

IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
São Paulo

Campus São Paulo

Estatística e Probabilidade

Análise exploratória de dados

Beatriz Andrade - SP3098991

Isadora Vieira Câmara - SP3094383

Suanne Barbosa - SP3099067

Tamiris Delfino de Faria Jesus - SP3095339

Professora: Josceli M. Tenorio

IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Campus São Paulo

São Paulo, SP

17 de junho de 2024

Beatriz Andrade - SP3098991
Isadora Vieira Câmara - SP3094383
Suanne Barbosa - SP3099067
Tamiris Delfino de Faria Jesus - SP3095339

Estatística e Probabilidade

Análise exploratória de dados

17 de Junho de 2024

Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	Descrição do problema	4
1.2	Hipótese testada	5
1.3	Bases de dados utilizadas	5
2	METODOLOGIA	6
3	ANÁLISES	7
3.1	Vacinações	7
3.1.1	Variáveis utilizadas	7
3.1.2	Análise descritiva	7
3.2	Total de Mortes	10
3.2.1	Variáveis utilizadas	10
3.2.2	Análise descritiva	10
3.2.3	Distribuição Normal	17
3.2.4	Testes de Normalidade	18
3.2.5	Testes de Hipótese e Inferência Estatística	21
4	CONCLUSÃO	23

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo investigar a relação entre a aplicação de vacinas e o número de mortes causadas pelo Coronavírus durante a pandemia de Covid-19. A seguir apresentaremos uma breve descrição do problema observado, assim como a proposta da análise e a descrição das bases de dados utilizadas.

1.1 Descrição do problema

A pandemia de COVID-19, causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2, transformou-se rapidamente em uma das crises de saúde pública mais desafiadoras dos tempos modernos. Desde que os primeiros casos foram relatados em Wuhan, China, no final de 2019, a doença se espalhou globalmente, resultando em milhões de infecções e mortes. Governos, cientistas, profissionais de saúde e a população em geral enfrentaram uma batalha para conter a disseminação do vírus, proteger os sistemas de saúde e mitigar os impactos sociais e econômicos.

No início da pandemia, as medidas preventivas, como o uso de máscaras, higienização das mãos, distanciamento social e lockdowns, eram as únicas ferramentas disponíveis para retardar a propagação do vírus. Essas medidas, embora essenciais, eram insuficientes para controlar completamente a pandemia e tinham impactos significativos na economia e no bem-estar social. A urgência por uma solução mais eficaz levou a uma mobilização global de recursos científicos e financeiros para o desenvolvimento de vacinas.

A vacinação surgiu como a principal esperança para controlar a pandemia. As vacinas contra a COVID-19 foram desenvolvidas em tempo recorde graças a avanços tecnológicos, colaboração internacional e investimentos maciços. Os ensaios clínicos rigorosos garantiram que as vacinas fossem seguras e eficazes. Em dezembro de 2020, menos de um ano após o início da pandemia, as primeiras vacinas foram aprovadas para uso emergencial e começaram a ser administradas em populações prioritárias, como profissionais de saúde e idosos.

A importância da vacinação no enfrentamento da COVID-19 não pode ser subestimada. As vacinas desempenham um papel crucial em vários aspectos, como na redução de casos graves e mortes, e diminuição da transmissão. Além disso, a vacinação contra a COVID-19 teve também um impacto positivo na economia global. A redução de casos e a reabertura segura das atividades ajudaram na recuperação econômica, restabelecendo empregos e estabilizando mercados.

1.2 Hipótese testada

Este projeto tem como objetivo realizar uma análise exploratória dos dados sobre vacinação e mortes causadas pelo coronavírus ao redor do mundo. A proposta do trabalho é investigar a hipótese de que a disseminação da vacina resultou em uma redução no índice de mortalidade.

1.3 Bases de dados utilizadas

Para realizar as análises utilizamos duas bases de dados disponibilizadas pela instituição Our World in Data, que podem ser encontradas no [Github](#). As bases utilizadas foram:

- **TotalDeaths** - [Link para download](#) - Esta base contém dados sobre o número de mortes ocasionadas pelo coronavírus em cada país do mundo entre os anos de 2020 a 2024. Possui 1.604 linhas, 248 colunas e 2,304 MB de tamanho.
- **Vaccinations** - [Link para download](#) - Esta base contém dados sobre o número de vacinações contra o coronavírus realizadas em cada país do mundo entre os anos de 2020 a 2024. Possui 194.976 linhas, 16 colunas e 13,934 MB de tamanho.

2 METODOLOGIA

As duas bases de dados utilizadas contêm informações tanto de cada país quanto os valores totais por continente. Optamos por filtrar os dados para realizar análises por continente, pois analisar individualmente cada país seria demasiadamente custoso. Além disso, devido às grandes variações nas populações dos diferentes países, seria difícil tirar conclusões precisas sobre as diferenças no comportamento dos dados. Portanto, as análises que relacionam a progressão das variáveis de números totais de vacinações e mortes de acordo com a data estão agrupadas por continente, em vez de por país. Para a geração de gráficos e realização de cálculos estatísticas, utilizamos a linguagem de programação R no ambiente R Studio Cloud.

3 ANÁLISES

A análise exploratória de dados é um conjunto de técnicas estatísticas e de visualização utilizadas para entender melhor os dados antes de aplicar modelos mais complexos. Ela permite identificar padrões, detectar anomalias, testar hipóteses e verificar suposições, proporcionando uma compreensão inicial dos dados. A importância da AED reside em sua capacidade de revelar insights que podem orientar o direcionamento das análises subsequentes. No capítulo a seguir, discutiremos a relação entre as bases de dados utilizadas e as variáveis selecionadas, aprofundando a compreensão de suas interconexões e impactos.

