

ARTIGO ORIGINAL

# Análise espacial e espaço-temporal das anomalias congênitas do sistema nervoso no Estado da Paraíba entre os anos de 2010 a 2016

## *Spatial and Spatio-temporal Analysis of Congenital Malformations of Nervous System in the State of Paraíba from 2010 to 2016*

Luciana Moura Mendes de Lima<sup>1</sup>, Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna<sup>2</sup>, Ronei Marcos de Moraes<sup>2</sup>



<sup>1</sup>Mestre e Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup>Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

**Autor correspondente**  
lucianamm\_@hotmail.com

*Manuscrito recebido: Novembro 2018*  
*Manuscrito aceito: Março 2019*  
*Versão online: Outubro 2019*

### Resumo

**Introdução:** No Brasil, a anomalia congênita do sistema nervoso tem sido a mais frequente dentre as anomalias. O conhecimento da sua distribuição geográfica, tanto no espaço quanto ao longo do tempo, pode auxiliar os gestores públicos no processo de tomada de decisão sobre as áreas que devem ser priorizadas no monitoramento dessa doença.

**Objetivo:** Detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais das anomalias congênitas do sistema nervoso.

**Método:** Estudo ecológico a partir de dados secundários do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos no período de 2010 a 2016 no estado da Paraíba. Foram estimadas as Razões de Incidências Espacial e aplicada a estatística Scan circular e Scan espaço-temporal para a detecção dos aglomerados das anomalias citadas anteriormente.

**Resultados:** O padrão espacial foi diferente ao longo dos anos da ocorrência destas anomalias, uma vez que os aglomerados espaciais foram detectados em diferentes regiões do estado, exceto nos anos 2013 e 2015 que foi verificada uma maior concentração nas regiões do centro-oeste e noroeste do estado.

**Conclusão:** Os achados indicaram as áreas que devem ser priorizadas para o monitoramento de anomalias congênitas do sistema nervoso no estado da Paraíba, tanto no tempo quanto no espaço.

**Palavras-chave:** análise espacial, análise espaço-temporal, análise por conglomerados, defeitos congênitos.

**Suggested citation:** Lima LMM, Vianna RPT, Moraes RM. Spatial and Spatio-temporal Analysis of Congenital Malformations of Nervous System in the State of Paraíba from 2010 to 2016. *J Hum Growth Dev.* 2019; 29(2): 169-176. DOI: <http://doi.org/10.7322/jhgd.v29.9416>

## Síntese dos autores

### Por que este estudo foi feito?

O estudo foi realizado devido à escassez de pesquisas relacionadas a análise espacial e espaço-temporal das anomalias congênitas do sistema nervoso.

### O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Os pesquisadores desenvolveram um estudo ecológico usando dados secundários do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos. Foram utilizadas: a Razão de Incidências Espacial e os métodos Scan circular e Scan espaço-temporal para a detecção de aglomerados espaciais das anomalias congênitas do sistema nervoso. O padrão espacial dos aglomerados foi diferente ao longo dos anos, exceto nos anos 2013 e 2015 que foi verificada uma maior concentração nas regiões do centro-oeste e noroeste do estado. Três aglomerados espaciais persistiram ao longo dos anos de 2015 e 2016.

### O que essas descobertas significam?

Elas sugerem uma metodologia capaz de indicar áreas que devem ser priorizadas, no tempo e no espaço, para o monitoramento de anomalias congênitas do sistema nervoso, auxiliando os gestores de saúde pública no processo de tomada de decisão.

## INTRODUÇÃO

A anomalia congênita (do inglês congenital malformation - CM) é um defeito estrutural interno ou externo na gênese que em geral é identificado no nascimento<sup>1</sup>. Na maioria acontece entre a terceira e a oitava semana de gestação<sup>2</sup>. A anomalia grande é um defeito que precisa de intervenções cirúrgicas ou estéticas significativas, porém no caso da pequena este tipo de intervenção pode ser desnecessário<sup>1</sup>.

A etiologia pode ser decorrente de causas ambientais, genéticas ou multifatoriais. As causas multifatoriais incluem as interações gênicas teratogênicas e anomalias de origem desconhecida e correspondem a 55% dos casos. As causas genéticas abrangem as anormalidades cromossômicas e mutações de único gene, representam 30% das ocorrências, e as ambientais são fármacos/drogas, poluentes ambientais, doenças infecciosas e doenças maternas constituem 15% dos casos<sup>2</sup>. A literatura destaca que as gestações de mulheres com menos de 20 anos de idade ou a partir de 35 anos têm maior risco para as CM<sup>3,4</sup>. Entretanto, além da idade outros fatores podem aumentar a probabilidade de ocorrência de malformações como: antecedentes familiares, doenças agudas no primeiro trimestre e exposição a fatores físicos<sup>3,5</sup>.

