

Covid-19: Estudo da infectividade no Município de Garanhuns - PE

Covid-19: Infectivity study in the Municipality of Garanhuns - PE

Covid-19: Estudio de infectividad en el Municipio de Garanhuns - PE

Recebido: 30/07/2020 | Revisado: 11/08/2020 | Aceito: 14/08/2020 | Publicado: 19/08/2020

Dherfferson Montini Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1606-6499>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: dherfferson3@gmail.com

Dâmocles Aurélio Nascimento da Silva Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7928-1276>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: damocles.aurelio@upe.br

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

Rosângela Estevão Alves Falcão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6565-0176>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: rosangela.falcao@upe.br

Moacyr Cunha Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: moacyr.cunhafo@ufrpe.br

Régis Maria Batista Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8235-5021>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: regialeite@yahoo.com.br

Resumo

A Covid-19 não é um problema local, mas um grave desafio para saúde pública, que afeta diferentes continentes e tem sido objeto de ações governamentais de diferentes esferas no

município de Garanhuns. Este estudo objetivou analisar a taxa de infectividade de Covid-19, no município de Garanhuns, através do número reprodutivo efetivo do novo coronavírus. O número reprodutivo efetivo é usado frequentemente em modelos epidemiológicos. Para isso, foi necessário a utilização do gráfico de incidência e de uma distribuição paramétrica que representou a probabilidade de casos sucessivos no tempo transcorrido. Para garantir a consistência da estimativa usamos estimativas consistentes para a média e desvio-padrão da distribuição. Simulamos os parâmetros de acordo com a mais recente literatura sobre o assunto, garantindo estimativas mais adequadas para projeção em nossas análises. Ressaltamos que adaptamos os parâmetros de acordo com a realidade que um paciente infectado em média leva para procurar atendimento hospitalar após apresentar os primeiros sintomas de Covid-19. Os resultados demonstram que, até a data analisada, as medidas não foram suficientes para reduzir, de forma eficaz, a infectividade a um valor que permita afirmar que não há mais a propagação da doença. O estudo permitiu compreender a evolução da pandemia e a eficácia das medidas públicas.

Palavras-chave: Número de reprodução efetiva; Covid-19; Incidência; Garanhuns; Brasil.

Abstract

Covid-19 is not a local problem but a serious challenge to the public health, affecting different continents. It has been the subject of government actions from different spheres in the municipality of Garanhuns. This study aimed to analyze the infectivity rate of Covid-19, in Garanhuns, through the effective reproductive number of the new coronavirus. The effective reproductive number is often used in epidemiological models. For that, it was necessary to use an incidence graph and a parametric distribution that represented the probability of successive cases in the elapsed time. To ensure consistency of the estimate, use the ones for the mean and standard deviation of the distribution. We simulate the parameters according to a more recent literature on the subject, using more than one sample for projection in our analyzes. It emphasizes that we adapt the parameters according to the reality that an average infected patient takes to seek hospital care after the first symptoms of Covid-19. The results demonstrate, even a data analysis, as non-reduced measures, effectively, an infection and a value that allows indicating that the disease is no longer spreading. The study includes understanding the evolution of the pandemic and the effectiveness of public measures.

Keywords: Effective reproduction number; Covid-19; Incidence; Garanhuns; Brazil.

Resumen

El Covid-19 no es un problema local sino un serio desafío de salud pública, que afecta a diferentes continentes y ha sido objeto de acciones gubernamentales desde diferentes ámbitos en el municipio de Garanhuns. Este ensayo tuvo como objetivo analizar la tasa de infectividad del Covid-19, en el municipio de Garanhuns, a través del número reproductivo efectivo del nuevo coronavirus. El número reproductivo efectivo se usa a menudo en modelos epidemiológicos. Para eso, fue necesario utilizar un gráfico de incidencia y una distribución paramétrica que representara la probabilidad de casos sucesivos en el tiempo transcurrido. Para garantizar la coherencia de la estimación, utilice los de la media y la desviación estándar de la distribución. Simulamos los parámetros de acuerdo con una literatura más reciente sobre el tema, utilizando más de una muestra para la proyección en nuestros análisis. Hace hincapié en que adaptamos los parámetros de acuerdo con la realidad que un paciente infectado promedio toma para buscar atención hospitalaria después de los primeros síntomas de Covid-19. Los resultados demuestran, incluso un análisis de datos, como medidas no reducidas, efectivamente, una infección y un valor que permite indicar que la enfermedad ya no se está propagando. ncluir o resumo em espanhol. El estudio permitió conocer la evolución de la pandemia y la efectividad de las medidas públicas.

