

Estudo da relação entre os padrões espaço-temporais da diarreia e do clima no Brasil

Marcus Andre Fuckner ¹

¹ Agência Nacional de Águas – ANA
Setor Policial Sul Área 5 Quadra 3 – 70610-200 – Brasília – DF, Brasil
marcus.fuckner@ana.gov.br

Abstract. Diarrhoea constitute a major public health problem in Brazil and in the world and its seasonal dynamics of occurrence is associated with climate-related factors. This research studied the temporal pattern of hospitalizations motivated by diarrhea and gastroenteritis of presumed infectious origin (DGOIP) in 27 Brazilian capitals, monthly recorded from 1998 to 2012, as well as the rainfall and temperature patterns. The results allowed to observe that there are more defined patterns of hospitalizations prevalence in a given period of the year in areas where there is two well-defined seasons, a rainy and a dry season, and in the other regions, such as the South of Brazil, there is no unique predominant pattern. The rainy season pattern was mainly related to the North and Northeast regions and the dry season pattern with the Midwest and Southeast, that supposed a change in the predominant etiology of infection, bacterial or viral, according to the literature. The study found that factors such as seasonality and the climate-related factors are relevant in the analysis of DGOIP occurrence patterns, and continuous observation of hospitalizations should be performed to detect changes in seasonal patterns of the disease, notably considering the coverage of child vaccination for rotavirus in Brazil.

Palavras-chave: health, climate, rainfall, spatial analysis, saúde, clima, precipitação, análise espacial.

1. Introdução

Segundo a OMS (WHO, 2008) as diarreias representam a segunda causa de morte nos países de baixa renda, superada apenas pelas infecções do trato respiratório inferior, e a quinta causa considerando todos os países do mundo. Dados da mesma instituição estimam que 88% de todos os casos de diarreia podem ser atribuídos à água, saneamento e higiene (WHO, 2002).

Determinadas condições ambientais exercem impacto sobre a saúde humana e favorecem a ocorrência de determinadas doenças em certos lugares; dentre elas destacamos as condições ligadas ao clima. Podem ser estudados os períodos de maior incidência de uma doença na escala intranual e, a partir daí, elaboradas estratégias de prevenção ou de diminuição de seus impactos. Esses períodos podem ter comportamento sazonal, repetindo-se em uma mesma época em todos os anos, ou comportamento esporádico, associado a determinadas anomalias como precipitação extrema, seca, baixa umidade relativa do ar, ondas de calor ou de frio, etc.

Herrador et al. (2015) revisaram a literatura observando que alguns estudos apresentam associação entre o aumento na precipitação ou na temperatura e o aumento nos casos de doenças de veiculação hídrica. Outros não encontram tal associação, o que ressalta a complexa relação existente entre as variáveis. Por essa razão, sugerem que as pesquisas enfoquem questões como a sazonalidade. O sucesso das intervenções de saúde passa pela compreensão dos padrões sazonais das doenças diarreicas (Ardkaew e Tongkumchum, 2009).

No Brasil, apesar do reduzido número de estudos, pois a maioria estuda apenas um local e/ou ano específico, segundo Sastry e Burgard (2005) o pico dos episódios de diarreia ocorre em janeiro e fevereiro e em outubro; os primeiros meses constituem período de chuvas e verão, em boa parte do país, enquanto outubro em muitas áreas representa o final do período seco.

O objetivo desta pesquisa é estudar o comportamento temporal das interações por doenças diarreicas e da precipitação e temperatura no país. A análise da relação entre a diarreia e o comportamento da precipitação no semiárido brasileiro apresentada por Fuckner (2015) indicou que existe uma significativa associação espacial entre essas variáveis, motivando a realização de um estudo ecológico no contexto nacional, levando em conta os diferentes tipos climáticos existentes no país, e os principais grupos de patógenos causadores da doença.

2. Metodologia de Trabalho

Os dados de internações foram obtidos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) vinculado ao DATASUS (MS, 2015) para as 27 capitais brasileiras. Foram selecionados os registros cuja causa atribuída pelo médico responsável foi *Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível*, doravante denominada DGOIP, mensalmente de 1998 a 2012, segundo o município de residência, totalizando 180 observações. Os dados restringem-se às internações em instituições conveniadas ao Sistema Único de Saúde (SUS). Estima-se que o SIH reúna informações sobre 60 a 70% das internações no país, variando conforme a região (OPAS, 2008).

