



## Análise de Dados: Programa Nacional de Imunizações

### 1. INTRODUÇÃO

Neste projeto estou aplicando os conhecimentos obtidos nos módulos 1 e 2 do Bootcamp de Data Science Aplicada da Alura, analisando os dados do Programa Nacional de Imunizações. As análises realizadas aqui envolvem a cobertura vacinal das vacinas incluídas nos calendários de vacinação do SUS (Sistema Único de Saúde). Além disso, foi feita uma análise mais profunda em relação à vacinação contra o HPV (*Human papillomavirus* - Papilomavírus Humano).

#### O que é o Programa Nacional de Imunizações?

O Programa Nacional de Imunizações (PNI) envolve a distribuição anual de mais de 300 milhões de doses de vacinas, soros e imunoglobulinas. Esse programa é extremamente importante, pois contribuiu, por exemplo, com a erradicação da varíola e da poliomielite, além da redução dos casos e mortes derivadas do sarampo, da rubéola, do tétano, da difteria e da coqueluche.

O PNI define os calendários de vacinação considerando a situação epidemiológica, o risco, a vulnerabilidade e as especificidades sociais. O programa sempre segue com orientações específicas para crianças, adolescentes, adultos, gestantes, idosos e povos indígenas. E, para que o programa continue representando um sucesso na saúde pública, cada vez mais esforços devem ser despendidos. Todas as doenças prevenidas pelas vacinas que constam no calendário de vacinação, se não forem alvo de ações prioritárias, podem voltar a se

tornar recorrentes. E atualmente, temos outro problema: narrativas falsas e sem nenhuma comprovação científica, têm se disseminado pelas redes sociais, dando sustentação ao discurso do movimento antivacina.

### **O que é cobertura vacinal?**

A cobertura vacinal é o número de doses aplicadas (correspondente ao esquema completo de vacinação) de determinado imunobiológico dividido pela população alvo e multiplicado por 100, em uma área e tempo considerados. Este indicador corresponde ao percentual de pessoas vacinadas e potencialmente protegidas contra determinada doença.

### **O que é HPV?**

O papilomavírus humano, conhecido como HPV, é um vírus que se instala na pele ou em mucosas. Sua ação pode provocar infecções e o câncer de colo do útero.

- Há mais de 100 diferentes tipos de HPV. Alguns tipos de HPV podem provocar câncer e outros podem causar verrugas genitais.
- Existem 12 tipos identificados como de alto risco (HPV tipos 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58 e 59) que têm probabilidade maior de persistir e estar associados a lesões pré- cancerígenas.
- O HPV de tipos 16 e 18 causam a maioria dos casos de câncer de colo do útero em todo o mundo (cerca de 70%).
- O câncer de colo do útero é uma doença grave que pode levar ao óbito. No Brasil, é a quarta maior causa de morte entre as mulheres.
- Em 2019, ocorreram 6.596 óbitos por esta neoplasia, representando uma taxa ajustada de mortalidade por este câncer de 5.33/100 mil mulheres.

## **Transmissão do HPV**

- A transmissão do vírus ocorre por contato direto com a pele ou mucosa infectada.
- A principal forma de transmissão é pela via sexual, que inclui contato oral-genital, genital-genital ou mesmo manual-genital. Portanto, o contágio com o HPV pode ocorrer mesmo na ausência de penetração vaginal ou anal.
- Também pode ocorrer transmissão durante o parto.
- Não está comprovada a possibilidade de contaminação por meio de objetos, do uso de vaso sanitário e piscina ou pelo compartilhamento de toalhas e roupas íntimas.

## **Vacinação contra o HPV**

A vacina HPV quadrivalente proporciona proteção contra HPV 6, 11, 16 e 18, então, abrange os dois principais tipos responsáveis pelo câncer de colo do útero. Com isso, a fim reforçar as atuais ações de prevenção do câncer de colo do útero, o Ministério da Saúde, com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, dá continuidade à estratégia de vacinação contra o HPV.

Essa vacina foi incluída no Calendário Nacional de Vacinação do SUS em março de 2014, tendo como população-alvo as meninas de 11 a 13 anos de idade. No entanto, em 2015, a oferta da vacina foi ampliada para as meninas na faixa etária de 9 a 13 anos de idade.

O Ministério da Saúde adotava o esquema vacinal estendido, composto por três doses (0, 6 e 60 meses), entretanto, para meninas de 9 a 13 anos, o esquema vacinal mudou para duas doses (0 e 6 meses). A mudança se deu com base em estudos que comprovaram a efetividade da imunização em duas doses em meninas nessa faixa etária. Para as demais faixas etárias devem ser aplicadas as três doses. A vacinação poderá ocorrer nas Unidades de Saúde do SUS e em parceria com as Secretarias de Saúde e Educação.

É importante destacar que a vacina também é aplicada em indivíduos do sexo masculino e que essa vacina possui maior indicação para essa faixa etária (9-13 anos), pois considera que os indivíduos ainda não iniciaram a vida sexual, uma vez

que a vacina apresenta maior eficácia na proteção de indivíduos não expostos aos tipos virais presentes nas vacinas.

A vacina para o sexo masculino é importante para oferecer proteção contra as verrugas genitais, associadas à infecção pelos tipos 6 e 11 do HPV, que, além dos prejuízos estéticos e do desconforto, podem aumentar o risco de transmissão de HIV. Além disso, uma vez vacinado, o homem terá menos chances de transmitir o vírus para a mulher, ampliando a eficácia geral da vacina. No entanto, a vacina ainda é pouco difundida entre os homens.

## **2. OBJETIVOS**

O projeto aqui apresentado teve por objetivo analisar a cobertura da vacinação nas Unidades da Federação por ano, no período disponibilizado pelo DATASUS (1994-2019) e verificar a cobertura dos imunobiológicos aplicados em cada uma das Unidades da Federação.

Além disso, como a vacinação contra HPV não está incluída nos dados de cobertura vacinal, outros datasets foram obtidos, como os seguintes objetivos:

- Verificar se houve aumento na aplicação de doses após o período que a vacina foi incluída no calendário de vacinação;
- Comparar a aplicação de doses nos sexos feminino e masculino e verificar se houve aumento de adesão no sexo masculino ao longo do tempo;
- Analisar a proporcionalidade da vacinação de acordo com o número de habitantes e verificar se há consistência nessas proporções nas Unidades da Federação;
- Analisar o número de doses aplicadas por faixa etária;

## **3. METODOLOGIA**

### **Coleta dos dados:**

Os dados utilizados neste projeto foram obtidos do Tabnet - DATASUS, um banco de dados que disponibiliza dados relacionados à saúde. Entre os dados

disponibilizados, podemos encontrar Imunizações - desde 1994, na opção Assistência à saúde. Em imunizações há dados sobre cobertura vacinal, número de doses aplicadas e taxas de abandono.

Neste projeto os seguintes datasets foram obtidos:

### **Coberturas Vacinais por Ano segundo Unidade da Federação**

Aplicando os seguintes filtros:

- Linha: Unidade da Federação
- Coluna: Ano
- Conteúdo: Coberturas Vacinais
- Período disponível: 1994 - 2019

### **Coberturas Vacinais por Imunobiológico segundo Unidade da Federação**

Aplicando os seguintes filtros:

- Linha: Unidade da Federação
- Coluna: Imuno
- Conteúdo: Coberturas Vacinais
- Período disponível: 1994 - 2019

### **HPV - Doses aplicadas: Imunobiológicos: HPV Quadrivalente - Feminino/Masculino**

**por ano:**

- Linha: Unidade da Federação
- Coluna: Ano
- Conteúdo: Doses aplicadas
- Período disponível: 2009-2019 (feminino), 2013-2019 (masculino)

**por faixa etária:**

- Linha: Unidade da Federação
- Coluna: Faixa etária
- Conteúdo: Doses aplicadas
- Período disponível: 2009-2019 (feminino), 2013-2019 (masculino)

## Bibliotecas utilizadas

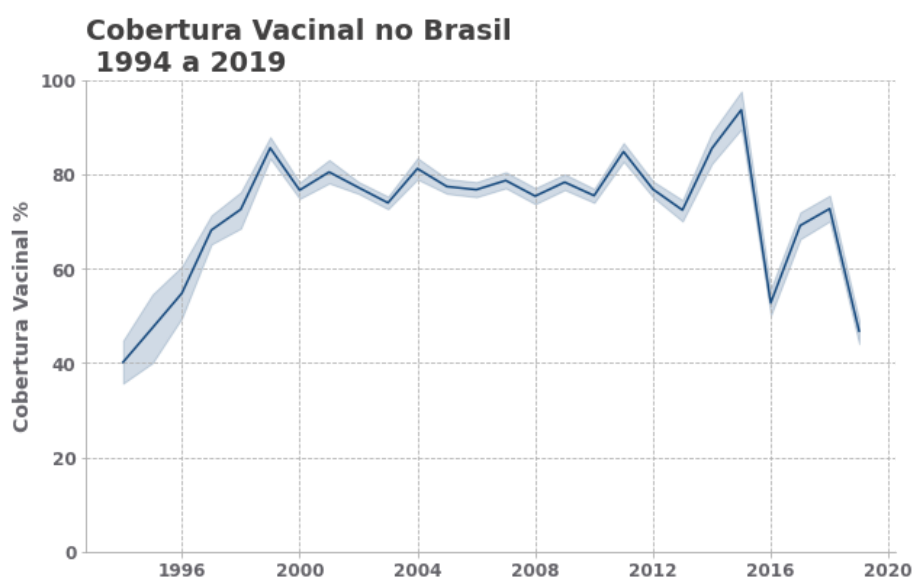
- bs4: para extração de dados de arquivos HTML
- Pandas: para realizar a manipulação dos datasets
- Numpy: para realizar de cálculos numéricos
- Matplotlib: para plotar os gráficos
- Requests: para extração de dados de arquivos HTML
- Seaborn: para plotar os gráficos

O notebook *.ipynb* foi construído no google colab usando Python 3.7.10.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise da Cobertura Vacinal no Brasil, no período de 1994-2019

Nesse gráfico a linha azul representa o que podemos esperar que seja a média dos valores. Isso é, de todos os valores, esse é o valor médio para todas as Unidades da Federação. Essa faixa azul mais clara é um intervalo de confiança criado estatisticamente. O plot agrega vários de Y para um mesmo valor de X. Então, ele mostra uma estimativa de tendência central, que no nesse caso é a média, e o intervalo de confiança para aquela estimativa.



Como podemos observar, as coberturas vacinais estavam em torno de 40% no ano inicial (1994) e foram subindo gradativamente até 1999. Entre 2000-2012 há uma estabilização e as médias das coberturas vacinais ficam próximas de 80%. Após 2012 vemos um aumento na cobertura (com valores médios acima de 80%), porém, há uma queda em 2016 para uma cobertura média de 52.64%. Os valores voltam a subir tendo uma média de 72.65% em 2018. E a queda no último ano, é certamente pelo fato dos dados de 2019 estarem incompletos, já que a base de dados foi atualizada pela última vez em 04/09/2019, segundo informações disponíveis no TabNet.

É interesse destacar que em 2015 o País teve a maior média de cobertura vacinal: 93.70%.

De acordo com uma matéria da Fiocruz, a curva de queda nas principais vacinas oferecidas gratuitamente à população começou em 2016 e repetiu-se nos dois anos seguintes, em descompasso com os anos anteriores. Tal cenário faz com que o PNI (Programa Nacional de Imunizações) tenha tido, em 2017, as piores coberturas desde 2000 para as principais vacinas do calendário.