3.1 Vacinações

A seguir exploramos os dados de vacinação contra o coronavírus, definindo as variáveis de interesse e realizando a análise descritiva dos dados, tratando informações ausentes, ajustando o formato da data e segmentando os dados por continente. O objetivo foi entender a distribuição e a variação dos números de vacinações ao longo do tempo e entre diferentes regiões, fornecendo uma base para explorar correlações entre a data e o número de pessoas vacinadas, assim como as vacinações diárias.

3.1.1 Variáveis utilizadas

Para analisar os dados sobre vacinações contra o coronavírus, utilizamos as seguintes variáveis:

- Date
- PeopleVaccinated (Número de pessoas vacinadas - é uma variável acumulativa)
- Location (País/Continente)
- DailyPeopleVaccinated (Número de pessoas vacinadas por dia)

3.1.2 Análise descritiva

Iniciamos a análise tratando os dados, desconsiderando as linhas que possuem valores nulos para nossas variáveis de interesse, convertendo a data para o formato correto e filtrando a base por continente.

Verificando as primeiras linhas da base pudemos observar que os dados iniciam no dia 09/01/2021, e que a vacinação começou a apresentar números a partir de 13/01/2021.

Fazendo o resumo estatístico das variáveis `PeopleVaccinated` e `DailyPeopleVaccinated`, verificamos que, em relação à primeira, a distribuição dos valores mostra que há uma grande variabilidade entre os continentes. A média é maior que a mediana, indicando que alguns continentes com números muito altos (outliers) estão puxando a média para cima. Realizando o cálculo de média aparada em dez por cento, observamos que ela é significativamente menor (471.5 milhões) que a média não aparada (743.9 milhões), oferecendo uma medida mais representativa.

Em relação à `DailyPeopleVaccinated`, observa-se que a variabilidade no número de pessoas vacinadas diariamente é muito grande, com valores que vão de 0 a mais de 16 milhões. A média novamente é significativamente maior que a mediana, sugerindo a presença de outliers com números muito altos de vacinações diárias. De forma similar `PeopleVaccinated`, a média aparada para `DailyPeopleVaccinated` (266,469.5) é substancialmente menor que a média não aparada (692,178).

Observa-se também que os resultados revelam uma considerável dispersão nos dados de vacinação, pelo fato de ambas as variáveis possuírem os valores do desvio padrão e da variância muitos altos.

As figuras 1 e 2 apresentam gráficos comparando o número total de pessoas vacinadas e o número de vacinações diárias em cada continente. É possível observar que os valores variam muito, e esse fato é influenciado principalmente pela diferença do tamanho populacional de cada continente, sendo que os continentes com mais população foram os que mais vacinaram.

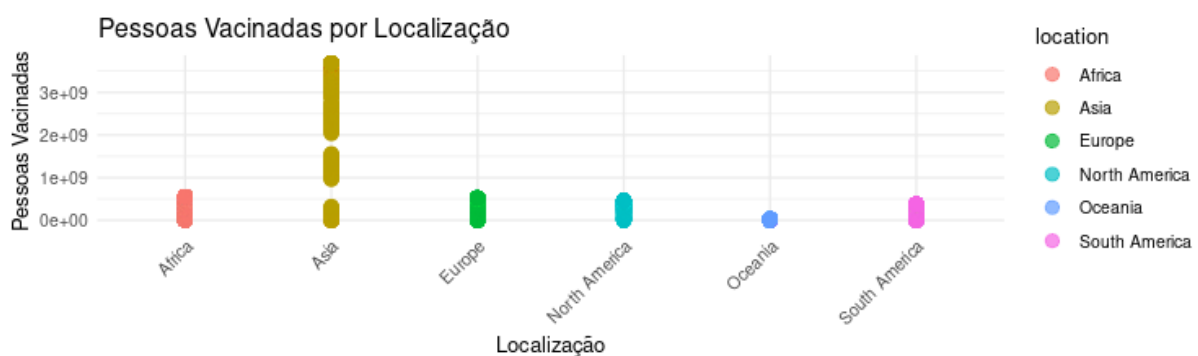


Figura 1 – Comparação do número de pessoas vacinadas por continente



Figura 2 – Comparação do número de pessoas vacinadas diariamente por continente

Já na Figura 3 é possível observar a evolução do número de pessoas vacinadas por dia entre os anos de 2021 e 2024. É possível observar um crescimento alto do número de vacinações diárias entre 2021 e 2022, época em que a vacina começou a ser distribuída e foram criadas campanhas para promover a vacinação da população, e uma estabilização desse número entre 2023 e 2024, época em que saímos do estado pandêmico, com grande parte da população tendo sido vacinada.

