

**Análise temporal da dengue associada a fatores climáticos em Garanhuns, Pernambuco,
Brasil, de 2010 a 2019**

**Temporal analysis of dengue associated with climatic factors in Garanhuns,
Pernambuco, Brazil, from 2010 to 2019**

**Análisis temporal del dengue asociado a factores climáticos en Garanhuns, Pernambuco,
Brasil, de 2010 a 2019**

Recebido: 12/12/2020 | Revisado: 15/12/2020 | Aceito: 16/12/2020 | Publicado: 20/12/2020

Petrúcio Luiz Lins de Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1347-2248>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: petruciomorais@hotmail.com

Priscila Mayrelle Silva Castanha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1220-5308>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: castanha.priscila@gmail.com

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7565-7873>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: gabriela.isabel@ufrpe.br

Ulisses Ramos Montarroyos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8967-5693>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: ulisses_montarroyos@yahoo.com

Resumo

Nos últimos cinco anos, o número de casos de Dengue vem crescendo acentuadamente na cidade de Garanhuns (Pernambuco). O objetivo deste estudo foi determinar uma análise de séries temporais de casos de Dengue no município de médio porte, associadas a fatores climáticos que contribuem para a ocorrência dessa doença com previsões, facilitando assim um melhor controle e prevenção de contaminações. Metodologia: Foi aplicado o modelo autorregressivo de médias móveis sazonais com variáveis exógenas (SARIMAX) - modelo de regressão linear que envolve um processo do modelo SARIMA. Além da análise gráfica da

decomposição das séries temporais, foi utilizado o teste de Dickey-Fuller para avaliar a estacionariedade das séries. Considerando o comportamento sazonal e a não estacionariedade das séries temporais, o modelo ajustado teve como parâmetro o modelo SARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)$, sendo aplicado o critério Akaike Information (AIC) para a seleção do melhor modelo, utilizando o *software R*. Resultado: Considerando o componente sazonal e a não estacionariedade das séries temporais, o modelo com melhor ajuste foi o SARIMA (0,1,3) (0,1,1), nível de significância de 5% ($p\text{-valor} = 0,01$). O modelo SARIMAX (0, 1, 3) (0, 1, 1) mais o efeito da temperatura e da umidade foram adequados para relatar a incidência de Dengue. Na correlação, o incremento do componente temperatura foi maior do que a umidade no número de casos de Dengue.

Palavras-chave: Incidência; Dengue; Sazonalidade; Epidemia; Prevenção.

Abstract

In the last five years, the number of Dengue cases has been growing sharply in the city of Garanhuns. The objective of this study was to determine an analysis of the time series of Dengue cases in the medium-sized municipality, associated with climatic factors that contribute to the occurrence of this disease with forecasts, thus facilitating better control and prevention. Methodology: The autoregressive model of seasonal moving averages with exogenous variables (SARIMAX) was applied, which is a linear regression model that involves a process of the SARIMA model. In addition to the graphical analysis of the decomposition of time series, the Dickey-Fuller test was used to assess the stationarity of the series. Considering the seasonal behavior and the non-stationarity of the time series, the adjusted model had as parameters the SARIMA model $(p, d, q) (P, D, Q)$, applying the Akaike Information Criterion (AIC) to select the best model, using the software R. Result: Considering the seasonal component and the non-stationarity of the time series, the model with the best adjustment was SARIMA (0,1,3) (0,1,1), a significance level of 5% ($p\text{-value} = 0, 01$). The SARIMAX model (0, 1, 3) (0,1,1) plus the effect of temperature and humidity were adequate to report the incidence of Dengue. In the correlation, the increase in the temperature component was greater than the humidity in the number of Dengue cases.

Keywords: Incidence; Dengue; Seasonality; Epidemic; Prevention.

