

Artigo

Influenza (H1N1) e a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) no Ceará: Relações com as Variáveis Meteorológicas

José Maria Brabo Alves¹ , Roberto José Almeida de Pontes¹,
Monalisa Barbosa Monteiro Dias¹, Emerson Mariano da Silva¹ 

¹*Mestrado em Climatologia e Aplicações nos Países da CPLP e África, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.*

Recebido em: 24 de Fevereiro de 2023 - Aceito em: 20 de Abril de 2023

Resumo

O estudo apresenta uma análise da relação diagnóstica (mensal e semanal) dos casos e óbitos de Influenza (H1N1) e Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) com o comportamento das variáveis meteorológicas (precipitação e temperaturas máximas e mínimas) entre os anos de 1914 e 2019 no Estado do Ceará. Os resultados mais expressivos mostraram que tanto H1N1 como SRAG tem casos e óbitos notificados principalmente a partir do mês de março, intensificando nos meses de inverno e primavera austrais. Em média, o número de ocorrências de H1N1 e SRAG é baixo nos primeiros sete meses do ano, e aumentam a partir de agosto atingindo valores máximos em dezembro. O pico da contaminação por H1N1 e SRAG ocorre nos meses a partir do segundo semestre dos anos, em direção aos meses do final do ano. Em relação às variáveis meteorológicas e os casos de H1N1 e SRAG os resultados mostraram desvios normalizados de casos acima da média nas semanas dos meses de setembro a dezembro, e sugerem que as temperaturas máximas e mínimas do ar foram observadas com valores abaixo da média. Quanto à de contaminação da influência de casos semanais de H1N1 e SRAG no período de abril a julho com relação aos casos dos meses à frente, estes explicam estatisticamente, com confiança de 95% (segundo teste t-Sudent), da ordem de 16% a 49% dos casos um mês adiante, sendo mais aparente para os meses de abril a maio, de maio a junho e de junho a julho.

Palavras-chave: variabilidade climática, mudanças climáticas, endemias.

Influenza (H1N1) and Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) in Ceará: Relationship with Meteorological Variables

Abstract

This study performed a monthly and weekly diagnostic analysis of cases and deaths of Influenza (H1N1) and Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) between the years 1914 and 2019 in Ceará State and their relationships with meteorological variables, precipitation and maximum and minimum temperatures. The most expressive results showed that both H1N1 and SARS have cases and deaths reported mainly from March onwards, intensifying in the austral winter and spring months. In 2018, an outbreak of H1N1 and SARS was observed in the State of Ceará with a high number of cases and deaths, mainly from SARS. On average, cases of H1N1 and SARS are low in the first 7 months of the year, and increase from August onwards reaching peak values in December. The peak of H1N1 and SARS contamination occurs in the months from the second half of the year towards the end of the year. In relation to the meteorological variables and the cases of H1N1 and SARS, the results showed that there is, in the period of greater incidence of notified cases of H1N1 and SARS, that normalized deviations of cases above the average, in the weeks of the months of September to December in most part of the years under study, suggest that the maximum and minimum temperatures in the State of Ceará were observed with values below the average. As for contamination from the influence of weekly cases of H1N1 and SARS from April to July in relation to cases from the months ahead to December, these explain, statistically with confidence of 95% according to the t-Sudent test, only of the order of 16% until 49% of cases a month ahead, being more apparent for the months of April to May, from May to June and from June to July.

Keywords: climate variability, climate change, endemics.

1. Introdução

A percepção da relação entre o comportamento das variáveis meteorológicas, suas variabilidades, e as condições de saúde e de conforto humano é bem estabelecida por diversos estudos publicados na literatura. Atualmente, as variações do clima e as mudanças climáticas antropogênicas estão tendo um impacto em 80% dos ecossistemas terrestres, sobre os quais vivem da ordem de 85% da população global (Barcelos *et al.*, 2009; Nardell *et al.*, 2020; Callaghan *et al.*, 2021; Konstantinou *et al.*, 2022; Khine e Langkulsen, 2022).

Freitas (2004) afirma que os casos de doenças respiratórias são prevalentes em países de clima temperado, sendo que no Brasil encontram-se maior ocorrência em períodos chuvosos e mais frios (Brasil, 2009, 2010). As infecções respiratórias inferiores foram classificadas como a quarta principal causa de morte a nível mundial, tendo a Influenza (H1N1) carga de mortalidade global anual estimada entre 290.000-650.000 mortes (WHO, 2019). Em 2009 registraram-se os primeiros casos de Influenza A (H1N1) no México, que rapidamente se espalharam pelo mundo (Brasil, 2009), tendo sido registrado nesse ano 905 casos confirmados em 23 estados brasileiros e no Distrito Federal (Greco *et al.*, 2009).

No Brasil entre as principais doenças infecciosas e endêmicas que afetam a população e possuem estreita relação com a variabilidade climática, estão Síndrome a Respiratória Aguda Grave (SRAG) e Síndrome Gripal por vírus Influenza (Brasil, 2016).

Em relação ao Estado do Ceará, menciona-se que o clima é classificado como tropical quente semiárido, com período chuvoso observado no primeiro semestre do ano, com as chuvas concentradas, em geral, no período de fevereiro a maio (Alves e Repelli, 1992). Os fatores do clima dessa região são os mesmos que caracterizam as condições meteorológicas da região semiárida do nordeste brasileiro (Alves *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2020).

