DNA é a memória química que armazena todos os conjuntos de genes, contendo informações para as células do corpo seguirem em sua formação e função. O DNA contido em cada gene dirige a formação das células, e toda a informação genética está contida nos genes. A formação do câncer é chamada de carcinogênese ou oncogênese, e ocorre lentamente, levando meses ou anos para uma célula se tornar um tumor visível. Diferentes agentes cancerígenos (agentes que causam câncer) interagindo juntos determinam a carcinogênese, pela exposição de uma pessoa a eles em uma certa frequência e duração (Andrade *et al.*, 2020).

O processo de instalação do dano celular tem a ver com as características individuais da pessoa acometida pela doença. Alguns genes são alterados por carcinógenos no estágio de iniciação, que é antes que um tumor possa ser detectado clinicamente (SANTOS, et al, 2022).

As células sofrem alterações em seus genes, mas ainda não é possível ver um tumor. O segundo conjunto de carcinógenos (oncopromotores) atua nas células, promovendo-as a se tornarem um tumor. Algumas coisas em nossas dietas e a exposição prolongada a hormônios ou outros carcinógenos promotores podem fazer com que a célula que foi iniciada se torne maligna (Sung *et al.*, 2021).

Essa transição demora um pouco e requer um contato considerável com o agente promotor. Se a célula for removida do contato com o agente promotor, a transformação geralmente para neste ponto. Certas substâncias ou comportamentos aumentam a probabilidade de ocorrência de carcinogênese. Estes são chamados de aceleradores cancerígenos. O tabaco contém ingredientes que afetam todos os três estágios da carcinogênese, tornando-o um carcinogênico completo. Quando a doença foi estabelecida, o câncer está crescendo até que os sinais clínicos apareçam. (SANTOS, et al, 2022).

3.1.2 Incidência

O câncer é o maior problema de saúde em escala global e está entre os principais motivos de morte precoce (antes dos 70 anos) na maioria dos países. Tanto a incidência de câncer quanto as taxas de mortalidade vêm aumentando em todo o mundo, devido ao aumento da população, ao envelhecimento e à mudança na prevalência de fatores causadores de câncer, especialmente aqueles relacionados à urbanização e ao nível socioeconômico mais elevado (SANTOS, et al, 2022).

Os fatores de risco presentes nos países em desenvolvimento estão mudando, com taxas mais baixas de câncer relacionado a infecções e taxas mais altas relacionadas à urbanização, com seu estilo de vida e atitudes (falta de exercícios, etc.). Os Registros de Câncer de Base Populacional, os Registros de Câncer Hospitalares e o Sistema de Informações sobre Mortalidade do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde fornecem informações sobre mortalidade e morbidade. Esses sistemas são usados

para ajudar a gerenciar e organizar as ações de controle do câncer, bem como ajudar a direcionar as pesquisas sobre o câncer (INCA, 2022).

A vigilância do câncer faz parte das ações globais de controle das doenças não transmissíveis, apoiada em informações desses registros. Em 2018, houve aproximadamente 18 milhões de novos casos de câncer em todo o mundo. Destes, 9,6 milhões de pessoas morreram. Casos de câncer de pele não melanoma não foram incluídos nesta estimativa. Entre os diferentes tipos de câncer, o câncer de pulmão é o mais comum (2,1 milhões de casos), seguido pelo câncer de mama (2,1 milhões), doenças de cólon e reto (1,8 milhão) e câncer de próstata (1,3 milhão) (INCA, 2022).

Segundo Bray et al. (2018), o câncer é uma doença mais prevalente em homens do que em mulheres: um total de 9,5 milhões de homens contraíram a doença (53% dos novos casos) em comparação com 8,6 milhões de mulheres (47% dos novos casos). Nas mulheres, as maiores taxas de câncer foram encontradas em câncer de mama (24,2%), cólon e reto (9,5%), câncer de pulmão (8,4%), câncer de colo do útero (6,6%) e câncer de estômago (7%). A taxa de incidência de câncer muda significativamente entre as diferentes partes do mundo. Nos países com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mais altos, as taxas de câncer são duas a três vezes maiores do que em países com IDH médio ou baixo (SBCO, 2022).

Para os homens, os cânceres que ocorrem com mais frequência são câncer de pulmão e câncer de próstata, independentemente do seu IDH. Seguindo de perto estão o câncer de cólon e reto em países com IDH alto e o câncer de lábio/cavidade oral em países com IDH médio ou baixo, pois esse tipo de câncer é especialmente prevalente na Índia. Países com IDH alto têm as maiores taxas de câncer de cólon e reto, enquanto países com IDH baixo e médio têm a segunda maior taxa de câncer do colo do útero. Independentemente do IDH, as taxas de câncer de mama feminino são as mais altas (INCA, 2022).

3.1.3 Panorama do câncer no Brasil

O Brasil apresentara uma estimativa de 625 mil novos casos de câncer a cada ano para o triênio 2020-2022, de acordo com a estimativa original (450 mil dos quais são cânceres de pele não melanoma). De todos esses cânceres, 177.000 serão cânceres de pele

não melanoma, seguidos por câncer de mama e próstata (66.000 cada), câncer de cólon e reto (41.000), câncer de pulmão (30.000) e câncer de estômago (21.000) (SBCO, 2022).

Segundo um cálculo que considerasse a subnotificação, haveria 685 mil novos casos de câncer a cada ano. Além do câncer de pele, os cânceres mais comuns em homens são câncer de próstata (29,2%), doença de cólon e reto (9,1%), câncer de pulmão (7,9%), câncer de estômago (5,9%) e câncer oral (5,0%) (INCA, 2022).

Nas mulheres, além do câncer de pele não melanoma, os tipos de câncer mais frequentes serão câncer de mama (29,7%), doença de cólon e reto (9,2%), câncer de colo do útero (7,5%), câncer de pulmão (5,6%) e doença da tireoide (5,4%). O câncer de pele será responsável por 27,1% de todos os cânceres masculinos e 29,5% de todos os cânceres femininos (SANTOS, et al, 2022).

As incidências de câncer de pele não melanoma em homens (215,86 por 100.000 pessoas) e mulheres (145,00 por 100.000 pessoas) são consideradas intermediárias. As taxas de câncer de próstata e de mama feminino são maiores tanto em homens quanto em mulheres, e são cerca de duas vezes maiores do que a segunda maior taxa, com exceção da região Norte, onde as taxas de câncer de mama e colo do útero são próximas. As taxas para todas as áreas geográficas do país são consideradas intermediárias e são compatíveis com as taxas de países em desenvolvimento (INCA, 2022).

As regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil apresentam diferentes tipos de câncer em diferentes taxas. A região Sudeste apresenta o maior percentual de cânceres (61%), seguida pelo Nordeste (27,8%) e Sul (23,4%). Enquanto a Região Centro-Oeste é semelhante às Regiões Sul e Sudeste, os cânceres de estômago e colo do útero estão incluídos em seu perfil (SBCO, 2022).