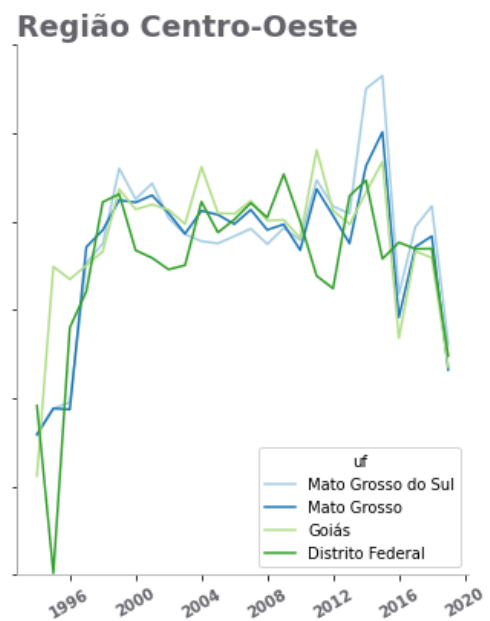
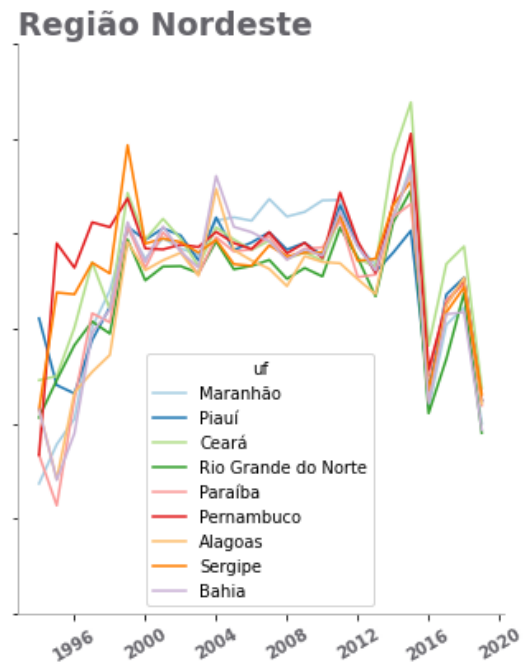
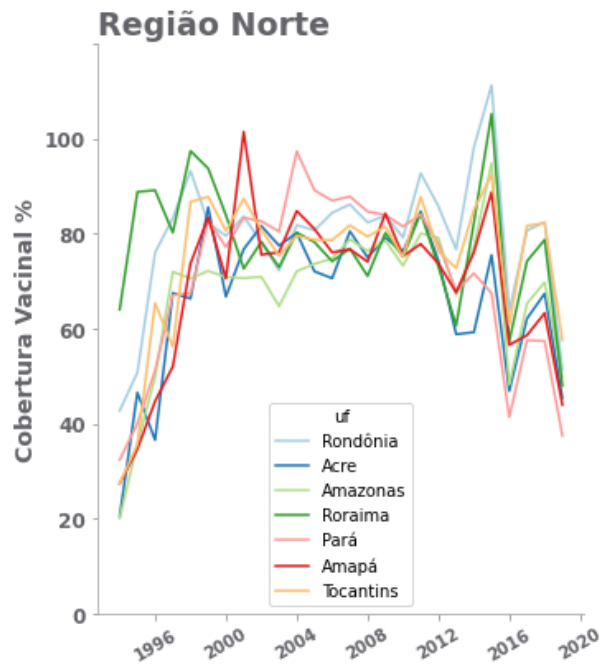
Esse tipo de informação é preocupante, pois baixas coberturas alcançadas para as principais vacinas do Calendário Nacional de Vacinação representam uma ameaça real de retorno de doenças comuns no passado, como o sarampo e a poliomielite (paralisia infantil).

Inclusive, em 2018 tivemos o retorno do Sarampo, com o registro de 10.274 casos no País. O País enfrentou dois surtos da doença: no Amazonas e em Roraima. Além disso, casos isolados foram notificados em outros Estados. E nós, claramente, tivemos esses casos de sarampo no Brasil porque não tínhamos cobertura de vacinação adequada.

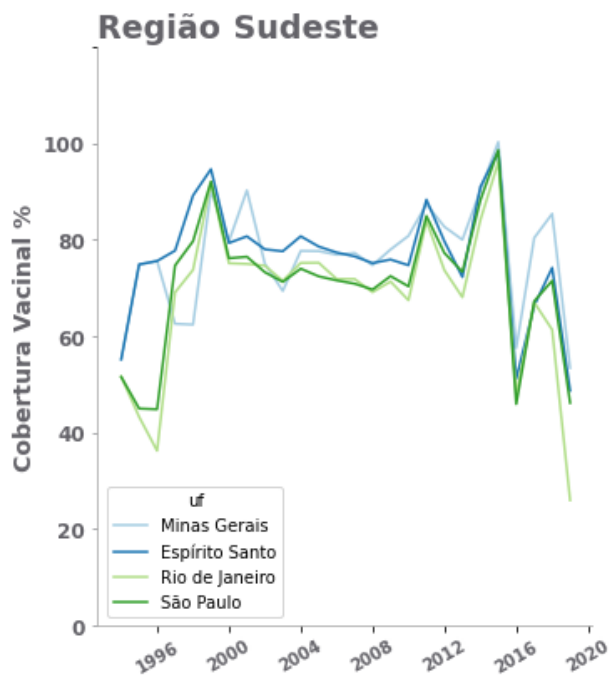
A queda da cobertura vacinal pode estar relacionada com a hesitação à vacinação, definida como atraso na aceitação ou recusa das vacinas recomendadas, apesar da sua disponibilidade nos serviços de saúde. Um estudo apontou que os principais motivos da hesitação à vacinação são falta de confiança quanto à eficácia/segurança da vacina e preocupações com eventos adversos.

## Análise por Regiões

Agora vamos analisar a mesma informação contida no primeiro gráfico, porém sem considerarmos apenas os valores de médias. Os gráficos estão separados por regiões do país:







Ao realizar a mesma análise, porém separando os gráficos por regiões e com os valores reais ao invés de usarmos as médias, vemos que todas as regiões apresentam a mesma tendência, com uma queda brusca das coberturas vacinais em 2016.

Estados que atingiram 100% de cobertura em pelo menos algum período da análise (1994-2019):

- Região Norte: Rondônia, Roraima e Amapá
- Região Nordeste: Maranhão e Pernambuco
- Região Sudeste: Todos os Estados
- Região Sul: Santa Catarina
- Região Centro-Oeste: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul

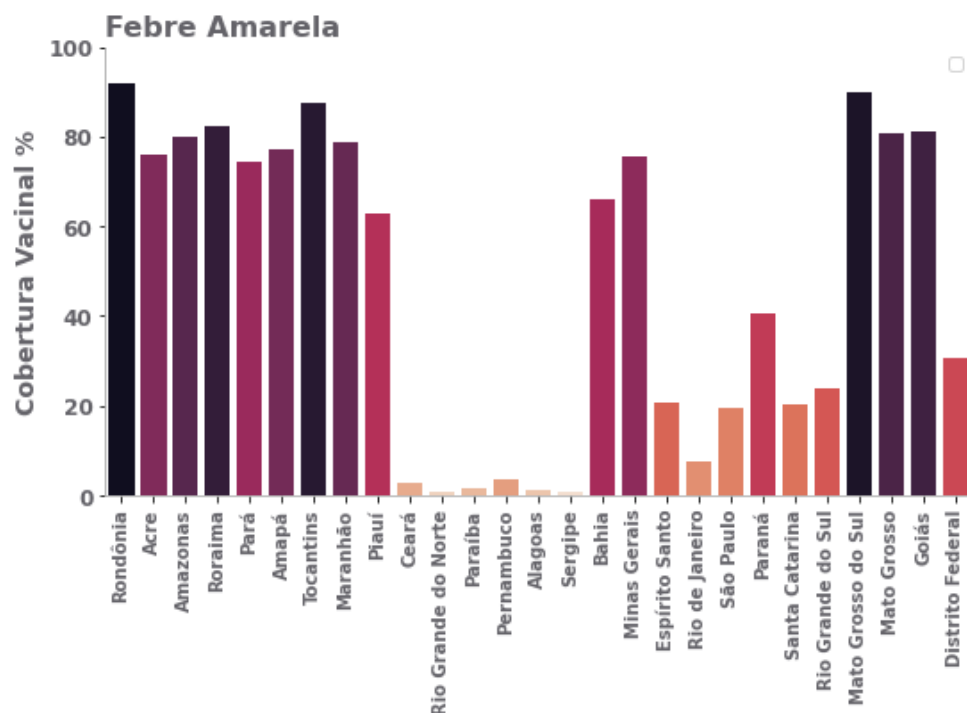
## 4.2. Análise da cobertura da vacinação nas Unidades da Federação por Imunobiológico

### 4.2.1. Quais são os imunobiológicos com maiores diferenças nas coberturas vacinais por Unidade da Federação?

Quando analisamos os valores de desvio-padrão vemos que os Imunobiológicos com **maiores discrepâncias na % de Cobertura vacinal** são:

- Febre Amarela
- Sarampo
- Poliomielite 4 anos
- Tetra Viral(SRC+VZ)

Em relação à Febre Amarela, a cobertura vacinal só é alta na Região Norte, na Região Nordeste no Maranhão, Bahia e na Região Centro-Oeste, em todos os Estados exceto no Distrito Federal.



Atualmente, a febre amarela é uma doença endêmica no Brasil. Na região extra-amazônica, os períodos epidêmicos são registrados ocasionalmente, caracterizando a reemergência do vírus no País. O padrão temporal de ocorrência é sazonal, com a maior parte dos casos ocorrendo entre dezembro e maio, e com surtos que ocorrem com periodicidade irregular, quando o vírus encontra condições favoráveis para a transmissão (elevadas temperatura e pluviosidade; alta densidade de vetores e hospedeiros primários; presença de indivíduos suscetíveis; baixas coberturas vacinais; eventualmente, novas linhagens do vírus), podendo se dispersar para além dos limites da área endêmica e atingir outros estados.

