







ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA EM UMA REGIÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF THE CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE IN A REGION OF THE STATE OF SÃO PAULO

 Gabriel Guilmar Rocha^A
Amanda Nogueira Soller Pires^A
 Renata Calciolari Rossi Silva^A
 Marcus Vinicius Pimenta Rodrigues^A
 Lucas Prado Osco^A
 Ana Paula Marques Ramos^A
 Marisa Afonso Andrade Brunherotti^B

^A Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, SP, Brasil

^B Universidade de Franca (UNIFRAN), Franca, SP, Brasil

Recebido em: 17/01/2023 | 07/06/2023 DOI: 10.12957/tamoios.2023.59497

Correspondência para: Ana Paula Marques Ramos (anaramos@unoeste.br)

Resumo

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é um problema de saúde pública, e uma análise epidemiológica, de caráter espacial, pode auxiliar na definição de políticas públicas de saúde para esta doença. A distribuição espaço-temporal da taxa de DPOC nos municípios do Brasil é desconhecida até o presente momento. Assim, este trabalho apresenta uma análise espaço-temporal da taxa de DPOC em 45 municípios da 11ª Rede Regional de Atenção à Saúde (RRAS) do Estado de São Paulo, no período de 2008 a 2019. Para tanto, fez-se um levantamento do número de casos de Autorização de Internação Hospitalar aprovada no Sistema Nacional de Agravos de Notificação, e se calculou a taxa de DPOC dividindo o número de casos no município pelo seu número de habitantes. Observou-se que a RRAS-11 tem uma distribuição heterogênea da taxa de DPOC no período investigado. A sazonalidade climática e a DPOC têm forte associação, sendo no inverno o maior número de casos notificados. A análise espacial mostrou que em 2009 as regiões apresentaram as maiores taxas de DPOC. Esses achados podem auxiliar a direcionar ações de políticas públicas de saúde para essas áreas. Concluímos que o mapeamento multitemporal é uma ferramenta para identificar focos endêmicos de uma doença de interesse, e que ações de controle podem ser direcionadas para essas áreas mapeadas. A abordagem desse trabalho pode ser reproduzida para outras regiões de interesse.

Palavras-chave: Doença respiratória. Análise espacial. Geoprocessamento.

Abstract

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a public health problem, and epidemiological analysis, with a spatial nature, may help define public health policies for this disease. The Spatio-temporal distribution of the COPD rate in Brazilian municipalities is currently unknown. Thus, this work presents a space-time analysis of the COPD rate in 45 towns of the 11th Regional Health Care Network (RRAS) of the State of São Paulo from 2008 to 2019. We work with Authorization for Hospitalization approved in the National System of Notifiable Diseases. The COPD rate refers to the number of cases in the municipality divided by the number of its inhabitants. RRAS-11 has a heterogeneous distribution of the COPD rate in the investigated period. Climatic seasonality and COPD are strongly correlated and have the highest number in winter. The spatial analysis showed that in 2009 the regions showed high rates of COPD. These findings help to direct public health policy actions in these areas. Our study contributes, among others, to identify endemic foci of a disease of COPD, and can be replicated in other regions of interest.

Keywords: Respiratory disease. Spatial analysis. Geoprocessing.





INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada pela diminuição do fluxo de ar nas vias aéreas inferiores (ZUGE et al., 2019). Este impedimento no fluxo aéreo está ligado a uma alteração anormal nas vias aéreas inferiores que não é totalmente reversível, causado por alguns fatores como a inalação de partículas tóxicas e, tendo como principal agente a fumaça do cigarro, cachimbo, charuto e outros tipos de tabaco. Um estudo (SOUZA et al., 2011) evidenciou a prevalência de 2,04 vezes maior no desenvolvimento da DPOC em indivíduos fumantes comparado aos não fumantes. Dentre as doenças que compõem a DPOC, se destacam o enfisema pulmonar e a bronquite crônica por sua alta frequência na sociedade. Quando o processo inflamatório se instaura nos brônquios causando tosse produtiva crônica por pelo menos três meses em cada um de dois anos consecutivos reconhece a bronquite crônica, já o alargamento anormal e permanente dos espaços aéreos distais aos bronquíolos terminais e a destruição da parede das vias aéreas caracteriza o enfisema pulmonar (LAIZO, 2009). Para que ocorra esta enfermidade, há necessidade da interação entre exposição ao ambiente com fatores de risco e fatores individuais. Dentro dos fatores individuais há ênfase para a deficiência da alfa-1 antitripsina, hiper-responsabilidade brônquica, desnutrição, prematuridade e infecções respiratórias frequentes (SOUZA et al., 2011).

As alterações pulmonares nos casos de DPOC são parcialmente reversíveis (Wehrmeister et al. 2011), mas geram inúmeros encargos ao Sistema Único de Saúde (SUS) para estratégias e manejo da doença. Conforme os Protocolos Clínicos e Diretrizes de Tratamento (PCDT) do Ministério da saúde, as internações decorrentes de DPOC no território nacional perfizeram cerca de R \$92 bilhões de reais em 2010 (BRASIL, 2013). A Organização Mundial da Saúde (OMS), estima que até 2030 a DPOC será a 3^a principal causa de morte no planeta, sendo a única que se encontra com valores em ascensão devido ao tabagismo e envelhecimento da população (WHO, 2021). A maior prevalência de DPOC é nos homens, devido à forte aderência ao tabagismo. Aproximadamente 85% das mortes por doença pulmonar obstrutiva crônica (enfisema) estão associadas ao consumo de tabaco (BRASIL, 2003). Vale ressaltar, que apesar da prevalência tabagista estar em queda, os valores entre as mulheres brasileiras, quando comparados aos homens brasileiros, estão diminuindo de forma mais gradativa, principalmente entre as mulheres jovens (TORRES et al., 2018). Ainda nesse sentido, é de mister importância a atenção quanto ao coeficiente de mortalidade masculino, uma vez que é superior ao feminino; tal fato pode ser explicado em parte pelo tabagismo mais frequente no sexo masculino, já que, conforme estudos referidos pelo Ministério da Saúde, o consumo de tabaco está relacionado com até 85% das mortes por doença pulmonar obstrutiva crônica (enfisema). Para o total de óbitos do Aparelho Respiratório, os coeficientes masculinos são superiores aos femininos, a partir dos 40 anos, mantendo-se mais altos em todos os grupos etários de idosos.

As manifestações da DPOC são diversas, tendo como mais comuns a dispneia e a dificuldade em realizar atividades de vida diária. Devido a estes sintomas, o acompanhamento regular e tratamento são essenciais para que o indivíduo obtenha uma melhor qualidade de vida (BRASIL, 2013). A falta de adesão ao tratamento ocorre em grande parte dos casos e se dá por fatores socioeconômicos, psicológicos, má relação médico-paciente ou comorbidades (VOGELMEIER et al. 2017), o que gera com maior frequência casos de exacerbação. Estes episódios de agudização ocorrem, muitas vezes, por infecções respiratórias desencadeadas por vírus, bactérias ou toxinas ambientais (JARDIM et al., 2004). O diagnóstico da DPOC é



realizado pela análise dos pacientes, ressaltando que a maior prevalência se encontra entre os 60 e 70 anos de vida (Souza et al 2011). Nessa análise é essencial a observância de aspectos como dispneia, tosse produtiva ou crônica, e a verificação do histórico de exposição aos fatores de risco, tendo destaque ao cigarro (GODOY et al., 2007).

