



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA

JIMENA GONÇALVES FERREIRA

**TENDÊNCIA ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE POR CÂNCER
COLORRETAL NO BRASIL, 2010 A 2019**

Recife
2023

JIMENA GONÇALVES FERREIRA

**TENDÊNCIA ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE POR CÂNCER
COLORRETAL NO BRASIL, 2010 A 2019**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva. Área de concentração: saúde coletiva.

Orientadora: Prof. Dra. Solange Laurentino dos Santos

Coorientadora: Prof. Dra. Cristine Vieira do Bonfim

Recife

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

F383t	Ferreira, Jimena Gonçalves Tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, 2010 a 2019 / Jimena Gonçalves Ferreira. – 2023. 79 p. : il. Orientadora: Solange Laurentino dos Santos. Coorientadora: Cristine Vieira do Bonfim. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Médicas. Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva. Recife, 2023. Inclui referências, apêndice e anexo. 1. Câncer colorretal. 2. Mortalidade. 3. Análise espacial. 4. Análise de séries temporais interrompida. 5. Estudos ecológicos. I. Santos, Solange Laurentino dos (orientadora). II. Bonfim, Cristine Vieira do (coorientadora). III. Título. 614 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2024 - 050)
-------	---

JIMENA GONÇALVES FERREIRA

**TENDÊNCIA ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE POR CÂNCER
COLORRETAL NO BRASIL, 2010 A 2019**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva. Área de concentração: saúde coletiva.

Aprovado em: 30 / 10 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Solange Laurentino dos Santos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof.^a Dr.^a Thalia Velho Barreto de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof.^a Dr.^a Betise Mery Alencar Sousa Macau Furtado
Universidade de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A DEUS (a luz da minha caminhada).

Ao AMOR. Sidarta, obrigada pelo incentivo, apoio, dedicação, companheirismo e paciência. E aos meus filhos (Sidartinha e Maya), fonte inesgotável do meu mais puro amor. Amo vocês!

À FAMÍLIA. Minha mãe (Glória Jeane), meu pai (Lino), meus irmãos (José de Abrantes e Juan), Minha sogra (Sérvula) e sogro (Hilton), minhas cunhadas (Mara, Laís, Kamalla e Larissa) e cunhados (Alexandre e Hiltinho), meus sobrinhos (Helena, Othon, Júlio César, João Pedro, e Marias: Júlia, Luiza, Sofia e Lívia) e a colega tão querida (Jane). Agradeço a paciência e a compreensão pelas minhas ausências em muitos momentos. Obrigada pelo amor concedido e ajuda nessa trajetória. Vocês são a parte mais importante de todo esse percurso.

As ORIENTADORAS. Prof^o Solange Laurentino dos Santos e Prof^a Cristine Vieira do Bonfim, obrigada por todos os ensinamentos e contribuição com a minha formação. Sem a ajuda de vocês nada disso seria possível.

Aos AMIGOS. Aqueles a quem chamamos de irmãos! Aos amigos Top de Linha, as amigas Gatas e as amigas da CHUR III/PE. Obrigada por todo o incentivo. Vocês também são parte dessa vitória.

Meus agradecimentos também à minha TURMA (PPGSC/UFPE 2021) que contribuiu com meu aprendizado.

Aos DOCENTES. Agradeço a contribuição de cada docente do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (PPGSC/UFPE).

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco que me acolheu com carinho e do qual sinto orgulho em fazer parte.

“Para obter conhecimento, acrescente coisas
todo dia. Para obter sabedoria, subtraia.”

(Lao-Tsé, 2015).

RESUMO

As taxas de mortalidade por câncer colorretal vêm apresentando uma tendência global de crescimento, principalmente, nas regiões urbanas desenvolvidas ou em desenvolvimento. Esta dissertação teve como objetivo analisar a tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, no período de 2010 a 2019. Quanto à abordagem trata-se de um estudo ecológico misto, cujas unidades de análises espaciais foram as regiões e Unidades Federativas brasileiras e como unidades de análises temporais os anos de estudo, a partir de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade. A análise exploratória foi realizada por meio de estatística descritiva. Para a análise espacial foi utilizada a estatística de Moran Global. Para a análise da tendência temporal foi utilizado o modelo de regressão por pontos de inflexão. Como resultado, a pesquisa identificou 167.164 registros de óbitos por câncer colorretal no Brasil. A taxa média de mortalidade por câncer colorretal foi de 8,26 por 100 mil habitantes com desvio padrão de $\pm 0,938$. A análise espacial mostrou que o índice de Moran global foi de 0,66 ($< 0,001$). Com a análise temporal verificou-se no Brasil, a partir de 2015, a tendência de crescimento da taxa que era de +0,238 ao ano passou a ser de +0,40 ao ano, um aumento de 67,9%. Essa pesquisa concluiu que a mortalidade dessa doença reflete um problema de saúde pública principalmente nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina por possuírem altas taxas de mortalidade por câncer colorretal, sugerindo a importância de programas e políticas de prevenção, rastreamento, diagnóstico precoce e tratamento no eixo Centro-Oeste/Sudeste/Sul e contribuindo para o cenário epidemiológico do câncer no Brasil.

Palavras-chave: câncer colorretal; mortalidade; análise espacial; análise de séries temporais interrompida; estudos ecológicos.

ABSTRACT

Mortality rates from colorectal cancer have been showing a global upward trend, mainly in developed or developing urban regions. This dissertation aimed to analyze the spatio-temporal trend of mortality from colorectal cancer in Brazil, from 2010 to 2019. Regarding the approach, it is a mixed ecological study, whose spatial analysis units were the regions and Brazilian Federative Units and years of study as units of temporal analysis, based on data from the Mortality Information System. The exploratory analysis was carried out using descriptive statistics. For spatial analysis, Moran Global statistics were used. To analyze the temporal trend, the inflection point regression model was used. As a result, the research identified 167,164 records of deaths from colorectal cancer in Brazil. The average mortality rate from colorectal cancer was 8.26 per 100 thousand inhabitants with a standard deviation of ± 0.938 . The spatial analysis showed that the global Moran index was 0.66 (< 0.001). With the temporal analysis, in Brazil, from 2015 onwards, the growth trend of the rate, which was +0.238 per year, became +0.40 per year, an increase of 67.9%. This research concluded that mortality from this disease reflects a public health problem mainly in the states of Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná and Santa Catarina as they have high mortality rates from colorectal cancer, suggesting the importance of prevention, screening and screening programs and policies, early diagnosis and treatment in the Center-West/Southeast/South axis and contributing to the epidemiological scenario of cancer in Brazil.

Keywords: colorectal cancer; mortality; spatial analysis; interrupted time series analysis; ecological studies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Incidência do câncer colorretal no mundo	17
Figura 2-	Número de óbitos por câncer colorretal no mundo	17
Quadro 1-	Registros de câncer de base populacional (RCBP) no Brasil, segundo estados brasileiros, 2020	22
Quadro 2-	Variáveis, Definição e Categorização	30
Figura 3-	Distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal (por 100 mil habitantes), segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019	37
Figura 4-	Distribuição do índice de Moran local (Box-Map), segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019	38
Figura 5-	Distribuição dos clusters de autocorrelação espacial segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019	39
Figura 6-	Tendência temporal da taxa de mortalidade por câncer colorretal no Brasil, suas regiões, 2010 a 2019	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Estatística descritiva dos óbitos por câncer colorretal no Brasil - período de 2010 a 2019	36
Tabela 2-	Estatística descritiva das taxas da mortalidade (por 100 mil habitantes) por câncer colorretal segundo grandes regiões, Brasil, 2010 a 2019	36
Tabela 3-	Estimativas para os modelos de <i>Joinpoint</i> de acordo com a região e para o Brasil, 2010 até 2019	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	Sociedade Americana de Câncer
ACG	Colégio Americano de Gastroenterologia
APS	Atenção Primária à Saúde
CCR	Câncer colorretal
CID	Classificação Internacional de Doenças e Estatísticas de Problemas relacionados à Saúde
DANT	Doenças e Agravos Não Transmissíveis
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DO	Declaração de óbito
GBD	Global Burden of Disease
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto per capita
PNVS	Política Nacional de Vigilância em Saúde
RCBP	Registros de Câncer de Base Populacional
RHC	Registro Hospitalar de Câncer
SIG	Sistemas de Informações Espaciais
SIM	Sistema de Informações sobre mortalidade
SUS	Sistema Único de Saúde
UF	Unidade da Federação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Aspectos gerais e epidemiológicos do câncer colorretal	15
2.2	Rastreamento, diagnóstico e tratamento do câncer colorretal	18
2.3	Vigilância em saúde pública e sistema de informação em saúde com monitoramento das neoplasias	20
2.4	Análise espacial no estudo do câncer colorretal	23
2.5	Análise temporal no estudo do câncer colorretal	25
3	JUSTIFICATIVA	27
4	OBJETIVOS	28
4.1	Objetivo geral	28
4.2	Objetivos específicos	28
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
5.1	Desenho do estudo	29
5.2	Área do estudo	29
5.3	População do estudo e período de referência	29
5.4	Fonte de dados	29
5.5	Definição de variáveis e indicadores	30
5.6	Análise dos dados	31
5.6.1	<i>Análise descritiva</i>	31
5.6.2	<i>Análise espacial</i>	31
5.6.3	<i>Análise temporal</i>	33
6	ASPECTOS ÉTICOS	35
7	RESULTADOS	36
7.1	Análise descritiva da mortalidade	36
7.2	Distribuição espacial das taxas de mortalidade por câncer colorretal	37
7.3	Distribuição temporal das taxas de mortalidade por câncer colorretal	40
8	DISCUSSÃO	43
9	CONCLUSÃO	50

REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A - ARTIGO	64
ANEXO A - DECLARAÇÃO DE ÓBITO	79

1 INTRODUÇÃO

O câncer colorretal abrange os tumores do intestino grosso (cólon), reto e ânus (Bray *et al.*, 2018). É o terceiro mais incidente e a segunda causa de mortalidade por câncer em todo o mundo (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 2020). Responsável por mais de 1,9 milhão de casos com uma estimativa de 935.000 mortes no mundo em 2020 (Sung *et al.*, 2021).

No mundo, a incidência de câncer colorretal aumentou 1,27% anualmente de 2001 a 2012 e 3,00% anualmente de 2012 a 2017 (Rajesh *et al.*, 2022). Entre 2005 e 2015, o número de casos de câncer colorretal apresentou um crescimento de 36,5% mundialmente (Fitzmaurice *et al.*, 2017).

O Brasil está entre os 10 principais países que apresentaram maior número de casos de câncer colorretal em 2020 (Xi; Xu, 2021). Neste mesmo ano, ocorreram 20.245 óbitos por câncer colorretal no Brasil, com 9,55 mortes por 100 mil homens e 9,57 óbitos por 100 mil mulheres (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2020). Com estimativa de 97,229 novos casos de câncer colorretal e 48,749 mortes em 2040 para ambos os sexos no Brasil (Xi; Xu, 2021).

O aumento do número de casos e de mortalidade por câncer colorretal no país é decorrente das diferentes fases de transição demográfica, epidemiológica e nutricional que cada região possui (Oliveira *et al.*, 2018). Essas diferentes características sociodemográficas repercutem na saúde pública e demandam estratégias personalizadas para cada local (Palmeira *et al.*, 2020).

No período de 1996 a 2012 houve aumento nas taxas de mortalidade padronizadas por câncer colorretal em todos os estados do Brasil para o sexo masculino e em 21 estados para o sexo feminino (Oliveira *et al.*, 2018). No período de 1996 a 2015 no Brasil houve aumento das tendências lineares das taxas de mortalidade em ambos os sexos, sendo maiores para homens do que para mulheres, 7,3% ao ano ($R^2=0,95$; $P<0,001$) e 6,5% ao ano ($R^2=0,87$; $P<0,001$) respectivamente (Dutra; Parreira; Guimarães, 2018).

Em relação à tendência temporal de 2012 a 2016, o sexo feminino, a faixa etária de 70 anos, população branca, baixa escolaridade e indivíduos casados ficaram na faixa principal dos acometidos pelo câncer colorretal no Brasil (Marques *et al.*, 2019). No período de 2008 a 2019 houve aumento da mortalidade em mulheres

brasileiras de diferentes regiões, em razão das desigualdades nos padrões socioeconômicos, políticos e culturais (Dobiesz *et al.*, 2022).

As diferenças socioeconômicas podem estar relacionadas com o surgimento do câncer colorretal de acordo com as características regionais e populacionais (Yang *et al.*, 2020). E alguns fatores são preditivos para esse surgimento, incluindo exposição a fatores de risco, variações demográficas, suscetibilidade genética, prognóstico e na resposta ao tratamento (Baidoun *et al.*, 2021).

O câncer colorretal pode ser prevenido evitando os fatores de risco modificáveis e, por meio da detecção precoce de pólipos, as mortes podem ser evitadas (GLOBAL BURDEN OF DISEASE, 2022). O diagnóstico precoce do câncer colorretal pode prevenir até 90% da mortalidade (Tepus; Yau, 2020).

No Brasil há recomendações de uma abordagem individualizada para as situações de risco elevado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). Contudo, não é disponibilizado procedimento de rastreamento para pacientes assintomáticos no Sistema Único de Saúde - SUS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Espera-se, com isso, que haja uma sobrecarga na saúde pública da população brasileira com o aumento da incidência dessa neoplasia no futuro (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2020). E a alocação apropriada de recursos para prevenção do câncer colorretal, diagnóstico precoce e cuidados curativos e paliativos torna-se de suma importância para a saúde pública (Fitzmaurice *et al.*, 2017).

Sendo assim, analisar a distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal, identificando padrões espaciais, tendências e diferenças entre as áreas, pode trazer conhecimentos para os profissionais de saúde, a sociedade e os representantes do governo. E a comparação das tendências temporais entre as diferentes regiões do Brasil pode fornecer informações para o planejamento de estratégias, programas e políticas de saúde (Bigoni *et al.*, 2019).

Surge então a necessidade de obter uma investigação espacial e da tendência histórica da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, nos direcionando para o seguinte questionamento: Qual a tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, no período de 2010 a 2019?

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais e epidemiológicos do câncer colorretal

O câncer colorretal é uma neoplasia que abrange os tumores que se iniciam no intestino grosso (chamada cólon), junção retossigmóide (entre o cólon sigmoide e reto), no reto, e ânus (Luo, 2022). Também conhecido como adenocarcinoma colorretal, o câncer colorretal geralmente emerge das células glandulares epiteliais do intestino grosso (Rawla *et al.*, 2019).

Este tipo de câncer tem sua origem na mucosa da parede intestinal, em grande parte como pólipos (Mirza-Aghazadeh-Attari *et al.*, 2018). Os pólipos são lesões benignas que crescem na parede do intestino, podendo sofrer erosões e apresentar pequenos sangramentos que podem ser identificados nas fezes por meio de exames laboratoriais (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2021).

Os pólipos do cólon são subdivididos em lesões neoplásicas e não neoplásicas (Sninsky *et al.*, 2022). De caráter multifatorial, sendo consequência de fatores genéticos, ambientais e de hábitos de vida (Vanegas Moreno *et al.*, 2020). Está associada a um conjunto de fatores internos e externos, com os fatores genéticos como principal causa de adquirir câncer colorretal, seguido de estilos de vida com a dieta, o consumo de tabaco e álcool (Vanegas Moreno *et al.*, 2020).

A classificação do risco de desenvolvimento desta neoplasia leva em consideração fatores epidemiológicos e de biologia molecular (De-Souza; Costa-Casagrande, 2018). O câncer colorretal pode se iniciar de forma esporádica e em grande parte atribuível aos fatores de risco ambientais modificáveis que caracterizam a ocidentalização (Keum; Giovannucci, 2019).

Os casos e mortes podem ser atribuíveis a fatores de risco modificáveis como o tabagismo, dieta pouco saudável, alcoolismo, sedentarismo e obesidade (Islami *et al.*, 2018). Os fatores de risco não modificáveis são: fatores genéticos, história pessoal de pólipos ou adenoma, história familiar de câncer colorretal ou risco hereditário (GLOBAL BURDEN OF DISEASE, 2022).

Os principais fatores relacionados ao maior risco de desenvolver este tipo de câncer são: consumo excessivo de álcool, alto consumo de carne vermelha ou processada, baixa ingestão de cálcio e fibras, obesidade, diabetes, sedentarismo e

tabagismo (GLOBAL BURDEN OF DISEASE, 2019). O estilo de vida e uma dieta que contribue para o excesso de peso estão ligados ao aumento do câncer colorretal via disfunção metabólica, inflamação, estresse oxidativo, disbiose bacteriana e quebra da integridade da barreira intestinal (Murphy *et al.*, 2019).

Evitar estes fatores de risco e ingerir certos suplementos e medicamentos são os mais promissores para prevenção do câncer colorretal (Rawla *et al.*, 2019). Programas de promoção de comportamentos mais saudáveis, como redução do consumo de álcool, redução do tabagismo e aumento da atividade física são recomendados para reduzir o risco de câncer colorretal (Motsuku *et al.*, 2021).

Existem também fatores de origem hereditária que incluem histórico familiar de câncer colorretal que aumentam o risco com a presença de polipose e sem polipose, e doença inflamatória intestinal (Vanegas Moreno *et al.*, 2020). Além disso, microbioma intestinal, idade, sexo, raça e status socioeconômico são conhecidos por influenciar o risco de câncer colorretal (Sawicki *et al.*, 2021).

O câncer colorretal é o terceiro câncer mais comum e a segunda principal causa de morte relacionada ao câncer no mundo (Xi; Xu, 2021). É considerado uma das principais causas de morbidade e mortalidade por câncer em todo o mundo (Bray *et al.*, 2018).

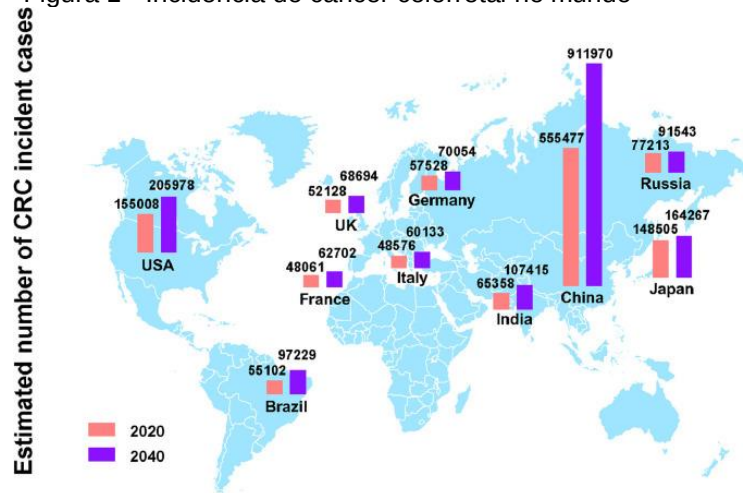
A incidência e as taxas de mortalidade por câncer colorretal vêm apresentando uma tendência global de crescimento nas regiões urbanas desenvolvidas ou em desenvolvimento (Bray *et al.*, 2018). Com um número estimado em mais de 1,9 milhões de novos casos e 0,9 milhões de mortes em 2020 (Xi; Xu, 2021).

As taxas de incidência de câncer colorretal em países com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) muito alto são cerca de quatro vezes maiores que em países com IDH baixo (Xi; Xu, 2021). O IDH tem sido a métrica mais frequentemente utilizada em estudos epidemiológicos por ser atualmente um dos principais pontos do relatório para o desenvolvimento humano (Araújo *et al.*, 2022).

Os fatores de desenvolvimento humano podem ser importantes para avaliar a variação na mortalidade por câncer colorretal no mundo (Muzi *et al.*, 2023). Esta relação entre os fatores de desenvolvimento humano e o câncer colorretal é influenciada por fatores de risco significativos como o sedentarismo, o consumo de alimentos processados e o acesso ao diagnóstico precoce, que estão associados ao desenvolvimento dos países (Rawla *et al.*, 2019).

Alguns países desenvolvidos e subdesenvolvidos como a China, Estados Unidos, Japão, Federação Russa, Índia, Alemanha, Brasil, Reino Unido, Itália e França estão entre os 10 principais países com maior incidência de casos de câncer colorretal em 2020 conforme observado na Figura 1 (Xi; Xu, 2021). A China e os Estados Unidos têm o maior número estimado de novos casos de câncer colorretal em 2020, já o Japão tem uma estimativa de 148.500 novos casos e 60.000 mortes de câncer colorretal em 2020 (Xi; Xu, 2021).

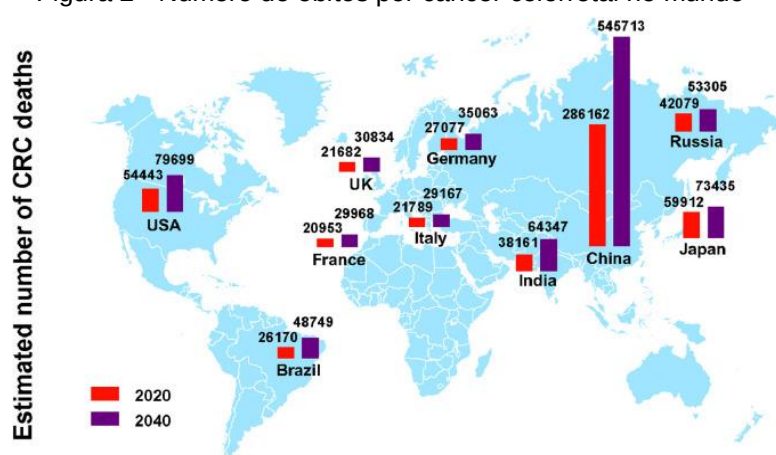
Figura 1 - Incidência do câncer colorretal no mundo



Fonte: Xi; Xu (2021).