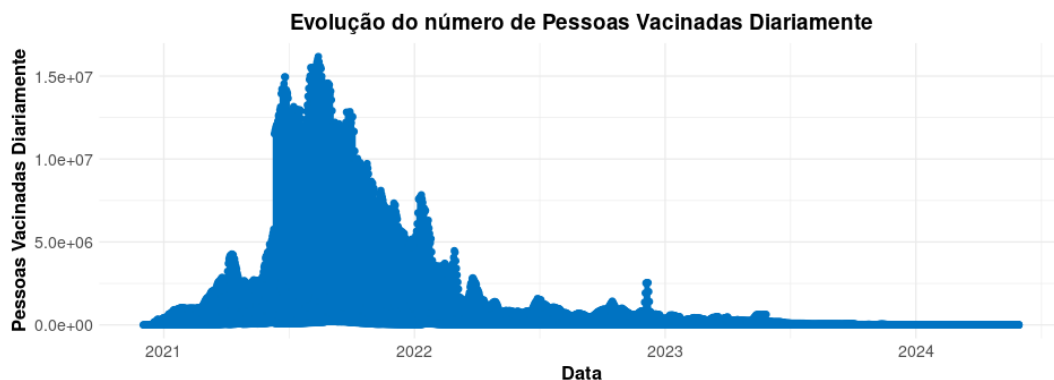


Figura 3 – Evolução do número de pessoas vacinadas por dia

Em relação à correlação entre o número de pessoas vacinadas e o número de vacinações diárias com a data, através do cálculo do coeficiente de correlação foi possível obter que a correlação entre a data e o número total de pessoas vacinadas é positiva (0.2549374), o que sugere que, em média, à medida que o tempo avança, há um aumento no número total de pessoas vacinadas. No entanto, essa correlação é relativamente baixa, indicando que a relação não é muito forte e há uma variabilidade considerável que não é explicada simplesmente pela progressão linear do tempo. Isso implica que, ao longo do tempo, podemos observar um aumento moderado no número total de vacinações, mas é importante reconhecer que outros fatores além do tempo podem influenciar esses números, e correlação não implica causalidade direta. À medida que a maioria da população

foi vacinada ao longo de dois anos, como vimos nos gráficos anteriores, é natural esperar que o ritmo de vacinações se estabilize.

Por outro lado, a correlação entre a data e o número diário de pessoas vacinadas é negativa (-0.3256624). Isso sugere que, em média, à medida que o tempo avança, o número diário de vacinações tende a diminuir. Essa correlação negativa moderada indica um padrão claro onde, conforme o tempo passa e mais pessoas são vacinadas, a taxa diária de vacinação tende a diminuir. Esse declínio é atribuído principalmente a uma diminuição na demanda à medida que mais indivíduos são vacinados.

3.2 Total de Mortes

A seguir exploramos os dados de Total de Mortes ocorridas pelo Covid-19, definindo as variáveis de interesse e realizando a análise descritiva dos dados, tratando informações ausentes, ajustando o formato da data e segmentando os dados por continente. O objetivo foi entender a distribuição e a variação dos números de mortes ao longo do tempo e por localização.

3.2.1 Variáveis utilizadas

Para analisar os dados sobre mortes por Covid-19, utilizamos as seguintes variáveis:

- Date
- World (Número de pessoas mortas- é uma variável acumulativa)
- Continente

3.2.2 Análise descritiva

Iniciamos a análise tratando os dados, desconsiderando as linhas que possuem valores nulos para nossas variáveis de interesse, convertendo a data para o formato correto e filtrando a base por continente. A primeira verificação na Figura 4 ilustra como a pandemia de COVID-19 afetou diferentes continentes de maneira variável ao longo do tempo. Europa e América do Norte foram as mais afetadas em termos de mortes acumulativas, enquanto África e Oceania sofreram menos em termos absolutos. A estabilização das mortes em vários continentes a partir de 2022 sugere que medidas de controle tiveram um impacto significativo na contenção dessas mortes.

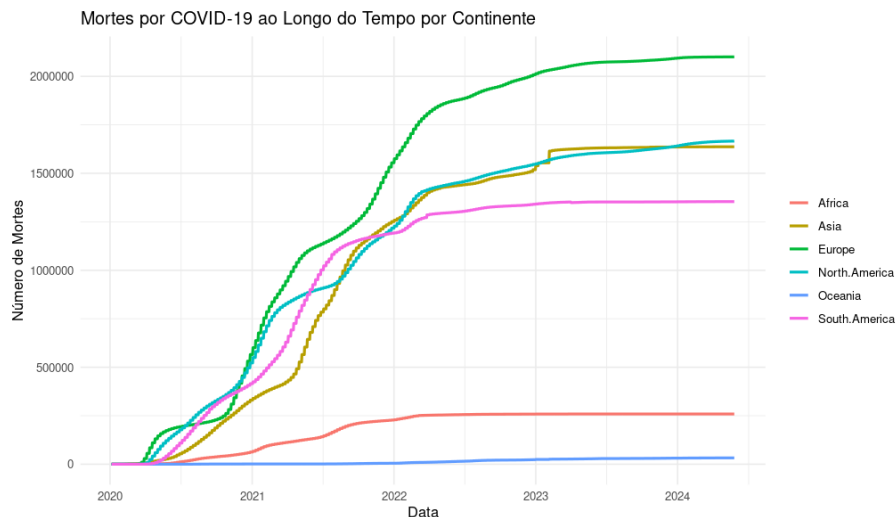


Figura 4 – Evolução do número de mortes

Foi realizada uma análise separadamente do total de mortes no mundo e por cada continente e uma comparação entre os resultados dessas análises, utilizando gráficos de boxplot e resultados calculados no R.

