



**Espaço &  
Geografia**

**ANÁLISE ESPACIAL DAS INTERNAÇÕES POR  
GASTROENTERITE EM CRIANÇAS MENORES DE  
CINCO ANOS NA PARAÍBA, BRASIL, 2010-2017**

*Spatial analysis of hospitalizations for gastroenteritis in children under five in  
Paraíba, Brazil, 2010-2017*

GOMES, A. N.

**Adriana Nascimento Gomes<sup>1</sup>, Ricardo Sousa Soares<sup>2</sup>, Ronei Marcos de Moraes<sup>3</sup> e Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. [hdrigomes@gmail.com](mailto:hdrigomes@gmail.com).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7301-3262>

<sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. [ricardosousasoares@gmail.com](mailto:ricardosousasoares@gmail.com).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0716-4350>

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. [ronei@de.ufpb.br](mailto:ronei@de.ufpb.br).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8436-8950>

<sup>4</sup> Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. [rodrigopissoa@gmail.com](mailto:rodrigopissoa@gmail.com).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5358-1967>

Recebido: 06/03/2022; Aceito: 20/06/2022; Publicado: 12/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.26512/2236-56562022e39671>

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Ministério da Educação (Capes/MEC). Processo nº 88882.440508/2019-01

## RESUMO

A gastroenterite é uma comorbidade que afeta crianças principalmente de países pobres e em desenvolvimento, em moradias sem saneamento básico adequado e com condições de higiene precárias, além de habitarem em regiões geográficas com baixo índice pluviométrico, como é o caso da Paraíba localizada na região mais seca do Brasil, o Nordeste. O objetivo deste artigo é analisar geograficamente os aglomerados espaciais das internações por gastroenterite em crianças menores de cinco anos de idade no estado da Paraíba, de 2010 - 2017. Trata-se de um estudo ecológico, retrospectivo de abordagem quantitativa, cujos dados utilizados para análise são referentes ao número de internações por gastroenterite nos municípios da Paraíba, correspondem ao período de 2010 a 2017. Baseado no Sistema de Informação Geográfica, foi utilizado o método de estatística Scan espacial para identificação de aglomerados significativos através simulação de Monte Carlo, também foram elaborados mapas de Razão de Incidências Espacial da população sob risco. Os aglomerados espaciais significativos estavam dispersos na região geográfica, sendo identificadas áreas de risco no oeste, centro, norte e sudeste do Estado, com maior concentração nas mesorregiões do Sertão e do Agreste.

**Palavras-chave:** geoprocessamento; epidemiologia; morbidade infantil; estudos ecológicos.

## ABSTRACT

Gastroenteritis is a comorbidity that affects children mainly from poor and developing countries, in homes without adequate sanitation and with precarious hygiene conditions, in addition to living in geographic regions with low rainfall, as is the case of Paraíba located in the most drought of Brazil, the Northeast. The objective of this article is to geographically analyze the spatial clusters of hospitalizations for gastroenteritis in children under five years of age in the state of Paraíba, from 2010 - 2017. This is an ecological, retrospective study with a

Revista Espaço & Geografia, v. 25, no. 1, 2022.

<https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegerografia/index>

GOMES, A. N.

quantitative approach, whose data used for analysis are referring to the number of hospitalizations for gastroenteritis in the municipalities of Paraíba, corresponding to the period from 2010 to 2017. Based on the Geographic Information System, the spatial Scan statistical method was used to identify significant clusters through Monte Carlo simulation, were also prepared Spatial Incidence Ratio maps of the population at risk. Significant spatial clusters were dispersed in the geographic region, with risk areas being identified in the west, center, north and southeast of the state, with greater concentration in the Sertão and Agreste mesoregions.

**Keywords:** geoprocessing; epidemiology; childhood morbidity; ecological studies.

## Introdução

A gastroenterite infecciosa ou diarreia é uma doença que poderia ser tratada no nível da atenção primária em saúde (APS), pois grande parte das internações hospitalares poderiam ser evitadas (França *et al.*, 2017). No entanto, apesar de serem notórias as causas desse agravo e as estratégias para prevenção e tratamento, os números permanecem elevados. Segundo dados da OMS, em 2017, a diarreia foi considerada a segunda maior causa de morte em crianças menores de cinco anos, com 525 mil mortes e quase 1,7 milhões de casos por ano, principalmente nos países em desenvolvimento (WHO, 2017).

No Brasil, ocorreram mais de 218 mil internações por gastroenterite no ano de 2017, sendo 36% deste total de crianças menores de cinco anos, ou seja, cerca de 78.920 hospitalizações. Estes índices vêm diminuindo consideravelmente nos últimos anos, devida a melhoria das condições de vida e de moradia, acesso a saneamento básico e aos serviços básicos de saúde. Na região Nordeste do país, a diarreia continua sendo a maior causa das internações em crianças (Ribeiro; Araújo Filho; Rocha, 2019). No estado da Paraíba, com a estimativa populacional, em 2017, de 300.479 crianças menores de cinco anos de idade, foram notificadas 2.253 internações por gastroenterite nesta população, com uma taxa de 7,23 internações/1.000 crianças (DATASUS, 2020).

A permanência destas elevadas taxas de incidência de gastroenterite em crianças é observada em regiões específicas do país, a depender da região geográfica, e está associada às condições socioeconômicas e ambientais da população mais pobre e com situação de saneamento inadequadas (Larocque;

GOMES, A. N.

Pietroni, 2018). Somando-se a esses fatores, existe a precariedade da assistência à saúde, que não é igualitária nas microrregiões, evidenciando problemas de gestão e organização dos serviços da atenção básica (Buhler *et al.*, 2014). As A taxa de gastroenterite infecciosa por ser uma das causas de internações por condições sensíveis a atenção primária (ICSAP), pode ser considerado um indicador eficaz para avaliar a saúde nesse nível de atenção (Alfradique *et al.*, 2009), considerando que a chance de crianças morrerem ou serem hospitalizadas por diarreia ou gastroenterite, nas microrregiões do país, é maior nas localizadas no Nordeste.

Isso leva à suposição que a distribuição geográfica das internações por gastroenterite não ocorra de maneira uniforme nas unidades federativas. Dessa forma, haveria regiões, Estados, ou mesmo municípios com maior risco de ocorrência desse evento do que outros dentro de um mesmo espaço geográfico, o que exige investigação de cada local de acordo com suas particularidades.

A Saúde juntamente com a Geografia e outras áreas de conhecimento criaram ferramentas utilizadas na epidemiologia que podem auxiliar na compreensão da dinâmica espacial da transmissão de várias doenças, é o geoprocessamento (Elliott; Wartenberg, 2004). Esse pode ser definido como um conjunto de técnicas de coleta de dados, processamento e exibição de informações referenciadas geograficamente, através de mapas, que propiciam a observação do eventos de saúde (Rezende *et al.*, 2015). Portanto, tem a capacidade de auxiliar no planejamento das ações em saúde pública de forma mais direcionada condizentes às necessidades locais (Santos; Rigotto, 2011).

Uma das técnicas utilizadas no geoprocessamento é o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que consegue representar os fenômenos geográficos por meio computacional, fazendo uma análise espacial dos dados de saúde. Pois, o SIG coleta os dados, armazena, interpreta e exibe as informações referenciadas geograficamente, fazendo correlação com as informações geográficas e dados tabulares e exibindo, ao final os dados de saúde por meio de mapas (Mendes *et al.*, 2015; Rezende *et al.*, 2015).