Nos Estados Unidos, as taxas de mortalidade por câncer colorretal estiveram em declínio a longo prazo até 2017 (Xi; Xu, 2021). Em 2020, houve 54.443 números de óbito por câncer colorretal estimados neste país, e o número chegará a 79.699 em 2040 conforme a Figura 2 (Xi; Xu, 2021).

Figura 2 - Número de óbitos por câncer colorretal no mundo



Fonte: Xi; Xu (2021).

China, Europa e América do Norte são responsáveis por mais da metade dos novos casos de câncer colorretal e mortes associadas globalmente (Li *et al.*, 2021). As mortes por câncer de cólon e reto podem aumentar em até 60% e 71,5%, respectivamente, até 2025, devido ao crescimento populacional e ao envelhecimento (Araghi *et al.*, 2019).

2.2 Rastreamento, diagnóstico e tratamento do câncer colorretal

Quando detectado precocemente, o pólipó pode ser curável pois apresenta-se frequentemente como forma benigna (Felisberto *et al.*, 2021). A adoção mais ampla do programa de triagem e potenciais estratégias preventivas e de diagnóstico precoce devem se tornar prioridade para o controle do câncer colorretal (Karuppannan *et al.*, 2020).

Organizações mundiais, incluindo a Sociedade Americana de Câncer (ACS) e o Colégio Americano de Gastroenterologia (ACG), emitiram diretrizes sobre o rastreamento do câncer colorretal deve ser iniciado em adultos de risco médio de 50 a 75 anos (US PREVENTIVE SERVICES TASK FORCE, 2021). A Organização Mundial de Saúde (OMS) indica o diagnóstico precoce e o rastreamento com sangue oculto de fezes para homens e mulheres de mais de 50 anos, em países que tenham capacidade de realizar confirmação diagnóstica, referência e tratamento (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2021).

O câncer colorretal vêm apresentando tendência crescente em idades mais jovens (antes dos 50 anos) (Keum; Giovannucci, 2019). E a Sociedade Americana de Câncer antecipou o rastreamento para pacientes a partir dos 45 anos (Wolf *et al.*, 2018). A expressividade do câncer colorretal aumenta aos 50 anos e o rastreamento de lesões precoces deve iniciar cinco anos antes (Girardon; Jacobi; Moraes, 2022).

O Ministério da Saúde brasileiro recomenda o rastreamento do câncer colorretal na população com 50 a 75 anos de idade a partir do exame de sangue oculto nas fezes ou colonoscopias (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). A colonoscopia é considerada diagnóstica e terapêutica e é o método mais efetivo para investigação de pólipos e neoplasias colorretais (Guinhazi *et al.*, 2019).

A retirada desses pólipos, por meio de polipectomias, permite reduzir a incidência do câncer colorretal (Guinhazi *et al.*, 2019). Contudo, há uma baixa prevalência quanto a realização desse exame na população a partir dos 60 anos no Brasil (Oliveira *et al.*, 2018).

Esse rastreamento destina-se ao diagnóstico precoce e ao tratamento de lesões em estágios iniciais, o que permite a redução de gastos ao sistema de saúde, uma vez que o tratamento de pacientes com doença avançada é muito mais oneroso (Girardon; Jacobi; Moraes, 2022). O câncer colorretal é um desafio global da saúde pública em termos de morbidade, mortalidade com a utilização de serviços de saúde incluindo custos médicos cada vez mais altos (Ciardiello *et al.*, 2022).

Para reduzir a incidência e mortalidade do câncer colorretal, os sistemas regionais de saúde devem investir na prevenção primária (ou seja, estilo de vida) e secundária (com programas de triagem) (Zorzi *et al.*, 2019). A adoção mais ampla do programa de triagem e potenciais estratégias preventivas e de diagnóstico precoce devem se tornar essenciais para o controle do câncer colorretal (Karuppannan *et al.*, 2020).

É imprescindível que sejam realizadas campanhas de conscientização sobre este câncer para a população, destacando a importância do diagnóstico precoce e de ter um estilo de vida saudável (Mota *et al.*, 2021). No Brasil, existem estratégias de rastreamento e detecção precoce que buscam organizar a rede assistencial quanto à prevenção, a descoberta e ao tratamento oportuno os quais contribuem para a redução da mortalidade por câncer colorretal (Oliveira *et al.*, 2018).

A implantação de técnicas de última geração e estratégias de triagem precisas e adaptadas ao risco, incorporando modelos eficazes de previsão de risco e técnicas de triagem, podem aumentar a eficácia da triagem (Li *et al.*, 2021). Os benefícios da triagem só podem ser totalmente alcançados quando é realizado o acompanhamento de resultados anormais (US PREVENTIVE SERVICES TASK FORCE, 2021).

Os pólipos podem ser identificados pela pesquisa de sangue oculto nas fezes, pela retossigmoidoscopia rígida, retossigmoidoscopia flexível e a colonoscopia (Berg *et al.*, 2018). O teste de sangue oculto nas fezes não é muito eficaz para definir o diagnóstico de câncer colorretal e, para compreender a origem do sangramento, é necessária a realização de exames complementares (Guinhazi *et al.*, 2019).

A colonoscopia é o exame mais efetivo para o rastreamento pois permite a examinação de todo o cólon e reto com a retirada de pólipos, sendo recomendado

apenas para pacientes com critérios de alto risco (Ibáñez-Sanz, 2021). Por meio de polipectomias este exame permite reduzir a incidência do câncer colorretal (Guinhazi *et al.*, 2019).

As estratégias terapêuticas adotadas diante de um câncer colorretal podem seguir meios conservadores e cirúrgicos, escolhendo o método de acordo com o estadiamento e o tipo do câncer (Li *et al.*, 2021). Há outras opções de tratamento, como: a excisão endoscópica e cirúrgica, radioterapia, imunoterapia, quimioterapia paliativa, terapia direcionada, cirurgia extensa e terapias ablativas (Xi; Xu, 2021).

A cirurgia é considerada a base do tratamento com potencial curativo, podendo ser associada a terapias neoadjuvantes e/ou adjuvantes, como quimioterapia e radioterapia (Park *et al.*, 2021). O tratamento cirúrgico objetiva a ressecção do tumor, com margens livres e linfadenectomia podendo ser realizado através de laparoscopia ou cirurgia aberta (Menegozzo *et al.*, 2019).

O câncer colorretal deve ser avaliado como uma doença possível de ser combatida pois os avanços tecnológicos e científicos contribuem para a construção de medidas preventivas e terapêuticas cada vez mais eficazes (Felisberto *et al.*, 2021). E o tratamento individual, por meio do reconhecimento sintomatológico, de acordo com a idade, são estratégias relevantes para a gestão do cuidado (Moura *et al.*, 2020).

2.3 Vigilância em saúde pública e sistema de informação em saúde com monitoramento das neoplasias

A vigilância em saúde pública é um instrumento para auxiliar no planejamento de ações para identificação de fatores sociais, ambientais e econômicos ligados aos problemas de saúde de uma área específica (Costa *et al.*, 2020). A vigilância é a base das respostas aos surtos e às epidemias pois permite aos profissionais da saúde mapear doenças, localizar padrões, identificar causas e elaborar intervenções exclusivas (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2023).

A construção da Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS) teve a proposta de articular e integrar todas as áreas da vigilância (epidemiológica, sanitária, ambiental e de saúde do trabalhador) em torno de um Sistema Nacional de Vigilância

em Saúde (Guimarães *et al.*, 2017). A Política Nacional de Vigilância em Saúde reflete quanto à necessidade de reorganização da vigilância em saúde na perspectiva de um sistema de saúde universal, integral e equânime (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2018).

No Brasil, a vigilância em saúde dispõe de uma ampla rede de Sistemas de Informações em Saúde (SIS) de âmbito nacional, sob a gestão do SUS (Moraes, 2014). Os SIS são instrumentos que geram informações úteis para a compreensão dos problemas e tomada de decisão por meio de dados coletados em serviços de saúde e outros locais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010). E o Ministério da Saúde é responsável pela sua gestão em base nacional (Garcia; Miranda; Sousa, 2022).

A integração do SIS visa contribuir com o aprimoramento e consolidação da gestão da vigilância em saúde, nas atividades de planejamento, monitoramento e avaliação das ações de vigilância (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Dentre os SIS mais utilizados estão o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) (Garcia; Miranda; Sousa, 2022) e os Registros de Câncer de Base Populacional (RCBP) que constituem em uma ferramenta de vigilância em saúde e monitoramento das neoplasias (Lopes-Júnior, 2021).

As estatísticas de morbidade são produzidas pelos registros de câncer, que podem ser de base populacional ou hospitalar (Latorre *et al.*, 2021). O Registro Hospitalar de Câncer (RHC) coleta todos os casos de câncer de um hospital específico, enquanto RCBP coleta informações sobre todos os casos novos de câncer de uma área geográfica definida (Latorre *et al.*, 2021).

O RCBP foi desenvolvido pela Associação Internacional de Registros de Câncer (IARC) para padronizar os métodos de coleta de dados sobre o câncer (Lopes-Júnior, 2021). Coleta informações sobre a incidência de câncer de uma área, por meio de um processo contínuo e sistemático (Latorre *et al.*, 2021).

No Brasil, os primeiros RCBP a serem criados foram os de Recife e São Paulo, seguidos por Goiânia, Belém, Fortaleza, Porto Alegre e Campinas (Latorre *et al.*, 2021). Atualmente existem 32 RCBP em atividade (sendo quatro em fase de implantação) (Quadro 1) (Latorre *et al.*, 2021).

Quadro 1 - Registros de câncer de base populacional (RCBP) no Brasil, segundo estados brasileiros, 2020

Estados	Localização	Situação
Acre	Acre	Implantação
Alagoas	Maceió	Ativo
Amapá	Amapá	Implantação
Amazonas	Manaus	Ativo
Bahia	Salvador	Ativo
Ceará	Fortaleza	Ativo
Espírito Santo	Grande Vitória	Ativo
Goiás	Goiânia	Ativo
Maranhão	São Luís	Implantação
Mato Grosso	Cuiabá	Ativo
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	Ativo
Minas Gerais	Belo Horizonte	Ativo
Minas Gerais	Poço de Caldas	Ativo
Pará	Belém	Ativo
Paraíba	João Pessoa	Ativo
Paraná	Curitiba	Ativo
Pernambuco	Recife	Ativo
Piauí	Teresina	Ativo
Rio de Janeiro	Angra dos Reis	Ativo
Rio Grande do Norte	Natal	Ativo
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	Ativo
Rondônia	Rondônia	Ativo
Roraima	Roraima	Implantação
Santa Catarina	Florianópolis	Ativo
São Paulo	Barretos	Ativo
São Paulo	Campinas	Ativo
São Paulo	Jaú	Ativo
São Paulo	Santos	Ativo
São Paulo	São Paulo	Ativo
Sergipe	Aracajú	Ativo
Tocantins	Palmas	Ativo
Distrito Federal	Distrito Federal	Ativo

Fonte: Latorre *et al.* (2021).

Os RCBP representam uma importante fonte de informações sobre a incidência do câncer no Brasil (Pereira *et al.*, 2020). Os RCBP e as informações sobre mortalidade por meio do SIM são a base para como as ações e os programas regionais e nacionais de controle ao câncer se apoiam a fim de fortalecer a vigilância do câncer (Lopes-Júnior, 2021).

O câncer está entre os principais tipos de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013). O aumento da ocorrência de DCNT nesse país tem despertado a necessidade de planejamentos em saúde que contemplem essa problemática (Malta; Moraes-Neto; Silva-Júnior, 2011).

A produção de informações do Sistema de Vigilância das DCNT pode apoiar a implementação de estratégias setoriais e intersetoriais para o Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT, assim como monitorar e avaliar os resultados periodicamente (Malta *et al.*, 2017). O Brasil possui predominância de DCNT, incluindo as neoplasias malignas, pois passou de um perfil de mortalidade de uma população jovem para um perfil de doenças complexas, típica dos países que possuem idade avançada (Lopes-Júnior, 2020).

A gestão dos dados das DCNT, por meio das avaliações em regiões diferentes do país, fornece subsídios para que se tenha uma informação confiável da qualidade dos bancos de dados nacionais (Lima *et al.*, 2009). As informações, no tempo e no espaço, geradas por instrumentos que foram desenvolvidos e/ou aperfeiçoados nas últimas décadas, colaboram para o entendimento do processo saúde-doença na população (Souza, 2018).

A análise desses dados de domínio público pode revelar achados importantes que propiciam tomadas de decisões no tempo e espaço em que operam (Machado *et al.*, 2020). Permitindo a realização de estudos descritivos e analíticos, e fornecendo informações que podem contribuir para o desenvolvimento de ações em saúde e na promoção de políticas públicas de saúde voltadas à populações mais vulneráveis (Garcia; Miranda; Sousa, 2022).

2.4 Análise espacial no estudo do câncer colorretal

A análise espacial consiste em um conjunto de métodos e técnicas voltadas para a identificação de padrões de associação espacial nos fenômenos socioeconômicos com o objetivo de compreender suas estruturas e dinâmicas no espaço (Porsse; Vale, 2020). Os mapas, gerados pela análise espacial, são reconhecidos como um meio eficaz de apresentar e comunicar dados de saúde, tais como a incidência do câncer e as taxas de mortalidade (Sahar *et al.*, 2019).

A aplicação de uma abordagem espacial permite identificar padrões e tendências relacionados a fatores de risco e saúde da população (Sahar *et al.*, 2019). Possibilita também mensurar a distribuição espacial dos serviços de saúde para alocação dos recursos de forma eficiente e eficaz (Rezende *et al.*, 2023).

Essa análise fornece informações sobre a distribuição geográfica do câncer e podem ser importantes para o avanço de programas eficazes de prevenção e controle do câncer (Sahar *et al.*, 2019). Tem sido usada para a avaliação da distribuição geográfica nos estudos sobre a incidência, mortalidade, sobrevida e estadiamento do câncer colorretal (Medeiros, 2015).

Wiese *et al.* (2020), realizaram um estudo sobre como a mobilidade residencial e disparidades geoespaciais interferem na sobrevivência ao câncer colorretal. Wang *et al.* (2020) observaram, por meio de uma análise espacial e temporal, a correlação entre a incidência do câncer de próstata entre homens brancos e negros na Pensilvânia (EUA) e o estágio do câncer no momento do diagnóstico.

A pesquisa de Halimi *et al.* (2020) demonstrou disparidades geográficas significativas na incidência do câncer colorretal ao observarem o padrão espacial da incidência do câncer colorretal na província de Hamadan (Irã), no período de 2007 a 2014. Robertson *et al.* (2023) construíram mapas coropléticos e realizaram regressão linear e espacial simples para avaliar a influência da educação e da alfabetização nas disparidades entre o câncer de pulmão e colorretal em Kentucky (EUA).

A aplicação do geoprocessamento nos estudos sobre DCNT apresenta-se como uma forma útil de detecção de padrões espaciais e temporais de incidência e de mortalidade sobre o câncer (Friestino, 2016). O Geoprocessamento é a área do conhecimento que envolve um conjunto de metodologias e (Geo)tecnologias voltadas para aquisição, armazenamento, processamento e representação de dados e informações espaciais (Cardoso *et al.*, 2020).

Em destaque, o Sistema de Informações Espaciais (SIG) que permite o armazenamento e organização de dados espaciais, busca por informações, análises espaciais e geoestatísticas, bem como construção de cenários e outros (Cardoso *et al.*, 2020). A ciência SIG, juntamente com a sua aplicação específica da saúde na epidemiologia espacial do câncer, incorpora múltiplas perspectivas geográficas relativas ao indivíduo, à infraestrutura de cuidados de saúde e ao ambiente (Sahar *et al.*, 2019).

O SIG é um dos instrumentos eficazes para investigar e compreender a epidemiologia e diversidade do câncer em todo o mundo (Fathi *et al.*, 2023). Firouraghi *et al.* (2020) realizaram uma análise espacial, por meio do SIG, sobre o impacto dos fatores de risco nutricionais e a variação espacial do risco de câncer colorretal na cidade de Mashhad (Irã), entre 2016 e 2017.

Modelos clássicos de análise espacial, construídos com base no conceito de distância/tempo, podem ajudar a aprimorar a distribuição dos serviços, sendo um dos fatores preponderantes para o planejamento estratégico (Cirino *et al.*, 2016). Permite também aos investigadores aplicar uma abordagem espacial à epidemiologia para identificar padrões geográficos e testar hipóteses geográficas, postular sobre a saúde de uma comunidade, concentrar as ações em saúde pública e escolher intervenções de prevenção adequadas (Sahar *et al.*, 2019).

2.5 Análise temporal no estudo do câncer colorretal

A técnica de análise de séries temporais constroem modelos para as séries de dados (Morettin; Toloi, 2004). A análise é feita no domínio do tempo e os modelos podem ser paramétricos e não-paramétricos (Morettin; Toloi, 2004).

A análise dessas séries surge de conhecimentos sobre a movimentação das medidas de interesse em saúde, prever resultados e reconhece fatores que interferem sobre eles (Antunes; Cardoso, 2015). E organizam no tempo as informações quantitativas (Antunes; Cardoso, 2015).

Esse tipo de séries podem apresentar tendência crescente, decrescente ou estacionária, e até tendências diferentes em trechos sequenciais (Antunes; Cardoso, 2015). A ordem dos dados é crucial, diferente por exemplo dos modelos de regressão que a ordem das observações é irrelevante para a análise (Morettin; Toloi, 2004).

A análise de regressão *Joinpoint* proporciona o ajuste de uma série de linhas, bem como de seus pontos de inflexão em uma escala logarítmica por meio do teste de tendências anuais (Souza *et al.*, 2018). Esta técnica utiliza o método quantil empírico para construção de intervalos de confiança para os parâmetros de inclinação e a localização dos pontos de inflexão (Kim *et al.*, 2022).

Desde o lançamento da versão 1.0 em 1998, o software *Joinpoint*, desenvolvido para análise de tendências de câncer por uma equipe do Instituto

Nacional do Câncer dos EUA, se tornou um dos softwares mais utilizados para análise de tendências (Kim *et al.*, 2022). A análise da tendência com o uso dos modelos de regressão possibilita o ajuste de dados de uma série a partir do número mínimo de *Joinpoints* e testa se a inclusão de um ou mais pontos é significativa (Bacurau *et al.*, 2019).

No estudo ecológico de séries temporais da incidência do câncer colorretal, considerou os casos diagnosticados de 2000 a 2016 em residentes da Grande Cuiabá, em Mato Grosso com análise da tendência temporal da incidência, empregando-se a regressão por *Joinpoint* (Caló *et al.*, 2022). Carvalho *et al.* (2022), em seu estudo ecológico de série temporal das taxas ajustadas de mortalidade pelo câncer colorretal de residentes de Mato Grosso, analisou a tendência temporal da mortalidade por câncer colorretal segundo sexo e faixa etária, em Mato Grosso, Brasil, de 2000 a 2019.

Dobiesz *et al.* (2022) observaram as taxas de mortalidade por câncer colorretal em mulheres brasileiras, em um estudo ecológico de séries temporais, no período de 2008 a 2019, utilizando o modelo de regressão polinomial para análise de tendência. Morais e Novaes (2023), realizaram um estudo ecológico, tendo como unidades de observação 92 municípios do estado do Rio de Janeiro, e empregarem indicadores sociais e demográficos no período de 2015 a 2019, a fim de observar as taxas de mortalidade por câncer colorretal.

Lui *et al.* (2019) usaram a regressão *Joinpoint* para medir as tendências da incidência do câncer colorretal e para estimar a variação percentual anual em vários países do mundo. Um estudo descritivo com análise de regressão *Joinpoint* e modelo idade-período-coorte foi implementado para verificar as tendências da mortalidade por câncer colorretal entre diferentes grupos etários na China (Liu *et al.*, 2019).

Hu *et al.* (2023) adotaram um modelo linear e um modelo de regressão *Joinpoint* para calcular a variação percentual anual estimada das tendências da carga global do câncer colorretal, o efeito da idade, período e coorte de nascimento, em 204 países e territórios do Global Burden of Disease (GBD) 2019, entre 1990 a 2019. Kim *et al.* (2021) desenvolveram um modelo de *Joinpoint* baseado em algoritmo genético para detecção ideal de *Joinpoint*, demonstrada pela aplicação dos dados sobre a incidência de câncer colorretal do programa de Vigilância, Epidemiologia e Resultados Finais do Instituto Nacional do Câncer, nos Estados Unidos de 1975 a 2016.

3 JUSTIFICATIVA

O conhecimento sobre a mortalidade por câncer colorretal pode oferecer o perfil sociodemográfico e fornecer dados da situação epidemiológica do câncer em nível local. A fim de servir para o direcionamento de estratégias para políticas públicas de saúde, diagnóstico precoce e redução da mortalidade.