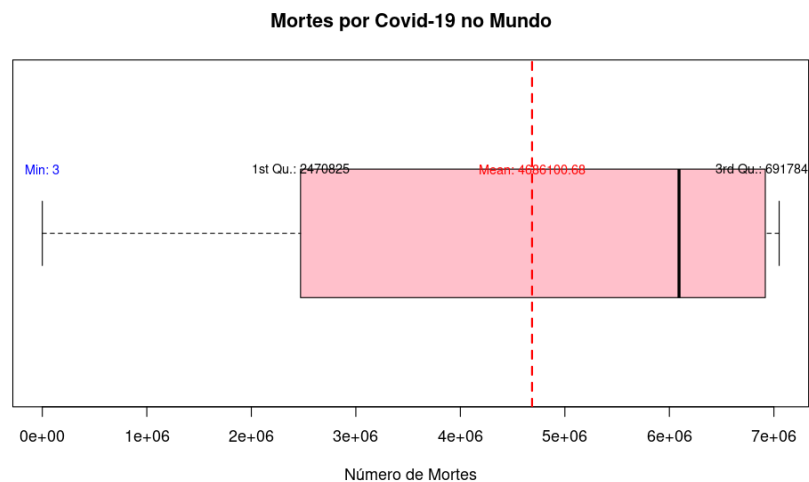


Figura 5 – Boxplot de Mortes por Covid-19 no Mundo

A Figura 5, apresenta que os quartis têm dados concentrados dentro do intervalo de 2.470.825 no primeiro quartil e 6.917.845 no terceiro quartil. A mediana no valor de 6.092.259 mortes, está consideravelmente acima da média de 4.686.101, sugerindo que a distribuição dos dados é assimétrica à direita, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. A média aparada é de 4.962.424, sendo um pouco maior que a média simples, sugerindo que os valores extremos baixos influenciam significativamente a média dos dados acumulativos. A variância apresenta um valor muito alto, indicando alta dispersão dos dados em relação à média. O desvio padrão de 2.532.474, confirma a

grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é 54,04% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

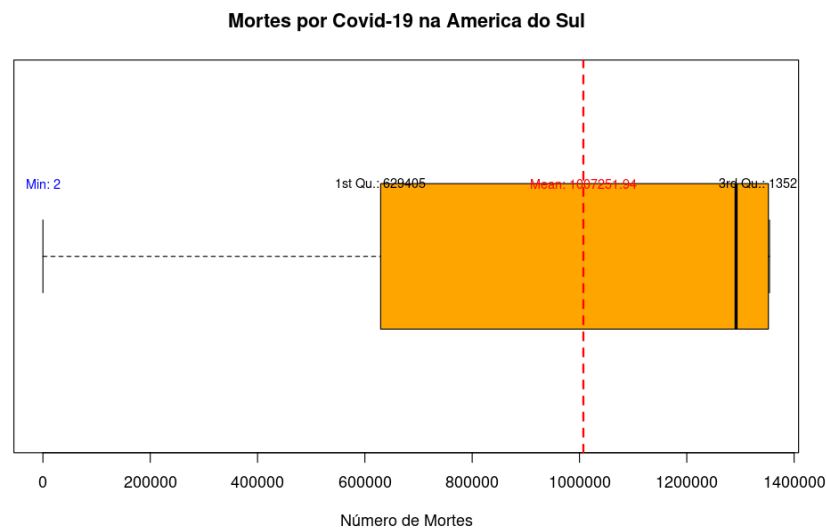


Figura 6 – Mortes por Covid-19 na América do Sul

A Figura 6 mostra que a maioria dos dados variam entre aproximadamente os valores de 629.405 no primeiro quartil e 1.352.104 no terceiro quartil. A mediana no valor de 1.291.875 está consideravelmente acima da média de 1.007.252, sugerindo uma distribuição assimétrica à direita, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. O valor máximo 1.354.198 de mortes próximo ao terceiro quartil indica que não há muitos outliers extremos além deste valor. A média aparada é de 1.082.352 mortes, um pouco maior que a média simples, indicando que os valores extremos baixos têm um impacto significativo nos dados acumulativos. A variância apresentou um valor muito alto, indicando que os dados estão muito espalhados em relação à média. O desvio padrão é de aproximadamente 462.223, confirmando a grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é 45,88% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

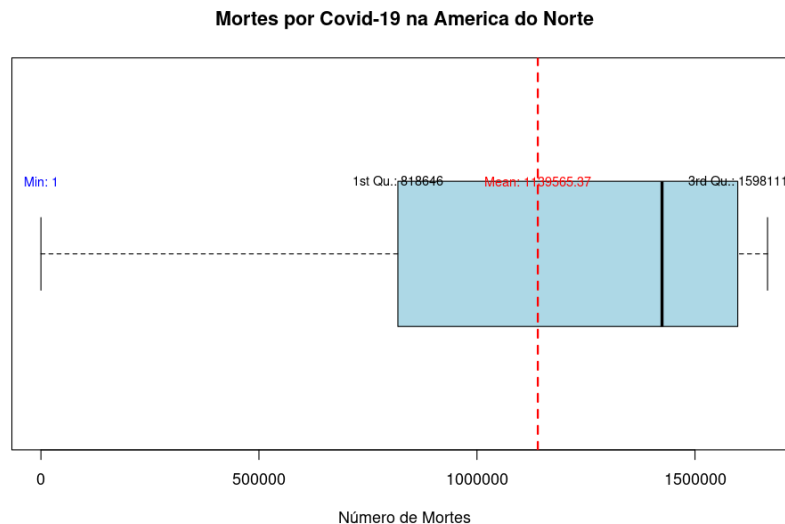


Figura 7 – Mortes por Covid-19 na América do Norte

A Figura 7 apresenta que o intervalo entre o primeiro quartil de 818.646 e o terceiro quartil de 1.598.111 concentra a maioria dos dados. A mediana de 1.291.875 está consideravelmente acima da média de 1.007.252, sugerindo uma distribuição assimétrica à direita, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. O valor máximo de 1.354.198 de mortes próximo ao terceiro quartil indica que não há muitos outliers extremos além deste valor. A média aparada é de 1.082.352 mortes, um pouco maior que a média simples, indicando que os valores extremos baixos têm um impacto significativo nos dados acumulativos. A variância tem um valor alto, indicando que os dados estão muito espalhados em relação à média. O desvio padrão é de aproximadamente 462.223, confirmando a grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é de 45,88% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