Estudos epidemiológicos são responsáveis pela análise dos determinantes de doenças, ou condições de saúde em populações específicas, e mostram que hábitos de vida saudáveis e eliminação de fatores de risco são determinantes na prevenção de doenças, como a DPOC (LIMA-COSTA et al., 2000a). A análise nesse tipo de estudo pode envolver as componentes tempo, espacial, ambiental (ex.: focos de queimadas) e características individuais, e os fatores determinantes podem ser os físicos, biológicos, sociais, culturais e comportamentais (LIMA-COSTA et al., 2000a). Análise da distribuição da DPOC associada a variáveis socioambientais pode contribuir para o provimento de informações importantes ao planejamento de ações voltadas a políticas públicas de saúde, visando o controle de fatores de risco para DPOC. Essa análise espacial pode ser realizada, por exemplo, em função da dimensão e localização das Redes Regionais de Atenção à Saúde (RRAS). O Estado de São Paulo é formado por 17 RRAS, sendo a região de interesse da presente investigação a RRAS-11, composta por 45 municípios (Figura 1). Nessa região de saúde, há diversos trabalhos desenvolvidos sobre a análise espaço-temporal de doenças, como a realizada por Souza et al. (2019). Todavia, até o presente momento, nada se tem sobre o mapeamento da DPOC em regiões do Brasil, e, por conseguinte, na RRAS 11 que é a 6ª maior do Estado de São Paulo em termos do número de municípios e está representa a região do estado de menor desenvolvimento econômico, segundo o último censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

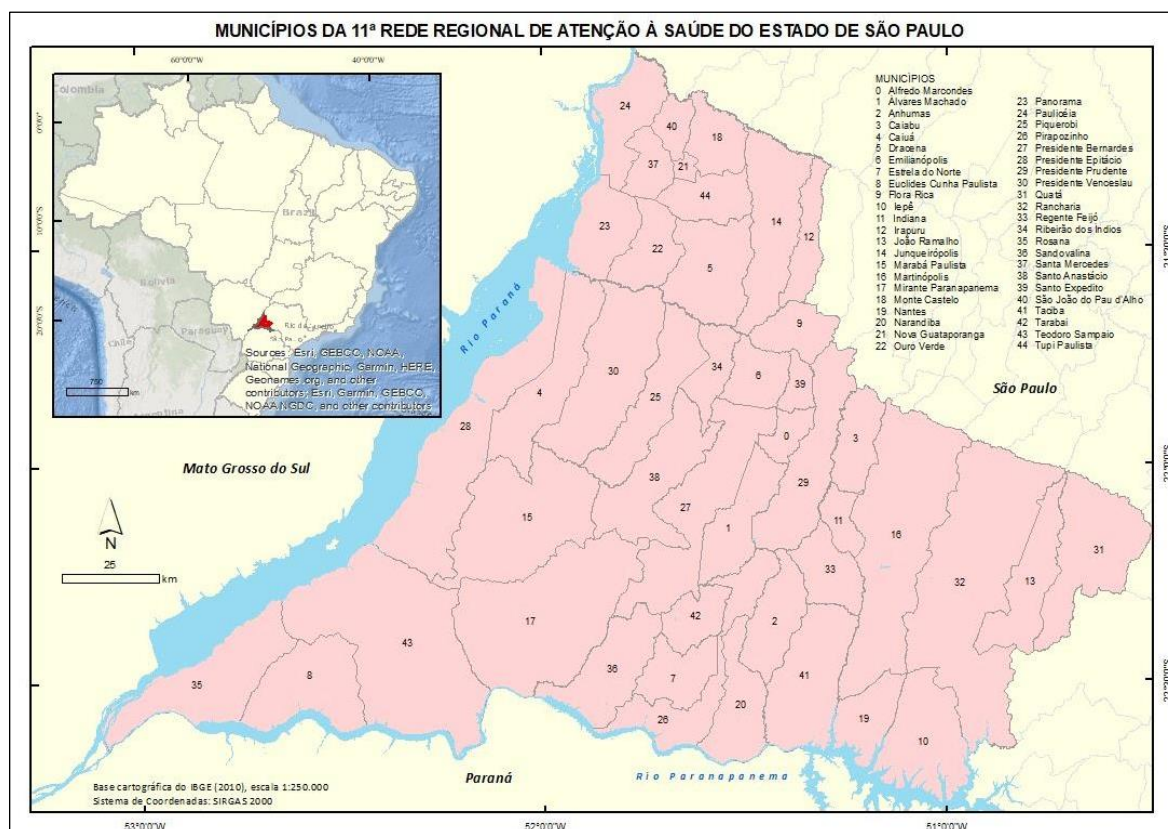


Figura1 - Localização dos municípios da RRAS-11 no Estado de São Paulo.



Diante todo o exposto, e com a finalidade de preencher essa lacuna, esse trabalho objetivou caracterizar a distribuição espacial, ao longo de mais de uma década (2008 a 2019), da taxa de DPOC por município da RRAS-11 do Estado de São Paulo. A principal contribuição trazida é responder questões que auxiliem na orientação de políticas públicas de saúde nessa região, a saber: “Qual a taxa de DPOC na RRAS-11 nos últimos anos? ”; “Há uma dependência espacial entre os municípios dessa região em relação à taxa de DPOC?”; “Há associação entre a sazonalidade climática e a taxa de DPOC nesses municípios?”; “Há uma tendência de distribuição da taxa de DPOC nos municípios de 2008 a 2019?”.

MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de um estudo analítico descritivo da distribuição da taxa de DPOC na população residente nos municípios da RRAS-11 no período de 2008 a 2019. Portanto, a unidade mínima de análise abrangida neste estudo são os municípios da RRAS-11. Esta área geográfica está localizada a sudeste do Brasil, na região Oeste do Estado de São Paulo, com extensão territorial de aproximadamente 22.334 mil km². A população é estimada em 722 mil habitantes, dos quais 90% residem em área urbana conforme o último Censo Demográfico (IBGE, 2010). A RRAS-11 abrange um total de seis regiões de saúde, quais sejam: Alta Paulista, Alta Sorocabana, Alto Capivari, Extremo Oeste Paulista e Pontal Paranapanema do Estado de São Paulo.

A região da RRAS-11 tem clima tropical, com a presença de um período seco (estação do inverno) sob influência predominante dos sistemas polares, e um período chuvoso (estação do verão) sob influência dos sistemas tropicais (MONTEIRO, 2000). A precipitação anual média varia entre 1200 e 1500 mm, enquanto a temperatura média anual permanece acima de 22°C (BOIN, 2000). Neste trabalho, a sazonalidade climática foi caracterizada por quatro períodos: verão (meses de dezembro, janeiro e fevereiro), outono (meses de março, abril e maio), inverno (meses de junho, julho e agosto), e primavera (meses de setembro, outubro e novembro).

LEVANTAMENTO DOS DADOS E CÁLCULO DA TAXA DE DPOC

O mapeamento da taxa de DPOC por municípios da RRAS-11 foi realizado a partir dos dados obtidos no âmbito do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2021). Para tanto, fez-se o levantamento somente do número de casos de DPOC por Autorização de Internação Hospitalar (AIH) aprovada (DATASUS, 2021), de 2008 a 2019. O número populacional por município foi obtido no último censo demográfico (IBGE, 2010)¹⁸, enquanto a base cartográfica de limite dos municípios foi obtida no banco de dados geográfico do IBGE, na escala 1:250.000, ano de 2019. A manipulação dos dados cartográficos para a compilação dos mapas da taxa de DPOC foi realizada no *software* de SIG da ESRI, o ArcGIS 10.4.

A taxa foi calculada somando todos os casos de DPOC entre 2008 até 2019, e dividindo-o pelo número de habitantes em cada município segundo o censo demográfico de 2010 do IBGE, multiplicada por um fator 1.000. Assim, lê-se a taxa como x casos de DPOC a



cada 1.000 habitantes (hab.). A taxa a cada 1.000 é uma métrica indicada quando o denominador e numerador não são muito discrepantes entre si (DENT et al., 2009), o que se verificou na amostra de dados do presente estudo ao se analisar os dados no período de interesse (2008 a 2019). Cabe ressaltar que para determinar a variação da taxa de DPOC de 2008 com relação à 2019, calculou-se a taxa para cada ano individualmente, isto é, a taxa para 2008 representa o número de casos de DPOC em 2008 dividido pela população do censo de 2010, que é o censo oficial disponível, multiplicado pelo fator 1000. O mesmo procedimento foi realizado para 2019, mas considerando-se os casos de DPOC de 2019. Fez-se esta estimativa para cada um dos 45 municípios que compõe a RRAS-11. Para checar se há associação entre a sazonalidade climática e a taxa de DPOC nos municípios, fez-se a análise da taxa de DPOC por mês, computando-se a taxa total de DPOC entre 2008 a 2019 mês a mês do ano.