A análise espacial tem sido cada vez mais utilizada como método para avaliar padrões de doenças, tendências e relações entre eventos de saúde e determinantes, em um determinado local e numa população específica (Briggs;

GOMES, A. N.

Elliott, 1995; Elliott; Wartenberg, 2004). Ou seja, a análise espacial mostra como a doença se distribui espacialmente, dentro de uma determinada região geográfica, identificando possíveis áreas de risco para população (Câmara *et al.*, 2004).

As informações da análise da distribuição espacial de doenças infecciosas como a gastroenterite, pode auxiliar os gestores de saúde na tomada de decisões nas ações de saúde pública de forma mais direcionada. Estes resultados podem ser úteis na identificação de fatores para intervenções futuras na redução mais eficaz na prevalência de gastroenterite em locais onde há maiores incidências de casos, como nos Estados do Nordeste do país. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi investigar a distribuição geográfica espacial dos casos de internações por gastroenterite em crianças menores de cinco anos na Paraíba, no período de 2010 a 2017.

## **Metodologia**

Trata-se de um estudo ecológico, retrospectivo de abordagem quantitativa, com foco nas internações sensíveis à atenção primária por gastroenterite (diarreia) em crianças menores de cinco anos de idade residentes nos municípios da Paraíba, no período de 2010 a 2017.

A Paraíba situa-se na região Nordeste do Brasil, com uma população estimada pelo IBGE, em 2017, de 4.018.127 milhões de habitantes, composta por 223 municípios divididos geopoliticamente em quatro mesorregiões denominadas: Zona da Mata, Agreste, Borborema e Sertão Paraibano, distribuídos em uma área de 56.469,778 Km<sup>2</sup>. Apresenta alta vulnerabilidade socioeconômica tendo o quinto pior Índice de Desenvolvimento Humano do país (0,658), com 86,2% do seu território dentro do Semiárido brasileiro, região caracterizada por baixo índice pluviométrico e dificuldade no fornecimento de água, tendo 89% dos seus municípios com algum tipo de serviço de abastecimento de água (potável e não potável) e apenas 31% com esgotamento sanitário (IBGE, 2017).

As informações sobre as internações foram extraídas do banco de dados secundários de domínio público do Departamento de Informação e Informática

GOMES, A. N.

do SUS (DATASUS, 2020). Foi utilizado o Sistema de Internação Hospitalar (SIH), de onde foi exportado o banco de dados proveniente da Autorização de Internação Hospitalar (AIH) reduzida, isto é, aquelas que foram aprovadas e subsidiadas pela rede SUS. A partir da seleção das AIH de cada ano, os dados foram baixados e armazenados em arquivos de definição (DEF) para extração e tabulação das internações, de acordo com a lista brasileira de internações por condições sensíveis à atenção primária, composta por 19 doenças (Classificadas pelo Código Internacional de Doenças – CID 10), considerando a faixa etária de menores de cinco anos de idade residentes nos municípios. Estas internações são comprovadamente utilizadas como indicador de saúde sensível para avaliação e o monitoramento do acesso às ações e serviços de saúde no nível de atenção básica (ou atenção primária) (Alfradique *et al.*, 2009), a partir de diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional de Saúde (PNS) segundo a lista do Contrato Organizativo de Ação Pública da Saúde - COAP (BrAIL, 2013). Tal indicador possibilita avaliar o desempenho de programas direcionado à saúde infantil na atenção primária, na região estudada.

O indicador de internações por causas sensíveis à atenção primária (ICSAP) selecionado para este estudo consta na lista do COAP. Dentre os 19 diagnósticos de internações por condições sensíveis à atenção primária, foi selecionado para o estudo o de “Gastroenterite infecciosa e complicações”, sendo o acometimento de maior frequência relativa com relação às ICSAP. Neste estudo utilizou-se o termo Gastroenterite (diarreia) referentes ao diagnóstico de “Gastroenterite infecciosa e complicações”, representando as internações por causas sensíveis à atenção primária.

Foram utilizados também dados censitários relativos à população infantil residente em cada município, correspondente a faixa etária menor de cinco anos. Para as informações populacionais, foi consultado o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). O *shapefile* dos mapas, ou seja as malhas digitais com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) dos limites políticos administrativos dos 223 municípios da Paraíba, foram obtidos no site do IBGE (2010). Após o download dos arquivos vetoriais, estes foram recortados

GOMES, A. N.

para a área de interesse e processados no *software* R, que forneceu as ferramentas necessárias à elaboração dos mapas e cálculos de áreas.

Foi estudada a variável da taxa de internação por gastroenterite na faixa etária entre zero e cinco anos. Para calcular a taxa de internação por gastroenterite utilizou-se a razão entre o número de internações de crianças menores de cinco anos por grupo de gastroenterite dos residentes na Paraíba e o número total de crianças residentes da mesma faixa etária, para cada ano no período estudado, multiplicado por mil. A amostra do estudo foi composta dos 223 municípios da Paraíba entre os anos de 2010 e 2017.

Para a análise estatística, primeiramente, foi calculada a porcentagem relativa dos 19 diagnósticos das ICSAP e, em seguida foi selecionada a causa mais frequente dentre todas as outras internações. Na análise estatística descritiva foi calculada a média aritmética, a taxa de incidência, a porcentagem relativa dos casos de gastroenterite e porcentagem de diferença da taxa gastroenterite entre o ano de 2010 e 2017.

Foi calculada a Razão de Incidências Espacial (RIE) e utilizada a estatística Scan espacial para identificação de aglomerados (Lima *et al.*, 2019; Pinto *et al.*, 2019). Para executar o geoprocessamento dos dados foi utilizado o pacote 'Dcluster' do *software* R versão 4.0.3 (R Core Team, 2020). Os dados não apresentaram distribuição normal (Lilliefors;  $p < 0,001$ ), motivo pelo qual foi utilizado para a detecção dos aglomerados a estatística Scan espacial (Abrams; Kleinman; Kulldorff, 2010).

Na análise espacial utiliza-se dados não espaciais (no caso este estudo são as taxas de internações por gastroenterite) e dados espaciais (informações obtidas de um espaço geográfico que depende da localização dos geo-objetos). Para entender melhor, cabe antes explicar o que é espaço geográfico e geo-objetos. Espaço geográfico é onde ocorrem os fenômenos geográficos localizáveis e possíveis de serem cartografados, em funções das coordenadas, altitude e posição relativa. Geo-objetos (ou objetos geográficos) são entidades distintas e localizáveis geograficamente que compõem uma determinada região geográfica (Goodchild, 1992). No caso deste estudo, a região geográfica corresponde ao

GOMES, A. N.

Estado da Paraíba que contem os geo-objetos, representados pelos 223 municípios.

A Razão de Incidências Espacial é considerada uma medida, ou um indicador utilizado para demonstrar a magnitude do problema em questão e padronizar as informações da população sob risco. A RIE é o quociente entre incidência de um evento observado em uma área e a incidência deste mesmo evento em toda a região do estudo, ou seja, é calcular o risco relativo e representar graficamente em um mapa. O “mapa de risco” trata-se de um dos preceitos da estatística, o qual explica que a probabilidade de um fenômeno ocorrido no passado é semelhante ao risco desse mesmo fenômeno ocorrer no futuro (Carvalho; Santos, 2005).