É uma condição que acarreta grande impacto na sociedade, especialmente no contexto familiar. Visto que estes enfrentam dificuldade em compreender o diagnóstico, em lidar com os preconceitos, além dos obstáculos na busca por uma assistência adequada que a criança dependerá por anos para que tenha uma melhor qualidade de vida<sup>6</sup>.

A CM mais frequente no Brasil é a do sistema nervoso<sup>7,8</sup>. No ano de 2016 ocorreram 4.820 casos deste tipo, sendo a região Nordeste a 2ª colocada em número de ocorrências, ficando atrás da região Sudeste<sup>9</sup>. Um estudo desenvolvido no Brasil utilizando os dados do Censo Nacional de Isolados de populações brasileiras com alta frequência de doenças genéticas ou anomalias congênitas ou ambientais identificou CM na região do sertão paraibano<sup>10</sup>.

No processo de tomada decisão, quando se leva em consideração informações espaciais e espaço-temporais (do inglês spatio-temporal - ST), é importante conhecer suas distribuições geográficas. A análise espacial permite identificar características relacionadas a estes eventos no território com vistas a se planejar medidas de prevenção e controle<sup>11</sup>, visando contribuir para uma melhor organização da gestão dos cuidados de saúde. No estudo sobre a ocorrência das malformações congênitas no espaço e no tempo, suas distribuições geográficas são utilizadas para apoiar os gestores públicos no cuidado com essas crianças e familiares. Entretanto, não foi encontrado na literatura estudos relacionando as CM do sistema nervoso e suas distribuições geográficas no estado da Paraíba. Desse modo, o objetivo do estudo foi detectar aglomerados espaciais e ST das CM do sistema nervoso no estado da Paraíba, no período de 2010 a 2016.

## MÉTODO

Este estudo é do tipo quantitativo, exploratório e ecológico, usando os dados secundários oriundos do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC). Foram incluídos todos os nascidos vivos com CM do sistema nervoso no estado da Paraíba, no período de 2010 a 2016. O estado da Paraíba é constituído por 223 municípios e está situado no Nordeste brasileiro.

Foi calculada a Razão de Incidências Espacial (RIE) para todos os municípios (geo-objetos) e utilizada às estatísticas Scan circular e Scan ST para a análise dos dados com o intuito de detectar aglomerados espaciais e ST das malformações supracitadas.

A região é uma área geográfica em que acontecem os eventos de interesse. Enquanto, o geo-objeto é evidenciado por entidades distintas e detectado geograficamente na região geográfica<sup>12</sup>. Assim, formalmente a RIE é representada por uma região geográfica  $R$  composta por um conjunto de  $n$  geo-objetos apresentado por  $r_1, r_2, \dots, r_n$ . Seja  $C(r_i)$ ,  $i=1, \dots, n$ , uma variável aleatória que representa o número de casos de um evento epidemiológico em um determinado intervalo de tempo para cada geo-objeto  $r_i$ , expressos por  $c_1, c_2, \dots, c_n$ . Seja  $P(r_i)$  a população sob risco para aquele evento epidemiológico em cada geo-objeto  $r_i$ , denotadas por  $p_1, p_2, \dots, p_n$ <sup>13</sup>. A RIE em cada geo-objeto  $r_i$  é apresentada na equação a seguir:

$$RIE(r_i) = \frac{\frac{C(r_i)}{P(r_i)}}{\frac{\sum_{i=1}^N C(r_i)}{\sum_{i=1}^N P(r_i)}}$$

A explanação da  $RIE(r_i)$  pode ser realizada conforme as categorias adiante: quando não existe incidência do evento epidemiológico no geo-objeto  $r_i$  a RIE será igual a 0; se for  $0 < RIE(r_i) < 0,5$  a RIE é inferior à metade da incidência global na região geográfica no geo-objeto  $r_i$ ;  $0,5 \leq RIE(r_i) < 1,0$  a RIE é superior à metade, mas inferior à incidência global na região geográfica no geo-objeto  $r_i$ ; caso os valores sejam  $1,0 \leq RIE(r_i) < 1,5$  a RIE é superior à incidência global, mas inferior à 1,5 a incidência global na região geográfica no geo-objeto  $r_i$ ;  $1,5 \leq RIE(r_i) < 2,0$  a RIE é superior à 1,5 vezes da incidência global, mas inferior à 2,0 vezes a incidência global na região geográfica no geo-objeto  $r_i$  e  $RIE(r_i) \geq 2,0$  a RIE é igual ou superior à 2,0 vezes a incidência global na região geográfica no geo-objeto  $r_i$ <sup>13</sup>. Portanto, a RIE do geo-objeto  $r_i$  é dada pela razão de incidências da ocorrência de CM do sistema nervoso naquele geo-objeto (município) em relação a região geográfica (estado da Paraíba).