Nesse contexto, ressalta-se a importância das pesquisas que relacionam o comportamento das variáveis climáticas e a ocorrência de doenças infecciosas e endêmicas, visto o potencial de impacto da variabilidade do clima nos ciclos de transmissão dessas doenças nesta região. Assim, o objetivo do estudo é realizar uma análise das ocorrências e óbitos por H1N1 e SRAG entre 2014 e 2019 e investigar a relação destas ocorrências com o comportamento das variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar - máxima e mínima) no Estado Ceará.

2. Materiais e Métodos

Os dados usados no estudo são de ocorrências registradas e confirmadas de casos semanais (H1N1 e SRAG) e óbitos associados que foram notificadas pela Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA/CE), semanalmente e

acumulados mensalmente para o período de 2014 a 2019. Os casos de H1N1 foram identificados por exames laboratoriais e os casos de SRAG foram através de exames clínicos que identificaram sintomas da infecção, assim, menciona-se que pode haver casos de H1N1 em seu cerne.

Em relação às variáveis meteorológicas, nas análises do comportamento das chuvas observadas (precipitação pluviométrica) foram usados dados diários médios no Ceará no período entre os anos de 2014 e 2019 obtidos na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Para as análises do comportamento da temperatura do ar próximo à superfície terrestre (máximas e mínimas) foram usados os dados diários (2014 a 2019) disponíveis no portal eletrônico do National Center for Environment Prediction (NCEP) do Climate Prediction Center (CPC) dos Estados Unidos da América, descritos em Kanamitsu *et al.* (2002). Com esses dados em pontos de grade (0,5° de latitude e de longitude) foi selecionada a área de cobertura do Estado do Ceará (9,5° S e 2° S e 45° W e 38° W) para obter os valores de interesse e, assim, calcular o valor médio sobre a região em estudo. Assim, as variáveis meteorológicas usadas no estudo tiveram seus dados diários convertidos para acumulados semanais/mensais, resultando em 52 semanas no total.

Visando preencher as informações ausentes (falhas de notificações) sobre o número de ocorrências e óbitos por H1N1 e SRAG foram calculadas as médias semanais (2014-2019) para preenchimento desses dados nas séries. Assim, foram calculadas as estatísticas descritivas mensais no período em estudo (médias, desvios padrões, coeficientes de variação e desvios normalizados pelo desvio padrão) das ocorrências e óbitos por H1N1 e SRAG e das variáveis meteorológicas.

Para a inferência de contaminação por H1N1 e SRAG foram usados cálculos de coeficientes de correlação linear entre os casos semanais, considerando a relação dos meses de abril, maio, julho e julho, com cada mês subsequente até dezembro. Os meses de abril, maio, junho e julho, foram selecionados por serem de maiores registros dos casos notificados pela SESA/CE. Em adição, para a avaliação do nível de significância observada nas correlações entre essas variáveis foi usado o teste estatístico t-Student no nível de 95% (Huang e Paes, 2013).

3. Resultados e Discussões

Nas Tabelas 1 e 2 se observam que, em geral, os casos e óbitos registrados por contaminação de H1N1 e SRAG se concentram no segundo semestre, com as maiores médias, desvios padrões e coeficientes de variação nesse período. Ressalta-se que, em ambos os casos, os primeiros meses do ano têm em média um número muito pequeno de ocorrências registradas, as quais passam a aumentar e seguem essa tendência a partir dos meses mais chuvosos (março e abril).

Tabela 1 - Estatística mensal (2014 a 2019) dos casos e óbitos notificados de H1N1. D_p e C_v significam desvio padrão e coeficiente de variação, respectivamente.

	Casos			Óbitos		
	Média	D_p	C_v	Média	D_p	C_v
Janeiro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fevereiro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Março	0.33	0.53	0.63	0.17	0.26	0.63
Abril	0.67	1.05	0.63	0.33	0.53	0.63
Mai	1.00	1.58	0.63	0.50	0.79	0.63
Junho	1.67	2.03	0.82	0.83	1.03	0.81
Julho	2.67	2.54	1.05	1.33	1.39	0.96
Agosto	3.50	2.94	1.19	1.67	1.56	1.07
Setembro	5.33	3.21	1.66	2.17	1.75	1.24
Outubro	8.33	3.80	2.19	3.00	2.16	1.39
Novembro	20.83	11.12	1.87	4.17	2.96	1.41
Dezembro	37.33	28.14	1.33	7.50	4.65	1.61

Tabela 2 - Estatística mensal (2014-2019) de casos e óbitos notificados de SRAG. D_p e C_v significam desvio padrão e coeficiente de variação.