Segundo o Guia para Profissionais de Saúde, desenvolvido pelo Ministério da Saúde, a vacina contra febre amarela é recomendada apenas para residentes ou viajantes para as áreas com recomendação de vacinação. As áreas recomendadas são:

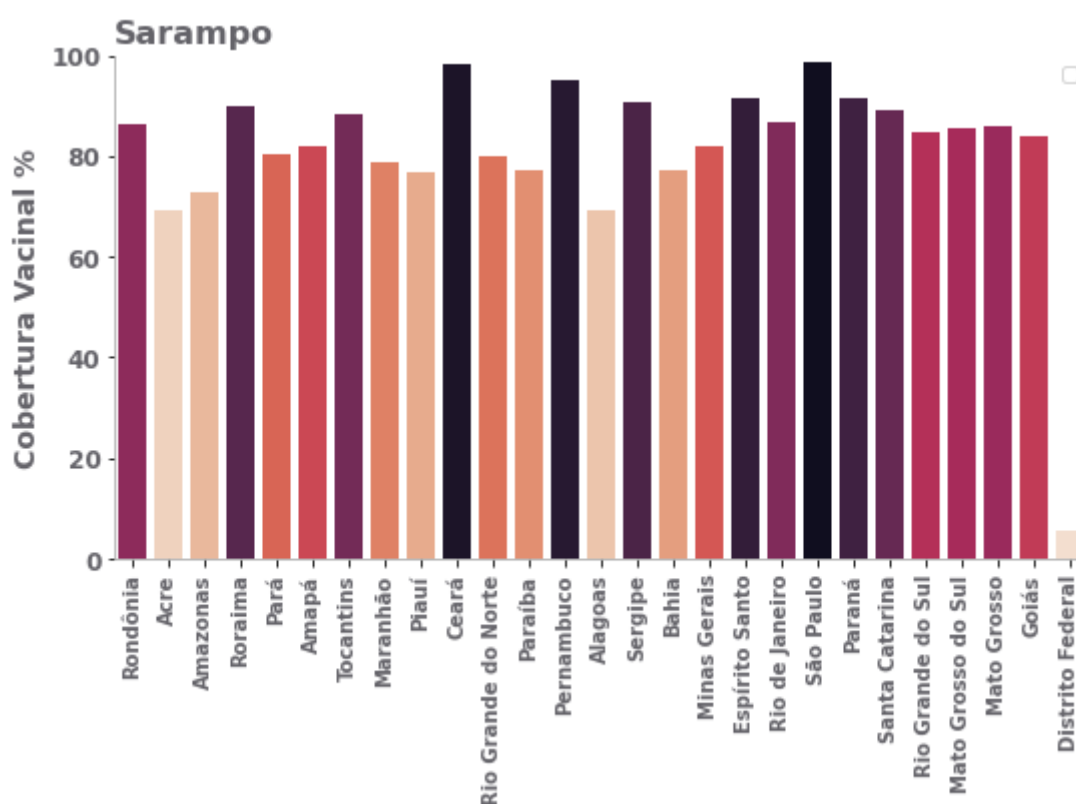
- Todos os estados das regiões Norte e Centro-Oeste;
- Minas Gerais, Espírito Santo e Maranhão;
- Alguns municípios dos estados do Piauí, Bahia, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul); os estados de Sergipe (município de Canindé de São Francisco) e de Alagoas (município de Delmiro Gouveia).

Considerando essas recomendações, por serem áreas endêmicas, a cobertura não é ideal no Espírito Santo e no Distrito Federal, onde as coberturas não chegam a 50%.

No caso do Sarampo, é extremamente preocupante o fato do Distrito Federal, que teve cobertura vacinal de 5.74%.

Em 2020, a cobertura vacinal em adultos ficou em 9%, mas a meta era imunizar 95% dos adultos. A Campanha chegou a ser prorrogada duas vezes e, segundo a Secretaria de Saúde, esse resultado pode ter sido influenciado pela pandemia de SARS-CoV-2.

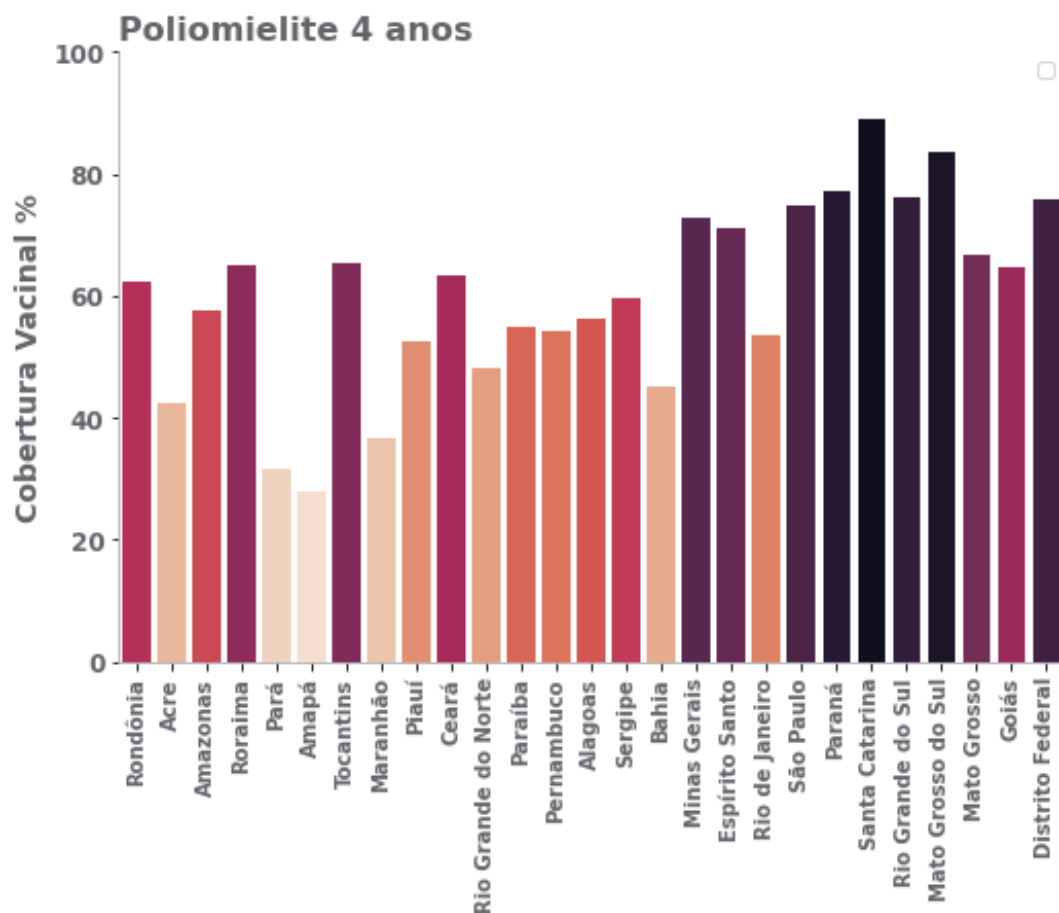
São Paulo, Ceará e Pernambuco são os Estados com maior cobertura vacinal contra o sarampo, chegando perto de 100%.



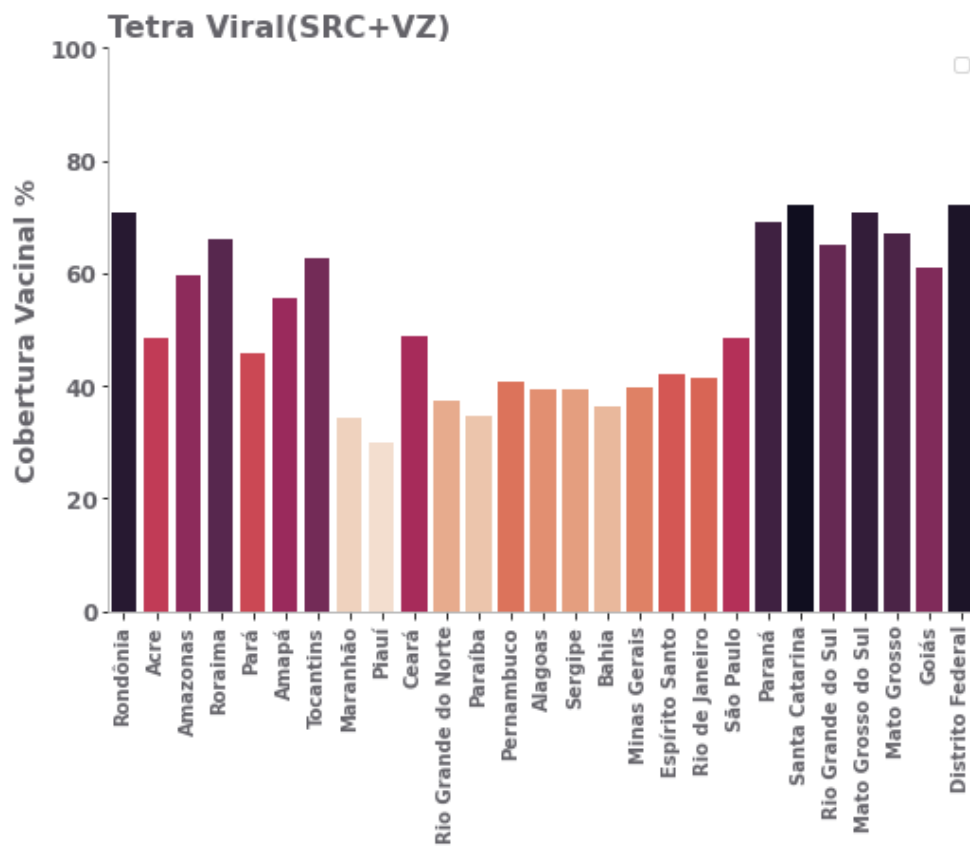
Temida no passado pelas sequelas permanentes causadas em crianças, como a paralisia, a poliomielite foi eliminada do país depois do último caso, em 1989, graças às ações de vacinação nos postos de saúde e nas campanhas nacionais.

Porém, como podemos ver no gráfico no caso da Vacinação contra Poliomielite (4 anos), as coberturas vacinais são péssimas em grande parte do País,

com cobertura mínima de 27.98% e cobertura média de 60.37%. Os piores cenários são vistos em Amapá, Pará, Maranhão, Acre, Bahia e Rio Grande do Norte, onde a vacinação não chega nem a 50% de cobertura.



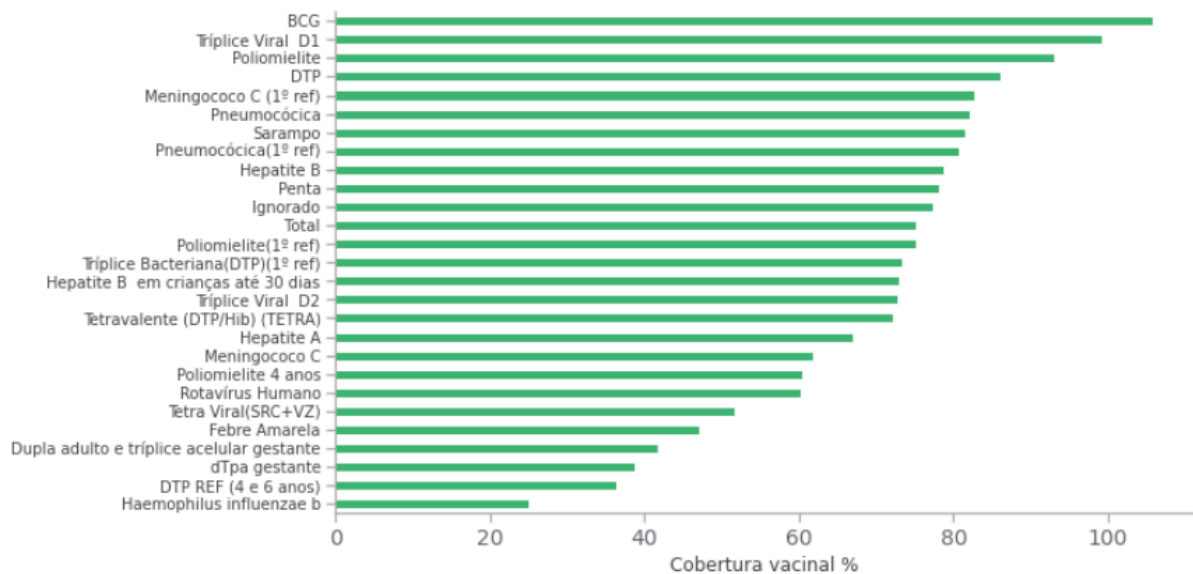
A Tetra Viral (SRC + VZ: contra sarampo, caxumba, rubéola e varicela) não alcançou ao menos 80% de cobertura vacinal em nenhuma das Unidades da Federação. Os melhores valores de cobertura se concentram nas Regiões Sul e Centro-Oeste e na Região Norte nos Estados: Rondônia, Roraima, Tocantins, Amazonas e Amapá.



