



## Taxa de variação de casos de COVID-19 com e sem vacinação

Marcelo Osnar Rodrigues de Abreu – Email: [osnar@outlook.com](mailto:osnar@outlook.com)

**Resumo:** O foco deste trabalho é apresentar como ferramentas de cálculo tais como polinômios ortogonais, ajuste de curvas e taxa de variação podem ser úteis na análise de dados.

**Palavras-chave:** taxa de variação, polinômios ortogonais, COVID-19.

### 1. Introdução

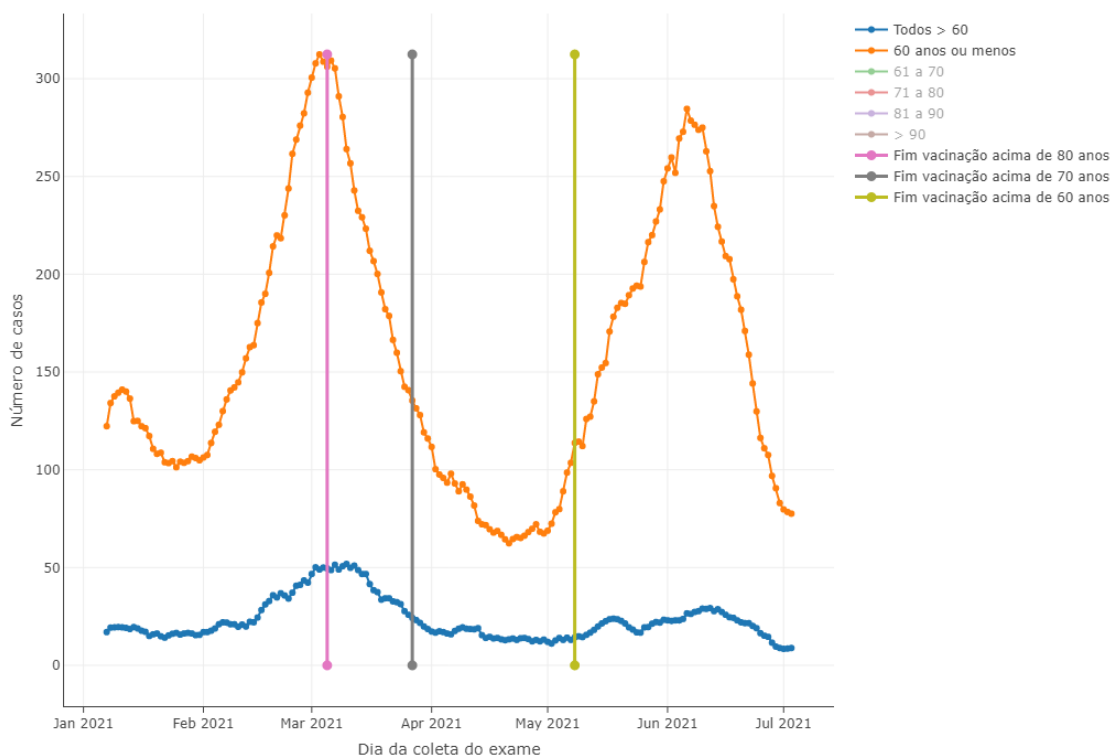
A vacinação tem avançado na cidade de Maringá e uma importante pergunta surge: está sendo eficaz? Os idosos, pessoas acima de 60 anos de idade, já iniciaram a vacinação há alguns meses e neste período tivemos uma nova “onda”<sup>1</sup> de COVID-19 onde podemos analisar o aumento no número de casos entre idosos e não idosos. Claramente, uma maneira mais precisa de se avaliar seria cruzar as informações de vacinados com casos positivos e ter uma informação precisa. No entanto pela não publicidade de informações das pessoas vacinadas este artigo tenta avaliar a eficácia da vacinação apenas com base nas informações sobre os casos positivos de COVID-19 na cidade de Maringá.

### 2. Dados do problema

Os dados analisados são da cidade de Maringá desde o início de 2021 até julho de 2021, que foram suavizados com uma média móvel semanal, a fim de que os comportamentos mais gerais da série temporal fossem evidenciados. A fim de compreender as tendências da série no grupo que recebeu e que não recebeu a vacina, os dados foram separados em duas curvas, sendo elas a representação dos casos no grupo de pessoas com 60 anos ou menos e outro grupo formado pelas pessoas com mais de 60 anos, conforme ilustrado a seguir:

---

<sup>1</sup>atualmente chama-se de onda um grande aumento na média de casos de COVID-19 em um curto período de tempo