Resumen

En los últimos cinco años, el número de casos de dengue ha aumentado considerablemente en la ciudad de Garanhuns (Pernambuco). El objetivo de este estudio fue determinar un análisis

de series de tiempo de casos de Dengue en el municipio de tamaño mediano, asociados a factores climáticos que contribuyen a la ocurrencia de esta enfermedad con pronósticos, facilitando así un mejor control y prevención de la contaminación. Metodología: Se aplicó el modelo autorregresivo de promedios móviles estacionales con variables exógenas (SARIMAX), un modelo de regresión lineal que involucra un proceso del modelo SARIMA. Además del análisis gráfico de la descomposición de series temporales, se utilizó la prueba de Dickey-Fuller para evaluar la estacionariedad de la serie. Considerando el comportamiento estacional y la no estacionariedad de la serie temporal, el modelo ajustado tuvo como parámetro el modelo SARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)$, aplicando el criterio de Información de Akaike (AIC) para seleccionar el mejor modelo, utilizando el software R. Resultado: Considerando el componente estacional y la no estacionariedad de la serie temporal, el modelo con mejor ajuste fue SARIMA (0.1.3) (0.1.1), nivel de significancia del 5% ($\text{valor } -p = 0,01$). El modelo SARIMAX (0, 1, 3) (0, 1, 1) más el efecto de la temperatura y la humedad fueron adecuados para reportar la incidencia de Dengue. En la correlación, el incremento en el componente de temperatura fue mayor que la humedad en el número de casos de Dengue.

Palabras clave: Incidencia; Dengue; Estacionalidad, Epidemia, Prevención.

1. Introdução

Nos últimos anos, cerca de 60 milhões de infecções sintomáticas de Dengue por ano no mundo foram registradas, causando aproximadamente dez mil mortes. Atualmente, é uma ameaça global, endêmica ou epidêmica em quase todos os países localizados nos trópicos. O aumento da incidência tem mais do que dobrado a cada dez anos (Stanaway et al., 2016). Não há uma terapia específica para infecções causadas por esse arbovírus da dengue, porém um bom tratamento de suporte pode salvar vidas, incluindo as iniciativas de controle do vetor e de prevenção contra picadas do agente transmissor podem trazer maiores benefícios (Singhi et al., 2007). A prevenção e o gerenciamento dos casos de Dengue exigem abordagens regionais emergenciais, integradas a uma vigilância eficaz (Ooi, Eng-Eong, Gublet D, 2008).

Nos últimos cinco anos, na região de Garanhuns, a Dengue tem se manifestado de forma muito acentuada e o município necessita melhorar a forma de controle e de prevenção. Dessa maneira, é necessária uma investigação mais aprofundada sobre o comportamento da Dengue nessa região. Os casos de Dengue na região de Garanhuns podem estar associados a outras forças relacionadas à densidade populacional, tais como a globalização, o aumento no transporte de pessoas e bens e as mudanças nos sorotipos; e os fatores climáticos podem

influenciar na transmissão da Dengue (Minh, Dao Thi; Rocklöv, 2014). Enquanto se espera por novas ferramentas, vacinas, medicamentos antivirais e melhora nos diagnósticos, é preciso se fazer um melhor uso das intervenções disponíveis (Guzman et al., 2015). A influência de características meteorológicas e fisiográficas para cada área específica de disseminação de doenças infecciosas requer um estudo para entender os aspectos espaço-temporais em uma área particular, o que irá priorizar a influência de vários fatores (Mala & Jat, 2019).

Há uma previsão de que a Dengue é onipresente nos trópicos com variações espaciais locais que podem trazer riscos, e que são influenciadas fortemente pela temperatura, chuva e grau de urbanização (Bhatt et al., 2013). Estudo que analisou a influência dos fatores socioecológicos verificou que a alta precipitação pluviométrica, elevada temperatura e alta densidade são responsáveis pelo aumento dos casos de Dengue (Cao et al., 2017). Tanto os vírus da Dengue, como os mosquitos transmissores são sensíveis ao meio ambiente. A temperatura, a precipitação pluviométrica e o sol definem bem os ciclos de transmissão, principalmente nas estações de altas temperaturas (Lai, 2018). As previsões da ocorrência de Dengue, no modelo de séries temporais (SARIMA), têm sido correlacionadas com as condições socioambientais e têm produzido resultados satisfatórios e ajudado as autoridades públicas a tomarem medidas que permitam lidar com situações inesperadas (Banu & Islam, 2008). Estudo recente tem demonstrado que a temperatura e umidade relativa são potenciais indicadores da prevalência de Dengue (Tuladhar et al., 2019).