#### 4.2.2. Quais são os imunobiológicos com maior cobertura vacinal nas Unidades da Federação?

Quando analisamos os valores de **média** vemos que os Imunobiológicos com **maiores % de cobertura vacinal** são:

- BCG
- Tríplice Viral D1
- Poliomielite
- DTP



Quando analisamos os valores de **média** vemos que os Imunobiológicos com % de Cobertura vacinal **abaixo de 50%** são:

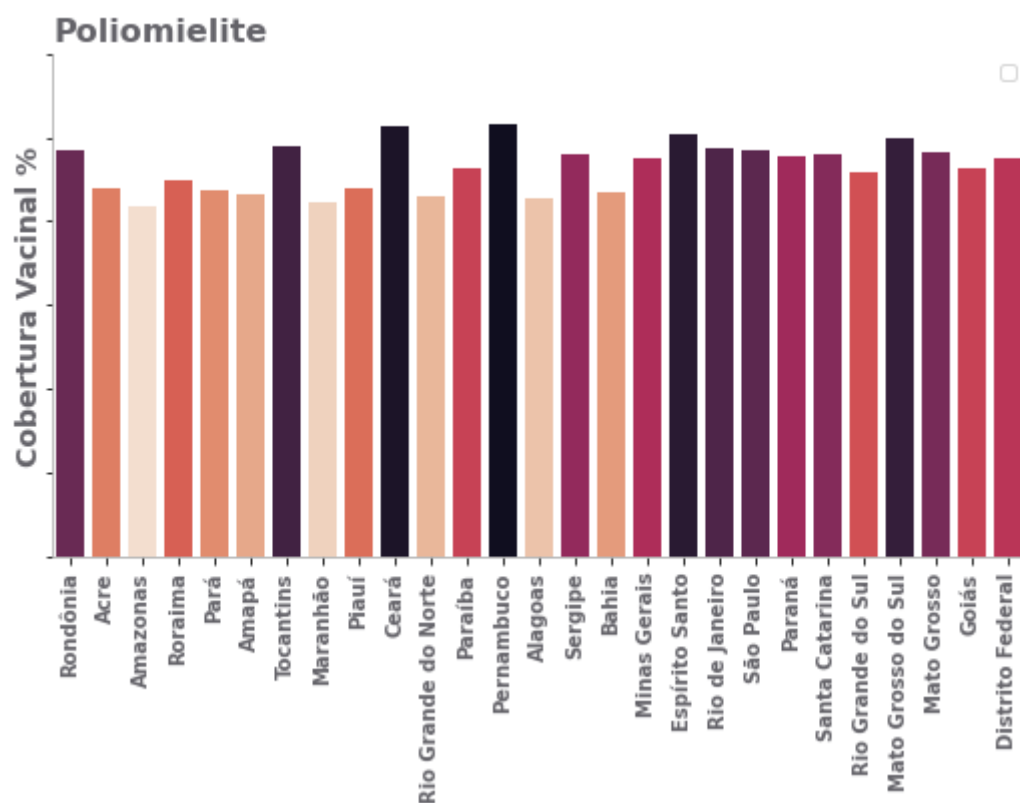
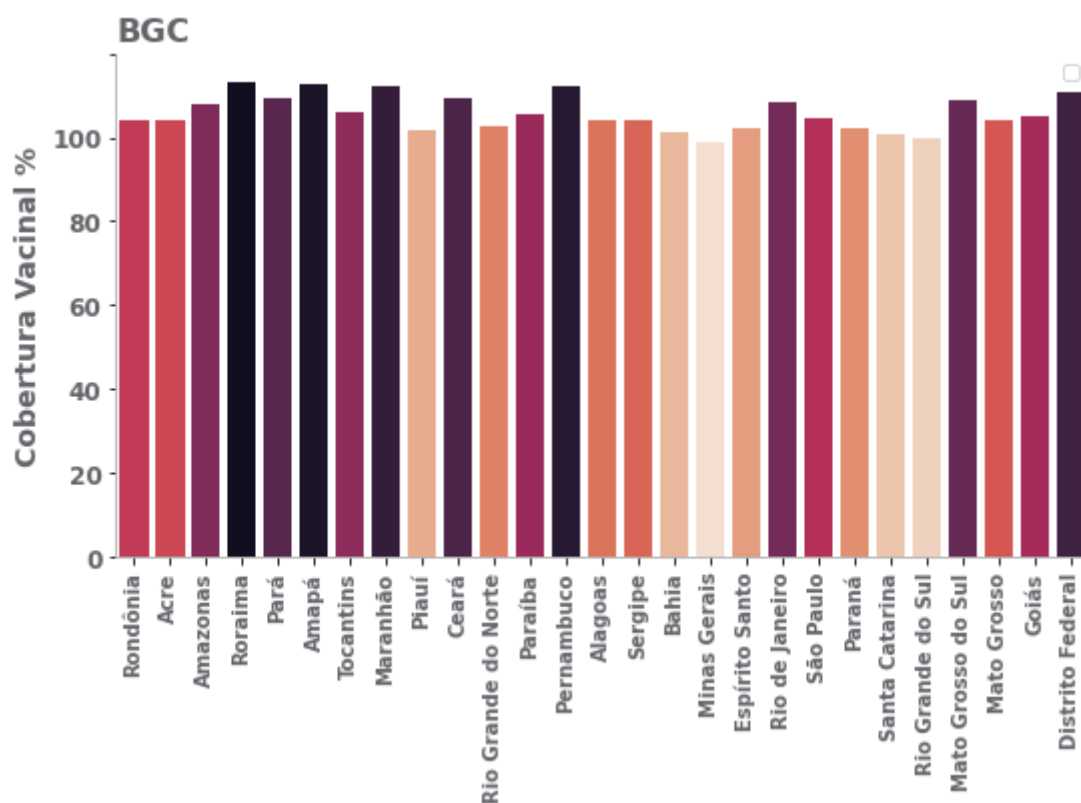
- Febre Amarela
- Dupla adulto e tríplice acelular gestante
- dTpa gestante
- DTP REF (4 e 6 anos)
- *Haemophilus influenzae b*

No gráfico a seguir temos os imunobiológicos que apresentaram maiores médias de cobertura vacinal, que são: BCG, Tríplice Viral D1, Poliomielite e DTP.

A vacina BCG, que previne a tuberculose, apresenta a maior cobertura vacinal, que é ótima em todas as Unidades da Federação.

Dados apresentados pelo Ministério da Saúde mostram que a BCG foi a única vacina a alcançar a cobertura vacinal pretendida nos anos de 2017 e 2018.

Em segundo lugar temos a vacina contra poliomielite, porém a cobertura não chega a 100% em todos os Estados. A maioria dos Estados da Região Norte (exceto Tocantins) não atinge os 100% de cobertura e alguns Estados do Nordeste se encontram em uma situação similar: Maranhão, Piauí, Ceará, Alagoas e Bahia.

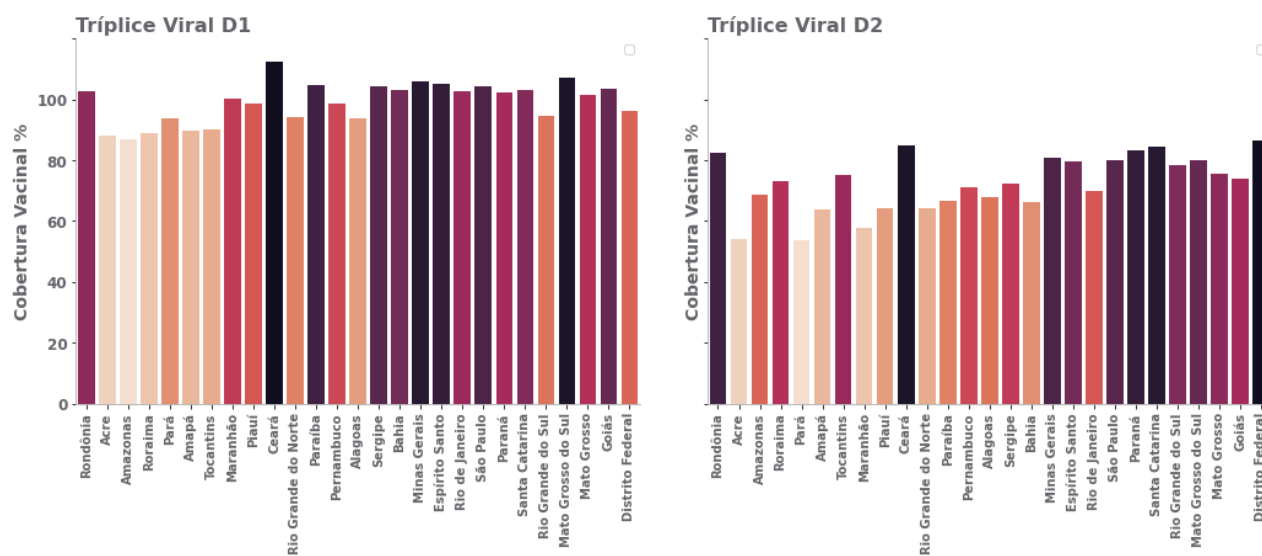




Enquanto isso, a vacina Tríplice viral apresenta ótima cobertura na primeira dose, mas quando olhamos a segunda dose vemos que o cenário muda completamente, principalmente na região Norte, onde a melhor cobertura é em Rondônia com 82.36%. No Acre, por exemplo, a cobertura cai para 54.31%.

A vacina Tríplice viral previne o sarampo, a caxumba e a rubéola e é ofertada no calendário desde 1995. Porém, em 2017, a cobertura da primeira dose ficou abaixo da meta de 95%, enquanto a da segunda ficou em 74,9%.

Podemos associar a queda da vacinação da tríplice viral ao movimentos antivacina, que ganharam força depois que o médico cirurgião Andrew Wakefield publicou um trabalho insinuando que a vacina tríplice viral estaria associada ao autismo. Esse trabalho foi publicado na revista Lancet em 1998, que é uma respeitada revista da área médica. Contudo, estudos posteriores refutaram a conexão e mostraram que Wakefield tinha ações de uma empresa que propunha o uso de outra vacina. O artigo foi retratado e sua licença médica foi cassada, mas o estrago estava feito e ressurgiram surtos de sarampo na Europa.