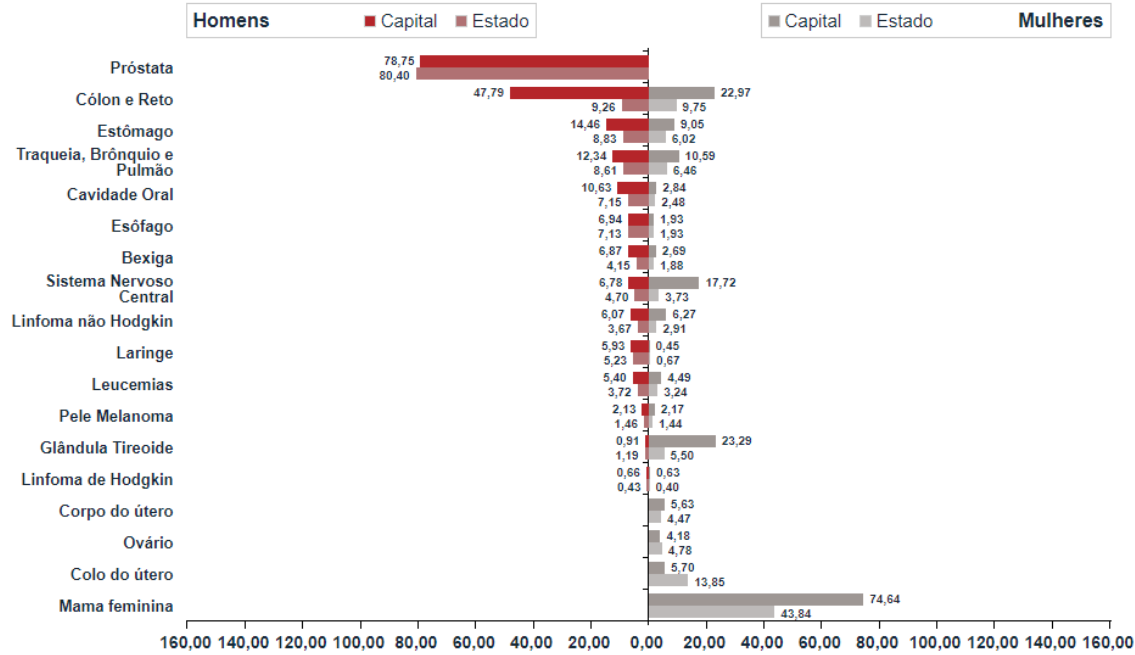
A região Norte do país tem a maior taxa de câncer de estômago entre todas as regiões, mas também tem as maiores taxas de câncer de mama feminino e câncer de próstata. O câncer do colo do útero também é uma doença significativa nas regiões Norte e Nordeste do país. (SANTOS, et al, 2022).

Tabela 1: Panorama do câncer no Brasil em 2021.

Localização Primária da Neoplasia Maligna	Homens						Mulheres					
	Estados			Capitais			Estados			Capitais		
	Casos	Taxa Bruta	Taxa Ajustada	Casos	Taxa Bruta	Taxa Ajustada	Casos	Taxa Bruta	Taxa Ajustada	Casos	Taxa Bruta	Taxa Ajustada
Próstata	6.130	80,40	85,51	1.090	78,75	99,21	-	-	-	-	-	-
Mama Feminina	-	-	-	-	-	-	3.460	43,84	40,55	1.180	74,64	90,18
Colo do Útero	-	-	-	-	-	-	1.090	13,85	12,51	90	5,70	5,14
Traqueia, Brônquio e Pulmão	660	8,61	9,78	170	12,34	16,11	510	6,46	6,23	170	10,59	8,94
Colón e Reto	710	9,26	9,81	660	47,79	58,47	770	9,75	8,87	360	22,97	20,55
Estômago	670	8,83	9,24	200	14,46	17,93	480	6,02	5,23	140	9,05	7,99
Cavidade Oral	550	7,15	7,85	150	10,63	12,47	200	2,48	2,01	40	2,84	12,67
Laringe	400	5,23	5,90	80	5,93	7,16	50	0,67	0,62	**	0,45	0,42
Bexiga	320	4,15	4,15	90	6,87	9,02	150	1,88	1,54	40	2,69	2,17
Esôfago	540	7,13	7,83	100	6,94	8,53	150	1,93	1,79	30	1,93	1,71
Ovário	-	-	-	-	-	-	380	4,78	4,69	70	4,18	3,88
Linfoma de Hodgkin	30	0,43	0,41	**	0,66	0,66	30	0,40	0,37	**	0,63	0,51
Linfoma não Hodgkin	280	3,67	3,80	80	6,07	6,87	230	2,91	2,60	100	6,27	5,86
Glândula Tireoide	90	1,19	1,28	**	0,91	1,01	430	5,50	4,41	370	23,29	20,12
Sistema Nervoso Central	360	4,70	5,22	90	6,78	6,03	290	3,73	3,73	280	17,72	15,92
Leucemias	280	3,72	3,99	70	5,40	6,62	260	3,24	3,04	70	4,49	3,84
Corpo do Útero	-	-	-	-	-	-	350	4,47	4,07	90	5,63	5,38
Pele Melanoma	110	1,46	1,46	30	2,13	2,47	110	1,44	1,25	30	2,17	1,71
Outras Localizações	2.420	31,68	34,65	370	26,68	31,77	2.160	27,32	24,21	810	51,20	47,36
Todas as Neoplasias, exceto Pele não Melanoma	13.550	177,65	172,56	3.200	231,37	250,16	11.100	140,59	128,23	3.890	246,20	169,03
Pele não Melanoma	3.450	45,30	-	490	35,71	-	4.490	56,84	-	280	17,47	-
Todas as Neoplasias	17.000	222,88	-	3.690	266,80	-	15.590	197,45	-	4.170	263,92	-

Fonte: Santos, et al (2022).

Figura 1: Panorama do câncer no Brasil em 2021.



Fonte: Santos, et al (2022).

Os registros de câncer e pela Society of Information Management produzem informações que monitoram e avaliam as ações de controle do câncer. As estimativas fornecem uma análise generalizada da prevalência de câncer por região geográfica, estado e capital, mas não pretendem substituir os dados contínuos e sistemáticos que os registros produzem (SBCO, 2022).

O Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) visa aprimorar a vigilância do câncer. Eles fornecerão estimativas para os anos (2020-2022), e esperam que esta seja uma ferramenta para muitas pessoas, desde gestores e profissionais de saúde, até o público em geral, no apoio à prevenção e controle do câncer (INCA, 2022).

3.1.4 Câncer de próstata

É sabido que a próstata é uma glândula que faz parte do sistema reprodutor masculino. Encontra-se abaixo da bexiga, circunda a uretra e está na frente do reto. A próstata também está envolvida na função de expelir a urina da bexiga e na produção de espermatozoides que são transportados pela uretra durante a relação sexual. Os estágios iniciais do câncer de próstata podem ser às vezes assintomáticos, e se manifestar apenas como tumores benignos da próstata e dificuldade para urinar, ou pior, infecções sistêmicas ou insuficiência renal podem ocorrer (SANTOS, et al, 2022).

