

## **ANÁLISE DA CURVA EPIDÊMICA DA COVID-19-BRASIL PELA PLANILHA PPFM**

**Priscila Kataoka e Manoel Garcia Neto**

**RESUMO:** A modelagem de forças possui notória importância dentro das mais diversas áreas de estudos e dos mais variados processos. Dito isso, a planilha do Programa Prático para Modelagem de Forças (PPFM) é uma ferramenta inovadora que permite analisar o processo de crescimento e sua história. Esse trabalho analisou a curva epidêmica dos casos de COVID-19 no Brasil no período entre 15/02/2020 a 20/09/2021, permitindo definir os momentos críticos da pandemia.

**Palavras-chave:** Curvas sigmóides, Coronavírus, Modelos não lineares

## **INTRODUÇÃO**

A pandemia da COVID-19 pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) tem se apresentado como um dos maiores desafios sanitários em escala global deste século (WERNECK, 2020). Em uma doença infecciosa, como é o caso da COVID-19, a taxa de crescimento exponencial é, por si só, um parâmetro importante para a velocidade de propagação da doença (JUNLING, 2020). Sabendo que as funções sigmóides de crescimento assintótico nos processos biológicos são, em sua maioria, não lineares (MISCHAN & PINHO, 2014), a análise multifásica do crescimento através de modelos não lineares para análise de cada fase é utilizada para se obter informações mais detalhadas sobre os padrões de crescimento (GROSSMAN, KOOPS, 1988) da COVID-19

## **OBJETIVO**

Ajustar a curva dos casos de COVID-19 no Brasil através da planilha do Programa Prático para Modelagem de Forças (PPFM), no período de 15/02/2020 a 20/09/2021.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

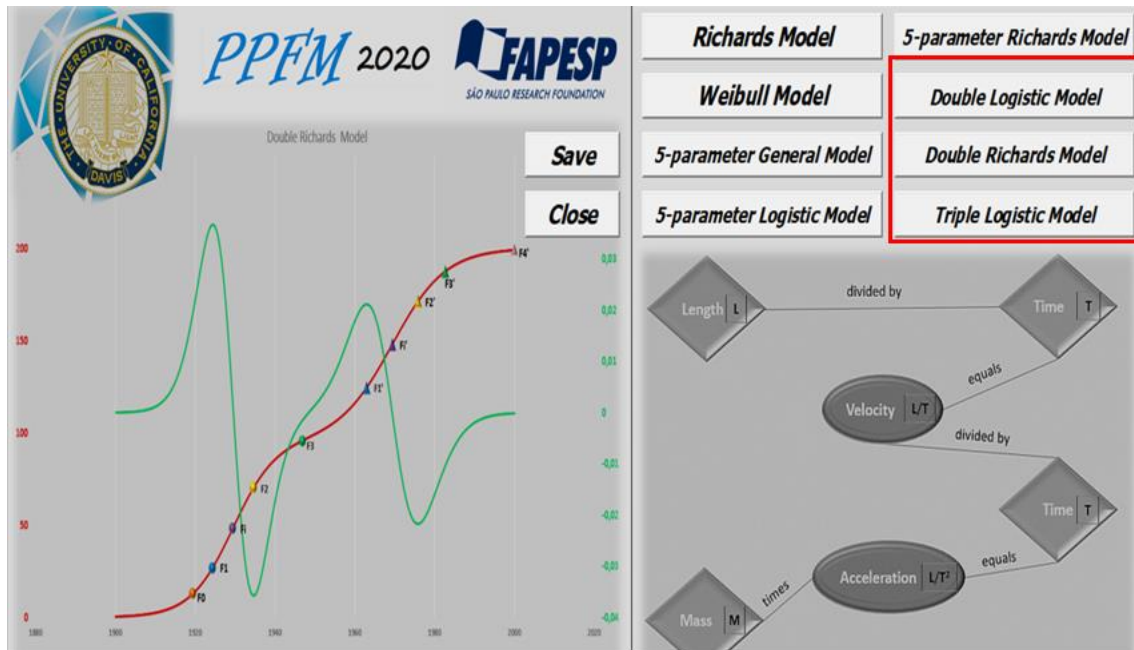
Os dados utilizados foram obtidos do site [www.worldometers.info/coronavirus/country/brazil/](http://www.worldometers.info/coronavirus/country/brazil/) que oferece estatísticas em tempo real para, entre outros, os números de casos de coronavírus no Brasil. A curva foi ajustada através da planilha do PPFM (Practical Program for Forces Modeling; [www.sites.google.com/view/ppfm-spreadsheet/](http://www.sites.google.com/view/ppfm-spreadsheet/)). Assim, para ajuste dos dados, foi utilizando os modelos de dupla logística, dupla Richards e tripla logística. Ainda, foi disponibilizado um vídeo exemplificando, passo a passo o ajuste, desde a obtenção dos dados até sua modelagem <http://hdl.handle.net/11449/214527>

