

---

# Análise da Cobertura Vacinal no Brasil

## 1 Introdução

Quando o assunto é imunização, três palavras colocam o Brasil como destaque no cenário internacional: Programa Nacional de Imunizações. Criado em 18 de setembro de 1973, o Brasil passou a investir pesado em saúde com campanhas nacionais de vacinação (voltadas em cada ocasião para diferentes faixas etárias); capacitação e atualização técnico-gerencial para os gestores; vigilância de eventos adversos pós-vacinais e universalidade de atendimento. Antes de 1973, a população brasileira sofreu com as doenças imunopreveníveis. Confira algumas datas e fatos históricos das doenças e imunizações no Brasil e no mundo:

- 1563: a primeira epidemia de varíola é registrada na Bahia, disseminando-se para o restante do País. 1796: descoberta a primeira vacina pelo cientista britânico Edward Jenner.
- 1887: Brasil começa produzir a vacina contra varíola em vitelos de laboratório, graças ao Barão Pedro Afonso, diretor da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.
- 1889: surto de peste bubônica se propaga no porto de Santos, levando o governo a adquirir a Fazenda Butantan para instalar um laboratório de produção de soro antipestoso, vinculado ao Instituto Bacteriológico (hoje Instituto Adolpho Lutz).
- 1900: A febre amarela constituiu-se no problema de saúde pública mais sério para o Brasil, com alto índice de mortalidade.
- 1903: Oswaldo Cruz é nomeado diretor-geral de saúde pública. O Rio de Janeiro sofre epidemias de peste bubônica, febre amarela e varíola.
- 1904: estabelecida a obrigatoriedade da vacina contra varíola no Brasil por decreto do governo Federal. Isso gera um sério levante popular conhecido como a Revolta da Vacina.
- 1935: descoberta a primeira geração de vacina contra febre amarela.
- 1956: no Brasil, deste ano até 1970, o Departamento Nacional de Endemias Rurais executa a vacinação contra a febre amarela.
- 1977: Brasil define as vacinas obrigatórias para os menores de 1 ano de idade – contra tuberculose, poliomielite, sarampo, difteria, tétano e coqueluche.
- 1986: É criado no Brasil o Zé Gotinha, marca-símbolo da campanha contra a poliomielite.
- Século XX: A vacina efetiva-se como prática rotineira de prevenção e controle de doenças em grandes populações.

Tendo esse cenário, este estudo propõe levantar algumas hipóteses sobre o PNI.

### 1.1 Hipóteses:

- A cobertura vacinal ocorre de forma homogênea nas regiões brasileiras?
- As capitais dos estados brasileiros possuem maior cobertura do seu público alvo comparado com os números do seu Estado e da sua região geográfica?
- Os agentes imunológicos possuem a mesma cobertura vacinal no país?
- Quais as enfermidades mais atendidas pelo PNI?
- A efetiva cobertura do público alvo demonstra queda na mortalidade do número pelas doenças alvo dos imunizantes?

## 1.2 Dados Utilizados

Os dados utilizados para esta análise foram recuperados do sistema [DATASUS](#), na categoria 'Imunizações - desde 1994' - 'Cobertura'. Segue abaixo, o detalhamento de cada arquivo utilizado para esta análise:

- ano\_por\_capital.csv:
  - números da cobertura vacinal nas 27 capitais federais, entre 1994 e 2021;
- ano\_por\_imuno.csv:
  - números da cobertura vacinal de todos os agentes imunológicos pertencentes ao PNI, entre 1994 e 2021;
- ano\_por\_regiao.csv:
  - números da cobertura vacinal nas cinco regiões geográficas brasileira, entre 1994 e 2021;
- ano\_por\_uf.csv:
  - números da cobertura vacinal nas 27 unidades federativas do Brasil, entre 1994 e 2021;
- imuno\_por\_capital.csv:
  - números da cobertura vacinal de todos os agentes imunológicos pertencentes ao PNI, de todos os agentes imunológicos pertencentes ao PNI, entre 1994 e 2021;
- imuno\_por\_regiao.csv:
  - números da cobertura vacinal de todos os agentes imunológicos pertencentes ao PNI, nas cinco regiões geográficas brasileira;
- imuno\_por\_uf.csv:
  - números da cobertura vacinal de todos os agentes imunológicos pertencentes ao PNI, nas 27 unidades federativas do Brasil;
- morbidade\_tuberculose\_1995\_1997\_CID09.csv:
  - número de óbitos por tuberculose, entre 1995 e 1997, utilizando a Lista Estends CID-9;
- morbidade\_tuberculose\_1998\_2007\_CID10.csv:
  - número de óbitos por tuberculose, entre 1998 e 2007, utilizando a Lista Estends CID-10;
- morbidade\_tuberculose\_2008\_2021\_CID10.csv:
  - número de óbitos por tuberculose, entre 2008 e 2021, utilizando a Lista Estends CID-10;
- morbidade\_meningite\_1995\_1997\_CID09:
  - número de óbitos por infecção Meningocócica, entre 1995 e 1997, utilizando a Lista Estends CID-9;
- morbidade\_meningite\_1998\_2007\_CID10.csv:
  - número de óbitos por infecção Meningocócica, entre 1998 e 2007, utilizando a Lista Estends CID-10;
- morbidade\_meningite\_2008\_2021\_CID10.csv:
  - número de óbitos por infecção Meningocócica, entre 2008 e 2021, utilizando a Lista Estends CID-10;