Para a detecção dos aglomerados espaciais das CM foi empregado à estatística Scan circular<sup>14</sup>. O método busca por toda região geográfica de estudo, aglomerados

de geo-objetos (composto por no mínimo um geo-objeto) no qual a ocorrência dos casos seja significativamente mais provável de acontecer dentro dele do que fora. Para isto, a informação do geo-objeto deve estar concentrada em um único ponto dentro dele, o qual é denominado de centroide, que representa o centro de massa de cada área da região<sup>14</sup>.

Na identificação desses aglomerados é usado o teste da razão de verossimilhança que verifica se o número observado de casos em um geo-objeto excede o número esperado de casos. Se isso não ocorre, um círculo centrado no centroide daquele geo-objeto é aumentado de modo a englobar seus vizinhos. O raio do círculo pode variar de zero até um percentual máximo de 50% da população sob risco<sup>14</sup>. O raio de cada círculo criado pela estatística Scan é baseado no número total de casos e tamanho da população na região geográfica<sup>15</sup>.

Foi usado o Scan ST para detecção dos aglomerados que ocorrem no espaço e no tempo de forma simultânea. O método pode ser definido por uma janela com um formato cilíndrico cuja base circular representa a dimensão geográfica e a altura, o intervalo de tempo. Dessa maneira, a janela cilíndrica é movida no espaço e no tempo, para cada possível localização e tamanho do círculo, bem como para cada intervalo de tempo possível. Assim, apesar de se obter um número infinito de sobreposições de cilindros, os dados epidemiológicos contem um número finito de indivíduos, de maneira que alguns destes cilindros conterão exatamente o mesmo número de pessoas. Desta maneira, esta circunstância leva a um número finito de cilindros para os quais a probabilidade realmente tem que ser calculada. É recomendado que o tamanho da dimensão geográfica (base circular) e o intervalo de tempo sejam limitados à metade do número de casos esperados e a metade do período total, respectivamente<sup>16</sup>.

Esse método pode ser utilizado como retrospectivo ou prospectivo. O prospectivo tem o intuito de detectar aglomerados que ainda estão ativos, ou seja, aqueles

que ainda estão presentes durante o último período de tempo para o qual os dados estão disponíveis. É repetida periodicamente no tempo, por exemplo, a cada dia, semana, mês ou ano<sup>16</sup>. Enquanto, o retrospectivo detecta aglomerados que começaram e terminaram antes do início do estudo. É utilizado em uma única análise, como exemplo usando dados históricos<sup>17</sup>. Foi utilizado o Scan ST retrospectivo por meio dos dados históricos do SINASC com o tempo de persistência de um, dois e três anos.

O modelo discreto de Poisson foi o mais adequado para a pesquisa por usar dados de contagem de ocorrência<sup>15</sup>. Foi usado com um nível de significância de 5% para os testes de hipóteses de simulações de Monte Carlo com 999 replicações aleatórias dos dados com a hipótese nula de aleatoriedade tanto espacial quanto ST<sup>14,16</sup>. No estudo foram analisados 0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,7% e os valores entre 1,0 e 10% da população sob risco e para análise ST com tempos de persistência de um, dois e três anos. Em seguida, foram analisados os mapas da estatística Scan para cada ano e Scan ST, usando como referência os mapas da RIE.

Os dados foram armazenados em uma planilha eletrônica e analisados nos *software* SaTScanTM e R. O projeto foi aprovado pela Plataforma Brasil com o número de protocolo 082/17.

## ■ RESULTADOS

No período de 2010 a 2016, foram notificados 551 casos de CM do sistema nervoso no estado da Paraíba. Desses, 53,3% eram do sexo feminino, em geral o peso médio foi 2757 gramas. Cerca de 70% dos nascidos vivos apresentaram um Índice de Apgar maior ou igual a sete no primeiro minuto e 78,5% no quinto minuto. As malformações que apresentaram um quantitativo elevado foram microcefalia, hidrocefalia, anencefalia e malformações similares representando 76,5% da amostra, conforme apresenta a Tabela 1.

**Tabela 1:** Características dos nascidos vivos com anomalia congênita do sistema nervoso, no estado da Paraíba, Brasil, 2010-2016.