Neste estudo foi utilizada a RIE para demonstra a relação entre a incidência de gastroenterite em cada um dos geo-objetos (223 municípios) em relação a uma incidência do mesmo evento em toda uma região geográfica (Paraíba). Formalmente, a equação da RIE para um geo-objeto  $z_i$  é dada por (Lima *et al.*, 2019; Pinto *et al.*, 2019):

$$RIE(z_i) = \frac{x(z_i)/G(z_i)}{\frac{\sum_{j=1}^n x(z_j)}{\sum_{j=1}^n G(z_j)}} \quad (1)$$

Portanto, a RIE corresponde à razão entre a taxa de incidência do evento em um município (geo-objeto  $z_i$ ) e a taxa de incidência em todo o Estado da Paraíba (região geográfica  $Z$ ) referente à população sob risco ( $Gz_i$ ). A interpretação dos valores da RIE seguem os seguintes critérios, segundo Lima, Vianna e Moraes (2019):

1.  $RIE = 0$ : Municípios em que não existe ocorrência do evento;
2.  $0 \leq RIE < 0,5$ : Municípios em que há eventos e a RIE é inferior à metade da incidência global da área de estudo;
3.  $0,5 \leq RIE < 1$ : Municípios em que a RIE é superior à metade até o valor da incidência global da área de estudo;

GOMES, A. N.

4.  $1 \leq RIE < 1,5$ : Municípios em que a RIE é superior à incidência global da área de estudo em menos de 50%;
5.  $1,5 \leq RIE < 2$ : Municípios em que a RIE é superior à incidência global da área de estudo em mais de 50% até duas vezes aquele valor;
6.  $RIE \geq 2$ : Municípios em que a RIE é duas vezes maior que a incidência global da área de estudo.

A estatística Scan espacial que utiliza a distribuição de Poisson discreta para modelagem espacial dos casos, proposto por Kulldorff e Nagarwalla (1995), foi a que melhor se adequou a esta pesquisa por usar dados de contagem e conter grande número de geo-objetos, seguindo a metodologia proposta por Lima *et al.* (2019).

A estatística Scan espacial localiza os aglomerados espaciais por meio de algoritmos computacionais gráficos, utiliza a razão de máxima verossimilhança fazendo uma varredura por toda a região para encontrar áreas com eventos mais significativos, ou seja, maior chance de acontecer. O método faz a associação da informação da área com um único ponto dentro de um geo-objeto, chamado de centroide, que denota o número de casos do evento associado ao tamanho da população sob risco (que não deve ultrapassar 50%). Para cada centroide é testada a significância de 5% dos aglomerados utilizando o teste de simulação de Monte Carlo, técnica estatística de análise de sequência numérica aleatória repetida para obter uma distribuição de probabilidade desconhecidas (Hu; Wang, 2015)

A hipótese nula é que a gastroenterite infantil tem distribuição aleatória pelos municípios da Paraíba (Abrams; Kleinman; Kulldorff, 2010). Foram analisados os percentuais 0,09%, 0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,7%, 1%, 3% e 5% da população sob risco nos mapas de estatística Scan espacial, para cada ano (Sá *et al.*, 2020).

Para aproximar a realidade epidemiológica da estatística de *Scan* espacial foram comparados visualmente os mapas com as percentagens da população sob risco com o mapa da RIE, com o objetivo de fornecer uma análise mais consistente (Holmes, Moraes, Vianna, 2015), sendo selecionado o mapa *Scan* que possua mais semelhanças com o mapa da RIE para cada ano, considerando as especificidades dos pressupostos e da geração de resultados do método (Sá *et al.*, 2020). Os

GOMES, A. N.

aglomerados espaciais são identificados nos mapas pelos pontos vermelhos que representam os centroides (Kulldorff; Nagarwalla, 1995). Para todos os aglomerados espaciais foram considerados os municípios com RIE acima da incidência total do Estado (1,99).

Dentre os métodos de estatística espacial, o *Scan* demonstra resultados melhores quando utilizado em locais com altas incidências do evento e possui melhor capacidade de controle da probabilidade de erro do tipo I (Costa; Assunção, 2003; Thomas; Carlin, 2003).

Previamente à análise dos dados, desenvolveu-se um processo de qualificação e correção de possíveis erros e inconsistências nos registros. Foram identificados dados faltantes, mas que não ultrapassaram 10% dos casos, portanto considerou-se que a ausência de informação estaria relacionada ao próprio comportamento da variável ou às subnotificações.

Os aspectos éticos estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº466/12 e nº 510/7, que regulamentam a pesquisa envolvendo seres humanos, foram respeitados. Os dados apresentados neste estudo são secundários e provenientes de sistemas de informações públicos, de modo que não foi submetido ao conselho de Ética em Pesquisa.

## **Resultados**

O estudo permitiu verificar a ocorrência dos casos e a visualização da distribuição espacial das internações por gastroenterite entre crianças com menos de cinco anos no estado da PB nos anos de 2010 a 2017.

Na Paraíba, foram notificadas em média 5.926 internações por condições sensíveis à atenção primária, sendo 3.901 internações por “gastroenterite infecciosa e complicações”, correspondendo a 55,2% do total de internações, no período de 2010 a 2017. Ao longo do período de estudo de oito anos, a taxa média de gastroenterite foi de 12 internações por mil crianças menores de cinco anos. Houve diminuição relativa de 63,7% da taxa média de internação por gastroenterite, passando de 19,9 casos em 2010, para 7,23 casos por mil crianças em 2017 (Tabela 1).

Tabela 1. Incidência por mil habitantes das internações por gastroenterite relacionada às internações por condições sensíveis à atenção primária entre as crianças menores de cinco anos, Paraíba, 2010 - 2017.

<b>Ano</b>	<b>Gastroenterite (n)</b>	<b>ICSAP (n)</b>	<b>Gastroenterite (%)</b>	<b>Taxa de Gastroenterite</b>
<b>2010</b>	6.718	10.591	63,4	19,9
<b>2011</b>	4.564	7.922	57,6	13,7
<b>2012</b>	4.032	6.491	62,1	12,3
<b>2013</b>	3.772	6.514	57,9	11,7
<b>2014</b>	3.905	7.077	55,2	12,3
<b>2015</b>	2.767	5.715	48,4	8,9
<b>2016</b>	3.280	5.983	54,8	10,7
<b>2017</b>	2.172	5.108	42,5	7,2

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

\* a) Gastro (n): número de casos de gastroenterite; b) ICSAP(n): número de internações por condições sensíveis à atenção primária; c) %: porcentagem relativa de gastroenterite com relação à ICSAP; d) Taxa de casos de gastroenterite por mil habitantes.

Na Figura 1 é possível observar os mapas da RIE e da estatística Scan das gastroenterites na Paraíba, no ano de 2010. A RIE variou entre 0 e 5,99, e seu maior registro ocorreu em um município localizado no Sertão, ao noroeste do Estado (Uiraúna). Na Paraíba, 213 (95,5%) municípios tiveram RIE diferente de zero, sendo 29 municípios com  $RIE \geq 2$  distribuídos com heterogeneidade na região geográfica. A estatística de Scan espacial identificou 51 municípios (geo-objetos) significativos (valor- $p < 0,05$ ), chamados de aglomerados espaciais. Observou-se que os aglomerados espaciais estão distribuídos por todas as mesorregiões, com concentração maior no Sertão (18 centroides) e Agreste (21 centroides) paraibanos.