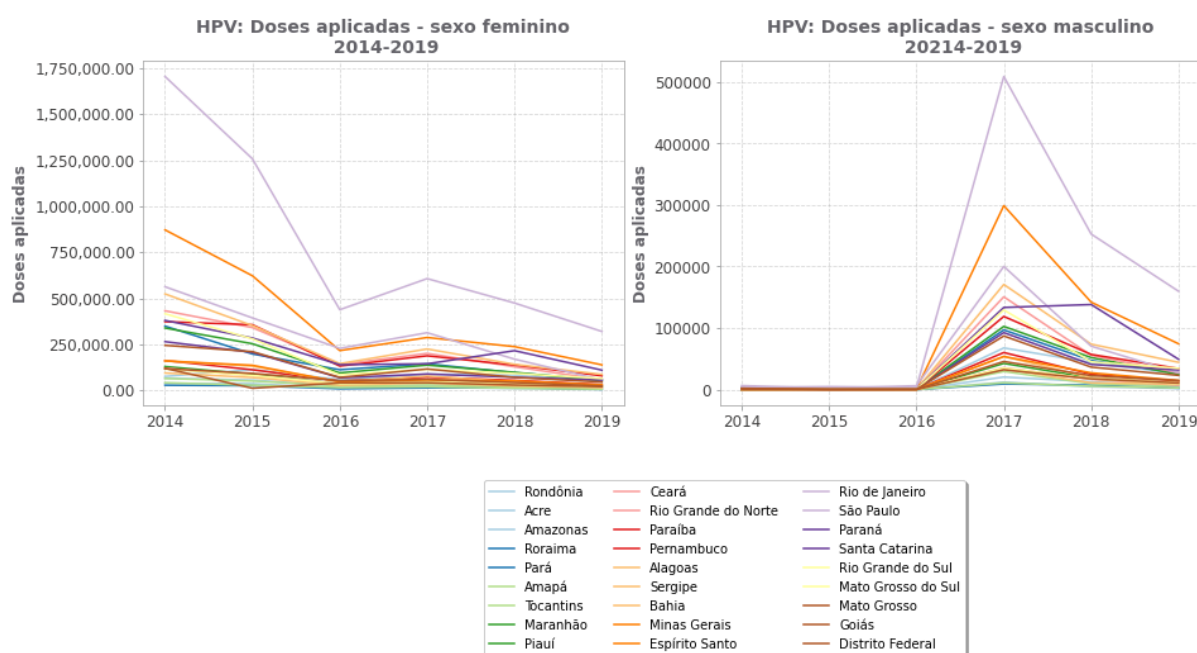


### 4.3. Vacinação contra HPV

#### 4.3.1. Houve Aumento na Aplicação de Doses Contra HPV Após 2014?

**Comparação entre a aplicação de doses nos sexos feminino e masculino**  
**Houve aumento de adesão no sexo masculino ao longo tempo?**

Gráfico mostrando a vacinação no sexo feminino e masculino de 2014 a 2019, em todas as Unidades da Federação:



Quando analisamos a vacinação contra o HPV é possível observar que no caso da vacinação no sexo feminino os valores mais altos de doses aplicadas se concentram no ano inicial da campanha de vacinação (2014) e as doses aplicadas foram caindo ao longo do tempo, apresentando uma queda abrupta em 2016. Em 2017 houve um pequeno aumento, mas as doses voltaram novamente a cair. Enquanto isso, no caso das doses aplicadas no sexo masculino, as doses parecem ter começado a ser aplicadas somente em 2017, porém em 2018 as doses começam a declinar.

De fato, somente a partir de janeiro de 2007, o Ministério da Saúde passou a disponibilizar a vacina contra o HPV para a população masculina de 12 a 13 anos na rotina do Calendário Nacional de Vacinação do Sistema Único de Saúde (SUS). Segundo o

ministério da saúde a faixa-etária seria ampliada, gradativamente, até 2020, quando seriam incluídos os meninos com 9 anos até 13 anos.

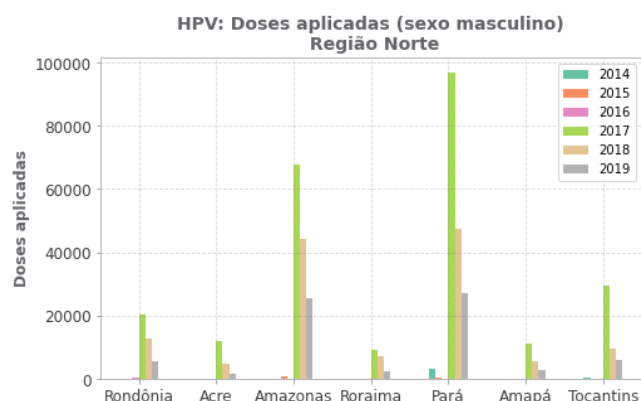
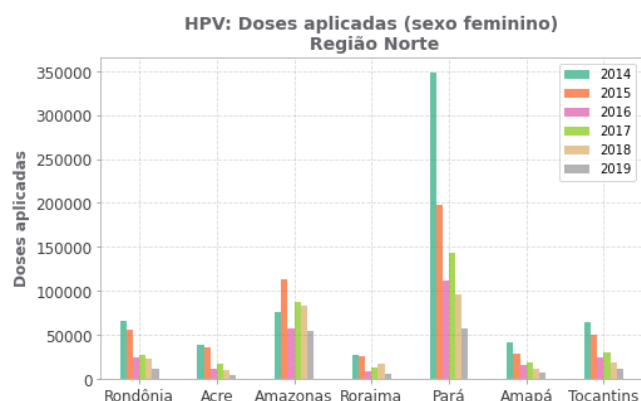
A estratégia em incluir a vacinação no sexo masculino em 2017 teve como objetivo proteger contra os cânceres de pênis, garganta e ânus, doenças que estão diretamente relacionadas ao HPV.

É importante nos atentarmos ao fato de que no caso do sexo feminino o valores máximos de doses atingem um máximo de 1.704.362 em São Paulo. Já no sexo masculino o valor máximo atingido é de apenas 508.998 em São Paulo.

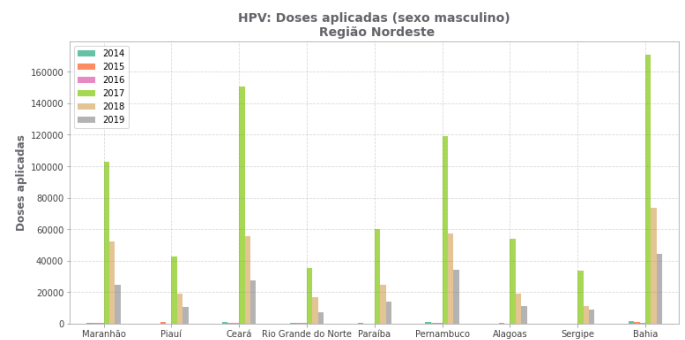
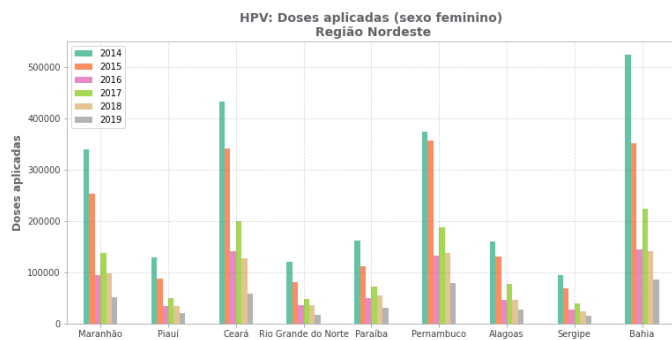
Como nesse gráfico não é possível analisarmos de maneira adequada estado por estado, foi realizada uma análise em gráfico de barras para cada região do país.

### Análise por região:

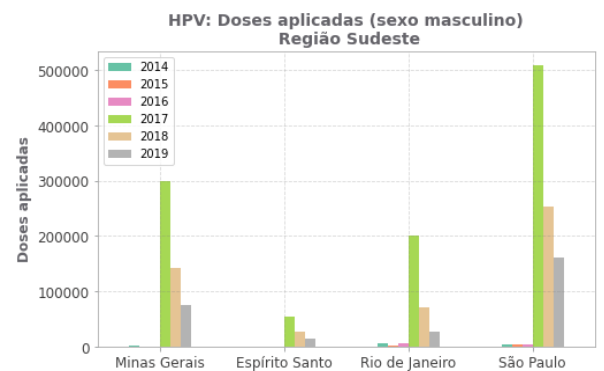
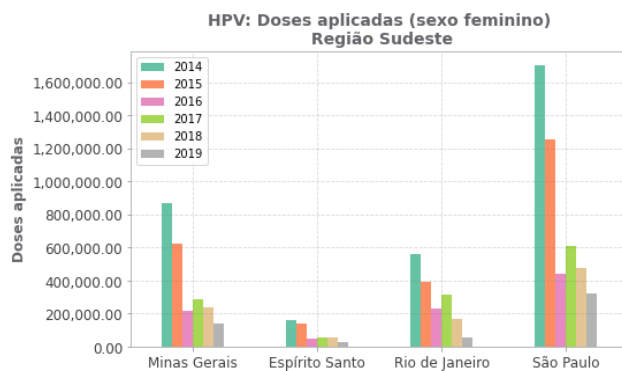
Na região Norte: no sexo feminino os períodos com mais doses aplicadas foram 2014 e 2015. Já no sexo masculino o ano com maior aplicação de doses foi 2017 e ao longo do tempo houve uma queda gradativa



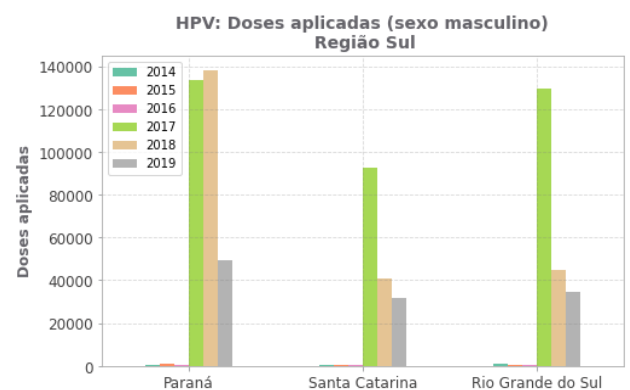
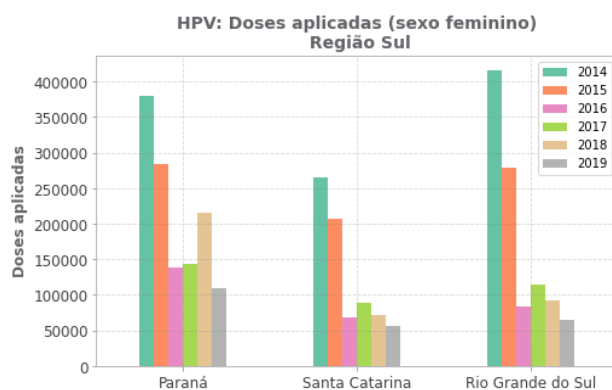
Na região Nordeste: no sexo feminino os períodos com mais doses aplicadas foram 2014 e 2015, e na maioria dos estados esses dois períodos estão com número de doses quase próximos. Já no sexo masculino o ano com maior aplicação de doses foi 2017 e ao longo do tempo houve uma queda gradativa.