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), as estratégias de detecção incluem reconhecimento quando há sinais antecipados da doença e diagnóstico precoce quando não há sintomas, ou triagem. Os mais eficientes exames são o toque retal e o antígeno prostático específico (PSA) (Brasil, 2021; Superintendência de Proteção e Vigilância em Saúde, 2021).

Com relação ao câncer de próstata, um dos objetivos do Ministério da Saúde é conscientizar a população masculina para aceitar os serviços existentes, promover ações de conscientização sobre os riscos da patologia. No entanto, a prevenção e o diagnóstico são dificultados pela baixa procura pelos serviços de saúde do homem. A mistificação e os aspectos culturais da masculinidade, como o medo, o machismo e a perda de poder, o levaram a adiar ou até mesmo ignorar a prevenção e a detecção precoce. Portanto, é necessário um olhar mais atento para a prevenção da doença (Krüger e Cavalcanti, 2018).

Em 2020, 118.300 homens no Brasil morreram de câncer. Destes, 13,2% foram vítimas de tipos de próstata. Taxas mais elevadas foram encontradas no Nordeste (17,1%) e Bahia (19,3%). O resultado final mostra que no estado da Bahia, aproximadamente dois em cada dez homens que morrem de câncer em 2020 são vítimas de câncer de próstata. Em termos absolutos, 1.400 homens morreram no estado por câncer de próstata maligno, um dos maiores resultados de qualquer unidade federal. A associação do câncer de próstata entre homens na Bahia em relação a outros tipos de câncer é tão forte que até 2020, mesmo somando todas as mortes por outras neoplasias, o número não ultrapassará o câncer de próstata de óbitos. (Brasil, 2021; Superintendência de Proteção e Vigilância em Saúde, 2021).

3.2. ANÁLISE ESPACIAL

3.2.1 Aplicações e Estudos

Monteiro (2004), descreve a análise espacial estatística como um estudo, descrição e modelagem de variáveis aleatórias que figuram uma estrutura espacial ou espaço-temporal. O estudo visa determinar fenômenos em uma determinada área geográfica que podem ou não ocorrer ao longo do tempo.

O desenvolvimento de etapas de modelagem estatística espacial requer a aplicação de métodos de análise exploratória a dados físicos e geográficos. Esses métodos normalmente adaptam as abordagens analíticas existentes, tornando-os particularmente eficazes ao lidar com a estacionariedade, a presença de valores extremos nas distribuições e o tipo de distribuição (Cressie,1991).

Em estudo realizado na Eslováquia, a autora Katarína Viliňová (2020), descreve que o câncer é uma das principais causas de morte para os eslovacos. Os critérios espaciais de câncer de mama e próstata na Eslováquia foram examinados usando análises de autocorrelação com as estatísticas de Moran Local e Moran Local Anselin I. Os resultados deste estudo podem auxiliar a explorar outras hipóteses sobre as causas e a identificar diferenças espaciais na incidência de câncer de mama e próstata. Esses achados podem levar a mais pesquisas sobre as possíveis causas subjacentes aos diferentes grupos em análise.

Mattos (2014), corrobora em seu trabalho que os fatores de risco para o câncer de próstata não são bem compreendidos. O estudo se concentrou em investigar as relações entre variáveis relacionadas à produção agrícola, utilização de serviços de saúde e dados sociodemográficos, bem como as taxas de mortalidade por câncer de próstata. Uma análise univariada de dados espaciais foi realizada para investigar a autocorrelação espacial global da mortalidade por câncer de próstata nos estados brasileiros de 2005 a 2009. Uma associação positiva foi encontrada entre os pesticidas aplicados a soja (variável do estudo) e a mortalidade por câncer de próstata. No qual, foi possível descrever uma ligação forte entre a exposição a pesticidas e câncer de próstata.

Friestino (2016), elaborou delineamento a respeito da estatística espacial aplicada aos estudos de incidência de câncer. O pesquisador observou que o uso da análise espacial no país ainda é incipiente, mas tem grande potencial para auxiliar os modelos de planejamento em saúde. Em relação à pesquisa do câncer, as taxas de incidência no país são determinadas por meio do registro de câncer de base populacional (RCBP). A dinâmica espacial utiliza alguns dos métodos básicos de análise espacial em epidemiologia, como mapeamento de doenças, estudos ecológicos, exposição ambiental e análise de agrupamento espacial.

Perante pesquisa dos autores Ribeiro e Souza (2016), em que se concentrou na análise da distribuição espacial da mortalidade por câncer e sua associação com fatores socioeconômicos nos municípios brasileiros no período 2010 a 2012. Foi possível encontrar como resultados desta análise que a distribuição espacial das taxas de mortalidade por câncer nos municípios brasileiros apresentou uma grande disparidade entre os grupos de municípios estudados, sendo muitas vezes associada às regiões mais desenvolvidas e urbanizadas do país.

Andrade (2020), em seu trabalho sobre análise espacial e tendência da mortalidade por câncer no estado de Sergipe, enfatiza a importância da aplicabilidade das técnicas de análise espacial, destacando como uma ferramenta importante para a compreensão da distribuição geográfica da doença, investigando possíveis correlações entre os principais fatores causadores, subsidiando a estratificação de risco e melhores equações para

medidas de prevenção, diagnóstico e controle da doença; em que observou-se uma autocorrelação espacial positiva com áreas de maior risco de morte localizadas na região sul do estado.

4.2. Material Utilizado

Para este estudo foi elaborada uma base de dados intitulada de “Incidência de Câncer de Próstata no Estado da Bahia no Ano de 2021 - Casos por Município de Residência” contendo os seguintes grupos de variáveis: “Código do Município IBGE”, “Nome do Município”, “Estimativa Populacional de Homens para o ano de 2021”, “Casos de câncer de Próstata” e “Taxa de Incidência por 10.000 Habitantes”. A taxa de incidência foi calculada dividindo o número de casos da doença (casos de câncer de próstata na Bahia), pelo número de pessoas em risco (estimativa populacional de homens para o ano de 2021 na Bahia).

As projeções alusivas às estimativas populacionais por município para o ano de 2021, foram disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), home page: <http://ibge.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?popsvs/cnv/popbr.def>, esses dados são referentes aos municípios do Estado da Bahia - Brasil, no qual são apresentadas estimativas anuais de população residente para os municípios baianos, desagregadas por sexo e idade, para o ano de 2021. Tais estimativas foram compatibilizadas com a Projeção Populacional edição 2018 do IBGE e divisão político administrativa municipal vigente em cada ano da série.