Sendo assim, pelo fato do câncer colorretal ser uma doença de importância mundial, é fundamental que estudos epidemiológicos sejam realizados para melhor compreensão dessa enfermidade. E, como o Brasil possui aumento crescente das taxas de mortalidade por câncer, esses estudos são fundamentais para o controle dessa doença em cada Unidade Federativa (UF).

Dessa forma, o estudo da mortalidade por câncer colorretal justifica-se pela alta incidência e mortalidade deste tipo de neoplasia no mundo e no Brasil. O Brasil está entre os dez países com maior incidência e mortalidade por câncer colorretal no mundo e conhecer a temporalidade da mortalidade por câncer colorretal em cada região/estado do Brasil, fornecerá subsídios para a implantação de ações e consequente redução da carga da doença.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Analisar a tendência espacial e temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil no período de 2010 a 2019.

4.2 Objetivos específicos

Avaliar a distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal no Brasil no período de 2010 a 2019 nas regiões e Unidades Federativas brasileiras;

Verificar a tendência temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil no período de 2010 a 2019.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo ecológico misto, sobre a tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal de residentes do Brasil, utilizando como unidades de análises espaciais as regiões e Unidades Federativas brasileiras, e como unidades de análises temporais os anos de estudo.

5.2 Área do estudo

As unidades de análise selecionadas para este estudo foram as grandes regiões e Unidades Federativas brasileiras.

5.3 População do estudo e período de referência

A população do estudo foi composta por todos os óbitos por câncer colorretal de residentes no Brasil, identificados com os códigos C18, C19, C20 e C21 de acordo com as regras da décima revisão da Classificação Internacional de Doenças e Estatísticas de Problemas relacionados à Saúde (OMS, CID-10), ocorridos no período de 2010 a 2019, e registrados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM).

5.4 Fonte dos dados

Os dados de mortalidade por câncer colorretal foram extraídos do SIM, e disponibilizado no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

O documento de coleta dos dados do sistema é a Declaração de Óbito (DO), padronizada em todo o território nacional (Anexo A) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022).

As informações utilizadas pela plataforma do SIM foram: Região; Região/Unidade de Federação; óbitos por residência; os códigos C18, C19, C20 e C21 (CID-10); ano 2010 a 2019. Para tanto, os programas TABNET E TABWIN foram utilizados para consulta dos dados (DATASUS, 2023) que ocorreram em 18 de dezembro.

Os dados referentes à população total do Brasil utilizados nesse estudo foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com ano de 2010 extraído das informações demográficas do Censo 2000-2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022). A data de acesso à base foi em 18 de dezembro de 2022.

Para a construção dos mapas foram utilizados os *shapefiles* obtidos pelo pacote geobr versão 1.7.0 (Pereira; Gonçalves, 2022), os quais são obtidos diretamente do site do IBGE.

5.5 Definição de variáveis e indicadores

Para a identificação dos óbitos por câncer colorretal, foram considerados os seguintes códigos para a causa básica: C-18 (neoplasia maligna do cólon), C-19 (neoplasia da junção retossigmoide), C-20 (neoplasia maligna do reto) e C-21 (neoplasia maligna do ânus) da CID-10, como proposto pelo GLOBOCAN (Sung *et al.*, 2021).

Os dados da mortalidade foram extraídos do SIM e analisadas as variáveis: local de residência, região e ano de ocorrência (Quadro 2).

Quadro 2 - Variáveis, Definição e Categorização

Variáveis	Definição	Categorização
Local de Residência	Unidade de federação que ocorreu o óbito	Unidades de federação do Brasil
Região	Região que ocorreu o óbito	Norte, Nordeste, Sul, Sudoeste, Centro-Oeste
Ano de Ocorrência	Ano que ocorreu o óbito	2010 a 2019

Fonte: A autora (2023).

Na construção dos indicadores, a primeira medida calculada foi a taxa bruta de mortalidade por câncer colorretal, por região e por Unidade federativa, estimada através da razão do número de óbitos por residência pela população do censo ou a população estimada em cada ano, e multiplicado por 100.000 habitantes, segundo a fórmula abaixo:

$$\text{Taxa de mortalidade por CCR} = \frac{\text{Nº de óbitos}}{\text{população}} \times 100.000 \text{ habitantes}$$

Foi utilizado a taxa bruta de mortalidade por ser uma média ponderada das taxas específicas de mortalidade.

5.6 Análise dos dados

5.6.1 Análise descritiva

A análise exploratória dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva com análise de frequências absolutas e relativas, média, desvio padrão e variação percentual relativa sobre a mortalidade do câncer colorretal ao longo do período analisado.

Para o cálculo da variação percentual relativa ($\Delta\%$), foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\Delta\% = \frac{(\text{taxa mortalidade 2019} - \text{taxa de mortalidade 2010})}{\text{taxa de mortalidade 2010}} \times 100$$

Foi calculado também o coeficiente de determinação simples (R^2) e o ajustado (R^2 ajustado), que consiste em uma medida de associação entre a variável dependente e as variáveis explicativas, assumindo valores entre 0 e 1; logo, quanto mais próximo de 1 estiver o R^2 , maior a proporção da variação total explicada pelo modelo. E o teste estatístico F foi utilizado para testar hipóteses, sendo aceito um nível de significância de $p \leq 0,05$.

5.6.2 Análise espacial

Para a análise espacial, o total de óbitos utilizados foi o somatório dos anos

de 2010 até 2019, enquanto para a população foi feita a média para os anos de 2010 até 2019. Tal procedimento buscou reduzir as flutuações aleatórias que pudessem ocorrer. A unidade de observação desta análise foi a Unidade de Federação (UF).

Para análise espacial foi feito o cálculo do índice de Moran global e local. Para tal, computou-se a matriz de vizinhanças por meio do método QUEEN. Foram elaborados mapas com a distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal, onde a taxa foi discretizada pelo método dos quintis.

O índice de Moran global foi aplicado sobre os dados da mortalidade por câncer colorretal para analisar a existência de estruturas de autocorrelação espacial dos dados (se agrupados) ou não autocorrelacionados (se aleatórios ou dispersos).

Para o cálculo da média global de autocorrelação espacial, com o índice de Moran global, foi utilizado a seguinte equação (Almeida, 2012):

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Em que,

I = índice global de Moran

n = número total de regiões

w_{ij} = peso espacial, na matriz de vizinhança, da variável na localização i em relação à localização j

z = valores da variável de interesse padronizada, onde z_i é igual à medida de autocovariância na forma de produto cruzado $(y_i - \bar{y})$, onde y_i representa o valor da variável na localização i , e $\bar{y}$ a média da variável.

Dada a existência de autocorrelação espacial no Índice de Moran Global, foi calculado o Índice de Moran Local. O índice de Moran local foi empregado para mapear as estruturas locais de autocorrelação (*clusters*) das taxas de mortalidade por câncer colorretal. Para tanto, utilizou-se os resultados do Indicador de Associação Espacial Local (LISA) para identificação de *clusters*, que são agrupamentos com valores de atributo similares que podem ser calculados pela equação (Almeida, 2012):

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}$$

Em que,

w_{ij} : valor na matriz de proximidade para região i com a região j em função da distância;

y_i e y_j : são os valores dos atributos considerados nas áreas i e j ;

n : o número de áreas (polígonos).

O LISA evidência quais estimativas sofrem impacto dos vizinhos de forma significativa do ponto de vista estatístico, enquanto o diagrama de espalhamento de Moran (Box Map) informa como as estimativas são afetadas por seus vizinhos. Sendo assim, buscou-se identificar conglomerados de municípios, oriundos do Box Map.

No Box Map/LISA, os resultados para cada UF são classificados da seguinte forma: Alto-Alto, uma UF que tenha valor alto para a taxa, aumenta o valor da média de seus vizinhos; Alto-Baixo, uma UF de valor alto para a taxa, diminui o valor da média de seus vizinhos; Baixo-Alto, uma UF com taxa de valor baixo aumenta o valor da média de seus vizinhos; Baixo-Baixo, uma UF com taxa de valor baixo diminui o valor da média de seus vizinhos.

Todos os cálculos foram feitos a partir da linguagem de programação R versão 4.0.1.

5.6.3 *Análise temporal*

A tendência temporal foi avaliada por meio da evolução das taxas de mortalidade por câncer colorretal nos anos de estudo, no Brasil e nas cinco regiões.

A metodologia empregada para análise de tendência temporal foi o Modelo de Regressão *Joinpoint* para verificar mudanças de tendência nas séries temporais (Kim *et al.*, 2021) de cada região do país. Com isso, objetiva-se encontrar pontos numa série em que haja mudanças de tendência significativos (Rea *et al.*, 2017).

O modelo de regressão *Joinpoint* é um método para examinar pontos importantes e o número de mudanças durante um longo período de tempo na população e tendências de saúde (Khaleghi *et al.*, 2022). Identifica a tendência do indicador (estacionária, crescente ou decrescente) como também pontos em que há modificação nessa tendência (Souza; Luna; Magalhães, 2019).

Para a análise de tendências buscou-se identificar a equação de regressão que melhor descreveu a relação existente entre a variável independente (ano) e a variável dependente (taxa de mortalidade por câncer colorretal). As tendências foram

consideradas estatisticamente significativas quando os modelos apresentassem valor $p < 0,05$, maior coeficiente de determinação (R^2), e o teste F para significância global.

Para a análise de regressão *Joinpoint*, foi utilizada a linguagem de programação R versão 4.0.0 e o pacote *segmented* versão 1.6-1 (Muggeo, 2008).

6 ASPECTOS ÉTICOS

Conforme a Resolução 674, de 6 de maio de 2022, do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa, são dispensadas de apreciação, pelo Sistema CEP/CONEP, as pesquisas que utilizem informações de domínio público.

Sendo assim, este trabalho não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa local, visto que todas as análises foram feitas a partir de banco de dados de um domínio público com informações agregadas que não possibilitaram a identificação individual.

7 RESULTADOS

7.1 Análise descritiva da mortalidade

Durante o período estudado o Brasil registrou um total de 167.164 óbitos por câncer colorretal, com a Região Sudeste concentrando a maior parte dos óbitos 55,4% (n=92.623). A tabela 1 apresenta as medidas estatísticas da distribuição da mortalidade por câncer colorretal no Brasil no período de 2010 a 2019.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos óbitos por câncer colorretal no Brasil - período de 2010 a 2019

Estatísticas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Frequência Absoluta	133.44	140.17	146.15	154.15	163.26	166.97	176.99	188.67	196.06	205.78
Frequência Relativa	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
Média	2668,8	2803,4	2923	3083	3265,2	3339,4	3539,8	3773,4	3921,2	4115,6
Desvio Padrão	2951,5	3019,2	3134,9	3254,8	3491,5	3445,3	3648,7	3786,1	3967,1	4222,0

Fonte: A autora (2023).

A taxa média de mortalidade por câncer colorretal no Brasil foi de 8,26 por 100 mil habitantes com desvio padrão ($\pm$ DP) de $\pm 0,938$. Quando se observou por região, os resultados mais relevantes de taxa média foram nas regiões Sul com 11,6 ($\pm 1,07$) e Sudeste 10,9 ($\pm 1,06$), com maior variação percentual na região Norte (79,10), conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Estatística descritiva das taxas da mortalidade (por 100 mil habitantes) por câncer colorretal segundo grandes regiões, Brasil, 2010 a 2019

Região/Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Média	DP	$\Delta\%$
Brasil	7,00	7,29	7,53	7,67	8,05	8,17	8,59	9,09	9,40	9,79	8,26	0,94	39,86
Norte	2,11	2,37	2,28	2,74	2,92	2,96	3,57	3,74	4,01	3,78	3,05	0,69	79,10
Nordeste	3,29	3,58	3,85	4,02	4,21	4,54	4,73	5,13	5,45	5,58	4,44	0,78	69,90
Sudeste	9,57	9,78	10,08	10,16	10,82	10,69	11,25	11,70	12,15	12,78	10,90	1,06	33,58
Sul	10,02	10,53	10,88	11,01	11,13	11,44	12,04	12,69	12,80	13,28	11,58	1,07	32,46
Centro-Oeste	5,94	6,30	6,45	6,34	6,71	7,14	7,09	8,31	8,22	8,74	7,12	0,98	47,20

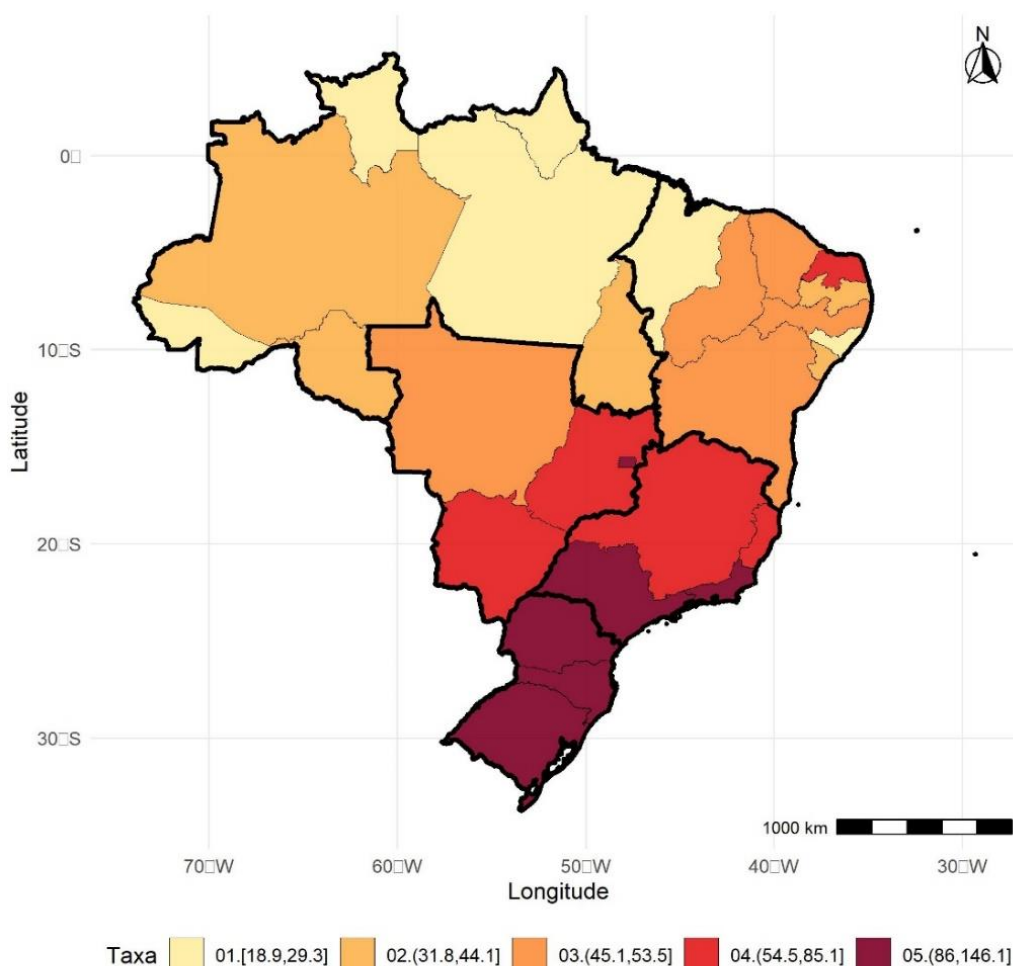
Média= taxa média de mortalidade; DP= desvio padrão; $\Delta\%$ = variação percentual relativa das taxas de mortalidade por CCR (2010-2019)

Fonte: A autora (2023).

7.2 Distribuição espacial das taxas de mortalidade por câncer colorretal

A figura 3 apresenta a distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal por 100 mil habitantes. As UFs que concentraram as maiores taxas de mortalidade foram: Rio Grande do Sul (146,1), Rio de Janeiro (130,8), São Paulo (119,3), Paraná (102,5) e Santa Catarina (88,8). Já as UF com menores taxas de mortalidade foram: Amapá (18,9), Acre (24,2), Maranhão (25,7), Roraima (27,9) e Alagoas (27,9).

Figura 3 - Distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal (por 100 mil habitantes), segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019

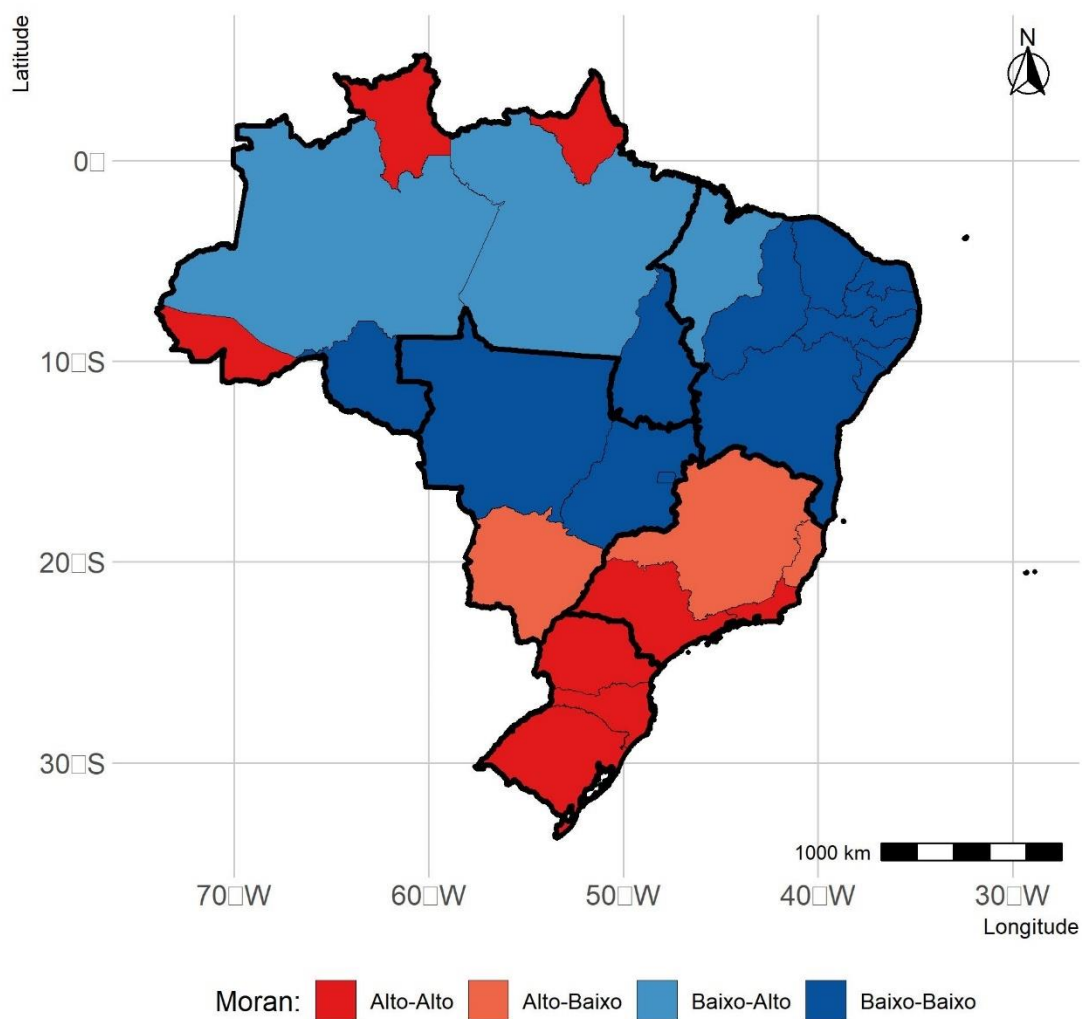


Fonte: A autora (2023).

O índice de Moran global foi de 0,66 ($< 0,001$). A partir da análise do Box-Map (figura 4), foi possível identificar que na região Sul/Sudeste as estimativas de Moran local são do tipo Alto-Alto. Na região Centro-Oeste/Nordeste, encontram-se mais

estimativas de Moran do tipo Baixo-Baixo e na região Norte não se pode identificar um padrão.