Palabras clave: Número de reproducción efectiva; Covid-1; Incidencia; Garanhuns; Brasil.

1. Introdução

Em 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou que o surto do novo coronavírus constitui uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) – o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional. Essa decisão teve como intuito aprimorar a coordenação, a cooperação e a solidariedade global para interromper a propagação do vírus (OPAS, 2020). Nesse sentido, estudos epidemiológicos são essenciais para subsidiar ações no combate à disseminação da doença.

A estimativa do número básico de reprodução (R_0) é um desses recursos: ele indica quantos indivíduos uma pessoa doente contamina, ou seja, é uma forma de mensurar quão contagiosa uma doença é. Entretanto R_0 é uma medida estática e não reflete as medidas sanitárias e outras variáveis que ocorrem ao longo do tempo (Lotka, 1939).

Para esse caso o número efetivo de reprodução, chamado $R(t)$, representa a infectividade em certo período t . A estimativa dessa medida é importante, uma vez que quando $R(t) < 1$, em média, não há mais a propagação da doença (Lotka, 1939).

Na próxima seção, apresenta-se os métodos usados para estimar a infectividade de Covid-19 no município de Garanhuns-PE nos 80 dias que seguiram do primeiro caso confirmado oficialmente (no dia 09 de abril de 2020) até o dia 27 de junho de 2020 (Secretaria de Saúde Garanhuns, 2020). Para realização da modelagem, utilizou-se os dados publicados diariamente, através de redes sociais, da Secretaria Municipal de Saúde do município de Garanhuns e o pacote *EpiEstim*, através do *software* R.

Por fim, este estudo tem como objetivo analisar a taxa de infectividade de Covid-19, no município de Garanhuns, através do número reprodutivo efetivo do novo coronavírus.

2. Metodologia

Este é um estudo quantitativo, de caráter longitudinal que se caracteriza por coletas de dados em diferentes pontos do tempo para realizar inferências a respeito da evolução suas causas e seus efeitos (Samperi *et. al*, 2013).

Os dados foram coletados diariamente, por período de 80 dias, através dos boletins epidemiológicos publicados pela Secretaria de Saúde de Garanhuns. Essa contagem foi realizada a partir do primeiro caso confirmado. Os boletins contêm os seguintes dados: número de casos confirmados, pessoas em isolamento, recuperados, óbitos, testes realizados pela rede municipal, casos descartados, monitoramento domiciliar e unidade de tratamento Covid-19.

O número de reprodução efetivo representa o número médio de novos infectados, que um indivíduo infectado provoca. Se essa medida for maior que 1 é esperado que haja um crescimento no número de novos casos de indivíduos infectados. Sendo assim, se essa medida for menor que 1, espera-se que o número de novos casos de indivíduos infectados diminua. O valor limiar igual a 1 é chamado de limiar epidêmico. Esse número permite estimar quantas infecções secundárias provavelmente ocorrerão a partir de uma única infecção em uma área. Logo usamos esse número para analisar a dinâmica de propagação da epidemia.

2.1. Número de reprodução basal R_0

O R_0 , definido como número de reprodução basal, representa o número médio de novas infecções provocadas por um indivíduo infectado na população na fase inicial da epidemia. Considere que as medidas sanitárias acerca de uma epidemia, possa dividir o número de contágio por uma constante k , sendo $k > 1$. Quanto deve valer k para que a epidemia desacelere?

Esse valor é o R_0 , denominado por Lotka (1939) de “reprodutibilidade” ou “infectividade”, esse valor é calculado de acordo com a equação a seguir:

$$R_0 = \frac{a}{c} = \left(1 + \frac{\lambda}{b}\right) \left(1 + \frac{\lambda}{c}\right) \quad (1)$$

em que a representa a taxa de contato efetiva, b corresponde a taxa na qual as pessoas infectadas se tornam infecciosas, c a taxa na qual as pessoas infecciosas são isoladas e λ a taxa de crescimento. Segundo Aghaali *et. al.* (2020), o número de reprodução basal R_0 , fitou bem os dados referentes ao Irã.