Os casos de câncer por município foram encontrados no Painel de Monitoramento de Tratamento Oncológico: Painel-Oncologia, home page: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/dhdat.exe?PAINEL_ONCO/PAINEL_ONCOLOGIABR.def. Esses dados são provenientes do Sistema de Informação de Consulta Externa (SIA) - por meio do Boletim de produção Individual de Consulta Externa (BPA-I) e da lei de autorização de Estrepite Complexidade (APAC) - do Sistema de Informação Hospitalar (SIH) e do Sistema Informacional do Câncer (SISCAN), operado pelo Ministério da Saúde por meio da Secretaria de Assistência à Saúde em colaboração com as Secretarias Estaduais de Saúde e as Secretarias Municipais de Saúde, em tratamento pelo DATASUS - Departamento de Informática do SUS, da secretaria Executiva do Ministério da Saúde (DATASUS, 2022).

Na base cartográfica do IBGE, home page: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>, foram encontrados conjunto de

dados geoespaciais de referência, estruturados em bases de dados digitais, permitindo uma visão integrada por município do território nacional, denotando os shapes.file (arquivo/dados geoespaciais) dos Municípios do Estado da Bahia utilizados no trabalho.

4.3. Métodos

4.3.1 Estatística Espacial

A estatística espacial é entendida como uma ferramenta estatística exploratória e inferencial para analisar os padrões de distribuição de fenômenos específicos no espaço geográfico.

Nesta análise, a cada variável do estudo foi atribuído um valor representado por uma subdivisão territorial (ou seja, área geográfica). Nessas áreas, as variáveis envolvidas no estudo podem ser assumidas como valores discretos, como o número de moradores de uma área, ou podem ser contínuas, por exemplo, quando são resultados de cálculos envolvendo outras variáveis, formando um recurso numérico com suas próprias razões de variáveis contínuas. A dependência espacial de uma variável, ou seja, a relação entre o comportamento de uma variável, dado seu desempenho em determinada área geográfica, pode ser explicada por uma análise visual da ocorrência dessa variável. Considerando amostras adjacentes a outras regiões, ou seja, comparadas às regiões mais distantes, essa análise visual permite verificar possíveis tendências indicando que os valores são mais semelhantes. No caso de maior agregação de dados relacionados à variável de interesse, dentro de uma determinada região, isso indica que há certa homogeneidade nessa região quando comparada. Essa tendência é chamada de vizinhança, onde as propriedades de proximidade e conectividade são empregadas. Portanto, é analisado se as variáveis estudadas formam um padrão no espaço que pode ser correlacionado com outros fatores que determinam a região (Silva Santos, [s16. 2016]).

Um método comum de apresentação de dados agregados por região é por meio de mapas de cores com padrões espaciais de fenômenos. Se houver um padrão espacial, espera-se encontrar cores geograficamente próximas. Esses mapas são úteis para análise exploratória. No entanto, ao olhar para um mapa, várias questões podem surgir, como se sua configuração apresenta padrões aleatórios, se existem padrões espaciais bem definidos, como mostrar agrupamentos de áreas (CÂMARA et al., 2002).

4.3.2 Padrões de Distribuição Espacial (Autocorrelação Espacial)

Os padrões de autocorrelação espacial é uma aparência computacional da dependência espacial e é o mais conhecido e mais comum dos efeitos espaciais. A ideia é testar como o padrão espacial muda comparando os valores do modelo com seus vizinhos. Seu algoritmo consiste em primeiro calcular as distâncias entre todos os pontos e depois criar classes de distância para pares de pontos que estão mais ou menos à mesma distância um do outro. Essas classes geralmente são baseadas na defasagem de espaçamento (distância entre dois pontos) especificada pelo pesquisador. O passo final é calcular a autocorrelação de todos os pares de pontos dentro do grupo de distâncias. (FOOK, 2005).

A autocorrelação espacial pode ser estimada por meio de diversas métricas que permitem estimar o quanto o valor observado de um atributo em uma determinada área depende do valor da mesma variável em locais adjacentes. O indicador de autocorrelação espacial é um caso especial de estatística baseada no produto cruzado de expressões (CÂMARA et al., 2002).

$$\Gamma(d) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}(d) \varepsilon_{ij}$$

Onde, dada uma distância d , w_{ij} é uma matriz que fornece uma medida de continuidade espacial entre variáveis aleatórias Z_i e Z_j , determinando se elas estão separadas por distâncias menores que d , e ε_{ij} é uma matriz que fornece a média da correlação no índice de Moran, uma variável aleatória é o produto dessas variáveis.

Essas métricas ajudam a verificar como ocorrem as dependências espaciais, a partir da comparação dos valores amostrais com suas vizinhanças, ou seja, dependem das vizinhanças adotadas (DRUCK et al., 2004). Dentre as ferramentas propostas na literatura para analisar dados regionais, destacam-se os índices de Moran global e local. Para isso, um parâmetro utilizado nestas métricas é a matriz de proximidade espacial.

Matrizes de vizinhança, comumente usadas para dados separados por região conhecidos como dados geográficos regionais, definem vizinhanças a partir da propriedade topológica de continuidade, então W é uma matriz binária (0,1), onde 1 está associado a regiões com um limite comum, e 0 a regiões que não tem esse atributo.

Considerando que a matriz de vizinhança é utilizada para o cálculo dos indicadores de análise exploratória, por conveniência, cada linha é muitas vezes normalizada, ou seja, a soma dos pesos de cada linha é igual a 1 (CÂMARA et al., 2002).

4.3.3 Índice de Moran Global (IMG)

O índice de Moran visa reconhecer uma estrutura de autocorrelação espacial por meio de um teste de hipótese cuja hipótese nula estabelece a existência de independência espacial e a hipótese alternativa estabelece o contrário, ou seja, dizer que existe uma dependência espacial. O índice de Moran global (I) pressupõe valores limitados ao intervalo (-1,1), em que 0 implica independência espacial, ou seja, não há correlação espacial, e quanto mais próximo de -1, maior a correlação espacial inversa. Da mesma forma, quanto mais próximo o I estiver de 1, mais forte será a correlação espacial direta da variável. Ou seja, valores próximos de zero correspondem a autocorrelação espacial insignificante, valores positivos sinalizam correlações diretas e valores negativos sinalizam correlações reversas (Cressie,1991).

O Índice de Moran Global (I) tem como objetivo mostrar como os valores se relacionam no espaço. Esta é uma expressão de autocorrelação que considera apenas o primeiro vizinho. Segundo Cressie (1993), o índice global de Moran é definido da seguinte forma:

$$I = \frac{n}{S} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_i Z_j}{\sum_{i=1}^n Z_i^2}$$

Onde:

- $[n]$ é o número de áreas;
- $[Z_i]$ é o valor do atributo considerado na área $[i]$;
- $[\mu_z]$ é o valor médio do atributo na região de estudo;
- $[w_{ij}]$ é o elemento $[ij]$ da matriz de vizinhança normalizada.