	Casos			Óbitos		
	Média	D_p	C_v	Média	D_p	C_v
Janeiro	6.50	6.66	0.98	0.33	0.53	0.63
Fevereiro	10.50	10.52	1.00	0.50	0.79	0.63
Março	15.33	15.38	1.00	1.17	1.84	0.63
Abril	20.67	20.86	0.99	1.83	2.90	0.63
Mai	26.67	26.99	0.99	2.83	4.17	0.68
Junho	35.00	32.80	1.07	3.83	5.14	0.75
Julho	45.50	39.19	1.16	5.17	6.06	0.85
Agosto	54.67	45.62	1.20	6.33	7.01	0.90
Setembro	68.67	50.36	1.36	7.50	7.15	1.05
Outubro	89.67	55.56	1.61	9.33	7.50	1.24
Novembro	141.00	76.06	1.85	14.00	10.02	1.40
Dezembro	207.33	131.50	1.58	22.50	18.94	1.19

Para os registros de SRAG, observa-se que os valores médios mensais de desvios padrões e coeficientes de variação são maiores em magnitudes do que para a H1N1, indicando a maior quantidade de casos notificados. Ressalta-se que essa questão pode ser justificada pela forma de detecção da doença, visto depender somente de diagnóstico clínico enquanto para H1N1 é necessário o exame laboratorial.

As Figs. 1 e 1b mostram a variabilidade dos casos e óbitos por H1N1. Observa-se que existe sincronia nos períodos de ocorrências e óbitos. Em geral, os casos de H1N1 se iniciam substancialmente nas semanas dos meses de outono (março a abril) e tendem a crescer nos meses de inverno e se estabilizarem nesses meses (junho, julho e agosto). Os óbitos também seguem essa característica (Fig. 1a).

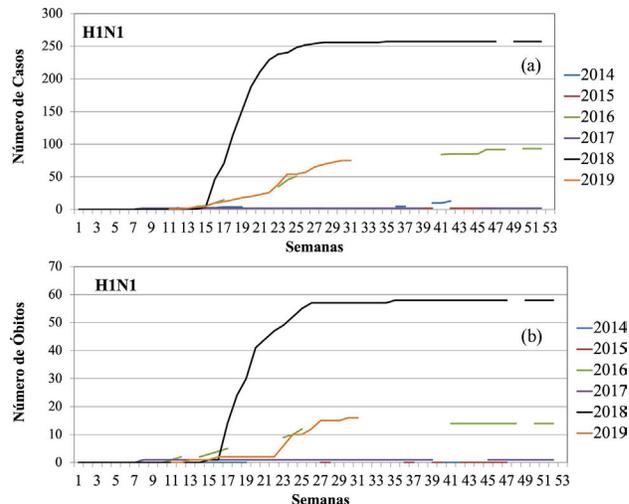


Figura 1 - Número de casos e óbitos notificados H1N1 no Ceará (2014-2019). As falhas nos gráficos são relativas às semanas com dados não informados.

Quanto ao número de óbitos por H1N1 notificados (semanalmente) no Estado do Ceará, se observa que variaram entre 0 e 60 óbitos por semana no período, com destaque para o ano de 2018 em que os óbitos crescem a partir da décima sexta semana (em torno do final do mês de abril), atingindo aproximadamente 60 óbitos e estabilizando com esse número até o final do ano. Para os demais anos do período em estudo, se observa que as ocorrências de óbitos semanais por H1N1 atinge valor máximo de aproximadamente quinze a dezesseis por semana, a partir da vigésima segunda semana do ano, nos anos de 2016 e 2019 (Fig. 1b).

A variabilidade semanal de ocorrências de casos e de óbitos notificados por SRAG são mostradas nas Figs. 2 e 2b. As ocorrências iniciam nas semanas dos meses de outono (março e abril), e coincidem com as ocorrências das chuvas, ou seja, com a climatologia das chuvas observadas na região, e crescem nos meses de inverno (maio a julho), se estabilizando até as semanas dos meses de primavera e início do verão austral. Situação semelhante ao observado para os casos e óbitos registrados por H1N1.

Nos seis anos de análises deste estudo, observa-se que, em três anos (2014, 2015 e 2017) os casos registrados por SRAG não excederam os duzentos. Porém, nos anos de 2017, 2018 e 2019, se observam valores que variam de aproximadamente quinhentos até mais de 1.200 casos registrados, destacando-se o ano de 2018 com os maiores registros de casos a partir da vigésima primeira semana do ano (Fig. 2a).

Os óbitos por SRAG, em consistência com os dados de notificações de casos, também são superiores aos números registrados por H1N1 no Estado do Ceará. Observou-se que o ano de 2018, assim como para os casos de H1N1, também se obteve os maiores registros

de óbitos por SRAG, superando 100 óbitos a partir da vigésima segunda semana do ano (Fig. 2b). Em adição, ressalta-se um pico de óbitos por SRAG em torno da

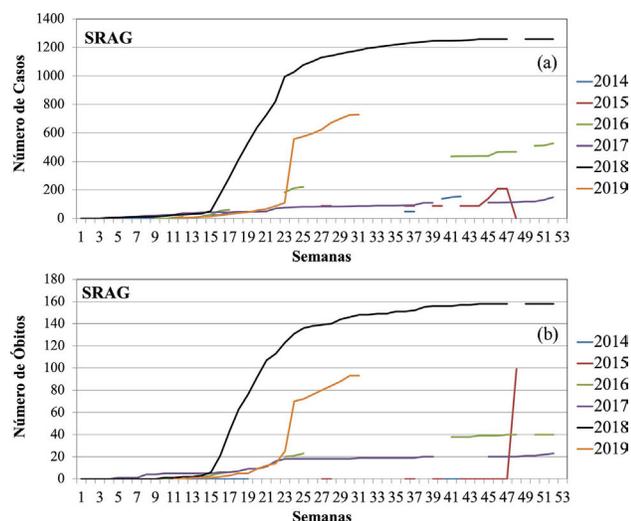


Figura 2 - Número de casos notificados SRAG no Ceará (2014-2019). As falhas nos gráficos são relativas às semanas com dados não informados.

quadragésima terceira semana, característica não observada nos demais anos em análise, bem como um crescimento anômalo nesses números observado no ano de 2015.