2.2. Número de reprodução efetiva $R(t)$

Para realizar a estimativa do número de reprodução efetiva $R(t)$, ou seja, estimar a curva do número de reprodução efetivo com maior probabilidade de gerar o número de infectados diários considerando todo o histórico da epidemia, admitimos que $\log R(t) \sim N[R(t-1), \sigma]$, em que σ indica o quanto o número de reprodução pode variar diariamente. A partir disso podemos simular o $R(t)$ por meio da relação:

$$R(t) = \frac{I(t)}{\sum_{s=1}^{\tau} I(t-s)w(s)} \quad (2)$$

onde $I(t)$ representa o número de infectados no tempo t , com $I(t) \sim NegBin(\mu, \alpha)$, $\mu = I(t).exposição$, a exposição é a quantidade de testes diários e $\alpha \sim Gamma(\mu, \sigma)$, $w(s)$ a distribuição de probabilidade do intervalo de tempo t e s o número de dias anteriores. A distribuição de probabilidade de $w(s)$ é a distribuição da diferença das datas de infecção entre casos primários e secundários.

Considerando o livro de Anderson & May (1991) para uma abordagem determinística Andersson & Britton (2000) e Lekone & Finkenstädt (2006) para abordagem estocástica, Wallinga & Teunis (2004) desenvolveu o modelo e este foi expandido para modelos de espaços de estados por Durbin & Koopman (2012), sendo o trabalho de Cori (2019) que realizou a implementação desenvolvendo o pacote *EpiEstim* utilizado neste artigo por meio do *software* R.

O maior desafio da estimativa foi parametrizar a média e o desvio-padrão de forma

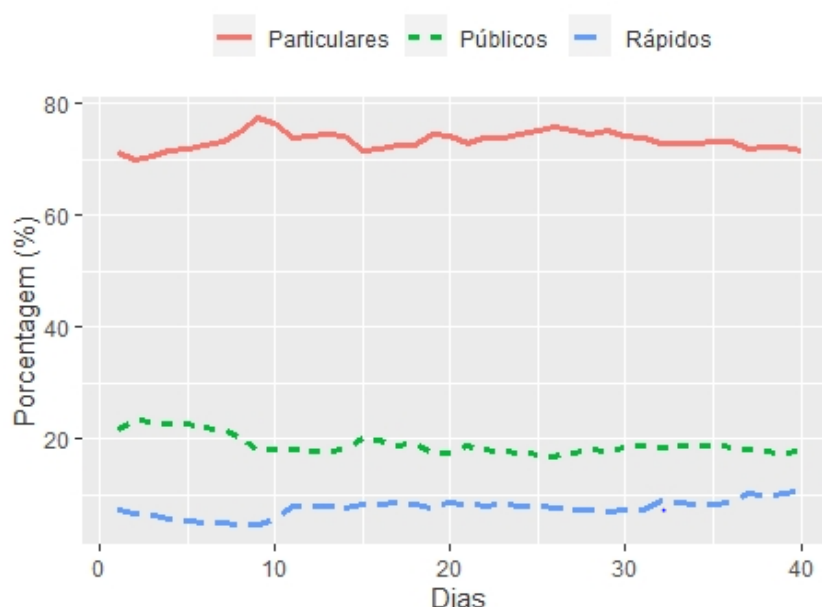
consistente, e para tanto, algumas simulações com parâmetros da literatura foram avaliados (Ainslie *et. al.*, 2020; Nishiura *et. al.*, 2020; Gupta *et. al.*, 2020). E para maior precisão, uma parametrização incerta também foi utilizada, com mínimos e máximos estabelecidos com os parâmetros anteriores.

A limitação mais evidente é a subnotificação dos dados (Prado *et al*, 2020). A estratégia de testar apenas os casos graves faz com que o número de testagens seja precário (Silva *et al*, 2020). Além disso, a maioria dos testes foram feitos em laboratórios particulares. Dos públicos, ainda existem testes rápidos cuja precisão é menor. Não há informação se existem testes rápidos entre os de rede particular. A informação de onde foram feitos os dados só passaram a ser divulgado no quadragésimo primeiro dia após o primeiro caso.

3. Resultados e Discussão

Inicialmente, foi analisado o quantitativo de testes no município. Na Figura 1, tem-se a porcentagem de testes ao longo do tempo (divididos em particulares, públicos realizados pelo LACEN-PE e testes rápidos municipais/estaduais).

Figura 1. Porcentagem de testes feitos em Garanhuns – período 19/05 a 27/06/2020.