**Imagem 1 – Site dos quais os dados foram obtidos**



Fonte: [www.worldometers.info/coronavirus/country/brazil/](http://www.worldometers.info/coronavirus/country/brazil/)

Imagem 2 – Planilha PPFM destacando os modelos utilizados para o ajuste da curva

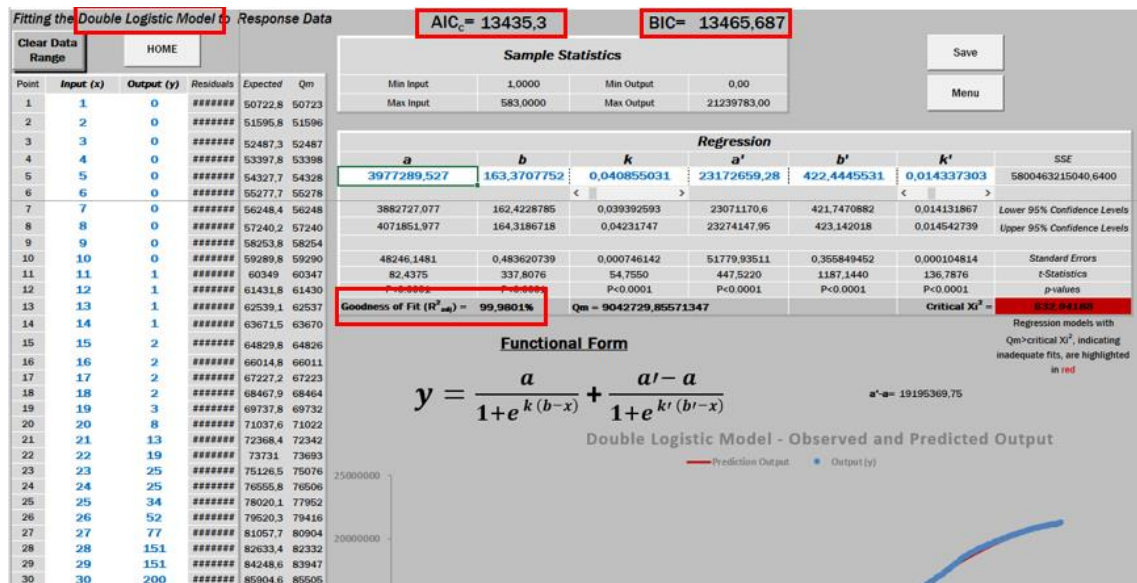


Fonte: Planilha PPFM. Disponível em: <[www.sites.google.com/view/ppfm-spreadsheet/](http://www.sites.google.com/view/ppfm-spreadsheet/)>