**Figura 1** – Médias móveis de 7 dias dos casos positivos de COVID-19 em Maringá

**Fonte:** Elaborada pelo autor

No início do ano, mais precisamente no dia 25/01/2021, quando ocorreu a menor média de casos antes de um novo pico, observou-se que a média de casos em pessoas com mais de 60 anos era de aproximadamente 16 casos, enquanto a média de casos em pessoas com menos de 60 anos era de aproximadamente 101 casos. Na sequência houve um aumento dos casos, que teve seu pico no mês de março. Neste período observou-se que a média de casos nas pessoas com menos de 60 anos triplicou atingindo 312 em 03/03/2021. O mesmo comportamento ocorreu no grupo acima de 60 anos, de 16 casos em média atingiu o pico de 51 casos em 07/03/2021. Entre março e abril ao mesmo tempo em que avançava a vacinação houve uma redução no número de casos que acreditamos ser devido às diversas medidas que foram tomadas na época. Entre as pessoas com 60 anos ou menos a média de casos foi reduzindo até atingir 62 casos em 21/04/2021. Na sequência observa-se um novo aumento expressivo no número de casos, atingindo a média de 284 casos em 06/06/2021. O pico da média atingiu 4.58 vezes a média antes do aumento. Já entre o grupo de pessoas acima de 60, a média atingiu seu pico de 29 em 10/06/2021, apenas 2.6 vezes o valor mínimo de 11 que ocorreu em 02/05/2021.

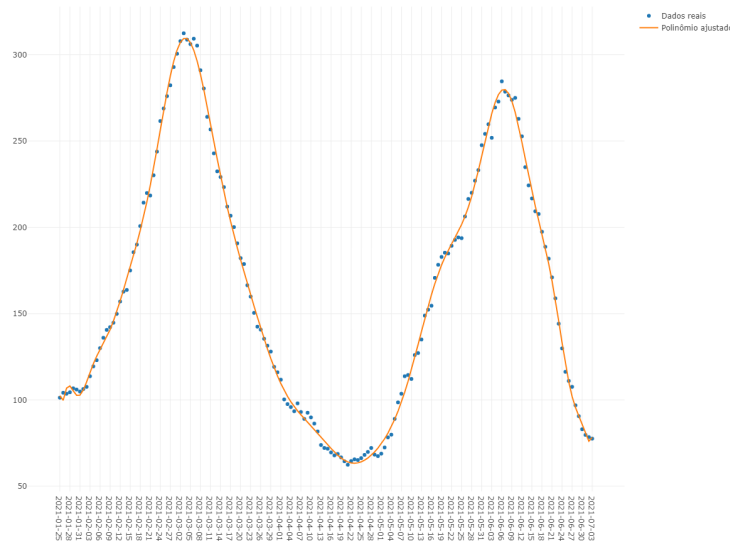
### 3. Taxa de variação

Na seção anterior vimos que tanto visualmente quanto uma verificação numérica dos pontos de máximo e mínimo local do gráfico apresentado na Figura 1 nos levam a acreditar que houve um menor crescimento nos casos entre pessoas com mais de 60 anos na segunda onda, em relação à primeira onda. No entanto, esta análise está sujeita ao viés do observador e não dá uma dimensão de quanto isto é expressivo ou não.

A fim de comparação, vamos dividir os dados em duas partes, sendo a primeira compreendendo o período de 25/01/2021 a 21/04/2021 (87 dias) e a segunda parte de 22/04/2021 a 03/07/2021 (73 dias). O ponto de corte foi escolhido como sendo 21/04/2021 pelo fato de que este é o ponto de mínimo local no gráfico dos casos em pessoas com 60 anos ou menos (que passaremos a chamar de *não idosos* para facilitar a escrita) e separa as duas “ondas”.