O objetivo deste estudo foi determinar uma análise de séries temporais de casos de Dengue no município de médio porte, associadas a fatores climáticos que contribuem para a ocorrência dessa doença com previsões, facilitando assim um melhor controle e prevenção de contaminações.

2. Materiais e Métodos

De acordo com Pereira et. al (2018) o método Estatístico representa a redução de fenômenos sociológicos, políticos, econômicos, entre outros, em termos quantitativos. A manipulação estatística permite comprovar as relações dos fenômenos entre si, e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado. Nos métodos quantitativos, faz-se a coleta de dados quantitativos ou numéricos por meio do uso de medições de grandezas e obtém-se por meio da metrologia, números com suas respectivas unidades. Estes métodos geram conjuntos ou massas de dados que podem ser analisados por meio de técnicas

matemáticas, métodos numéricos, métodos analíticos, dentre outros. Nesse sentido, o presente estudo é uma pesquisa exploratória de natureza quantitativa.

2.1 Região de estudo

Este estudo foi realizado na Cidade de Garanhuns, cidade do Estado de Pernambuco, Brasil, localizada na região do Agreste, a 230 Quilômetros (km) da Capital do estado. Possui uma área de 472,5 quilômetros quadrados (km²) e uma densidade demográfica estimada para 2019 de 295.84 habitantes por km², tendo uma altitude de 896 metros acima do nível do mar. O clima é considerado de mata, de alta altitude, mesotérmico e úmido, de região com cotas de cerca de 900 metros de altitude. A população estimada para 2019 foi de 139.788 habitantes. As informações socioeconômicas foram fornecidas pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), tomando como base o Censo de 2010, e os dados de precipitação de chuva e temperatura foram coletados pelos boletins climáticos da Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMETRO).

2.2 Análise estatística

Utilizamos os padrões temporais dos casos de Dengue para a cidade de Garanhuns, aplicando o modelo autorregressivo de médias móveis sazonais com variáveis exógenas (SARIMAX). Esse é um modelo de regressão linear que utiliza um processo de modelo SARIMA: $(p, d, q) (P, D, Q)$, p é a ordem (número de defasagens) do modelo autorregressivo, d é o grau de diferenciação (o número de vezes em que os dados tiveram valores passados subtraídos) e q é a ordem do modelo de média móvel e P, D e Q , referem-se aos termos de autorregressão, diferenciação e móvel para a parte sazonal. Além da análise gráfica da decomposição da série temporal, aplicou-se o teste de *Dickey-Fuller* para avaliar a estacionariedade da série. Na decomposição da série, observou-se um componente sazonal significativo (Morettin et al., 2006). Considerando o comportamento sazonal e a não estacionariedade da série temporal, ajustou-se modelos SARIMA, sendo aplicado o critério de Informação de Akaike (AIC) para a seleção do melhor modelo. Para a análise, utilizou-se o *software R*.

2.3 Modelos de séries temporais

Considerando a correlação entre temperatura e umidade do ar em epidemias de Dengue, o modelo foi ajustado de modo a contemplar essas variáveis como regressoras da série temporal. Para tal, utilizou-se o modelo SARIMAX. Apesar de aumentar o valor do AIC, o modelo continuou simples, com reduzido número de parâmetros, mas capaz de se ajustar bem aos dados.

O modelo autorregressivo de médias móveis sazonais com variáveis exógenas (SARIMAX) é um modelo de regressão linear que utiliza um processo de modelo SARIMA. Tal modelagem é dada por:

$$\phi(B)\Phi(B)(1-B)^d(1-B)^D Z_t = \alpha + X\beta + \theta(B)\Theta(B^s)u_t,$$

em que X representa uma matriz $n \times k$ de regressores não aleatórios e β um vetor de parâmetro $k \times 1$.