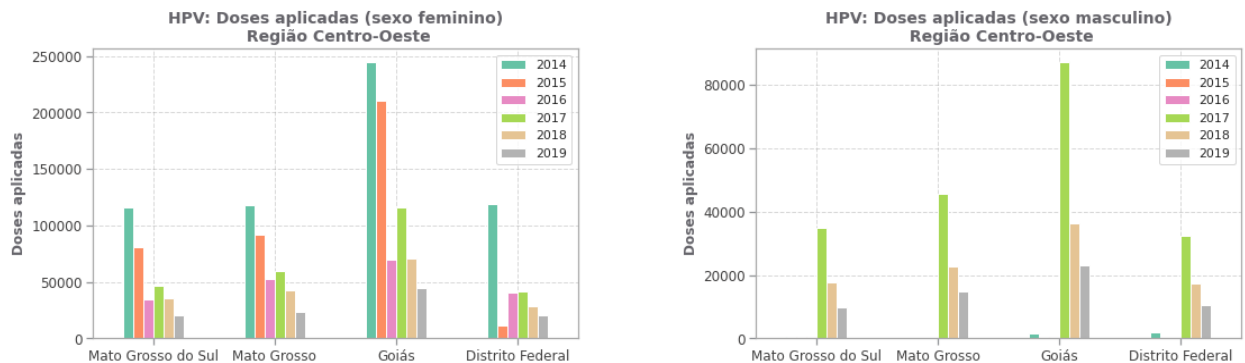
Na região Sudeste: no sexo feminino os períodos com mais doses aplicadas foram 2014 e 2015. Já no sexo masculino o ano com maior aplicação de doses foi 2017 e ao longo do tempo houve uma queda gradativa.



Na região Sul: no sexo feminino os períodos com mais doses aplicadas foram 2014 e 2015. Já no sexo masculino o ano com maior aplicação de doses foi 2017 e ao longo do tempo houve uma queda gradativa, exceto no Paraná, onde em 2018 houve a maior aplicação de doses. Essa informação é relevante, pois em todos os outros estados a aplicação de doses no sexo masculino sofreu uma queda abrupta.



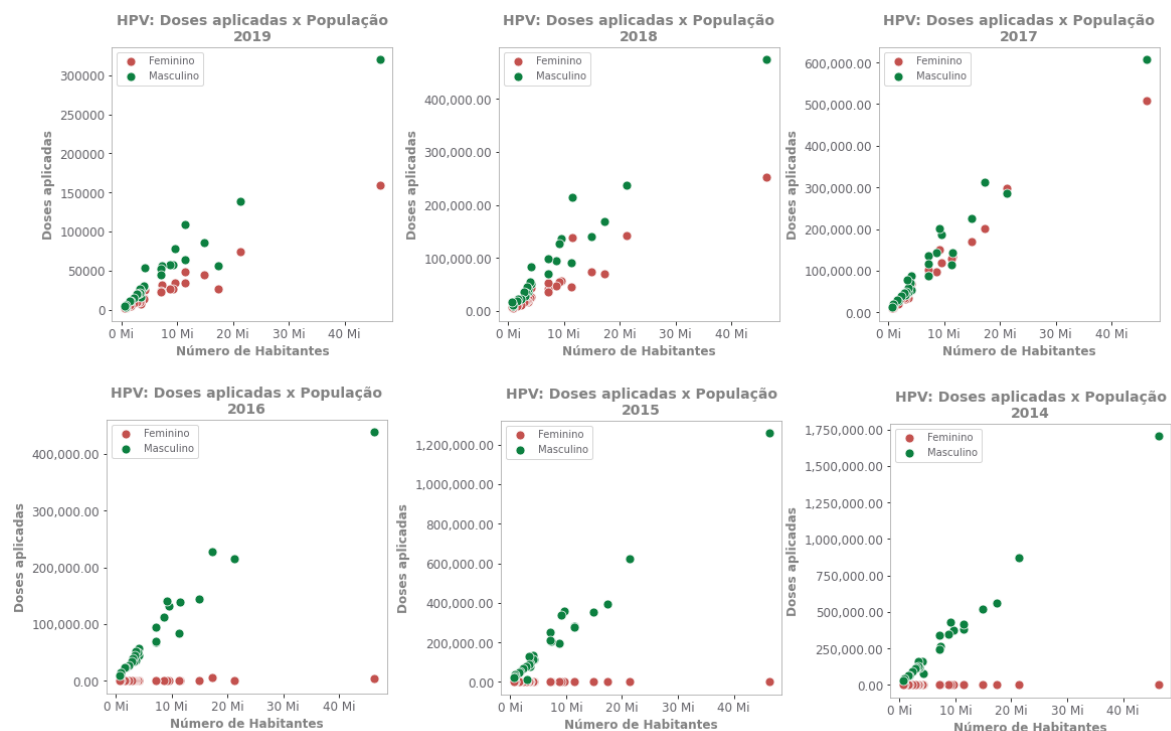
Na região Centro-Oeste: no sexo feminino os períodos com mais doses aplicadas foram 2014 e 2015. Já no sexo masculino o ano com maior aplicação de doses foi 2017 e ao longo do tempo houve uma queda gradativa.



#### 4.3.1. Proporção da vacinação contra HPV nas Unidades da Federação

Gráficos mostrando o tamanho da população em relação ao número de doses aplicadas, para ambos os sexos, de 2014-2019.

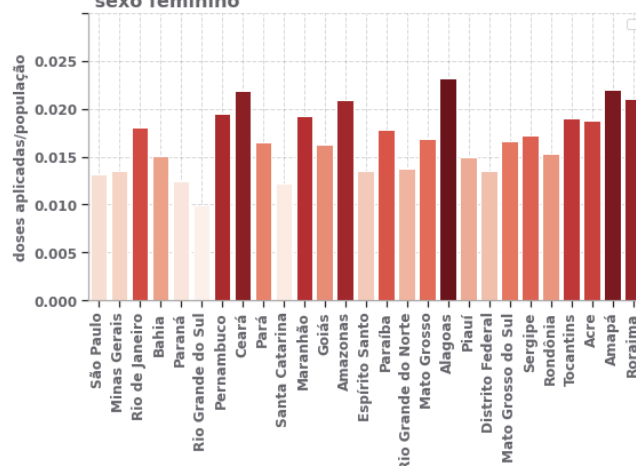
Lembrando, que os dados referentes à população são de 2020, então isso é só pra ter uma ideia se as doses aumentam conforme o tamanho da população, mas o adequado seria utilizar a estimativa de cada um dos anos.



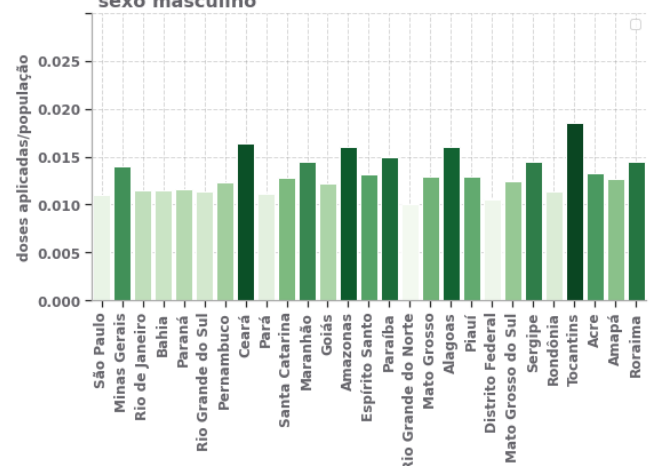
Os gráficos acima indicam que no período de 2014 a 2016 a vacinação estava ocorrendo de fato no sexo feminino e que a vacinação era relacionada ao tamanho crescente da população. Portanto, quanto maior o número de habitantes, maior o número de doses aplicadas, exceto em poucos pontos que ficariam fora de uma reta, caso fosse inserida uma reta nesses gráficos. Em 2017, vemos que a vacinação estava ocorrendo nos sexos feminino e masculino, de forma proporcional à população, porém nos anos seguintes vemos que começa a ocorrer uma dispersão nos pontos, indicando que a aplicação de doses começou a não estar tão relacionada.

A seguir há uma análise onde foi feita uma estimativa da proporção das doses pela população, para cada Unidade da Federação, nos anos 2017 e 2018. O ano de 2019 não foi considerado nessa análise, pois seus dados estavam parciais no banco de dados do SUS.

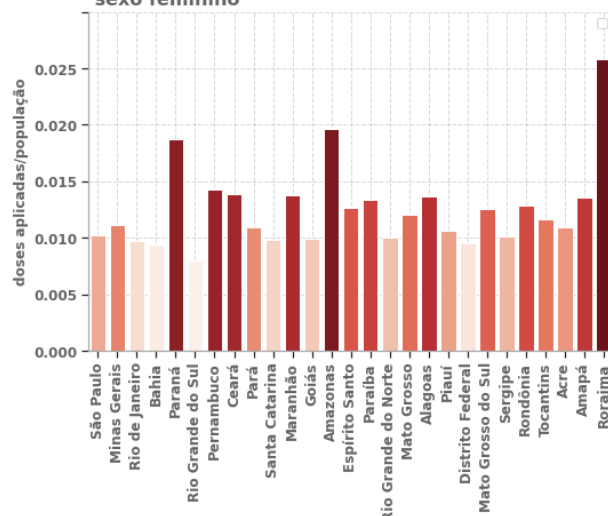
HPV: Proporção das doses aplicadas em 2017  
sexo feminino



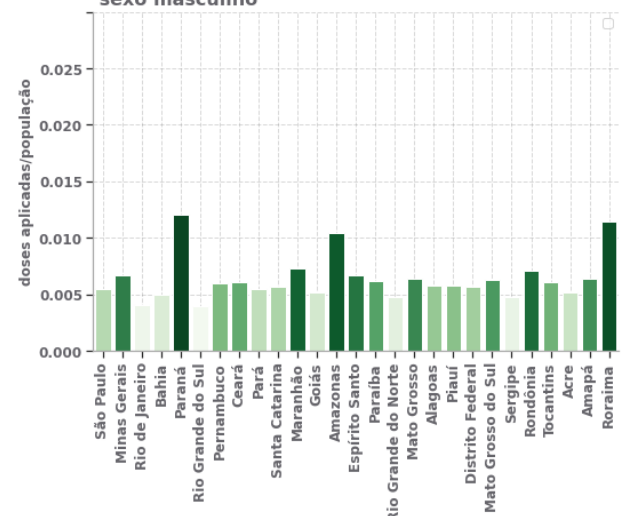
HPV: Proporção das doses aplicadas em 2017  
sexo masculino