## RESULTADO E DISCUSSÃO

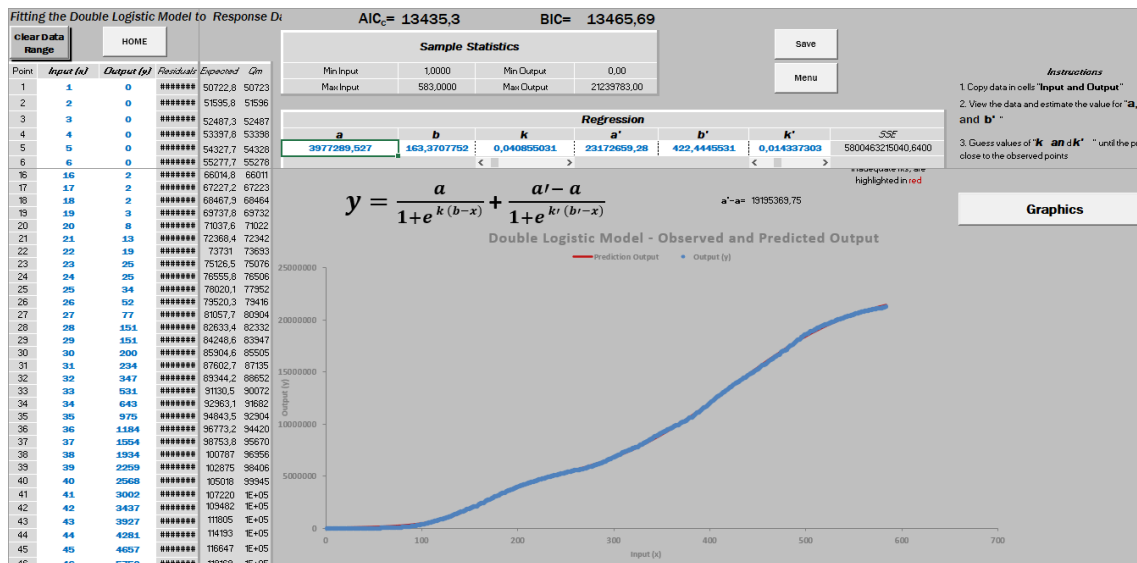
A curva do crescimento, no período avaliado, mais apropriada para ajustar a pandemia de COVID-19-Brasil foi de dupla sigmoide, entre três modelos avaliados (dupla logística, dupla Richards e Tripla logística). O modelo dupla logístico apresentou grau de explicação de  $R^2_{aj}=99,98\%$ , e valores mais favoráveis para a bondade da curva, segundo os critérios de Akaike e BIC ( $AIC_c=13435,55$  e  $BIC=13465,93$ ).

Imagem 3 – Ajuste pelo modelo dupla logístico com destaque ao grau de explicação,  $AIC_c$  e BIC.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Imagem 4 – Ajuste da curva.

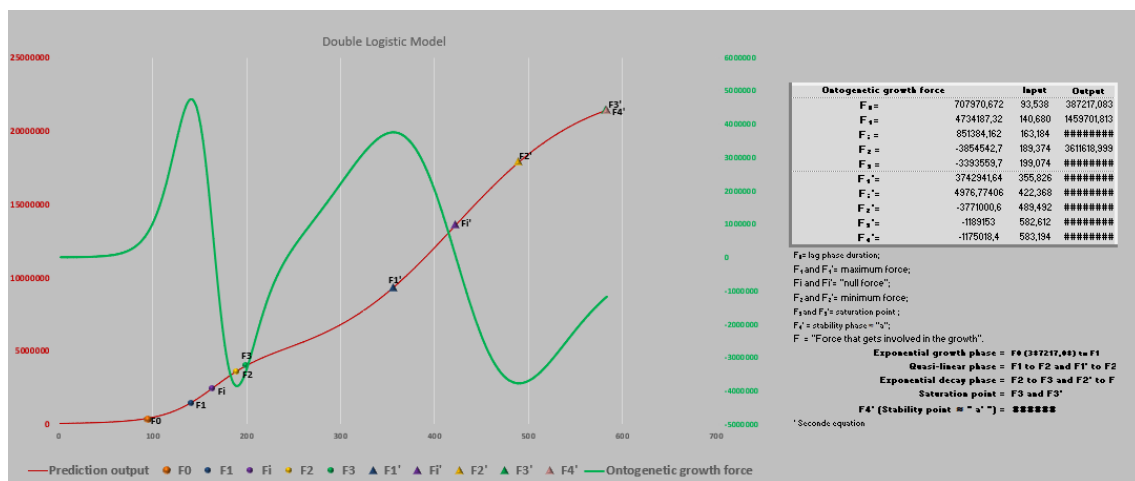




Fonte: Elaborado pelos autores.