Neste caso, apenas serão computadas as correlações dos vizinhos de primeira ordem no espaço, estabelecidas pelos pesos w_{ij} . Fazendo o mesmo cálculo para matrizes de vizinhança de ordem superior, a função de autocorrelação para cada ordem de vizinhança pode ser estimada, dada por:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

O índice de Moran global também é explicado pelas diferentes permutações de valores de propriedade relacionados à região que afetam a maneira como essas regiões são organizadas. Isso cria novos arranjos com diferentes redistribuições de propriedades entre as regiões. Como apenas uma dessas permutações corresponde à situação observada, é possível construir uma distribuição empírica de I onde o valor do índice medido por I corresponde inicialmente a um valor extremo da distribuição simulada, então é um valor estatisticamente significativo. Para determinar a validade do índice, calcula-se um p -valor. Esse processo garante que o índice reflita a significância estatística. Depois de calcular as permutações necessárias para gerar a estatística do IMG e seu nível de significância, é necessário testar a dependência ou independência do índice verificando quantas permutações precisam ser executadas (CÂMARA et al., 2002).

4.3.4 Índice de Moran Local (IML)

A métrica de autocorrelação espacial global fornece um valor único para todo o conjunto de dados como medida de associação espacial, o que é útil para caracterizar toda a área de estudo. No entanto, ao lidar com muitos locais em uma região, é provável que diferentes mecanismos de correlação espacial surjam, e máximos locais de autocorrelação apareçam onde as dependências espaciais são mais pronunciadas. Portanto, os esquemas geralmente precisam ser examinados com mais detalhes. Para isso, é necessário utilizar métricas de associação espacial que possam ser correlacionadas a diferentes localizações de variáveis espacialmente distribuídas. Métricas locais produzem um valor específico para cada região, possibilitando a identificação de clusters (José Rocha Luzardo, March Castañeda Filho e Brum Rubim, [s.d.]).

Anselin (1995) apontou que existe uma relação proporcional direta entre o valor de autocorrelação global e o valor de autocorrelação local. Ele mostra que o LISA permite decompor métricas globais em contribuições individuais, indicando partes regionais de não estacionariedade e identificando agrupamentos significativos de valores semelhantes em torno de determinados locais (Hugo Silva Santos, parag. 6).

Os indicadores locais produzem um valor específico para cada região, permitindo identificar outliers e indicar a extensão da significância de um grupo de valores iguais. Anselin (1995) expressa o índice de Moran local (I) como:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=1}^n z_j^2}$$

A interpretação mais direta do índice de Moran local I é que valores significativamente altos e positivos indicam a presença de clusters de valores altos e baixos, enquanto valores significativamente baixos indicam regiões de transição entre um determinado estado espacial e outro. Existem diversos dispositivos de visualização gráfica de resultados obtidos com base em indicadores locais, incluindo o LISA map (Ana Clara Paixão Campos, parag. 11).

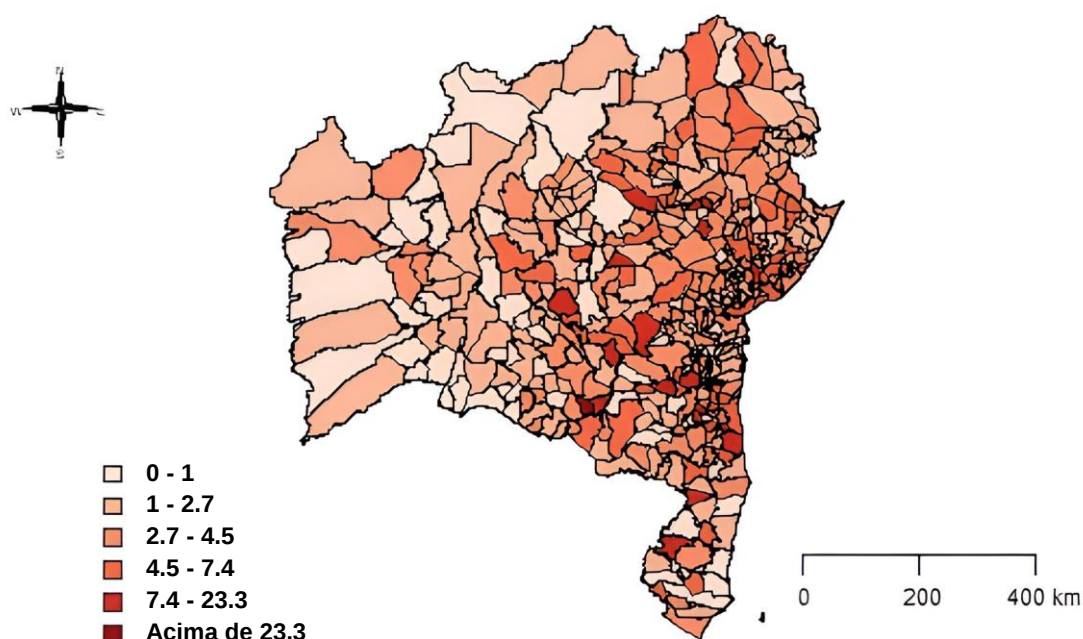
4.3.5 Lisa Map

Durante a geração do mapa LISA, a significância é avaliada comparando os valores LISA obtidos e a série de valores (o número de permutações definidas pelo usuário) obtidas por meio de permutações dos valores e atributos dos vizinhos, sob a hipótese nula (sem autocorrelação espacial). Uma vez determinada a significância estatística do índice de Moran local, é muito útil criar um mapa mostrando quais áreas têm uma correlação local significativamente diferente do restante dos dados. Essas regiões podem ser vistas como “bolsões” de não estacionaridade, pois são áreas com dinâmica espacial própria e merecem uma análise detalhada. Este mapa foi denominado por Anselin (1995) "mapa LISA", e quando foi criado, os valores do índice de Moran local foram classificados em três grupos: - não significativo - com 95% de significância ($1,96\sigma$) - com 99% de significância ($2,54\sigma$) - 99,9% de significância ($3,20\sigma$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No cenário nacional, a Bahia aparece em quarto lugar entre os estados com maior número de casos de câncer de próstata em 2021 (INCA, 2022). Analisando o mapa (**Figura 3**) da Incidência de Câncer de Próstata no Estado da Bahia - 2021, em que as áreas com tonalidades mais escuras são as que possuem maior incidência; vê-se que os municípios de Maetinga, Gavião, Maracás, Itagibá, Lajedinho, exibem as maiores taxas da incidência de câncer de próstata no estado, sendo, na devida ordem 33,3, 13,3, 13,3, 11,0 e 10,2 para cada 10 mil habitantes. Vale ressaltar que estes municípios foram os únicos no estado que apresentaram uma taxa bruta de incidência acima de 10,0. Outra questão a salientar é o fator populacional destes locais, no qual são municípios com uma população inferior a 10.000 habitantes; portanto, sendo abaixo da média populacional por município no estado (17.442 habitantes) e segundo estimativas de projeção populacional intercensitária do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) para o ano de 2021, Maetinga registra a menor população do estado da Bahia (1.202 habitantes). Na realidade, muitos desses valores extremos ocorrem nos municípios com pequenas populações.