Essas análises acima endereçam uma questão e reflexão a cerca da ocorrência de casos de H1N1 e SRAG no Estado do Ceará, mostrando que se iniciam nos meses de maior ocorrência das chuvas no Estado (março e abril) e tende a aumentar nos meses de inverno e primavera do hemisfério sul (junho a novembro). Características que corroboram com vários estudos na literatura (Conceição, 2003; Oxford, 2002; Nicholson, 2003; Freitas, 2004; Hardelip *et al.*, 2011; Nedel, 2008, Souza, 2007; Cajazeiras, 2012).

As Fig. 3 e 4 (a, b, c, d, e, f) mostram a variabilidade interanual (2014 a 2019) dos desvios normalizados dos casos registrados (H1N1 e SRAG) em relação as chuvas e a temperatura do ar (máximas e mínimas) observadas no Estado do Ceará. A premissa dessas análises é inferir qualitativamente como as ocorrências (H1N1 e SRAG) acima da média (desvio normalizados > 0,5), abaixo da média (desvios normalizados < 0,5) e em torno da média ($\geq 0,5$ e $\leq 0,5$) estão associadas ao comportamento das variáveis atmosféricas.

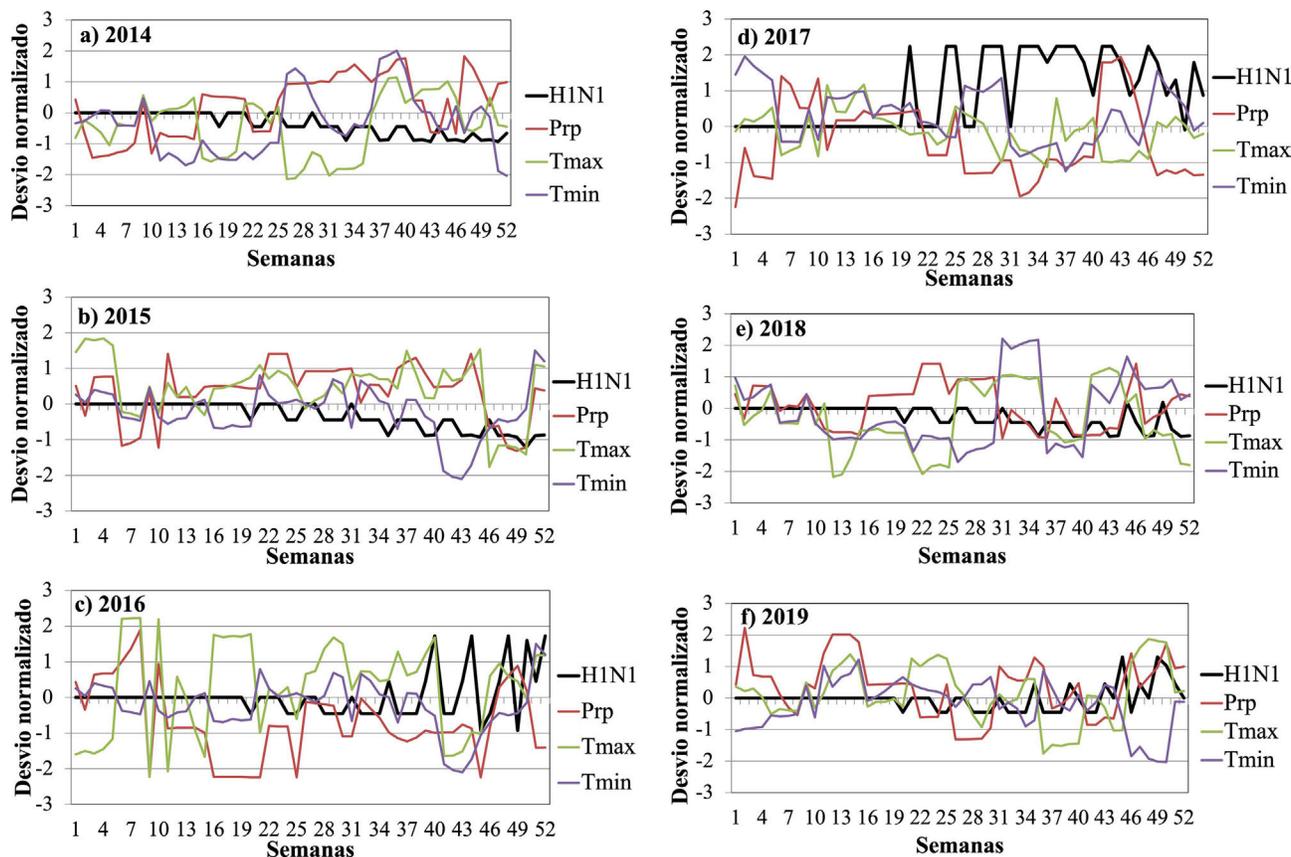


Figura 3 - Variabilidade semanal do desvio normalizado dos casos de H1N1, das chuvas (Prp), da temperatura máxima do ar (Tmax) e da temperatura mínima do ar (Tmin) no período de 2014 a 2019.