No ano de 2011, a RIE variou de zero a 7,14, sendo este valor observado no município o Sertão paraibano (Brejo dos Santos), ao noroeste do Estado. Dos 223 municípios, 203 (91%) apresentaram uma RIE diferente de zero, destes, apenas 19 municípios evidenciaram uma  $RIE \geq 2$  (Figura 3). A estatística de Scan espacial

GOMES, A. N.

identificou 27 aglomerados espaciais dispersos, com maior concentração ao oeste e ao leste do Estado, principalmente na mesorregião do Sertão com 19 centroides (Figura 1).

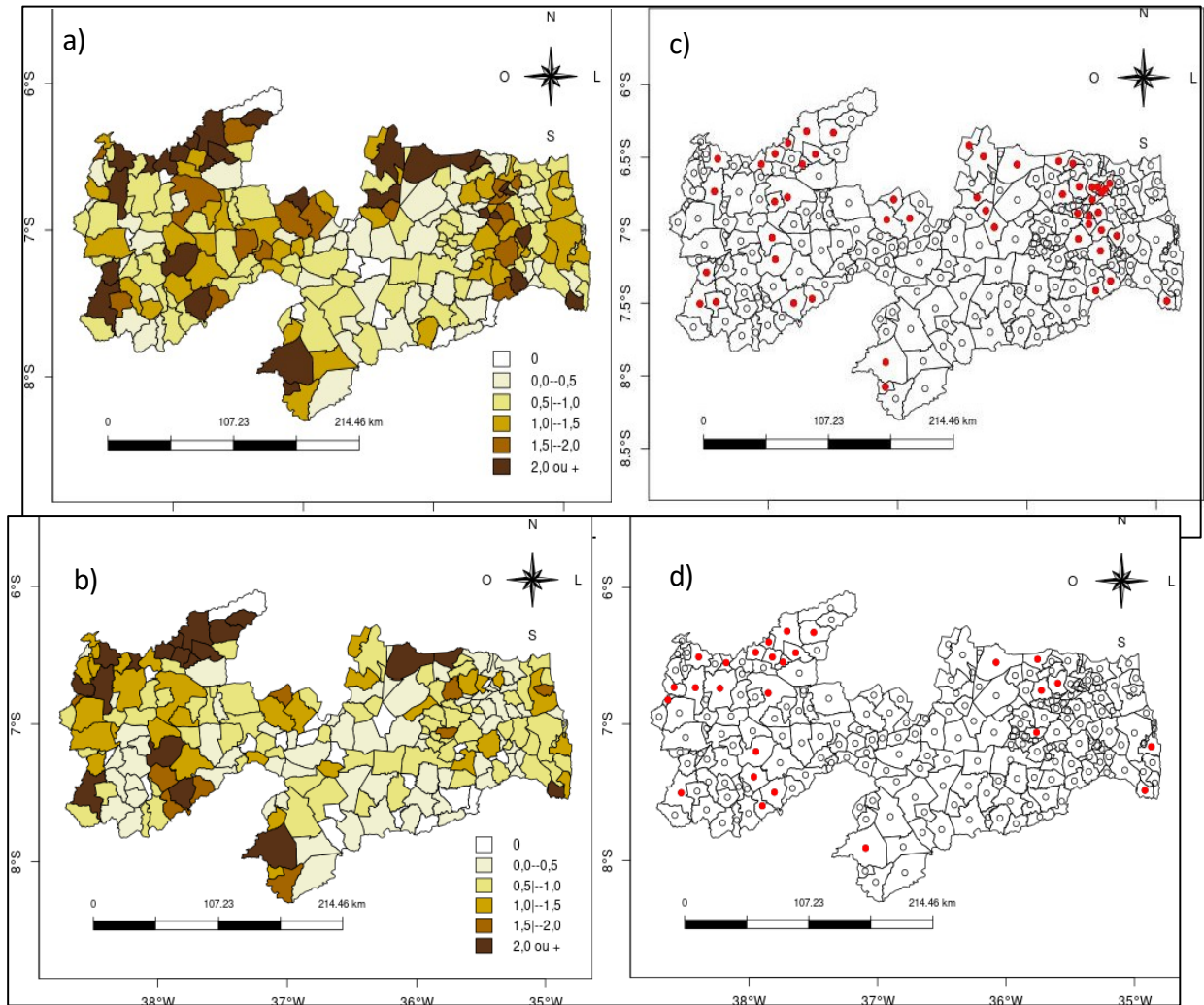
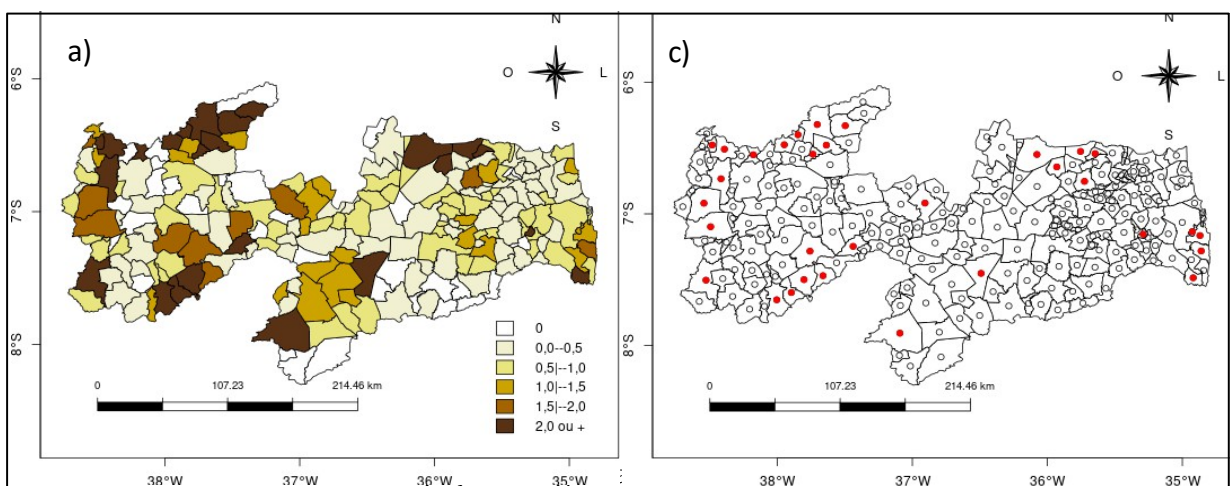


Figura 1. a) e b) Razão de Incidências Espacial para o ano de 2010 e 2011; c) e d) Estatística Scan das gastroenterites na Paraíba no ano de 2010 e 2011.