Figura 3: Mapa da Incidência de Câncer de Próstata no Estado da Bahia - 2021 (Taxa de incidência por 10 mil habitantes).

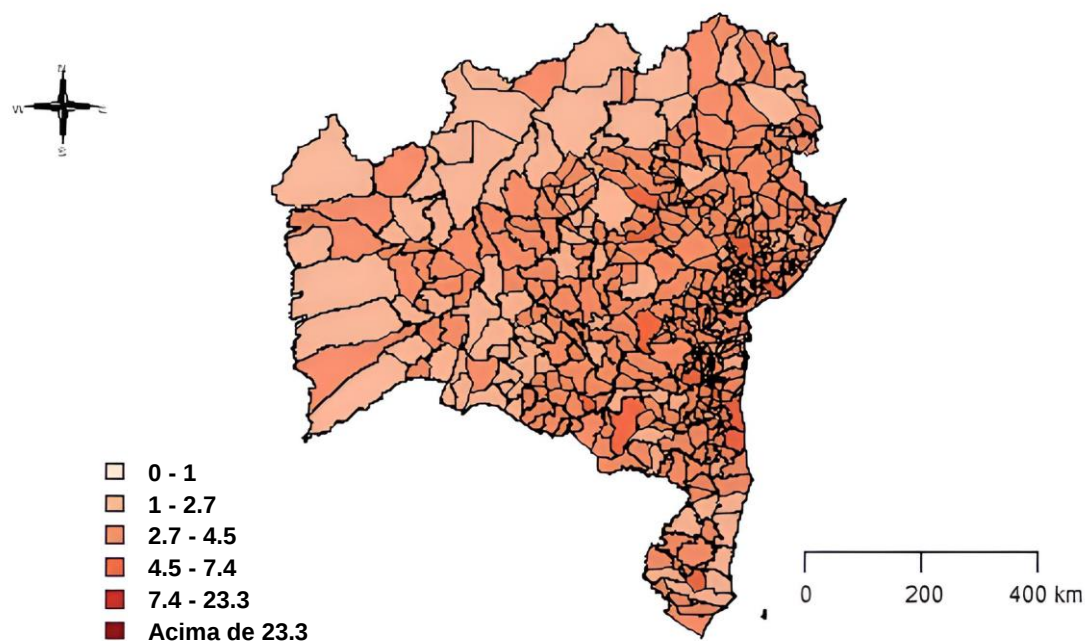


Fonte: De autoria própria.

A capital Salvador, apesar de preencher o primeiro lugar no ranking em casos absolutos no estado (606 casos de câncer de próstata em 2021), se encontra na 81ª posição, dispondo uma taxa de incidência bruta de 4,51/10.000 habitantes. Valores extremos geralmente chamam mais atenção ao exibir dados em um mapa que apresentam taxas de incidências brutas. É por isso que geralmente são flutuações pouco confiáveis e aleatórias. Combinando estimadores Bayesianos empíricos globais e locais, esse problema pode ser resolvido.

O mapa da **Figura 4** mostra a taxa de incidência suavizada pelo Índice de Moran Local (IML) para os pacientes de câncer de próstata no estado da Bahia. O Estimador Bayesiano Empírico Local reduziu os valores dos dados para uma representação suave do espaço entre as localidades, nos quais, constatou-se que a maioria dos municípios retratou uma diminuição expressivas nas taxas, variando especificamente após aplicação do método para taxas entre 1,0 e 6,0 para cada 10 mil habitantes. O município de Maetinga que antes detinha a maior taxa de incidência no estado, passou de uma taxa bruta de 33,28/10.000 habitantes para um Índice de Moran Local (IML) de aproximadamente 3,87.

Figura 4: Mapa da Taxa de Incidência Suavizada pelo Índice de Moran Local para os Pacientes de Câncer de Próstata no Estado da Bahia - 2021 (Taxa de Incidência por 10 Mil habitantes).



Fonte: De autoria própria.

Para melhor compreender a doença, foi empregada a taxa de incidência bruta que soma os números populacionais de todos os municípios. No entanto, esse método não reflete com precisão os cenários da vida real de muitas comunidades. Em vez disso, buscaram-se novos métodos que pudessem explicar melhor as irregularidades e os dados flutuantes. Estes incluíram o uso de estimadores Bayesianos empíricos desenvolvidos localmente que explicam a suavização dos dados para melhorar os resultados. Com finalidade de entender o comportamento dessas variáveis, foi realizada uma análise descritiva da taxa de incidência bruta e da incidência suavizada pelo Índice de Moran Local.

Como pode ser visto na **Tabela 3**, a variação da taxa de incidência bruta de câncer de próstata no estado da Bahia, limitou-se a 0,00 e 33,28/10.000, cerca de 75% das localidades apresentam taxas inferiores a 3,93/10.000 e em média esses municípios baianos têm uma taxa bruta de 2,88 pacientes por 10.000 habitantes com desvio padrão de 2,72. As medidas de média e mediana mostram que a distribuição dos dados foi assimétrica. Isso descartou a possibilidade de que a taxa de incidência bruta fosse resultado de uma população de distribuição Normal. Essa assimetria sugere municípios com taxas irregulares, ou seja, algumas cidades apresentaram taxas muito superiores às taxas dos demais.

Tabela 2: Análise descritiva da Incidência Bruta e Incidência Suavizada pelo Índice de Moran Local (IML).

Variável	Mín.	Q1	Mediana	Média	Q3	Máx.	Variância	Desvio padrão	CV (%)
Incidência Bruta	0,00	1,20	2,41	2,88	3,93	33,28	7,41	2,72	7,39
Incidência Suavizada pelo Í. Moran Local	1,59	2,69	3,02	3,13	3,48	6,44	0,46	0,68	0,46