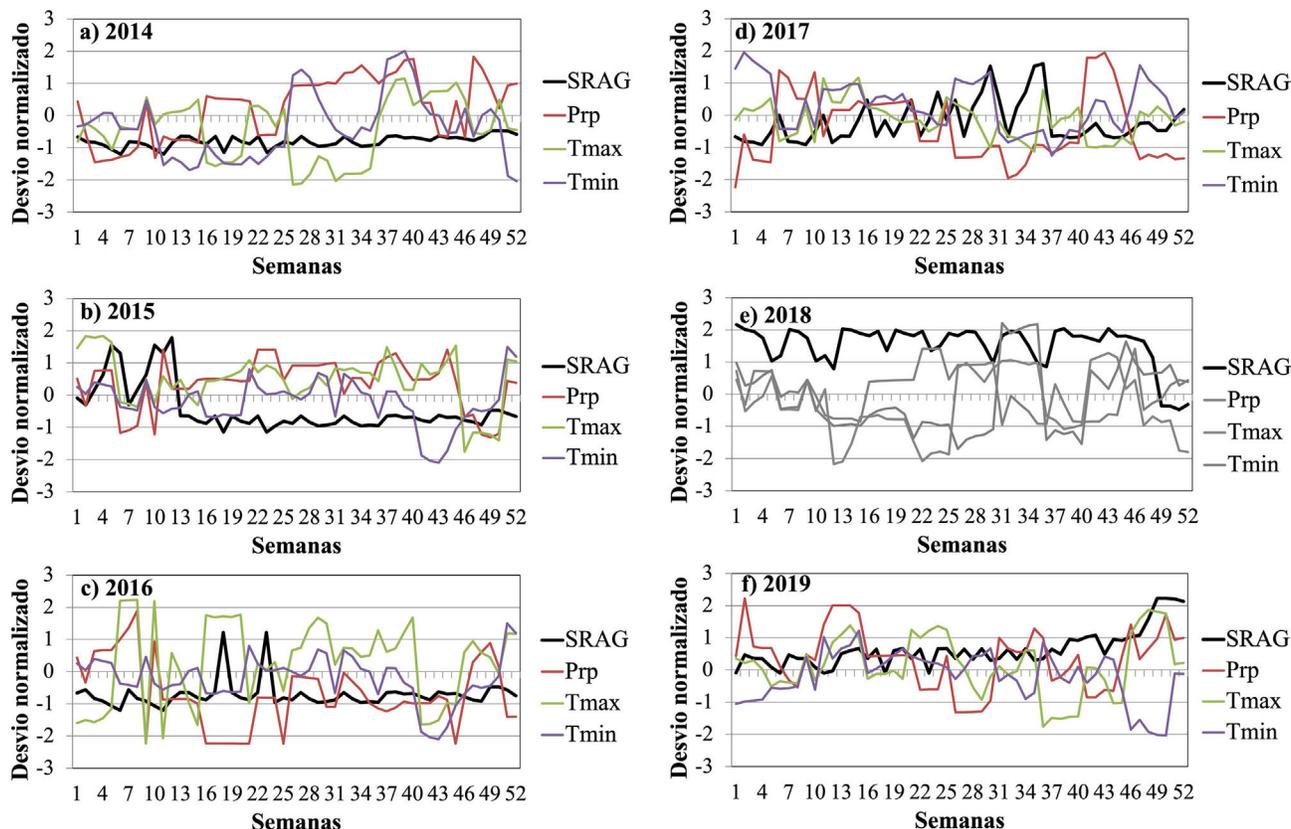


Figura 4 - Variabilidade semanal do desvio normalizado dos casos de SRAG, das chuvas (Prp), da temperatura máxima do ar (Tmax) e da temperatura mínima do ar (Tmin) no período de 2014 a 2019.

A [Fig. 3a](#) mostra a variabilidade para o ano de 2014, assim, observa-se que os casos registrados de H1N1 estiveram próximos às médias semanais entre a primeira e trigésima quarta semana do ano ou abaixo desta até o fim do ano. Destaca-se que, quando principalmente as temperaturas mínimas e a precipitação estiveram acima da média, a partir da vigésima quinta semana as ocorrências de H1N1 predominaram abaixo da média.

Para o ano de 2015, se observa que os casos semanais registrados por H1N1 também estiveram próximos às médias semanais entre a primeira e trigésima quarta semana do ano e oscilaram com predomínio, também, de em torno e abaixo da média até o fim do ano ([Fig. 3b](#)). Menciona-se que as chuvas e a temperatura máxima do ar estiveram, em geral, acima da média durante todo o ano, enquanto a temperatura mínima do ar apresentou a maior oscilação de em torno e abaixo da média.

Em 2016 ([Fig. 3c](#)) observa-se que os casos registrados por H1N1, assim como nos anos anteriores (2015 e 2014), estiveram próximos às médias semanais entre a primeira e trigésima quarta semana do ano, com a mesma configuração de desvios, indicando poucos casos notificados nesse período do ano. Em adição, entre a trigésima sétima semana e o final do ano, os casos de H1N1 notificados aumentaram, predominando desvios normalizados

positivos. Nesse ano, as chuvas e as temperaturas mínimas do ar estiveram, na maior parte do período, abaixo da média, e as temperaturas máximas predominaram em grande parte do ano com desvios normalizados apresentando valores acima da média.