## 1.3 Ambiente, funções e bibliotecas

Para execução dos gráficos e análise, o ambiente utilizado segue os seguintes parâmetros:

- Versão Python: 3.7.10
- Versão Pandas: 1.1.5
- Versão Numpy: 1.19.5
- Versão Seaborn: 0.11.1

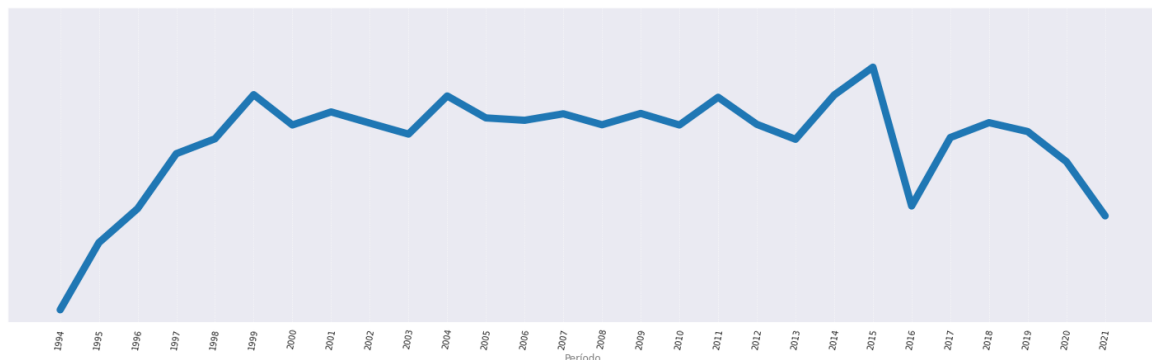
Abaixo segue o carregamento do ambiente e as funções utilizadas para construção de Dataframes Pandas e a plotagem dos gráficos.

## 2 Análise Exploratória dos Dados

### 2.1 Análise dos dados do território brasileiro

O primeiro ponto a ser analisado foi descobrir como é a curva da cobertura de vacinação do público alvo no Brasil. Para este gráfico foram agregadas todos os imunizantes em cada ano e a intenção dessa curva não é estabelecer o quantitativo mas sim, como o PNI se comportou durante os 17 anos de dados disponíveis. É interessante notar no gráfico 'Cobertura Vacinal entre 1994 e 2021' que, nos primeiros registros inseridos nas bases do DATASUS, existe uma crescente constante da adesão do público à vacinação. Essa adesão se mantém constante até ter uma queda no ano de 2016. Essa queda foi motivo de alerta para as autoridades competentes. Um dos materiais mais completos sobre o assunto foi elaborado pela [Revista Pesquisa FAPESP](#), discutindo nove principais motivos para essa queda e suas consequências, entre elas a percepção enganosa pela população da não necessidade de se continuar vacinando porque as doenças desapareceram e dos movimentos anti-vacina crescentes em todos mundo.

**Cobertura Vacinal entre 1994 e 2021**  
Curva da cobertura vacinal no território brasileiro, entre 1994 e 2021



Analisando a cobertura nacional, podemos voltar às primeiras perguntas levantadas:

- A cobertura vacinal ocorre de forma homogênea nas regiões brasileiras?
- As capitais dos estados brasileiros possuem maior cobertura do seu público alvo comparado com os números do seu Estado e da sua região geográfica?

Abaixo estão os gráficos de cada região geográfica e, para limitar o escopo dessa análise, cada região está comparada com um Estado e sua capital. A metodologia utilizada seguiu a mesma lógica para a plotagem da curva do território nacional, ou seja, são agregadas os valores das coberturas nacionais de todos os imunos na capital, no estado e na região geográfica.

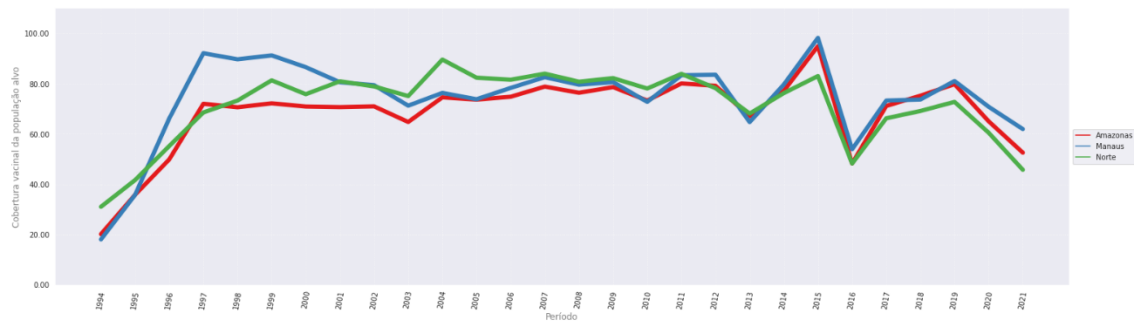
De forma geral, é possível verificar a mesma tendência identificada no gráfico anterior, um **crescimento** nos números nos primeiros anos, uma estabilização entre 1997 e 2012 e o mesmo movimento de queda em torno do ano 2016. Sendo assim, podemos verificar que a cobertura vacinal do público alvo é realizada de forma homogênea em todas as regiões, seus estados e suas capitais, onde a porcentagem se mantém entre **80-95%** de cobertura. Um destaque é para a região sul que em nenhuma das curvas, a cobertura chega à 100% como acontece em outros casos.