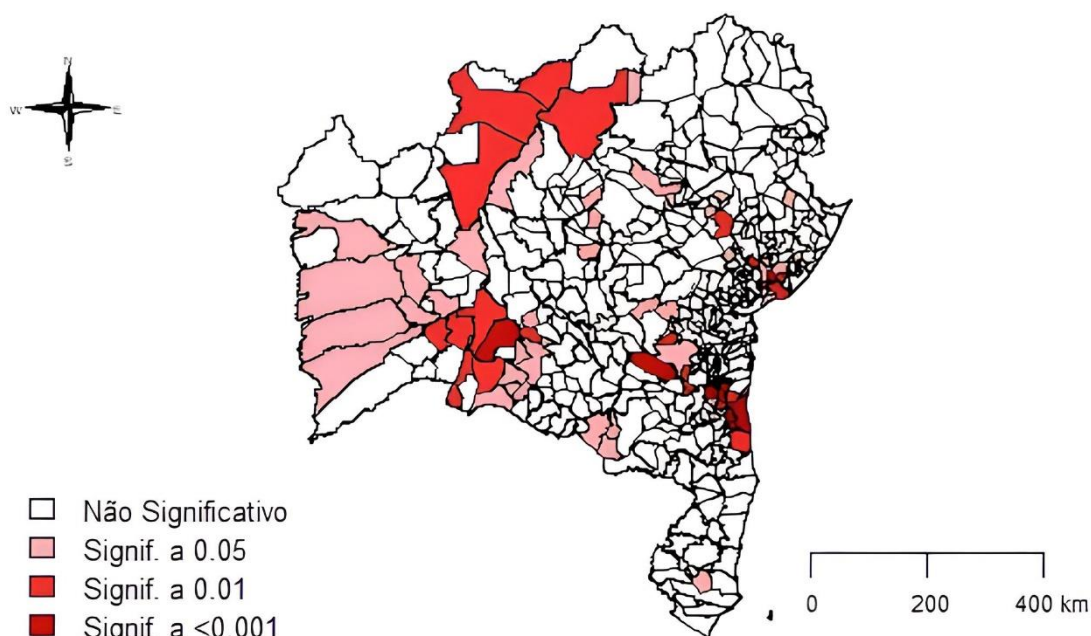
Fonte: De autoria própria.

Ainda conforme a tabela 2, reduções consideráveis nos valores das taxas de incidência foram observadas ao aplicar o procedimento de suavização pelo Índice de Moran Local (IML); isso porque para preservar a estabilidade no processo, esse método controla as flutuações aleatórias que surgem ao lidar com pequenos grupos de risco, com poucos eventos por unidade de análise e considera a informação da vizinhança na composição em seu cálculo. Foi utilizado como critério de proximidade os 3 (três)

vizinhos mais próximos; ao fazer isso, os índices tornaram-se mais gerenciáveis e equilibrados, com os erros diretamente reduzidos.

As Figuras 5 e 6 mostram os resultados da análise de autocorrelação espacial local, (Moran LISA), considerando os índices de significância por cada município. Conforme explicitado na **Figura 5**, a maior parte das localidades apresentaram índices não significativos, ou seja, são áreas com dinâmica espacial própria, onde a posição geográfica em que se encontram no estado não é afetada pelas taxas de incidências do câncer de próstata dos municípios vizinhos.

Figura 5: Mapa da Taxa de Incidência Suavizada pelo Estimador Bayesiano Empírico Local (IML) - Índices Significativos.



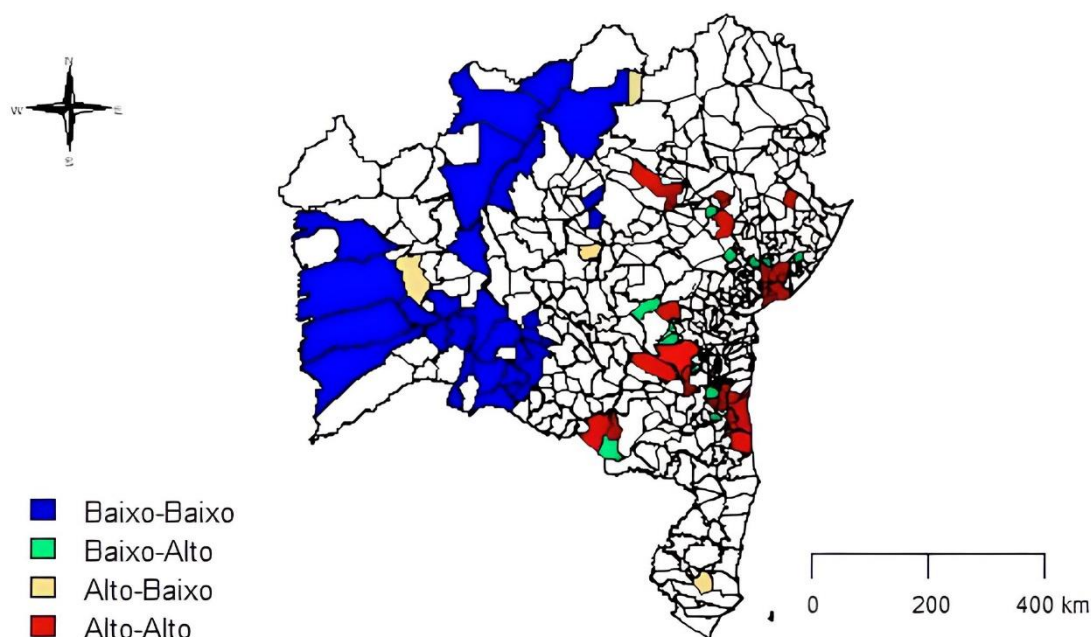
Fonte: De autoria própria.

Mantendo-se nos mapas temáticos oriundos do Lisa para as variáveis estudadas, a **Figura 6**, nível de significância da associação espacial (Lisa map), reitera quais áreas têm uma correlação local significativamente diferente do restante dos dados, no entanto, reestrutura a apresentação do mapa **Figura 5** com a intenção de identificar se as taxas observadas em um município são próximas aos valores observados em seus vizinhos.

A correlação "alta-alta" indica que cidades com alta proporção desse indicador são cercadas por outras cidades com alta proporção do mesmo indicador; o padrão baixo-

baixo indica a presença municípios que, assim como seus vizinhos, apresentaram baixa taxa de significância; cidades com alta proporção cercadas por municípios com baixa proporção do indicador, são identificadas pelo termo "alta-baixa" e o termo "baixo-alta" são municípios com baixa proporção cercadas por cidades com alta proporção do mesmo indicador .

Figura 6: Clusters de significância da associação espacial (Lisa Map)



Fonte: De autoria própria.

Na região Oeste do estado, é possível visualizar um grande aglomerado de cidades com padrão baixo-baixo, que passa pelos municípios de Barreiras, Angical, Luiz Eduardo Magalhães, Riachão das Neves, Santa Rita de Cássia, Mansidão, Formosa do Rio Preto e Buritirama. Esse território (microrregião do Oeste baiano) possui baixa densidade populacional de 4,7 pessoas / km² e é a área menos populosa da Bahia com uma população de 553.758 habitantes (IBGE, 2007), a maioria vivendo em áreas rurais.

Na faixa litorânea, existe uma aglomeração de alto nível composta por cidades próximas à região metropolitana de Salvador (também conhecida como Grande Salvador) e integrada por municípios como Candeias, Itaparica, Lauro de Freitas, Madre de Deus, Salvador, São Francisco do Condes, São Sebastião do Passé e Vera Cruz, que auferiram proporcionalmente os maiores índices significantes do estado, portanto, sendo

considerada uma área de alto risco. Ademais, essa região requer atenção especial devido à alta taxa de chegada de casos informados, o que tem fortes implicações para os municípios vizinhos dada a estrutura da rede municipal de saúde e a localização geográfica e demográfica desses municípios.