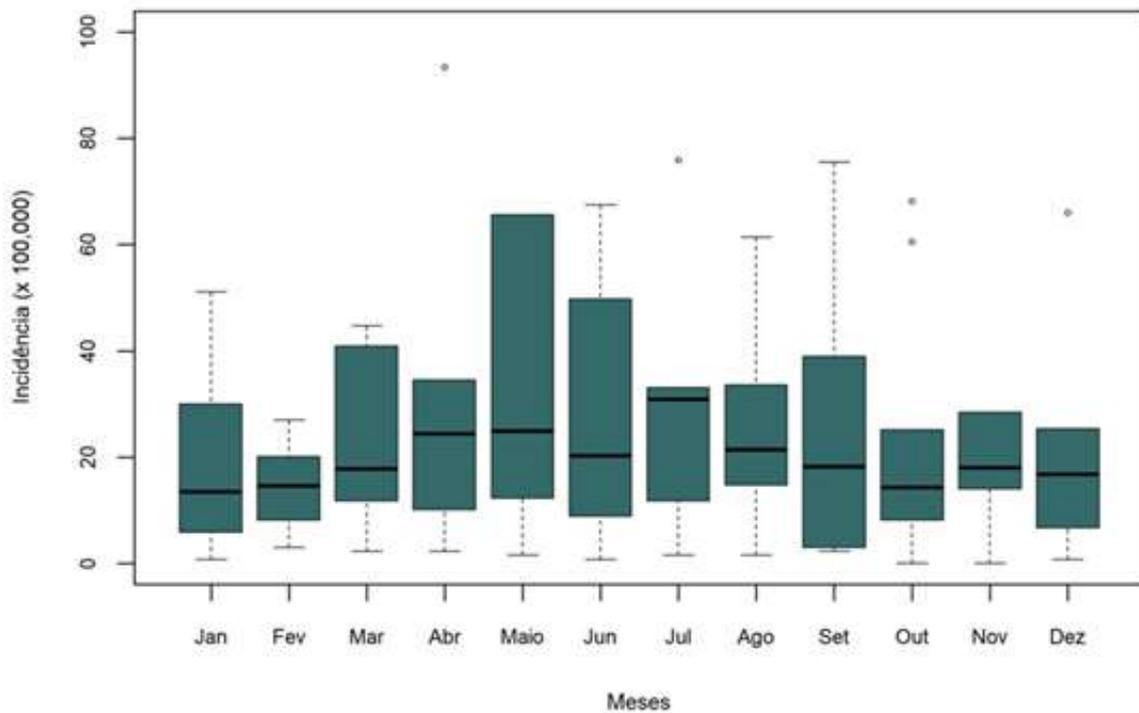
Na análise residual, é verificado se os resíduos do modelo apresentam comportamento de um ruído branco. Dessa forma, os coeficientes de correlação residual devem ser estatisticamente iguais a zero, sendo essa condição testada por meio do teste de Ljung-Box (Fava., 2000).

3. Resultados

Em Garanhuns, a incidência anual de Dengue variou entre 32 casos, em 2014, e 3.031 casos em 2016, durante os anos de 2010 a 2019. A quantidade total durante o período (2010 a 2019) do estudo foi de 6.504 casos de Dengue. Os dados foram decompostos nas componentes sazonalidades, tendência e os resíduos. Em Garanhuns, a hipótese de estacionariedade foi rejeitada pelo teste de Dickey Fuller (p -valor = 0,1806). Em seguida, com uma diferenciação, a série tornou-se estacionária, ao nível de significância de 5% (p -valor = 0,01). O componente sazonal na série também se mostrou significativo.

A Figura 1, a seguir, apresenta a incidência mensal de Dengue durante o período de 2010 a 2019. Os meses de maio e junho tiveram as maiores variabilidades nos números de notificações de casos de Dengue. Ademais, o período entre os meses de janeiro a maio foi o de maior ocorrência de Dengue na região.

Figura 1. Distribuição da incidência mensal de Dengue em Garanhuns, Brasil (2010–2019).



Fonte: Autores (2020).