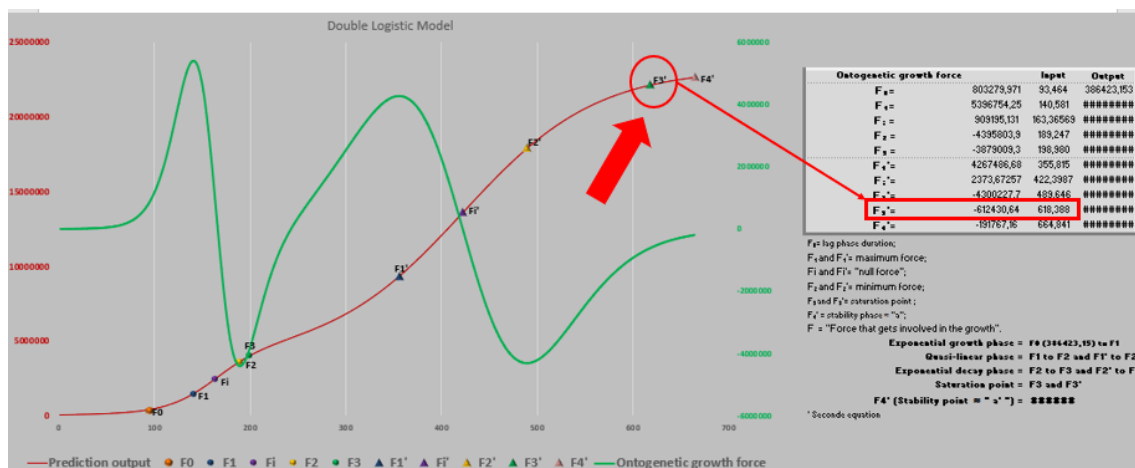
O gráfico da força ontogênica permite caracterizar os pontos críticos da pandemia, em momentos exponenciais crescentes, lineares e exponenciais decrescentes. Além disso, foi possível presumir o ponto F3', como o ponto crítico que indica o final da fase exponencia decrescente e o início do patamar, que seria o momento em que a pandemia estaria estabilizada. Esse ponto tão aguardado foi estimado para o dia 618, ou seja, correspondendo ao dia 25 de outubro de 2021.

**Imagem 5 – Gráfico da força ontogênica.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

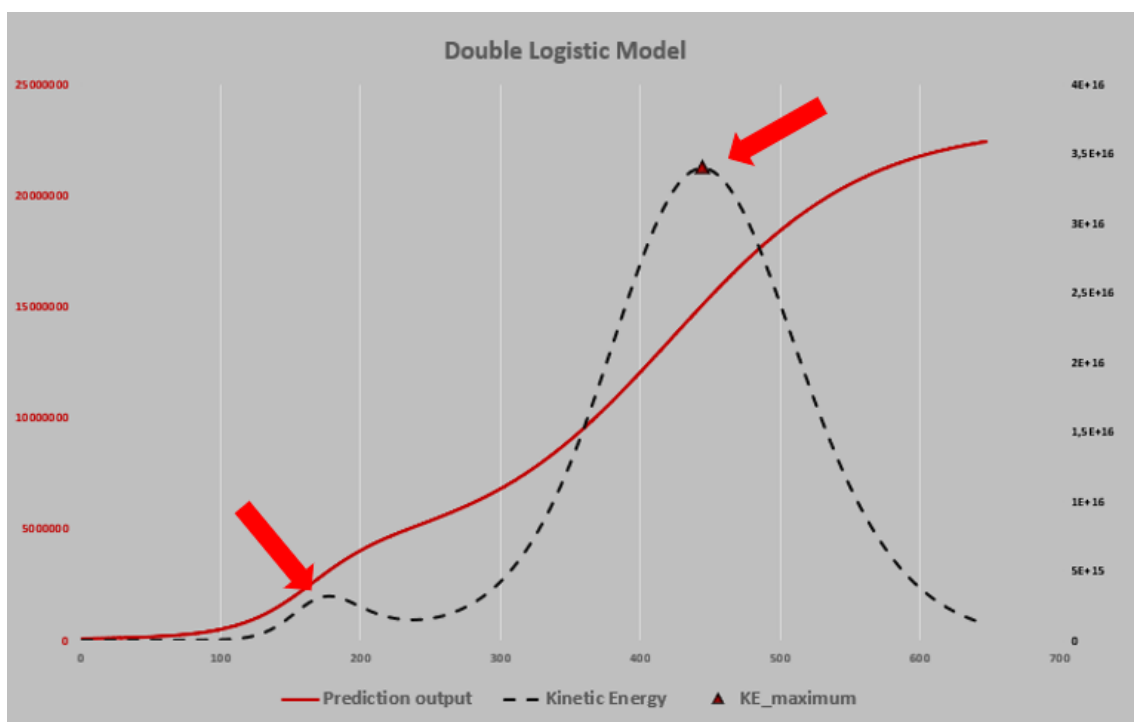
**Imagem 6 – Estimativa do ponto F3'.**



Fonte: Elaborado pelos autores

O gráfico da energia cinética ( $E_c$ ) evidenciou dois picos, segundo os casos acumulados de COVID-19. O primeiro e menor, aconteceu no dia 179, correspondente ao dia 12 de agosto de 2020, e o segundo e maior no dia 456, correspondente ao dia 16 de maio de 2021.