A autocorrelação de fator alto-alto em áreas com altas taxas de câncer é facilmente perceptível nas figuras 5 e 6. Isso indica que os municípios dessas regiões têm elementos de localização comuns. Esses fatores fazem com que altas taxas sejam prevalentes nessas regiões. Existe uma série de causas que podem explicar os altos valores observados nessas cidades em destaque, no entanto, o fato de estarem localizadas onde estão localizadas também afeta os valores tarifários observados em seus vizinhos, assim formando zonas de “Alto Risco” e “Baixo Risco” no estado. Anselin (1992) destaca que uma categoria de alto risco não pode revelar o motivo da formação do cluster. Na verdade, ele observa que determinar a presença de autocorrelação espacial não fornece nenhuma visão sobre porque certos aglomerados existem ou porque seu tamanho e forma variam.

6. CONCLUSÕES

Com a criação de novos métodos e técnicas de análise espacial, vem se tornando cada vez mais concreta a visualização de como as tendências das doenças e localizações geográficas funcionam juntas em vários setores relacionados a área da saúde. Isso levou ao aumento do interesse em estudos sobre a distribuição dos tipos de neoplasias. O estimador bayesiano empírico local foi desenvolvido para fornecer uma solução para o problema do baixo tamanho da amostra por município, o que diminui a variação nas taxas de notificação. Além disso, a aplicação do método reduziu a taxa média de notificação dos casos de câncer de próstata em todo estado da Bahia, resultando em uma estatística mais normalizada.

Aplicando esse modelo para encontrar clusters no espaço formados por municípios baianos, constatou-se que alguns municípios apresentavam altas taxas de câncer de próstata e com riscos significativos. Esse modelo levou a resultados mais confiáveis ao identificar áreas com altas taxas e que requerem maior atenção devido ao risco.

Em vista disso, analisar a distribuição dos fatores de risco da doença é uma parte importante do desenvolvimento de um plano de prevenção. Também é importante desenvolver métodos eficazes para medir a exposição em diferentes escalas. É por isso que a segmentação de grupos de risco é fundamental para entender a doença e identificar as principais áreas de risco. Utilizando as técnicas de análise espacial, este estudo tornou-se possível e fornece uma ferramenta importante para a compreensão da doença e para a formação de conclusões relevantes.

BIBLIOGRAFIA

ANA CLARA PAIXÃO CAMPOS; **Deteção de Padrões Espaciais na Distribuição dos Pacientes Portadores de Doença Genética com Deficiência Física da Associação de Assistência à Criança Deficiente (Aacd) de Pernambuco.** . [s.l: 2013.].

ANDRADE, L. A.; GÓES, J. A. P.; SOUZA, D. DE G.; KAMEO, S. Y.; LIMA, S. V. M. A.; NUNES, M. A. P.; SANTOS, A. D. DOS. Spatial analysis and trends of mortality due to penile cancer in sergipe, 2000 to 2015. **Cogitare Enfermagem**, v. 25, 2020.

DE, W. *et al.* **GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA Rui Costa SECRETARIA DO PLANEJAMENTO.** [s.l: s.n.].

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A. P.; PALHARES, P. R. Uso de agrotóxicos e mortalidade por câncer em regiões de monoculturas. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 127, p. 1018–1035, dez. 2020.

FERRAZ BRITO, L. *et al.* **Artigo Original Perfil Nutricional de Pacientes com Câncer Perfil Nutricional de Pacientes com Câncer Assistidos pela Casa de Acolhimento ao Paciente Oncológico do Sudoeste da Bahia.** [s.l 2015.].

HUGO SILVA SANTOS, Y. DA. **Análise Espacial Da População De Ingressantes Nos Cursos De Graduação Da Ufrn Em 2016, Por Município Do Rio Grande Do Norte.** [s.l: 2012.].

JOSÉ ROCHA LUZARDO, A.; MARCH CASTAÑEDA FILHO, R.; BRUM RUBIM, I. **ANÁLISE ESPACIAL EXPLORATÓRIA COM O EMPREGO DO ÍNDICE DE MORAN.** [s.l: 2009.].

KRÜGER, F. P. G.; CAVALCANTI, G. Conhecimento e Atitudes sobre o Câncer de Próstata no Brasil: Revisão Integrativa. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 64, n. 4, p. 561–567, 31 dez. 2018.

LUIZ ANTONIO TEIXEIRA; MARCO ANTONIO PORTO; CLAUDIO POMPEIANO NORONHA. O câncer no Brasil passado e presente. p. 9–11, 2012.

Monteiro, A. M. V., Câmara, G., Carvalho, M. S., & Druck, S. (2004). **Análise espacial de dados geográficos.** Brasília: Embrapa.

OLIVEIRA FRIESTINO, J. K.; MENDONÇA, D.; OLIVEIRA, P.; OLIVEIRA, C. M.; FERRAZ, R. D. O.; MOREIRA FILHO, D. D. C. Estatística Espacial Aplicada aos Estudos de Incidência de Câncer. **Tempus Actas de Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 103, 7 jul. 2016.

OLIVEIRA, P. S. D.; MIRANDA, S. V. C. DE; BARBOSA, H. A.; ROCHA, R. M. B. DA; RODRIGUES, A. B.; SILVA, V. M. DA. Prostate cancer: Knowledge and interference in the promotion and prevention of the disease. **Enfermeria Global**, v. 18, n. 2, p. 250–284, 2019.

PAULA, A.; ASSIS, B. **UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE, AMBIENTE E TRABALHO DISTRIBUIÇÃO**

ESPACIAL DA MORTALIDADE POR CÂNCER DE BOCA E FATORES DE RISCO PARA O CÂNCER DE LÍNGUA NO ESTADO DA BAHIA. [s.l: 2016.].

SANTOS, H. L. P. C. DOS; MACHADO, J. S.; BRITO, A. S.; PINHEIRO, F. D. Série Histórica de Mortalidade por Neoplasias no Estado da Bahia entre os Anos de 2008 e 2018. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 68, n. 1, 27 jan. 2022.

Silva J, da Silva A, Lima-Luz , Aydos R, Mattos I, See fewer; **Correlação entre produção agrícola, variáveis clínicas-demográficas e câncer de próstata: um estudo ecológico.** Ciencia e Saude Coletiva, (2015), 2805-2812, 20(9).

SOUZA, C. M. C. DE. Conhecer e educar para controlar o câncer na Bahia. **Educar em Revista**, n. 54, p. 55–70, dez. 2014.

SUNG, H.; FERLAY, J.; SIEGEL, R. L.; LAVERSANNE, M.; SOERJOMATARAM, I.; JEMAL, A.; BRAY, F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v. 71, n. 3, p. 209–249, maio 2021.

VILINOVÁ, K; **Spatial Autocorrelation of Breast and Prostate Cancer in Slovakia**; International Journal of Environmental Research and Public Health (2020) 17(12) 1-20.