Analisando especificamente os números das capitais, verificamos também que não há uma discrepância se comparada ao seu estado e sua região geográfica. Todas se mantêm dentro do mesmo intervalo, destacando **Fortaleza** que ultrapassa os números do seu estado.

Portanto, concluo que o sucesso do PNI e sua abrangência fica evidente quando analisamos as curvas de cobertura de vacinação do público alvo.

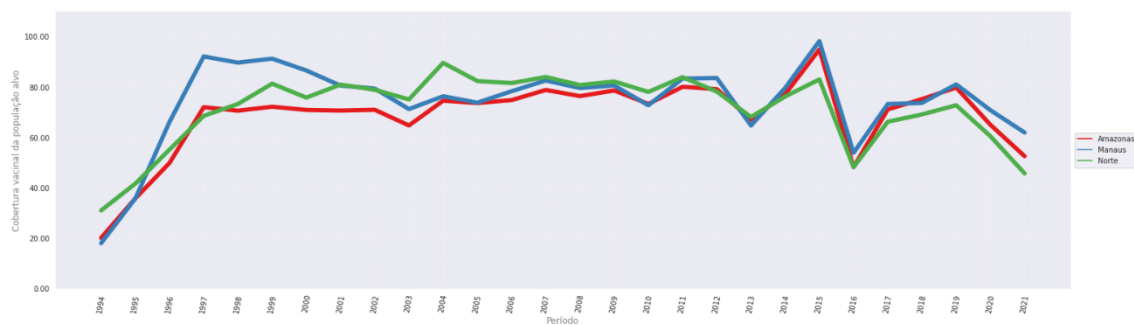
### Cobertura Vacinal - Norte

Curva da cobertura vacinal comparativa entre Manaus, Amazonas, e a região Norte, entre 1994 e 2021



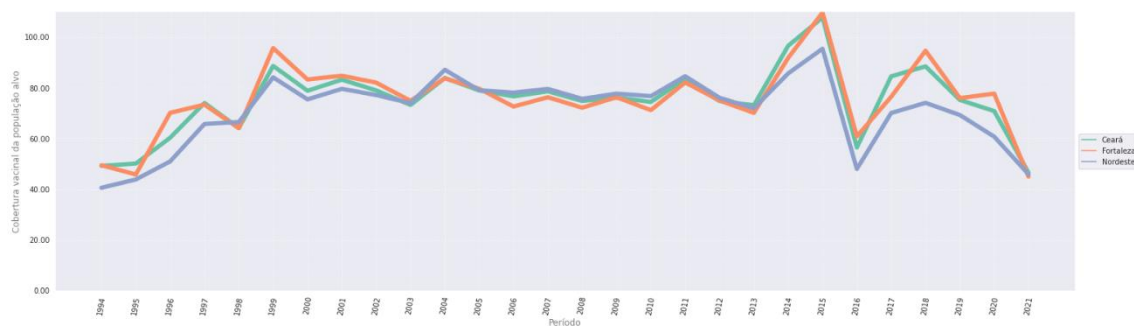
### Cobertura Vacinal - Norte

Curva da cobertura vacinal comparativa entre Manaus, Amazonas, e a região Norte, entre 1994 e 2021