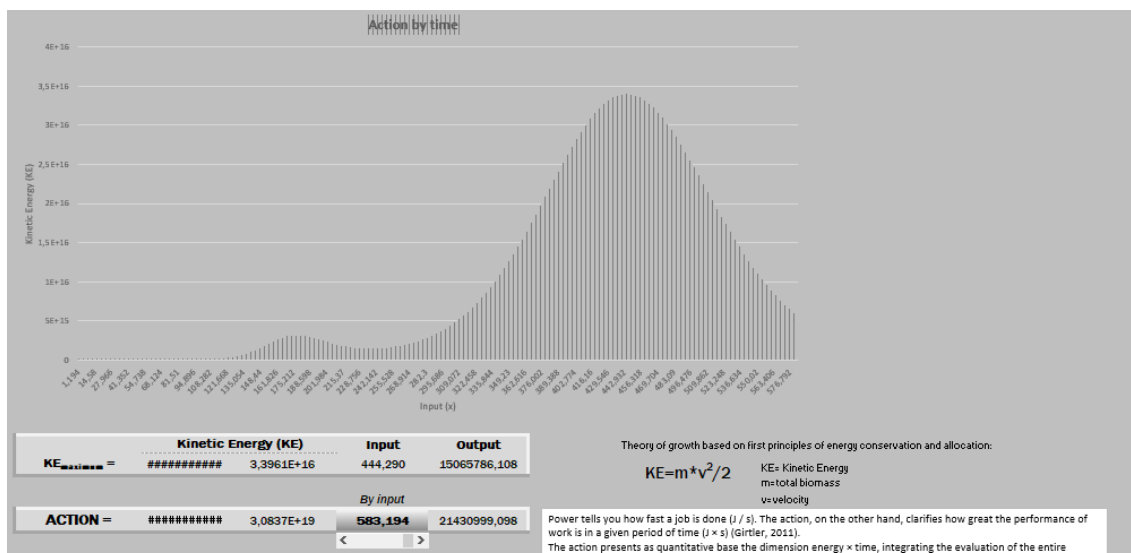
Imagem 7 – Gráfico da energia cinética evidenciando dois picos de casos de COVID-19.



Fonte: Elaborado pelos autores.

E ainda, o gráfico da ação definiu o trabalho útil de todo o histórico da expansão de propagação do vírus, ou seja, a energia e o tempo investidos, definidos pela área ( $E_c \times$  tempo) que permite estabelecer por um único valor todo o impacto da pandemia no ambiente. Por fim, o princípio da ação é a história representada por um único valor, simples, compacto e elegante (ZEE,1999; NAGAO & NIELSEN, 2017)

Imagem 8 – Gráfico da ação.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## CONCLUSÃO

A planilha se mostrou eficaz para o ajuste da curva de crescimento de casos de COVID-19 no Brasil, permitindo definir os momentos críticos da pandemia.

## REFERÊNCIAS

GROSSMAN, M., KOOPS, W.J. Multiphasic Analysis of Growth Curves in Chickens, Poultry Science, Volume 67, Issue 1, 1988, pages 33-42, ISSN 0032-5791.

JUNLING, M.A. Estimating epidemic exponential growth rate and basic reproduction number, Infectious Disease Modelling, Volume 5, 2020, pages 129-141, ISSN 2468-0427.

MISCHAN, S.Z. PINHO. Modelos não lineares: funções assintóticas de crescimento Cultura Acadêmica, São Paulo (2014), p. 185

NAGAO, K.; NIELSEN, H. B. Complex action suggests future-included theory. Progress of Theoretical and Experimental Physics, v. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ptep/ptx156>>. n. 11, p. 111B01, 2017.

***Pesquisas e Inovações em Ciências da Saúde e Biológicas: Produções Científicas Multidisciplinares no Século XXI, Volume 1***

WERNECK, G. L., CARVALHO, M. S. A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 36, n. 5

ZEE, A. *Fearful symmetry: The search for beauty in modern physics*. Princeton University Press, 2015.