



**ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL
DA EXISTÊNCIA DE EQUIPAMENTOS
PARA DIAGNÓSTICO DE CÂNCER
NAS MICRORREGIÕES BRASILEIRAS
PARA O ANO DE 2019**

**SPATIAL EXPLORATORY ANALYSIS OF THE EXISTENCE
OF EQUIPMENT FOR CANCER DIAGNOSIS IN BRAZILIAN
MICROREGIONS IN 2019**

ANÁLISE EXPLORATÓRIA ESPACIAL DA EXISTÊNCIA DE EQUIPAMENTOS PARA DIAGNÓSTICO DE CÂNCER NAS MICRORREGIÕES BRASILEIRAS PARA O ANO DE 2019

SPATIAL EXPLORATORY ANALYSIS OF THE EXISTENCE OF EQUIPMENT FOR CANCER DIAGNOSIS IN BRAZILIAN MICROREGIONS IN 2019

Larissa Lika Kikuchi¹ | Auberth Henrik Venson²

Recebimento: 18/11/2021

Aceite: 19/11/2024

¹ Graduada em Ciências Econômicas (UEL).

E-mail: larissakikuchi@hotmail.com

² Doutor em Desenvolvimento Econômico (UFPR).

Docente da Universidade de Londrina. Londrina – PR, Brasil.

E-mail: auberth.eco@gmail.com

RESUMO

O acesso à assistência médica e à infraestrutura adequada é essencial para o diagnóstico e tratamento do câncer. O objetivo deste estudo é mapear a disponibilidade dos equipamentos de detecção de câncer e identificar possíveis áreas de carência, assim como padrões de associação espacial da oferta da estrutura de equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras para o ano de 2019. Para isso, foram utilizados dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). A metodologia utilizada neste trabalho foi uma Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), que permite verificar as associações espaciais existentes nas microrregiões brasileiras que possuem equipamentos de diagnóstico de câncer. Os resultados apontam a presença de autocorrelação espacial positiva nos dados, com uma formação de clusters do tipo Alto-Alto de aparelhos de diagnóstico de câncer no Sul e Sudeste do Brasil, indicando que estas regiões possuem uma alta concentração de aparelhos. Em contraste, os resultados também indicaram que nas regiões Norte e Nordeste há uma forte presença de clusters do tipo Baixo-Baixo, apresentando uma aglomeração de microrregiões com falta destes equipamentos médicos. Assim, constatou-se uma desigualdade regional presente no país com relação à disponibilidade de equipamentos para diagnóstico de câncer, ressaltando a necessidade de investimentos e políticas públicas focados nas regiões com maior carência de equipamentos.

Palavras-chave: Análise Exploratória de dados espaciais, equipamento de diagnóstico de câncer, saúde.

ABSTRACT

Access to healthcare and adequate infrastructure are essential for cancer diagnosis and treatment. This study aims to analyze the spatial distribution of cancer diagnostic equipment in Brazilian microregions for the year 2019. It was used data from the National Register of Health Establishments (CNES), made available by the Informatics Department of the Unified Health System (DATASUS). The methodology used in this work was an Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA), which verifies the existing spatial associations in Brazilian microregions that have cancer diagnostic equipment. The study results presence of positive spatial autocorrelation in the data. Note the formation of high-high clusters of cancer diagnostic devices in the South and Southeast of Brazil, indicating that these regions have a high concentration of devices. However, the results also indicate that in the North and Northeast regions there is a strong presence of low-low clusters, indicating an agglomeration of micro-regions lacking these medical equipment. Thus, a regional inequality was found in the country regarding the availability of equipment for cancer diagnosis, highlighting the need for investments and public policies focused on regions with lack of equipment.

Keywords: Exploratory Analysis of Spatial Data, cancer diagnostic equipment, health.

INTRODUÇÃO

De acordo com a definição do Instituto Nacional do Câncer (INCA), câncer é o nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células que tendem a ser muito agressivas e incontroláveis, determinando a formação de tumores, que podem espalhar-se para outras regiões do corpo. Segundo o Ministério da Saúde, a identificação do câncer em estádios iniciais pode ser obtida por meio do diagnóstico precoce ou pelo rastreamento (Brasil, 2019).

Segundo Silva e Hortale (2012), para uma detecção precoce do câncer, podem-se adotar duas estratégias: o diagnóstico precoce e o rastreamento. O diagnóstico precoce consiste na conscientização da população e de profissionais de saúde para os sinais e sintomas precoces do câncer por meio de consultas realizadas nos serviços de saúde para os indivíduos sintomáticos. Já o rastreamento consiste em identificar o câncer em seus estágios iniciais em populações assintomáticas, possibilitando a mudança em seu prognóstico.

O diagnóstico precoce de câncer permite que os tratamentos se iniciem mais rapidamente e sejam mais efetivos (Kowalski, 2021), uma vez que o diagnóstico tardio da doença reduz as chances de cura e é um dos fatores responsáveis pela alta taxa de mortalidade, podendo também causar outras consequências



negativas como perda de produtividade no trabalho, consequências emocionais, aumento das despesas de saúde com gastos médicos (Rodrigues; Cruz; Paixão, 2015). Para que o diagnóstico precoce seja possível, são necessárias a disponibilidade dos equipamentos adequados e uma estrutura de atendimento acessível para a população, com uma distribuição espacial dos equipamentos de diagnóstico de câncer menos desigual, que permita um maior acesso a um diagnóstico mais rápido. Estudos como os de Dejardin *et al.* (2005), Huang *et al.* (2009) e Oliveira *et al.* (2011) apontaram que, em áreas rurais, cidades pequenas, com orçamento restrito e falta de transporte, a falta de estrutura e de disponibilidade de equipamentos em áreas próximas aos pacientes influencia diretamente no acesso à saúde da população. Assim, uma estrutura de atendimento com disponibilidade de equipamentos mais concentrada acaba beneficiando aqueles que residem próximo a este tipo de estrutura.

O acesso à assistência médica e à infraestrutura adequada são essenciais para o diagnóstico do câncer e seu tratamento, que inclui cirurgia, quimioterapia, radioterapia ou transplante de medula óssea, podendo estes serem combinados, o que resultaria em mais de um procedimento. O presente estudo possui grande relevância, dado que a saúde do paciente depende de um diagnóstico rápido e, para isso, faz-se necessária a disponibilidade de equipamentos acessíveis para toda a população, sem que haja a necessidade de grandes deslocamentos. Neste sentido, este estudo vem abordar tais lacunas, possibilitando a identificação de áreas com essa necessidade de equipamentos diagnósticos e um mapeamento das desigualdades regionais na disponibilidade dessa estrutura de atendimento de saúde, para que possam ser elaboradas políticas públicas para reduzi-las.

Segundo o relatório sobre câncer publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2020, se o mundo continuar a apresentar as tendências atuais, nos próximos vinte anos haverá um aumento de 60% na incidência de câncer. Segundo dados disponíveis no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS (Brasil, 2019), em 2019 foram registradas 510.032 cirurgias ou tratamentos oncológicos no Brasil. Porém, mesmo com a existência de hospitais altamente qualificados, isso não significa que tais tratamentos sejam de fácil acesso a toda a população.

A distância entre os hospitais e a residência do paciente pode ser um entrave tanto para o tratamento da doença quanto para a primeira consulta com o médico, sendo fundamental que o primeiro contato com o oncologista ocorra o quanto antes para um prognóstico favorável. Assim, se



dá a importância da localização das estruturas especializadas perto do paciente.

Diante da influência da localização das estruturas para a rapidez do diagnóstico do câncer e para o tratamento e saúde do paciente, este estudo tem como objetivo mapear a disponibilidade dos equipamentos de detecção de câncer e identificar possíveis áreas de carência, assim como padrões de associação espacial da oferta da estrutura de equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras para o ano de 2019. Foi analisada a disponibilidade de equipamentos de diagnóstico por imagem e por métodos ópticos por meio da análise exploratória de dados espaciais (AEDE) nas microrregiões brasileiras no ano de 2019.

Este trabalho está dividido em cinco seções: além desta introdução, a segunda seção apresenta a revisão de literatura sobre a desigualdade espacial no acesso à oncologia no Brasil; a terceira seção contém a metodologia aplicada no trabalho; na quarta são apresentados os resultados encontrados da distribuição espacial dos equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras; e, por último, as considerações finais.

DESIGUALDADE ESPACIAL NO ACESSO À ONCOLOGIA

Segundo Oliveira (2021), um dos aspectos relevantes para o desenvolvimento regional, no contexto da abordagem cumulativa dos efeitos ou causas de Myrdal, é o fornecimento de uma estrutura de atendimento de saúde em uma determinada região, pois é um fator que contribui para um aumento na mão de obra qualificada e posterior melhoria no ambiente empresarial na região.