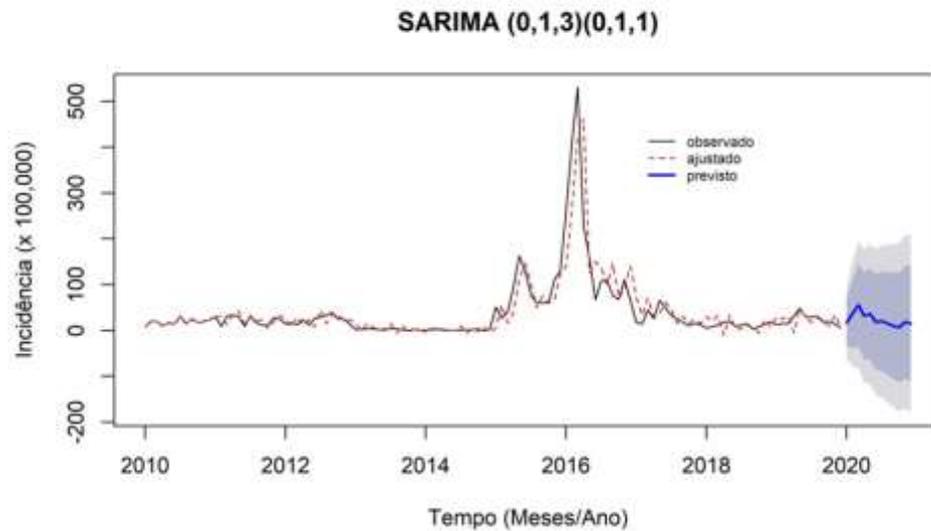
Considerando o comportamento sazonal e a não estacionariedade da série temporal, ajustaram-se modelos SARIMA. Como resultado, teve-se que o modelo com melhor ajuste foi o SARIMA (0,1,3) (0,1,1). Os valores estimados para cada componente do modelo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Modelos ARIMA, coeficientes e Critério de Informação de Akaike para Garanhuns, Brasil.

ARIMA (p, d, q) (P, D, Q) ^S	MA1	MA2	MA3	SMA1	AIC
SARIMA (0, 1, 3) (0,1, 1) ¹²	0.1522	-0.1808	-0.3717	-1.0000	1114.92

Fonte: Autores (2020).

Figura 2. Séries temporais mensais 2010–2019 para Garanhuns com a incidência de Dengue observada, ajustada e previsão de casos de Dengue para 2020 - modelo SARIMA (0,1,3) (0,1,1).



Fonte: Autores (2020).

Em complementaridade, foi realizada a análise descritiva acerca da temperatura e umidade, considerando os meses dos anos. As variáveis, temperatura e umidade, apresentaram comportamento sazonal; os meses mais quentes e com menor umidade foram os de outubro a maio. Desta forma, ajustou-se o modelo SARIMAX, considerando a temperatura e umidade como variáveis regressoras.

As estimativas dos parâmetros são apresentadas na Tabela 2, exposta na sequência. Destaca-se, para este caso, que o incremento do componente referente à temperatura é maior que a umidade no número de casos de Dengue em Garanhuns. Considerando a correlação entre temperatura e umidade em epidemias de Dengue, o modelo foi ajustado de modo a incorporar essas variáveis como regressoras da série temporal. Para tal, utilizou-se o modelo SARIMAX. Apesar de aumentar o valor do AIC, o modelo continuou parcimonioso e ajustou-se bem aos dados.

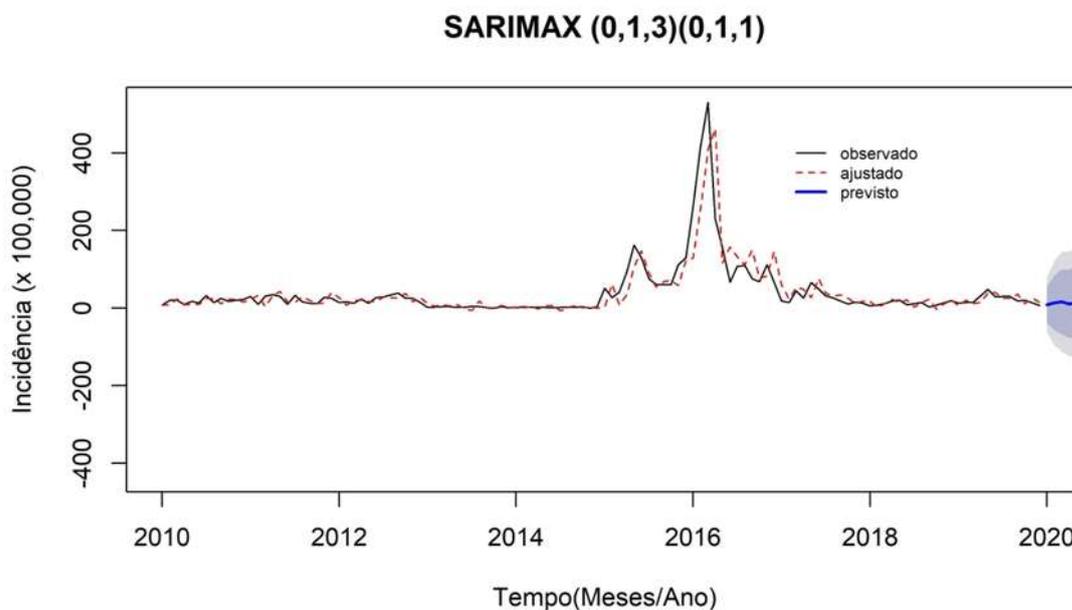
Tabela 2. Modelos, coeficientes ARIMAX e Critério de Informação de Akaike para Garanhuns, Brasil.