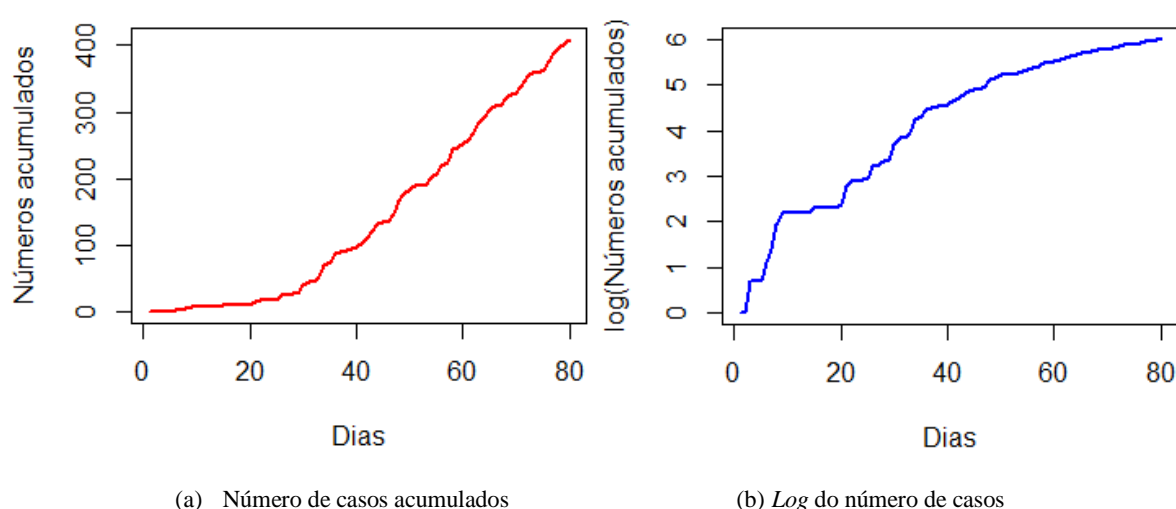
Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

Observa-se a cobertura da rede privada na realização dos testes no município, durante o período observado estiveram sempre próximos a 70%. Outra evidência da subnotificação é que

a cidade possui 30 óbitos e 409 casos confirmados no dia 27/06/2020, uma mortalidade acima do normal. Comprovando que os testes não são acessíveis à população e, além disso, são poucos. Mais uma limitação é a dinâmica da pandemia: medidas de saúde pública, mudança de protocolos, contagens de casos e perturbações do tipo podem alterar de maneira drástica. É importante refazer constantemente as simulações para melhor precisão.

Na Figura 2 verifica-se o número acumulado de casos confirmados de Covid-19 no município de Garanhuns entre 09 de abril de 2020 e 27 de junho de 2020.

Figura 2. Comportamento dos casos detectados em Garanhuns entre 09/04 a 27/06/2020.

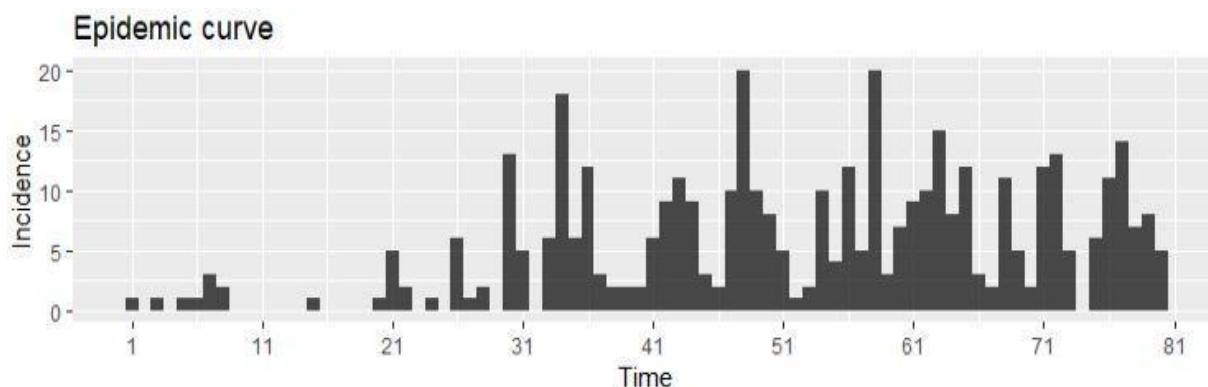


Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

Para este período analisado, o número de casos acumulados aumentou de 1 para 409. O crescimento observado apresenta características de uma exponencial, com $\lambda = 0,075$ que implica num tempo de duplicação no número de casos em $\log(2)/\lambda = 9,2$ dias. Na Figura 2(b), usamos o logaritmo natural do número acumulado de caso ao longo dos 80 dias. Ao analisarmos os últimos 40 dias, o λ correspondeu a 0,034, o que implica em um tempo de duplicação no número de casos de 20,3 dias, sendo assim, a redução no valor de λ , implica numa desaceleração na taxa de crescimento.