De acordo com Gadelha *et al.* (2011), a saúde desempenha um papel central no processo de desenvolvimento, inclusive em seus aspectos territoriais. No contexto brasileiro, o setor de saúde atua como um impulsionador do desenvolvimento regional, e a estrutura de atendimento à saúde é um fator relevante para as desigualdades regionais no país. Segundo Miranda *et al.* (2023), existem importantes desigualdades em relação a indicadores de saúde e alocação de recursos para a estrutura de atendimento de saúde em todo o território nacional.

O acesso aos serviços de saúde é impactado por fatores geográficos, como a distância, o tempo de viagem, a região e a oferta de serviço, assim como por fatores demográficos, como a ruralidade, a raça/etnia, a renda e a situação do seguro de saúde. Guimarães *et al.* (2020) destacam



a importância do desenvolvimento de estratégias de saúde para atender as reais necessidades da população, principalmente direcionadas a ações preventivas para lidar com o câncer na rede de atenção básica à saúde, que é a porta de entrada da rede assistencial de saúde. Onega *et al.* (2008) afirmam que o tempo de percurso nos serviços de saúde influencia o acesso e a utilização destes serviços, sobretudo para pacientes com câncer.

Além da baixa oferta de centros de tratamento ao câncer em países de baixa renda, Sharma *et al.* (2012) afirmam que, em países em desenvolvimento, os fatores pessoais, socioculturais e econômicos causam o atraso na primeira consulta do paciente. Por isso, identificar as dificuldades é crucial para intervenções nesse atraso.

Para Stopa *et al.* (2017), o acesso à saúde relaciona-se, diretamente, à disponibilidade de serviços à população. Dificuldades nesse acesso atrelam-se, por sua vez, às particularidades dos sistemas, serviços de saúde e grupos. Dejardin *et al.* (2005) ainda citam a falta de mobilidade, em especial de mulheres e idosos, como uma dificuldade que pode influenciar na preferência por proximidade aos centros de tratamento.

Huang *et al.* (2009) afirmam que a distância entre moradia e estrutura hospitalar mais próxima também implica o estadiamento da doença: diagnósticos avançados apresentam uma distância média maior do que diagnósticos em estádios iniciais. As probabilidades do diagnóstico do câncer de mama mais avançado eram significativamente maiores para mulheres que moravam a mais de 15 milhas¹ da estrutura oncológica, comparado com as que moravam dentro de 5 milhas de distância.

No Brasil, as desigualdades regionais também são refletidas nas desigualdades de acesso aos serviços de saúde. Uma forma de medir a desigualdade regional é através da relação número de profissionais de saúde por habitante (Bastos; Gomes, 2015). Pinto (2015) ainda observou a relação da presença destes profissionais com outros fatores: maior concentração da população, da renda per capita e de hospitais, que são fortemente presentes nas regiões Sul e Sudeste do país.

Scheffer *et al.* (2018) afirmam que há imensas desigualdades na distribuição dos médicos pelo Brasil. Em 2018, enquanto todo o país apresentava 2,18 médicos por mil habitantes, havia capitais

1 Uma milha equivale a 1,60934 quilômetros.

com mais de 12 médicos por mil habitantes e cidades no Nordeste com valores inferiores a um médico por mil habitantes. Essa disparidade também foi observada na categoria dos oncologistas, em relação aos quais alguns estados apresentavam até quatro vezes mais oncologistas por 100.000 habitantes que outros no Norte e Nordeste.

Ainda que existam áreas com oferta de médicos e infraestrutura hospitalar, as dificuldades de acesso impõem barreiras que comprometem a qualidade da assistência aos pacientes. Oliveira *et al.* (2011) afirmam que, mesmo quando o tratamento está disponível, há evidências de sua concentração espacial: metade do volume total de atendimentos no país se deu em algumas capitais, em especial no Rio de Janeiro e em São Paulo, responsáveis por cerca de um quinto do atendimento nacional ao câncer, na maioria para seus residentes.

De acordo com o estudo realizado pelo INCA, as regiões Sul e Sudeste apresentaram as maiores taxas de incidência de câncer por 100 mil habitantes por unidade federativa em 2006, enquanto as regiões Norte e Nordeste corresponderam às taxas mais baixas (Brasil, 2006). Ainda de acordo com os levantamentos do INCA, esperavam-se 625 mil novos casos de câncer no Brasil para cada ano do triênio 2020-2022. Sudeste e Nordeste são as regiões que lideram o número de novos casos da doença, com 48,3% e 21,78%, respectivamente. Já analisando pela taxa bruta de incidência por 100 mil homens e 100 mil mulheres, são as regiões Sudeste e Sul que se destacam (Brasil, 2019).

Stopa *et al.* (2017) afirmam que residentes do Sul e Sudeste do Brasil têm maior acesso aos serviços de saúde em comparação com moradores de outras regiões, assim como têm melhor acesso pessoas com maior nível de instrução, melhores condições de vida e residentes de regiões com maiores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH). Travassos, Oliveira e Viacava (2006) também relacionam o maior acesso à saúde no Sul e Sudeste do Brasil ao grau de desenvolvimento socioeconômico da região.

Grabois, Oliveira e Carvalho (2013) apontam que grandes distâncias entre local de residência e infraestrutura hospitalar foram marcantes no Norte do país. Para quimioterapia ou radioterapia, em torno de 58% dos residentes foram obrigados a percorrer mais de 1.000 km para chegar à unidade de saúde especializada. Isso sugere que pacientes carecem de acesso adequado aos serviços de saúde.



Segundo Viacava *et al.* (2019), entre 1998 e 2013, em uma análise da cobertura de mamografia nas 438 regiões de saúde brasileiras, evidenciaram-se casos com baixa cobertura, mesmo com a oferta suficiente do aparelho. Isso significa que há uma abundância de mamógrafos em algumas regiões, enquanto em outras há a carência ou ausência destes serviços.

Além de refletirem a incidência de câncer, a mortalidade pela doença também é influenciada por diferenças nas condições de acesso, uso e desempenho dos serviços de saúde (Brasil, 2006). Barbosa *et al.* (2016) afirmam que a distribuição espacial das taxas de mortalidade por câncer no Brasil aponta uma marcada desigualdade, sendo mais frequentemente correlacionada às áreas mais desenvolvidas do país. Entre os anos de 2010 e 2012, foram registradas maiores taxas de mortalidade onde se apresentam as melhores condições de estruturação dos serviços de saúde para o paciente (Melo, 2018).

Isto também é apontado no estudo do Observatório de Oncologia em O Padrão da Mortalidade por Câncer nas Regiões Brasileiras. Entre os anos de 2000 e 2015, o risco de morrer por câncer (taxa bruta de mortalidade ajustada para cada 100 mil habitantes) foi maior no Sul e Sudeste, regiões mais desenvolvidas economicamente. Isto sugere uma subnotificação de incidência e/ou mortalidade em outras regiões.

Medici e Beltrão (2015) apontam que os dados do DATASUS apresentam restrições, visto que somente registram pessoas que tiveram alguma forma de tratamento ou que tiveram avaliação médica da causa de sua morte. Isso pode estar eliminando uma quantidade significativa de pessoas sem cobertura regular pelos serviços de saúde ou sem acesso à detecção e acompanhamento de doenças crônicas.

Segundo o INCA, em O Problema do Câncer no Brasil, a qualidade do registro do óbito pela doença é comprometida pela identificação da morte como causa mal definida. Isso se deve à falta de um diagnóstico prévio, ou seja, à falta de acesso ao serviço de saúde em vida. Em 1998, as maiores causas de morte no Norte e Nordeste eram mal definidas, com respectivamente 24% e 30% do registro dos óbitos, e em 2001, foi constatado que apenas 4% e 19% dos hospitais credenciados como Centros de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia (CACON) do Brasil se localizavam nas regiões Norte e Nordeste, respectivamente. Assim, o padrão geográfico é fortemente influenciado pela qualidade dos dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) (Brasil, 2002).



Souza (2004) constatou que o Sudeste concentrava metade de todo o volume de serviços hospitalares de alta complexidade do Brasil, enquanto o Norte e o Nordeste representam apenas 4% e 15%, respectivamente. A disparidade também é notável ao se observar que, nos serviços de alta complexidade em oncologia, apenas 4 dos 179 centros de atendimento do Brasil se localizavam na região Norte, enquanto no Sudeste se apresentavam 91, no Sul havia 41, no Nordeste, 29, e no Centro-Oeste, 14 centros hospitalares de oncologia.

Rodrigues, Amaral e Simões (2007) apontam que a rede de serviços de saúde no Brasil é não inclusiva, sobreposta e amplamente desigual na distribuição regional. E, com a concentração no Sudeste e Sul, foi observada em outras regiões a existência de grandes áreas de deficiência principalmente no Norte e Nordeste do país, o que é condizente com o seu baixo desenvolvimento econômico. Constatou-se que no Nordeste quase a totalidade dos municípios possui pouca oferta de serviços de saúde e é cercada por outros municípios em situação semelhante. Quanto à presença de profissionais de saúde, equipamentos e instalações físicas, os resultados são basicamente os mesmos.