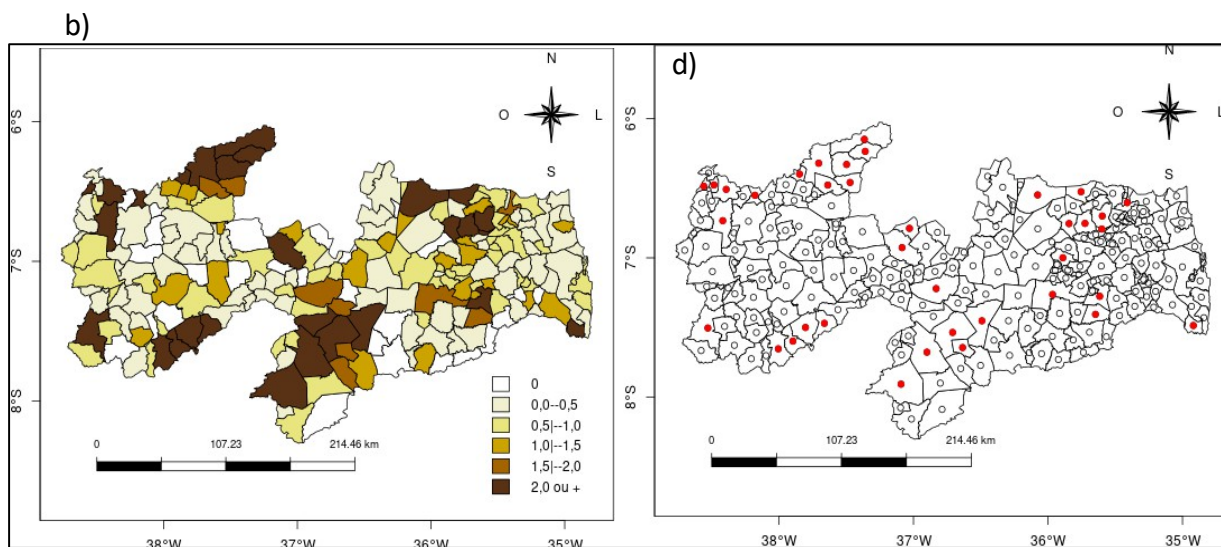
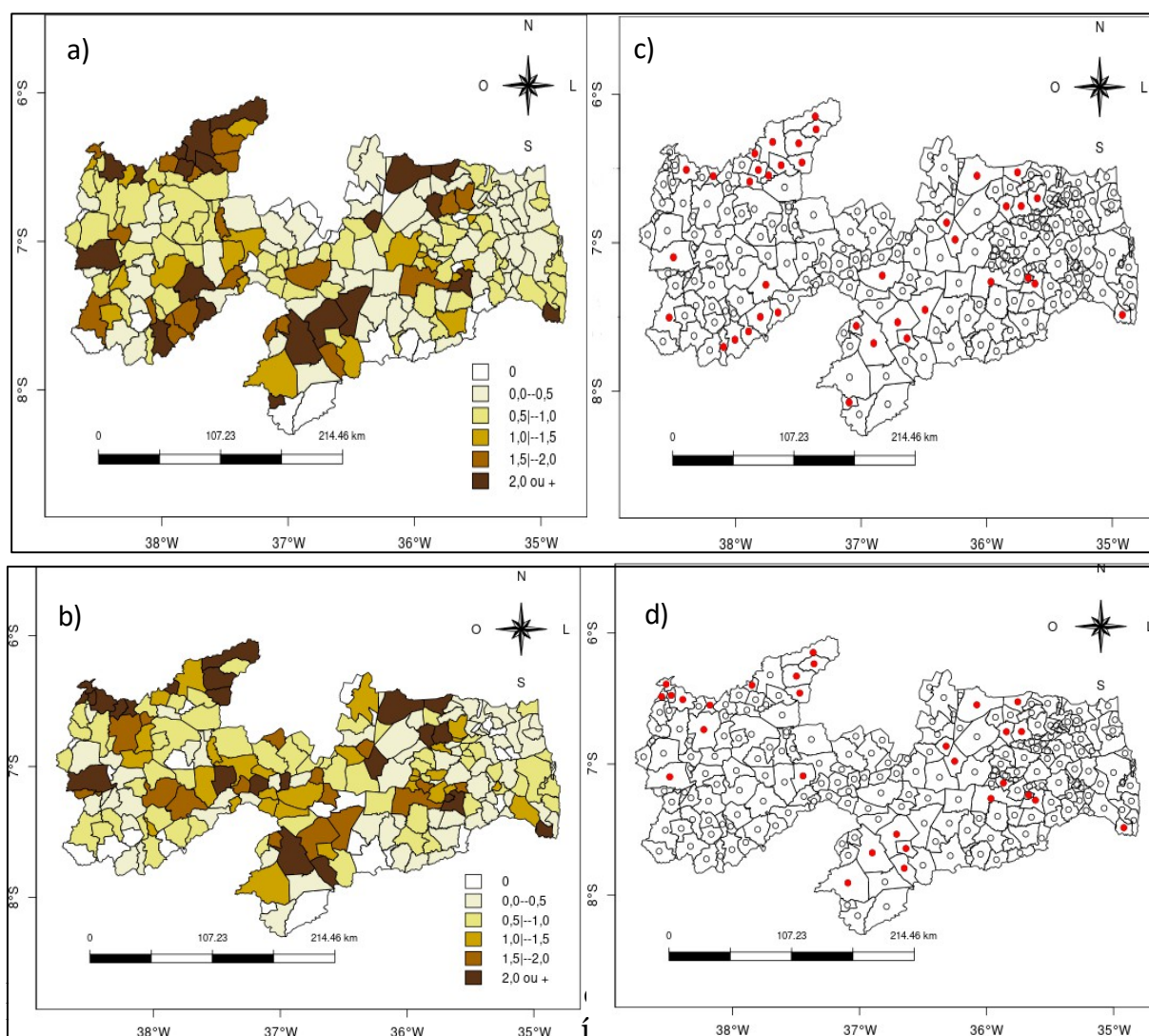


Figura 2. a) e b) Razão de Incidências Espacial para o ano de 2012 e 2013; c) e d) Estatística Scan das gastroenterites na Paraíba no ano de 2012 e 2013.

A RIE de 2012 variou de zero a 7,59, sendo este valor encontrado no município de Catolé do Rocha, Sertão paraibano. O valor da RIE foi diferente de zero em 191 municípios (85,7%) e foi maior ou igual a dois em 24 municípios. No mapa Scan de 2012, foram detectados 32 aglomerados espaciais dispersos por todo o Estado, mais concentrado ao oeste e ao leste, com 19 centroides no Sertão, seis e quatro no Agreste e na Mata paraibana, respectivamente (Figura 2).

O valor da RIE de 2013 variou de zero a 10,76. O município com maior RIE está localizado no Sertão paraibano (Lastro), ao noroeste do Estado. A RIE foi diferente de zero em 87,4% dos municípios e foi maior ou igual a dois em 28 geógrafos. No mapa Scan de 2013, foram detectados 37 aglomerados espaciais distribuídos por todo o espaço geográfico, sendo 17 centroides no Sertão, 11 centroides no Agreste, oito centroides na Borborema e um na Mata (Figura 2).



No ano de 2014, a RIE variou de zero a 11,11, sendo o maior registro no município de Belém do Brejo da Cruz, no Sertão Paraibano. Dos 223 municípios, 202 municípios (90%) tiveram a RIE com valores diferentes de zero. A RIE  $\geq 2$  ocorreu em 21 geo-objetos. No mapa *Scan* de 2014, foram detectados 38 aglomerados espaciais distribuídos por toda região geográfica, sendo mais concentrados nas regiões do Sertão (20 centroides), Agreste (09 centroides) e Borborema (09 centroides) (Figura 3).