Em relação a incidência da Covid-19 no município nos primeiros 80 dias, no período entre 09 de abril até o dia 27 de junho de 2020, o comportamento desse indicador é apresentado na Figura 3.

Figura 3. Gráfico de incidência diária de covid-19 no município de Garanhuns/Pernambuco/Brasil.

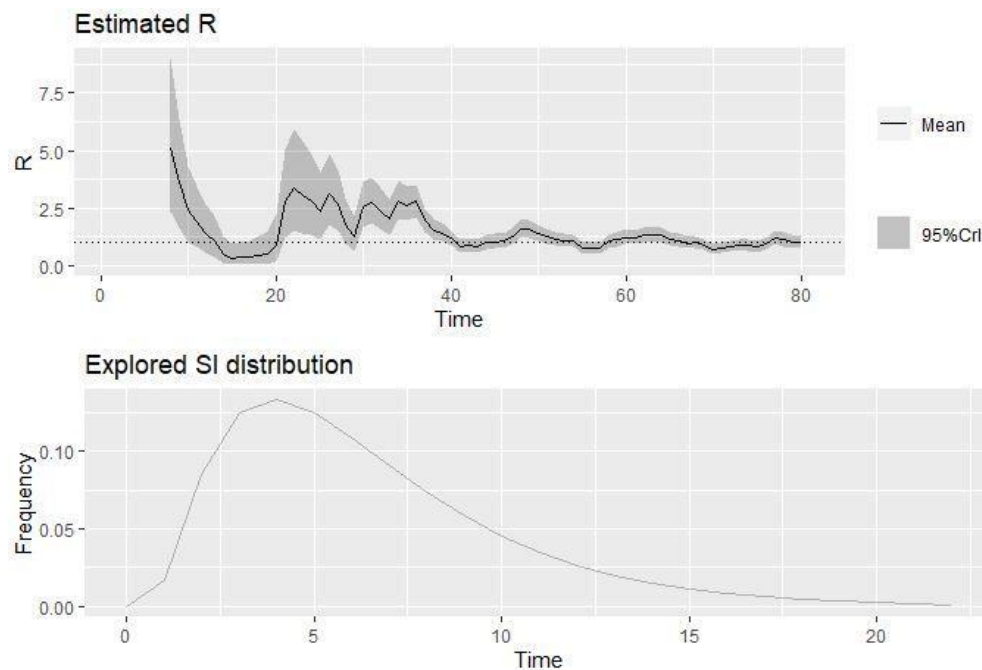


Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

A incidência no município apresentou maiores valores após 30 dias da confirmação do primeiro caso. Teve durante o período observado três datas com maiores incidência, o 34º dia (12/05) com 18 novos casos e, o 48º e 58º dia (26/05 e 05/06/2020) com 20 novos casos.