ARIMAX (p,d,q)(P,D,Q) ^S	MA1	MA2	MA3	SAM1	TEMP	UMID	AIC
SARIMAX (0,1,3) (0,1,1) ¹² +Temperatura + Umidade	0,1629	-0,1916	-0,3726	-1,0000	1,2644	0,3523	1117,97

Fonte: Autores (2020).

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se observar que o modelo SARIMAX (0, 1, 3) (0, 1, 1), aliado ao efeito da temperatura e umidade, mostrou-se adequado e com bom ajuste para a notificação da incidência de Dengue em Garanhuns. A previsão do modelo ajustado (ao nível de confiança de 80% e 95%) está apresentada na Figura 3 e Tabela 3, como se segue.

Figura 3. Série mensal de 2010 a 2019 para Garanhuns para incidência de Dengue observada, ajustada e previsão de casos de Dengue para 2020 — modelo SARIMAX (0,1,3) (0,1,1) + Temperatura + Umidade.



Fonte: Autores (2020).

Tabela 3. Previsões mensais de incidência de Dengue pelos modelos SARIMA (0,1,3) (0,1,1) e SARIMAX (0,1,3) (0,1,1) (faixa de previsão de 80% e 95%) para a cidade de Garanhuns, 2020.

Meses	SARIMA(0,1,3) (0,1,1)			SARIMAX(0,1,3) (0,1,1)		
	Incidência	IC (80%)	IC (95%)	Incidência	IC (80%)	IC (95%)
	Prevista (x 100,000)	Limite superior	Limite superior	Prevista (x 100,000)	Limite superior	Limite superior
Janeiro	16.92	66.97	93.47	8.79	56.05	81.06
Fevereiro	37.37	113.59	153.93	13.95	85.38	123.20
Março	55.95	146.27	194.09	18.06	102.05	146.52
Abril	32.01	127.15	177.52	11.09	99.01	145.55
Maiο	36.15	135.87	188.67	15.18	106.85	155.38
Junho	18.33	122.44	177.55	5.95	101.23	151.67
Julho	20.38	128.69	186.03	16.55	115.31	167.59
Agosto	15.86	128.21	187.69	11.67	113.78	167.84
Setembro	10.16	126.43	187.98	12.23	117.59	173.37
Outubro	70.7	127.12	190.67	7.95	116.47	173.92
Novembro	18.85	142.61	208.13	12.79	124.37	183.44
Dezembro	15.03	142.41	209.85	13.07	127.63	188.28

* Os limites inferiores dos intervalos de confiança não foram representados na tabela por apresentar valores negativos
 Fonte: Autores (2020).

4. Discussão

Com a decomposição da série temporal sazonal, a tendência e os resíduos na aplicação do teste de Dickey-Fuller, a estacionariedade da série foi rejeitada (p -valor= 0,1806) e com uma diferenciação, a série tornou-se estacionária ao nível de significação de 5% com (p -valor = 0,01). Considerando o comportamento sazonal e a não estacionariedade da série temporal, ajustaram-se modelos SARIMA, variando as ordens relativas ao modelo autorregressivo e de médias móveis entre 0 e 3, e os componentes de diferenciação foram fixos em 1.