Gadelha (2002) afirma que o sistema de alta complexidade oncológica brasileiro se apresenta suficiente em termos de unidades cadastradas, mas torna-se deficitário pela baixa produção que elas apresentam, ou seja, mesmo com uma quantidade suficiente de centros oncológicos disponíveis, eles não apresentam um número de procedimentos condizentes com a demanda total dos pacientes de câncer no Brasil. Amaral *et al.* (2017) apresentam resultados semelhantes quanto à distribuição espacial de mamógrafos no país.

Silva, Nicolella e Pazello (2024), analisando o efeito da alocação de mamógrafos de 2014 até 2019 em municípios que até 2013 não os possuíam, identificaram que a disponibilidade do equipamento causou um aumento no número de exames realizados entre mulheres de 50 e 69 anos, porém não afetou de forma significativa os diagnósticos no curto prazo. Isso mostra a necessidade de otimizar o uso dos recursos e a disponibilidade de serviços de atendimento para rastreamento e detecção de câncer.

Dias *et al.* (2024) realizaram uma análise sobre a oferta de procedimentos de detecção de câncer de mama nas macrorregiões do Brasil pelo SUS em 2019, e os resultados encontrados pelos autores mostraram que existe um déficit generalizado de procedimentos no Brasil em uma estrutura de atendimento já marcada por desigualdades regionais, chamando a atenção para a necessidade de

se programar e adequar a rede assistencial, equacionando as necessidades do diagnóstico precoce e do rastreamento de câncer de mama no país.

A desigualdade no acesso à saúde no Brasil é notável e amplamente discutida na literatura nacional. Trabalhos como o de Oliveira *et al.* (2011), Stopa *et al.* (2017) e Grabois, Oliveira e Carvalho (2013) discutem as dificuldades dos moradores de regiões carentes em infraestrutura hospitalar, principalmente em relação a serviços de alta complexidade, como o que é exigido pelo câncer. O presente trabalho busca avançar nos estudos sobre os meios de detecção de câncer no Brasil ao tratar da distribuição espacial dos equipamentos de diagnóstico da doença, assunto não abordado especificamente na literatura.

METODOLOGIA

BASE DE DADOS E VARIÁVEIS SELECIONADAS

Os dados foram extraídos do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), disponível pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). O CNES tem abrangência nacional, operacionalizando as informações de todos os estabelecimentos de saúde nos municípios brasileiros. As informações coletadas no DATASUS são encontradas na seção de Rede Assistencial e filtradas na área de Recursos Físicos, em Equipamentos. Os dados foram agregados por microrregiões brasileiras, e o ano de análise é 2019.

A variável selecionada neste estudo considera a existência dos equipamentos para o diagnóstico de câncer disponíveis nas redes de saúde pública e privada, não sendo observadas as condições de uso destes equipamentos. Os dados coletados dizem respeito aos equipamentos disponíveis no mês de dezembro de 2019 para refletir a estrutura da rede assistencial existente ao final do ano de 2019, e foi definido o uso de microrregiões como recorte geográfico, pois o deslocamento entre municípios dentro de uma mesma microrregião ou para microrregiões próximas em que existam equipamentos disponíveis facilita o acesso à estrutura de atendimento.

Para que este dado possa ser usado como um indicador estatístico, agruparam-se as duas categorias de equipamentos existentes, ou seja, por diagnóstico de imagem e métodos ópticos. A Tabela 1 apresenta a definição das variáveis selecionadas.



Tabela 1 | Variáveis agregadas selecionadas

Variável agregada	Equipamento	Descrição
Equipamentos de diagnóstico por imagem (IMG)	Gama câmara	Aparelho utilizado para captar a radiação emitida pelos traçadores/marcadores radioativos. Serve para avaliação dinâmica do metabolismo do paciente.
	Mamógrafo com comando simples	Aparelho de raios X utilizado no exame das mamas, para prevenção e diagnóstico precoce de câncer de mama.
	Mamógrafo com estereotaxia	Aparelho de raios X utilizado com um equipamento de estereotaxia acoplado, este serve para determinar a posição exata do tumor. Utilizado no exame preventivo e diagnóstico precoce de câncer de mama.
	Raio X com fluoroscopia	Aparelho de raios X com sistema de visualização de imagem de órgãos internos do corpo humano, permitindo um exame dinâmico do funcionamento dos mesmos.
	Tomógrafo computadorizado	Aparelho de raios X com visualização em vídeo e sistema informatizado de reconstituição de imagem obtida através de sucessivos cortes radiológicos (tomografia).
	Ressonância magnética	Aparelho utilizado para realizar exames de diagnóstico por imagem obtida através de ressonância magnética.
	Ultrassom doppler colorido	Aparelho utilizado para visualizar e avaliar o fluxo sanguíneo nas veias e artérias.
	Ultrassom ecógrafo	Aparelho utilizado para gerar imagens de órgãos e regiões do corpo humano.
	Ultrassom convencional	Aparelho no qual ondas sonoras de alta frequência são usadas para detectar anormalidades nos órgãos internos.
	Processadora de filme exclusiva para mamografia	Auxilia o mamógrafo com comando simples.
Mamógrafo computadorizado	É similar ao mamógrafo convencional. Produz a imagem digitalizada com a ajuda de um computador.	
PET/CT	Aparelho para produzir imagens dos órgãos após a injeção de um composto químico. Sua reação é rastreada e reconstruída por meio de computador.	
Equipamentos por método óptico (OPT)	Endoscópio das vias respiratórias	Aparelho utilizado para visualizar as vias respiratórias.
	Endoscópio das vias urinárias	Aparelho utilizado para visualizar as vias urinárias.
	Endoscópio digestivo	Aparelho utilizado para visualizar o sistema digestivo, que pode ser dividido em digestivo alto (estômago, esôfago, duodeno) e digestivo baixo (reto, intestino).
	Laparoscópio/vídeo	Aparelho para visualizar cavidades internas do corpo humano utilizando orifícios não naturais (incisões).

Fonte: Adaptado de DATASUS e Encyclopedia Britannica.



ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)

Este estudo se configura como uma pesquisa descritiva e exploratória. Segundo Bivand (2010), a análise exploratória de dados espaciais (AEDE) se concentra na exploração de dados com relação à sua associação espacial. É importante considerar que esta análise é mais adequada para investigar variáveis espacialmente densas ou intensivas – variáveis que são divididas por algum indicador de intensidade (Almeida, 2012). Foram analisados equipamentos totais, de diagnóstico por imagem e por métodos ópticos por mil habitantes (EQP_HAB; IMG_HAB; OPT_HAB).

Anselin (1999) define a AEDE como um conjunto de técnicas para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial e outras formas de instabilidade espacial ou não espacial. O ponto central da AEDE é o conceito de autocorrelação espacial, ou seja, o fenômeno em que a similaridade local (observações na proximidade espacial) é comparada à similaridade de valor (correlação).

O primeiro passo no estudo de AEDE é testar a hipótese de que os dados espaciais sejam distribuídos aleatoriamente. Intuitivamente, aleatoriedade espacial significa que os valores de um atributo numa região não dependem dos valores deste atributo nas regiões vizinhas (Almeida, 2012).

O índice utilizado neste estudo foi I de Moran, que calcula a correlação de uma variável em um espaço e o valor dessa mesma variável nos vizinhos. Este trabalho analisou se existe tendência de agrupamento dos equipamentos de diagnóstico de câncer no espaço.

De acordo com Almeida (2012), o I de Moran fornece três tipos de informações:

- o nível de significância reforça a informação sobre os dados estarem distribuídos aleatoriamente ou não;
- o sinal positivo da estatística I de Moran, desde que significativo, indica que os dados estão concentrados através das regiões. O sinal negativo, por sua vez, indica a dispersão dos dados;
- a magnitude da estatística fornece a força da autocorrelação espacial, isto é, quanto mais próximo de 1 mais forte é a autocorrelação, e quanto mais próximo de -1 mais dispersos estão os dados.



O I de Moran é o teste de especificação mais usado para autocorrelação espacial (Anselin, 2001). E, segundo Almeida (2012), é um coeficiente que usa a medida de autocovariância na forma de ponto cruzado. Algebricamente, essa estatística é dada por:

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

Ou em sua forma matricial:

$$I = \frac{n \mathbf{z}' \mathbf{W} \mathbf{z}}{S_0 \mathbf{z}' \mathbf{z}} \quad (2)$$

Em que n é o número de regiões, \mathbf{z} denota os valores da variável de interesse padronizada, \mathbf{W}_z representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos, definidos segundo uma matriz de ponderação espacial \mathbf{W} . Um elemento dessa matriz, referente à região i e à região j , é registrado como w_{ij} . S_0 é igual à operação $\sum \sum w_{ij}$, significando que todos os elementos da matriz de pesos espaciais \mathbf{W} devem ser somados. O valor esperado de I de Moran² é $(I) = -[1/(n-1)]$. Números maiores que esse valor esperado significam que há autocorrelação espacial positiva (efeito de transbordamento), enquanto valores menores indicam autocorrelação negativa.