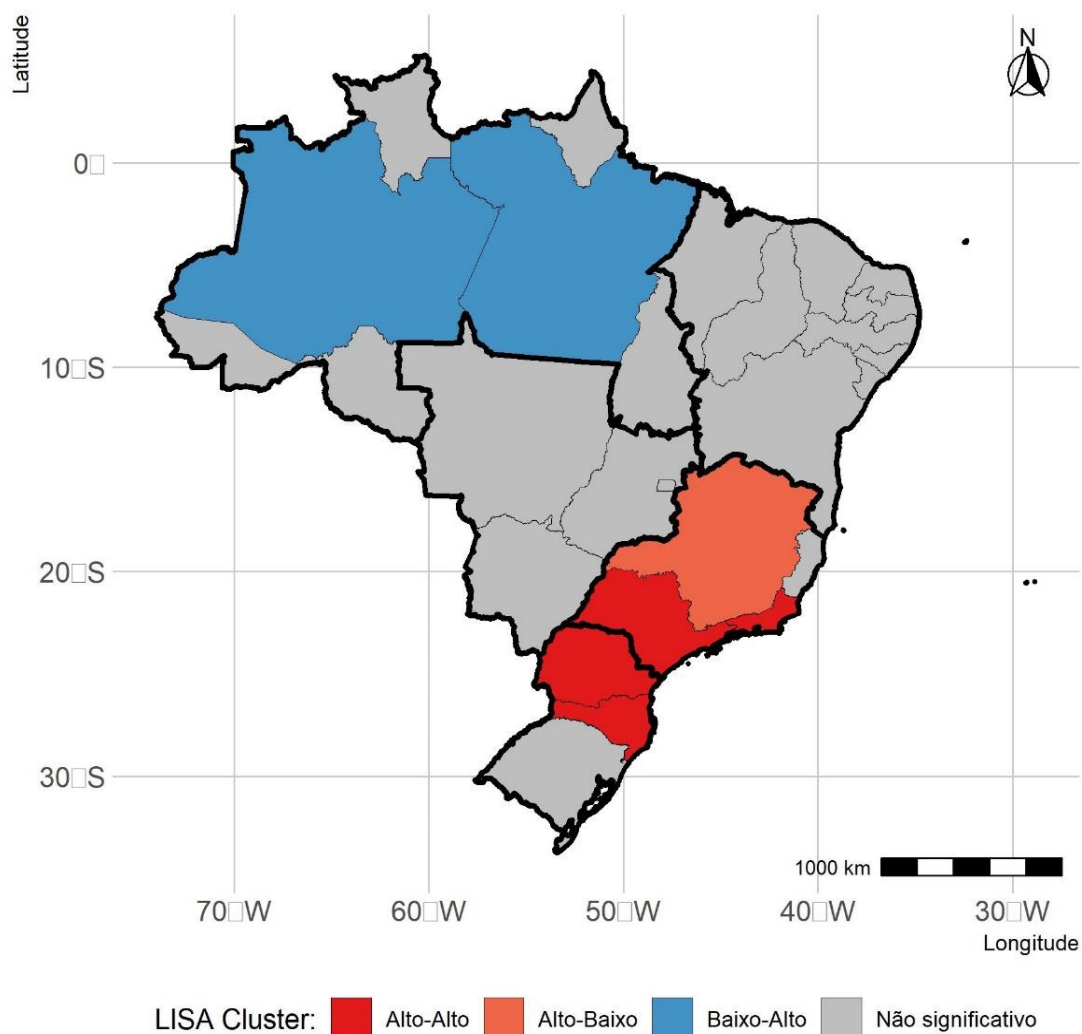
Figura 4 - Distribuição do índice de Moran local (Box-Map) segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019



Fonte: A autora (2023).

A partir da análise do mapa LISA (figura 5), foi possível identificar dois aglomerados espaciais: Um localizado na região Sul/Sudeste e outro na região Norte.

Figura 5 - Distribuição dos clusters de autocorrelação espacial segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019



Fonte: A autora (2023).

Ainda conforme a figura 5, na região Norte, dois estados são do tipo Baixo-Alto (Amazonas e Pará). Já nas regiões Sul e Sudeste, identificaram-se quatro UFs do tipo Alto-Alto, que são do norte para o sul: Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Estas UFs além de possuírem uma alta taxa de câncer colorretal, são afetadas por seus vizinhos que também possuem taxas elevadas. A UF de Minas Gerais é do tipo Alto-Baixo, indicando que este estado tem uma alta taxa de mortalidade por câncer colorretal e possui uma tendência de diminuí-la devido os estados vizinhos possuírem baixa taxa de mortalidade.

7.3 Distribuição temporal das taxas de mortalidade por câncer colorretal

A Tabela 3 apresenta o resultado dos modelos de *Joinpoints*, onde pode-se constatar que, para o Brasil, a partir de 2015, a tendência de crescimento da taxa que era de +0,238 ao ano passa a ser de +0,40 ao ano, um aumento de 67,9%.

Ainda conforme a tabela 3, a região Centro-Oeste apresentou tendência de crescimento para a taxa antes de 2014 de +0,158 ao ano, e após este período, de +0,433. A região Sudeste crescia a +0,251 ao ano até 2015, onde deste ponto em diante passou a crescer +0,50 (a tendência dobrou de velocidade).

Para região Nordeste, três *breakpoints* foram encontrados: Até 2011 a tendência era de +0,297 ao ano, de 2012 até 2015 de +0,227, de 2016 até 2017 uma elevação no crescimento, tendo média de +0,40 (aumento de 78% em comparação ao período anterior) e de 2018 em diante, crescimento médio de +0,135 ao ano (chegando a ficar 54,6% menor que o primeiro período identificado). A região Nordeste mostrou-se melhor no ajuste, com valor do coeficiente de determinação R^2 ajustado = 0,995, pois quanto mais próximo de 1 o modelo se ajusta melhor.

A região Sul apresentou três *breakpoints*: No primeiro ano, tendência de +0,505 ao ano, do segundo ano até 2014, tendência de +0,126 ao ano, de 2015 até 2017 +0,60 e de 2018 em diante +0,292.

Na região Norte, havia tendência média de +0,191 até 2015, de 2016 até 2017 um aumento da tendência para +0,392 foi encontrando, e de 2018 a 2019 a tendência tornou de -0,191 ao ano.

Tabela 3 - Estimativas para os modelos de *Joinpoint* de acordo com a região e para o Brasil, 2010 até 2019

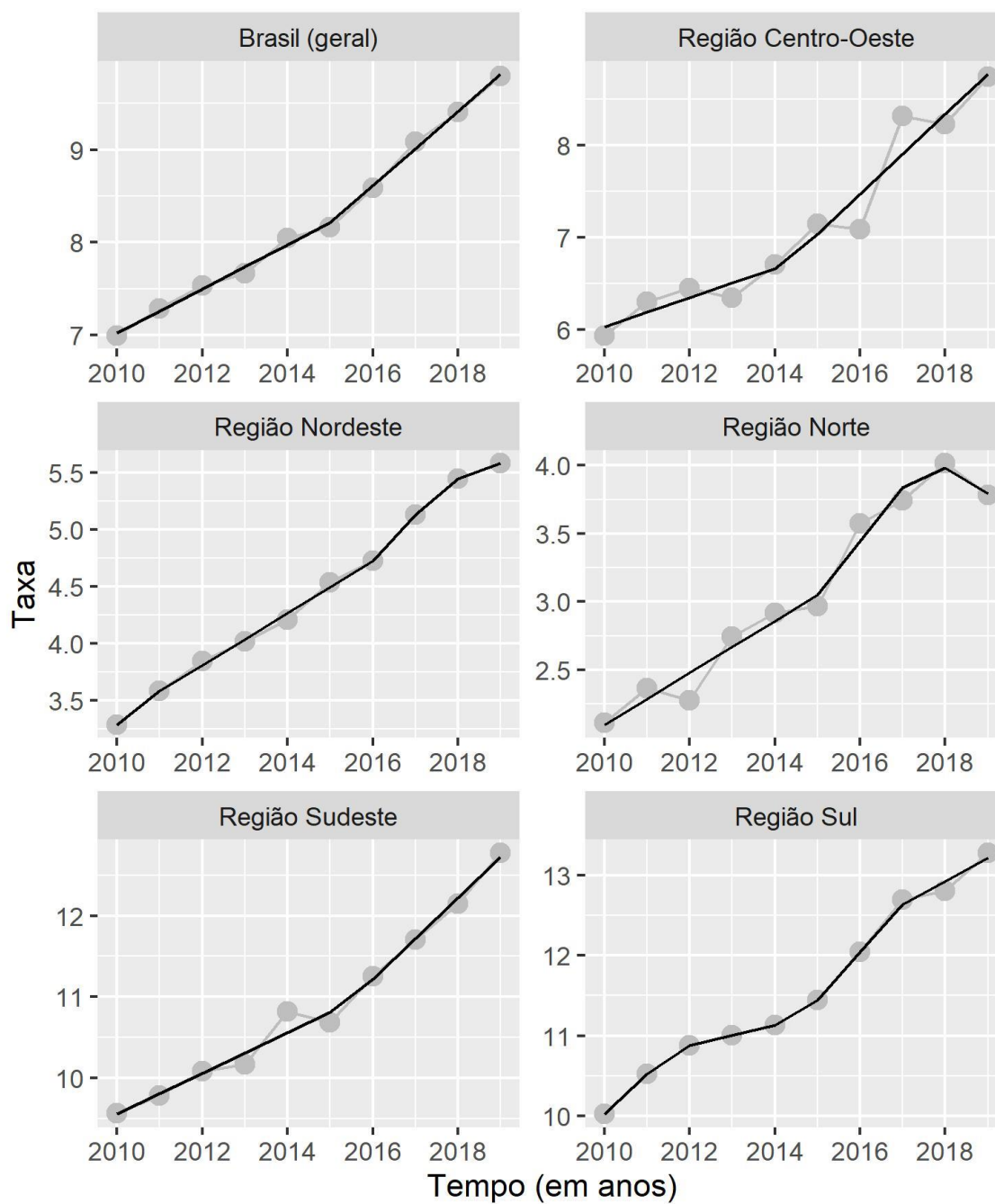
Região	Anos	Tendência	Valor-p (Teste F)	R^2	R^2 ajustado
Brasil (geral)	2010 - 2014	+0,238	0,00	0,997	0,996
	2015 - 2019	+0,400			
Centro-Oeste	2010 - 2013	+0,158	0,00	0,953	0,930
	2014 - 2019	+0,433			
Nordeste	2010 - 2011	+0,297	0,00	0,999	0,995
	2012 - 2015	+0,227			
	2016 - 2017	+0,403			
	2018 - 2019	+0,135			

Continuação					
Região	Anos	Tendência	Valor-p (Teste F)	R ²	R ² ajustado
Norte	2010 - 2015	+0,191	0,00	0,979	0,952
	2016 - 2017	+0,392			
	2018 - 2019	-0,191			
Sudeste	2010 - 2015	+0,251	0,00	0,989	0,983
	2016 - 2019	+0,501			
Sul	2010	+0,505	0,01	0,998	0,990
	2011 - 2014	+0,126			
	2015 - 2017	+0,601			
	2018 - 2019	+0,292			

Na figura 6, notou-se que para todas as regiões foi observada uma tendência mais acentuada de crescimento, que aconteceu entre 2015 e 2017, onde algumas regiões permaneceram com a mesma tendência de alta (Brasil, Centro-Oeste e Sudeste) enquanto algumas diminuíram para uma velocidade menor de crescimento (Nordeste e Sul) ou reverteram a mesma para uma tendência negativa (Norte).

Ainda conforme a figura 6, o Brasil teve uma tendência de taxa de crescimento de 6,99 (2010) para 9,79 (2019), a região Centro-oeste de 5,93 (2010) para 8,73 (2019), a região Nordeste de 3,28 (2010) para 5,58 (2019), a região Norte de 2,11 (2010) para 3,78 (2019), a região Sudeste de 9,56 (2010) para 12,77 (2019) e a região Sul de 10,02 (2010) para 13,27 (2019).

Figura 6 - Tendência temporal da taxa de mortalidade por câncer colorretal no Brasil, suas regiões, 2010 a 2019



Fonte: A autora (2023).

8 DISCUSSÃO

A análise do câncer colorretal mostrou características importantes da mortalidade no Brasil, com um maior número de registros de óbito na Região Sudeste seguidos da região Sul, e maior taxa de mortalidade na região Sul, sendo identificado uma crescente distribuição da mortalidade por este câncer no período estudado. Esses dados demonstram um aumento do risco de desenvolver câncer colorretal nestes estados no período estudado.

Os maiores registros de óbitos por câncer colorretal foram encontrados na região Sudeste e Sul respectivamente, com 62.778 óbitos ao Sudeste e 59.263 óbitos ao Sul do Brasil, durante o período de 2000 a 2020 (Santos Filho *et al.*, 2023). Esses achados podem estar relacionados com a maior acessibilidade da população destas regiões aos serviços de saúde, aos tratamentos e as tecnologias, e maior exposição a fatores de risco, com o excesso de ingestão de carne vermelha processada e embutidos, como também dieta pobre em frutas e fibras como documentado por Dobiesz *et al.* (2022).

O sistema de registro de câncer pode ser realizado pelos profissionais de saúde e gestores de estratégias de enfrentamento de doenças, habilitados em monitorização e embasamento de políticas públicas em saúde (Costa *et al.*, 2023). A informação da distribuição de casos nas diferentes regiões, visam a implementação e avaliação de programas de controle, importantes para a efetivação e acessibilidade dos serviços de saúde (Costa *et al.*, 2023).

O aumento das taxas de mortalidade na Região Sul do Brasil são vistos nos estudos de Dobiesz *et al.* (2022), quando identificaram um aumento crescente da mortalidade em mulheres brasileiras da Região Sul com taxas de 7,32 em 2008 para 8,65 em 2019. Contudo, os resultados obtidos com o aumento gradativo da mortalidade por câncer colorretal no Brasil nesse estudo não corroboram com as recentes revisões, para este tipo de câncer, divulgadas na última década nos Estados Unidos, onde a mortalidade por câncer colorretal apresentou um declínio global contínuo (Siegel *et al.*, 2023).

Essa expectativa era prevista, uma vez que o declínio na incidência do câncer colorretal, em alguns países que apresentavam alta incidência como na Europa e América do Norte, foram atribuídos às mudanças de nível da população em direção às escolhas de estilo de vida mais saudáveis, como diminuição no tabagismo e a

adesão ao rastreio (Arnold *et al.*, 2020). E diminuição da mortalidade em idades mais avançadas devido à menor capacidade diagnóstica do câncer colorretal por regiões na Dinamarca (Pedersen *et al.*, 2019).

Os óbitos nacionais nesta presente pesquisa foram estratificados de acordo com a região, o que possibilitou concluir que houve um maior desvio padrão, com valores estatisticamente significativos, da mortalidade por câncer colorretal nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste respectivamente. A análise com o desvio padrão nos mostra as mínimas mudanças que acontecem com os dados (Ferreira, 2020) indicando uma maior ou menor variabilidade em torno da média (Chagas; Aguiar, 2020). Os resultados encontrados são os esperados e estes dados sugerem que os valores para o câncer colorretal não tiveram diferença estatisticamente significativa entre as regiões.

O presente estudo permitiu avaliar a distribuição espacial das taxas de mortalidade por câncer colorretal nas UF brasileiras e observou que os maiores valores se concentraram na região Sul e Sudeste juntamente com a UF do Rio Grande do Norte na região Nordeste. Ao analisarem as taxas de mortalidade por neoplasia maligna no Brasil e nas UFs nos anos de 1990 e 2015, observaram que as maiores taxas foram ressaltadas em estados das regiões Sul e Sudeste (Guerra *et al.*, 2017).

A distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal foi analisada na região sul do Brasil no período de 2015 a 2019, e foi observado que em todas as faixas etárias, um cluster de mortalidade por câncer colorretal formou-se no estado do Rio Grande do Sul (Castilho *et al.*, 2023). Todavia, há uma diferença de magnitude e comportamento de tendência das taxas de mortalidade entre as regiões brasileiras, sendo maiores para os homens do que para as mulheres (Dutra, Parreira e Guimarães, 2018).

Com a análise espacial dessa pesquisa foi possível identificar que as taxas de câncer colorretal dos estados do Amazonas, Pará e Maranhão sofreram influência das UFs vizinhas a serem maiores (são do tipo Baixo-Alto), enquanto os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul possuem alta taxa de câncer colorretal e sofrem influência das UFs vizinhas a diminuírem sua taxa (do tipo Alto-Baixo). As regiões Baixo-Alto e Alto-Baixo mostram que a área alvo é cercada por áreas com taxas diferentes de câncer colorretal (Bagheri *et al.*, 2017). No estado de Mato Grosso, no período de 2000 a 2015, foi observado um aumento da mortalidade por câncer,

bem como um aumento na proporção de municípios nesse estado com maiores taxas de mortalidade (Alves *et al.*, 2021).

Verificamos nessa pesquisa que as taxas de câncer colorretal dos estados do Acre, Roraima, Amapá, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul são altas e são afetadas por seus vizinhos que também possuem taxas elevadas (do tipo Alto-Alto), enquanto os estados de Rondônia, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Bahia, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe possuem baixa taxa de câncer colorretal e sofrem influência das UF's vizinhas que também possuem baixas taxas (do tipo Baixo-Baixo). As regiões agrupadas em Alto-Alto e Baixo-Baixo indicam que a área alvo é cercada por áreas com taxas semelhantes de câncer colorretal (Bagheri *et al.*, 2017).

As regiões agrupadas em Alto-Baixo e o Baixo-Alto são áreas que demonstram valores divergentes de ocorrência de câncer colorretal enquanto as regiões Alto-Alto destacam o alto risco de câncer colorretal e as regiões Baixo-Baixo evidenciam baixo risco de áreas com câncer colorretal (Halimi *et al.*, 2020). Alguns autores analisaram o agrupamento espacial do câncer colorretal em Hamadan, no Irã, entre 2007 e 2014, e observaram a existência de grupos significativamente altos-altos de incidência de câncer colorretal nas áreas de Mohajeran e Lalejin, e dois grupos significativos de baixo-baixo de incidência de câncer colorretal no norte e nordeste da área de estudo (Halimi *et al.*, 2020).

Esta variação espacial, identificada com clusters Alto-Baixo e o Baixo-Alto, da incidência do câncer colorretal, pode estar relacionada com o pobre acesso aos serviços de saúde, razões hereditárias, fatores ambientais e/ou desigualdades socioeconômicas (Halimi *et al.*, 2020). O baixo nível socioeconômico está associado a um aumento do risco de mortalidade em pacientes com câncer colorretal (Storli *et al.*, 2011).

As condições socioeconômicas e questões relacionadas ao estilo de vida podem influenciar nas taxas de incidência e mortalidade por câncer colorretal (Santos Filho *et al.*, 2023). A incidência e a mortalidade por câncer de acordo com o nível socioeconômico regional no estado de São Paulo, Brasil, entre 2001 e 2017, e identificaram que as taxas de incidência para o câncer colorretal aumentou acentuadamente com o aumento do nível socioeconômico (Ribeiro *et al.*, 2023).

O aumento da tendência de incidência por câncer colorretal também pode estar relacionada com maiores exposições a fatores de risco (Rafiemanesh *et al.*,

2016). As maiores prevalências de fatores de risco (alimentação inadequada, inatividade física, tabagismo e consumo de álcool) foram identificadas em estados das regiões Sul e Sudeste, e as menores em estados do Norte e Nordeste (Oliveira et al., 2018).

Fatores ambientais como poluição do ar, níveis de pesticidas, exposição ocupacional a metais pesados, e a ingestão de água e alimentos contaminados com metais pesados como o chumbo, podem ter impacto nas consequências para a saúde das pessoas e causar níveis elevados de câncer colorretal, e, por conseguinte, ao aumento da tendência de sua mortalidade (Halimi et al., 2020). No Brasil, pesquisadores do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH/Fiocruz), observaram valores muito elevados de níveis de chumbo no sangue de trabalhadores de fábricas e reformadoras de baterias instaladas no Rio de Janeiro (Mattos et al., 2003).

Observou-se nesta pesquisa uma tendência crescente da mortalidade por câncer colorretal com maior taxa média na região Sul, seguida das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Corroborando com os achados de Menezes et al. (2016), ao concluírem que as maiores taxas também foram observadas nas regiões Sul e Sudeste. Este evento pode ser justificado com as disparidades regionais que acontecem no Brasil, onde quase 80% dos óbitos ocorreram nas regiões Sul e Sudeste, e taxas de mortalidade apresentando um maior aumento na região Sul e menores valores na região Nordeste (Dominguez e Bierrenbach, 2020).

Na presente investigação, foi observado uma tendência mais acentuada de crescimento da mortalidade por câncer colorretal entre os anos de 2015 e 2017, com tendência de alta nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, menor crescimento nas regiões Sul e Nordeste e tendência negativa na região Norte. O declínio nas taxas de mortalidade para os indivíduos diagnosticados com o câncer colorretal na região Nordeste pode ser atribuído às adoções de medidas terapêuticas e serviços de triagem (Mesquita Neto et al., 2023).

As cinco regiões do país demonstraram tendência crescente da taxa de mortalidade por câncer colorretal no Brasil, no período de 2008 a 2019 (Pelegriani et al., 2023). Uma das possíveis explicações para o aumento da mortalidade pelo câncer colorretal nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, poderia ser pelas diferenças demográficas, epidemiológicas e nutricionais (Oliveira et al., 2018).

Foram identificados que em regiões desfavorecidas do Brasil, as diferenças demográficas geram atrasos e barreiras para começar o tratamento do câncer colorretal (Lima; Villela, 2021). E menores proporções de sobrevivência foram observadas na região menos desenvolvida do Norte do país, em comparação com as regiões mais desenvolvidas do Sudeste e Sul (Nascimento *et al.*, 2022).

O estilo de vida e os fatores comportamentais comuns nas populações mais desenvolvidas estão relacionados com os determinantes socioeconômicos e podem influenciar nas práticas de rastreio e diagnóstico do câncer (Ribeiro *et al.*, 2023). O padrão de incidência do câncer colorretal provavelmente está relacionado a um maior acesso e adesão a procedimentos diagnósticos entre populações mais ricas e menos ricas (Ribeiro *et al.*, 2023). Alguns autores observaram que no interior das regiões Norte e Nordeste do Brasil, houve um aumento na tendência da mortalidade por câncer colorretal e chegaram à hipótese de que poderia ser consequente do aumento na incidência, à falta de acesso ao diagnóstico e tratamento especializado (Silva *et al.*, 2020).