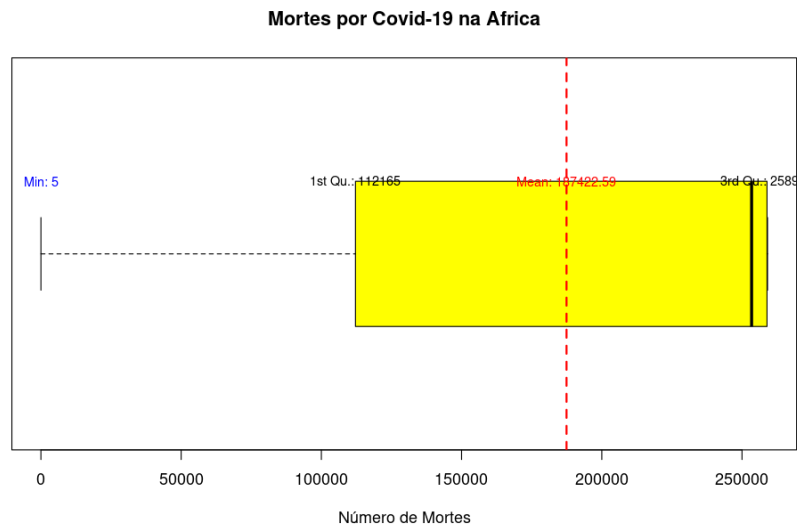


Figura 8 – Mortes por Covid-19 na Africa

A Figura 8 mostra que a maioria dos dados estão entre os valores de 112.165 no primeiro quartil e 258.918 no terceiro quartil. A mediana no valor de 253.422 está consideravelmente acima da média de 187.423, sugerindo uma distribuição assimétrica à direita, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. O valor máximo 259,101 próximo ao terceiro quartil indica que não há muitos outliers extremos além deste valor. A média aparada é de 201.048, um pouco maior que a média simples, indicando que os valores extremos baixos têm um impacto significativo nos dados acumulativos. A variância é bem alta indicando que os dados estão muito espalhados em relação à média. O desvio padrão de aproximadamente 94.118, confirma a grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é de 50,21% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

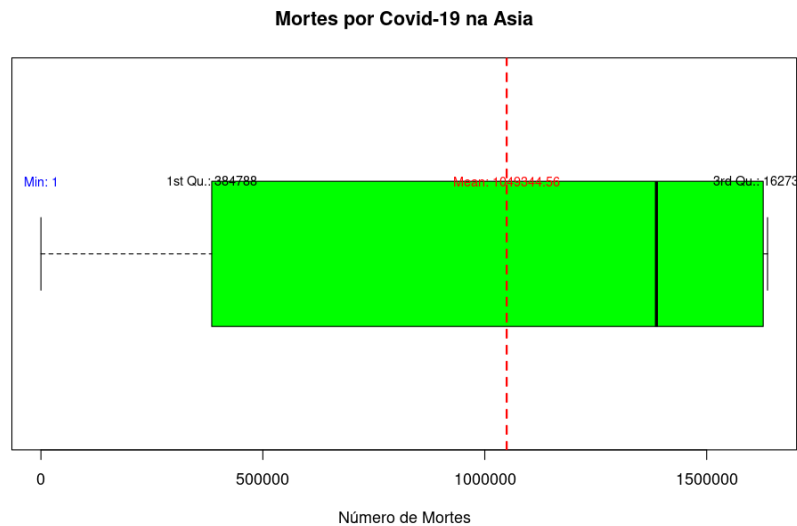


Figura 9 – Mortes por Covid-19 na Ásia

A Figura 9 apresenta que a maioria dos dados estão entre os valores de 384.788 no primeiro quartil e 1.627.372 no terceiro quartil. A mediana no valor de 1.386.719 está consideravelmente acima da média de 1.049.345, sugerindo uma distribuição assimétrica à direita, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. O valor máximo 1.637.078 próximo ao terceiro quartil indica que não há muitos outliers extremos além deste valor. A média aparada no valor de 1.105.352 mortes, um pouco maior que a média simples, indica que os valores extremos baixos têm um impacto significativo nos dados acumulativos. A variância é alta, indicando que os dados estão muito espalhados em relação à média. O desvio padrão no valor de 618.328,4 mortes, confirma a grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é de 58,92% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

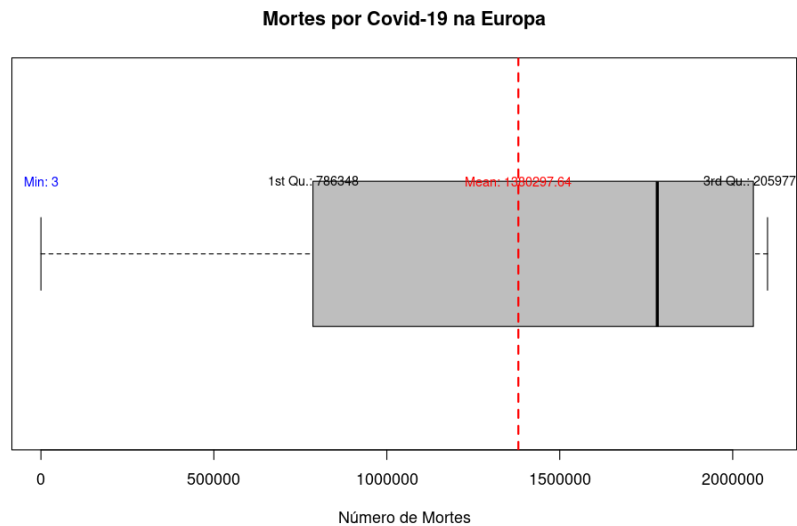


Figura 10 – Mortes por Covid-19 na Europa

A Figura 10 mostra que a maioria dos dados estão entre os valores de 786.348 no primeiro quartil e 2.059.779 no terceiro quartil. A mediana de 1.782.002 está consideravelmente acima da média de 1.380.298, sugerindo uma distribuição assimétrica à direita, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. O valor máximo de 2.100.719 próximo ao terceiro quartil indica que não há muitos outliers extremos além deste valor. A média aparada é 1,455,135 mortes, um pouco maior que a média simples, indicando que os valores extremos baixos têm um impacto significativo nos dados acumulativos. A variância é 569,369,468,604, alta, indicando que os dados estão muito espalhados em relação à média. O desvio padrão é 754,565.7 mortes, confirmando a grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é de 54,66% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