HPV: Proporção das doses aplicadas em 2018  
sexo feminino



HPV: Proporção das doses aplicadas em 2018  
sexo masculino



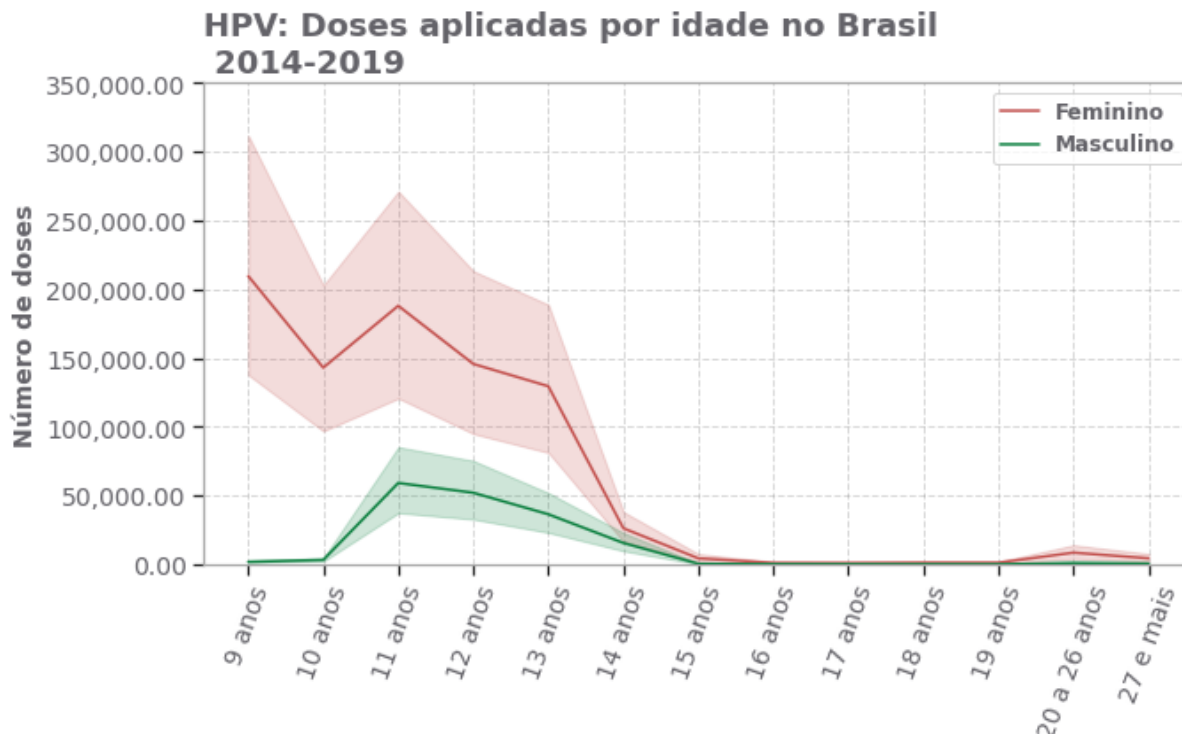
Ao analisar a proporcionalidade de doses aplicadas pela população, de cada Unidade da Federação, é possível observar que em 2017 havia uma proporção mais homogênea.

Em 2018 há uma série de discrepâncias, principalmente no sexo feminino, onde temos mais doses sendo aplicadas em Roraima, Amazonas e Paraná. Nos dados do sexo masculino há mais doses sendo aplicadas no Paraná, Roraima, Amazonas e Maranhão.

Essas heterogeneidades na proporção de doses aplicadas podem estar associadas a políticas públicas estaduais distintas, que afetam a disponibilidade de vacinas para a população.

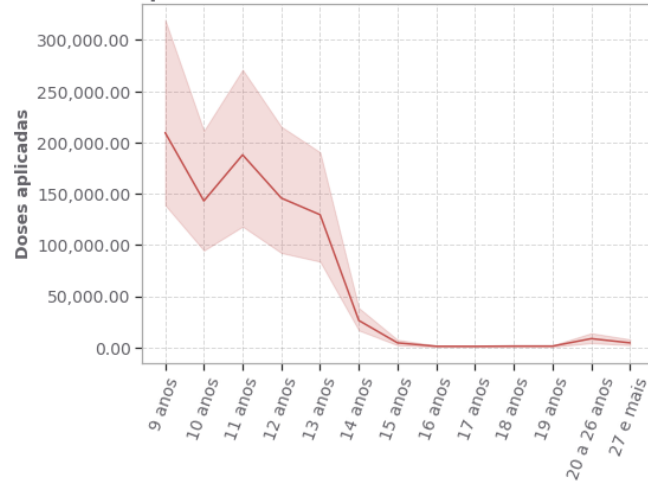
#### 4.3.2. Análise do número de doses aplicadas por faixa etária

As linhas do gráfico abaixo representam a média de doses aplicadas por idade em todas as Unidades da Federação. A faixa em volta das linhas é um intervalo de confiança criado estatisticamente.

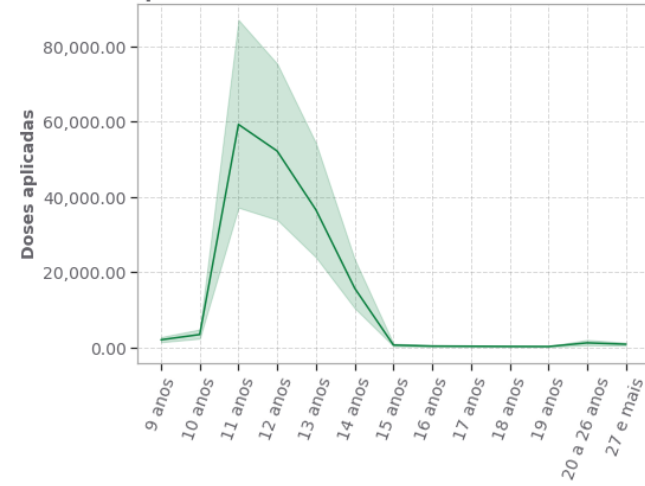


A seguir há gráficos mostrando os sexos separadamente (em linhas e barras), para melhorar a visualização:

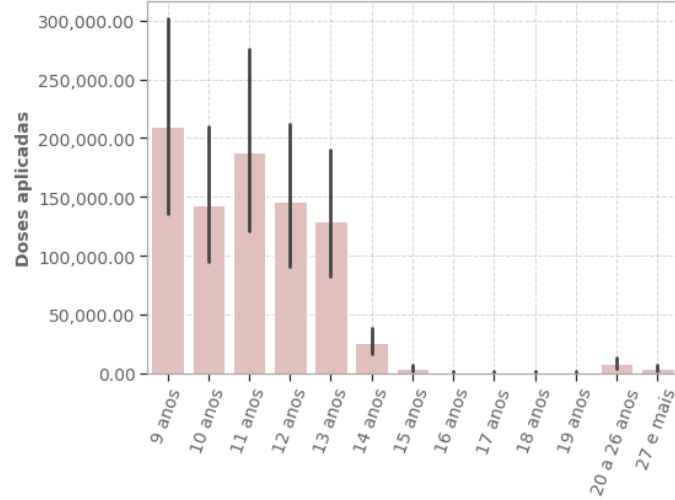
HPV: Doses aplicadas - sexo feminino  
por idade



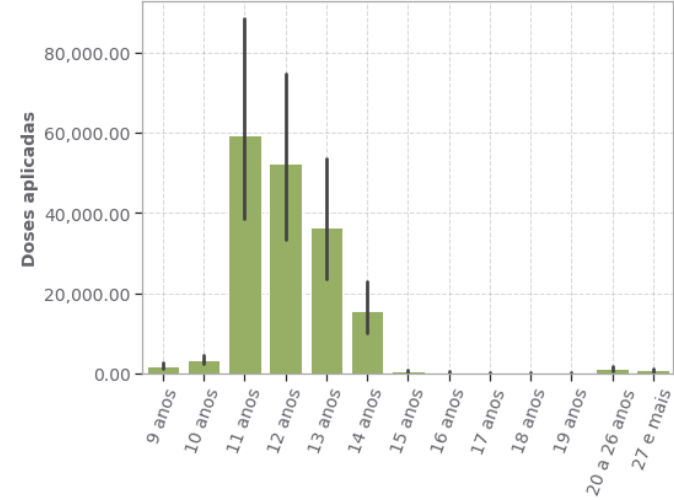
HPV: Doses aplicadas - sexo masculino  
por idade



HPV: Doses aplicadas - sexo feminino  
por idade



HPV: Doses aplicadas - sexo masculino  
por idade





A análise de doses aplicadas por faixas etárias mostra que a vacinação foi maior na faixa etária de 9 e 11 anos no sexo feminino, e que abrangeu a faixa etária entre 9-14 anos.

No caso do sexo masculino a vacinação abrangeu a faixa etária entre 11-14 anos, porém foi maior aos 11 e 12 anos de idade.

Segundo Informe técnico do Ministério da Saúde a ampliação da oferta das vacinas contra HPV e a inclusão das populações-alvo no calendário de vacinação ocorreram de forma gradual. Começou por meninas de 11 a 13 anos de idade em 2014, foi ampliada para a faixa etária de nove a 11 anos em 2015 e foi expandida para meninas com 14 anos de idade em 2017.

As doses acima de 14 anos, provavelmente, estão relacionadas ao fato da vacina ter sido disponibilizada para as mulheres e homens até 26 anos de idade vivendo com HIV/AIDS, transplantados de órgãos sólidos, de medula óssea e pacientes oncológicos.

Conforme anunciado pelo Ministério da Saúde, atualmente, mulheres com imunossupressão, vivendo com HIV/Aids, transplantadas e portadoras de cânceres, com até 45 anos de idade podem tomar a vacina contra o HPV. Já que a imunossupressão é reconhecida como um dos principais fatores de risco para infecção pelo HPV e para o desenvolvimento de lesões tumorais e verrugas genitais.

Moro e colaboradores(2017), mostraram que em 2014, 87% dos municípios brasileiros atingiram a meta preconizada na primeira dose, porém apenas 32% atingiram a meta da segunda dose. As explicações elencadas para a baixa cobertura foram dificuldade de acesso, falhas nos registros de doses de vacinas aplicadas, erros de digitação e imprecisões dos dados demográficos utilizados na estimativa do número de indivíduos na faixa etária alvo (Tobias *et al.*, 2017).

A discrepância entre vacinação nos sexos feminino de masculino e a queda na aplicação de doses mostra que a mídia social tem importante papel na disseminação das informações e é uma das maneiras de divulgar recomendações de saúde. Mas destaca-se que a falta de informações e/ou as informações falsas sobre a vacina HPV ampliam a dificuldade de adesão à vacinação.

Apesar da distribuição gratuita da vacina contra HPV, os resultados mostrados neste projeto e em estudos anteriores indicam que existe uma

dificuldade na adesão nessa campanha de vacinação, principalmente no sexo masculino. Os resultados mostram que os gestores estaduais precisam planejar estratégias específicas para cada território e tentar de alguma forma ampliar essa vacinação.

Outra questão é se vale a pena se vacinar, ainda que fora da faixa etária em que a vacina é gratuitamente oferecida pelo governo.

Sabemos que a eficácia da vacina tende a ser menor após a pré-puberdade pelos seguintes motivos:

- A reação imunológica à vacina tende a ser maior na pré-puberdade.
- Além disso, é provável que o adulto, dependendo do número de parceiros, já tenha sido exposto a pelo menos um dos tipos cancerígenos do HPV.

Porém, apesar da queda na resposta imunológica com o passar dos anos, adultos que não foram expostos ao vírus podem se vacinar. Por esse motivo, o Ministério da Saúde chegou a ofertar a vacina para adultos até os 26 anos.

Para aqueles acima dessa idade, é necessário se vacinar na rede privada. Devido ao alto preço das doses na rede privada, a vacina se torna acessível apenas para uma pequena parcela da população brasileira.

Em conclusão, seria pertinente ampliar a vacinação contra HPV para adultos, já que a maior parte da população não tem acesso à rede privada.

## 5. CONCLUSÕES

### Parte I

- Como podemos observar, as coberturas vacinais estavam em torno de 40% no ano inicial (1994) e foram subindo gradativamente até 1999. **Entre 2000-2012 há uma estabilização e as médias das coberturas vacinais ficam próximas de 80%.** Após 2012 vemos um aumento na cobertura (com valores médios acima de 80%), porém, há uma **queda em 2016 para uma cobertura média de 52.64%.** Os valores voltam a subir tendo uma média de 72.65% em 2018.
- Esse tipo de informação é preocupante, pois **baixas coberturas** alcançadas para as principais vacinas do Calendário Nacional de Vacinação representam

uma **ameaça real de retorno de doenças comuns no passado**, como o sarampo e a poliomielite (paralisia infantil).