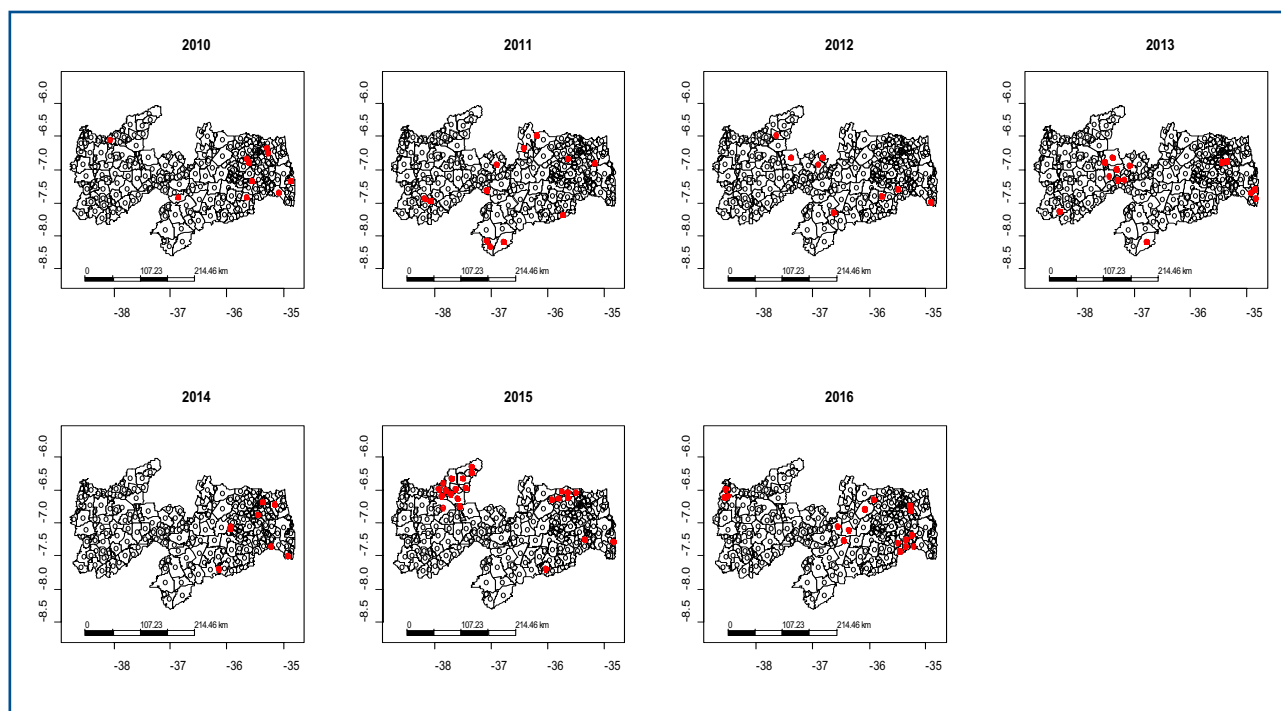
Variáveis	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sexo														
Feminino	25	45,45	18	40,90	20	55,56	25	55,56	35	59,32	98	55,05	73	54,48
Masculino	29	52,73	26	59,10	14	38,89	20	44,44	24	40,68	80	44,95	61	45,52
Ignorado	1	1,82	0	0,00	2	5,56	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Peso (gramas)														
Menos de 2500	17	30,90	11	25,00	14	38,89	17	37,78	18	69,50	58	32,59	36	27,87
2500 e mais	38	69,10	33	75,00	22	61,11	28	62,22	41	30,50	120	67,41	98	73,13
Índice de Apgar 1º minuto														
0 a 3	8	14,55	9	20,45	12	33,33	10	22,22	16	27,12	23	12,92	15	11,19
4 a 6	11	20,00	10	22,72	4	11,11	7	15,56	13	22,03	19	10,68	16	11,94
7 a 10	34	61,82	23	52,28	19	52,78	28	62,22	30	50,85	134	75,28	101	75,37
Não preenchido	2	3,63	2	4,55	1	2,78	0	0,00	0	0,00	2	1,12	2	1,50
Índice de Apgar 5º minuto														
0 a 3	5	9,10	6	13,63	9	25,00	7	15,56	10	16,95	13	7,30	9	6,72
4 a 6	8	14,54	5	11,37	4	11,11	4	8,89	7	11,86	12	6,74	10	7,46

**Continuação - Tabela 1:** Características dos nascidos vivos com anomalia congênita do sistema nervoso, no estado da Paraíba, Brasil, 2010-2016.

Variáveis	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
7 a 10	40	72,72	31	70,45	22	61,11	34	75,55	42	71,19	151	84,84	113	84,32
Não preenchido	2	3,64	2	4,55	1	2,78	0	0,00	0	0,00	2	1,12	2	1,50
Tipos														
Anencefalia e malformações similares	13	23,63	10	22,72	13	36,11	9	20,00	13	22,03	12	6,74	9	6,72
Encefalocele	4	7,28	4	9,10	6	16,67	4	8,89	1	1,70	4	2,25	1	0,74
Microcefalia	6	10,91	2	4,54	3	8,33	3	6,67	5	8,47	133	74,71	75	55,97
Hidrocefalia congênita	17	30,91	22	50,00	7	19,44	16	35,56	21	35,60	16	9,00	28	20,90
Outras malformações congênitas do cérebro	1	1,82	3	6,82	1	2,78	2	4,44	3	5,08	3	1,68	4	2,98
Espinha bífida	13	23,63	3	6,82	6	16,67	7	15,56	14	23,72	9	5,05	15	11,19
Outras malformações congênitas da medula espinhal	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	4,44	1	1,70	0	0,00	0	0,00
Outras Malformações Congênitas do Sistema Nervoso Central	1	1,82	0	0,00	0	0,00	2	4,44	1	1,70	1	0,56	2	1,50
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100,00</b>	<b>44</b>	<b>100,00</b>	<b>36</b>	<b>100,00</b>	<b>45</b>	<b>100,00</b>	<b>59</b>	<b>100,00</b>	<b>178</b>	<b>100,00</b>	<b>134</b>	<b>100,00</b>