Segundo Anselin (1999), em conjunto com o indicador local de associação espacial – LISA (*Local Indicators of Spatial Association*), o teste Moran fornece uma base para a interpretação de clusters (associação espacial) ou *outliers* (localidades atípicas) espaciais. Porém, de acordo com Almeida (2012), a indicação de padrões globais de autocorrelação espacial pode estar em consonância com padrões locais, embora não seja necessariamente o caso, podendo camuflar ou ocultar padrões locais.

Assim, Anselin (1995) define o indicador LISA como qualquer estatística que atenda a dois requisitos: para cada observação, obter-se clusters espaciais com valores significativos estatisticamente em torno da observação em questão; o somatório dos indicadores LISA para todas as observações é proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global utilizada.

2 No presente estudo, o valor esperado de I de Moran é -0,0018.

O coeficiente I_i de Moran local não é necessariamente um índice, mas um mapa com clusters. Ele permite analisar o padrão de associação espacial das variáveis e possíveis agrupamentos em clusters. De acordo com Almeida (2012), LISA ou coeficiente I_i de Moran local para uma variável y padronizada, observada na região i , z_i , pode ser expresso como:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^J w_{ij} z_j \quad (3)$$

Em que o cômputo de I_i só abrange os vizinhos da observação i , definidos conforme a matriz de pesos espaciais. O coeficiente I_i de Moran local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação em quatro categorias: Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA) (Almeida, 2012).

As matrizes de pesos espaciais e seu grau de dependência são uma das características em que os dados espaciais podem se manifestar a partir de diversos campos de estudo, como do meio ambiente, da criminologia, da economia e da saúde, como é o caso deste estudo. Entretanto, um aspecto fundamental na determinação da autocorrelação espacial é a consideração do grau de vizinhança sobre o qual se deseja realizar a análise de dependência espacial. Uma vez adotado o critério de vizinhança, pode ser construída a matriz de pesos espaciais (Marconato, 2015).

As matrizes de pesos espaciais são baseadas na contiguidade, que, por sua vez, pode ser definida de acordo com a vizinhança, a distância tanto geográfica quanto socioeconômica, bem como com uma combinação de ambas. Vários resultados em econometria espacial são sensíveis à escolha da matriz de pesos espaciais (Marconato, 2015). Neste trabalho foi utilizada a matriz de contiguidade do tipo Rainha, em que todas as regiões que fazem fronteira direta são consideradas vizinhas. Seus valores do I de Moran foram maiores em relação à matriz de convenção Torre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados da distribuição espacial dos equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras em 2019. As variáveis foram analisadas em sua totalidade e nas duas categorias: equipamentos de diagnóstico de imagem e por métodos ópticos.

A Tabela 2 apresenta em valores absolutos a quantidade de equipamentos por macrorregião brasileira em seus dois agrupamentos. É possível observar que existem mais equipamentos de diagnóstico por imagem do que por métodos ópticos, mas ainda assim aponta aproximadamente a mesma proporção em cada macrorregião: equipamentos por métodos ópticos representam entre 26% e 33% do total de equipamentos para o diagnóstico de câncer.

Os dados apresentados na Tabela 2 indicam uma desigual distribuição espacial dos equipamentos de diagnóstico de câncer entre as macrorregiões brasileiras em 2019. Quase metade (48,18%) da totalidade dos equipamentos está localizada na região Sudeste, enquanto as regiões Norte e Centro-Oeste representam, juntas, uma parcela de apenas 13,7%.

Tabela 2 | Quantidade de equipamentos por macrorregião brasileira em 2019

Macrorregião	Número de Equipamentos de Diagnóstico por Imagem	Número de Equipamentos por Métodos Ópticos	Total	Total por mil habitantes
Norte	3.686	1.302	4.988	0,271
Nordeste	13.546	5.104	18.650	0,327
Sudeste	29.739	13.669	43.408	0,491
Sul	10.554	5.138	15.692	0,523
Centro-Oeste	5.315	2.046	7.361	0,452
Total	62.840	27.259	90.099	0,429

Fonte: CNES/DATASUS (Brasil, 2019).

A Tabela 3 apresenta a quantidade absoluta de cada equipamento desagregado por macrorregião do Brasil. Pela Tabela 3 foi possível observar que os tipos de equipamentos com maior disponibilidade são os equipamentos de ultrassom com doppler colorido e de ultrassom convencional, enquanto os tipos de equipamentos com menor disponibilidade em todas as regiões são PET/CT e Gama câmara.

Tabela 3 | Quantidade de equipamento por macrorregião brasileira em 2019, números desagregados por tipo de equipamento

Tipo de Equipamento	Macrorregião				
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Gama câmara	59	141	379	124	74
Mamógrafo com comando simples	238	897	2077	650	317
Mamógrafo com estereotaxia	56	225	404	159	87
Raio X com fluoroscopia	55	209	1192	310	94
Tomógrafo computadorizado	296	929	2464	910	566
Ressonância magnética	158	484	1377	494	264
Ultrassom doppler colorido	855	3360	8316	2882	1460
Ultrassom ecógrafo	550	2325	4156	2160	935
Ultrassom convencional	1145	4041	7692	2213	1198
Processadora de filme exclusiva para mamografia	199	704	1208	491	204
Mamógrafo computadorizado	71	216	436	145	105
PET/CT	4	15	38	16	11
Endoscópio das vias respiratórias	245	858	2573	1052	373
Endoscópio das vias urinárias	101	464	1419	529	206
Endoscópio digestivo	733	2811	7161	2489	1083
Laparoscópio/vídeo	223	971	2516	1068	384

Fonte: CNES/DATASUS (Brasil, 2019).

Os dados apresentados na Tabela 3 reforçam a distribuição desigual de equipamentos já observada na Tabela 2, em que a maior disponibilidade de todos os tipos de equipamentos considerados está concentrada na região Sudeste do país.

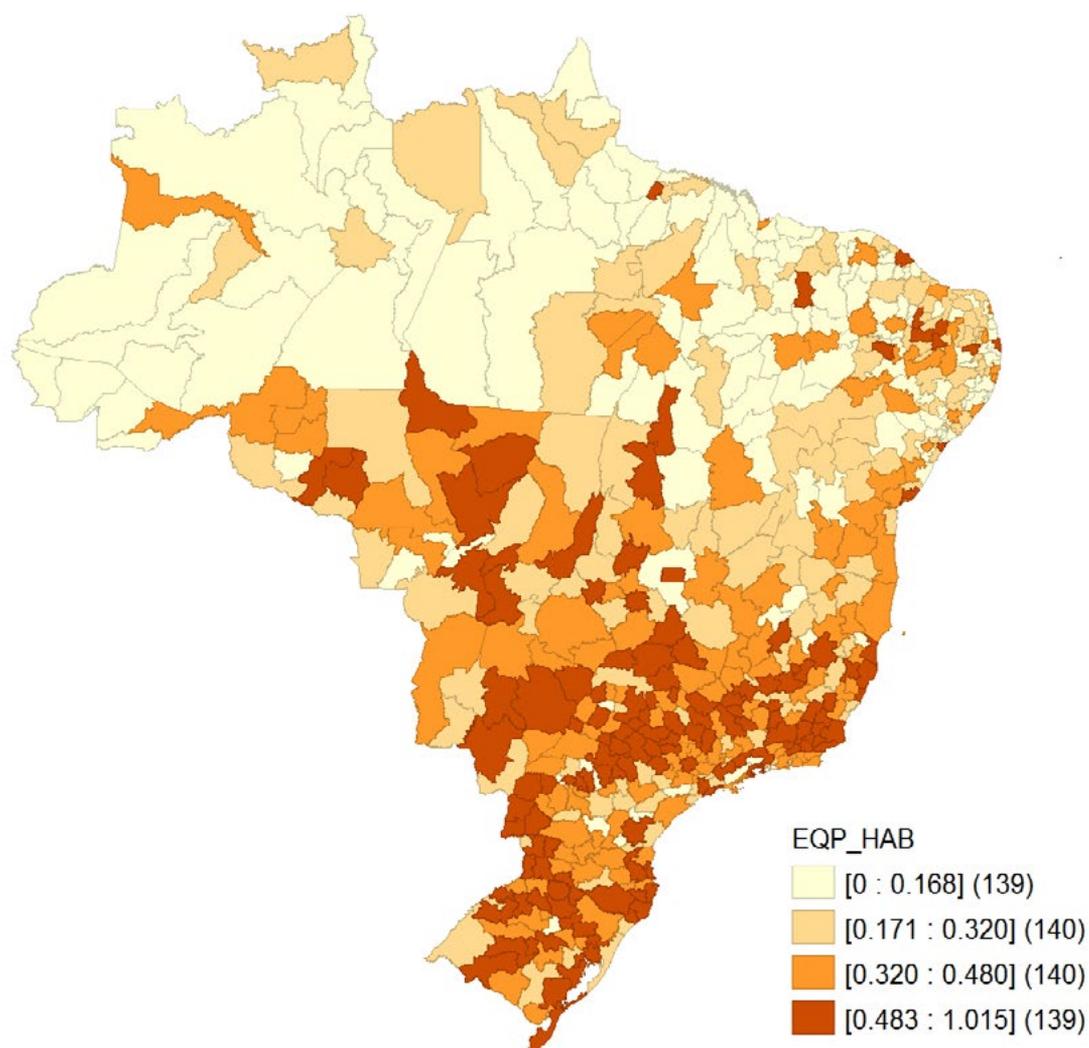
A Figura 1 apresenta, em quartis, a distribuição dos equipamentos de diagnóstico por mil habitantes. É possível observar que os dois quartos mais altos estão concentrados, basicamente, nas regiões Sudeste e Sul, ou seja, as microrregiões com maiores quantidades de equipamentos por mil habitantes se localizam, em sua maioria, nestas duas regiões.