Os totais absolutos foram utilizados para análise da distribuição temporal das internações. O maior número ocorreu em São Paulo, com 38.862 casos, seguido de Maceió, com apenas trezentos casos a menos. Os valores foram somados segundo os meses do ano em que foram registrados de 1998 a 2012. Optou-se por considerar somatórios móveis trimestrais do número de internações para observar o impacto do efeito desse contexto temporal na análise dos dados.

Dados das normais climatológicas do INMET (2015) foram utilizados para a elaboração de climogramas, contendo os totais trimestrais de precipitação e as médias trimestrais de temperatura observadas entre 1961 e 1990. Análise de correlação linear simples e discussão dos padrões espaço-temporais das internações foram efetuadas para as 27 capitais.

3. Resultados e Discussão

Foram observados padrões espaciais de períodos de maior número de internações distintos ao longo do território brasileiro. Analisando o mapa da distribuição trimestral das internações (Figura 1) é possível observar que o comportamento intranual se assemelha para as capitais de regime climático semelhante (Figura 2) e, proximidade quanto a sua localização geográfica.

Essas semelhanças são nítidas quando se observam os histogramas de Recife, João Pessoa e Natal, por exemplo, assim como São Luís e Fortaleza, Salvador e Aracaju, na Região Nordeste; Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo no Sudeste e; Brasília, Goiânia e Cuiabá, no Centro-Oeste. Os coeficientes de correlação encontrados entre os registros trimestrais de internações da série temporal são apresentados na Tabela 1.

Por outro lado, capitais com regime climático distinto das demais em uma mesma região geográfica apresentaram comportamento intranual diferenciado, como ocorre com Boa Vista, na Região Norte e, Vitória, no Sudeste. O histograma de Boa Vista apresentou distribuição equivalente com a distribuição da precipitação ao longo do ano. Vitória, por sua vez, apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com uma predominância no último quadrimestre.

A correspondência entre os histogramas das internações por DGOIP e a precipitação é notória nas regiões Norte e Nordeste do país, não sendo verificada nas demais regiões. Os coeficientes de correlação entre as séries trimestrais são apresentados na Tabela 2. Em todas as capitais dessas regiões, exceto Belém, foram encontradas correlações positivas entre as duas variáveis. Já no Sudeste, Sul e Centro-Oeste, o comportamento é inverso e as correlações encontradas são negativas, sendo que o período de maior número de internações tende a ser o de menor precipitação, exceto em Vitória.

Observa-se, ao mesmo tempo, que valores altos de correlação são observados entre as séries temporais de Boa Vista, Natal, João Pessoa, Recife, e as de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, na Tabela 1. Entretanto, enquanto nos primeiros a correlação é positiva com a precipitação, nos últimos ela é negativa. Em relação a temperatura, dois terços das capitais apresentaram correlação negativa, ou seja, nesses locais, os meses mais frios tendem a apresentar maior registro de internações. O comportamento das internações por rotavírus, discutido adiante, pode auxiliar a explicar tal comportamento.