Em relação à detecção de aglomerados espaciais por meio da estatística Scan circular, foi elencado 0,3% da população sob risco para os anos de 2010, 2011, 2012 e 2014, obtendo 10, 12, 8 e 8 aglomerados, respectivamente, distribuídos por todo estado. No ano de 2013 foram identificados 14 aglomerados, com um número maior na

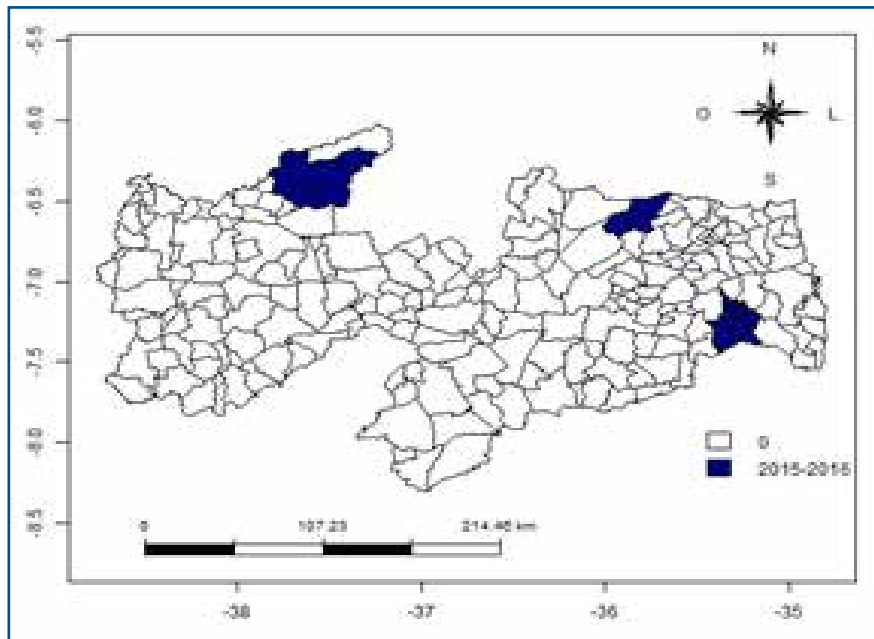
região centro-oeste do estado, sob uma população de risco de 1%. Com uma população sob risco de 7%, no ano de 2015, foram detectados 23 com uma maior concentração ao noroeste do estado. No ano de 2016 foram verificados 16 aglomerados espaciais com a população sob risco de 1% (Figura 1).



**Figura 1:** Mapas da estatística Scan circular das anomalias congênitas do sistema nervoso, período 2010 a 2016, no estado da Paraíba, Brasil.

Foi utilizado à abordagem retrospectiva no Scan ST, no período de 2010 a 2016, com uma população sob risco de 2% e o tempo de persistência de dois anos, usando os mapas da RIE como referência, obtendo três aglomerados que persistiram no espaço e no tempo simultaneamente (Figura 2).

Na Tabela 2 pode verificar as informações referentes aos aglomerados ST, tais como, os municípios que compõem os aglomerados, tempo de persistência, número de casos observados e esperados, razão de verossimilhança e o p-valor.



**Figura 2:** Scan espaço-temporal das anomalias congênitas do sistema nervoso no estado da Paraíba, Brasil, no período entre 2010 e 2016.

**Tabela 2:** Aglomerados espaço-temporais das anomalias congênitas do sistema nervoso no estado da Paraíba, Brasil, 2010-2016.