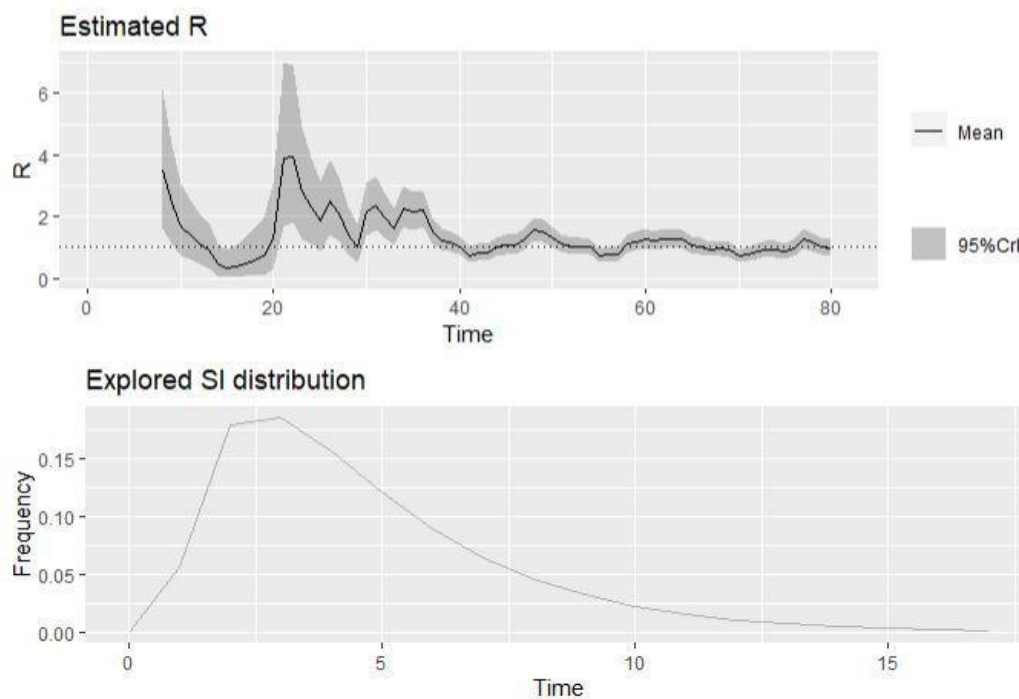
As Figuras 4, 5 e 6 apresentam a distribuição e a estimativa utilizando os parâmetros de média e desvio-padrão segundo os artigos: Em Ainslie *et. al.* (2020), 6,48 e 3,83; Nishiura *et. al.* (2020), 4,7 e 2,90; e Gupta *et. al.* (2020), 3,40 e 2,09, respectivamente.

Figura 4. Estimativa do $R(t)$ e a distribuição com os parâmetros do artigo de Ainslie *et. al.* (2020).



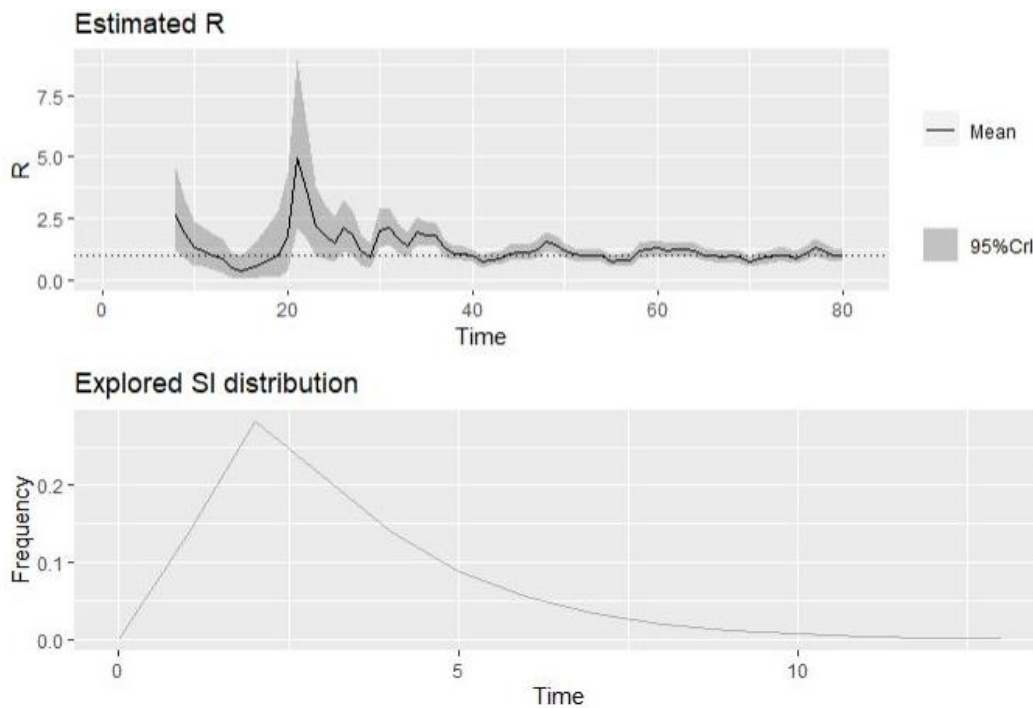
Fonte: Elaborado pelos Autores (2020)

Figura 5. Estimativa do $R(t)$ e a Distribuição com os parâmetros do artigo de Nishiura *et. al.* (2020)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