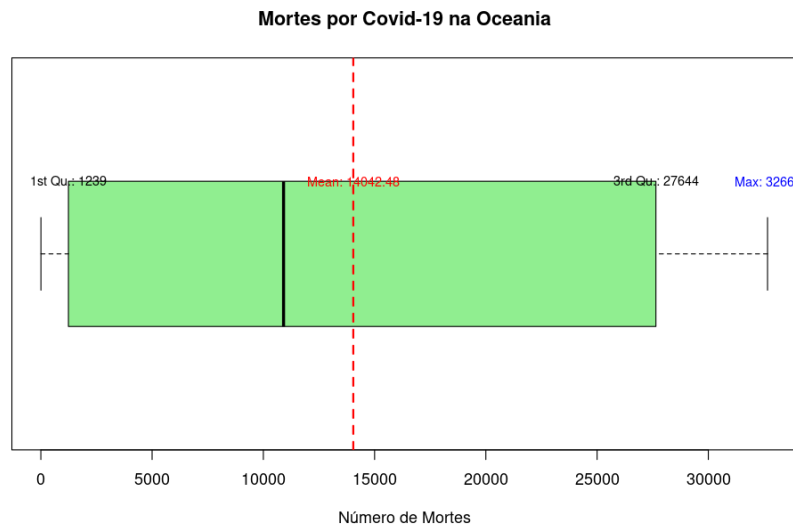


Figura 11 – Mortes por Covid-19 na Oceania

A Figura 11 mostra que a maioria dos dados estão entre os valores de 1.239 no primeiro quartil e 27.644 no terceiro quartil. A mediana no valor de 10.909 está abaixo da média de 14.042 mortes, sugerindo uma distribuição assimétrica à esquerda, com alguns valores extremamente altos puxando a média para cima. O valor máximo 32.661 significativamente maior do que o terceiro quartil indica a presença de outliers no conjunto de dados acumulativos. A média aparada é de aproximadamente 13.526 mortes, ligeiramente menor que a média simples, indicando que os valores extremos altos têm um impacto significativo nos dados acumulativos. A variância é alta, indicando que os dados estão muito espalhados em relação à média. O desvio padrão é de 12.579 mortes, confirmando a grande variação no número acumulativo de mortes. O coeficiente de variação é de 89,58% indicando alta variabilidade nos dados em relação à média.

As informações da estatística descritiva e os gráficos de boxplot das mortes acumulativas por COVID-19 no mundo e nos continentes revela uma distribuição assimétrica à direita na maioria das regiões, com alta variabilidade e presença significativa de outliers. A única exceção é a Oceania, que apresenta uma distribuição assimétrica à esquerda. A variabilidade e a presença de valores extremos indicam que as mortes acumulativas variam significativamente ao longo do tempo.

3.2.3 Distribuição Normal

Na análise, foram aplicadas diversas técnicas para verificar se os dados seguem uma distribuição normal. Uma das abordagens utilizadas foi a inspeção visual por meio de histogramas e Q-Q plots. Os histogramas foram empregados para mostrar a frequência de ocorrência de diferentes valores. Os Q-Q plots, por sua vez, compararam os quantis dos

dados com os quantis esperados de uma distribuição normal. Entretanto, é importante destacar que essas técnicas são exploratórias e não proporcionam uma conclusão definitiva sobre a normalidade dos dados. Para uma avaliação mais precisa, foram realizados testes de Shapiro-Wilk. Esse teste calculou estatísticas que indicaram se os dados podem ser considerados normalmente distribuídos, com base em um valor de p .

3.2.4 Testes de Normalidade

Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk foram realizados em diversas variáveis. Para a amostra de vacinações, os resultados indicaram que tanto o número total de vacinações por cem habitantes quanto o número de pessoas totalmente vacinadas por cem habitantes não seguem uma distribuição normal ($p < 2.2e-16$ para ambos os casos).

Para o total de mortes, os testes de normalidade também indicaram que as variáveis relacionadas às regiões geográficas (África, América do Sul, América do Norte, Ásia, Europa e Oceania) não seguem uma distribuição normal ($p < 2.2e-16$ para todas as regiões).

Os histogramas (Figuras 12 e 13) e os Q-Q plots (Figuras 14 e 15) demonstraram que tanto o número total de vacinações por cem habitantes quanto o número de pessoas totalmente vacinadas por cem habitantes não apresentam uma distribuição normal.