O quarto com valores mais baixos é predominante no Norte brasileiro. Em complemento à Tabela 2, conclui-se que esta região possui não só a menor quantidade de equipamentos em números absolutos, como também a menor proporção de equipamentos por mil habitantes.

O Centro-Oeste apresenta uma quantidade relativamente baixa de equipamentos, como observado na Tabela 2. Porém, quando se leva em consideração a proporção por mil habitantes (Figura 1), constata-se que há mais microrregiões nos dois quartos mais altos (maiores números de

equipamentos por mil habitantes) do que nos dois mais baixos (menores números de equipamentos por mil habitantes). Ou seja, apesar de ser uma região com baixa quantidade de aparelhos de diagnóstico em números absolutos, quando se considera a proporção por mil habitantes, o Centro-Oeste não se destaca pela baixa oferta de estrutura para a detecção de câncer. Esse cenário é o inverso do Nordeste, que é a segunda região com maior número de equipamentos, mas, quando considerada a proporção por mil habitantes, apresenta a maioria das microrregiões nos quartos mais baixos.

Figura 1 | Distribuição quantílica dos equipamentos de diagnóstico por mil habitantes no Brasil em 2019

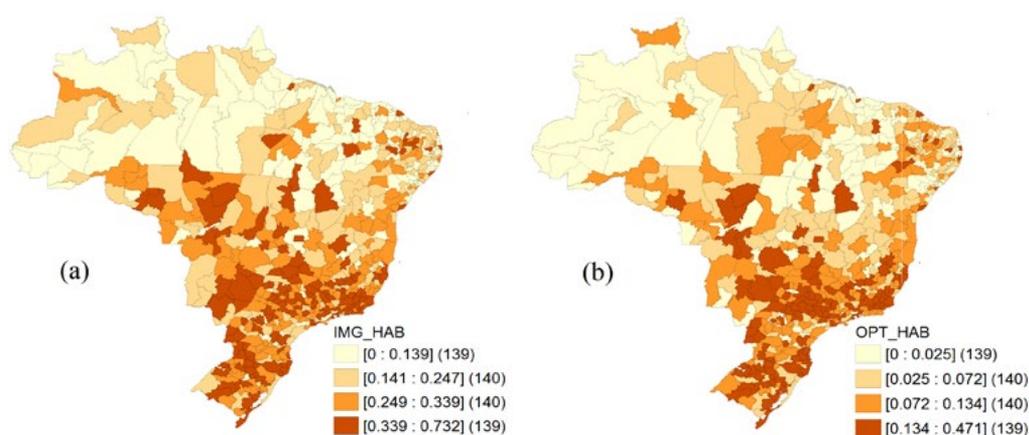


Fonte: Elaboração própria.

A Figura 2 apresenta os mapas quantílicos da distribuição dos equipamentos de diagnóstico por imagem (a) e por métodos ópticos (b) por mil habitantes. É possível notar que, além de semelhante com a Figura 1, as distribuições dos dois tipos de equipamento também são similares entre si, o que sugere a presença (ou ausência) de ambos os instrumentos médicos em uma mesma microrregião.

Este resultado segue o mesmo padrão apresentado por Scheffer *et al.* (2018), que analisaram a má distribuição de médicos e médicos especializados em oncologia pelo território brasileiro. Assim como apresentado na figura a seguir, Scheffer *et al.* (2018) afirmaram que as regiões Nordeste e Norte do Brasil são as mais carentes quanto à disponibilidade de oncologistas clínicos na região, ou seja, a localização de médicos oncologistas pode estar associada à distribuição de equipamentos de diagnóstico de câncer.

Figura 2 | Distribuição quantílica dos equipamentos de diagnóstico por imagem e por métodos ópticos por mil habitantes no Brasil em 2019



Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados do I de Moran univariado dos equipamentos de diagnóstico de câncer por mil habitantes nas microrregiões brasileiras para o ano de 2019. Foram utilizadas as matrizes de contiguidade rainha e torre para verificar a hipótese nula da aleatoriedade espacial. Todos os resultados foram estatisticamente significativos, no entanto, os resultados apontam que o valor para a matriz rainha apresenta o maior I de Moran. Neste caso pode-se concluir que é mais adequado utilizar essa configuração para captar a autocorrelação espacial da variável equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras para o ano de 2019. Logo, todas as análises apresentadas posteriormente utilizaram a matriz de contiguidade Rainha.

Tabela 4 | Índice I de Moran de autocorrelação espacial das variáveis de equipamentos de diagnóstico de câncer por mil habitantes nas microrregiões brasileiras – 2019

Variáveis	I de Moran (p-valor)	
	Matriz Rainha	Matriz Torre
EQP_HAB	0,371 (0,001)	0,370 (0,001)
IMG_HAB	0,357 (0,001)	0,354 (0,001)
OPT_HAB	0,309 (0,001)	0,302 (0,001)

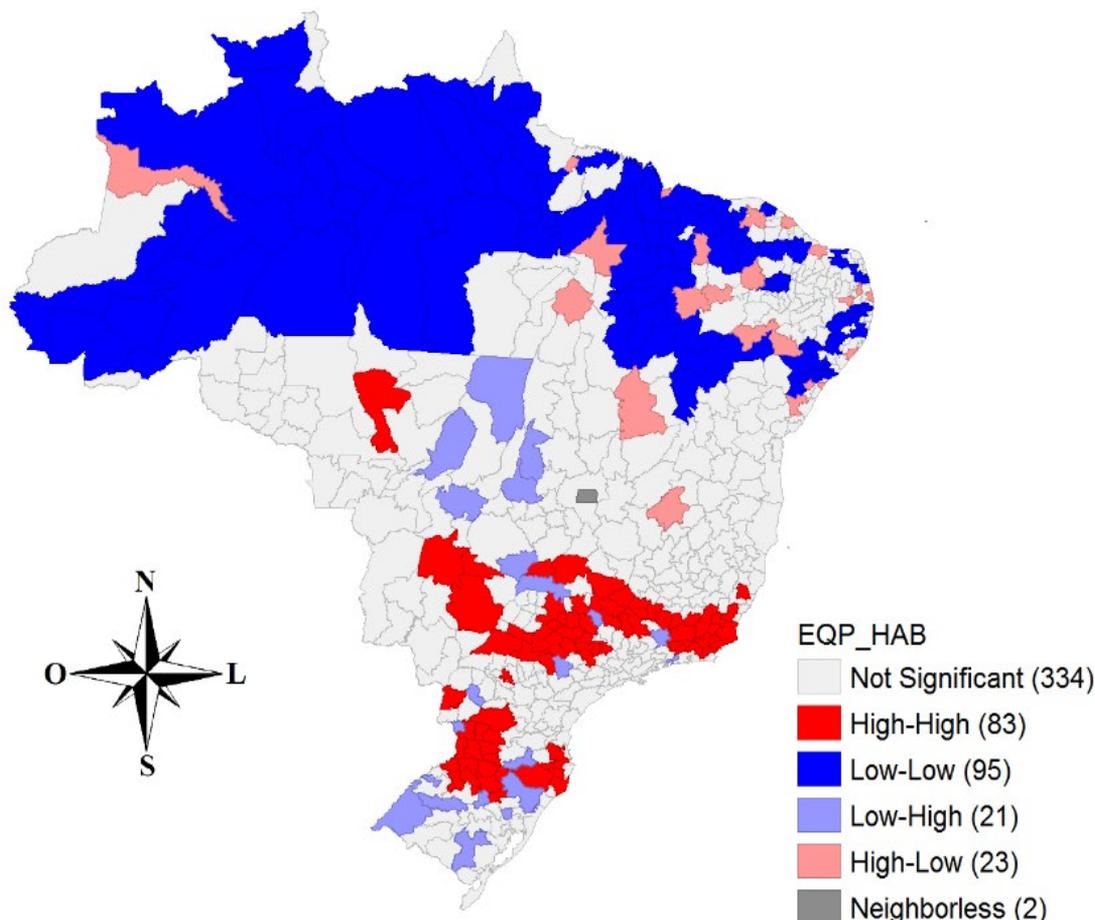
Fonte: Elaboração própria.