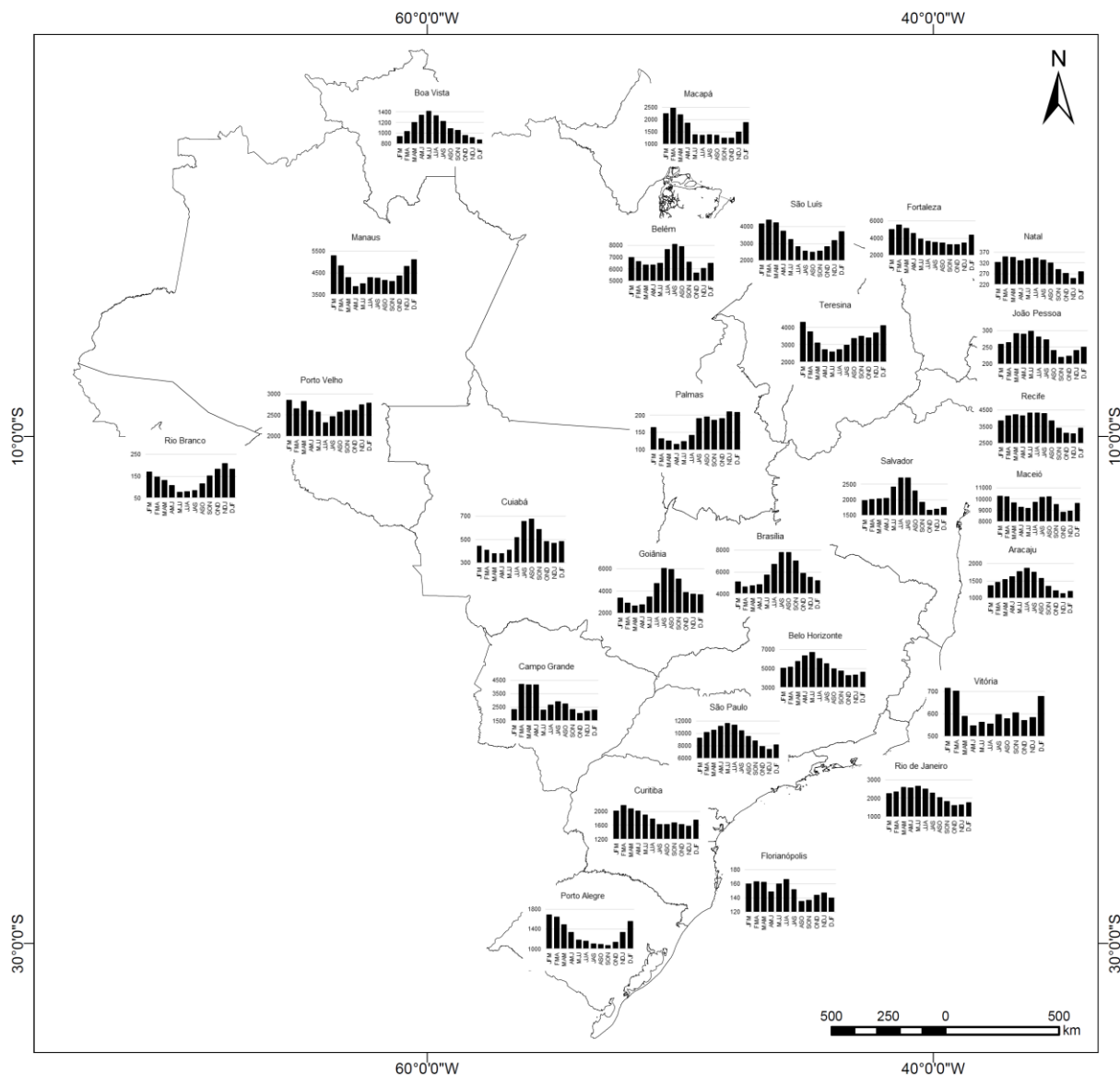


Figura 1. Totais trimestrais de interações por DGOIP nas capitais brasileiras (1998-2012).
Nota: Os eixos verticais dos histogramas foram ajustados conforme o intervalo de valores de cada capital.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do DATASUS (MS, 2015).

Embora a amplitude térmica ao longo do ano seja menor no Norte e Nordeste e maior no Sul do país, a influência dos meses mais frios não é observada nas capitais mais frias do país, sendo encontradas correlações positivas com a temperatura em Curitiba e Porto Alegre. Também não pode ser considerada a influência de meses mais secos ou mais chuvosos, pois, a região Sul do país não possui estação seca bem definida.

Os padrões espaciais de períodos de maior número de interações ao longo do território brasileiro estiveram em sua maioria associados à variação na distribuição da precipitação. Comparando as Figuras 1 e 2 é possível observar uma associação considerável entre os trimestres de maior interação e de maior precipitação em algumas regiões do país, principalmente no Norte e Nordeste, onde há maior fragilidade da infraestrutura de saneamento básico, tanto no que diz respeito à água quanto ao esgoto. Observa-se que há padrões mais definidos do comportamento da DGOIP em regiões onde há presença de duas estações do ano bem definidas (uma chuvosa e outra seca), sendo que nas regiões com chuvas mais bem distribuídas, a exemplo do Sul do país, não há um comportamento único predominante.