MAPEAMENTO DA TAXA DE DPOC NA RRAS-11 DE 2008 A 2019

A distribuição espacial da taxa de DPOC nos 45 municípios da RRAS-11 foi analisada por meio de um conjunto de mapas coropléticos. Esse tipo de mapa descreve a quantidade relativa de um fenômeno por unidade geográfica de interesse, que pode ser setor censitário, bairros, municípios, estados ou países (DENT et al., 2009). No mapa, essa quantificação é expressa usando um esquema de cores que denota uma ordem visual entre as classes representadas (KRYGIER E WOOD, 2005). Assim, cada cor na legenda simboliza um intervalo de classe de valores no mapa. Na construção dos mapas coropléticos, adotou-se a abordagem metodológica apresentada em Ramos et al. (2016), que sugere a definição do número de classes igual à 5 e o método de geração das classes o de Quebras Naturais (ou chamado de *Jenks*). Este método é o que melhor considera a distribuição natural dos dados para a separação das classes, isto é, o método que melhor constrói heterogêneas entre si, formadas por elementos mais homogêneos possíveis entre si (DENT et al., 2009). Os dados referentes aos focos de queimadas foram obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, ano a ano, de 2008 a 2019. Esses dados foram representados no mapa coroplético de DPOC utilizando a geometria de ponto. Isso permite uma análise por município entre os locais onde ocorrem queimadas e o valor da taxa de DPOC correspondente nessa área. Para identificar se há uma dependência espacial entre os municípios da RRAS-11 em relação à taxa de DPOC, determinou-se o Índice de Moran Global, seguido do índice de Moran Local (DEMMELE, 2009). Os métodos de análise global, como o Índice de Moran Global, fornecem uma medida de autocorrelação espacial global única (DEMMELE, 2009), isto é, um valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados (ex.: taxa de DPOC nos 45 municípios de 2008 a 2019). A análise em escala local, por exemplo, pelo índice de Moran Local, também denominado de LISA Map, permite averiguar a localização dos agrupamentos espaciais (DEMMELE, 2009). Assim, fez-se a construção do mapa correspondente ao índice de Moran Local para se checar a associação espacial que ocorre entre os municípios da RRAS-11 em termos de taxa de DPOC de 2008 a 2019.

RESULTADO E DISCUSSÃO

No período de janeiro de 2008 a dezembro de 2019, o SINAN contabilizou um total de 9.980 AIH aprovadas por casos de DPOC na população residente da RRAS-11 do Estado de São Paulo. Ao se analisar o valor da taxa de DPOC, ano a ano, ao longo dos 12 anos de interesse,



verificou-se, primeiramente, que tais dados não seguem uma distribuição de probabilidade normal, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$). Em seguida, pelo teste de Friedman, constatou-se que as taxas de DPOC nos municípios da RRAS 11 diferem entre si ao longo do tempo entre [$X^2(11) = 43,611$; $p < 0,0001$]. Pelo teste de comparações pareadas, tem-se que as taxas de DPOC dos anos de 2009 e 2019 diferem entre si ($p = 0,031$), assim como entre os anos de 2011 e 2019 ($p = 0,039$), 2011 e 2016 ($p = 0,044$), e 2009 e 2016 ($p = 0,035$). O teste de Friedman mostrou, também, que os valores absolutos de DPOC diferem ao longo dos meses [$X^2(11) = 81,159$; $p < 0,0001$]. No teste de comparações pareadas, observou-se que os números de casos nos meses de dezembro a fevereiro são significativamente ($p < 0,05$) inferiores aos valores observados nos demais meses do ano, isso considerando o período de 2008 a 2019.

A análise sobre o total de 9.980 casos agrupados por mês (Figura 2, Figura 3) mostra que de março a maio há um aumento progressivo de casos da doença, enquanto a partir de outubro a dezembro há uma constante queda do número de casos, com oscilações entre os meses de janeiro e fevereiro. Além disso, analisando os valores de outliers no gráfico de Box-Plot (Figura 3) é possível inferir que há um número discrepante de casos de DPOC entre alguns dos municípios da RRAS 11, e isto leva a conclusão de que a doença foi mais agravada em alguns municípios que outros em determinados meses do ano na RRAS-11.

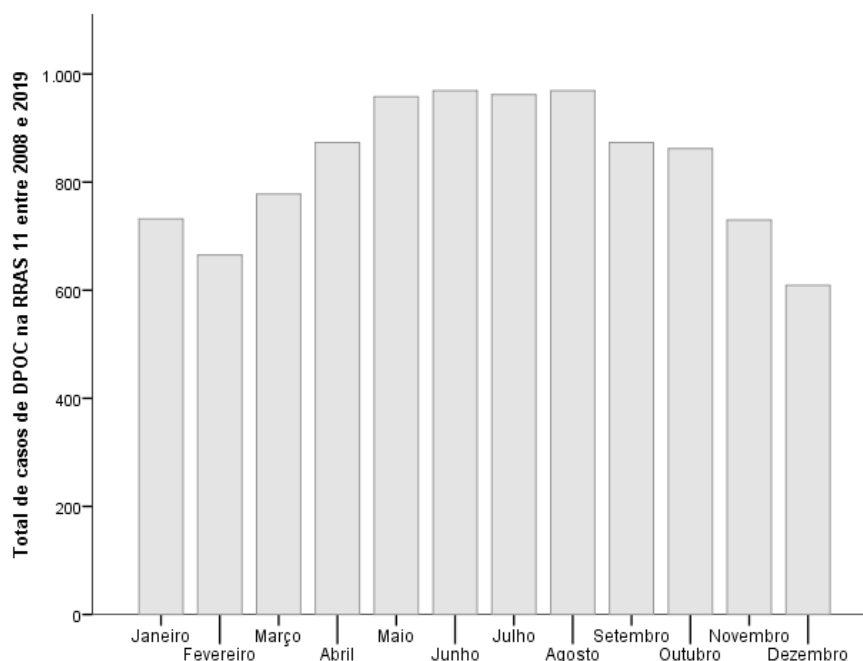


Figura 2 – Número de casos de DPOC agrupados por meses no período de 2008 a 2019 na RRAS-11.

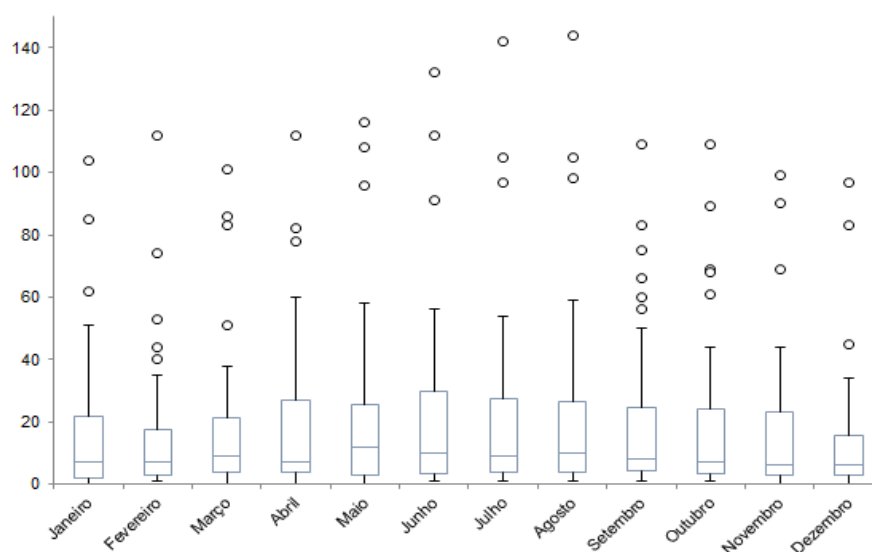


Figura 3 – Distribuição e valores discrepantes do número de casos de DPOC agrupados por meses no período de 2008 a 2019 na RRAS-11.