Quanto às diferenças epidemiológicas, a cobertura e a qualidade da informação dos óbitos podem variar de acordo com as regiões e Unidades da Federação (Santos *et al.*, 2019). A completude dos dados do Sistema SIM, cujo registros de mortalidade são obrigatórios no Brasil, tem variado substancialmente entre os estados (Lima; Queiroz, 2014). O subregistro, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, pode interferir no cálculo das taxas de mortalidade por câncer (Oliveira *et al.*, 2018).

Nas regiões Sul e Sudeste, foram observadas uma completa cobertura do registro de mortalidade adulta obtidos pelo SIM, e nas regiões Norte e Nordeste ainda existem localidades com pouca cobertura (Queiroz *et al.*, 2017). Quando comparados os óbitos hospitalares informados no SIM com aqueles informados como resultado das internações SUS e não SUS, as regiões Sul e Sudeste apresentaram as maiores coberturas da informação de mortalidade, e a região Norte, a menor cobertura (Machado *et al.*, 2016).

Na presente pesquisa houve um aumento da incidência por câncer colorretal na região Sudeste. Esse achado poderia estar fortemente ligada aos indicadores socioeconômicos como o IDH e ao produto interno bruto (PIB) per capita, constatando que, a cada 0,01 pontos acrescidos no valor anual do IDH, surgiriam 246 novos casos de câncer colorretal (Cesar; Toledo, 2011).

Uma das explicações para a alta incidência do câncer colorretal poderia ser devido à limitação dos serviços de saúde, com pouca ou nenhuma atenção especializada, em municípios com baixo IDH (Castilho *et al.*, 2023). A Atenção Secundária especializada nos serviços públicos do Brasil foi descrita como: “amplamente subdesenvolvida, precária e apresenta uma situação que parece ser intencionalmente indutora da expansão da medicina suplementar privada, que é subsidiada direta e indiretamente pelo Estado” (Tesser, 2012).

Os municípios que apresentassem IDH elevado e adequado serviços de saúde, incluindo a atenção especializada, poderiam contribuir para a baixa mortalidade por câncer colorretal (Faria; Pires; Lanzellotti, 2020). Contudo, autores observaram que na região Nordeste, por haver uma prevalência na conservação das tradições culturais que influenciam diretamente os hábitos diários dessa população, inclusive no padrão alimentar, não foi observada uma diferença entre o PIB e o IDH com a incidência do câncer colorretal (Cesar e Toledo, 2011).

O Brasil apresenta algumas diferenças de IDH, com diferentes acessos aos serviços de saúde, em todos os municípios brasileiros (Castilho *et al.*, 2023). Este fato ressalta que, mesmo o Brasil possuindo um Sistema Único em Saúde, apresenta heterogeneidade na cobertura e assistência ao paciente oncológico, o que influencia o tempo de início de tratamento (Faria; Pires; Lanzellotti, 2020). Autores analisaram fatores sociodemográficos e clínicos associados ao atraso para o início de tratamento de câncer de cólon e reto em hospitais no Brasil, e observaram disparidades no tempo para início do tratamento de acordo com estratos sociodemográficos e regiões geográficas (Lima e Villela, 2021).

Os estados que possuem maior cobertura ao diagnóstico e tratamento do câncer colorretal, com hospitais habilitados na alta complexidade em oncologia no SUS, oncologistas e centros de radioterapia, estão localizados nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste (Faria, Pires e Lanzellotti, 2020). A incidência e mortalidade do câncer pode ser reduzida pela diminuição das disparidades sociais em relação ao acesso à prevenção primária, ao diagnóstico precoce, tratamentos padronizados e à reabilitação (Silva *et al.*, 2020).

As limitações deste estudo se faz pelo uso de dados agregados em bancos preexistentes, que além de poderem apresentar lacunas nas notificações pelo sistema de registro, abstem-se de dados com detalhamento individual necessário para uma investigação mais precisa de exposição e desfecho do câncer. Todavia, essa limitação

não foi grande o suficiente para distorcer os resultados. Os dados coletados foram submetidos a testes estatísticos robustos que permitiram compreender o problema estudado. No entanto, observa-se a importância e o impacto que essa doença tem no sistema de saúde, assim como na qualidade de vida dos indivíduos.

9 CONCLUSÃO

No período de 2010 a 2019, foram identificados aglomerados com alta taxa de mortalidade por câncer colorretal nas regiões Sul e Sudeste. O aumento da mortalidade em todo o país, nesta análise de dados relativos a 10 anos, evidencia a persistência da alta carga de câncer colorretal no Brasil.

Para análise da distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, esta pesquisa observou que os estados do Amazonas e Pará, na região Norte, apresentaram aglomerados de baixas taxas de letalidade e sofrem influências das UFs vizinhas que aumentam a sua taxa. Os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina possuem aglomerados de altas taxas de mortalidade. E o estado de Minas Gerais, na região sudeste, possui alta taxa de câncer colorretal e sofre influência das UFs vizinhas a diminuírem a sua taxa.

Ao verificar a análise da distribuição temporal, este estudo identificou uma tendência de crescimento das taxas localizadas no eixo Centro-Oeste/Sudeste/Sul. Entre os anos de 2015 e 2017 foi observado que algumas regiões apresentaram uma tendência de crescimento mais relevante. Umas com velocidade maior de crescimento (Brasil, Centro-Oeste e Sudeste), outras com velocidade menor de crescimento (Nordeste e Sul) ou reverteram a mesma para uma tendência negativa (Norte).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. Análise Exploratória de Dados Espaciais. Em: **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2012. p. 103–147.
- ALVES, M. R. *et al.* Distribuição espacial e temporal da mortalidade por câncer em um estado da Amazônia Legal Brasileira entre 2000 e 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, p. e210009, 2021. <https://doi.org/10.1590/1980-549720210009.supl.1>
- ANTUNES, J.L.F.; CARDOSO, M.R.A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 24(3):565-576, jul-set 2015. doi: 10.5123/S1679-49742015000300024 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/zzG7bfRbP7xSmqgWX7FfGZL/?format=pdf&lang=pt>
- ARAGHI, M. *et al.* Global trends in colorectal cancer mortality: projections to the year 2035. **Int J Cancer** 2019; 144(12): 2992-3000.
- ARAÚJO, G.B. *et al.* Relação entre óbitos por COVID-19 e IDH em municípios de abrangência da 17ª Regional de Saúde do Paraná, Brasil. **Conjecturas**, ISSN:1657-5830, Vol. 22, Nº 1. 2022. DOI: 10.53660/CONJ-1452-2A16. Disponível em: <http://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1452/1108>
- ARNOLD, M. *et al.* Global burden of 5 major types of gastrointestinal cancer. **Gastroenterology**. 2020;159:335-349.e15. doi: 10.1053/j.gastro.2020.02.068. Epub 2020 Apr 2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32247694/>
- BAGHERI, N. *et al.* Geographical outcome disparities in infection occurrence after colorectal surgery: An analysis of 58,096 colorectal surgical procedures. **International Journal of Surgery** 44 (2017) 117e121. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.06.048>
- BAIDOUN, F. *et al.* Colorectal Cancer Epidemiology: Recent Trends and Impact on Outcomes. **Curr Drug Targets**. 2021; 22(9):998-1009. doi: 10.2174/1389450121999201117115717. PMID: 33208072. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33208072/>
- BERG, E.M. *et al.* Estadiamento do adenocarcinoma colorretal em pacientes de um hospital público terciário do estado do Grande do Sul. **Coloproctol.** (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 38, n. 3, p. 221-226, Sept. 2018 . Available from < <https://www.scielo.br/j/jcol/a/XDyMxZQQLQ67BFNbT7rq9Lw/?lang=en>
- BIGONI, A. *et al.* Describing mortality trends for major cancer sites in 133 intermediate regions of Brazil and an ecological study of its causes. **BMC Cancer**. 2019;19 (1):940. <https://doi.org/10.1186/s12885-019-6184-1>. Disponível em: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-019-6184-1>
- BRAY, F. *et al.* Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA CANCER J CLIN**

2018;68:394–424. Disponível em: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3322/caac.21492>

CALÓ, R.S. *et al.* Tendência da incidência de câncer colorretal na Grande Cuiabá, Mato Grosso (Brasil), de 2000 a 2016. **REV BRAS EPIDEMIOL** 2022; 25: E220013.SUPL.1. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720220013.supl.1.1>

CARDOSO, P.V. *et al.* A Importância Da Análise Espacial Para Tomada De Decisão: Um Olhar Sobre A Pandemia De Covid-19. **Rev. Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 16, n. 1, Especial COVID-19. pág. 125-137, maio 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/50440/33476>

CARVALHO, A.E. *et al.* Tendência da mortalidade por câncer colorretal em Mato Grosso, Brasil, de 2000 a 2019. **REV BRAS EPIDEMIOL** 2022; 25: E220007.SUPL.1. <https://doi.org/10.1590/1980-549720220007.supl.1.1>. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/9GmPz8mz9RyWmbcQ_qvp8yyk/?lang=pt#

CASTILHO, M.J.C. *et al.* Spatial distribution of mortality from colorectal cancer in the southern region of Brazil. **PLOS ONE** | July 7, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288241>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0288241>

CESAR, ACG; TOLEDO, MCB. Comparação do desenvolvimento sócio-econômico com a morbidade hospitalar nos casos de câncer de pulmão, estômago e colorretal entre as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. **Revista Biociências**. Vol.17 - nº 2 – 2011. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1390/981>

CHAGAS, G. M. DE O; AGUIAR, E. C. O papel de motivações utilitárias e hedônicas na cocriação de valor e sua relação com a experiência no AIRBNB. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 14, n. 3, p. 158–176, set. 2020. <https://doi.org/10.7784/rbtur.v14i3.1922>

CIARDIELLO, F. *et al.* Clinical management of metastatic colorectal cancer in the era of precision medicine. **CA A Cancer J Clin**, 72: 372-401. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3322/caac.21728>

CIRINO, S. *et al.* Avaliação de acessibilidade geográfica em sistemas de saúde hierarquizados usando o modelo de p-medianas: aplicação em Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública** [online]. 2016, v. 32, n. 4 [Acessado 16 Julho 2023], e00172614. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00172614>>. Epub 29 Abr 2016. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00172614>.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018**. Institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS). Brasília: Conselho Nacional de Saúde; 2018.

COSTA. L. DE O. F., *et al.* A vigilância em saúde e o planejamento nas equipes de atenção primária em saúde: revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**,

(2020) (53), e3622. <https://doi.org/10.25248/reas.e3622.2020>

COSTA, N. Y.; ALENCAR, F. A. G.; COSTA, T. S.; COSTA, M. S. C. R.; SANTOS, L. F. DOS; FORMIGOSA, L. A. C. Tendência da incidência de câncer colorretal em Belém e Ananindeua, Pará. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 10, p. e13676, 20 out. 2023. <https://doi.org/10.25248/reas.e13676.2023>

DATASUS. **Sistema de informações sobre mortalidade**. Informações de saúde. 2023. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def>

DE-SOUZA, A.S.C; COSTA-CASAGRANDE, T.A. Animal Models For Colorectal Cancer. ABCD. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva** (São Paulo) [online]. 2018, v. 31, n. 02 [Acessado 9 Maio 2022], e1369. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-672020180001e1369>>. Epub 02 Jul 2018. ISSN 2317-6326. <https://doi.org/10.1590/0102-672020180001e1369>.

DOBIESZ, B.A. *et al.* Mortalidade por câncer colorretal em mulheres: análise de tendência no Brasil, Estados e Regiões. **Rev Bras Enferm.** 2022;75(2):e20210751. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0751pt>

DOMINGUEZ, R.G; BIERRENBACH, A.L, Hospital Morbidity And Colorectal Cancer Mortality: Implications For Public Health In Brazil. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 57, n. 2, p. 182–187, abr. 2020. DISPONÍVEL EM: <https://www.scielo.br/j/ag/a/jWMWdWJcdBB996NkZKJ4tkK/?lang=en#>

DUTRA, V.G.P; PARREIRA, V.A.G; GUIMARÃES, R.M. Evolução da mortalidade por câncer de cólon e reto no Brasil e regiões, 1995 a 2015. **Arquivos de Gastroenterologia**. 2018, v. 55, n. 01, pp. 61-65. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0004-2803.201800000-12>>. ISSN 1678-4219.

FARIA, R. P; PIRES, L.M.V; LANZELLOTTI, R.S. Tendência de adequação à lei no 12.732 de 2012 pelas Unidades Federativas brasileiras sob a ótica dos casos de câncer colorretal. **Repositório Institucional – INCA**. <https://ninho.inca.gov.br/jspui/handle/123456789/2131>

FATHI, B. *et al.* Prevalence of the Common Cancers by Gender using GIS System in Razavi Khorasan Province. **Health Science Monitor** 2023, 2(1): 21-29. Disponível em: http://hsm.umsu.ac.ir/browse.php?a_id=88&sid=1&slc_lang=en

FELISBERTO, Y.S. *et al.* Câncer colorretal: a importância de um rastreamento precoce. **Revista Eletrônica Acervo Saúde** | ISSN 2178-2091. Vol. 13(4) | DOI: <https://doi.org/10.25248/REAS.e7130.2021>. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/7130>

FERREIRA, Á. R. S. A Importância da Análise Descritiva. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias**, v. 47, p. e20202682, 2020. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202682>

FIROURAGHI, N. *et al.* A spatial database of colorectal cancer patients and potential nutritional risk factors in an urban area in the Middle East. **BMC Research Notes**, v. 13, n. 1, p. 1-3, 2020. Disponível em: <https://bmcresearchnotes.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13104-020-05310-z>

FITZMAURICE, C. *et al.* Global, regional, and national cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life-years for 32 cancer groups, 1990 to 2015: a systematic analysis for the global burden of disease study. **JaMa oncol** 2017;3(4):524-548. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.5688. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27918777/>

GARCIA, KKS; MIRANDA, CB; SOUSA, FNF. Procedimentos para vinculação de dados da saúde: aplicações na vigilância em saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online]. 2022, v. 31, n. 3 [Acessado 23 Novembro 2022], e20211272. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S2237-96222022000300004>>. Epub 10 Out 2022. ISSN 2237-9622. <https://doi.org/10.1590/S2237-96222022000300004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/ygyqXPFMKgX3pNQnhDQ5z7x/?format=pdf&lang=pt>

GLOBAL BURDEN OF DISEASE - GBD. Global, regional, and national burden of colorectal cancer and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **Lancet Gastroenterol Hepatol** 2022; 7: 627–47. Published Online April 7, 2022 [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(22\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(22)00044-9). Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lngas/article/PIIS2468-1253\(22\)00044-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lngas/article/PIIS2468-1253(22)00044-9/fulltext)

GUERRA, M. R. *et al.* Magnitude e variação da carga da mortalidade por câncer no Brasil e Unidades da Federação, 1990 e 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. 2017, v. 20, n. Supl 01, pp. 102-115. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050009>>. ISSN 1980-5497

GUIMARÃES, R.M. *et al.* Os desafios para a formulação, implantação e implementação da Política Nacional de Vigilância em Saúde. **Ciênc. saúde colet.** 22 (5). Maio 2017 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/Nk7DzDXghCHQJHzSjVcHMPz/?lang=pt#>

HALIMI, L., BAGHERI, N., HOSEINI, B. *et al.* Spatial Analysis of Colorectal Cancer Incidence in Hamadan Province, Iran: a Retrospective Cross-Sectional Study. **Appl. Spatial Analysis and Policy** 13, 293–303 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12061-019-09303-9>

HU, S. *et al.* Global, region and national trends and age-period-cohort effects in colorectal cancer burden from 1990 to 2019, with predictions to 2039. **Environ Sci Pollut Res** (2023). <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28223-3>

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Colorectal Cancer**. Source Globocan 2020. 2020. Disponível em: https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/cancers/10_8_9-Colorectum-fact-sheet.pdf

IBÁÑEZ-SANZ G, *et al.* Future Prospects of Colorectal Cancer Screening: Characterizing Interval Cancers. **Cancers (Basel)**. 2021 Mar 16;13(6):1328. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33809520/>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Estimativas da População. 2022.** Disponíveis em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA - INCA. **Estimativa 2020.** Ministério Da Saúde. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/sintese-de-resultados-e-comentarios>

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA - INCA. **Deteção precoce do câncer.** Rio de Janeiro: INCA, 2021. 72 p. ISBN 978-65-88517-22-2. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/deteccaoprecoce-do-cancer.pdf>

ISLAMI, F. *et al.* Proportion and number of cancer cases and deaths attributable to potentially modifiable risk factors in the United States. **CA Cancer J Clin**. 2018; 68:31-54. Disponível em: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3322/caac.21440>

KARUPPANNAN, S. *et al.* Trends in incidence, mortality rates, and survival of colorectal cancer in Western Australia from 1990 to 2014: a retrospective whole-population longitudinal study. **Int J Colorectal Dis**. 2020 Sep;35(9):1719-1727. doi: 10.1007/s00384-020-03644-5. Epub 2020 May 27. PMID: 32458398. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32458398/>

KEUM, N; GIOVANNUCCI, E. Global burden of colorectal cancer: emerging trends, risk factors and prevention strategies. **Nat Rev Gastroenterol Hepatol** 16, 713–732 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0189-8>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/translate.goog/31455888/>

KHALEGHI, S. *et al.* Investigating the incidence of stomach cancer in North of Iran; The joinpoint regression model. **Research Square**. 2022. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2378598/v1>. Disponível em: <https://assets.researchsquare.com/files/rs-2378598/v1/c2e1bcb3-cade-4a69-9d06-29be0d07d2cd.pdf?c=1671573567>

KIM, S; LEE, S; CHOI, J. I., & CHO, H. Binary genetic algorithm for optimal joinpoint detection: Application to cancer trend analysis. **Statistics in medicine**, 40(3), 799–822. (2021). <https://doi.org/10.1002/sim.8803>

KIM, H. J., CHEN, H. S., BYRNE, J., WHEELER, B., FEUER, E. J. Twenty years since Joinpoint 1.0: Two major enhancements, their justification, and impact. **Statistics in medicine**, 41(16), 3102–3130. (2022). <https://doi.org/10.1002/sim.9407>.

LAO-TSÉ. **Essencialismo**: a disciplinada busca por menos. Ed. Sextante, 2015.

Página: 193.

LATORRE, M. do R. D. de O.; ALMEIDA, A. B. M; MÖLLER, B. B.; SILVA, T. G. V. da; TOPORCOV, T. N. A Importância do registro de câncer no planejamento em saúde. **Revista USP**, [S. l.], v. 1, n. 128, p. 27-44, 2021. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.i128p27-44.

LIMA, C.R.A. *et al.* Revisão das dimensões de qualidade dos dados e métodos aplicados na avaliação dos sistemas de informação em saúde. **Cadernos de Saúde Pública** [online]. 2009, v. 25, n. 10 [Acessado 23 Novembro 2022], pp. 2095-2109. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009001000002>>. Epub 19 Out 2009. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009001000002>.

LIMA, EEC; QUEIROZ, BL. Evolução do sistema de registro de óbitos no Brasil: associações com mudanças no perfil de mortalidade, subregistro de mortes e causas de morte mal definidas. **Cad Saúde Pública**. 2014;30 (8):1721-30.

LIMA, M. A. N; VILLELA, D. A. M. Fatores sociodemográficos e clínicos associados ao tempo para o início do tratamento de câncer de cólon e reto no Brasil, 2006-2015. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 37, n. 5, e00214919. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00214919>>. ISSN 1678-4464

LI, N. *et al.* Incidence, mortality, survival, risk factor and screening of colorectal cancer: A comparison among China, Europe, and northern America. **Cancer Lett**. 2021 Dec 1;522:255-268. doi: 10.1016/j.canlet.2021.09.034. Epub 2021 Sep 24. PMID: 34563640. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34563640/>

LIU, X. *et al.* Different trends in colorectal cancer mortality between age groups in China: an age-period-cohort and joinpoint analysis. **Public Health**, Volume 166, 2019, Pages 45-52, ISSN 0033-3506, <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.08.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033350618302749>

LOPES-JÚNIOR, L.C; PESSANHA, R.M; SCHUAB, S.I.P.C.; SILVEIRA, D.S.C. **Evolução da Atenção Oncológica no Sistema Único de Saúde: avanços e desafios**. In: Silva Júnior FJG, Sales JCS, Galiza FT, Monteiro CFS. Políticas, epidemiologia e experiências no Sistema Único de Saúde (SUS) – possibilidades e desafios do cenário brasileiro. Curitiba: Editora CRV; 2020.

LOPES-JÚNIOR, L.C. Os registros de câncer co contexto da vigilância em saúde pública: Ensaio teórico. **International Journal of Development Research**. Vol 11, Issue, 03, pp.45693-45696, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Lopes-Junior/publication/350588574_Os_registros_de_cancer_no_contexto_da_vigilancia_em_saude_publica_ensaio_teorico/links/60672c53299bf1252e230f58/Os-registros-de-cancer-no-contexto-da-vigilancia-em-saude-publica-ensaio-teorico.pdf

LUI, R. N. *et al.* Global Increasing Incidence of Young-Onset Colorectal Cancer Across 5 Continents: A Joinpoint Regression Analysis of 1,922,167 Cases. **Cancer Epidemiol**

Biomarkers Prev (2019) 28 (8): 1275–1282. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-18-1111>

LUO, Q; *et al.* Trends in colon and rectal cancer mortality in Australia from 1972 to 2015 and associated projections to 2040. **Scientific Reports** | Nature (2022) 12:3994. | <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07797-x>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-07797-x>

MACHADO, J. P; MARTINS, M; LEITE, I. C. Qualidade das bases de dados hospitalares no Brasil: alguns elementos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. 2016, v. 19, n. 03. pp. 567-581. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-5497201600030008>>. ISSN 1980-5497.

