

## Estudo do espalhamento dos casos de COVID 19 no município de Manacapuru - AM através do Modelo Logístico e SIR

Tales Antonio<sup>1</sup>  
 DEQ/UFAM, Manaus, AM  
 Victor Yuri<sup>2</sup>  
 DF/UFAM, Manaus, AM  
 PRATA, R. A. C.<sup>3</sup>  
 UFAM, Manaus, AM

Conhecendo a gravidade da pandemia ocasionada pelo vírus SARS-CoV-2, encontrou-se a oportunidade de fazer o estudo de casos e a comparação dos dois modelos epidemiológicos, o *Modelo Logístico* e o *Modelo SIR*, já presentes nas literaturas. A motivação por detrás desse estudo, ocorreu no resultado de um grande aumento de casos em um curto período, em um município do interior do Amazonas chamado Manacapuru, que se destaca sendo o quarto município mais populoso do estado e o segundo mais afetado durante os meses de Março a Setembro de 2020.

Apropriando-se disto, utilizamos o *Modelo Logístico* [2] e o *SIR* [7] como estão respectivamente mostrados abaixo, para fazer um estudo tanto comparativo como comportamental, da evolução da doença nesse município. Adotando o *Modelo Logístico* neste contexto, podemos inserir as condições iniciais da cidade na solução da EDO, onde  $N_0$  é o número inicial de pessoas infectadas e  $K$  a população total do município, já que é a capacidade máxima de suscetíveis.

$$\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad (1)$$

$$N(t) = \frac{N_0 \cdot K}{(K - N_0) \cdot e^{r \cdot dt} + N_0} \rightarrow N(t) = \frac{1 \cdot 94175}{(94175 - 1) \cdot e^{-0,2 \cdot 1} + 94175} \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = \alpha SI \\ \frac{dI}{dt} = \alpha SI - \beta I \\ \frac{dR}{dt} = \beta I \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = -0,15SI \\ \frac{dI}{dt} = 0,15SI - 0,14I \\ \frac{dR}{dt} = 0,14I \end{array} \right. \quad (3)$$

Como  $r$  é a taxa de crescimento exponencial, é possível também encontrá-lo através do modelo SIR. Sendo  $\alpha$ , a taxa de transmissão e  $\beta$  a taxa de recuperação, conseguimos encontrar uma relação entre  $r$  e  $R_0$  [6]. O estudo foi feito utilizando dados da *Fundação de Vigilância Sanitária do Amazonas - FVS*, entre os meses de Março a Setembro de 2020, onde ocorreu um aumento significativos de casos, por conta da primeira onda. [1]

Destes resultados, utilizaram-se métodos em alguns softwares, como o método numérico de Euler para resolver o Modelo SIR e para o modelo logístico, o ajuste de aproximação exponencial

<sup>1</sup>talesmartinslima@gmail.com

<sup>2</sup>botvyfl@gmail.com

<sup>3</sup>praroberto@gmail.com

presente no Excel. Usufruiendo também, de algumas técnicas de derivação, resolução de sistemas de EDO e um programa de código livre para análise de dados, chamado *SciDavis*, afim de confirmar e auxiliar no estudo das hipóteses. [4]

Após a realização das devidas análises dos dois modelos estudados, foi possível chegar a conclusão de que tanto o *Modelo Logístico*, quanto o *Modelo SIR*, apresentam resultados semelhantes em relação a propagação do vírus. Além disso, através dos modelos, foi observado que as medidas de prevenção adotadas pelo município puderam evitar um maior número de casos e, sucessivamente, mortes.

Para complementar o estudo das curvas, foi realizado também uma análise da taxa reprodutibilidade basal,  $R_0$  do município, que leva em consideração a taxa de infecção e recuperação em um dado período. [6]

$$r = \alpha - \beta \quad (4)$$

$$R_0 = 1 + \frac{r}{\beta} \quad (5)$$

Dessa forma, foi encontrado um valor de 1,3 para o  $R_0$  durante toda a primeira onda (Março/2020 a Setembro/2020), e 1,5 durante o pico da primeira onda (Abril/2020 a Maio/2020), confirmando a ideia de que o município de Manacapuru foi intensamente afetado pelo vírus. [3]

## Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Amazonas e ao programa do FNDE, o PET, pelas bolsas concedidas.

## Referências

- [1] Bassanezi, R. C. *Temas & Modelos*. UFABC, Santo André - 2012
- [2] Batista, M. *Estimation of the final size of the second phase of the coronavirus COVID 19 epidemic by the logistic model*, University of Ljubljana, Slovenia, 2020. DOI: 10.1101/2020.03.11.20024901.
- [3] *Boletins diários COVID 19*. Manaus, 2020/2021. Disponível em: <http://www.fvs.am.gov.br/publicacoes>
- [4] Boyce, W.E. Di Prima, R.C. *Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno*. 10<sup>a</sup> edição. LTC, Rio de Janeiro, 2015.
- [5] Figueiredo, D. G *Equações Aplicadas*. 3<sup>a</sup> Edição. IMPA, Rio de Janeiro, 2018.
- [6] Londoño, S. L. M. *Estimação do número de reprodução basal em modelos compartimentais*, Dissertação de Mestrado, UNICAMP, 2014.
- [7] Luiz, M. H. R. *Modelos matemáticos em Epidemiologia*, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2012.