O valor da RIE de 2015 variou de zero a 12,98, sendo os maiores valores localizados em municípios ao noroeste do estado (Sertão Paraibano). Totalizando 198 municípios (88,8%) com valores diferentes de zero. A RIE  $\geq 2$  ocorreu em 24 geo-objetos. No mapa *Scan* de 2015, foram detectados 29 aglomerados espaciais,

GOMES, A. N.

sendo agrupamentos de geo-objetos concentrados nas mesorregiões do Sertão (13 centroides), Borborema (seis centroides) e Agreste (nove centroides) paraibanos (Figura 3).

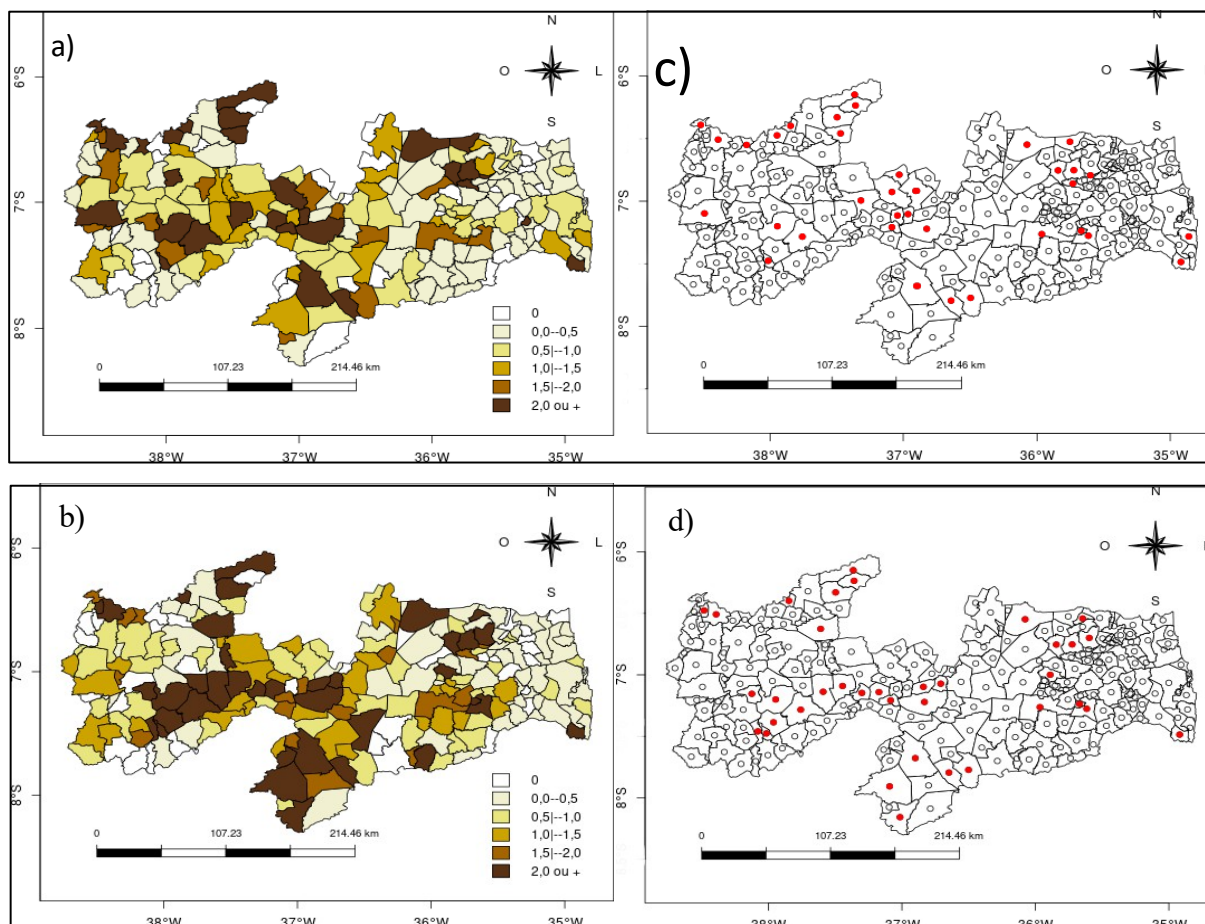


Figura 4. a) e b) Razão de Incidências Espacial para o ano de 2016 e 2017; c) e d) Estatística Scan das gastroenterites na Paraíba no ano de 2016 e 2017.

Na figura 4 estão representados os mapas da RIE e da estatística Scan espacial do ano de 2016. Neste ano, a RIE variou de zero a 9,56, sendo este valor atribuído ao município de Uiraúna localizado ao noroeste do estado, Sertão Paraibano, valores acima de zero ocorreram em 193 municípios, correspondendo a 86,5% de toda a região geográfica e, valor da RIE  $\geq 2$  ocorreu em 30 geo-objetos. A estatística de Scan espacial identificou 34 aglomerados espaciais distribuídos pelo espaço geográfico, sendo 17 centroides na mesorregião do Sertão, nove no Agreste e seis na Borborema (Figura 4).

GOMES, A. N.

O valor da RIE de 2017 variou de zero a 17,7. Este maior valor ocorreu em Brejo do Santos, município localizado ao noroeste, Sertão Paraibano. Na região geográfica, 84% (187) dos municípios tiveram valores da RIE  $> 0$ , sendo 37 com RIE  $\geq 2$ . No mapa *Scan* de 2017 foram detectados 36 aglomerados espaciais concentrados nas mesorregiões do Sertão (18 centroides), do Agreste (nove centroides) e da Borborema (oito centroides) (Figura 4).

## Discussão

As internações por gastroenterite em crianças menores de cinco anos, analisadas no período de 2010 a 2017, não ocorreram de maneira aleatória na Paraíba, a distribuição das áreas consideradas de risco elevado foi diferenciada entre as mesorregiões da Paraíba. Foram identificados grandes aglomerados espaciais persistentes, considerados de áreas de risco, especialmente no Sertão e no Agreste paraibano. Nesse mesmo contexto, o município de Caaporã, na Mata Paraibana (sudoeste) foi detectado como área de risco elevado persistente.

O método de estatística de Scan espacial utilizado obteve bons resultados na detecção dos aglomerados significativos, pois a grande maioria coincidiu com os valores de alta Razão de Incidências Espacial, pois revelaram que os municípios com valores elevados eram áreas de risco de transmissão de gastroenterite. Este achado responde as especificidades de pressupostos e de gerar melhores resultados com o método de estatística de Scan espacial (Moraes; Nogueira; Souza, 2014; Pinto *et al.*, 2019)

Fuckner (2015) analisou os episódios diarreicos na população de 74 municípios do Semiárido, localizados nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, e encontrou indícios de associação entre os períodos chuvosos e a qualidade da água com o aumento de casos de diarreia, principalmente após longos períodos sem chuvas e sem abastecimento contínuo de água. Estes achados podem justificar as áreas de risco identificadas no estudo por estarem localizadas na região do Semiárido, caracterizada por períodos de baixo índice pluviométrico e dificuldade de acesso a água de boa qualidade para consumo. Os problemas ambientais e de saúde estão intrinsecamente interligados. Os estados com maior quantidade de municípios no semiárido possuem os maiores

GOMES, A. N.

percentuais de locais em situação de necessidade de ações sociais e de saúde (SOUZA *et al.*, 2020) e, a quase totalidade dos municípios com um baixo índice de desenvolvimento de saúde (Damasceno, Khan, Lima, 2018).