MALTA, D. C; MORAIS NETO, O. L; SILVA JUNIOR, J. B. Apresentação do plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2011 a 2022. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 425-438, dez. 2011. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742011000400002&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 20 jul. 2023. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742011000400002>.

MALTA, D. C. *et al.* A implantação do Sistema de Vigilância de Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil, 2003 a 2015: alcances e desafios. **Rev. bras. epidemiol.** 20 (04). Oct-Dec 2017. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201700040009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/T3kFzmg5dpG3wNjF4hSF4Dm/?lang=pt#>

MARQUES, D.A. *et al.* Perfil epidemiológico dos óbitos ocorridos no Brasil em decorrência de câncer colorretal no período de 2012-2016. **REVA Acad. Rev. Cient. da Saúde**. Rio de Janeiro, RJ. v.4 n.3 p. 07-16 set./dez.2019. DOI 10.24118/reva1806.9495.4.3.2019.563.

MATTOS, U. A. O. *et al.* Avaliação e diagnóstico das condições de trabalho em duas indústrias de baterias chumbo-ácidas no Estado do Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1047–1056, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/sPKS8QKWWkmY9sSF8FGMWpb/?lang=pt#>

MEDEIROS, M. J. **Relacionamento entre câncer colorretal e indicadores socioeconômicos no Município de São Paulo: uso de modelos de regressão espacial**. [Tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-01062015-113524/publico/MarcioJoseMedeiros.pdf>

MENEGOZZO, C. A. M. *et al.* Outcomes of elderly patients undergoing emergency surgery for complicated colorectal cancer: a retrospective cohort study. **Clinics**, v. 74, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180759322019000100257&lang=pt

MENEZES, C.C.S. *et al.* CÂNCER COLORRETAL NA POPULAÇÃO

BRASILEIRA: TAXA DE MORTALIDADE NO PERÍODO DE 2005-2015. **Rev Bras Promoç Saúde**, Fortaleza, 29(2): 172-179, abr./jun., 2016. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/RBPS/article/view/4261/pdf>

MESQUITA NETO, A.M. *et al.* Tendência da mortalidade por Câncer Colorretal no estado do Piauí e Brasil no período de 2016 a 2020. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 6, n.4,p.16100-16122,jul./aug., 2023. DOI:10.34119/bjhrv6n4-167

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Rastreamento** (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Cadernos de Atenção Primária, n. 29. Brasília: Ministério da Saúde; 2010. p. 75-77.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Instituição da Política Nacional de Vigilância em Saúde**. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 588, de 12 de julho de 2018. 2018. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2018 ago 13. Seção 1:87. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2018/Reso588.pdf>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Declaração de óbito**: manual de instruções para preenchimento [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

MIRZA-AGHAZADEH-ATTARI, M. *et al.* DNA damage response and repair in colorectal cancer: Defects, regulation and therapeutic implications. **DNA Repair** Volume 69, September 2018, Pages 34-52. Elsevier. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S156878641830096X>

MORAES, I. H. S. Sistemas de Informação em Saúde: Patrimônio da Sociedade Brasileira. In: **Paim JS, Almeida-Filho N, organizadores. Saúde coletiva: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora Medbook; 2014. p. 649-65.

MORAIS, V. Q. da S.; NOVAES, C. de O. Análise estatística da mortalidade por câncer colorretal no Estado do Rio de Janeiro entre 2015 e 2019. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. e21512642213, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i6.42213. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371928851_Analise_estatistica_da_mortalidade_por_cancer_colorretal_no_Estado_do_Rio_de_Janeiro_entre_2015_e_2019/link/649c3ead95bbbe0c6efd8673/download

MORETTIN, P. A; TOLOI, C. M. **Séries Temporais**. 2. ed. São Paulo Editora Atual, 2004.

MOTA, L.P. *et al.* Importância do rastreamento do câncer colorretal: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e472101321360, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21360>

MOTSUKU, L. *et al.* Colorectal cancer incidence and mortality trends by sex and population group in South Africa: 2002–2014. **BMC Cancer** 21, 129 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12885-021-07853-1>. Disponível em:

<https://bmccancer.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12885-021-07853-1.pdf>

MOURA, S.F. *et al.* Padrão Sintomatológico em Pacientes do Câncer Colorretal de acordo com a Idade. **Revista Brasileira de Cancerologia**. 2020; 66(1): e-15474. doi: <https://doi.org/10.32635/2176-9745.RBC.2020v66n1.474>. Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/474/573>

MUGGEO, V.M.R. Segmented: an R package to fit regression models with broken-line relationships. **R News** 8/1, 20–25. 2008. Disponível em: <https://journal.r-project.org/articles/RN-2008-004/RN-2008-004.pdf>

MURPHY, N. *et al.* Lifestyle and dietary environmental factors in colorectal cancer susceptibility. **Molecular Aspects of Medicine**. Elsevier. Volume 69, October 2019, Pages 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2019.06.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098299719300330?via%3Dihub>

MUZI, C.D; BANEGAS, M.P; GUIMARÃES, R.M. Colorectal cancer disparities in Latin America: Mortality trends 1990–2019 and a paradox association with human development. **PLoS ONE** (2023) 18(8): e0289675. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289675>

NASCIMENTO, A.Q; DANTAS, D.B; MELO, G.S; GOMES, F.D.C; NETO, J.S.D.M. Impact of sociodemographic factors and screening, diagnosis, and treatment strategies on colorectal cancer mortality in Brazil: a 20-year ecological study. **PLoS One**. 2022;17 (9):1- 18

OLIVEIRA, M.M. *et al.* Disparidades na mortalidade de câncer colorretal nos estados brasileiros. **Rev Bras Epidemiol** 2018; 21: e180012. <https://doi.org/10.1590/1980-549720180012>

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS. **Diretrizes da OMS para questões éticas na vigilância em saúde pública**. Versão oficial em português da obra original em Inglês: WHO guidelines on ethical issues in public health surveillance. ISBN: 978-92-75-71984-8. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57542/9789275719848_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PALMEIRA, I.P. *et al.* Evolução comparativa e temporal das tendências de mortalidade por Câncer Colorretal em Sergipe e Nordeste no período de 2008 a 2018. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 9058-9074 jul./aug.. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/13712>

PARK, HYERIN. *et al.* Post-operative outcomes in the elderly following colorectal cancer surgery. **ANZ journal of surgery**, v. 91, n. 3, p. 387–391, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33089941>

PEDERSEN, J., ROSHOLM, J.U, EWERTZ, M. *et al.* Declining cancer incidence at the oldest ages: Hallmark of aging or lower diagnostic activity? **Journal of geriatric oncology**, 2019; 10(5):792-8. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2019.02.001>

PELEGRI, B.B. *et al.* Tendência da mortalidade por câncer colorretal em adultos no Brasil. **SaBios: Rev. Saúde e Biol.** v.18, e023008, 2023-ISSN 1980 – 0002. DOI: <https://doi.org/10.54372/sb.2023.v18.3576S>. Disponível em: <https://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/3576/1275>

PEREIRA, L. D. *et al.* **Neoplasias malignas ea importância dos registros de câncer.** In: Políticas, Epidemiologia e Experiências no Sistema Único de Saúde (SUS)–Possibilidades e desafios do Cenário Brasileiro. 1ed. Capítulo 21. Editora CRV, v.1, p. 267-281, 2020.

PEREIRA, R.H.M; GONÇALVES, C.N. **Geobr:** Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil [Internet] 2022. [Acessado em novembro de 2022]. Disponível em: <https://rdr.io/cran/geobr/>

PORSSE; VALE. **Análise Exploratória de Dados Espaciais.** Material desenvolvido para a disciplina Economia Regional e Urbana do Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR). 2020.

RAFIEMANESH, H. *et al.* Incidence and Mortality of Colorectal Cancer and Relationships with the Human Development Index across the World. **Asian Pac J Cancer Prev.** 2016; 17(5):2465-73. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27268615/>

QUEIROZ, B. L. *et al.* Estimativas do grau de cobertura e da mortalidade adulta (45q15) para as unidades da federação no Brasil entre 1980 e 2010. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, p. 21–33, maio 2017.

RAJESH, R.S. *et al.* Trends in the incidence of early-onset colorectal cancer in all 50 United States from 2001 through 2017. **CANCER: ACS Journals.** Volume 128, Issue 2. January 15, 2022. <https://doi.org/10.1002/cncr.33916>

RAWLA, P.; SUNKARA, T.; BARSOUK, A. Epidemiology of colorectal cancer: incidence, mortality, survival, and risk factors. **Gastroenterology Review.** 2019;14(2):89-103. doi:10.5114/pg.2018.81072.

REA, F. *et al.* Joinpoint regression analysis with time-on-study as time-scale. Application to three Italian population-based cohort studies. **Epidemiology Biostatistics and Public Health** - 2017, Volume 14, Number 3. DOI: <https://doi.org/10.2427/12616>

REZENDE, A.A.B. *et al.* Distribuição da COVID-19 e dos recursos de saúde na Amazônia Legal: uma análise espacial. **Ciênc. saúde coletiva** 28 (01). Jan 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-81232023281.10782022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/VjYWLQYVwnD6gFBkyfYPppp/#>

RIBEIRO, A.G. *et al.* Cancer Inequalities in Incidence And Mortality In The State Of São Paulo, Brazil 2001– 17. **Cancer Medicine.** 2023;12:16615–16625. DOI: 10.1002/CAM4.6259.

ROBERTSON, N.M; *et al.* Lung and Colorectal Cancer Disparities in Appalachian Kentucky: Spatial Analysis on the Influence of Education and Literacy. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 2023; 20(14):6363. <https://doi.org/10.3390/ijerph20146363>

SAHAR, L. *et al.* GIScience and Cancer: State of the Art and Trends for Cancer Surveillance and Epidemiology. **ACS Journals**. Volume125, Issue15. August 1, 2019. Pages 2544-2560. <https://doi.org/10.1002/cncr.32052>

SANTOS, A. P.D.; CARDOZA, L. M. S.; SIBIM, A. C.; GAMARRA, C. J. Tendência da Mortalidade por Câncer Colorretal no Estado do Paraná e no Município de Foz do Iguaçu, 1980 a 2013. **Revista Brasileira de Cancerologia**, [S. l.], v. 63, n. 2, p. 87–93, 2019. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2017v63n2.138.

SANTOS FILHO, M. A. A.; LIMA, E. dos S.; OLIVEIRA, G. C.; OLIVEIRA, A. M. R. de; FIGUEIREDO, T. de A. D.; PORTO, L. A. Tendência temporal de mortalidade por câncer de colorretal no Brasil entre os anos de 2000 e 2020. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. e20012641575, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i6.41575. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/41575>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SAWICKI, T. *et al.* A Review of Colorectal Cancer in Terms of Epidemiology, Risk Factors, Development, Symptoms and Diagnosis. **Cancers**. 2021; 13(9):2025. <https://doi.org/10.3390/cancers13092025>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6694/13/9/2025>

SIEGEL, R.L. *et al.* Colorectal Cancer Statistics, 2023. **CA Cancer J Clin**. 2023; 73(3): 233-254. Doi:10.3322/caac.21772

SILVA, G. A. E. *et al.* Mortalidade por câncer nas capitais e no interior do Brasil: uma análise de quatro décadas. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 126, 2020. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002255>

SNINSKY, J.A; *et al.* **Risk Factors for Colorectal Polyps and Cancer**. In Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America. Elsevier. Volume 32, Issue 2, April 2022, Pages 195-213. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1052515721001173>

SOUZA, C. D. F. **Hanseníase e determinantes sociais da saúde: Uma abordagem a partir de métodos quantitativos-Bahia, 2001-2015**. 2018. Tese (Doutorado em Saúde Pública) Instituto Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2018.

SOUZA, E. A. DE. *et al.* Vulnerabilidade programática no controle da hanseníase: padrões na perspectiva de gênero no Estado da Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. e00196216, 2018.

SOUZA, C.D.F DE; LUNA, C.F; MAGALHÃES, M. A.F.M. Transmissão da hanseníase na Bahia, 2001-2015: modelagem a partir de regressão por pontos de inflexão e estatística de varredura espacial. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.28, n.1, p.e2018065, 2019.Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ress/a/y8PbmBGVqgrHmLYCzHzrZXd/?lang=pt#>

STORLI, K. E. *et al.* Overall survival after resection for colon cancer in a national cohort study was adversely affected by TNM stage, lymph node ratio, gender, and old age. **International Journal of Colorectal Disease**, v. 26, n. 10, p. 1299-1307, 2011.

SUNG, H. *et al.* Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, (2021). Disponível em: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.3322/caac.21660>

TEPUS, M; YAU, TO. Non-Invasive Colorectal Cancer Screening: An Overview. **Gastrointest Tumors**. 2020 Jul;7(3):62-73. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32903904/>

TESSER, C. D. Prevenção quaternária para a humanização da Atenção Primária à Saúde. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 3, n. 36, p. 416-426, 2012.

US PREVENTIVE SERVICES TASK FORCE. Screening for Colorectal Cancer: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. **JAMA**. 2021;325(19):1965-1977. doi: 10.1001/jama.2021.6238. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2779985>

VANEGAS MORENO, D. P. *et al.* Revisión: Factores asociados a cáncer colorrectal. **Revista médica Risaralda**, Pereira, v. 26, n. 1, p. 68-77, June 2020 . Available from <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-06672020000100068&lng=en&nrm=iso><https://doi.org/10.22517/25395203.23111>.

WALDMAN, E.A.; ROSA, T.E.C. **Vigilância em Saúde Pública**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1998. Série Saúde & Cidadania. volume 7. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_cidadania_volume07.pdf

WANG, M. *et al.* Temporal and spatial trends and determinants of aggressive prostate cancer among Black and White men with prostate cancer. **Cancer Causes Control** 31, 63–71 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10552-019-01249-0>

WIESE, D. *et al.* Residential Mobility and Geospatial Disparities in Colon Cancer Survival. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev**. 29(11): 2119–2125. November 2020. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-20-0772>. Disponível em: <https://aacrjournals.org/cebpa/article/29/11/2119/72280/Residential-Mobility-and-Geospatial-Disparities-in>

WOLF, A.M.D. *et al.* Colorectal Cancer Screening for Average-Risk Adults: 2018 Guideline Update From the American Cancer Society. **Ca Cancer J Clin**. 2018; 68: 250-281.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Monitoring the building blocks of health systems**: a handbook of indicators and their measurement strategies. Geneva: World Health Organization Press; 2010. Disponível em:

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/258734>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020**. Geneva: WHO; 2013. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241506236>

XI, Y; XU, P. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040. **Transl Oncol**. 2021 Oct;14(10):101174. doi: 10.1016/j.tranon.2021.101174. Epub 2021 Jul 6. PMID: 34243011; PMCID: PMC8273208. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8273208/>

YANG, Y. *et al*. Epidemiology and risk factors of colorectal cancer in China. **Chin J Cancer Res**. 2020 Dec 31;32(6):729-741. doi: 10.21147/j.issn.1000-9604.2020.06.06. PMID: 33446996; PMCID: PMC7797231. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33446996/#:~:text=CRC%20has%20various%20risk%20factors,to%20regional%20and%20population%20characteristics>.

ZORZI, M. *et al*. Tendências de incidência de câncer colorretal e taxas de mortalidade de 2003 a 2014 na Itália. **Tumori**. 2019 Oct;105(5):417-426. doi: 10.1177/0300891619838336. Epub 2019 Mar 27. PMID: 30917756. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30917756/>

APÊNDICE A – ARTIGO

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE POR CÂNCER COLORRETAL NO BRASIL, 2010 A 2019

SPACE-TIME ANALYSIS OF MORTALITY FROM COLORECTAL CANCER IN BRAZIL, 2010 TO 2019

Jimena Gonçalves Ferreira¹; Cristine Vieira do Bonfim²; Solange Laurentino
dos Santos³

RESUMO

Objetivou-se analisar a tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, no período de 2010 a 2019. **Método:** Estudo ecológico misto, com unidades de análises espaciais as regiões e Unidades Federativas brasileiras e, como unidades de análises temporais, os anos de estudo com dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade. A análise exploratória por meio de estatística descritiva. Para análise espacial, a estatística de Moran Global. Para análise da tendência temporal, o modelo de regressão por pontos de inflexão. **Resultados:** Foram registrados 167.164 óbitos por câncer colorretal no Brasil. A taxa média de mortalidade foi de 8,26 por 100 mil habitantes com desvio padrão de $\pm 0,938$. A análise espacial mostrou que o índice de Moran global foi de 0,66 ($< 0,001$). Na análise temporal, a partir de 2015 no Brasil, a tendência de crescimento da taxa que era de +0,238 ao ano passou a ser de +0,40, um aumento de 67,9%. **Conclusão:** A mortalidade dessa doença reflete um problema de saúde pública nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sugerindo a importância de programas e políticas de prevenção, rastreamento, diagnóstico precoce e tratamento no eixo Centro-Oeste/Sudeste/Sul, contribuindo no cenário epidemiológico do câncer no Brasil.

Palavras-chave: Câncer Colorretal; Mortalidade; Análise Espacial; Análise de Séries Temporais Interrompida; Estudos Ecológicos.

ABSTRACT

The objective was to analyze the spatio-temporal trend in mortality from colorectal cancer in Brazil, from 2010 to 2019. **Method:** Mixed ecological study, with spatial analysis units the Brazilian regions and Federative Units and, as temporal analysis units, the years of study with data from the Mortality Information System. Exploratory analysis using descriptive statistics. For spatial analysis, the Global Moran statistic. To analyze the temporal trend, the inflection point regression model. **Results:** 167,164 deaths from colorectal cancer were recorded in Brazil. The average mortality rate was 8.26 per 100 thousand inhabitants with a standard deviation of ± 0.938 . The spatial analysis showed that the global Moran index was 0.66 (< 0.001). In the temporal analysis, from 2015 onwards in Brazil, the growth rate trend, which was +0.238 per year, became +0.40, an increase of 67.9%. **Conclusion:** Mortality from this disease

reflects a public health problem in the states of Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná and Santa Catarina, suggesting the importance of prevention, tracking, early diagnosis and treatment programs and policies in the Center-West/Southeast axis /South, contributing to the epidemiological scenario of cancer in Brazil.

Keywords: Colorectal Cancer; Mortality; Spatial Analysis; Interrupted Time Series Analysis; Ecological Studies.

INTRODUÇÃO

O câncer colorretal abrange os tumores do intestino grosso (cólon), reto e ânus (Bray *et al.*, 2018). É o terceiro mais incidente e a segunda causa de mortalidade por câncer em todo o mundo (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 2020). Responsável por mais de 1,9 milhão de casos com uma estimativa de 935.000 mortes no mundo em 2020 (Sung *et al.*, 2021).

No mundo, a incidência de câncer colorretal aumentou 1,27% anualmente de 2001 a 2012 e 3,00% anualmente de 2012 a 2017 (Rajesh *et al.*, 2022). Entre 2005 e 2015, o número de casos de câncer colorretal apresentou um crescimento de 36,5% mundialmente (Fitzmaurice *et al.*, 2017).

O Brasil está entre os 10 principais países que apresentaram maior número de casos de câncer colorretal em 2020 (Xi; Xu, 2021). Neste mesmo ano, ocorreram 20.245 óbitos por câncer colorretal no Brasil, com 9,55 mortes por 100 mil homens e 9,57 óbitos por 100 mil mulheres (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2020). Com estimativa de 97,229 novos casos de câncer colorretal e 48,749 mortes em 2040 para ambos os sexos no Brasil (Xi; Xu, 2021).

O aumento do número de casos e de mortalidade por câncer colorretal no país é decorrente das diferentes fases de transição demográfica, epidemiológica e nutricional que cada região possui (Oliveira *et al.*, 2018). Essas diferentes características sociodemográficas repercutem na saúde pública e demandam estratégias personalizadas para cada local (Palmeira *et al.*, 2020).

No Brasil há recomendações de uma abordagem individualizada para as situações de risco elevado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). Contudo, não é disponibilizado procedimento de rastreamento para pacientes assintomáticos no Sistema Único de Saúde - SUS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Espera-se, com isso, que haja uma sobrecarga na saúde pública da população brasileira com o aumento da incidência dessa neoplasia no futuro (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2020). E a alocação apropriada de recursos para prevenção do câncer colorretal, diagnóstico precoce e cuidados curativos e paliativos torna-se de suma importância para a saúde pública (Fitzmaurice *et al.*, 2017).

Sendo assim, analisar a distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal, identificando padrões espaciais, tendências e diferenças entre as áreas, pode trazer conhecimentos para os profissionais de saúde, a sociedade e os

representantes do governo. E a comparação das tendências temporais entre as diferentes regiões do Brasil pode fornecer informações para o planejamento de estratégias, programas e políticas de saúde (Bigoni *et al.*, 2019).

Esse estudo tem por objetivo analisar a tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, no período de 2010 a 2019.