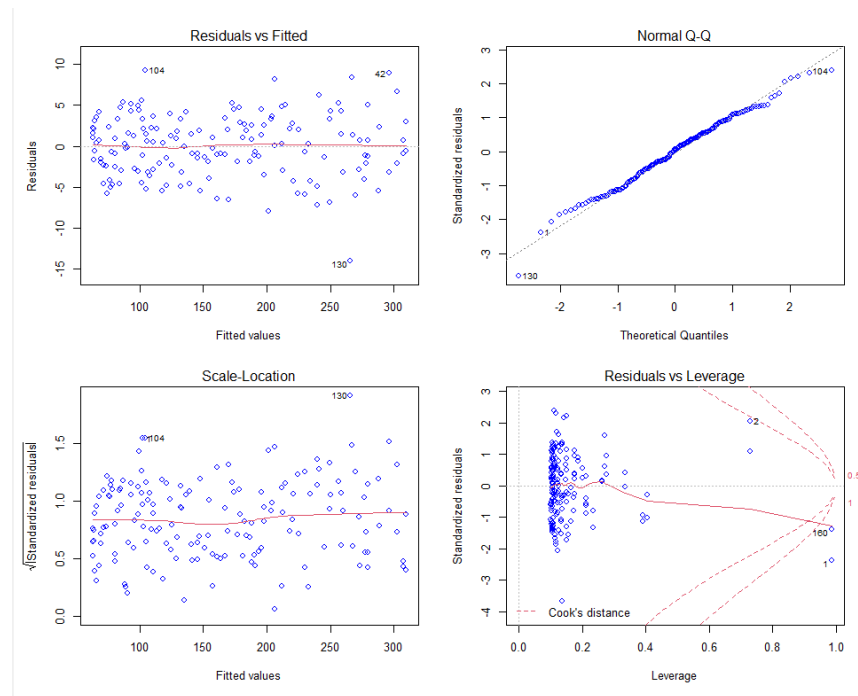
Para suavizar os dados e facilitar o cálculo e a interpretação da taxa de variação, usamos um modelo de regressão polinomial. Dentre as diversas maneiras de se fazer isto optamos por utilizar a função **poly** da linguagem R. O ajuste consiste em determinar os coeficientes de um polinômio de grau  $n$  que melhor descreve o comportamento dos dados. Após realizar a modelagem dos dados concluiu-se que  $n = 25$  é o mais apropriado. Para  $n = 25$ , a função descreve o polinômio ajustado a partir da base usual de polinômios  $\{1, x, x^2, x^3, \dots, x^{25}\}$ . Outra abordagem, disponível pela função, é usar uma base de polinômios ortogonais descrita em Chambers e Hastie (1992). A Figura 2 apresenta o ajuste usando polinômios ortogonais, que apresentou um menor erro quadrático médio em relação à base usual.

**Figura 2** – Ajuste polinômio ortogonal de grau 25 aos dados dos *não idosos*



**Fonte:** Elaborada pelo autor

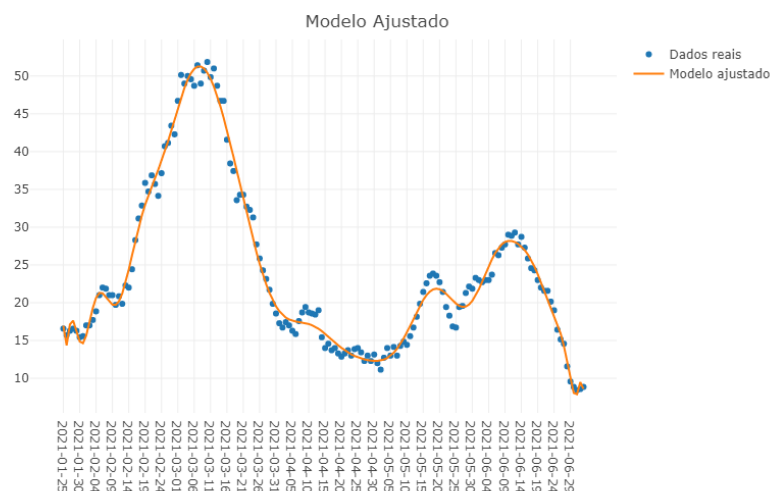
A além da inspeção visual empregou-se a análise dos resíduos para avaliar o ajuste.

**Figura 3** – Análise de resíduos ajuste polinomial aos dados dos *não idosos*

**Fonte:** Elaborada pelo autor

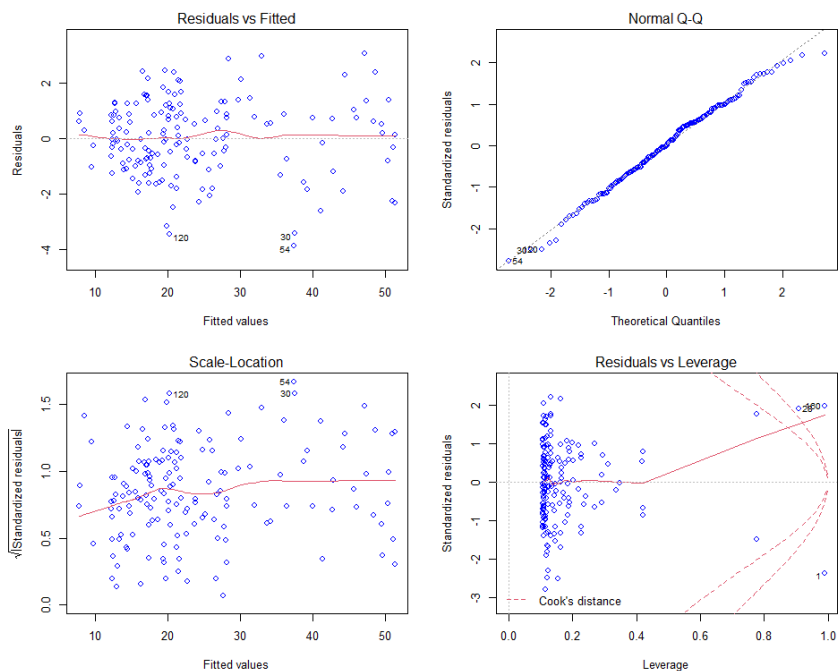
Apesar da existência de alguns pontos influentes, como o teor desta análise é apenas descritivo, pode-se considerar um ajuste apropriado.