Verificou-se (Figura 2) que o intervalo compreendido entre os meses de maio a agosto é o mais crítico para a ocorrência da DPOC na área em estudo. Esse número elevado de casos nessa época do ano pode ser explicado pelo fator sazonalidade. No hemisfério sul, de julho até aproximadamente setembro tem-se a estação do inverno, que é caracterizada por apresentar os meses mais frios do ano. Os distúrbios respiratórios tipicamente são desencadeados por alergias, infecções ou inalação de poeiras e/ou produtos químicos, além de serem, inclusive, influenciados pelo tempo e clima em decorrência seja da queda de temperatura brusca, seja por conta do aumento em níveis de poluentes (CONDE, 2001). Ademais, a precipitação tem a capacidade de dissipar os poluentes e, com isso, a associação da umidade relativa do ar, da precipitação, temperatura e poluição são fatores capazes de afetar o funcionamento pulmonar, propiciando gripes, rinites, bronquites, além de piorar asma e contribuir para aparecimento e proliferação de vírus, bactérias, mofo, fungos e alérgenos (MORAES et al., 2019). Estudos (CONDE, 2001; MORAES et al., 2019; BOTELHO et al., 2003; MONTEIRO, 2003) ratificam que mudanças de temperatura favorecem o desenvolvimento de doenças respiratórias, como a DPOC, o que é, também, corroborado pelo estudo de caso realizado na RRAS-11.

Na análise anual dos casos de DPOC (Figura 4) é demonstrado que o ano com maior número de notificações foi 2009, e o de 2019 o de menor valor. Nesse período, a tendência do número de casos da doença na RRAS-11 foi de queda acentuada ($R^2 = 0,8923$) ano a ano. Esse comportamento de casos pode ser explicado pelos resultados das ações de políticas públicas de saúde que o governo do Estado de São Paulo implementou nas redes regionais de atenção à saúde com vistas ao controle de doenças, das quais a DPOC faz parte. Dentre essas ações, destaca-se: a implementação do Protocolo Clínico do Estado de São Paulo, que é responsável por medidas de prevenção e tratamento de doenças, inclusive da DPOC (SESP, 2019); a criação das Farmácias de Medicamentos Especializados, que auxiliam no fornecimento de medicamentos indispensáveis para um tratamento eficaz, contribuindo com o controle de doenças e com a queda de internações; e a realização de campanhas de educação de saúde,



atuando na promoção do uso racional dos medicamentos. Tais medidas, em conjunto, certamente foram decisivas para tal queda dos casos de DPOC na RRAS-11 nos últimos anos.

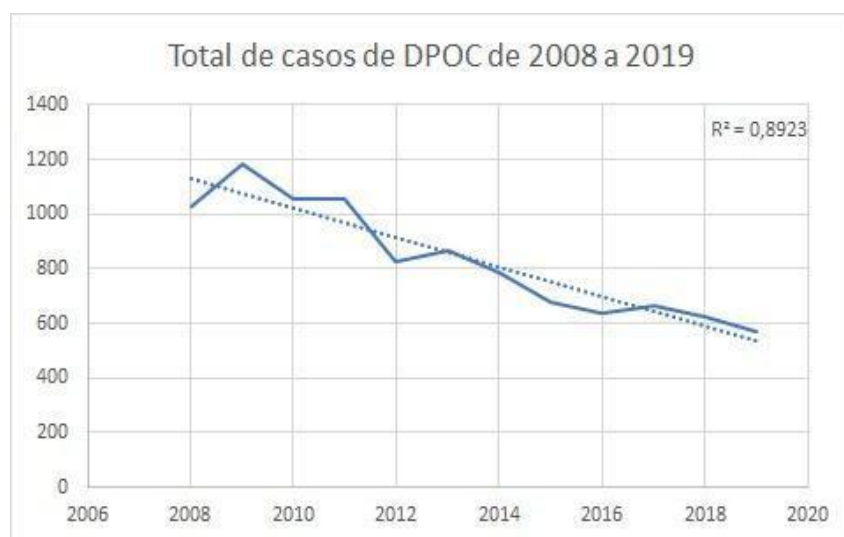


Figura 4 – Número total de casos anuais de DPOC de 2008 a 2019 na RRAS-11.

A distribuição multitemporal da taxa de DPOC por município da RRAS-11 (Figura 5, 6 e 7) mostra que enquanto alguns municípios apresentam baixos (cores mais claras no mapa) valores associados à DPOC, outros (em cores mais escuras no mapa) mostram taxas elevadas. Isso reflete uma espacialização heterogênea da doença na RRAS-11 nos 12 anos em análise (2008 a 2019). Ademais, poucos são os municípios com taxa nula, sendo que em 2019 nenhum município registrou zero casos de DPOC (Figura 7). Os mapas (Figura 5, 6 e 7) evidenciam ainda uma redução da taxa de DPOC nos municípios com o decorrer dos anos, especialmente a partir de 2011 (Figuras 6 e 7), sendo o ano de 2019 o de menor valor registrado para os casos de DPOC na RRAS-11 (Figura 4).

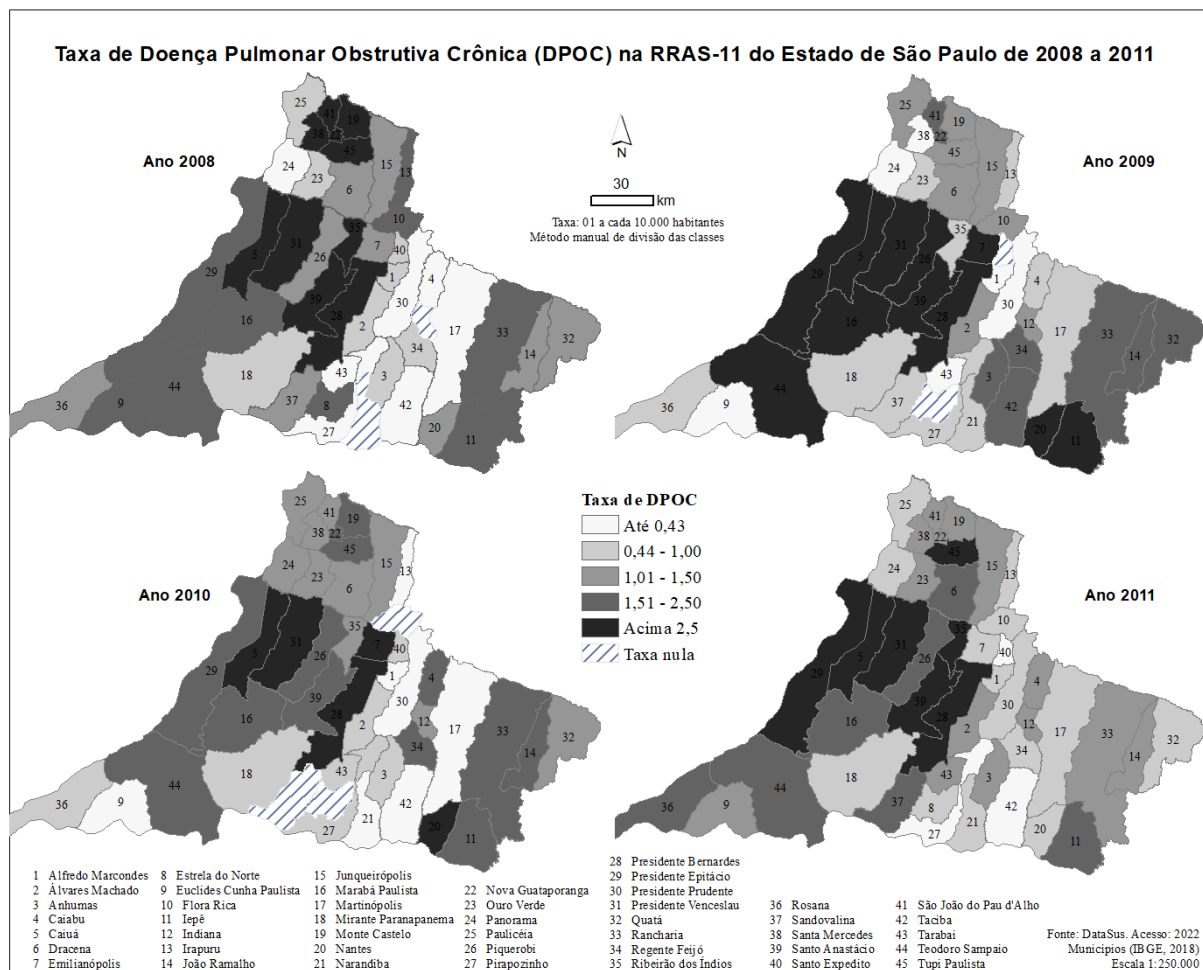


Figura 5 – Distribuição espacial da taxa de DPOC por município da RRAS-11 de 2008 a 2011.