Os resultados do I de Moran fornecem indicação de similaridade das variáveis estudadas, ou seja, indicam que há autocorrelação espacial positiva. A alta correlação espacial positiva indica que existe concentração espacial de equipamentos de diagnósticos de câncer (tanto por imagem quanto por métodos ópticos) nas microrregiões brasileiras, assim como agrupamentos de microrregiões de carência destes aparelhos de diagnóstico. Microrregiões com alta quantidade de equipamentos tendem a se localizar próximas entre si, da mesma forma que microrregiões com baixa quantidade estão agrupadas espacialmente.

Isso condiz com as assimetrias regionais apontadas por Viacava *et al.* (2019) em seu estudo sobre mamógrafos, equipamento de diagnóstico de câncer de mama. Os autores afirmaram que, apesar de a oferta ser em um número suficiente para atender a população brasileira, a má distribuição do aparelho impede ou dificulta o acesso de muitos ao exame, resultando na desigualdade regional. Assim, algumas regiões concentram grande parte dos mamógrafos do Brasil, ao passo que outras regiões são afetadas pela baixa oferta do instrumento médico, de forma semelhante ao aqui apontado para equipamentos de diagnóstico de forma geral.

Em relação ao I de Moran local, a distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico de câncer por mil habitantes é apresentada na Figura 3. A disparidade na distribuição de clusters Alto-Alto e Baixo-Baixo no mapa sugere uma desigual distribuição de equipamentos pelo território nacional, onde Norte e Nordeste são marcados pela baixa oferta, enquanto Sul e Sudeste se destacam pela abundância do aparelho.

Figura 3 | Distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico de câncer por mil habitantes – Brasil – 2019



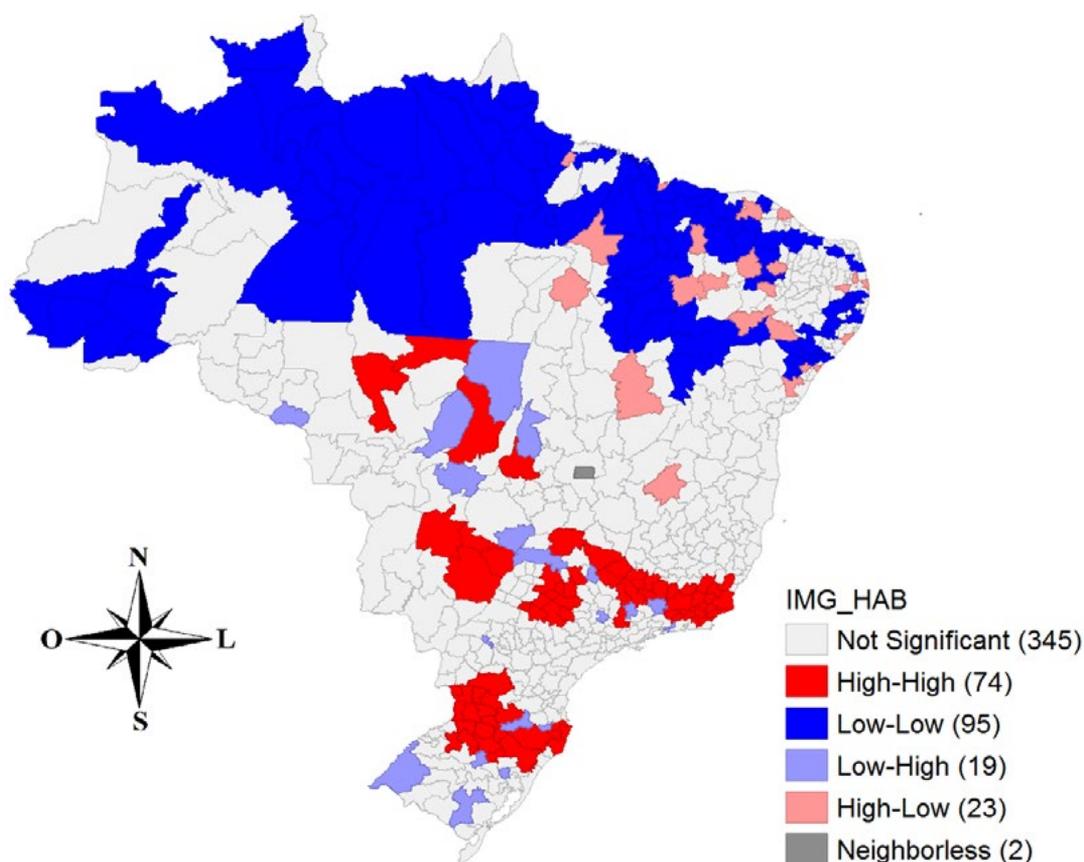
Fonte: Elaboração própria.

Esses resultados estão de acordo com os indicadores de saúde apresentados por Miranda *et al.* (2023), que apontaram a região Norte do Brasil como a mais vulnerável, portanto, deve ser prioritária na alocação de recursos. Principalmente no que se refere à estrutura de atendimento em saúde, visando o desenvolvimento dessa região.

Na Figura 4, sobre a distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico por imagem por mil habitantes, pode-se observar grande semelhança com a Figura 3. Clusters do tipo Alto-Alto são fortemente presentes nas regiões Sul e Sudeste, enquanto as regiões Norte e Nordeste são caracterizadas, principalmente, por clusters Baixo-Baixo.

Essa disparidade na distribuição espacial de aparelhos de diagnóstico de câncer por mil habitantes é condizente com os dados apresentados por Souza (2004) sobre serviços hospitalares de alta complexidade, em que o Norte brasileiro se destacou como a região com o menor número de serviços hospitalares e unidades habilitadas no tratamento de câncer. Segundo Souza (2004), em 2002, o Norte apresentava apenas 2,23% da totalidade dos serviços hospitalares de alta complexidade no Brasil.

Figura 4 | Distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico por imagem por mil habitantes – Brasil – 2019



Fonte: Elaboração própria.

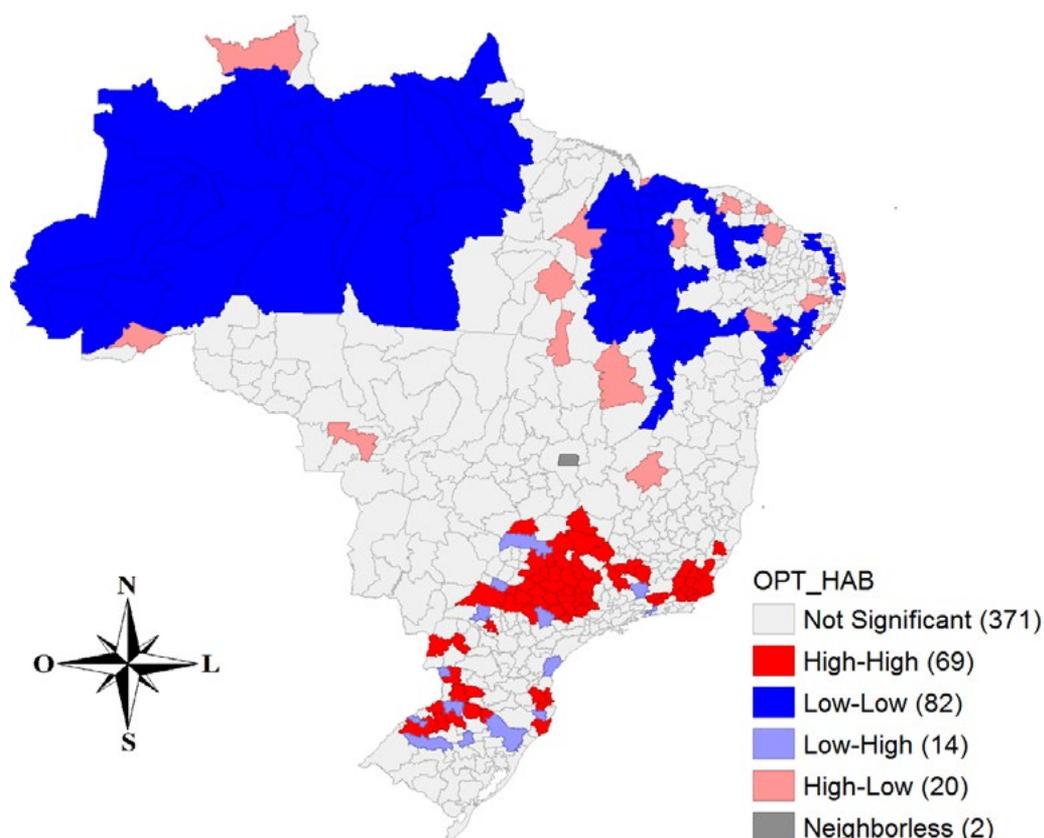
Os resultados apresentados na Figura 4 corroboram estudos de Stopa *et al.* (2017), que afirmaram que as maiores proporções de consultas médicas em 2013 ocorreram no Sul e Sudeste brasileiro, regiões com melhores condições de vida, maiores IDH e, ainda, com pessoas com maior nível de instrução, quando comparadas às de menor nível. Assim, estes são possíveis fatores que explicam a alta quantidade de clusters Baixo-Baixo nas regiões Norte e Nordeste, uma vez que apresentam menores

índices de desenvolvimento humano e de escolaridade.