- Inclusive, **em 2018 tivemos o retorno do Sarampo**, com o registro de 10.274 casos no País. O País enfrentou dois surtos da doença: no Amazonas e em Roraima. Além disso, casos isolados foram notificados em outros Estados. E nós, claramente, tivemos esses casos de sarampo no Brasil porque não tínhamos cobertura de vacinação adequada.
- Em relação à **Febre Amarela**, a **cobertura vacinal só é alta na Região Norte, na Região Nordeste no Maranhão, Bahia e na Região Centro-Oeste, em todos os Estados exceto no Distrito Federal**.

Considerando essas recomendações do Ministério da saúde, por serem áreas endêmicas, **a cobertura não é ideal no Espírito Santo e no Distrito Federal, onde as coberturas não chegam a 50%.**

- No caso do **Sarampo**, a situação é preocupante no **Distrito Federal**, que teve **cobertura vacinal de 5.74%.**
- **São Paulo, Ceará e Pernambuco são os Estados com maior cobertura vacinal contra o sarampo, chegando perto de 100%.** Na **Vacinação contra Poliomielite (4 anos)**, as **coberturas vacinais são péssimas em grande parte do País**, com **cobertura mínima de 27.98% e cobertura média de 60.37%.** Os **piores cenários são vistos em Amapá, Pará, Maranhão, Acre, Bahia e Rio Grande do Norte, onde a vacinação não chega nem a 50% de cobertura.**
- A **Tetra Viral (SRC + VZ: contra sarampo, caxumba, rubéola e varicela)** **não alcançou ao menos 80% de cobertura vacinal em nenhuma das Unidades da Federação.** Os melhores valores de cobertura se concentram nas Regiões Sul e Centro-Oeste e na Região Norte nos Estados: Rondônia, Roraima, Tocantins, Amazonas e Amapá.
- Quando analisamos os valores de média vemos que os Imunobiológicos com maiores % de cobertura vacinal são:  
BCG  
Tríplice Viral D1  
Poliomielite  
DTP
- Quando analisamos os valores de média vemos que os Imunobiológicos com % de Cobertura vacinal abaixo de 50% são:  
Febre Amarela  
Dupla adulto e tríplice acelular gestante  
dTpa gestante  
DTP REF (4 e 6 anos)  
Haemophilus influenzae b
- A **vacina BCG**, que previne a tuberculose, apresenta a maior cobertura vacinal, que é ótima em todas as Unidades da Federação. Dados apresentados pelo

Ministério da Saúde mostram que a BCG **foi a única vacina a alcançar a cobertura vacinal pretendida nos anos de 2017 e 2018.**

- Em segundo lugar temos a **vacina contra poliomielite, porém a cobertura não chega a 100% em todos os Estados.** A maioria dos Estados da Região Norte (exceto Tocantins) não atinge os 100% de cobertura e alguns Estados do Nordeste se encontram em uma situação similar: Maranhão, Piauí, Ceará, Alagoas e Bahia.
- Enquanto isso, a vacina **Tríplice viral apresenta ótima cobertura na primeira dose, mas quando olhamos a segunda dose vemos que o cenário muda completamente,** principalmente na região Norte, onde a melhor cobertura é em Rondônia com 82.36%. No Acre, por exemplo, a cobertura cai para 54.31%.
- A queda da cobertura vacinal pode estar relacionada com a hesitação à vacinação, definida como atraso na aceitação ou recusa das vacinas recomendadas, apesar da sua disponibilidade nos serviços de saúde. **Os principais motivos da hesitação à vacinação são falta de confiança quanto à eficácia/segurança da vacina e preocupações com eventos adversos.**

## Parte II

- O **papilomavírus humano (HPV) é uma das infecções sexualmente transmissíveis mais frequentes no mundo.** A persistência da infecção por alguns tipos de HPV pode evoluir para o **câncer do colo do útero**, doença que registra milhares de novos casos por ano. **Uma das principais estratégias para prevenção desse tipo de câncer é a vacinação.**
- Quando analisamos a vacinação contra o HPV é possível observar que no caso da vacinação no **sexo feminino os valores mais altos de doses aplicadas se concentram no ano inicial da campanha de vacinação (2014)** e as **doses aplicadas foram caindo ao longo do tempo, apresentando uma queda abrupta em 2016.** Em 2017 houve um pequeno aumento, mas as doses voltaram novamente a cair. Enquanto isso, **no caso das doses aplicadas no sexo masculino, as doses parecem ter começado a ser aplicadas somente em 2017, porém em 2018 as doses começam a declinar.**
- **No período de 2014 a 2016 a vacinação estava ocorrendo de fato somente sexo feminino e que a vacinação era relacionada ao tamanho crescente da população.** Portanto, **quanto maior o número de habitantes, maior o número de doses aplicadas,** exceto em poucos pontos que ficariam fora de uma reta, caso fosse inserida uma reta nesses gráficos.
- **Em 2017, vemos que a vacinação estava ocorrendo nos sexos feminino e masculino, de forma proporcional à população, porém nos anos seguintes vemos que começa a ocorrer uma dispersão nos pontos, indicando que a aplicação de doses começou a não estar tão relacionada.** Ao analisar a proporcionalidade de doses aplicadas pela população, de cada Unidade da

Federação, é possível observar que **em 2017 havia uma proporção mais homogênea.**

- **Em 2018 há uma série de discrepâncias, principalmente no sexo feminino, onde temos mais doses sendo aplicadas em Roraima, Amazonas e Paraná. Nos dados do sexo masculino há mais doses sendo aplicadas no Paraná, Roraima, Amazonas e Maranhão.**
- **Essas heterogeneidades na proporção de doses aplicadas podem estar associadas a políticas públicas estaduais distintas, que afetam a disponibilidade de vacinas para a população.**
- **A análise de doses aplicadas por faixas etárias mostra que a vacinação foi maior na faixa etária de 9 e 11 anos no sexo feminino, e que abrangeu a faixa etária entre 9-14 anos.**
- **No caso do sexo masculino a vacinação abrangeu a faixa etária entre 11-14 anos, porém foi maior aos 11 e 12 anos de idade.**
- **As doses acima de 14 anos, provavelmente, estão relacionadas ao fato da vacina ter sido disponibilizada para as mulheres e homens até 26 anos de idade vivendo com HIV/AIDS, transplantados de órgãos sólidos, de medula óssea e pacientes oncológicos.**
- **A discrepância entre vacinação nos sexos feminino de masculino e a queda na aplicação de doses mostra que a mídia social tem importante papel na disseminação das informações e é uma das maneiras de divulgar recomendações de saúde. Mas destaca-se que a falta de informações e/ou as informações falsas sobre a vacina HPV ampliam a dificuldade de adesão à vacinação.**
- **Apesar da distribuição gratuita da vacina contra HPV, os resultados mostrados neste projeto e em estudos anteriores indicam que existe uma dificuldade na adesão nessa campanha de vacinação, principalmente no sexo masculino. Os resultados mostram que os gestores estaduais precisam planejar estratégias específicas para cada território e tentar de alguma forma ampliar essa vacinação.**
- **A vacina mais utilizada atualmente é a quadrivalente, que hoje é recomendada para meninas e mulheres de nove a 45 anos e meninos e homens de nove a 26 anos de idade. Porém, além das fake news, diversos fatores para baixa vacinação têm sido associados ao baixo nível educacional, baixa renda, residência em zona rural, baixo acesso à informação e aos serviços de saúde e barreiras interpostas por dogmas religiosos.**
- **Apesar da queda na resposta imunológica com o passar dos anos, adultos que não foram expostos ao vírus podem se vacinar. Por esse motivo, o Ministério da Saúde chegou a ofertar a vacina para adultos até os 26 anos. Para aqueles acima dessa idade, é necessário se vacinar na rede privada.**

Devido ao alto preço das doses na rede privada, a vacina se torna acessível apenas para uma pequena parcela da população brasileira.

- **Em conclusão, seria pertinente ampliar a vacinação contra HPV para adultos, já que a maior parte da população não tem acesso à rede privada.**

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que pode explicar a diminuição na cobertura vacinal nos últimos anos? Essa cobertura não é simplesmente um número. Sem cobertura vacinal, nós estamos suscetíveis a todas essas doenças.

Nós sabemos que nosso país oferece diversos imunobiológicos gratuitamente no calendário nacional e que essa distribuição abrange recém-nascidos, crianças, adolescentes, adultos, idosos e povos indígenas.

Minha opinião como Bióloga e Cientista é que a circulação crescente de notícias falsas sobre vacinas, que têm ocorrido nas redes sociais e aplicativos como WhatsApp, trouxe um enorme obscurantismo, que vem assolando nossa sociedade.

Mesmo com evidências científicas de que as vacinas são seguras, alguns pais e responsáveis simplesmente optam por não levarem seus filhos para serem vacinados.

Essa questão se tornou ainda mais evidente desde 2020, com o surgimento da pandemia de SARS-CoV-2, onde ocorreu uma disseminação massiva de fake news, sobre medicações e vacinação. Entramos num momento extremamente crítico e preocupante, onde o próprio presidente do Brasil, faz propaganda contra a vacinação.

É necessária uma comunicação efetiva dos órgãos de saúde com a população. Não podemos permitir que doenças que foram erradicadas anos atrás retornem. **Todos precisam entender que Vacinas Salvam Vidas!**

## REFERÊNCIAS

[Agência Brasil - Casos de Sarampo no Brasil](#)

[As razões da Queda da Vacinação - Revista FAPESP](#)

[Campanha - Programa Nacional de Imunizações](#)

[Cobertura da Vacina Papilomavírus Humano \(HPV\) no Brasil: Heterogeneidade Espacial e entre Coortes Etárias](#)

[Febre Amarela: Guia para Profissionais de Saúde](#)

[Fiocruz - Movimento Antivacina e Suas Ameaças](#)

[Fiocruz - Com fake news, discurso antivacina se espalha nas redes](#)

[Informe Técnico Sobre a Vacina Papilomavírus Humano \(HPV\) na Atenção Básica](#)

[Instituto Nacional De Câncer - Atlas da Mortalidade](#)

[Instituto Nacional do Câncer - Controle do Câncer de Colo do Útero](#)

[Instituto Nacional do Câncer - Para que Servem as Vacinas Contra o HPV?](#)

[PNI- Programa Nacional de Imunizações, Boletim Informativo: Vacinação contra HPV](#)

[Queda da Cobertura Vacinal no Brasil](#)

[Tabnet - DATASUS, Cobertura Vacinal](#)

[Tabnet - DATASUS, Imunizações: Cobertura - Notas Técnicas](#)

[World Health Organization - International Agency for Research on Cancer](#)

## **DOCUMENTAÇÃO**

[Beautiful Soup](#)

[Matplotlib](#)

[Numpy](#)

[Pandas](#)

[Requests](#)

[Seaborn](#)

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de deixar meu agradecimento aos instrutores do módulo 2: Thiago Gonçalves e Guilherme Silveira.

Ao pessoal do Scuba team e do Discord, que sempre trazem excelentes discussões e ideias.

Também gostaria de agradecer ao Junior Torres e à Carolina Dias, que sempre têm ideias inspiradoras, e me deram muitas dicas de como melhorar as visualizações gráficas.

## ONDE ENCONTRAR MEU TRABALHO?

[LinkedIn](#)

[ResearchGate](#)

[Currículo lattes](#)