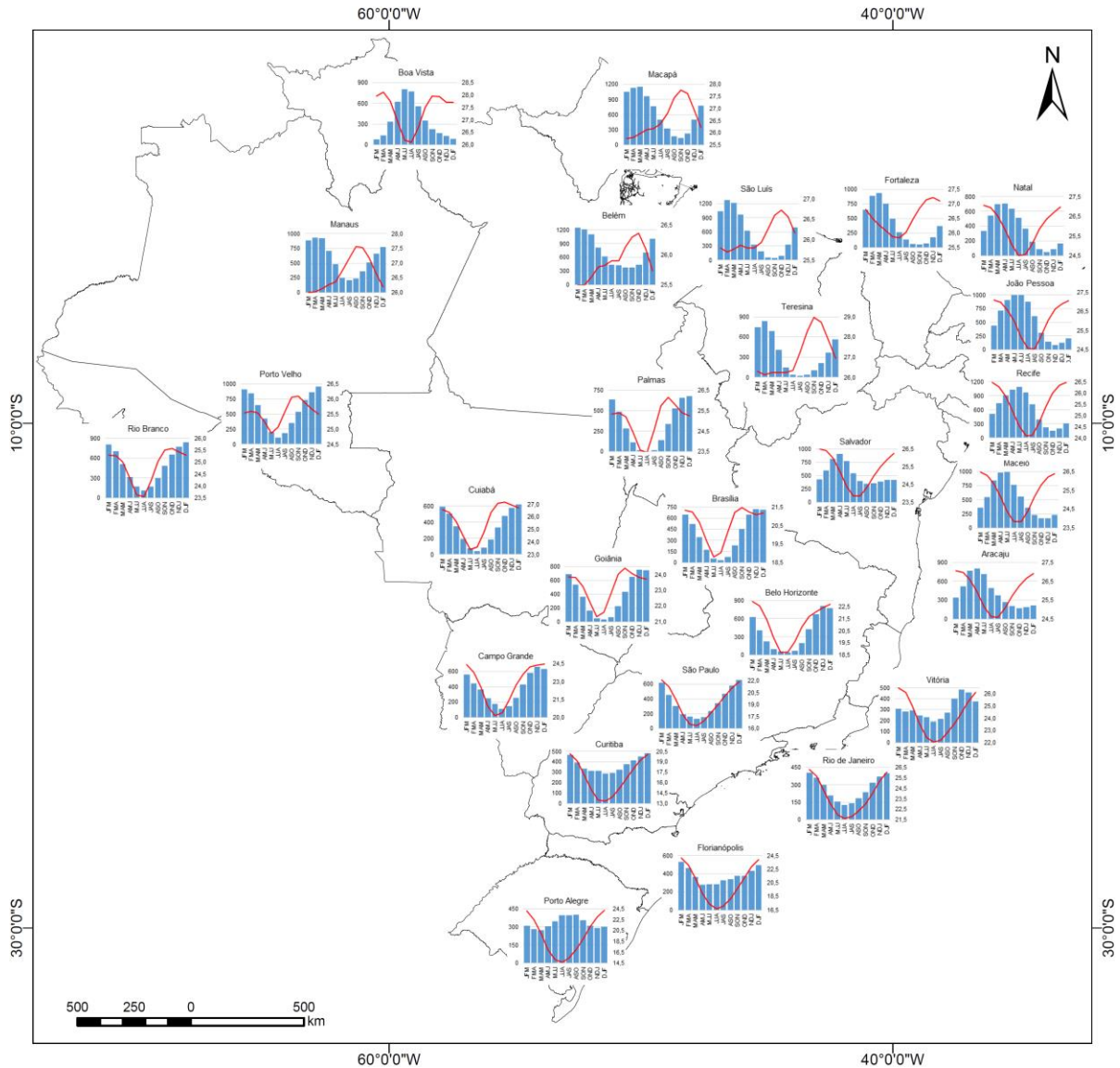


Figura 2. Climogramas trimestrais das capitais brasileiras (1961-1990).
Nota: As curvas de amplitude térmica estão ajustadas segundo os intervalos de cada capital.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do INMET (2015).

Estes padrões, em parte, podem estar associados ao padrão de infecções por rotavírus. Jagai et al. (2012) realizaram uma análise multivariada buscando identificar padrões sazonais das infecções por rotavírus e sua relação com a precipitação e a temperatura no sul da Ásia. As maiores taxas de infecções foram observadas nos meses mais frios e mais secos. Segundo os autores, em climas tropicais onde a variação da temperatura é menor, os padrões das infecções podem ser diferenciados.

Considerando a possibilidade de transmissão do rotavírus por via respiratória, observa-se influência da sazonalidade também no comportamento das diarreias provocadas por este patógeno, porém com padrão diferente daquele que ocorre com bactérias e parasitas, cuja forma de transmissão é exclusivamente fecal-oral e sua redução pode ser obtida com melhoria nas condições de saneamento e higiene (Parashar et al., 2006). Conforme Linhares (2000) um terço das diarreias e gastroenterites infecciosas em crianças menores de um ano pode ser atribuída ao rotavírus e os estados do Centro-Sul do país apresentam um padrão sazonal com maior ocorrência nos meses mais secos de maio a setembro, o que não se verifica no Nordeste e Norte.