No ano de 2017 ([Fig. 3d](#)) se observa que os casos começaram a se intensificar mais cedo, diferente do observado nos anos anteriores (2014 a 2016), a partir da décima nona semana do ano os desvios normalizados se mostraram positivos, predominando significativamente acima da média após a trigésima primeira semana. Quanto ao comportamento das variáveis atmosféricas meteorológicas no período, se observa que as chuvas e as temperaturas máximas e mínimas do ar apresentaram uma predominância de valores negativos dos desvios normalizados, a partir da décima nona semana.

Em 2018 encontram-se similaridades com os anos de 2014 e 2015, com os valores em torno e abaixo da média durante todas as semanas do ano, assim, os desvios normalizados com valores abaixo da média foram mais intensos entre a trigésima primeira e quadragésima terceira semana do ano. Destaca-se que, nesse período as temperaturas máximas e mínimas do ar apresentaram valores abaixo da média ([Fig. 3e](#)). Em 2019 se observa que os valores dos desvios dos casos registrados estão próximos

da média, com um incremento nos casos a partir da quadragésima sexta semana epidemiológica (Fig. 3f).

A Fig. 4a mostra a variabilidades dos desvios dos casos SRAG para o ano de 2014. Observa-se que os casos atingiram valores abaixo da média em praticamente todo o ano, com uma pequena exceção no final do ano. Destaca-se uma relação de predomínio de desvios positivos das variáveis meteorológicas e casos de SRAG abaixo da média registrados a partir da vigésima sétima semana do ano.

Para o ano de 2015 (Fig. 4b) os casos de SRAG estiveram próximos ou abaixo das médias semanais durante todo ano, a exceção do primeiro quinto do ano em que se observa uma oscilação acima da média. Nesse período se observa que as chuvas e a temperatura máxima do ar estiveram predominantemente acima da média durante todo o ano, enquanto a temperatura mínima do ar apresentou uma oscilação de em torno e abaixo da média.

Na Fig. 4c se observa que os casos de SRAG, assim como nos anos de 2015 e 2014, estiveram próximos das médias semanais em quase todas as semanas do ano, com predomínio de desvios negativos. Destaca-se que entre a décima sexta e vigésima quinta semana do ano, os casos notificados aumentaram predominando desvios normalizados positivos. Nesse ano, destaca-se que as temperaturas máximas do ar estiveram predominantemente com desvios normalizados próximos à média ou acima e as chuvas observadas com desvios normalizados majoritariamente negativos.

Em 2017 os casos de SRAG estão em torno da média (nos primeiros três meses do ano) ou acima, e apresentam uma tendência crescente a partir desse período até a trigésima sétima semana, voltando a apresentar desvios normalizados negativos ou próximos à média. Quanto às variáveis meteorológicas, foi observado que todas apresentaram um predomínio de uma oscilação de em torno da média à acima ao longo do ano (Fig. 4d).

Em 2018 os casos de SRAG, em geral, estão em torno ou abaixo da média no período, em particular no final do ano foi observado um declínio nos casos notificados de

SRAG. Com relação às variáveis meteorológicas, se observa que as temperaturas máximas e mínimas do ar com desvios predominando de em torno ou abaixo da média.

No ano de 2019 encontram-se os valores de desvios normalizados positivos em todos os meses do ano, com uma pequena tendência de crescimento positivo, a qual aumentou a partir da trigésima sétima semana até o fim do ano. Nas variáveis meteorológicas, se observa da primeira à vigésima segunda semana do ano uma inclinação positiva de valores de desvios normalizados. Após essa semana foi observado o inverso dessa característica, com as variáveis meteorológicas apresentando predomínio de valores de desvios normalizados próximos ou abaixo da média.

Essas relações com as variáveis meteorológicas e H1N1 e SRAG foram consistentes, principalmente com a temperatura do ar máximas e mínimas, com estudos feitos em países africanos, que evidenciam que a gripe viral Influenza e seus subtipos estão relacionados negativamente com a temperatura do ar (Yang *et al.*, 2018). Também ficou mais evidente que nas semanas da maioria dos anos quando a precipitação e as temperaturas máximas e mínimas predominaram com desvios acima (abaixo da média) os casos de H1N1 e de SRAG estiveram com desvios abaixo (acima) da média.

As Tabelas 3 e 4 mostram as correlações e suas significâncias estatísticas para os casos semanais de H1N1 e SRAG no período dos meses de abril a julho com cada mês subsequente até o final do ano. Resultados que mostram as possibilidades de contaminação nesses meses de maior incidência até o final do ano.

Observa-se que as correlações são, em maioria, de magnitude classificada como fracas a moderadas (Tabela 3), com os valores variando de próximos a zero a 0,42 (Witte e Witte, 2005), o que explica em torno de 16% dos casos de H1N1 pela sua própria variabilidade entre os meses de maio para junho e junho para julho.

Esse valor em módulo (0,42), em geral, infere que os casos de H1N1 de um mês só têm alguma relação mais

Tabela 3 - Coeficiente de correlação entre os casos de H1N1 semanais (abril a julho) com seus casos em meses subsequentes até dezembro (significância estatística - 95% e 5%).