Aglomerados	Municípios	Persistencia (anos)	Casos observados	Casos esperados	Razão de verossimilhança	p
Aglomerado 1	São José do Brejo do Cruz, São Bento, Catolé do Rocha, Riacho dos Cavalos, Brejo do Cruz.	2	19	2,99	19,38	$6,6 \times 10^{-7}$
Aglomerado 2	Gurinhém, Mogeiro, Itabaiana, Juripiranga, Pilar, Sobrado, Riachão do Poço, São José dos Ramos, Caldas Brandão, São Miguel de Taipu.	2	14	3,18	10,04	$6,6 \times 10^{-3}$
Aglomerado 3	Cacimba de dentro, Araruna, Damião.	2	9	1,31	9,73	$1,0 \times 10^{-2}$

## DISCUSSÃO

Na análise espacial foi verificado que os aglomerados estavam dispersos por diferentes regiões do estado, exceto nos anos de 2013 e 2015 que foi constatado uma maior concentração nas regiões do centro-oeste e noroeste do estado, respectivamente, representando o sertão paraibano. Cardoso *et al.*<sup>10</sup> mapearam doenças genéticas e CM no Brasil e foi observado um percentual elevado de CM na região do sertão paraibano, ainda que não nos mesmos locais do presente estudo.

No ano de 2010 foram identificados dez aglomerados espaciais espalhados pelo estado, porém a maioria destes foi localizada na região leste próximo a capital do estado. Em 2011 os aglomerados presentes não estavam nas mesmas regiões que no ano anterior. Os oito identificados em 2012 estavam bem dispersos. Enquanto, no ano seguinte, 2013, teve uma maior concentração

na porção centro-oeste do estado, na região do sertão. Em 2014 os aglomerados foram detectados próximos as grandes cidades do estado. Vale ressaltar que este é o único ano no qual eles não foram identificados na região centro-oeste e oeste do estado. No ano de 2015 a região do sertão paraibano teve um maior número, sendo em localidades distintas do ano de 2013. Os 15 aglomerados espaciais observados no ano de 2016 em sua maioria estavam entre o nordeste e sudeste do estado. Destaca-se que quando se refere à análise puramente espacial não se podem comparar os aglomerados espaciais em relação aos anos, assim não se pode afirmar que ocorreu uma mudança ou deslocamento entre eles.

Em relação à análise ST foi utilizada a abordagem em que aponta aglomerados que começaram e terminaram antes do início do estudo e foram detectados três, os quais se concentraram nas regiões nordeste, sudeste e noroeste

do estado, que persistiram durante os anos de 2015 e 2016. O aglomerado 1, situado ao noroeste do estado, está distante da capital do estado (mais de 350 quilômetros). Isto afeta negativamente o acesso aos principais centros de referência, especialmente aos hospitais e maternidades especializadas em gestação de alto risco. O aglomerado 2 está localizado ao sudeste do estado, próximo da capital e das principais cidades do estado que oferecem um melhor suporte assistencial. Por fim, o aglomerado ST 3 fica situado a cerca de 200 quilômetros da capital e próximo à divisa com o estado do Rio Grande do Norte, sendo composto por municípios de pequeno porte.

Durante o período de sete anos da pesquisa, apenas dois anos mostraram ocorrência de casos persistentes para essas CM, que foram os anos de 2015 e 2016. Este período foi marcado por uma mudança na série histórica da microcefalia no SINASC. Do ano de 2000, a prevalência de microcefalia em recém-nascidos foi de 5,5/100.000 nascidos vivos, permanecendo nesta frequência até 2010 (5,7/100.000 nascidos vivos). No final do ano de 2015, a incidência aumentou para 99,7/100.000 nascidos vivos, correspondendo a um aumento de vinte vezes em comparação com a taxa observada nos anos anteriores<sup>18</sup>. Conforme Barreto *et al.*<sup>19</sup>, questões relacionadas com a magnitude deste problema projetam para os próximos anos novos padrões, necessidades e demandas de cuidados de saúde que devem ser investigados. Sendo assim, para lidar com esta atual situação será fundamental definir recursos adequados, treinamento e capacitação. O aumento destes casos de microcefalia tem sido atribuído à provável exposição intrauterina ao vírus Zika<sup>20</sup>.

Groisman *et al.*<sup>21</sup> ressaltam a importância de estudar aglomerados ao afirmar que os mapas usados em conjunto com testes estatísticos podem ser úteis para os pesquisadores da área de saúde, por concentrar a atenção em áreas para investigação adicional. Afirmam ainda que, por serem mapas que mostra padrões gerais de doenças, estes geram hipóteses sobre o papel dos fatores ambientais, genéticos ou de estilo de vida na etiologia de uma doença.

A estatística Scan circular foi utilizada em diferentes pesquisas empregando as CM<sup>22-24</sup>. O Scan ST na área da saúde foi empregado para identificar aglomerados de tuberculose<sup>25</sup>, doença mão-pé-boca<sup>26</sup>, câncer de mama<sup>27,28</sup> e CM<sup>21</sup>. Estes métodos podem ser utilizados em padrões geográficos com diferentes tipos de doenças demonstrando a legitimidade dos mesmos. Os

estudos evidenciaram análise de aglomerados utilizando à estatística Scan circular ou ST, mas não utilizaram ambos os métodos ao mesmo tempo, como no presente estudo, dessa maneira reforçando a relevância deste. A limitação da investigação é semelhante a todos os estudos que trabalham com dados secundários e dependem do bom e acurado registro de informações. Além disso, não foram encontrados pesquisas envolvendo todas as CM do sistema nervoso no contexto da análise espacial e ST.