Tabela 1. Matriz de correlação linear de Pearson (r) entre os totais trimestrais de internações por DGOIP nas capitais brasileiras (1998-2012).

	Norte							Nordeste							Sudeste				Sul			Centro-Oeste					
	Rio Branco	Porto Velho	Manaus	Boa Vista	Macapá	Belém	Palmas	São Luís	Teresina	Fortaleza	Natal	João Pessoa	Recife	Maceió	Aracaju	Salvador	Vitória	Belo Horizonte	Rio de Janeiro	São Paulo	Curitiba	Florianópolis	Porto Alegre	Campo Grande	Cuiabá	Goiânia	Brasília
Rio Branco	1,00	0,71	0,67	-0,92	0,23	-0,63	0,56	0,25	0,81	0,06	-0,79	-0,68	-0,86	-0,29	-0,99	-0,92	0,46	-0,86	-0,79	-0,91	-0,16	-0,38	0,44	-0,30	-0,18	-0,30	-0,40
Porto Velho		1,00	0,54	-0,60	0,61	-0,55	0,13	0,66	0,69	0,53	-0,31	-0,15	-0,38	-0,03	-0,69	-0,74	0,57	-0,39	-0,24	-0,48	0,32	-0,09	0,73	0,06	-0,46	-0,58	-0,65
Manaus			1,00	-0,77	0,55	-0,13	0,38	0,50	0,89	0,41	-0,30	-0,26	-0,35	0,29	-0,59	-0,44	0,85	-0,55	-0,36	-0,53	0,15	0,12	-0,23	-0,17	-0,17	-0,26	-0,40
Boa Vista				1,00	-0,21	0,32	-0,72	-0,14	-0,92	-0,02	0,70	0,77	0,79	-0,03	0,91	0,75	-0,63	0,94	0,82	0,92	0,25	0,45	-0,41	0,36	-0,11	0,03	0,17
Macapá					1,00	-0,18	-0,42	0,96	0,45	0,98	0,38	0,34	0,29	0,43	-0,15	-0,26	0,70	0,07	0,35	0,13	0,85	0,48	0,94	0,63	-0,62	-0,70	-0,76
Belém						1,00	0,07	-0,38	-0,19	-0,16	0,50	0,19	0,55	0,75	0,64	0,82	-0,01	0,27	0,33	0,42	-0,17	0,09	-0,28	0,03	0,69	0,72	0,70
Palmas							1,00	-0,51	0,54	-0,59	-0,78	-0,79	-0,76	-0,05	-0,61	-0,33	0,16	-0,83	-0,89	-0,84	-0,82	-0,71	-0,22	-0,68	0,65	0,56	0,46
São Luís								1,00	0,36	0,96	0,31	0,42	0,24	0,19	-0,18	-0,34	0,59	0,15	0,37	0,14	0,87	0,54	0,94	0,56	-0,81	-0,86	-0,90
Teresina									1,00	0,28	-0,45	-0,58	-0,56	0,28	-0,78	-0,64	0,85	-0,76	-0,58	-0,73	0,02	-0,26	0,63	-0,26	0,01	-0,13	-0,27
Fortaleza										1,00	0,52	0,49	0,43	0,41	0,01	-0,14	0,60	0,26	0,52	0,31	0,93	0,57	0,89	0,69	-0,68	-0,73	-0,77
Natal											1,00	0,75	0,97	0,59	0,83	0,70	0,02	0,79	0,93	0,91	0,67	0,66	0,13	0,64	-0,16	-0,09	-0,03
João Pessoa												1,00	0,85	0,13	0,73	0,57	-0,20	0,91	0,92	0,86	0,61	0,73	0,20	0,54	-0,49	-0,39	-0,31
Recife													1,00	0,51	0,90	0,80	-0,10	0,87	0,96	0,96	0,58	0,67	0,05	0,60	-0,14	-0,05	0,02
Maceió														1,00	0,32	0,45	0,57	0,08	0,34	0,28	0,31	0,21	0,30	0,30	0,36	0,31	0,24
Aracaju															1,00	0,94	-0,43	0,87	0,83	0,93	0,22	0,50	-0,35	0,33	0,12	0,25	0,34
Salvador																1,00	-0,32	0,69	0,65	0,77	0,00	0,42	-0,41	0,13	0,37	0,49	0,55
Vitória																	1,00	-0,39	-0,14	-0,31	0,40	0,13	0,79	0,02	-0,13	-0,24	-0,37
Belo Horizonte																		1,00	0,93	0,96	0,49	0,59	-0,10	0,62	-0,32	-0,19	-0,07
Rio de Janeiro																			1,00	0,96	0,69	0,73	0,14	0,62	-0,37	-0,27	-0,19
São Paulo																				1,00	0,53	0,63	-0,10	0,54	-0,20	-0,09	0,01
Curitiba																					1,00	0,67	0,71	0,72	-0,74	-0,75	-0,73
Florianópolis																						1,00	0,40	0,39	-0,55	-0,46	-0,41
Porto Alegre																							1,00	0,35	-0,63	-0,72	-0,81
Campo Grande																								1,00	-0,40	-0,43	-0,41
Cuiabá																									1,00	0,98	0,95
Goiânia																										1,00	0,98
Brasília																											1,00