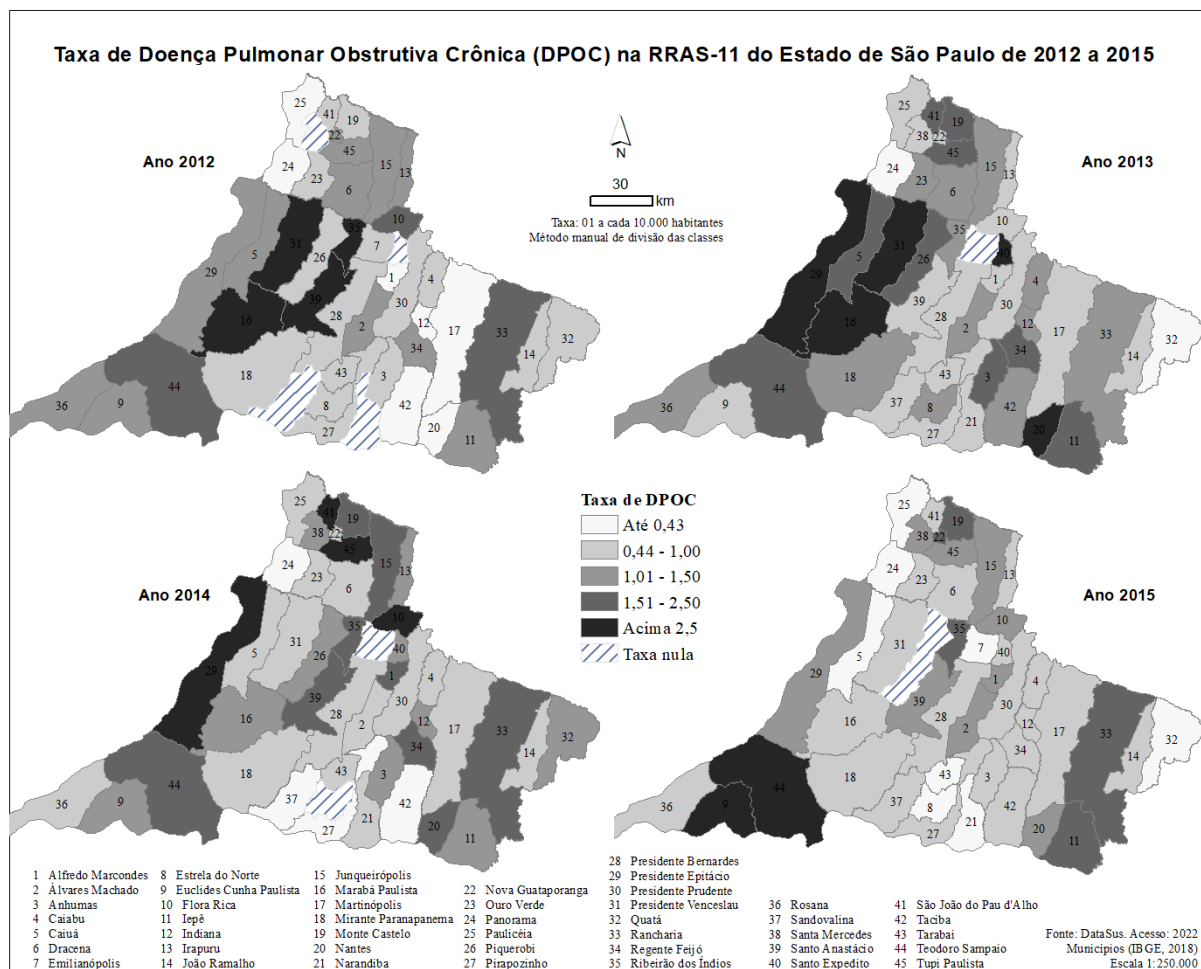


Figura 6 – Distribuição espacial da taxa de DPOC por município da RRAS-11 de 2012 a 2015.

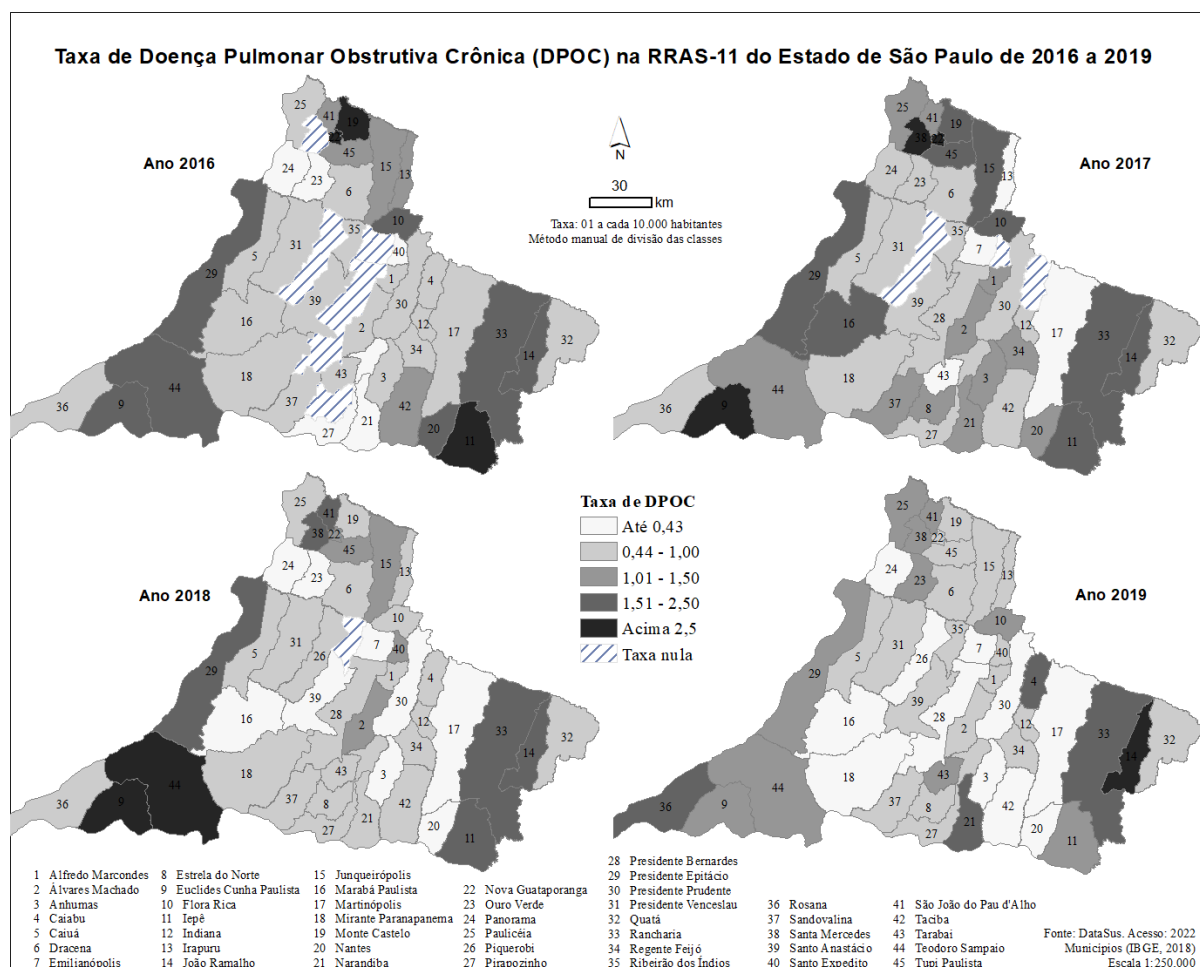


Figura 7 – Distribuição espacial da taxa de DPOC por município da RRAS-11 de 2016 a 2019.