O modelo com melhor ajuste, considerando o Critério de Informação de Akaike (AIC), foi o SARIMA (0,1,3) (0,1,1). Nos valores estimados para cada componente do modelo,

foram considerados: o valor observado, valor estimado, previsão e o intervalo com 80 e 95% de confiança para a previsão no ano de 2020. Estudo semelhante foi desenvolvido no Rio de Janeiro, utilizando um modelo ajustado para prever a incidência de Dengue no ano de 2005. Os cálculos mostraram que, quando duas abordagens foram utilizadas, obtiveram-se previsões significativamente mais precisas ($p\text{-valor} = 0,002$) (Luz et al., 2008).

A prevalência de Dengue ocorreu no período de outubro a maio com os meses mais quentes e com menor umidade. O que coincide com um estudo feito em Guadalupe Antilhas Francesas, em que a temperatura aumenta as previsões de surtos de Dengue, mais do que a umidade e as chuvas e que os modelos SARIMA, que usam dados climáticos como variáveis independentes podem ser facilmente incorporados a um sistema de monitoramento precoce (Gharbi et al., 2011). Destaca-se, para este caso, que o incremento do componente referente à temperatura é maior que a componente umidade no número de casos de Dengue em Garanhuns. Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se observar que o modelo SARIMAX (0, 1, 3) (0, 1, 1) (Fava, 2000), atrelado ao efeito da temperatura e umidade, mostrou-se adequado e com bom ajuste para a notificação da incidência de Dengue em Garanhuns. Outros estudos utilizando os modelos SARIMA/ARIMA também foram adotados com ajuste para a previsão de ocorrência de Dengue (Earnest et al., 2012; Promprou et al., 2006; Wongkoon et al., 2011; Wongkoon et al., 2006) na busca de previsões que favorecem as ações prévias para diminuir o impacto da Dengue. Os modelos SARIMA que operam com os dados climáticos como variáveis independentes são facilmente incorporados a um sistema precoce de monitoramento (três meses à frente) com confiabilidade de surtos de Dengue (Gharbi et al., 2011). O acompanhamento da atual circulação dos vírus da Dengue e o conhecimento das dificuldades para impedir a ocorrência dessa infecção e do risco potencial dessa enfermidade para a população faz emergirem discussão, posicionamento e implantação de estratégias de intervenção (Guerra, 1999). A compreensão sobre como as condições ambientais afetam a dinâmica da epidemia é de suma importância para prever e responder à dimensão geográfica sazonal da Dengue (Huber et al., 2018).

O presente trabalho analisou um período de dez anos; desta forma, os intervalos de confiança apresentaram maior amplitude entre o limite inferior e superior. Para reduzir essa distância, torna-se necessário ampliar consideravelmente o tamanho da amostra. Por fim, quando se utilizaram de covariáveis (temperatura e umidade) no modelo, percebeu-se um considerável ganho nas previsões, levando a evidências de que o uso de variáveis climáticas aumenta a precisão das estimativas em casos de Dengue.

5. Conclusão

Finalmente, os resultados indicam que ambos os modelos apresentaram ajuste satisfatório na notificação dos casos de Dengue em Garanhuns. A componente tendência e sazonalidade mostram-se importantes com uma diferenciação em que a série tornou-se estacionária ao nível de significância de 5% ($p\text{-valor} = 0,01$). Considera-se que a componente sazonal é significativa, entretanto o modelo SARIMA apresentou maiores valores previstos nos casos de Dengue em comparação com o SARIMAX. Cabe, em trabalhos futuros, avaliar a qualidade da previsão desses modelos por meio de métricas comparativas dos erros de previsão.

Referências

- Banu, S., & Islam, M. A. (2008). Forecasting dengue incidence in Dhaka, Bangladesh : A time series analysis. *Dengue Bulletin*, 32, 29–37.
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., & William, G. R. (2013). The global distribution and burden of dengue. *NATURE*, 496(7446), 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>.
- Cao, Z., Liu, T., Li, X., Wang, J., Lin, H., & Chen, L. (2017). Individual and Interactive Effects of Socio-Ecological Factors on Dengue Fever at Fine Spatial Scale : A Geographical Detector-Based Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 14(795), 14. <https://doi.org/10.3390/ijerph14070795>.
- Earnest, A., Tan, S. B., Wilder-Smith, A., & MacHin, D. (2012). Comparing statistical models to predict dengue fever notifications. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2012(April 2015). <https://doi.org/10.1155/2012/758674>.
- Fava, V. L. (2000). *Manual de econometria*. In: Vasconcelos, M. A. S.; Alves, D. São Paulo: Editora Atlas, São Paulo, 2000.