Nota: Valores de r maiores ou iguais a 0,90 entre as séries estão realçados na tabela.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do DATASUS (MS, 2015).

Tabela 2. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as séries trimestrais de interações por DGOIP (1998-2012) e de totais trimestrais de precipitação (A) e médias trimestrais de temperatura (B) (1961-1990).

		A	B
NORTE	Rio Branco	0,94	0,89
	Porto Velho	0,84	0,23
	Manaus	0,57	-0,48
	Boa Vista	0,96	-0,83
	Belém	-0,31	-0,12
	Macapá	0,91	-0,80
	Palmas	0,48	0,56
NORDESTE	São Luís	0,98	-0,58
	Teresina	0,58	0,18
	Fortaleza	0,95	-0,13
	Natal	0,85	-0,38
	João Pessoa	0,95	-0,35
	Recife	0,92	-0,59
	Maceió	0,04	-0,12
	Aracaju	0,65	-0,77
	Salvador	0,15	-0,81

		A	B
SUDESTE	Vitória	0,13	0,78
	Belo Horizonte	-0,86	-0,81
	Rio de Janeiro	-0,48	-0,37
	São Paulo	-0,80	-0,71
SUL	Curitiba	-0,05	0,16
	Florianópolis	-0,07	-0,05
	Porto Alegre	-0,74	0,74
CENTRO-OESTE	Campo Grande	-0,30	-0,27
	Cuiabá	-0,31	0,16
	Goiânia	-0,36	0,12
	Brasília	-0,45	-0,08

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do SIH (MS, 2015) e INMET (2015).

Silva et al. (2010) analisaram o comportamento sazonal da mortalidade por diarreia em crianças menores de cinco anos em Manaus entre 1996 e 2002 e observaram correspondências entre as médias de mortalidade e de precipitação, sendo o pico registrado nos meses mais chuvosos de janeiro a março. Dias et al. (2010) observaram uma maior concentração dos casos de diarreia no Pará de janeiro a março, entre 2000 e 2004, que correspondem ao período mais chuvoso. Em contraponto a esse estudo, Linhares (2000) destacou que, na região Norte do país, o período de julho a setembro exibe maior número de diarreias infantis por rotavírus, correspondendo aos meses em que se registra menor precipitação, embora a influência da sazonalidade não seja tão marcante como a observada nas demais regiões. Estes fatores parecem auxiliar no entendimento do padrão das interações por DGOIP apresentado por Belém.

O estudo de Teixeira et al. (1991) demonstrou que, no Distrito Federal, entre 1986 e 1990, os mais altos índices de infecção por rotavírus ocorreram sempre entre maio e setembro, período de pluviosidade quase nula. Já o estudo de Cardoso et al. (2003) compreendeu o período de 1986 a 2000 e, demonstrou que em Goiânia, as maiores taxas foram observadas no período de abril a agosto. Apesar de não haver uma relação bem estabelecida na literatura, a diminuição na umidade do ar parece estar associada ao aumento na ocorrência de doenças diarreicas, até porque sugere-se a existência de um caminho adicional à transmissão do rotavírus correspondente à via respiratória (Moors et al., 2013). Desta forma, o período de seca, na região do Planalto Central, pode facilitar a transmissão desse patógeno.

Kale et al. (2004) estudando as interações e óbitos por diarreia em menores de cinco anos no município do Rio de Janeiro entre 1995 e 1998, observaram que o pico ocorria em maio e junho, caracterizando um padrão de etiologia viral da diarreia. Melli e Waldman (2009) estudaram os padrões de mortalidade por diarreia em crianças menores de cinco anos em Osasco, São Paulo, entre 1980 e 2000 e observaram um deslocamento da sazonalidade dos óbitos do verão para o outono, a partir da década de 1990, o que pode ser atribuído à ampliação do saneamento básico. Segundo os autores, houve um aumento relativo das infecções por vírus, especialmente rotavírus e, por outro lado, diminuição das infecções bacterianas, principalmente causadas por *Escherichia coli*, que assumem no verão maior importância em comunidades sem saneamento, em virtude das águas das chuvas aumentarem a contaminação ambiental.