Ao verificar o valor da taxa total de DPOC no período de 2008 a 2019 (Figura 8), a análise espacial mostra que o município de Presidente Bernardes é a região da RRAS-11 mais afetada por essa doença, com taxa superior a 40 casos a cada 1.000 hab. Isto é assegurado, pois se trabalhou com AIH aprovadas por local de residência do paciente. Todavia, deve-se ressaltar que esse alto valor para a taxa total de DPOC em Presidente Bernardes se deve aos valores registrados entre os anos de 2008 e 2011 (Figura 9), e estes foram os anos em que a RRAS-11 como um todo mais foi acometida pela DPOC, como mostra os mapas de taxas anuais da doença (Figuras 5, 6 e 7). Esses resultados trazem indicações sobre o comportamento da DPOC na RRAS-11 no decorrer do tempo e auxilia no direcionamento de ações de saúde pública para os locais mais acometidos pela doença, visando identificar quais fatores, por exemplo, fatores de risco, como poluição ambiental, a população foi submetida, sobretudo nos anos de 2008 e 2011 (Figura 4), que impulsionaram a taxa de DPOC.

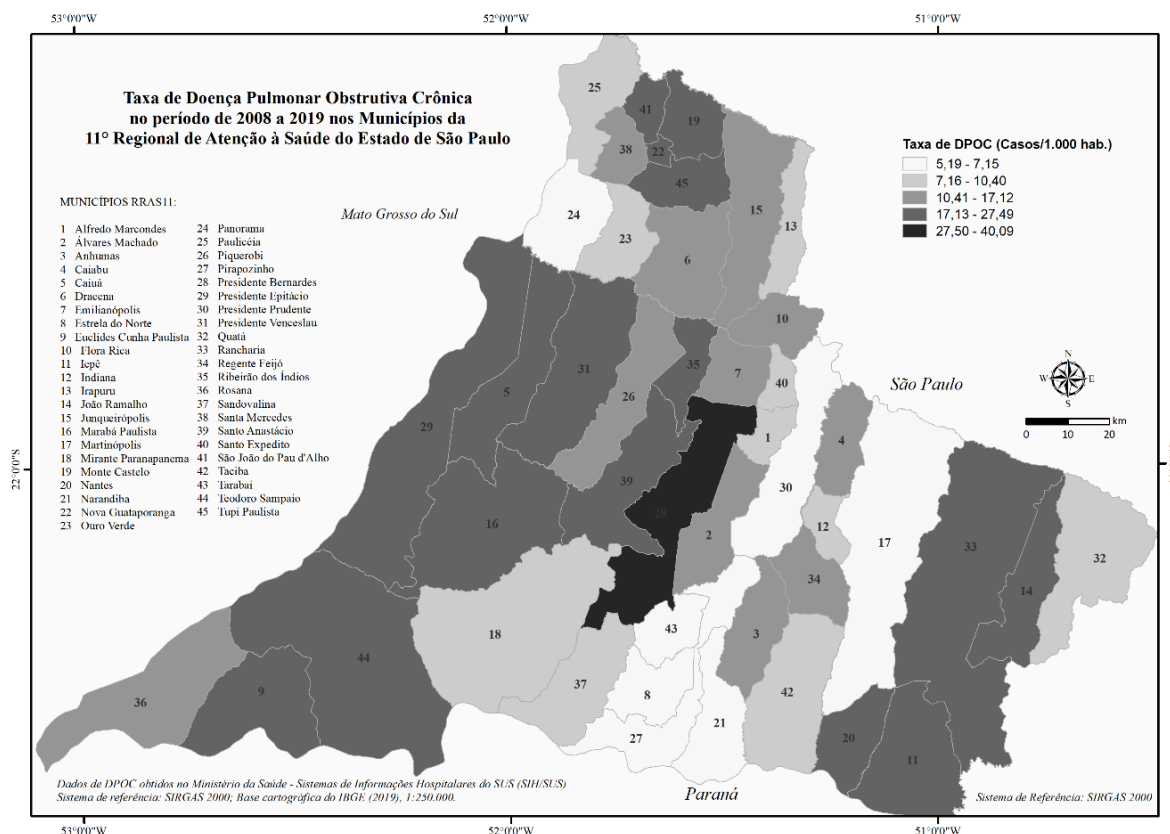


Figura 8 – Distribuição espacial da taxa total de DPOC por município da RRAS-11 de 2008 a 2019.

Apenas 15% (total de 45) dos municípios da RRAS-11 (Figura 8) apresentam os menores valores de taxas de DPOC. Nestes locais, a taxa total atingiu valores de até 7,15 pessoas a cada 1.000 indivíduos, representada pelas cores mais claras no mapa. Mais de 30% dos municípios têm elevadas taxas de DPOC no período de 2008 a 2019, variando de 17 a 27 casos a cada 1.000 habitantes (Figura 8). Este número é alto se comparado à taxa bruta e ajustada de mortalidade por doenças pulmonares obstrutivas crônicas, por sexo, no estado de São Paulo, de 1980 a 2017, que é de 24,9 casos a cada 100.000 hab., conforme o relatório de diagnóstico do Plano Estadual de Saúde (PES) 2020-2023 do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE SAÚDE, 2020). Isso mostra que, embora a taxa de DPOC nos municípios da RRAS-11 tem reduzido progressivamente nos últimos anos (Figura 4), este número é ainda alto em relação às demais taxas encontradas para o restante dos municípios paulistas. Estes achados evidenciam a necessidade de direcionamento de políticas públicas de controle à DPOC para essa rede regional de atenção de saúde.

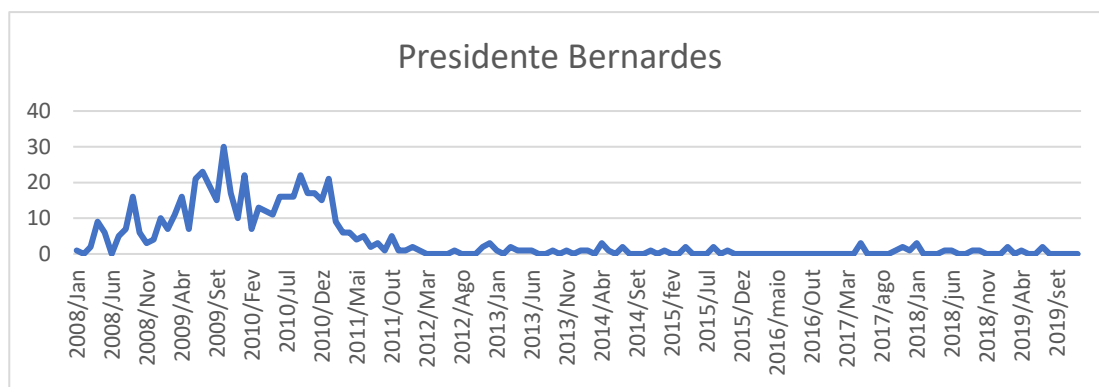


Figura 9 – Taxa de DPOC no município de Presidente Bernardes de 2008 a 2019.

Na etapa de detecção e análise de agrupamento espacial entre os municípios da RRAS-11 em relação à taxa de DPOC, constatou-se que, na análise pelo Índice de Moran Global, não se pode afirmar uma associação espacial significativa (índice = 0,01; $Z = 0,81$; $p\text{-valor} = 0,413$) entre as 45 regiões em estudo (Figura 9). Isto indica que o padrão de distribuição da taxa de DPOC na RRAS-11 é aleatório a um nível de confiabilidade de 95%. Todavia, nota-se a ocorrência de agrupamentos locais pelo mapa LISA (Figura 10), uma vez que há conjunto de municípios com taxas baixas de DPOC rodeados por municípios com valores também baixos, como é o caso das áreas representadas pela classe low-low no mapa (Figura 10). Por outro lado, há municípios (ex.: Piquerobi) com baixa taxa de DPOC circundado por locais com altas taxas como demonstrado pela classe low-high (Figura 10). Esses achados corroboram a informação de uma distribuição heterogênea da taxa de DPOC na RRAS-11 de 2008 a 2019, como mostrado nas Figuras 5, 6 e 7.