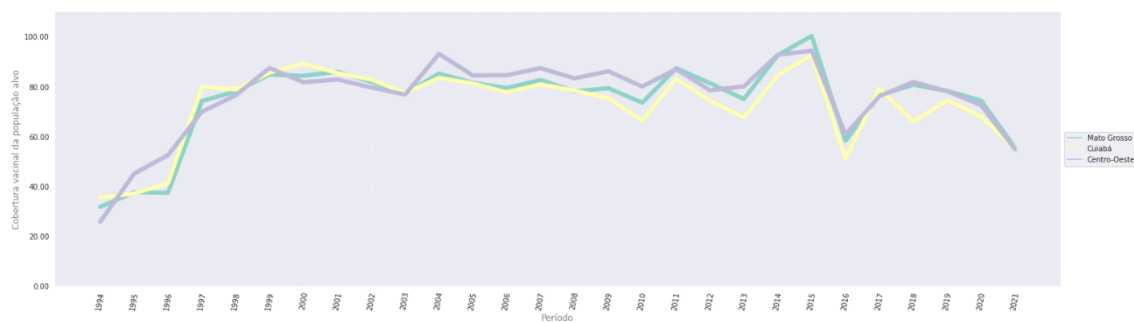
### Cobertura Vacinal - Nordeste

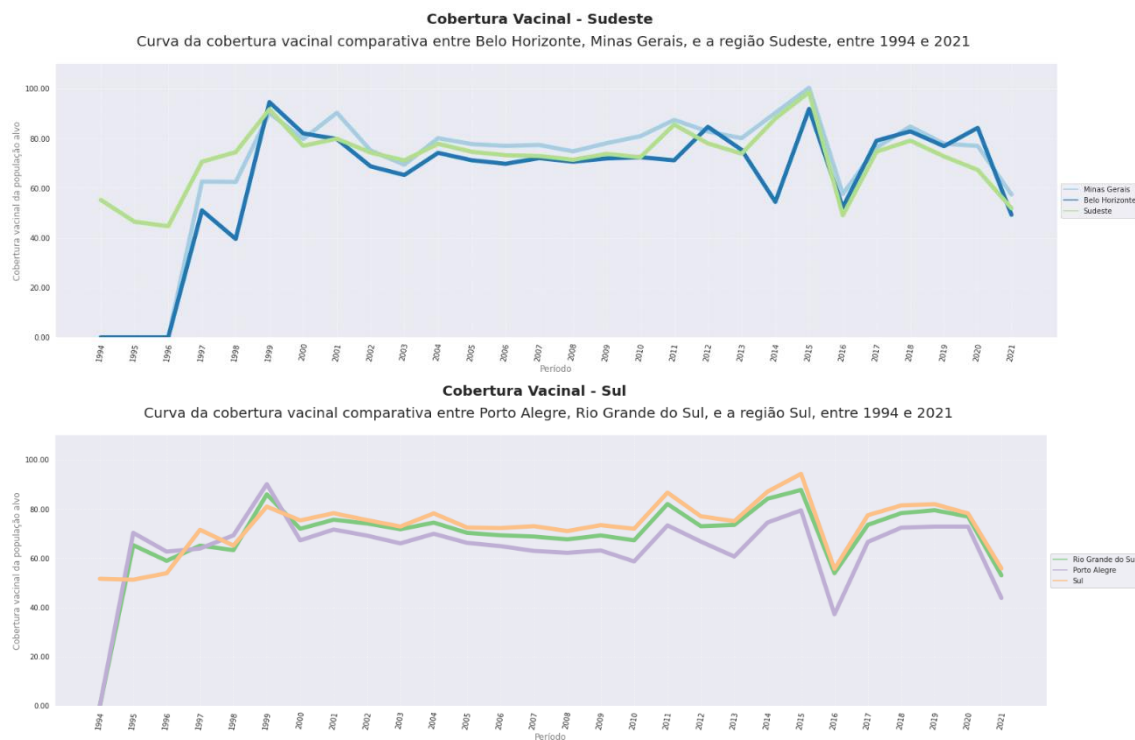
Curva da cobertura vacinal comparativa entre Fortaleza, Ceará, e a região Nordeste, entre 1994 e 2021



### Cobertura Vacinal - Centro\_Oeste

Curva da cobertura vacinal comparativa entre Cuiabá, Mato Grosso, e a região Centro\_Oeste, entre 1994 e 2021





## 2.1 Análise dos imunos e enfermidades

Seguindo as diretrizes encontradas na [Nota Técnica](#) disponibilizada pelo **DATASUS**, os imunos em sua maioria, são aplicados em recém nascidos menores de 1 ano. Cada imuno possui suas especificidades e sofreram mudanças ao longo de décadas de uso. Como exemplo, em 2003, a vacina contra **sarampo** em menores de 1 ano foi retirada do calendário vacinal, sendo substituída pela vacina **tríplice viral (SCR - sarampo/caxumba/rubéola)** para aplicação nas crianças de 1 ano de idade na rotina e menores de 5 anos em campanhas de seguimento. Essas alterações foram assimiladas pela análise deste trabalho, como também, a distribuição em doses distintas do mesmo imuno. Neste documento também, é possível identificar a enfermidade a ser combatida pela vacina ministrada. Abaixo, um resumo que será útil para identificarmos como os imunos afetam ou não nos óbitos de determinada enfermidade.

		enfermidade_1	enfermidade_2	enfermidade_3	enfermidade_4	enfermidade_5
Unnamed: 0						
BCG	Tuberculose	-	-	-	-	-
DTP	Tétano	-	-	-	-	-
DTP REF (4 e 6 anos)	Tétano	-	-	-	-	-
Dupla adulto e tríplice acelular gestante	Tétano	Difteria	-	-	-	-
Febre Amarela	Febre_Amarela	-	-	-	-	-
Haemophilus influenzae b	Influenzae	-	-	-	-	-
Hepatite A	Hepatite_A	-	-	-	-	-
Hepatite B	Hepatite_B	-	-	-	-	-
Hepatite B em crianças até 30 dias	Hepatite_B	-	-	-	-	-
Meningococo C	Meningite	-	-	-	-	-
Penta	Coqueluche	Difteria	Hepatite_B	Influenzae	Tétano	-
Pneumocócica(1º ref)	Pneumonia	-	-	-	-	-
Poliomielite	Poliomielite	-	-	-	-	-
Poliomielite 4 anos	Poliomielite	-	-	-	-	-
Poliomielite(1º ref)	Poliomielite	-	-	-	-	-
Rotavírus Humano	Rotavírus	-	-	-	-	-
Sarampo	Sarampo	-	-	-	-	-
Tetra Viral(SRC+VZ)	Caxumba	Rubéola	Sarampo	-	-	-
Tetavalente (DTP/Hib) (TETRA)	Coqueluche	Difteria	Influenzae	Tétano	-	-
Tríplice Bacteriana(DTP)(1º ref)	Coqueluche	Difteria	Tétano	-	-	-
Tríplice Viral D1	Rubéola	Sarampo	-	-	-	-
Tríplice Viral D2	Rubéola	Sarampo	-	-	-	-
dTpa gestante	Tétano	-	-	-	-	-