A Figura 4 apresenta o ajuste usando polinômios ortogonais aos casos em idosos.

**Figura 4** – Ajuste polinômio ortogonal de grau 25 aos dados dos idosos

**Fonte:** Elaborada pelo autor

Figura 5 – Análise de resíduos ajuste polinomial aos dados dos idosos

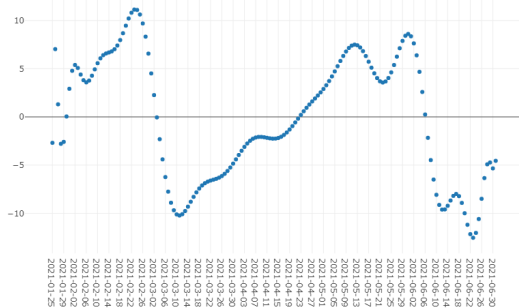


Fonte: Elaborada pelo autor

Analogamente ao caso dos não idosos, pode-se considerar o ajuste descrito na Figura 4 como adequado.

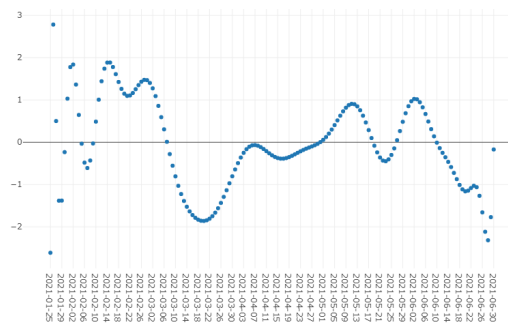
Em posse do polinômio ajustado pode-se calcular a taxa de variação. Uma abordagem possível seria determinar a equação algébrica do polinômio e posteriormente calcular a derivada analítica. No entanto, optou-se por utilizar um método de derivação numérica haja visto a complexidade de determinar algebricamente a base de polinômios ortogonais utilizada pela função **poly**.

Figura 6 – Taxa de variação *não idosos*



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 7 – Taxa de variação *idosos*



Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando ambas as taxas de variação observa-se uma similaridade no comportamento

das curvas ao longo do tempo. No período em que ocorre a segunda onda, ficou evidente que houve uma redução na taxa de variação nos casos de COVID-19 no grupo de *não idosos*, porém mantendo-se elevada e com média de casos crescente, ao passo que entre os idosos esta taxa de variação atingiu valores negativos, o que corresponde a uma redução na média de casos, o que indica que neste período a média de casos não manteve um padrão de crescimento como na primeira onda na qual manteve-se a maior parte do tempo acima de 1 que foi a taxa de variação máxima na segunda onda.

#### 4. Conclusões

Houve uma redução na média de casos em pessoas acima de 60 anos na segunda onda em relação à primeira de forma mais acentuada do que no grupo de não idosos, em um período em que os casos aumentaram expressivamente. Esta análise não garante que esta redução deva-se exclusivamente à vacinação, mas do exposto neste estudo e levando em consideração as datas que marcam o fim da vacinação em pessoas acima de 60 anos, há indícios da existência de uma redução nos casos de contágio no grupo de idosos, que representam a maior parte dos vacinados.

Sabe-se da viabilidade do uso das vacinas o qual foi testado clinicamente pelos laboratórios, contudo as vacinas de COVID-19 são muito recentes e seu comportamento em massa ainda não foi totalmente explorado. Um resultado positivo na cidade de Maringá foi saber que mesmo com alta exposição à doença quando houve os picos no grupo de não idosos a vacina cumpriu com o seu papel.

#### Referências

- 1 ABREU, Marcelo Osnar Rodrigues de. **Dashboard COVID-19**. 2020. Disponível em: <<https://mlealserver.shinyapps.io/covid19-15RS>>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- 2 CHAMBERS, JM; HASTIE, TJ. *Statistical Models in S.*, Wadsworth & Brooks/Cole. **Pacific Grove, CA**, 1992.