Em março de 2006 o Brasil introduziu no calendário de vacinação a vacina contra rotavírus, para aplicação em crianças de dois a seis meses de idade. Estudo de Linhares e Justino (2014)

aponta que a cobertura da vacinação contra o rotavírus alcançou em 2011 uma média de 87,1%, variando de 72% no Norte a 93% no Sudeste do país. Tem sido demonstrada uma efetividade da vacina em 76 a 85% dos casos nas regiões Norte e Nordeste e uma redução nas taxas de internação e de mortes por gastroenterites de até 48% e 54%, respectivamente, em crianças com idade inferior a um ano. Por essa razão, sugere-se a realização de estudos de observação contínua das internações por DGOIP a fim de detectar alterações nos padrões sazonais de predominância dos casos da doença, notadamente nos estados do Centro-Sul do país, que também são aqueles com a maior cobertura de vacinação contra o rotavírus.

Patógenos como vírus são de difícil detecção e possuem grande resistência à desinfecção se comparados às bactérias. Por essa razão, seu monitoramento é raro e não há consenso acerca de métodos de remoção da água e tratamento, mesmo em países desenvolvidos (Reynolds et al., 2008). Além disso, as tecnologias de tratamento da água potável empregadas atualmente são inadequadas para eliminar cistos de alguns tipos de protozoários (Gajadhar e Allen, 2004).

Fatores como o abastecimento de água e a coleta de esgoto parecem ser importantes ao compararmos o padrão de ocorrência das internações nas diferentes regiões do país, sugerindo que as áreas com maior cobertura de saneamento básico podem apresentar comportamentos dissociados do comportamento da precipitação, o que corrobora os resultados aqui obtidos. No entanto, a dinâmica de ocorrência da diarreia não é simples, pois há diversos patógenos envolvidos e sua influência sobre os indivíduos é distinta conforme a faixa etária. Embora a maior parte da literatura existente trate da diarreia em crianças com idade inferior a cinco anos, esta amostra representa apenas 47% dos casos trabalhados nesta pesquisa e, certamente outras interações homem-patógeno se manifestam em indivíduos das demais faixas etárias.

4. Conclusões

Esta pesquisa observou que há relação temporal (intra-anual) entre o período do ano de maior registro de internações por DGOIP e o comportamento do clima, notadamente o da precipitação, ao longo do território brasileiro. Foi verificada a presença de dois padrões majoritários, em áreas com a presença de duas estações do ano mais bem definidas. As capitais cujos períodos de maior número de internações por DGOIP se assemelham ocorrem, em geral, em áreas de comportamento climático semelhante, sendo possível observar comportamentos distintos entre as regiões do país, associados predominantemente ao período da estação chuvosa no Norte/Nordeste e à estação seca nas regiões Sudeste/Centro-Oeste, o que supõe uma variação na etiologia predominante da infecção, se bacteriana ou viral. Os padrões observados podem ser utilizados em subsídio às políticas públicas das áreas de saúde pública e saneamento básico.

Em boa parte do Norte e Nordeste do Brasil, de clima equatorial, a variação da temperatura é menor ao longo do ano e os meses mais chuvosos são também os mais frios. Já no Sul, de clima subtropical, além da melhor distribuição anual da precipitação, os meses mais frios podem ocasionar um maior número de infecções por rotavírus, devendo este fato ser considerado nas análises. Tal tipo de infecções também parece explicar o comportamento das internações na região do Planalto Central do Brasil. No entanto, este tipo de estudo precisa ser efetuado por pesquisas epidemiológicas que utilizam *coortes* e, conseqüentemente, uma metodologia diferente da adotada neste trabalho, cujo foco correspondeu a um estudo ecológico e uma análise geográfica dos resultados, não podendo ser definidos os patógenos responsáveis pelas internações registradas mas, somente, efetuar inferências e observações empíricas.

Em estudos futuros, os dados poderão ser desagregados por faixa etária, observando o comportamento apresentado pelos diferentes grupos da população. Além disso, os padrões de distribuição espaço-temporal aqui identificados poderão ser analisados em escalas de maior detalhe, buscando encontrar fatores associados a ocorrência das diarreias e gastroenterites infecciosas nos contextos espaciais regionais e locais.