Os achados contribuíram no campo da saúde pública por tornar conhecidos os padrões de distribuição espacial e ST das CM do sistema nervoso na Paraíba, e especialmente por indicar as áreas que devem ser priorizadas para seus monitoramentos. Essas informações podem auxiliar os gestores públicos na manutenção ou ampliação do acesso aos serviços de saúde para esta população, além de subsidiar ações de políticas públicas na saúde materna e infantil.

Dentre as malformações presentes neste estudo, destaca-se a anencefalia e malformações similares, por fazer parte dos defeitos do tubo neural que são os responsáveis pela maior proporção das CM do sistema nervoso. No entanto, a incidência desses defeitos podem ser reduzida com a suplementação do ácido fólico no período periconcepcional e durante a gestação, principalmente no primeiro trimestre. Deve constatar que os defeitos do tubo neural também podem ser decorrentes de outros fatores como genéticos ou multifatoriais<sup>29</sup>.

## CONCLUSÃO

O estudo possibilitou detectar os aglomerados espaciais e ST das CM do sistema nervoso no estado da Paraíba, no período de 2010 a 2016, além disso, demonstrou a utilização de uma metodologia adequada e útil na análise de informações de saúde no território. Os achados apresentados na pesquisa indicam áreas que devem ser priorizadas para o monitoramento dos casos de malformações congênitas do sistema nervoso, auxiliando os gestores públicos no processo de tomada de decisão frente à temática.

## Agradecimentos

Ao apoio financeiro a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)/ Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB).

## REFERÊNCIAS

1. Martin RJ, Fanaroff AA, Walsh MC. Medicina neonatal e perinatal: doenças do feto e do neonato. 10 ed. Elsevier, 2016.
2. Sadler TW. Langman: embriologia médica. 13 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
3. Silva HMC, Almeida KN, Braga MB, Lago EA, Pessoa LT, Silva IP. Aspectos fisiológicos e sociais associados às alterações cromossômicas e malformações congênitas em gestações perimenopáusicas. Rev Enferm UFPI. 2015;4(1):61-7.
4. Andrade AM, Ramalho AA, Opitz SP, Martins FA, Koifman RJ. Anomalias congênitas em nascidos vivos. Rev Bras Promoç Saúde. 2017;30(3):1-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.5020/18061230.2017.6309>
5. Canals A, Cavada G, Nazer J. Factores de riesgo de ocurrencia y gravedad de malformaciones congénitas. Rev Med Chile. 2014;142(11):1431-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872014001100010>

