

## Trabalho Final – Parte 2 - Cristopher Braatz Cardoso e Lucas Amaral

- A ideia desse experimento é utilizar o modelo de Malthus para calcular em quanto tempo a população de Santa Catarina estará vacinada do covid19.
- Foi utilizado uma base de dados diários do covid19 no Brasil, com informações de quantidade de vacinados por dia.
- Com essas informações, foi calculado uma média de vacinados por dia, considerando apenas o último mês de vacinação (Abril/21). Essa média foi utilizada como taxa de vacinação.
- Foram feitas iterações, onde cada iteração representa um dia. Foi calculado quantas pessoas estariam vacinadas naquele dia.
- A cada 30 dias, foi feito uma calibragem de 5% no percentual, considerando que a quantidade de vacinas aplicadas sempre vai aumentando.
- Com isso, foi obtido que em 452 dias, toda população de Santa Catarina estará vacinada.

```
# Bibliotecas necessárias para experimento

import pandas as pd
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
from datetime import datetime
from datetime import timedelta

# Fazendo leitura de dados de vacinados no Brasil
dados = pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/wcota/covid19br/master/cases-brazil-states.csv")

# Filtrando apenas o estado de Santa Catarina
dados = dados[dados.state == "SC"]

# Tratamento da data da coleta das informações
dados['date'] = pd.to_datetime(dados['date'])

# Calculando média de vacinados por dia, a partir do mês de Abril de 2021
primeiro_de_abril = datetime(2021, 4, 1)
media_vacinados_por_dia = dados[dados.date > primeiro_de_abril].vaccinated.diff().mean()
print("Media de vacinados por dia =", media_vacinados_por_dia)
```

```
# Buscando o total de vacinados ate o momento
total_vacinados = dados[dados.date == dados.date.max()].vaccinated.values[0]
print("Total vacinados até o momento =", total_vacinados)

# Estimativa de população de Santa Catarina
populacao_santa_catarina = 7165000
print("População SC =", populacao_santa_catarina)

# Utilizando método de Malthus para calcular quantos dias serão necessários para vacinar a população de SC

# População inicial de vacinados
nova_populacao_vacinada = total_vacinados

# Taxa de vacinação diária
taxa_vacinacao_diaria = media_vacinados_por_dia / populacao_santa_catarina
print("Taxa de vacinação diária =", taxa_vacinacao_diaria * 100, "%")

# Variável para contar os dias necessários
contagem_dias = 1

# Laço de repetição, o código abaixo será executado enquanto a população vacinada for menor que a população total
while nova_populacao_vacinada < populacao_santa_catarina:
    # Calculando a população vacinada no dia, utilizando fórmula de Malthus =>  $P(t) \Rightarrow P_0 * e^{(k*t)}$ 
    nova_populacao_vacinada = total_vacinados * np.exp(taxa_vacinacao_diaria * contagem_dias)

    # Calibragem de 5% a cada 30 dias
    if contagem_dias % 30 == 0 :
        print("Dia =", contagem_dias, ";", "População vacinada acumulado =", nova_populacao_vacinada)
        taxa_vacinacao_diaria *= 1.05
        print("Taxa de vacinação diária calibrada = ", taxa_vacinacao_diaria * 100, "%")

    # Incrementando a quantidade de dias
    contagem_dias += 1

print("Quantidade de dias para vacinar a população de Santa Catarina =", contagem_dias)
print("Estimado para todos os catarinenses estarem vacinados em =", datetime.now() + timedelta(days=contagem_dias))
```

```
↳ Media de vacinados por dia = 15427.636363636364
   Total vacinados até o momento = 990324.0
```

População SC = 7165000  
Taxa de vacinação diária = 0.21531941889234282 %  
Dia = 30 ; População vacinada acumulado = 1056406.1351227164  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.22608538983695997 %  
Dia = 60 ; População vacinada acumulado = 1134200.6358736646  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.237389659328808 %  
Dia = 90 ; População vacinada acumulado = 1226209.3441470433  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.2492591422952484 %  
Dia = 120 ; População vacinada acumulado = 1335609.6497430827  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.26172209941001084 %  
Dia = 150 ; População vacinada acumulado = 1466472.7570992373  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.2748082043805114 %  
Dia = 180 ; População vacinada acumulado = 1624064.0022520602  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.28854861459953696 %  
Dia = 210 ; População vacinada acumulado = 1815260.4825772094  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.30297604532951383 %  
Dia = 240 ; População vacinada acumulado = 2049138.3590231792  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.3181248475959895 %  
Dia = 270 ; População vacinada acumulado = 2337808.5461927243  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.334031089975789 %  
Dia = 300 ; População vacinada acumulado = 2697620.6756555866  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.35073264447457847 %  
Dia = 330 ; População vacinada acumulado = 3150920.4298185287  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.36826927669830745 %  
Dia = 360 ; População vacinada acumulado = 3728650.1551021473  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.3866827405332228 %  
Dia = 390 ; População vacinada acumulado = 4474253.720322176  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.40601687755988397 %  
Dia = 420 ; População vacinada acumulado = 5449630.28676485  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.4263177214378782 %  
Dia = 450 ; População vacinada acumulado = 6744360.200607056  
Taxa de vacinação diária calibrada = 0.44763360750977216 %  
Quantidade de dias para vacinar a população de Santa Catarina = 452  
Estimado para todos os catarinenses estarem vacinados em = 2022-07-20 19:54:03.411308

---

✓ 0s conclusão: 16:54