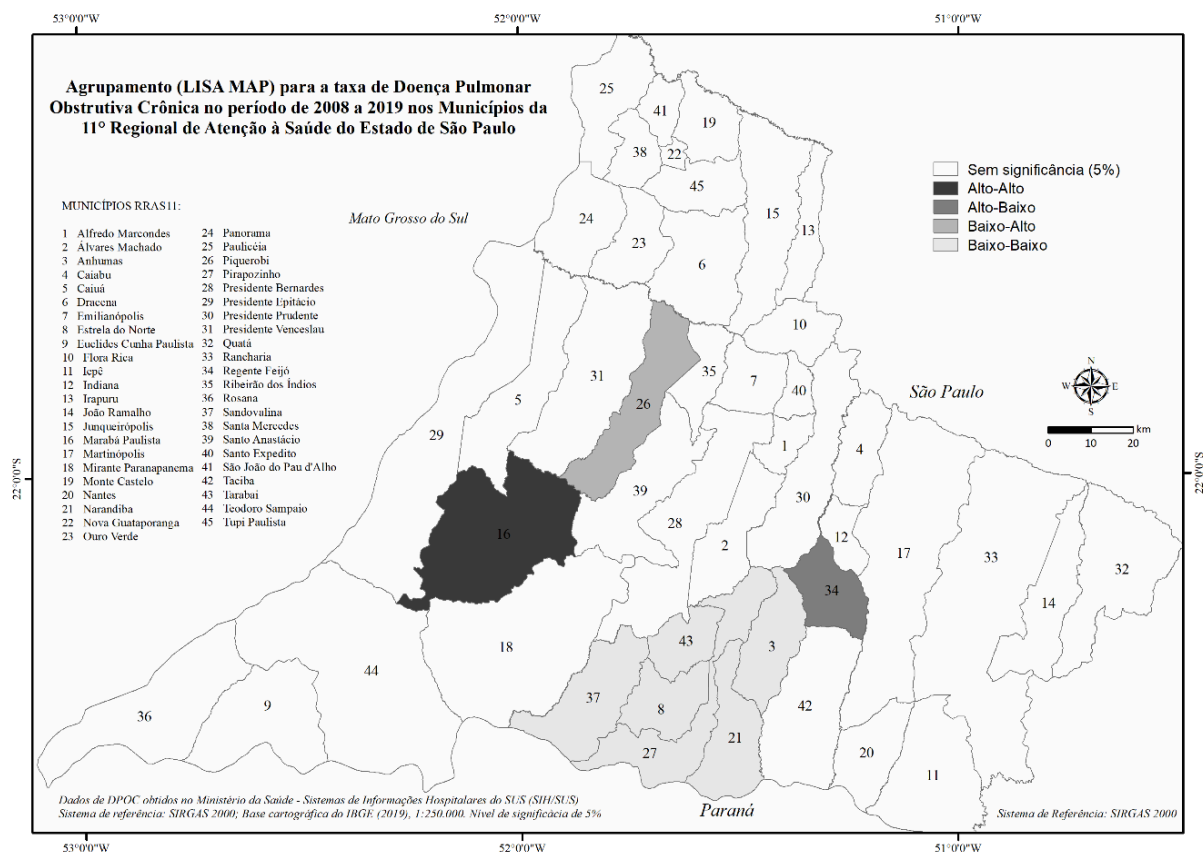


Figura 10 - LISA Map para a distribuição espacial da taxa de DPOC na RRAS-11 de 2008 a 2019.

Na Figura 11 é possível identificar os municípios da RRAS-11 que apresentaram taxa de DPOC em crescimento, redução ou estacionada no ano de 2008 em relação ao ano de 2019. Observa-se que Presidente Bernardes (município de número 28 no mapa da Figura 8) reduziu as taxas de DPOC no período em análise. Deve-se lembrar que o pico de casos de DPOC nesse município foi entre os anos de 2009 e 2010 (Figura 9), o que pode explicar o comportamento de queda da DPOC de 2019 em relação à 2008.

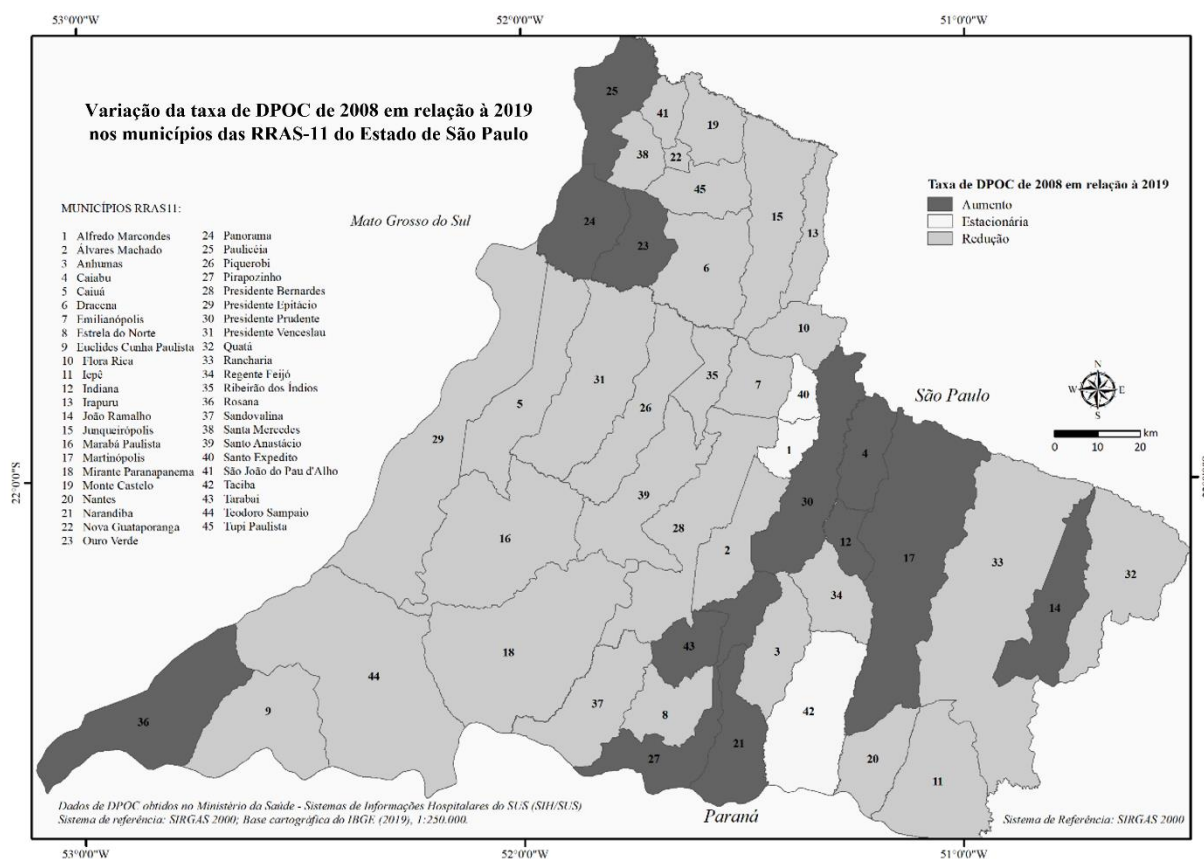


Figura 11 – Variação da taxa de DPOC com relação à distribuição geográfica da RRAS 11.

Constata-se que poucos (menos de 7%) são os municípios da RRAS-11 com taxas estacionárias, ou seja, o cenário de notificação de DPOC de 2008 em relação a 2019 pouco mudou nesse período. Presidente Prudente (município de número 30 no mapa da Figura 8), que é a região mais populosa da RRAS-11, com mais de 207 mil habitantes (IBGE, 2021), apresenta taxa crescente de DPOC. Este é um dado alarmante que indica a necessidade de intervenção pública para a redução desses valores neste local. De acordo com o IBGE Cidades (IBGE, 2021), Presidente Prudente é o 35º município paulista (total de 645) em termos de dimensão populacional, apresentando um IDH (índice de desenvolvimento humano) de 0,806. Trata-se, portanto, de um município com boa qualidade de vida, sendo, um local preferido pela população para residir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a distribuição espacial da taxa de DPOC nos 45 municípios da RRAS-11 do Estado de São Paulo, entre 2008 e 2019. Para tanto, fez-se o levantamento do número de casos de Autorização de Internação Hospitalar aprovada na base do Sistema Nacional de Agravos de Notificação, e os dados de população junto ao censo demográfico de 2010 no IBGE. O estudo de caso demonstrou que há uma distribuição heterogênea da taxa de DPOC nos municípios de 2008 a 2019, e que a taxa desta doença na



RRAS-11 é alta se comparada aos números do Estado de São Paulo. Contudo, não se constatou uma dependência espacial entre os municípios dessa região em relação à taxa de DPOC. Os resultados apontaram uma forte associação entre a sazonalidade climática e a taxa de DPOC nos municípios. Constatou-se, ainda, a tendência de queda na distribuição da DPOC nos municípios de 2008 a 2019, o que pode estar associado às medidas de saúde pública que o Estado de São Paulo vem implementando nos últimos anos, nas distintas redes regionais de atenção à saúde que o constitui. Recomenda-se que pesquisas futuras sejam realizadas nos municípios que apresentam as maiores taxas de DPOC, como é o caso de Presidente Bernardes, o qual tem duas vezes mais o valor da taxa de DPOC em comparação à taxa do Estado. Com isso, poderá ser realizado um diagnóstico dos fatores que explicam essas ocorrências de DPOC nos municípios desta região e medidas de mitigação da doença implementadas pelas ações de políticas de saúde.