A Figura 5 apresenta a distribuição dos equipamentos de diagnóstico de câncer por métodos ópticos por mil habitantes nas microrregiões brasileiras. Nota-se que clusters Baixo-Baixo, assim como nas figuras anteriores, se localizam unicamente nas regiões Norte e Nordeste, agora presentes em todo o estado do Amazonas.

Os clusters Alto-Alto, na Figura 5, a seguir, se localizam apenas nas regiões Sul e Sudeste, principalmente em São Paulo. Estas duas regiões, além de se destacarem pela alta concentração de equipamentos de diagnóstico por mil habitantes, também são as que realizam mais atendimentos no tratamento de câncer (principalmente nas capitais Rio de Janeiro e São Paulo), assim como constatado por Oliveira *et al.* (2011). Essa análise sugere que os aparelhos médicos para detecção de câncer estão relacionados espacialmente aos atendimentos para o tratamento da doença.

Figura 5 | Distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico por métodos ópticos por mil habitantes – Brasil – 2019



Fonte: Elaboração própria.

A localização dos clusters Baixo-Baixo certifica o estudo de Medici e Beltrão (2015), que dissertaram sobre a cobertura irregular de serviços de saúde em algumas regiões brasileiras, como o Nordeste. Os autores afirmaram que, nos últimos anos, a baixa taxa de mortalidade por câncer esteve relacionada ao precário acesso à saúde e a restrições causadas pela qualidade do registro de óbito. Ou seja, a falta do diagnóstico ou avaliação médica prévia pode resultar na morbimortalidade do indivíduo, mesmo sem o conhecimento sobre a doença. Assim, com a carência de equipamentos de diagnóstico de câncer em microrregiões vizinhas (Figuras 3, 4 e 5), as possibilidades de detecção da doença são restritas, podendo resultar na subnotificação de casos e numa falsa impressão de baixa incidência de mortalidade pela doença em algumas regiões.

Observando as Figuras 3, 4 e 5, evidenciou-se que a desigualdade na distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico de câncer por mil habitantes é condizente com a má distribuição de médicos nos municípios brasileiros, assim como apontado por Pinto (2015), e com as desigualdades e carências na distribuição de equipamentos apontadas por Silva, Nicolella e Pazello (2024) e Dias *et al.* (2024).

Outros fatores analisados por Pinto (2015) foram a concentração da população, da renda per capita, de hospitais e leitos hospitalares. Todos eles são compatíveis com a distribuição de médicos e, assim, com a localização de equipamentos de diagnóstico de câncer. Isso sugere que na região Norte há baixa concentração de habitantes e, entre eles, também uma baixa condição financeira, o que dificulta ainda mais o acesso à saúde.

Este resultado também segue o mesmo padrão apresentado por Scheffer *et al.* (2018), que analisaram a má distribuição de médicos e médicos especializados em oncologia pelo território brasileiro. Assim como apresentado na figura 5, Scheffer *et al.* (2018) afirmaram que as regiões Nordeste e Norte do Brasil são as mais carentes quanto à disponibilidade de oncologistas clínicos, ou seja, a localização de médicos oncologistas pode estar associada à distribuição de equipamentos de diagnóstico de câncer.

Ainda nas últimas três figuras analisadas, observam-se alguns clusters Alto-Baixo, principalmente no Norte e Nordeste, indicando um alto número de equipamentos médicos para o diagnóstico de câncer em uma microrregião cercada de outras com um baixo número destes equipamentos. Dessa forma, as poucas estruturas presentes no Norte se encontram, possivelmente, muito distantes e de difícil acesso aos moradores desta região. Junto a isso, a região Norte brasileira é a maior em extensão

territorial, ou seja, para os moradores desta região terem acesso aos serviços de saúde e a um possível diagnóstico de câncer, terão que deixar seus locais de residência e percorrer grandes distâncias, como foi apontado por Grabois, Oliveira e Carvalho (2013) a respeito de pacientes em tratamento oncológico nesta região.

Residentes de áreas com grande número de clusters Baixo apresentam maiores dificuldades em encontrar estruturas que diagnostiquem o câncer. E, mesmo com a possibilidade da detecção da doença, a distância entre moradia e estrutura hospitalar mais próxima pode influenciar em seu estadiamento, como apontado por Huang *et al.* (2009). Distâncias maiores tendem a apresentar diagnósticos mais avançados, enquanto diagnósticos em estádios iniciais apresentam uma distância média menor entre a residência e o centro hospitalar mais próximo, isto é, a distância até a estrutura hospitalar mais próxima da residência pode adiar a procura por profissionais da saúde e, como consequência, afetar as chances de sobrevivência do paciente (Brasil, 2006).

Os resultados encontrados corroboram a visão apresentada por Gadelha *et al.* (2011) de que a falta de uma perspectiva estratégica e de um planejamento regional para a estrutura de atendimento de saúde são empecilhos para a superação das desigualdades regionais no setor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo mapear a disponibilidade dos equipamentos de detecção de câncer e identificar possíveis áreas de carência, assim como padrões de associação espacial da oferta de estrutura de equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras para o ano de 2019.

Constatou-se uma desigualdade regional presente no país com relação à disponibilidade de equipamentos para diagnóstico de câncer. No que concerne às regiões de carência, o Norte e o Nordeste se destacaram ao apresentar grande número de clusters Baixo-Baixo. E, além da baixa quantidade de equipamentos por mil habitantes no Norte brasileiro, esta região ainda enfrenta dificuldade no acesso à estrutura, em razão da maior extensão territorial do país. Isso significa que moradores do Norte precisam percorrer grandes distâncias até as estruturas que possibilitam o diagnóstico de câncer. E, visto que estas distâncias tendem a atrasar a procura por consultas médicas, a insuficiência de



equipamentos ainda acarreta uma detecção tardia, dificultando o tratamento e reduzindo as chances de sobrevida ou cura da doença.

A identificação dessas regiões de carência é relevante para o desenvolvimento de políticas públicas de saúde focadas em reduzir as desigualdades regionais no acesso à estrutura física de diagnóstico, direcionando investimentos para as regiões com menor disponibilidade de equipamentos.

O Norte brasileiro também se destaca pela subnotificação de incidência e mortalidade pelo câncer, gerando a falsa impressão de que a doença acomete menos os moradores desta região. Porém, como apontado pelo estudo, tanto em números absolutos, quanto na proporção por mil habitantes, o Norte apresenta insuficiência na oferta de equipamentos que viabilizem o diagnóstico da doença, enquanto os equipamentos de regiões como o Sul e o Sudeste possivelmente não funcionem em sua plena capacidade.

Assim, políticas públicas para melhorar a distribuição espacial de equipamentos de diagnóstico devem ser aplicadas de acordo com as necessidades particulares de cada região brasileira, buscando reduzir as carências de equipamentos diagnósticos constatadas neste estudo e permitindo mais rapidez e precisão nos diagnósticos de câncer para reduzir tanto as subnotificações como a mortalidade.

Vale ressaltar que foi estudada apenas a disponibilidade de equipamentos de diagnóstico de câncer nas microrregiões brasileiras e não foi analisado se os aparelhos estavam em condição de uso. E, ainda, o diagnóstico e o tratamento de câncer não se limitam unicamente à disponibilidade de equipamentos, apesar disto apresentar grande influência.

Como sugestão para estudos futuros está o aprofundamento sobre carência de centros de atendimento ao câncer no Norte e Nordeste brasileiros, identificando as reais necessidades de equipamento de diagnóstico da doença e de investimento em infraestrutura de alta complexidade nessas regiões, podendo ter como objetivo analítico observar a relação entre a subestimação da incidência do câncer (assim como sua mortalidade) e a oferta de infraestrutura para notificar estes casos.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.