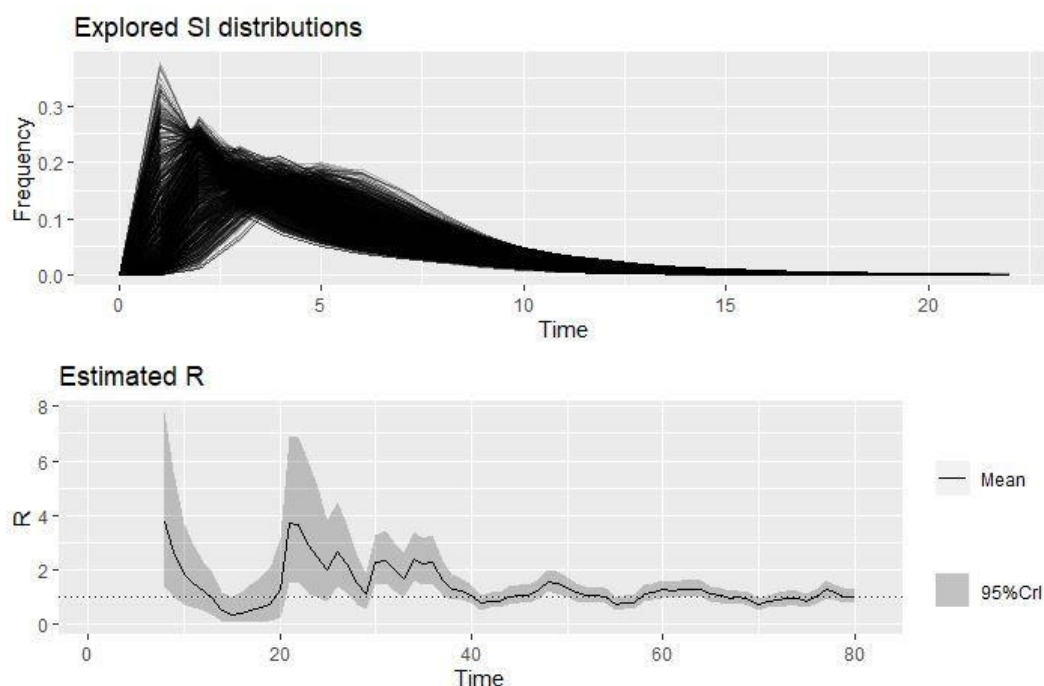
Figura 6. Estimativa do $R(t)$ e a distribuição com os parâmetros do artigo de Gupta *et. al.* (2020)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

A estimativa do $R(t)$, considerando os parâmetros do primeiro e terceiro, ultrapassaram o valor de 5, valores elevados quando comparados à própria infectividade da doença, enquanto a segunda apresentou valores mais realistas. Porém essa discrepância aconteceu apenas no início no começo dos dias observados, para os últimos dias a infectividade tendeu a uma mesma estabilização em todos os gráficos. Em complementaridade, uma parametrização incerta foi feita (com os máximos e mínimos das distribuições anteriores), Figura 7.

Figura 7. Distribuição de probabilidade com os parâmetros incertos e estimativa do $R(t)$.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

Observa-se que os valores ficaram próximos aos da Figura 3 e há tendência de estabilização.

4. Considerações Finais

É impossível ter números exatos da situação pandêmica, ainda mais com a qualidade dos testes feitos no município, entretanto, ao simular e estimar situações é possível ter noções macro da evolução da doença. As simulações são importantes para entender os processos que ocorre, nesse caso a redução do $R(t)$ comumente devido às medidas sanitárias. Entretanto, esta não foi suficiente para reduzir de forma eficaz, com $R(t) < 1$.

Fica claro, portanto, a necessidade de verificar posteriormente se a tendência permanece. Além disso, um estudo dos casos de SRAG, comparando com os anos anteriores, pode estimar a subnotificação no município a fim de minimizar os erros e um ajuste de modelo epidemiológico como um SEIR. Bem como, através desse, estimar o pico, o número máximo de internações simultâneas, óbitos e etc. Sendo assim, um estudo mais completo, considerando

o maior número de variáveis possíveis é requerido para um monitoramento mais próximo da realidade.

Por fim, o presente estudo permite compreender a evolução da pandemia em Garanhuns a fim de subsidiar ações governamentais e não governamentais no município.

Referências

A. Cori (2019), Epiestim: Estimate time varying reproduction numbers from epidemic curves, *CRAN, R package version 2.2-1*.