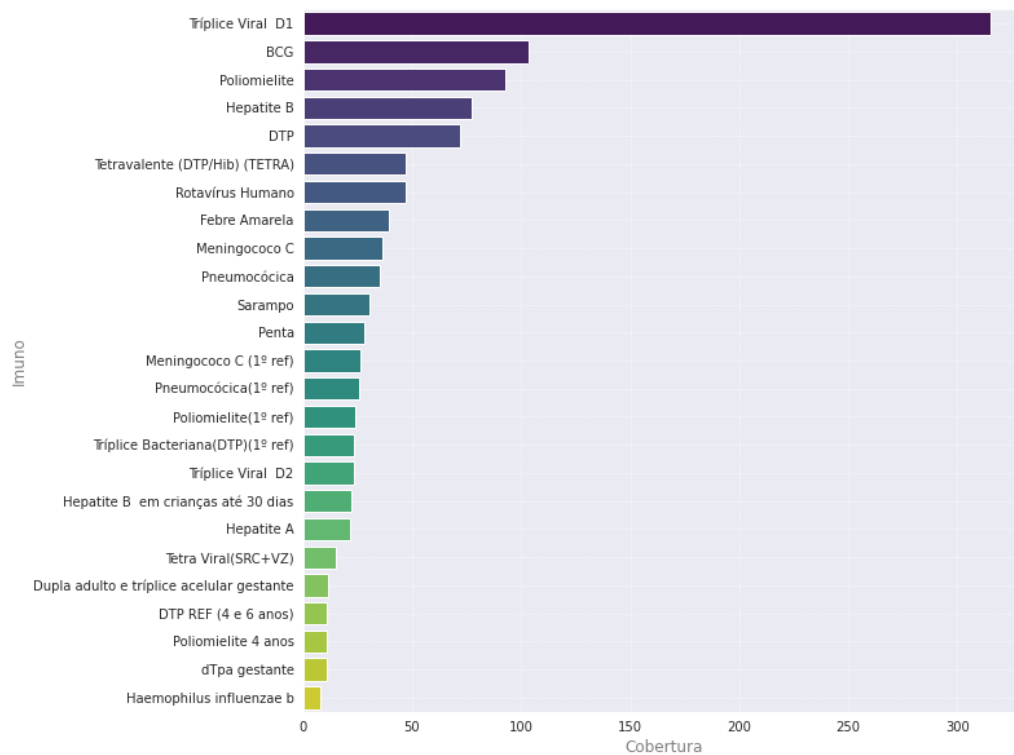
Através dessa divisão podemos direcionar a resposta da seguinte hipótese:

- Os agente imunológicos possuem a mesma cobertura vacinal no país?

Para essa análise, foi utilizada uma metodologia que agregasse a cobertura vacinal de cada imuno em cada ano. O resultado é um retrato para identificarmos quais imunos possuem uma maior cobertura, e a preocupação não é necessariamente, com os valores brutos de cada campanha de vacinação. Isto posto, notamos que o imuno **Tríplice Viral D1** (primeira dose da Tríplice Viral) é identificada como a vacina com maior cobertura da sua população alvo, seguida pela **BCG** e **Poliomielite**. Segundo a Nota Técnica e pesquisas externas, a Tríplice Viral D1, aplicada em crianças de um ano, tem o foco em combater a Rubéola e o Sarampo, enquanto a BCG esta focada no combate a tuberculose. Por outro lado, essa metodologia identificou a **Haemophilus influenzae b** e a **dTpa gestante**, esta última indicada para gestantes na vigéssima semana. Sendo assim, fica claro que a cobertura vacinal possui diversas especificações, afetando no sucesso ou insucesso do alcance das campanhas de vacinação.

## Cobertura Vacinal entre 1994 e 2021

Cobertura vacinal no território brasileiro, entre 1994 e 2021, por imuno



Da mesma forma que o item dos imunos, a Nota Técnica também contribui para identificarmos as enfermidades a serem combatidas. Muitas delas possuem variados imunos a serem aplicados em diferentes fases da vida de uma pessoa:

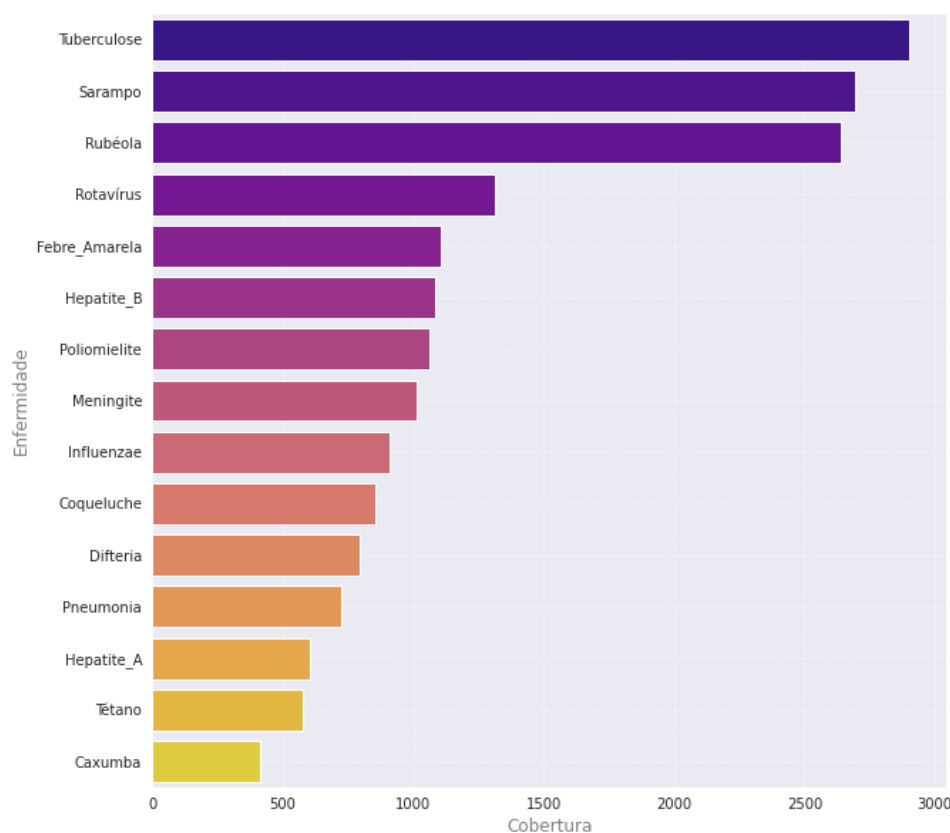
	Imuno_1	Imuno_2	Imuno_3	Imuno_4	Imuno_5	Imuno_6	Imuno_7
Unnamed: 0							
<b>Tuberculose</b>	BCG	-	-	-	-	-	-
<b>Hepatite A</b>	Hepatite A	-	-	-	-	-	-
<b>Hepatite B</b>	Hepatite B	Penta	Hepatite B em crianças até 30 dias	-	-	-	-
<b>Poliomielite</b>	Poliomielite	Poliomielite(1ª ref)	Poliomielite 4 anos	-	-	-	-
<b>Coqueluche</b>	Tetralente (DTP/Hib) (TETRA)	Penta	Tríplice Bacteriana(DTP)(1ª ref)	-	-	-	-
<b>Difteria</b>	Tetralente (DTP/Hib) (TETRA)	Penta	Tríplice Bacteriana(DTP)(1ª ref)	Dupla adulto e tríplice acelular gestante	-	-	-
<b>Tétano</b>	Tetralente (DTP/Hib) (TETRA)	Penta	dTpa gestante	DTP REF (4 e 6 anos)	DTP	Tríplice Bacteriana(DTP)(1ª ref)	Dupla adulto e tríplice acelular gestante
<b>Rubéola</b>	Tríplice Viral D1	Tríplice Viral D2	Tetra Viral(SRC+VZ)	-	-	-	-
<b>Influenzae</b>	Haemophilus influenzae b	Tetralente (DTP/Hib) (TETRA)	Penta	-	-	-	-
<b>Rotavírus</b>	Rotavírus Humano	-	-	-	-	-	-
<b>Febre Amarela</b>	Febre Amarela	-	-	-	-	-	-
<b>Meningite</b>	Meningococo C	-	-	-	-	-	-
<b>Pneumonia</b>	Pneumocócica(1ª ref)	-	-	-	-	-	-
<b>Sarampo</b>	Tríplice Viral D1	Tríplice Viral D2	Tetra Viral(SRC+VZ)	Sarampo	-	-	-
<b>Caxumba</b>	Tetra Viral(SRC+VZ)	-	-	-	-	-	-

Através dessa divisão, é possível identificar a cobertura vacinal das enfermidades e respondermos a seguinte questão:

- Quais as enfermidades mais atendidas pelo PNI?

Para essa análise, foi identificado cada imuno é representado pela enfermidade, porém desta vez, foi necessário que se realiza-se a média matemática em casos onde haviam mais de um imuno registrado. Portanto, observamos que a **Tuberculose** possui grandes coberturas da sua população alvo, com somente uma vacina distribuída (BCG), seguida pelo **Sarampo** (Tríplice Viral D1, Tríplice Viral D2, Tetra Viral e Sarampo). É interessante notar também que, apesar do Tétano ser coberto por sete imunizantes, essa enfermidade possui baixa cobertura vacinal. Algumas hipóteses para esse fato podem estar diretamente ligadas às campanhas de vacinação não serem abrangentes, gerando falta de informação e falha na coleta de dados (esse fato porém pode ser contestado visto que o gráfico anterior demonstra que os imunos que fazem parte do combate ao tétano, possuem também uma cobertura vacinal sem destaque).