AMARAL, P.; LUZ, L.; CARDOSO, F.; FREITAS, R. Distribuição espacial de equipamentos de mamografia no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 19, n. 2, maio/jun. 2017, p. 326-341.

ANSELIN, L. Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis. In: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. (ed). **Geographic Information System: Principles, Techniques, Management and Applications**. Nova York: John Wiley, 1999, p. 253-266.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, abr. 1995.

ANSELIN, L. Spatial econometrics. In: BALTAGI, Badi H. (ed.). **A companion to theoretical Econometrics**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 2001, p. 310-330.

BARBOSA, I. R.; COSTA, Í. D. C. C.; DE SOUZA, D. L. B.; PÉREZ, M. B. Desigualdades socioespaciais na distribuição da mortalidade por câncer no Brasil. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 12, n. 23, p. 122-132, dez. 2016.

BASTOS, S. Q. A; GOMES, B. S. M. Distribuição dos Profissionais de Saúde: Uma Análise Para Os Estados Brasileiros, 2010. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 8, n. 2, p. 109-122, 2015.

BIVAND, R. S. Exploratory spatial data analysis. In: FISCHER, Manfred M.; GETIS, Arthur. **Handbook of Applied Spatial Analysis**. Berlin: Springer, Heidelberg, 2010, p. 219-254.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer (INCA). **Estatísticas de Câncer**. 08 maio 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>. Acesso em: 19 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **Ações de enfermagem para o controle do câncer: Uma proposta de integração ensino-serviço**. 2. ed. Rio de Janeiro: INCA, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **Estimativa 2020: Incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **INCA estima que haverá cerca de 600 mil casos novos de câncer em 2018**. Inca, 05 fev. 2018. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/noticias/inca-estima-cerca-de-600-mil-casos-novos-de-cancer-para-2018>. Acesso em: 22 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **A situação do câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2006.

BRAY, F.; FERLAY, J.; SOERJOMATARAM, I.; SIEGEL, R. L.; TORRE, L. A.; JEMAL, A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v. 68, n. 6, p. 394-424, 2018.

DEJARDIN, O.; BOUVIER, A. M.; HERBERT, C.; VELTEN, M.; BUEMI, A.; DELAFOSSE, P.; MAAROUF, N.; S BOUTREUX, S.; LAUNOY, G. Social and geographic disparities in access to reference care site for patients with colorectal cancer in France. **British Journal of Cancer**, v. 92, n. 10, p. 1842-1845, 2005.

DIAS, M. B. K.; ASSIS, M. D.; SANTOS, R. O. M. D.; RIBEIRO, C. M.; MIGOWSKI, A.; TOMAZELLI, J. G. Adequação da oferta de procedimentos para a detecção precoce do câncer de mama no Sistema Único de Saúde: um estudo transversal, Brasil e regiões, 2019. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 40, p. e00139723, 2024.



GADELHA, C. A. G.; MACHADO, C. V.; LIMA, L. D. D.; BAPTISTA, T. W. D. F. Saúde e territorialização na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, p. 3003-3016, 2011.

GADELHA, M. I. P. Planejamento da assistência oncológica: Um exercício de estimativas. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 48, n. 4, p. 533-543, 2002.

GUIMARÃES, A. S.; VELLOSO, C. S.; PEREIRA, M. L.; VIANA, T. C. T. Prevenção e detecção precoce do câncer de mama na atenção primária à saúde: revisão integrativa. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, v. 32, n. 3, 2020.

GRABOIS, M. F.; OLIVEIRA, E. X. G.; CARVALHO, M. S. Assistência ao câncer entre crianças e adolescentes: Mapeamento dos fluxos origem-destino no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, p. 368-378, 2013.

HUANG, B.; DIGNAN, M.; HAN, D.; JOHNSON, O. Does distance matter? Distance to mammography facilities and stage at diagnosis of breast cancer in Kentucky. **The Journal of Rural Health**, v. 25, n. 4, p. 366-371, 2009.

KOWALSKI, A. E. Mammograms and mortality: how has the evidence evolved? **Journal of Economic Perspectives**, v. 35, n. 2, p. 119-140, 2021.

MARCONATO, M. **Análise espacial da pobreza nos municípios brasileiros no ano de 2010**. 2015. 100 f. Dissertação de Mestrado em Economia Regional - Centro de Estudos Sociais Aplicados - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

MEDICI, A.; BELTRÃO, K. Demografia e epidemiologia do câncer no Brasil. Researchgate, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281525086_Demografia_e_Epidemiologia_do_Cancer_no_Brasil

MELO, N. O padrão da mortalidade por câncer nas regiões brasileiras. **Observatório de Oncologia**, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://observatoriodeoncologia.com.br/o-padrao-da-mortalidade-por-cancer-nas-regioes-brasileiras/>. Acesso em: 19 maio 2020.

MIRANDA, W. D. D.; SILVA, G. D. M. D.; FERNANDES, L. D. M. M.; SILVEIRA, F.; SOUSA, R. P. D. Desigualdades de saúde no Brasil: proposta de priorização para alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, n. 4, p. e00119022, 2023.

OLIVEIRA, E. X. G. D.; MELO, E. C. P.; PINHEIRO, R. S.; NORONHA, C. P.; CARVALHO, M. S. Acesso à assistência oncológica: Mapeamento dos fluxos origem-destino das internações e dos atendimentos ambulatoriais. O caso do câncer de mama. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 2, p. 317-326, 2011.

OLIVEIRA, N. M. Revisitando algumas teorias do desenvolvimento. **Informe Gepec**, v. 25, n. 1, p. 203-219, 2021.

ONEGA, T.; DUELL, E. J.; SHI, X.; WANG, D.; DEMIDENKO, E.; GOODMAN, D. Geographic access to cancer care in the US. **Cancer**, v. 112, n. 4, p. 909-918, 2008.

PINTO, P. A. L. A. **Um estudo sobre a distribuição espacial dos médicos no Brasil**. Recife, 2015, 125 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

RODRIGUES, C. G.; AMARAL, P. V. M.; SIMÕES, R. F. Rede urbana da oferta de serviços de saúde: Uma análise multivariada macro regional-Brasil, 2002. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**. v. 9, n. 16, p. 83-92, 2007.

RODRIGUES, J. D.; CRUZ, M. S.; PAIXÃO, A. N. Uma análise da prevenção do câncer de mama no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 10, p. 3163-3176, 2015.

SCHEFFER, M.; CASSENOTE, A.; GUILLOUX, A. G. A.; BIANCARELLI, A.; MIOTTO, B. A.; MAINARDI, G. M. **Demografia Médica no Brasil 2018**. São Paulo, SP: FMUSP, CFM, Cremesp, p. 286 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/DemografiaMedica2018.pdf>. Acesso em: 21 jun 2020.



SHARMA, K.; COSTAS, A.; SHULMAN, L. N.; MEARA, J. G. A systematic review of barriers to breast cancer care in developing countries resulting in delayed patient presentation. **Journal of Oncology**, v. 2012, n. 8, p. 1-9, 2012.

SILVA, A. R.; NICOLELLA, A. C.; PAZELLO, E. T. Análise do efeito da alocação de mamógrafo sobre indicadores de saúde da mulher. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 40, n. 7, p. e00220122, 2024.

SILVA, R.C.F.; HORTALE, V.A. Rastreamento de câncer de mama no Brasil: quem, como e por quê? **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 58, n.1, p. 67-71, 2012.

SOUZA, D. P. F. **Estudo exploratório da atenção hospitalar de alta complexidade prestada pelos hospitais do Sistema Único de Saúde**. Rio de Janeiro, 2004, 181 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas e Serviços da Saúde) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004.

STOPA, S. R.; MALTA, D. C.; MONTEIRO, C. N.; SZWARCOWALD, C. L.; GOLDBAUM, M.; CESAR, C. L. G. Acesso e uso de serviços de saúde pela população brasileira, Pesquisa Nacional de Saúde 2013. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 3s, 2017.

TRAVASSOS, C.; OLIVEIRA, E. X. G; VIACAVA, F. Desigualdades geográficas e sociais no acesso aos serviços de saúde no Brasil: 1998 e 2003. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 11, n. 4, p. 975-986, 2006.

VIACAVA, F.; PORTO, S. M.; CARVALHO, C. D. C.; BELLIDO, J. G. Desigualdades regionais e sociais em saúde segundo inquéritos domiciliares (Brasil, 1998-2013). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 7, p. 2745-2760, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Latest global cancer data: Cancer burden rises to 18.1 million new cases and 9.6 million cancer deaths in 2018**. 12 set. 2018. Disponível em: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/pr263_E.pdf. Acesso em: 19 maio 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO report on cancer: Setting priorities, investing wisely and providing care for all**. 03 fev. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/who-report-on-cancer-setting-priorities-investing-wisely-and-providing-care-for-all>. Acesso em: 19 maio 2020.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.