Aghaali, M., Kolifarhood, G., Nikbakht, R., Saadati, H. M., & Hashemi Nazari, S. S. (2020). Estimation of the serial interval and basic reproduction number of COVID-19 in Qom, Iran, and three other countries: A data-driven analysis in the early phase of the outbreak. *Transboundary and emerging diseases*, 10.1111/tbed.13656. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/tbed.13656>

Ainslie, K. E. C.; Walters, C. E.; Fu, H.; Bhatia, S.; Wang, H.; Xi, X.; Baguelin, M.; Bhatt, S.; Boonyasiri, A.; Boyd, O.; Cattarino, L.; Ciavarella, C.; Cucunuba, Z.; Cuomo-dannenburg, G.; Dighe, A.; Dorigatti, I.; Van Elsland, S. L.; Fitzjohn, R.; Gaythorpe, K.; Ghani, A. C.; Green, W.; Hamlet, A.; Hinsley, W.; Imai, N.; Jorgensen, D.; Knock, E.; Laydon, D.; Nedjati-gilani, G.; Okell, L. C.; Siveroni, I.; Thompson, H. A.; Juliette, H.; Unwin, T.; Verity, R.; Vollmer, M.; Walker, P. G. T.; Wang, Y.; Watson, O. J.; Whittaker, C.; Winskill, P.; Donnelly, C. A.; Ferguson, N. M.; Riley, S. (2020). Open Peer Review Evidence Of Initial Success For China Exiting Covid-19 social distancing policy after achieving containment, *Wellcome Open Res.* 2020;5:81. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15843.1>

Anderson, R. M; May, R. M., (1991). *Infectious Disease of Humans*. Nova Iorque: Oxford University Press.

Andersson, H.; Britton, T., (2000). *Stochastic Epidemic Models and their Statistical Analysis*. Nova Iorque: Springer Verlag.

Durbin, J.; Koopman, S. J. (2012). *Análise de séries temporais por métodos de espaço de estados*. Oxford University Press.

Gupta, M.; Mohanta, S. S.; Rao, A.; Parameswaran, G. G.; Agarwal, M.; Arora, M.; Mazumder, A.; Lohiya, A.; Behera, P.; Bansal, A.; Kumar, R.; Meena, V. P.; Tiwari, P.; Mohan, A.; Bhatnagar, S. (2020). Transmission dynamics of the COVID-19 epidemic in India and modelling optimal lockdown exit strategies. *MedRxiv*. p. 2020.05.13.20096826. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.13.20096826>.

Lekone, P. E.; Finkenstädt, B. F (2006). Statistical inference in a stochastic epidemic SEIR model with control intervention: Ebola as a case study. *Biometrics*, v. 62, p. 1170-1177. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2006.00609.x>

Lotka A. J. (1939). *Théorie analytique des associations biologiques*, 2e partie. Hermann, Paris.

Nishiura, H., Linton, N. M., & Akhmetzhanov, A. R. (2020). Serial interval of novel coronavirus (COVID-19) infections. *International journal of infectious diseases*. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.02.060>

Organização Pan-Americana da Saúde [OPAS] (2020). Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus). Recuperado de: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875, Em: 19 de julho de 2020.

Prado, M. Bastos L, Batista A, Antunes B, Baião F, Maçaira P, Hamacher S, Bozza F., (2020). Análise de subnotificação do número de casos confirmados da COVID-19 no Brasil. 2020. Recuperado de: https://drive.google.com/file/d/1_whlqZnGgvqHuWCG4-JyiL2X9WXpZAe3/view. Em: 07 de julho de 2020.

Samperi, R. H.; Collado, C. F.; Lucio, M. del P. B, (2013). *Metodologia Científica*. 5. ed. Porto Alegre: Penso. 624 p.

Secretaria de Saúde Garanhuns. Boletins Epidemiológicos (2020). Recuperado de: <https://garanhuns.pe.gov.br/informe-epidemiologico-no15-2020-04-07-2020/>. Em: 18 de julho de 2020.

Silva A.W.C., Cunha A.A., Alves G.C., Corona R.A., Dias C.A.G. M., Nassiri R., (2020) Caracterização clínica e epidemiologia de 1560 casos de COVID-19 em Macapá/AP, extremo norte do Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e150985499. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5499>.

Wallinga, J., & Teunis, P. (2004). Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. *American journal of epidemiology*, 160(6), 509–516. <https://doi.org/10.1093/aje/kwh255>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Dherfferson Montini Barros – 25%

Dâmocles Aurélio Nascimento da Silva Alves – 25%

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento – 20%

Rosângela Estevão Alves Falcão – 14%

Moacyr Cunha Filho – 8%

Régia Maria Batista Leite – 8%