6. Bolla BA, Fulconi SN, Baltor MRR, Dupas G. Cuidado da criança com anomalia congênita: a experiência da família. *Esc Anna Nery*. 2013;17(2):284-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-81452013000200012>
7. Reis LV, Araújo Júnior E, Guazzelli CAF, Cernach MCSP, Torloni MR, Moron AF. Anomalias congênitas identificadas ao nascimento em recém-nascidos de mulheres adolescentes. *Acta Med Port*. 2015;28(6):708-14.
8. Westphal F, Fustinoni SM, Pinto VL, Melo PS, Abrahão AR. Associação da idade gestacional com a opção pela interrupção da gravidez de fetos com anomalias incompatíveis com a sobrevivência neonatal. *Einstein*. 2016;14(3):311-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-45082016AO3721>
9. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Informações de saúde (Tabnet). Estatísticas vitais. Nascidos vivos [cited 2018 oct 28] Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sinasc/cnv/nvuf.def>.
10. Cardoso GC, Oliveira MZ, Paixão-Côrtes VR, Castilla EE, Schuler-Faccini L. Clusters of genetic diseases in Brazil. *J Community Genet*. 2019;10(1):121-8. DOI: <http://doi.org/10.1007/s12687-018-0369-1>
11. Magalhães GB. O uso do geoprocessamento e da estatística nos estudos ecológicos em epidemiologia: o caso da dengue em 2008 na região metropolitana de Fortaleza. *Rev Bras Geografia Médica Saúde*. 2012;8(15):63-77.
12. Goodchild MF. Geographical data modeling. *Comput Geosci*. 1992;8(4):401-8. DOI: [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(92\)90069-4](https://doi.org/10.1016/0098-3004(92)90069-4)
13. Lima LMM, Melo ACO, Vianna RPT, Moraes RM. Análise espacial das anomalias congênitas do sistema nervoso. *Cad saúde colet*. 2019;27(3):257-63. <http://dx.doi.org/10.1590/1414462x201900030313>
14. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. *Stat Med*. 1995;14(8):799-810. DOI: <https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>
15. Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Commun Stat Theory Meth*. 1997;26(6):1481-96. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610929708831995>
16. Kulldorff M, Athas WF, Feurer EJ, Miller BA, Key CR. Evaluating cluster alarms: a space-time Scan statistic and brain cancer in Los Alamos, New Mexico. *Am J Public Health*. 1998;88(9):1377-80. DOI: <https://doi.org/10.2105/ajph.88.9.1377>
17. Kulldorff M. Prospective time periodic geographical disease surveillance using a scan statistic. *J R Stat Soc Ser A Stat Soc*. 2001;164(1):61-72. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-985X.00186>
18. World Health Organization (WHO). Epidemiological Alert. Neurological syndrome, congenital malformations, and Zika virus infection. Implications for public health in the Americas. Geneva: 2015.
19. Barreto ML, Barral-Netto M, Stabeli R, Almeida-Filho N, Vasconcelos PFC, Teixeira M, et al. Zika virus and microcephaly in Brazil: a scientific agenda. *Lancet*. 2016;387(10022):919-21. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00545-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00545-6)
20. Schuler-Faccini L, Ribeiro EM, Feitosa IML, Horovitz DDG, Cavalcanti DPC, Pessoa A, et al. Possible Association Between Zika Virus Infection and Microcephaly - Brazil, 2015. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2016;65(3):59-62. DOI: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6503e2>
21. Groisman B, Gili J, Giménez L, Poletta F, Bidondo MP, Barbero P, et al. Geographic clusters of congenital anomalies in Argentina. *J Community Genet*. 2017;8(1):1-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12687-016-0276-2>
22. Gili JA, Poletta FA, Pawluk M, Gimenez LG, Campaña H, Castilla E, et al. High birth prevalence rates for congenital anomalies in South American regions. *Epidemiology*. 2015;26(5):e53-5. DOI: <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000345>
23. Orioli IM, Camelo JSL, Rittler M, Castilla EE. Sentinel phenotype for rubella embryopathy: time-space distribution in Brazil. *Cad Saude Publica*. 2011;27(10):1961-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2011001000009>
24. Poletta FA, Castilla EE, Orioli IM, Lopez-Camelo JS. Regional analysis on the occurrence of oral clefts in South America. *Am J Med Genet A*. 2007;143A(24):3216-27. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.32076>
25. Arroyo LH, Yamamura M, Protti-Zanatta ST, Fusco AP, Palha PF, Ramos AC, et al. Identificação de áreas de risco para a transmissão da tuberculose no município de São Carlos, São Paulo, 2008 a 2013. *Epidemiol Serv Saúde*. 2017;26(3):525-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742017000300010>
26. Deng T, Huang Y, Yu S, Gu J, Huang C, Xiao G, et al. Spatial-temporal clusters and risk factors of hand, foot, and mouth disease at the district level in Guangdong Province, China. *PloS one*. 2013;8(2):e56943. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056943>
27. Roche LM, Niu X, Stroup AM, Henry KA. Disparities in Female Breast Cancer Stage at Diagnosis

in New Jersey: A Spatial-Temporal Analysis. *J Public Health Manag Pract.* 2017; 23(5):477-86.  
DOI: <https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000524>.

28. Olfatifar M, Karami M, Hosseini SM, Parvin M, Moghimbeigi A, Kousha A, et al. Space-time Analysis of Breast Cancer and Its Late-stage Cases among Iranian Women. *Iran J Public Health.* 2017;46(10):1413-21.
29. Kliegman R, Stanton BMD, Geme JS, Schor NF. Nelson: tratado de pediatria. 20 ed. Elsevier, 2017.

## Abstract

**Introduction:** In Brazil, congenital malformation anomaly of the nervous system has been the most frequent among the anomalies. Knowledge of your geographical distribution both in space as throughout the time, can assist public managers in the decision-making process about the areas that must be prioritized for the monitoring of this disease.

**Objective:** Detecting spatial and spatio-temporal clusters of congenital malformations of nervous system.

**Methods:** An ecological study based on secondary data from the National Information System on Live Births in the period from 2010 to 2016 in the state of Paraíba. We estimated the spatial incidence ratios and applied circular and spatio-temporal Scan statistics to detect clusters with of abovementioned malformations.

**Results:** The spatial pattern was different throughout the years of the occurrence of these malformations, since the spatial clusters were detected on different regions of the state, except in the years 2013 and 2015, which revealed a higher concentration in the central-west and northwest regions of the state. The retrospective spatio-temporal analysis revealed three clusters that persisted during the years of 2015 and 2016.

**Conclusion:** The findings indicated the regions that must be prioritized for the monitoring of congenital malformations of nervous system in the state of Paraíba in time and space.

**Keywords:** spatial analysis, spatiotemporal analysis, cluster analysis, congenital defects.

©The authors (2019), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.