	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Abril	0.40	0.06	0.03	0.13	0.21	0.38	0.00	0.00
Significância	95.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00
Maio	0.00	0.42	0.03	0.13	0.21	0.38	0.27	0.00
Significância	0.00	95.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
Junho	0.00	0.00	0.43	0.13	0.21	0.38	0.27	0.25
Significância	0.00	0.00	95.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Julho	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.38	0.27	0.25
Significância	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

Tabela 4 - Coeficiente de correlação entre os casos de ARAG semanais (abril a julho) com seus casos em meses subsequentes até dezembro (significância estatística - 95% e 5%).

	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Abril	0.59	-0.16	0.15	0.09	-0.17	-0.46	0.00	0.00
Significância	95.00	95.00	5.00	5.00	95.00	95.00	0.00	0.00
Maio	0.00	0.07	0.15	0.09	-0.17	-0.46	-0.88	0.00
Significância	0.00	5.00	5.00	5.00	95.00	95.00	95.00	0.00
Junho	0.00	0.00	0.71	0.09	-0.17	-0.46	-0.88	-0.81
Significância	0.00	0.00	95.00	5.00	95.00	95.00	95.00	95.00
Julho	0.00	0.00	0.00	0.46	-0.17	-0.46	-0.88	-0.81
Significância	0.00	0.00	0.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00

direta com os casos de H1N1 do mês seguinte, de abril para maio e de junho para julho, sendo que depois desse período de maior número de casos observados essa relação (correlação estatística) é fraca.

Na [Tabela 4](#) se observa valores de correlação estatística, em geral, classificadas como de fracas a moderadas, porém, existem valores acima de 0,7 (em módulo) que são classificados como de correlação fortes ([Witte e Witte, 2005](#)). Apesar de, em geral, os resultados apontarem que em grande parte dos meses só existe relação direta com os casos de SRAG do mês seguinte.

As explicações de como casos de um mês expressam os casos de contaminação de meses a frente mostram maiores correlações positivas entre os meses de abril a maio (0,59) e junho a julho (0,71), com explicação da ordem de 25% e 49% dos casos registrados em um mês que podem ser explicados por infecções registradas no mês anterior. Resultados com coeficientes de correlação negativos foram encontrados nessas relações mensais.

4. Considerações Finais

Como resultados deste estudo destacam-se que os casos notificados e de óbitos de H1N1 e SRAG ocorrem principalmente a partir de março e abril, crescendo a partir dos meses de junho a agosto e estabilizando até o fim do ano. Essa característica foi observada nos seis anos de estudo (2014 a 2019). E, que no ano de 2018 foi observado um surto de H1N1 e SRAG no Estado do Ceará com elevado número de casos e mortes, principalmente de SRAG.

As médias dos registros de infecção por H1N1 e SRAG são baixas nos primeiros sete meses do ano, elevando-se principalmente a partir de agosto, atingindo valores máximos em dezembro. Ocorrem mais casos de H1N1 e SRAG no Estado do Ceará no período chuvoso, porém, existe uma tendência de crescimento nos meses do segundo semestre dos anos, em direção aos meses do final do ano.

As análises dos desvios normalizados semanais para H1N1, como na variabilidade interanual, mostram

que os desvios foram próximos à média até aproximadamente a trigésima quinta e quadragésima semana, aumentando para um número de casos acima da média até o fim do ano. A exceção foi o ano de 2017 para H1N1, que apresentou desvios normalizados positivos desde o início do ano. Para SRAG, como os dados mostraram casos desde início do ano, os desvios normalizados observados predominaram também com valores abaixo da média em quase todos os anos em estudo, com exceções nos anos de 2018 e 2019, os quais tiveram número de casos notificados semanais acima da média desde o início do ano.

Sobre a relação entre os registros H1N1 e SRAG e comportamento das variáveis atmosféricas, os resultados mostraram mais expressivos que aparentemente no período de maior incidência de casos notificados de H1N1 e SRAG, que desvios normalizados de casos acima da média dessas endemias, nas semanas dos meses de setembro até dezembro na maior parte dos anos em estudo, se relacionaram com predomínio de temperaturas máximas e mínimas e precipitação no Estado do Ceará com valores abaixo da média.

Na questão de contaminação da influência de casos semanais de H1N1 e SRAG dos meses de abril a julho com relação aos casos dos meses subsequentes até dezembro, os resultados sugerem que estes se relacionam somente em torno de 16%, 25% e 49% dos casos um mês adiante, sendo mais aparente para os meses de abril a maio, de maio a junho e de junho a julho.

Para trabalhos em futuros recomendam-se estudos com uso de séries temporais mais longas (escala espacial e temporal). Essa abordagem poderá favorecer maior segurança nas avaliações dos elementos climáticos e nas incidências de doenças do aparelho respiratório. Desta forma, poderá se definir, com maiores detalhes, os aspectos das principais tendências sazonais dos agravos dessas endemias. Além disso, nas novas pesquisas, sugere-se também que se incorpore um maior quantitativo de dados climáticos através de observações de estações meteorológicas, contemplando mais pontos no complexo de coletas para fins científicos.