O mapeamento e análise multitemporal da taxa de DPOC por município em redes regionais de atenção à saúde constitui-se em um instrumento que pode auxiliar no melhor planejamento e aplicação de medidas de controle da doença. Pela análise da distribuição temporal da doença, pode-se identificar, por exemplo, os focos endêmicos na região estudada e, com isso, ações pontuais quanto ao controle da doença podem ser aplicadas de modo a conter o avanço na região de investigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa PIBIC/UNOESTE 2020-2021 concedida ao primeiro autor para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Z. T. S.; HOLANDA, G. O índice BODE correlaciona-se com a qualidade de vida em pacientes com DPOC. **J. bras. pneumol.**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 447-452, 2010.

BALDI, B. G.; CUKIER, A. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica DPOC, 2010. **Revista MedicinaNET**. Disponível em https://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/3032/doenca_pulmonar_obstrutiva_cronica_dpoc.htm

BOIN, M. N. **Chuvvas e Erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. Tese de Doutorado. IGCE / UNESP de Rio Claro – SP, 2000. 264p.

BOTELHO C, et al. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. **Cad Saude Publica**, 2003, v. 19, pp.1771-80.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 609, De 6 De Junho De 2013. **Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas - Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2013/prt0609_06_06_2013.html.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer. Programa Nacional de Controle do Tabagismo e Outros Fatores de Riscos de Câncer. Rio de Janeiro: **Ministério da Saúde**, 2003, 2ª Edição. Disponível em: < <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/programa-nacional-de-controle-do-tabagismo-e-outros-fatores-de-risco-de-cancer>.>



CASTRO, Hermano Albuquerque de; GONÇALVES, Karen dos Santos; HACON, Sandra de Souza. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no Estado de Rondônia/Brasil: período entre 1998 e 2005. **Ciência & saúde coletiva**, v. 14, p. 2083-2090, 2009.

CONDE, F. C. **Uma análise de componentes principais de efeitos ambientais sobre a morbidade de doenças respiratórias em São Paulo**. Universidade do Estado de São Paulo. São Paulo, 2001.

DATASUS. **Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil**. 2021. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/>.

DELMELLE, E. Point Pattern Analysis. In: *International Encyclopedia of Human Geography*. Elsevier. 2009. Pp. 204-211.

DENT, B. D.; TORGUSON, J.; HODLER, T. **Cartography: Thematic Map Design**. 6th ed. McGraw-Hill, Georgia, 368p. 2009.

FOCHESATTO FILHO, L.; BARROS, E. **Medicina Interna na Prática Clínica**. Porto Alegre: Artmed; 2013.

GODOY, I. et al. Programa de cessação de tabagismo como ferramenta para o diagnóstico precoce de doença pulmonar obstrutiva crônica. **J Bras Pneumol**, 33(3): 282-286. 2007

GONÇALVES, Karen dos Santos et al. Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3809-3818, 2014.

IBGE. **Censo de 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 01 abril. 2021.

IBGE. **Cidades**. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>>. Acesso em: 01 abril. 2021.

JARDIM, J.; OLIVEIRA, J.; NASCIMENTO, O. II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **J Pneumol**, 30:S1-S42. 2004

KRYGIER, J.; WOOD, D. **Making Maps: A visual guide to map design for GIS**. New York: Guilford Publications. 2005. 303p.

LAIZO, A. Doença pulmonar obstrutiva crônica: Uma revisão. **Rev Port Pneumol**, Lisboa, v. 15, n. 6, p. 1157-1166, nov. 2009.

LIMA-COSTA, M. F. F.; GUERRA, H. L.; BARRETO, S. M. & GUIMARÃES, R. M., 2000a. Diagnóstico de saúde da população idosa brasileira: Um estudo da mortalidade e das internações hospitalares públicas. **Informe Epidemiológico do SUS**, 9:23-41

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. In: *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, p.09-68, 2003.

MORAES, S. L., et al. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. Rio de Janeiro: **Caderno de Saúde Pública**, 2019, v. 35, n. 7.

OLIVEIRA, Damaris Bento Ortêncio de. Custos das internações por doenças do aparelho respiratório associadas a queimadas: o caso da Amazônia Legal. 2019.

PORTAL DA SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO GOVERNO DE SÃO PAULO - SESP. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde. **Resolução SS no. 35**; 2019 abril 18. Disponível em:



<<https://ses.sp.bvs.br/leisref/resource/?id=leisref.act.3226#:~:text=Aprova%20o%20Protocolo%20para%20Tratamento,Paulo%20e%20da%20provid%C3%A2ncias%20correlatas>>

RAMOS, A. P. M.; MARCATO JUNIOR, J. ; DECANINI, M. M. S. ; PUGLIESI, E. A.; OLIVEIRA, R. F.; PARANHOS FILHO, A. C. Avaliação qualitativa e quantitativa de métodos de classificação de dados para o mapeamento coroplético. **Rbc. Revista Brasileira de Cartografia (online)**, v. 68, p. 609-629, 2016.

SECRETARIA DA SAÚDE. **Plano Estadual de Saúde (PES) 2020-2023** do estado de São Paulo. São Paulo, 2020.

SOUSA, C. A. de et al. Doença pulmonar obstrutiva crônica e fatores associados em São Paulo, SP, 2008-2009. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 887-896, 2011.

SOUZA, JOYCE MARINHO DE ET AL. Mother-to-child transmission and gestational syphilis: Spatial-temporal epidemiology and demographics in a Brazilian region. **Plos Neglected Tropical Diseases**. San Francisco: Public Library Science, v. 13, n. 2, 16 p., 2019

TORRES, K. D. P.; CUNHA, G. M; VALENTE, J. G. Tendências de mortalidade por doença pulmonar obstrutiva crônica no Rio de Janeiro e em Porto Alegre, 1980-2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 27, n. 3, e 2017139, set. 2018.

WEHRMEISTER, F. C. et al. Programas de reabilitação pulmonar em pacientes com DPOC. **J. bras. pneumol.**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 544-555, 2011

WHO. **Chronic respiratory diseases: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD)**. 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/respiratory/copd/en/>>

VOGELMEIER, C. F., CRINER, G. J., MARTINEZ, F. J., ANZUETO, A., BARNES, P. J., BOURBEAU, J., ... & AGUSTI, A "Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 report. GOLD executive summary." **American journal of respiratory and critical care medicine** 195.5 (2017): 557-582.

ZUGE CH, OLIVEIRA MR, SILVA ALG, FLEIG TCM. Entendendo a funcionalidade de pessoas acometidas pela Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) sob a perspectiva e a validação do Comprehensive ICF Core Set da Classificação Internacional de Funcionalidade. **Cad. Bras. Ter. Ocup** 2019; 27(1):27-34.

COMO CITAR ESTE TRABALHO

ROCHA, Gabriel Guilmar; PIRES, Amanda Nogueira Soller; BRUNHEROTTI, Marisa Afonso Andrade; SILVA, Renata Calciolari Rossi; RODRIGUES, Marcus Vinicius Pimenta; OSCO, Lucas Prado; RAMOS, Ana Paula Marques. Análise espaço-temporal de doença pulmonar obstrutiva crônica em uma região do estado de São Paulo. *Revista Tamoios*, São Gonçalo, v. 19, n. 2, p. 207-224, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/tamoios.2023.59497>. Acesso em: DD MM. AAAA.