MÉTODO

Trata-se de um estudo ecológico misto, sobre a tendência espaço-temporal da mortalidade por câncer colorretal de residentes do Brasil. Foi utilizado como unidades de análises espaciais as regiões e Unidades Federativas brasileiras e, como unidades de análises temporais, os anos de estudo.

A população do estudo foi composta por todos os óbitos por câncer colorretal de residentes no Brasil, identificados com os códigos C18, C19, C20 e C21 de acordo com as regras da décima revisão da Classificação Internacional de Doenças e Estatísticas de Problemas relacionados à Saúde (CID-10). O período de coleta dos dados ocorreu entre 2010 e 2019, com registros no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM).

Os dados de mortalidade por câncer colorretal foram extraídos do SIM, que é um sistema de vigilância epidemiológica nacional, cujo objetivo é captar dados sobre os óbitos do país a fim de fornecer informações sobre mortalidade para todas as instâncias do sistema de saúde, e disponibilizado no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

As informações utilizadas pela plataforma do SIM foram: Região; Região/Unidade de Federação; óbitos por residência; os códigos C18, C19, C20 e C21 (CID-10); ano 2010 a 2019. Para tanto, os programas TABNET E TABWIN foram utilizados para consulta dos dados (DATASUS, 2023) que ocorreram em 18 de dezembro.

Os dados referentes à população total do Brasil utilizados nesse estudo foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com ano de 2010 extraído das informações demográficas do Censo 2000-2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022). A data de acesso à base foi em 18 de dezembro de 2022.

Para a construção dos mapas foram utilizados os *shapefiles* obtidos pelo pacote geobr versão 1.7.0 (Pereira; Gonçalves, 2022), os quais são obtidos diretamente do site do IBGE.

Na construção dos indicadores, a primeira medida calculada foi a taxa bruta de mortalidade por câncer colorretal, por região e por Unidade federativa, estimada pela razão do número de óbitos por residência pela população do censo ou a população estimada em cada ano, e multiplicado por 100.000 habitantes.

A análise exploratória dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva com análise de frequências absolutas e relativas, média e desvio padrão e variação percentual relativa sobre a mortalidade do câncer colorretal ao longo do período analisado.

Para a análise espacial, o total de óbitos utilizados foi o somatório dos anos

de 2010 até 2019, enquanto para a população foi feita a média para os anos de 2010 até 2019. Tal procedimento buscou reduzir as flutuações aleatórias que podem ocorrer. A unidade de observação desta análise foi a Unidade de Federação (UF). Foi feito o cálculo do índice de Moran global e local. Para tal, computou-se a matriz de vizinhanças por meio do método QUEEN. Foram elaborados mapas com a distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal, onde a taxa foi discretizada pelo método dos quintis. Todos os cálculos foram feitos a partir da linguagem de programação R versão 4.0.1.

A tendência temporal foi avaliada por meio da evolução das taxas de mortalidade por câncer colorretal nos anos de estudo, no Brasil e nas cinco regiões. A metodologia empregada foi o Modelo de Regressão *Joinpoint* para verificar mudanças de tendência nas séries temporais (Kim *et al.*, 2021) de cada região do país. Com isso, objetiva-se encontrar pontos numa série em que haja mudanças de tendência significativas (Rea *et al.*, 2017). As tendências foram consideradas estatisticamente significativas quando os modelos apresentassem valor $p < 0,05$, maior coeficiente de determinação (R^2), e o teste F para significância global. Para a análise de regressão *Joinpoint*, foi utilizada a linguagem de programação R versão 4.0.0 e o pacote *segmented* versão 1.6-1 (Muggeo, 2008).

Este trabalho não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa local, visto que todas as análises foram feitas a partir de banco de dados de um domínio público com informações agregadas que não possibilitaram a identificação individual.

RESULTADOS

Durante o período estudado o Brasil registrou um total de 167.164 óbitos por câncer colorretal, com a Região Sudeste concentrando a maior parte dos óbitos 55,4% ($n=92.623$). A tabela 1 apresenta as medidas estatísticas da distribuição da mortalidade por câncer colorretal no Brasil no período de 2010 a 2019.

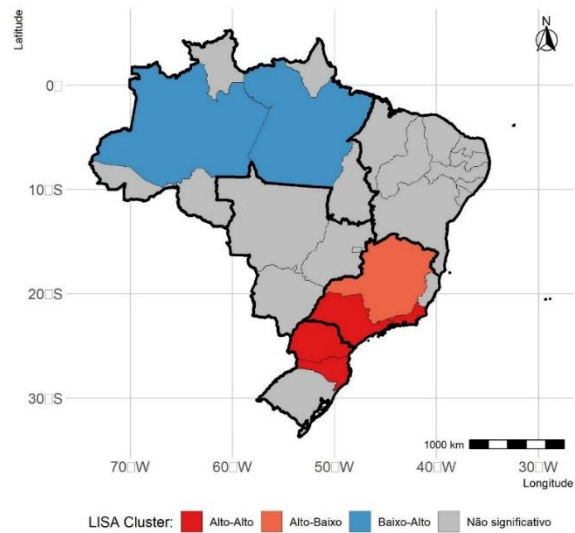
Tabela 1. Estatística descritiva dos óbitos por câncer colorretal no Brasil - período de 2010 a 2019

Estatísticas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Frequência Absoluta	133.44	140.17	146.15	154.15	163.26	166.97	176.99	188.67	196.06	205.78
Frequência Relativa	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
Média	2668,8	2803,4	2923	3083	3265,2	3339,4	3539,8	3773,4	3921,2	4115,6
Desvio Padrão	2951,5	3019,2	3134,9	3254,8	3491,5	3445,3	3648,7	3786,1	3967,1	4222,0

A figura 1 apresenta a distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal por 100 mil habitantes. As UF que concentraram as maiores taxas de mortalidade foram: Rio Grande do Sul (146,1), Rio de Janeiro (130,8), São Paulo (119,3), Paraná (102,5) e Santa Catarina (88,8). Já as UF com menores taxas de mortalidade foram: Amapá (18,9), Acre (24,2), Maranhão (25,7), Roraima (27,9) e

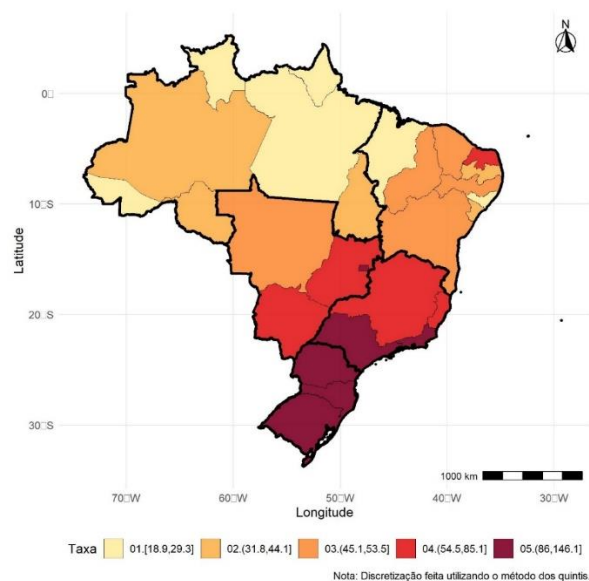
Alagoas (27,9).

Figura 1: Distribuição espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer colorretal (por 100 mil habitantes), segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019



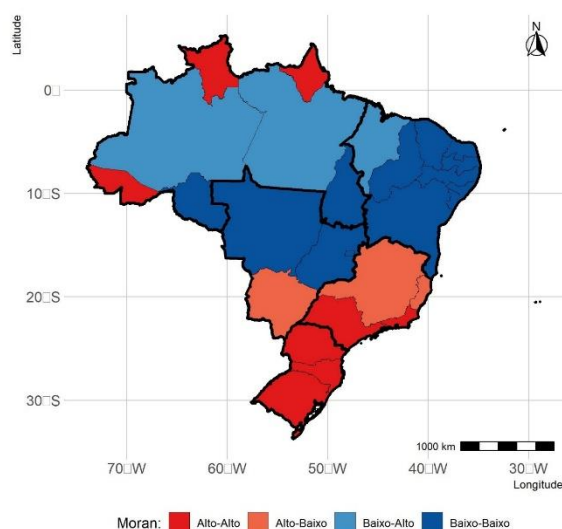
O índice de Moran global foi de 0,66 ($< 0,001$). A partir da análise do Box-Map (figura 2), foi possível identificar que na região Sul/Sudeste as estimativas de Moran local são do tipo Alto-Alto. Na região Centro-Oeste/Nordeste, encontram-se mais estimativas de Moran do tipo Baixo-Baixo e na região Norte não se pode identificar um padrão.

Figura 2: Distribuição do índice de Moran local (Box-Map) segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019



A partir da análise do mapa LISA (figura 3), foi possível identificar dois aglomerados espaciais: Um localizado na região Sul/Sudeste e outro na região Norte.

Figura 3: Distribuição dos clusters de autocorrelação espacial segundo Unidades da Federação, Brasil, 2010 a 2019



Ainda conforme a figura 3, na região Norte, dois estados são do tipo Baixo-Alto (Amazonas e Pará). Já nas regiões Sul e Sudeste, identificaram-se quatro UFs do tipo Alto-Alto, que são do norte para o sul: Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Estas UFs além de possuírem uma alta taxa de câncer de colorretal, são afetadas por seus vizinhos que também possuem taxas elevadas. A UF de Minas Gerais é do tipo Alto-Baixo, indicando que ela tem uma tendência de diminuir sua taxa de câncer de colorretal.

A Tabela 2 apresenta o resultado dos modelos de *joinpoints*, onde pode-se constatar que para o Brasil, a partir de 2015, a tendência de crescimento da taxa que era de +0,238 ao ano passa a ser de +0,40 ao ano, um aumento de 67,9%.

Tabela 2: Estimativas para os modelos de *Joinpoint* de acordo com a região e para o Brasil, 2010 até 2019

Região	Anos	Tendência	Valor-p (Teste F)	R ²	R ² ajustado
Brasil (geral)	2010 - 2014	+0,238	0,00	0,997	0,996
	2015 - 2019	+0,400			
Centro-Oeste	2010 - 2013	+0,158	0,00	0,953	0,930
	2014 - 2019	+0,433			
Nordeste	2010 - 2011	+0,297	0,00	0,999	0,995
	2012 - 2015	+0,227			
	2016 - 2017	+0,403			
	2018 - 2019	+0,135			

continuação

Região	Anos	Tendência	Valor-p (Teste F)	R ²	R ² ajustado
Norte	2010 - 2015	+0,191	0,00	0,979	0,952
	2016 - 2017	+0,392			
	2018 - 2019	-0,191			
Sudeste	2010 - 2015	+0,251	0,00	0,989	0,983
	2016 - 2019	+0,501			
Sul	2010	+0,505	0,01	0,998	0,990
	2011 - 2014	+0,126			
	2015 - 2017	+0,601			
	2018 - 2019	+0,292			

Ainda conforme a tabela 2, a região Centro-Oeste apresentou tendência de crescimento para a taxa antes de 2014 de +0,158 ao ano, e após este período, de +0,433. A região Sudeste crescia a +0,251 ao ano até 2015, onde deste ponto em diante passou a crescer +0,50 (a tendência dobrou de velocidade).

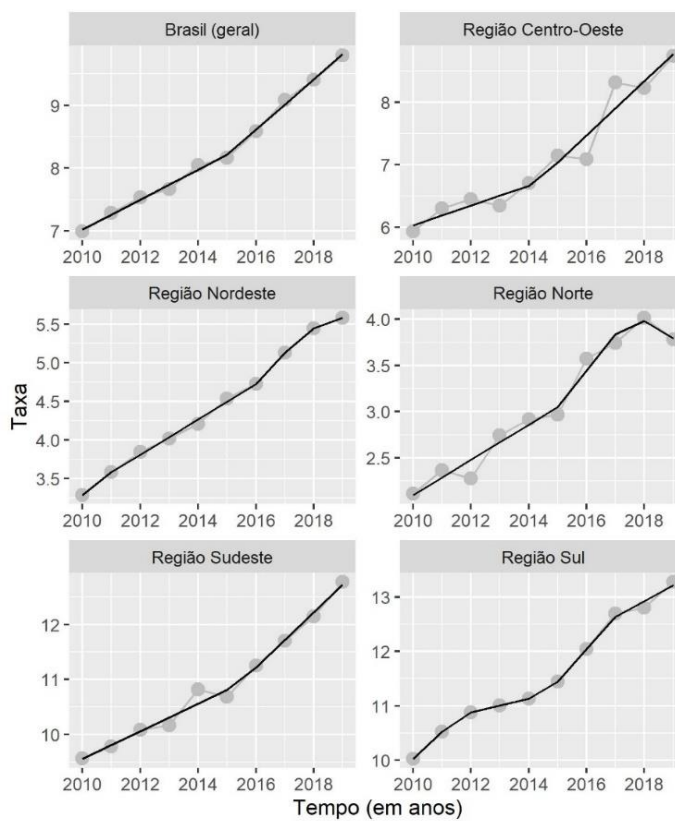
Para região Nordeste, três *breakpoints* foram encontrados: Até 2011 a tendência era de +0,297 ao ano, de 2012 até 2015 de +0,227, de 2016 até 2017 uma elevação no crescimento, tendo média de +0,40 (aumento de 78% em comparação ao período anterior) e de 2018 em diante, crescimento médio de +0,135 ao ano (chegando a ficar 54,6% menor que o primeiro período identificado).

A região Sul apresentou três *breakpoints*: No primeiro ano, tendência de +0,505 ao ano, do segundo ano até 2014, tendência de +0,126 ao ano, de 2015 até 2017 +0,60 e de 2018 em diante +0,292. Na região Norte, havia tendência média de +0,191 até 2015, de 2016 até 2017 um aumento da tendência para +0,392 foi encontrando, e de 2018 a 2019 a tendência tornou de -0,191 ao ano.

Na figura 4, notou-se que para todas as regiões foi observada uma tendência mais acentuada de crescimento, que aconteceu entre 2015 e 2017, onde algumas regiões permaneceram com a mesma tendência de alta (Brasil, Centro-Oeste e Sudeste) enquanto algumas diminuíram para uma velocidade menor de crescimento (Nordeste e Sul) ou reverteram a mesma para uma tendência negativa (Norte).

Ainda conforme a figura 4, o Brasil teve uma tendência de taxa de crescimento de 6,99 (2010) para 9,79 (2019), a região Centro-oeste de 5,93 (2010) para 8,73 (2019), a região Nordeste de 3,28 (2010) para 5,58 (2019), a região Norte de 2,11 (2010) para 3,78 (2019), a região Sudeste de 9,56 (2010) para 12,77 (2019) e a região Sul de 10,02 (2010) para 13,27 (2019).

Figura 4: Tendência temporal da taxa de mortalidade por câncer colorretal no Brasil, suas regiões, 2010 a 2019



DISCUSSÃO

A análise do câncer colorretal mostrou características importantes da mortalidade no Brasil, com um maior número de registros de óbito na Região Sudeste seguidos da região Sul, e maior taxa de mortalidade na região Sul, sendo identificado uma crescente distribuição da mortalidade por este câncer no período estudado. Esses dados demonstram um aumento do risco de desenvolver câncer colorretal nestes estados no período estudado.

Os maiores registros de óbitos por câncer colorretal foram encontrados na região Sudeste e Sul respectivamente, com 62.778 óbitos ao Sudeste e 59.263 óbitos ao Sul do Brasil, durante o período de 2000 a 2020 (Santos Filho *et al.*, 2023). Esses achados podem estar relacionados com a maior acessibilidade da população destas regiões aos serviços de saúde, aos tratamentos e as tecnologias, e maior exposição a fatores de risco, com o excesso de ingestão de carne vermelha processada e embutidos, como também dieta pobre em frutas e fibras como documentado por Dobiesz *et al.* (2022).

O presente estudo permitiu avaliar a distribuição espacial das taxas de mortalidade por câncer colorretal nas UF brasileiras e observou que os maiores valores se concentraram na região Sul e Sudeste juntamente com a UF do Rio Grande do Norte na região Nordeste. Ao analisarem as taxas de mortalidade por neoplasia

maligna no Brasil e nas UF's nos anos de 1990 e 2015, observaram que as maiores taxas foram ressaltadas em estados das regiões Sul e Sudeste (Guerra *et al.*, 2017).

A distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal foi analisada na região sul do Brasil no período de 2015 a 2019, e foi observado que em todas as faixas etárias, um cluster de mortalidade por câncer colorretal formou-se no estado do Rio Grande do Sul (Castilho *et al.*, 2023). Todavia, há uma diferença de magnitude e comportamento de tendência das taxas de mortalidade entre as regiões brasileiras, sendo maiores para os homens do que para as mulheres (Dutra, Parreira e Guimarães, 2018).

Com a análise espacial dessa pesquisa foi possível identificar que as taxas de câncer colorretal dos estados do Amazonas, Pará e Maranhão sofreram influência das UF's vizinhas a serem maiores (são do tipo Baixo-Alto), enquanto os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul possuem alta taxa de câncer colorretal e sofrem influência das UF's vizinhas a diminuírem sua taxa (do tipo Alto-Baixo). As regiões Baixo-Alto e Alto-Baixo mostram que a área alvo é cercada por áreas com taxas diferentes de câncer colorretal (Bagheri *et al.*, 2017). No estado de Mato Grosso, no período de 2000 a 2015, foi observado um aumento da mortalidade por câncer, bem como um aumento na proporção de municípios nesse estado com maiores taxas de mortalidade (Alves *et al.*, 2021).

Verificamos nessa pesquisa que as taxas de câncer colorretal dos estados do Acre, Roraima, Amapá, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul são altas e são afetadas por seus vizinhos que também possuem taxas elevadas (do tipo Alto-Alto), enquanto os estados de Rondônia, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Bahia, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe possuem baixa taxa de câncer colorretal e sofrem influência das UF's vizinhas que também possuem baixas taxas (do tipo Baixo-Baixo). As regiões agrupadas em Alto-Alto e Baixo-Baixo indicam que a área alvo é cercada por áreas com taxas semelhantes de câncer colorretal (Bagheri *et al.*, 2017).

Esta variação espacial, identificada com clusters Alto-Baixo e o Baixo-Alto, da incidência do câncer colorretal, pode estar relacionada com o pobre acesso aos serviços de saúde, razões hereditárias, fatores ambientais e/ou desigualdades socioeconômicas (Halimi *et al.*, 2020). O baixo nível socioeconômico está associado a um aumento do risco de mortalidade em pacientes com câncer colorretal (Storli *et al.*, 2011).

As condições socioeconômicas e questões relacionadas ao estilo de vida podem influenciar nas taxas de incidência e mortalidade por câncer colorretal (Santos Filho *et al.*, 2023). Alguns autores compararam a incidência e a mortalidade por câncer de acordo com o nível socioeconômico regional no estado de São Paulo, Brasil, entre 2001 e 2017, e identificaram que as taxas de incidência para o câncer colorretal aumentou acentuadamente com o aumento do nível socioeconômico (Ribeiro *et al.*, 2023).

O aumento da tendência de incidência por câncer colorretal também pode estar relacionada com maiores exposições a fatores de risco (Rafiemanesh *et al.*, 2016). As maiores prevalências de fatores de risco (alimentação inadequada, inatividade física, tabagismo e consumo de álcool) foram identificadas em estados das regiões Sul e Sudeste, e as menores em estados do Norte e Nordeste (Oliveira *et al.*, 2018).

Fatores ambientais como poluição do ar, níveis de pesticidas, exposição ocupacional a metais pesados, e a ingestão de água e alimentos contaminados com metais pesados como o chumbo, podem ter impacto nas consequências para a saúde das pessoas e causar níveis elevados de câncer colorretal, e, por conseguinte, ao aumento da tendência de sua mortalidade (Halimi *et al.*, 2020). No Brasil, pesquisadores do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH/Fiocruz), observaram valores muito elevados de níveis de chumbo no sangue de trabalhadores de fábricas e reformadoras de baterias instaladas no Rio de Janeiro (Mattos *et al.*, 2003).

Observou-se nesta pesquisa uma tendência crescente da mortalidade por câncer colorretal com maior taxa média na região Sul, seguida das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Este evento pode ser justificado com as disparidades regionais que acontecem no Brasil, onde quase 80% dos óbitos ocorreram nas regiões Sul e Sudeste, e taxas de mortalidade apresentando um maior aumento na região Sul e menores valores na região Nordeste (Dominguez e Bierrenbach, 2020).

Na presente investigação, foi observado uma tendência mais acentuada de crescimento da mortalidade por câncer colorretal entre os anos de 2015 e 2017, com tendência de alta nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, menor crescimento nas regiões Sul e Nordeste e tendência negativa na região Norte. O declínio nas taxas de mortalidade para os indivíduos diagnosticados com o câncer colorretal na região Nordeste pode ser atribuído às adoções de medidas terapêuticas e serviços de triagem (Mesquita Neto *et al.*, 2023).

Foram identificados que em regiões desfavorecidas do Brasil, as diferenças demográficas geram atrasos e barreiras para começar o tratamento do câncer colorretal (Lima; Villela, 2021). E menores proporções de sobrevivência foram observadas na região menos desenvolvida do Norte do país, em comparação com as regiões mais desenvolvidas do Sudeste e Sul (Nascimento *et al.*, 2022).