Referências

- ALVES, J.M.B.; REPELLI, C.A. A variabilidade pluviométrica no setor norte do Nordeste e os eventos El Niño e Oscilação Sul (ENOS)Sul (ENOS). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 7, n. 2, p. 583-592, 1992.
- ALVES, J.M.B.; SERVAIN, J.; CAMPOS, J.N.B. Relationship between ocean climate variability and rain fed agriculture in Northeast Brazil. **Clim. Res.**, v. 38, n. 3, p. 225-236, 2009.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Protocolo de Manejo Clínico e Vigilância Epidemiológica da Influenza**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.
- BRASIL, Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde. **Programa Nacional de Imunizações. Estratégia Nacional de Vacinação Contra o Vírus Influenza Pandêmico A (H1N1) 2009**. Brasília; Ministério da Saúde, 2010.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - Estratégia Geral**. Brasília; Ministério do Meio Ambiente, 2016.
- BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A.M.V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H.C.; CARVALHO, M.S. *et al.* Mudanças Climáticas e Ambientais e as Doenças Infecciosas: Cenários e Incertezas Para o Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.
- CALLAGHAN, M.; SCHLEUSSNER, C.F.; NATH, S.; LEJEUNE, Q.; KNUTSON, T.R.; *et al.* Machine-learning-based evidence and attribution mapping of 100,000 climate impact studies. **Nat. Clim. Chang.**, v. 11, n. 11, p. 966-972, 2021.
- CAJAZEIRA, A.A. **Geografia, Ambiente e Saúde: Correlações Entre o Clima e a Incidência de Doenças Respiratórias em Maracanaú/CE**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- CONCEIÇÃO, C.L. **Relações entre Elementos Climáticos e as Doenças do Aparelho Respiratório no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- FREITAS M.P.D. **Estudo Temporal da Mortalidade de Idosos por Doenças Respiratórias à Influenza no Brasil, 1996-2001**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- GRECO, D.B.; TUPINAMBÁS, U.; FONSECA, M.O. Influenza A (H1N1): histórico, estado atual no Brasil e no mundo, perspectivas. **Rev. Med. Minas Gerais**, v. 19, n. 2, p. 132-139, 2009.
- HARDELID P.; ANDREWS, N.; PEBODY, R. Excess mortality monitoring in England and Wales during the influenza A (H1N1) 2009 pandemic. **Epidemiol Infect**, v. 139, n. 9, p. 1431-1439, 2011.
- HUANG, G.; PAES, A.T. Posso usar o teste t de Student quando preciso comparar três ou mais grupos? **Einstein: Educação Continuada em Saúde**, v. 7, n. 2, p. 63-64, 2009.
- KANAMITSU, M.; EBISUZAKI, W.; WOOLLEN, J.; YANG, S.; HNILO, J.J.; *et al.* NCEP-DOE AMIP-II reanalysis (R2). **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 83, p. 1631-1643, 2002.
- KHINE, M.M.; LANGKULSEN, U. The implications of climate change on health among vulnerable populations in South Africa: A systematic review. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 20, 3425, 2023. doi
- KONSTANTINOU, C.; XENI, C.; VAN BERGEN HENEGOUVW, E.M.; CHAUDHURI, N.; BEUMER, C.; *et al.* Public Perceptions on Human Health Risks of Climate Change in Cyprus: 2018 and 2021 Survey Results. **Climate**, v. 10, 129, 2022. doi
- NARDELL, E.; LEDERER, P.; MISHRA, H.; NATHAVITHARANA, R.; THERON, G. Cool but dangerous: how climate change is increasing the risk of airborne infections. **Indoor Air**, v. 30, n. 2, p. 195-157, 2020.
- NEDEL, A.S. **Condições Meteorológicas Favoráveis à Ocorrência de Doenças Respiratórias em Crianças da Cidade de São Paulo**. Tese de Doutorado em Meteorologia, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NICHOLSON, K.G.; WOOD, J.M.; ZAMBON, M. Influenza. **The Lancet**, v. 362, n. 9398, p. 1733-1745, 2003.
- OXFORD, J.S.; SEFTON, A.; JACKSON, R.; INNES, W.; DANIELS, R.S.; *et al.* World WarI may have al low ed the emergence of “Spanish” influenza. **The Lancet**, v. 2, n. 2, p. 111-114, 2002.
- SILVA, N.S.; ALVES, J.M.B.; SILVA, E.M.; LIMA, R.R. Avaliação da relação entre a climatologia, as condições sanitárias (lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no período entre 2016 e 2019. **Rev. Bras. Meteor.**, v. 35, n. 3, p. 485-492, 2020.
- SOUZA, C.G. **A Influência do Ritmo Climático na Morbidade Respiratória em Ambientes Urbanos**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.
- WITTE, R.S.; WITTE, J.S. **Estatística**, 7ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- WHO. **Global Health Estimates: Life Expectancy and Leading Causes of Death and Disability**. Geneve: World Health Organization, 2019.
- YANG, W.; CUMMINGS, M.J.; BAKAMUTUMAHO, B.; KAYIWA, J.; OWOR, N.; *et al.* Dynamics of influenza in tropical Africa: Temperature, humidity, and co-circulation (sub)types. **Influenza Other Respi Viruses**, v. 12, n. 4, p. 446-456, 2018.



License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (type CC-BY), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original article is properly cited.