Gharbi, M., Quenel, P., Gustave, J., Cassadou, S., Ruche, G. La, Girdary, L., & Marrama, L. (2011). Time series analysis of dengue incidence in Guadeloupe, French West Indies : Forecasting models using climate variables as predictors. *BMC Infectious Diseases*, 11(1), 166. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-166>.

Guerra, Z. (1999). Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue Epidemiology and Preventive Measures of Dengue. *Informe Epidemiológico do SUS*, 8(4), 5–33.

Guzman, M. G., Halstead, S. B., Artsob, H., Buchy, P., Farrar, J., Nathan, M. B., Pelegriño, J. L., Simmons, C., & Yoksan, S. (2015). Dengue : a continuing global threat Europe PMC Funders Author Manuscripts. *Nat Rev Microbiol*, 8(12 0), 1–26. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2460>.

Huber, J. H., Childs, M. L., Caldwell, J. M., & Mordecai, E. A. (2018). Seasonal temperature variation influences climate suitability for dengue, chikungunya, and Zika transmission. *PLOS NEG TROP DIS*, 12(5), 1–20.

Lai, Y. H. (2018). The climatic factors affecting dengue fever outbreaks in southern Taiwan : an application of symbolic data analysis. *BioMedical Engineering OnLine*, 17(s2), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12938-018-0575-4>.

Luz, P. M., Mendes, B. V. M., Codeço, C. T., Struchiner, C. J., & Galvani, A. P. (2008). Time Series Analysis of Dengue Incidence in Rio de Janeiro, Brazil. *Am J Trop Med Hyg*, 79(6), 933–939.

Mala, S., & Jat, M. K. (2019). Science of the Total Environment Implications of meteorological and physiographical parameters on dengue fever occurrences in Delhi. *Science of the Total Environment*, 650, 2267–2283. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.357>.

Minh, D. T., Rocklöv, J. (2014). Epidemiology of dengue fever in Hanoi from 2002 to 2010 and its meteorological determinants. *Global Health Action*, 9716(7), 16. <https://doi.org/10.3402/gha.v7.23074>.

Morettin, P. A., & Toloi, C. M. (2006). *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Blucher.

Ooi, E-E., & Gublet, D. J. (2008). Dengue in Southeast Asia : epidemiological characteristics and strategic challenges in disease prevention Dengue no Sudeste Asiático : características epidemiológicas e desafios estratégicos na prevenção da doença. *Cad Saúde Publica*, 25(1), 115–124.

Pereira, A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Promprou, S., Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2006). Dengue Haemorrhagic Fever Cases in Southern Thailand using ARIMA Models. *Dengue Bulletin*, 30, 99-106.

Singhi, S., Kissoon, N., & Bansal, A. (2007). Dengue and dengue hemorrhagic fever : management issues in an intensive care unit. *J Pediatr*, 83, 22–35. <https://doi.org/10.2223/JPED.1622>.

Stanaway, J. D., Shepard, D. S., Undurraga, E. A., Halasa, A., Coffeng, L. E., Brady, O. J., Hay, S. I., Bedi, N., Bensenor, I. M., & Castañeda-orjuela, C. A. (2016). Global Burden of Dengue : an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Infect Dis*, 16(6), 712–723. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00026-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00026-8).

Tuladhar, R., Singh, A., Varma, A., & Choudhary, D. K. (2019). Climatic factors influencing dengue incidence in an epidemic area of Nepal. *BMC Research Notes*, 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4185-4>.

Wongkoon, S., Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2011). Climate Variability and Dengue Virus Transmission in Chiang Rai, Thailand. *Biomedica*. 27, 5-13.

Wongkoon, S., Pollar, M., Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasinee, K. (2006). Predicting DHF Incidence in Northern Thailand using Time Series Analysis Technique. *International Journal of Biological and Medical*.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Petrúcio Luiz Lins de Moraes – 30%

Priscila Mayrelle Silva Castanha – 20%

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento – 20%

Ulisses Ramos Montarroyos – 30%