**Cobertura Vacinal entre 1994 e 2021**  
Cobertura vacinal no território brasileiro, entre 1994 e 2021, por enfermidade



### 3 Cobertura vacinal x Óbitos

Os dados levantados até aqui proporcionam outro questionamento:

- A efetiva cobertura do público alvo demonstra queda na mortalidade do números pelas doenças alvo dos imunizantes?

Os gráficos seguintes tentam ajudar na resposta dessa questão. Para limitar o escopo desse projeto, trago a análise de duas enfermidades: **Tuberculose** e **Meningite**. Outras enfermidades também possuem registros no DATASUS, porém muitos dos dados relacionados aos óbitos estão limitados a poucos estados ou não possuem todo o período de 1994 à 2021.



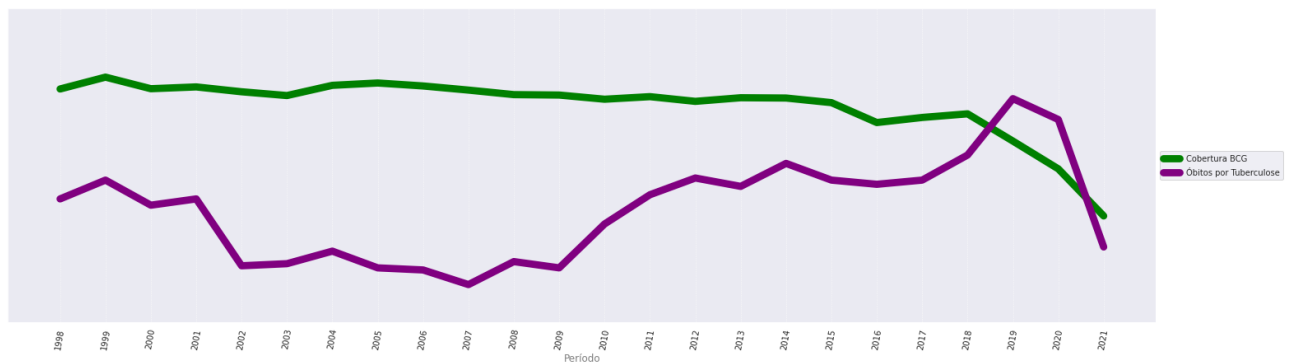
### 3.1 Tuberculose

**Tuberculose** é uma doença infecciosa geralmente causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis* (MTB). A tuberculose afeta geralmente os pulmões, embora possa também afetar outras partes do corpo. A maioria das infecções não manifesta sintomas, sendo nesses casos denominada tuberculose latente. Cerca de 10% das infecções latentes evoluem para tuberculose ativa. Se não for tratada, a tuberculose ativa causa a morte a metade das pessoas infectadas. Os sintomas clássicos da tuberculose ativa são tosse crônica com expulsão de sangue, escarro, febre, suores noturnos e perda de peso. A infecção de outros órgãos pode causar vários outros sintomas.

A **BCG** é composta pelo bacilo de Calmette-Guérin – origem do nome BCG – obtido pela atenuação (enfraquecimento) de uma das bactérias que causam a tuberculose. Completam sua composição o glutamato de sódio e a solução fisiológica (soro a 0,9%). A vacina é indicada de rotina a partir do nascimento até antes de a criança completar 5 anos de idade. Pessoas de qualquer idade que convivem com portadores de hanseníase (lepra).

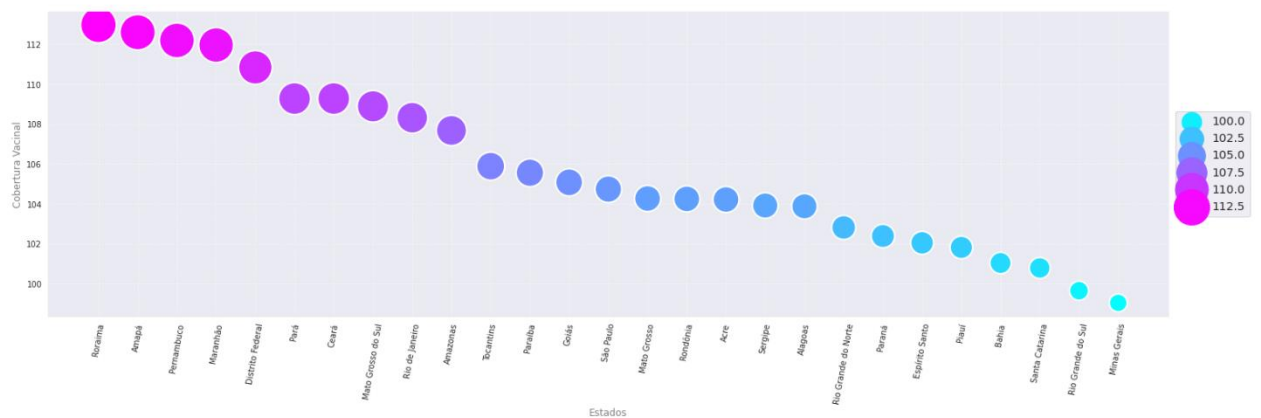
**Cobertura Vacinal BCG x Óbitos Tuberculose**