O estilo de vida e os fatores comportamentais comuns nas populações mais desenvolvidas estão relacionados com os determinantes socioeconômicos e podem influenciar nas práticas de rastreio e diagnóstico do câncer (Ribeiro *et al.*, 2023). O padrão de incidência do câncer colorretal provavelmente está relacionado a um maior acesso e adesão a procedimentos diagnósticos entre populações mais ricas e menos ricas (Ribeiro *et al.*, 2023). Alguns autores observaram que no interior das regiões Norte e Nordeste do Brasil, houve um aumento na tendência da mortalidade por câncer colorretal e chegaram à hipótese de que poderia ser consequente do aumento na incidência, à falta de acesso ao diagnóstico e tratamento especializado (Silva *et al.*, 2020).

Quanto às diferenças epidemiológicas, a cobertura e a qualidade da informação dos óbitos podem variar de acordo com as regiões e Unidades da Federação (Santos *et al.*, 2019). A completude dos dados do Sistema SIM, cujo registros de mortalidade são obrigatórios no Brasil, tem variado substancialmente entre os estados (Lima; Queiroz, 2014). O subregistro, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, pode interferir no cálculo das taxas de mortalidade por câncer (Oliveira *et al.*, 2018).

Nas regiões Sul e Sudeste, foram observadas uma completa cobertura do registro de mortalidade adulta obtidos pelo SIM, e nas regiões Norte e Nordeste ainda existem localidades com pouca cobertura (Queiroz *et al.*, 2017). Quando comparados os óbitos hospitalares informados no SIM com aqueles informados como resultado

das internações SUS e não SUS, as regiões Sul e Sudeste apresentaram as maiores coberturas da informação de mortalidade, e a região Norte, a menor cobertura (Machado *et al.*, 2016).

Na presente pesquisa houve um aumento da incidência por câncer colorretal na região Sudeste. Esse achado poderia estar fortemente ligada aos indicadores socioeconômicos como o IDH e ao produto interno bruto (PIB) per capita, constatando que, a cada 0,01 pontos acrescidos no valor anual do IDH, surgiriam 246 novos casos de câncer colorretal (Cesar; Toledo, 2011).

Uma das explicações para a alta incidência do câncer colorretal poderia ser devido à limitação dos serviços de saúde, com pouca ou nenhuma atenção especializada, em municípios com baixo IDH (Castilho *et al.*, 2023). A Atenção Secundária especializada nos serviços públicos do Brasil foi descrita como: “amplamente subdesenvolvida, precária e apresenta uma situação que parece ser intencionalmente indutora da expansão da medicina suplementar privada, que é subsidiada direta e indiretamente pelo Estado” (Tesser, 2012).

Os municípios que apresentassem IDH elevado e adequado serviços de saúde, incluindo a atenção especializada, poderiam contribuir para a baixa mortalidade por câncer colorretal (Faria; Pires; Lanzellotti, 2020). Contudo, autores observaram que na região Nordeste, por haver uma prevalência na conservação das tradições culturais que influenciam diretamente os hábitos diários dessa população, inclusive no padrão alimentar, não foi observada uma diferença entre o PIB e o IDH com a incidência do câncer colorretal (Cesar e Toledo, 2011).

O Brasil apresenta algumas diferenças de IDH, com diferentes acessos aos serviços de saúde, em todos os municípios brasileiros (Castilho *et al.*, 2023). Este fato ressalta que, mesmo o Brasil possuindo um Sistema Único em Saúde, apresenta heterogeneidade na cobertura e assistência ao paciente oncológico, o que influencia o tempo de início de tratamento (Faria; Pires; Lanzellotti, 2020). Autores analisaram fatores sociodemográficos e clínicos associados ao atraso para o início de tratamento de câncer de cólon e reto em hospitais no Brasil, e observaram disparidades no tempo para início do tratamento de acordo com estratos sociodemográficos e regiões geográficas (Lima e Villela, 2021).

Os estados que possuem maior cobertura ao diagnóstico e tratamento do câncer colorretal, com hospitais habilitados na alta complexidade em oncologia no SUS, oncologistas e centros de radioterapia, estão localizados nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste (Faria, Pires e Lanzellotti, 2020). A incidência e mortalidade do câncer pode ser reduzida pela diminuição das disparidades sociais em relação ao acesso à prevenção primária, ao diagnóstico precoce, tratamentos padronizados e à reabilitação (Silva *et al.*, 2020).

As limitações deste estudo se faz pelo uso de dados agregados em bancos preexistentes, que além de poderem apresentar lacunas nas notificações pelo sistema de registro, abstem-se de dados com detalhamento individual necessário para uma investigação mais precisa de exposição e desfecho do câncer. Todavia, essa limitação não foi grande o suficiente para distorcer os resultados. Os dados coletados foram submetidos a testes estatísticos robustos que permitiram compreender o problema estudado. No entanto, observa-se a importância e o impacto que essa doença tem no sistema de saúde, assim como na qualidade de vida dos indivíduos.

CONCLUSÃO

No período de 2010 a 2019, foram identificados aglomerados com alta taxa de mortalidade por câncer colorretal nas regiões Sul e Sudeste. O aumento da mortalidade em todo o país, nesta análise de dados relativos a 10 anos, evidencia a persistência da alta carga de câncer colorretal no Brasil.

Para análise da distribuição espacial da mortalidade por câncer colorretal no Brasil, esta pesquisa observou que os estados do Amazonas e Pará, na região Norte, apresentaram aglomerados de baixas taxas de letalidade e sofrem influências das UFs vizinhas que aumentam a sua taxa. Os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina possuem aglomerados de altas taxas de mortalidade. E o estado de Minas Gerais, na região sudeste, possui alta taxa de câncer colorretal e sofre influência das UFs vizinhas a diminuírem a sua taxa.

Ao verificar a análise da distribuição temporal, este estudo identificou uma tendência de crescimento das taxas localizadas no eixo Centro-Oeste/Sudeste/Sul. Entre os anos de 2015 e 2017 foi observado que algumas regiões apresentaram uma tendência de crescimento mais relevante. Umas com velocidade maior de crescimento (Brasil, Centro-Oeste e Sudeste), outras com velocidade menor de crescimento (Nordeste e Sul) ou reverteram a mesma para uma tendência negativa (Norte).

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. R. *et al.* Distribuição espacial e temporal da mortalidade por câncer em um estado da Amazônia Legal Brasileira entre 2000 e 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, p. e210009, 2021. <https://doi.org/10.1590/1980-549720210009.supl.1>
- BAGHERI, N; *et al.* Geographical outcome disparities in infection occurrence after colorectal surgery: An analysis of 58,096 colorectal surgical procedures. **International Journal of Surgery** 44 (2017) 117e121. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.06.048>
- BIGONI, A. *et al.* Describing mortality trends for major cancer sites in 133 intermediate regions of Brazil and an ecological study of its causes. **BMC Cancer**. 2019;19 (1):940. <https://doi.org/10.1186/s12885-019-6184-1>. Disponível em: <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-019-6184-1>
- BRAY, F; *et al.* Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA CANCER J CLIN** 2018;68:394–424. Disponível em: <http://www.jco.org/journal/36/18/1/394>
- CASTILHO, M.J.C. *et al.* Spatial distribution of mortality from colorectal cancer in the southern region of Brazil. **PLOS ONE** | July 7, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288241>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0288241>
- CESAR, ACG; TOLEDO, MCB. Comparação do desenvolvimento sócio-econômico com a morbidade hospitalar nos casos de câncer de pulmão, estômago e colorretal

entre as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. **Revista Biociências**. Vol.17 - nº 2 – 2011. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1390/981>

DATASUS. **Sistema de informações sobre mortalidade**. Informações de saúde. 2023. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def>

DOBIESZ, B.A. *et al.* Mortalidade por câncer colorretal em mulheres: análise de tendência no Brasil, Estados e Regiões. **Rev Bras Enferm**. 2022;75(2):e20210751. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0751pt>

DOMINGUEZ, R.G; BIERRENBACH, A.L, Hospital Morbidity And Colorectal Cancer Mortality: Implications For Public Health In Brazil. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 57, n. 2, p. 182–187, abr. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ag/a/jWMWdWJcdBB996NkZKJ4tkK/?lang=en#>

DUTRA, VIVIANE GOMES PARREIRA, PARREIRA, VIRGILIO AUGUSTO GOMES E GUIMARÃES, RAPHAEL MENDONÇA. Evolução da mortalidade por câncer de cólon e reto no Brasil e regiões, 1995 a 2015. **Arquivos de Gastroenterologia [online]**. 2018, v. 55, n. 01, pp. 61-65. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-2803.201800000-12>. ISSN 1678-4219.

FARIA, R. P; PIRES, L.M.V; LANZELLOTTI, R.S. Tendência de adequação à lei no 12.732 de 2012 pelas Unidades Federativas brasileiras sob a ótica dos casos de câncer colorretal. **Repositório Institucional – INCA**. <https://ninho.inca.gov.br/jspui/handle/123456789/2131>

FITZMAURICE, C. *et al.* Global, regional, and national cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life-years for 32 cancer groups, 1990 to 2015: a systematic analysis for the global burden of disease study. **JaMa oncol** 2017;3(4):524-548. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.5688. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27918777/>

GUERRA, MAXIMILIANO RIBEIRO *et al.* Magnitude e variação da carga da mortalidade por câncer no Brasil e Unidades da Federação, 1990 e 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. 2017, v. 20, n. Supl 01, pp. 102-115. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-54972017000500009>. ISSN 1980-5497

HALIMI, L; BAGHERI, N; HOSEINI, B. *et al.* Spatial Analysis of Colorectal Cancer Incidence in Hamadan Province, Iran: a Retrospective Cross-Sectional Study. **Appl. Spatial Analysis and Policy** 13, 293–303 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12061-019-09303-9>

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Colorectal Cancer**. Source Globocan 2020. 2020. Disponível em: https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/cancers/10_8_9-Colorectum-fact-sheet.pdf

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA. **Estimativa 2020**. MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/sintese-de-resultados-e-comentarios>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Estimativas da População**. 2022. Disponíveis em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>.

KIM, S; LEE, S; CHOI, J. I; CHO, H. Binary genetic algorithm for optimal joinpoint detection: Application to cancer trend analysis. **Statistics in medicine**, 40(3), 799–822. (2021). <https://doi.org/10.1002/sim.8803>

LIMA, EEC; QUEIROZ, BL. Evolução do sistema de registro de óbitos no Brasil: associações com mudanças no perfil de mortalidade, subregistro de mortes e causas de morte mal definidas. **Cad Saúde Pública**. 2014;30 (8):1721-30.

LIMA, MARIANA ARAUJO NEVES; E VILLELA DANIEL ANTUNES MACIEL. Fatores sociodemográficos e clínicos associados ao tempo para o início do tratamento de câncer de cólon e reto no Brasil, 2006-2015. **Cadernos de Saúde Pública**. 2021. v. 37, n. 5, e00214919. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00214919>>. ISSN 1678-4464

MACHADO, JULIANA PIRES; MARTINS, MÔNICA; LEITE, IURI DA COSTA. Qualidade das bases de dados hospitalares no Brasil: alguns elementos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. 2016, v. 19, n. 03. pp. 567-581. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-5497201600030008>>. ISSN 1980-5497.

MATTOS, U. A. O; *et al.* Avaliação e diagnóstico das condições de trabalho em duas indústrias de baterias chumbo-ácidas no Estado do Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1047–1056, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/SPKS8QKWWkmY9sSF8FGMWpb/?lang=pt#>

MESQUITA NETO, A.M. *et al.* Tendência da mortalidade por Câncer Colorretal no estado do Piauí e Brasil no período de 2016 a 2020. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 6, n.4,p.16100-16122,jul./aug., 2023. DOI:10.34119/bjhrv6n4-167

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Rastreamento** (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Cadernos de Atenção Primária, n. 29. Brasília: Ministério da Saúde; 2010. p. 75-77.

MUGGEO, V.M.R. Segmented: an R package to fit regression models with broken-line relationships. **R News** 8/1, 20–25. 2008. Disponível em: <https://journal.r-project.org/articles/RN-2008-004/RN-2008-004.pdf>

NASCIMENTO, AQ; *et al.* Impact of sociodemographic factors and screening, diagnosis, and treatment strategies on colorectal cancer mortality in Brazil: a 20-year ecological study. **PLoS One**. 2022;17 (9):1- 18

OLIVEIRA, M.M. *et al.* Disparidades na mortalidade de câncer colorretal nos estados brasileiros. **Rev Bras Epidemiol** 2018; 21: e180012. <https://doi.org/10.1590/1980-549720180012>

PALMEIRA, I.P. *et al.* Evolução comparativa e temporal das tendências de mortalidade por Câncer Colorretal em Sergipe e Nordeste no período de 2008 a 2018. **Braz. J. Hea. Rev.**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 9058-9074 jul./aug.. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/13712>

PEREIRA, R.H.M; GONCALVES, C.N. **geobr**: Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil [Internet]. [Acessado em novembro de 2022]. Disponível em: <https://rdr.io/cran/geobr/>

QUEIROZ, B. L. *et al.* Estimativas do grau de cobertura e da mortalidade adulta (45q15) para as unidades da federação no Brasil entre 1980 e 2010. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, p. 21–33, maio 2017.

RAFIEMANESH, H. *et al.* Incidence and Mortality of Colorectal Cancer and Relationships with the Human Development Index across the World. **Asian Pac J Cancer Prev.** 2016; 17(5):2465-73. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27268615/>

RAJESH, R.S. *et al.* Trends in the incidence of early-onset colorectal cancer in all 50 United States from 2001 through 2017. **CANCER: ACS Journals.** Volume 128, Issue 2. January 15, 2022. <https://doi.org/10.1002/cncr.33916>

REA, F. *et al.* Joinpoint regression analysis with time-on-study as time-scale. Application to three Italian population-based cohort studies. **Epidemiology Biostatistics and Public Health** - 2017, Volume 14, Number 3. DOI: <https://doi.org/10.2427/12616>

RIBEIRO, A.G. *et al.* Cancer Inequalities in Incidence And Mortality In The State Of São Paulo, Brazil 2001– 17. **Cancer Medicine.** 2023;12:16615–16625. DOI: 10.1002/CAM4.6259.

RIBEIRO, A.G. *et al.* Colorectal cancer spatial pattern in the northeast region of São Paulo, Brazil. **Global Epidemiology.** Volume 5, December 2023, 100097. <https://doi.org/10.1016/j.gloepi.2022.100097>

SANTOS FILHO, M. A. A.; *et al.* Tendência temporal de mortalidade por câncer de colorretal no Brasil entre os anos de 2000 e 2020. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. e20012641575, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i6.41575. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/41575>. Acesso em: 1 jul. 2023

SANTOS, A.P.D; *et al.* Tendência da Mortalidade por Câncer Colorretal no Estado do Paraná e no Município de Foz do Iguaçu, 1980 a 2013. **Revista Brasileira de Cancerologia**, [S. l.], v. 63, n. 2, p. 87–93, 2019. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2017v63n2.138.

SILVA, G.A.E. *et al.* Mortalidade por câncer nas capitais e no interior do Brasil: uma análise de quatro décadas. *Revista de Saúde Pública*, v. 54, p. 126, 2020. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002255>

STORLI, K. E.; *et al.* Overall survival after resection for colon cancer in a national cohort study was adversely affected by TNM stage, lymph node ratio, gender, and old age. **International Journal of Colorectal Disease**, v. 26, n. 10, p. 1299-1307, 2011.

SUNG H, *et al.* Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, (2021). Disponível em: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.3322/caac.21660>

TESSER, C. D. Prevenção quaternária para a humanização da Atenção Primária à Saúde. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 3, n. 36, p. 416-426, 2012.

XI, YUE; XU, PENGFEI. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040. **Transl Oncol.** 2021 Oct;14 (10):101174. doi: 10.1016/j.tranon.2021.101174. Epub 2021 Jul 6. PMID: 34243011; PMCID: PMC8273208. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8273208/>

ANEXO A- DECLARAÇÃO DE ÓBITO

 República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde

Declaração de Óbito Nº **8049898**

I Cartório

1 Cartório 2 Registro 3 Data

4 Município 5 UF 6 Cemitério

7 Tipo de Óbito 8 Óbito Data 9 Cartão SUS 10 Naturalidade

11 Nome do falecido

II Identificação

12 Nome do pai 13 Nome da mãe

14 Data de Nascimento 15 Idade (Anos completos, Meses, Dias, Horas, Minutos) 16 Sexo (M - Masc., F - Fem., I - Ignorado) 17 Raça/Cor (1 Branca, 2 Preta, 3 Amarela, 4 Parda, 5 Indígena)

18 Estado civil (1 Solteiro, 2 Casado, 3 Viúvo, 4 Separado judicialmente/Divorçado, 5 Ignorado) 19 Escolaridade (Em anos de estudos concluídos) (1 Nenhuma, 2 De 1 a 3, 3 De 4 a 7, 4 De 8 a 11, 5 12 e mais, 6 Ignorado) 20 Ocupação habitual e ramo da atividade (se aposentado, colocar a ocupação habitual anterior) Código

III Residência

21 Logradouro (Rua, praça, avenida etc.) Código Número Complemento 22 CEP

23 Bairro/Distrito Código 24 Município de residência Código 25 UF

IV Ocorrência

26 Local de ocorrência do óbito (1 Hospital, 2 Outros estabelecimento, 3 Domicílio, 4 Via pública, 5 Outros) 27 Estabelecimento Código

28 Endereço de ocorrência, se fora do estabelecimento ou da residência (Rua, praça, avenida, etc.) Número Complemento 29 CEP

30 Bairro/Distrito Código 31 Município de ocorrência Código 32 UF

V Falecido ou menor que 1 ano

PREENCHIMENTO EXCLUSIVO PARA ÓBITOS FETAIS E DE MENORES DE 1 ANO

33 Idade (Anos) 34 Escolaridade (Em anos de estudo concluídos) (1 Nenhuma, 2 De 1 a 3, 3 De 4 a 7, 4 De 8 a 11, 5 12 e mais, 6 Ignorado) 35 Ocupação habitual e ramo da atividade da mãe Código 36 Número de filhos vivos (Nascidos vivos, Nascidos mortos)

37 Duração da gestação (Em semanas) (1 Menos de 22, 2 De 22 a 27, 3 De 28 a 31, 4 De 32 a 36, 5 De 37 a 41, 6 42 e mais, 7 Ignorado) 38 Tipo de gravidez (1 Única, 2 Dupla, 3 Tripla e mais, 4 Ignorado) 39 Tipo do parto (1 Vaginal, 2 Cesáreo, 3 Ignorado) 40 Morte em relação ao parto (1 Antes, 2 Durante, 3 Depois, 4 Ignorado) 41 Peso ao nascer Gramas 42 Num. do Doctor do Nascido Vivo

VI Condições e causas do óbito

ÓBITOS EM MULHERES

43 A morte ocorreu durante a gravidez, parto ou aborto? (1 Sim, 2 Não, 3 Ignorado) 44 A morte ocorreu durante o puerpério? (1 Sim, até 42 dias, 2 Sim de 43 dias a 1 ano, 3 Não, 4 Ignorado) 45 Recebeu assist. médica durante a doença que ocasionou a morte? (1 Sim, 2 Não, 3 Ignorado)

DIAGNÓSTICO CONFIRMADO POR:

46 Exame complementar? (1 Sim, 2 Não, 3 Ignorado) 47 Cirurgia? (1 Sim, 2 Não, 3 Ignorado) 48 Necropsia? (1 Sim, 2 Não, 3 Ignorado)

CAUSAS DA MORTE

PARTE I ANOTE SOMENTE UM DIAGNÓSTICO POR LINHA

Doença ou estado mórbido que causou diretamente a morte

a Devido ou como consequência de

b Devido ou como consequência de

c Devido ou como consequência de

d Devido ou como consequência de

CAUSAS ANTERIORES

Estados morbosos, se existirem, que produziram a causa acima registrada, mencionando-se em último lugar a causa básica

PARTE II

Outras condições significativas que contribuíram para a morte, e que não entraram, porém, na cadeia causal

VII Médico

49 Nome do médico 50 CRM 51 O médico que assinou atendeu ao falecido? (1 Sim, 2 Não, 3 Não, 4 Não, 5 Não, 6 Não, 7 Não, 8 Não, 9 Não)

52 Meio de contato (Telefone, fax, e-mail etc.) 53 Data do atestado 54 Assinatura

VIII Causas externas

PROVÁVEIS CIRCUNSTÂNCIAS DE MORTE NÃO NATURAL (Informações de caráter estritamente epidemiológico)

55 Tipo (1 Acidente, 2 Suicídio, 3 Homicídio, 4 Outros, 5 Ignorado) 56 Acidente do trabalho (1 Sim, 2 Não, 3 Ignorado) 57 Fonte da informação (1 Boletim de ocorrência, 2 Hospital, 3 Família, 4 Outra, 5 Ignorado)

58 Descrição sumária do evento, incluindo o tipo de local de ocorrência

SE A OCORRÊNCIA FOR EM VIA PÚBLICA, ANOTAR O ENDEREÇO

59 Logradouro (Rua, praça, avenida, etc.) Código

IX Local do Médico

60 Declarante 61 Testemunhas A B

Versão 05/06-01

Via da Secretaria de Saúde (branca); Cartório do Registro civil (amarela); Unidade de Saúde (rosa)