De maneira geral, esses aglomerados persistentes deveriam ser monitorados pela vigilância dos municípios e do Estado, pois segundo podem ser indícios da persistência precária dos serviços de saneamento básico e de ações básicas de saúde locais, ou ainda dos fatores socioambientais e climáticos da região (Rufino *et al.*, 2016). A pobreza e suas ligações com a água, saneamento, higiene e moradia inadequadas estão bem estabelecidas como um importante fator de risco para diarreia infantil (Dunn; Johnson, 2018). Associado a estes fatores, existe as barreiras dos serviços da atenção básica de saúde, que refletem no agravamento de internações sensíveis como a gastroenterite (Buhler *et al.*, 2014)

A Paraíba possui 92% dos seus municípios localizados dentro do semiárido. A população do semiárido que convive com problemas crônicos e históricos se configura em uma situação de desigualdade social, pobreza disseminada e de vulnerabilidade agravada por uma situação ambiental difícil, em um período de surgimento de novos desafios e de transformações produtivas e climáticas (Buainain; Garcia, 2013). Os problemas ambientais e de saúde estão intrinsecamente interligados. Os estados com maior quantidade de municípios no semiárido possuem os maiores percentuais de localidades em situação de necessidade de ações para território saudável, em um índice que envolve indicadores sociais e de saúde nessa região (Petersen *et al.*, 2020) e a quase totalidade dos municípios com um baixo índice de desenvolvimento de saúde (Damasceno; Khan; Lima, 2018).

No Brasil, a estatística de Scan espacial foi utilizada em pesquisas como técnica para detectar aglomerados de gastroenterite ou de diarreia, apesar de ter sido utilizada no estudo de outros agravos como doenças congênitas, tuberculose, dengue e hanseníase (Freitas; Duarte; Garcia, 2017; Gili *et al.*, 2016; Melo; Melo; Moraes, 2016; Sá; Nogueira; Moraes, 2015). Outros estudos utilizaram a análise espacial com outro método como abordagem epidemiológica eficiente na identificação de áreas de risco de diarreia ou de gastroenterite, em países menos desenvolvidos onde os eventos são frequentes, confirmando a

GOMES, A. N.

utilidade e eficácia deste da análise espacial na detecção de aglomerados em áreas de risco. Como o estudo realizado por Dunn e Johnson (2018) que identificaram as áreas de risco elevado dos casos de diarreia em crianças no oeste da África. Outros investigaram os mesmos eventos na Etiópia, em Gana e na Tanzânia (Bogale *et al.*, 2017; Edwin; Azage, 2017; Osei; Stein, 2017). Todos relataram a importância dos resultados na identificação geográfica das áreas de risco naqueles locais para que os gestores da saúde pública tomem iniciativas de prevenção e redução da diarreia.

### **Conclusão**

As áreas de risco persistentes no Sertão e no Agreste, locais geograficamente distantes de centros urbanos, em áreas remotas, são regiões que possuem áreas mais vulneráveis e com dificuldade de acesso aos serviços de saúde, falta de água potável, além de possuírem baixo índice pluviométrico, o que piora as condições de higiene pessoal da população e contribui para o adoecimento.

Este estudo têm implicações importantes sobre as condições de saúde locais, pois os aglomerados espaciais de gastroenterite infantil estavam concentrados no Sertão e no Agreste paraibanos considerados historicamente, como locais desassistidos. Essas informações são relevantes para os gestores de saúde pública com a finalidade de planejar políticas eficazes para reduzir a gastroenterite infantil nestas áreas.

**Contribuições dos autores:** Gomes AN, Soares RS, Vianna RPT e Moraes RM contribuíram para a concepção e desenho do trabalho, para a aquisição, análise e interpretação dos dados, com a redação e revisão crítica do conteúdo intelectual. Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito e são responsáveis por todos seus aspectos, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

## Referências Bibliográficas

ABRAMS, A.; KLEINMAN, K.; KULLDORFF, M. (2010) Gumbel based p-value approximations for spatial scan statistics. *International Journal Health Geographics*, v. 9, p. 1-12, 2010. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-61>

ALFRADIQUE, M.E. et al. (2009) Internações por condições sensíveis à atenção primária: a construção da lista brasileira como ferramenta para medir o desempenho do sistema de saúde (Projeto Internações por Condições Sensíveis à Atenção Primária - Brasil). *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25. n. 6, p. 1337-1349, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000600016>.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R. (2013) Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 19, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Caderno de diretrizes, objetivos, metas e indicadores de 2013-2015 – Edição. 2013. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderno\\_diretrizes\\_objetivos\\_2013\\_2015](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderno_diretrizes_objetivos_2013_2015). Acesso em: 02 fev. 2020.

BOGALE, G. G. et al. (2017) Spatial patterns of childhood diarrhea in Ethiopia: data from Ethiopian demographic and health surveys (2000, 2005, and 2011). *BMC Infectious Diseases*, v. 17, p. 426-427, 2017. <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2504-8>.

BRIGGS, D. J.; ELLIOTT, P. (1995) The use of geographical information systems in studies on environment and health. *World health statistics quarterly*, v. 48, n. 2, p. 85, 1995. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/53288>

BÜHLER, H. F. et al. (2014) Análise espacial de indicadores integrados de saúde e ambiente para morbimortalidade por diarreia infantil no Brasil, 2010. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 30, n. 9, p. 1921-1934, 2014. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00078013>.

CÂMARA, G. et al. (2004) Análise espacial e geoprocessamento: análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA; 2004.

CARVALHO, M. S.; SANTOS, R. S. (2005) Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 21, n. 2, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000200003>.

COSTA, M. A.; ASSUNÇÃO, R. M. (2003) A fair comparison between the spatial scan and the Besag-Newell disease clustering tests. *Environmental and Ecological Statistics*, v. 12, p. 301-319, 2003. <https://doi.org/10.1007/s10651-005-1515-6>

GOMES, A. N.

DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P .S. (2018) Desempenho da saúde pública no semiárido brasileiro. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 5, p. 171–187, 2018.

DATASUS - Ministério da Saúde (BR). Informações de Saúde (Tabnet). Estatísticas vitais. 2020. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205>. Acesso em: 10 dez. 2020.

DUNN, G.; JOHNSON, G. D. (2018) The Geo-Spatial Distribution of Childhood Diarrheal Disease in West Africa, 2008-2013: A Covariate-Adjusted Cluster Analysis. *Spatial and Spatio-temporal. Epidemiology*, v. 26, p. 127-141, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2018.06.005>

EDWIN, P.; AZAGE, M. (2017) Geographical Variations and Factors Associated with Childhood Diarrhea in Tanzania: A National Population Based Survey 2015-16. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, v. 29, n. 4, p. 513, 2017. <http://dx.doi.org/10.4314/ejhs.v29i4.13>.

ELLIOTT, P.; WARTENBERG, D. (2004) Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. *Environmental Health Perspectives*, v. 112, n. 9, p. 998-1006, 2004. <https://doi.org/10.1289/ehp.6735>

FRANÇA, E. B. et al. (2017) Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de Carga Global de Doença. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 20, supl. 1, p. 46-60, 2017. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050005>.