Comparativo da cobertura vacinal BCG e dos óbitos relacionados à Tuberculose

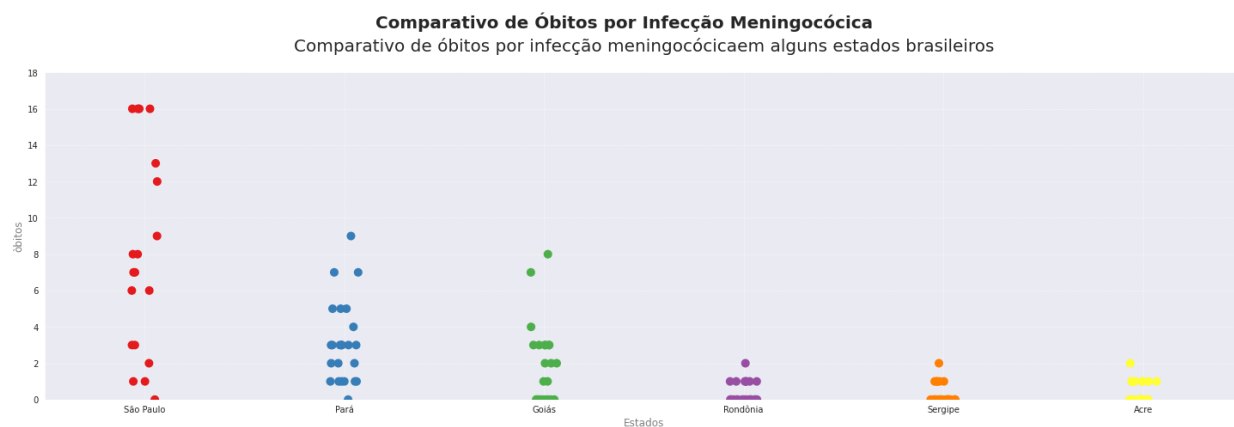
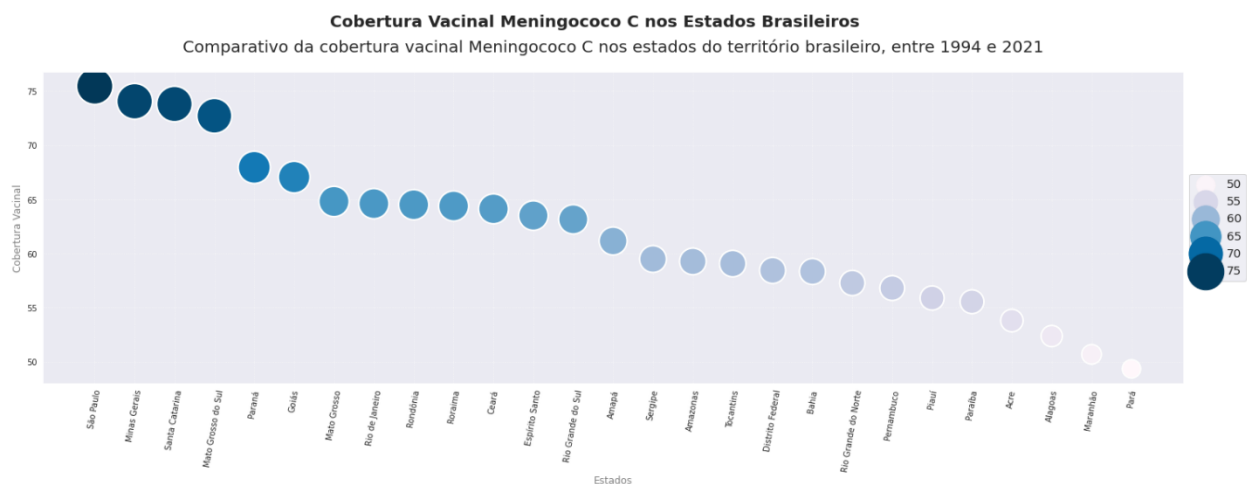


**Cobertura Vacinal BCG nos Estados Brasileiros**

Comparativo da cobertura vacinal BCG nos estados do território brasileiro, entre 1994 e 2021







Na disposição dos dados da infecção meningocócica, parece não haver correlação direta entre vacinação e mortalidade. Como a meningite se manifesta em diversas formas, provavelmente essa enfermidade necessitaria de dados mais concretos para identificarmos um padrão de prevenção e óbitos.

#### 4 Conclusão

As análises que envolvem dados públicos governamentais, sempre exigem um cuidado para as diversas falhas que podem ocorrer no processo de registro desses dados ao longo de décadas. De forma geral, as hipóteses levantadas foram respondidas, mostrando que existe um padrão de cobertura entre capitais, estados e regiões, quais os imunos que abrangem a maior parte da população e as enfermidades combatidas mais amplamente. O que podemos tirar de concreto dessa análise é que a cobertura vacinal atinge grande parte do seu público alvo em sua grande maioria, principalmente das vacinas obrigatórias aplicadas aos recém nascidos. O cuidado constante que devemos ter é reforçar a importância da imunização em massa, o combate a desinformação e o acesso ao serviço público de saúde para todos os brasileiros.