Referências Bibliográficas

- Ardkaew, J.; Tongkumchum, P. Statistical Modelling of Childhood Diarrhea in Northeastern Thailand. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 40, n.4, p. 807-815, 2009.
- Cardoso, D. D. P.; Soares, C. M. A.; Dias e Souza, M. B. L.; Azevedo, M. S. P.; Martins, R. M. B.; Queiroz, D. A. O.; Brito, W. M. E. D.; Munford, V.; Rácz, M. L. Epidemiological features of rotavirus infection in Goiania, Goias, Brazil, from 1986 to 2000. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 1, p. 25–29, 2003.
- Dias, D. M.; Silva, A. P.; Helfer, A. M.; Maciel, A. M. T. R.; Loureiro, E. C. B. Morbimortalidade por gastroenterites no Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 1, n. 1, p. 53-60, 2010.
- Fuckner, M. A. **Estudo dos padrões espaço-temporais de ocorrência da diarreia no semiárido brasileiro**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. 337p.
- Gajadhar, A. A.; Allen, J. R. Factors contributing to the public health and economic importance of waterborne zoonotic parasites. **Veterinary Parasitology**, v. 126, p. 3-14, 2004.
- Herrador, B. R. G. ; Blasio, B. F.; Macdonald, E.; Nichols, G.; Sudre, B.; Vold, L.; Semenza, J. C.; Nygard, K. Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking water-related waterborne infections: a review. **Environmental Health**, v. 14, n. 1, 14 :29, 2015.
- Kale, P. L.; Fernandes, C.; Nobre, F. F. Padrão temporal das internações e óbitos por diarreia em crianças, 1995 a 1998, Rio de Janeiro. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 1, p. 30-37, 2004.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília: INMET, 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>.
- Jagai, J. S.; Sarkar, R.; Castronovo, D.; Kattula, D.; Mcentee, J.; Ward, H.; Kang, G.; Naumova, E. N. Seasonality of rotavirus in South Asia: a meta-analysis approach assessing associations with temperature, precipitation, and vegetation index. **PLoS One**, v. 7, n.5, e38168, 2008.
- Linhares, A. C. Epidemiologia das infecções por Rotavírus no Brasil e os desafios para o seu controle. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 629-646, 2000.
- Linhares, A. C.; Justino, M. C. Rotavirus vaccination in Brazil: effectiveness and health impact seven years post-introduction. **Expert Review of Vaccines**, v. 13, n. 1, p. 43-57, 2014.
- Melli, L. C. F. L.; Waldman, E. A. Temporal trends and inequality in under-5 mortality from diarrhea. **Jornal de Pediatria**, v. 85, n. 1, p. 21-27, 2009.
- Ministério da Saúde (MS). **Informações de Saúde (TABNET)**. Brasília: MS/DATASUS, 2015. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- Moors, E.; Singh, T.; Siderius, C.; Balakrishnan, S.; Mishra, A. Climate change and waterborne diarrhoea in northern India: Impacts and adaptation strategies. **Science of the Total Environment**, 2013.
- Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2ª ed. Brasília: OPAS, 2008. 349p.
- Parashar, U. D.; Gibson, C. J.; Bresee, J. S.; Glass, R. I. Rotavirus and severe childhood diarrhoea. **Emerging Infectious Diseases**, v. 12, n. 2, p. 304–306, 2006.
- Reynolds, K. A.; Mena, K. D.; Gerba, C. P. Risk of waterborne illness via drinking water in the United States. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 192, p. 117–158, 2008.
- Sastry, N; Burgard, S. The prevalence of diarrheal disease among Brazilian children: trends and differentials from 1986 to 1996. **Social Science and Medicine**, v. 60, p. 923–935, 2005.
- Silva, D. X.; Barcellos, C.; Bacuri, R. **Vulnerabilidade e efeitos das mudanças climáticas na saúde pública em Manaus**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2010. 85p.
- Teixeira, J. M. S.; Figueiredo, R. B., Santos, H. M. P.; Ferreira, M. N. R.; Câmara, G. N. N. L. Aspectos epidemiológicos das infecções por rotavírus no Distrito Federal, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 24, n. 4, p. 223- 230, 1991.
- World Health Organization (WHO). **World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life**. Genebra: WHO, 2002. Disponível em: <http://www.who.int/whr/2002>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- _____. **The global burden of disease: 2004 update**. Genebra: WHO, 2008. 148p. Disponível em: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004_update_full.pdf. Acesso em: 15 mar. 2015.