FREITAS, L. R. S.; DUARTE, E. C.; GARCIA, L. P. (2017) Análise da situação epidemiológica da hanseníase em uma área endêmica no Brasil: distribuição espacial dos períodos 2001-2003 e 2010-2012. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 20, n. 4, p. 702-13, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-5497201700040012>.

FUCKNER, M. A. Estudo dos Padrões Espaço-temporais de Ocorrência da Diarreia no Semiárido Brasileiro. 2015 Tese (Programa de Doutorado em Geografia). Universidade de Brasília, Departamento de Geografia, Brasília, 2015.

GILI, J. A. et al. (2016) Descriptive analysis of high birth prevalence rate geographical clusters of congenital anomalies in South America. *Birth Defects Research part a Clinical and Molecular Teratology*, v. 106, n. 4, p. 257-66, 2016. <http://dx.doi.org/10.1002/bdra.23481>. PMID:26887535).

GOODCHILD, M. (1992) Geographical Data Modeling. *Computers & Geosciences*, v.8, n. 4, p. 401-408, 1992.

GOMES, A. N.

HOLMES, D.C.S.C.; MORAES, R.M.; VIANNA, R.P.T. A Rule for Combination of Spatial Clustering Methods. In: Anais The Seventh International Conferences on Pervasive Patterns and Applications; 2015, Nice, França. Proceedings of the Seventh International Conferences on Pervasive Patterns and Applications. 2015. Disponível em: [http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=patterns\\_2015\\_3\\_20\\_70053](http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=patterns_2015_3_20_70053). Acesso em: 23 mai 2020.

HU, Y.; WANG, F. (2015) Decomposing excess commuting: a Monte Carlo simulation approach. *Journal of Transport Geography*, v. 44, p. 43-52, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Semiárido Brasileiro: situação 23 nov 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=downloads>. Acesso em: 20 ago. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Portal dos Mapas. [Internet]. 2020 [citado 2020 Dez 20]. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 20 dez. 2020.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. (1995) Spatial disease clusters: detection and inference. *Statistics in Medicine*, v. 14, p. 799-810, 1995.  
<https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>

LAMBERTI, L. M; FISCHER WALKER, W. C. L.; BLACK, R. E. (2012) Systematic review of diarrhea duration and severity in children and adults in low- and middle-income countries. *BMC Public Health*, v. 12, p. 276, 2012.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-276>.

LAROCQUE, R.; PIETRONI, M. (2018) Approach to the adult with acute diarrhea in resource-limited countries. Waltham: UpToDate; 2018.

LIMA, L. M. M. et al. (2019) A new combination rule for Spatial Decision Support Systems for epidemiology. *International Journal Health Geographics*, v. 18, n. 25, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12942-019-0187-7>.

LIMA, L. M. M.; VIANNA, R. P. T.; MORAES, R. M. (2019) Spatial and Spatio-temporal Analysis of Congenital Malformations of Nervous System in the State of Paraíba from 2010 to 2016. *Journal Human Growth Development*, v. 29, n. 2, p. 169-176, 2019. <http://doi.org/10.7322/jhgd.v29.9416>

MELO, J. C. S.; MELO, A. C. O.; MORAES, R. M. Comparação dos métodos scan circular e flexível na detecção de aglomerados espaciais de dengue. In: 1ª ESCOLA DE INFORMÁTICA TEÓRICA E MÉTODOS FORMAIS, 2016. Natal: UFRN. Anais: artigo completo. p. 1-9.

GOMES, A. N.

MENDES, R. V. et al. (2015) Distribuição Espacial e Geoprocessamento de Pacientes com Fissura Labiopalatina na Cidade de Imperatriz, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 19, n. 4, p. 261-268, 2015. <http://dx.doi.org/10.4034/RBCS.2015.19.04.02>.

MORAES, R. M.; NOGUEIRA, J. A.; SOUSA, A. C. A. (2014) A New Architecture for a Spatio-Temporal Decision Support System for Epidemiological Purposes. In: 11th International FLINS Conference on Decision Making and Soft Computing. Anais... João Pessoa (Brasil): FLINS 2014, p. 17-23.

OSEI, F. B.; STEIN, A. (2017) Spatial variation and hot-spots of district level diarrhea incidences in Ghana: 2010–2014. *BMC Public Health*, v. 17, p. 617, 2017. <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-017-4541-z>.

PETERSEN, R. de S. et al. (2020) Índice de Território Saudável e Sustentável dos municípios do semiárido brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 36, n. 11, 2020. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00200020>.

PINTO, M. M. P. S. et al. (2019) Análise comparativa de métodos de aglomeração espacial para estudos epidemiológicos. *Revista Espaço e Geografia*, v. 22, n. 1, p. 683-706, 2019. ISSN: 1516-9375.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, (2020). Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

REZENDE, C. F. et al. Rede de saúde auditiva: uma análise espacial. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 81, n. 3, p. 232-239, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.01.003>

RIBEIRO, M. G.; ARAÚJO FILHO, A. C. A.; ROCHA, S. S. (2019) Hospitalizações por condições sensíveis à atenção primária em crianças do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 19, n. 2, p. 499-506, 2019. <https://doi.org/10.1590/1806-93042019000200013>.

RUFINO, R. et al. (2016) Surtos de diarreia na região Nordeste do Brasil em 2013, segundo a mídia e sistemas de informação de saúde – Vigilância de situações climáticas de risco e emergências em saúde. *Ciência Saúde Coletiva*, v. 21, n. 3, p. 777-788, 2016. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.17002015>

SÁ, L. R. et al. (2020) New Combining Rules for Spatial Clustering Methods Using Sigma-Count for Spatial Epidemiology. In: *The 2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), 2020, Sakheer, Bahrain, Anais eletrônicos. São Paulo. 2020. p. 794-800. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/DASA51403.2020.9317161>. Acesso em: 12 jan. 2021.*

SÁ, L. R.; NOGUEIRA, J. A.; MORAES, R. M. (2015) Modelo de decisão sobre o perfil demográfico para o controle da tuberculose usando lógica fuzzy. *Revista*

GOMES, A. N.

Eletrônica de Enfermagem, v. 17, n. 2, p. 223-37, 2015.  
<http://dx.doi.org/10.5216/ree.v17i2.27643>.

SANTOS, A. L.; RIGOTTO, R. M. (2011) Território e territorialização: incorporando as relações produção, trabalho, ambiente e saúde na atenção básica à saúde. *Trabalho, Educação e Saúde*, v. 8, n. 3, p. 387-406, 2011.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1981-77462010000300003>.

SOUZA, P.R. et al. (2020) Índice de Território Saudável e Sustentável dos municípios do semiárido brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*. v. 36, n. 11, e00200020, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00200020>.

THOMAS, A.; CARLIN, B. (2003) Late detection of breast and colorectal cancer in Minnesota counties: an application of spatial smoothing and clustering. *Statistics in Medicine*, v. 22, p. 113-127, 2003. <https://doi.org/10.1002/sim.1215>

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. (2017) Diarrhoeal disease. Fact sheet update may 2017. Disponível em:  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/en/>. Acesso em: Acesso em: 25 ago. 2020.