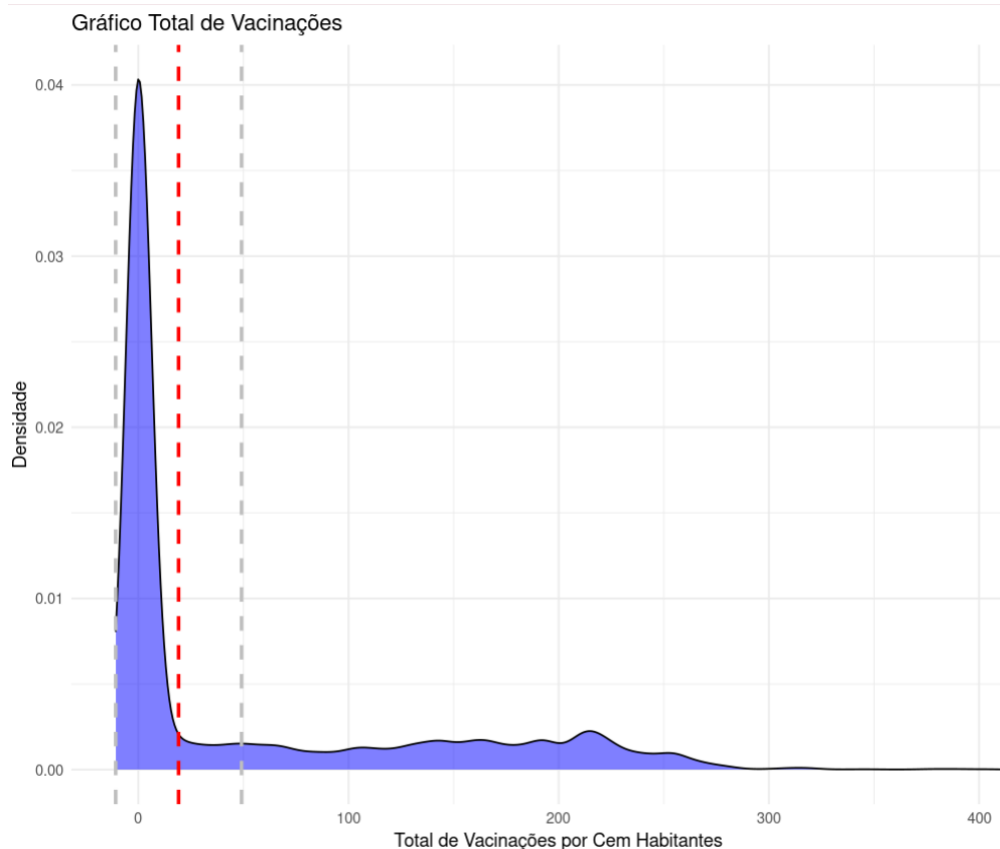


Figura 12 – Gráfico Total de Vacinações por Cem Habitantes

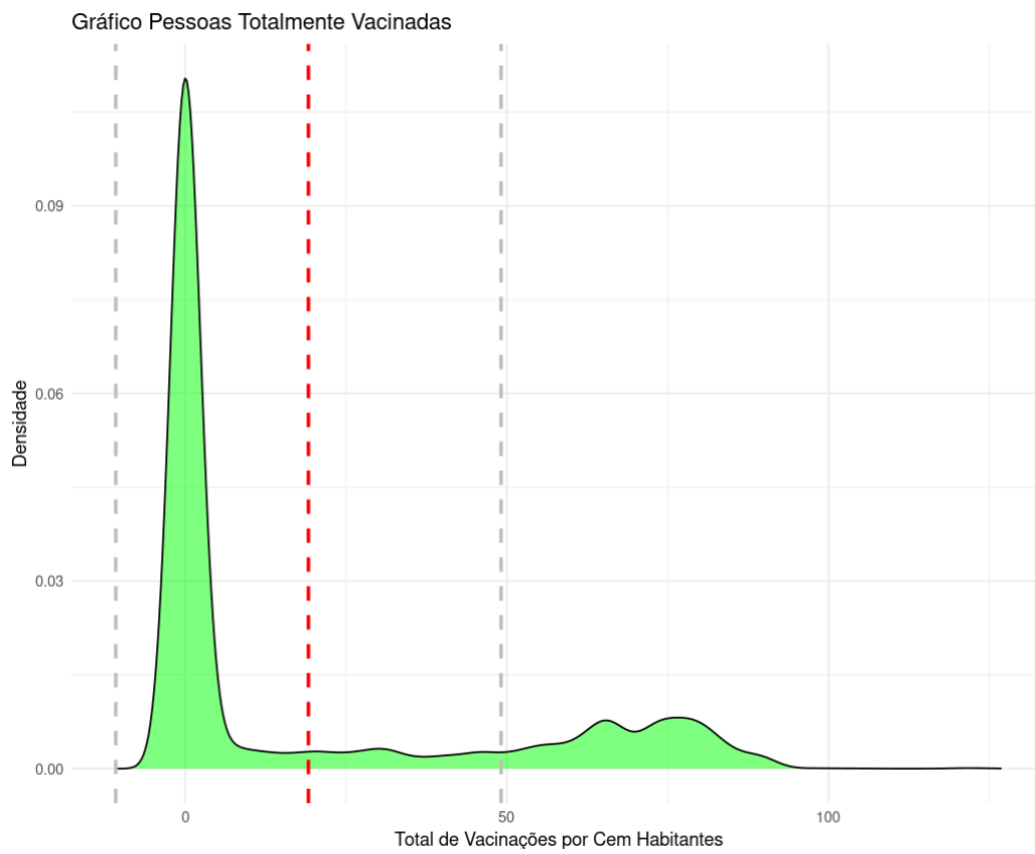


Figura 13 – Gráfico Pessoas Totalmente Vacinadas por Cem Habitantes

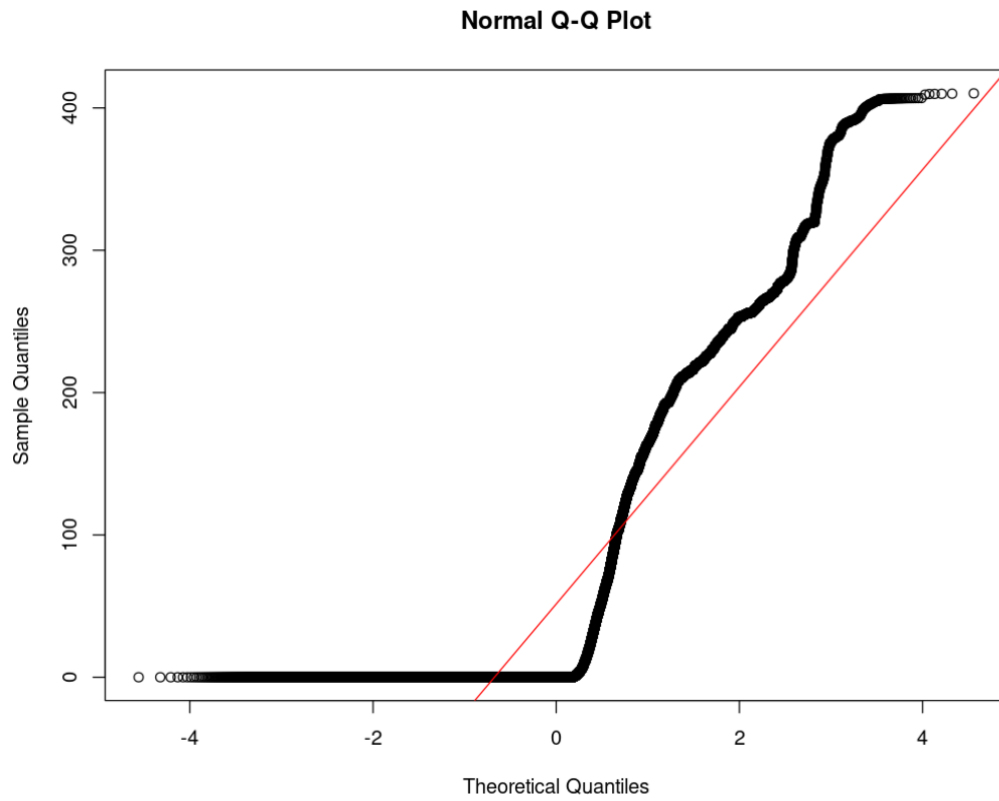


Figura 14 – Q-Q Plot Total de Vacinações por Cem Habitantes

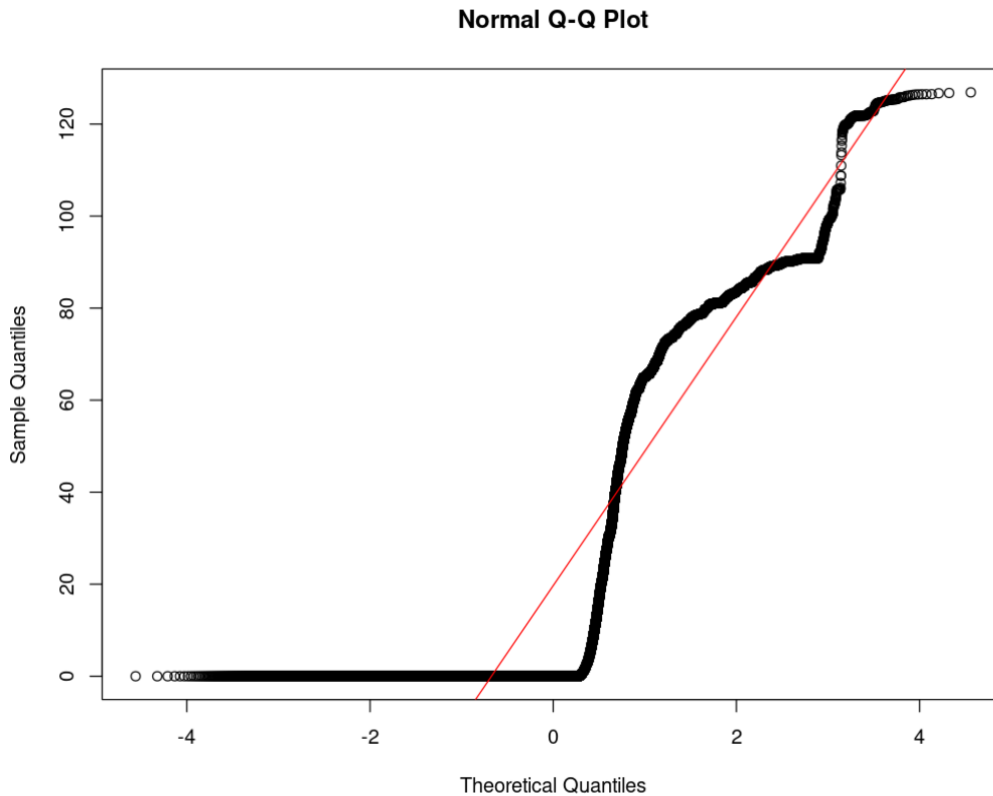


Figura 15 – Q-Q Plot Pessoas Totalmente Vacinadas por Cem Habitantes

- Implicações de uma Distribuição Não Normal:

No contexto de vacinação da COVID-19, uma distribuição não normal dos dados significa que há variabilidade significativa nas taxas de vacinação entre diferentes países e regiões. Isso pode refletir desigualdades na distribuição de vacinas, variações nas campanhas de vacinação, e diferenças nas infraestruturas de saúde e políticas governamentais.

3.2.5 Testes de Hipótese e Inferência Estatística

Os testes de hipótese são procedimentos estatísticos que ajudam a avaliar afirmações sobre populações com base em dados amostrais. Ao realizar um teste de hipótese, calculamos uma estatística de teste a partir dos dados amostrais e comparamos seu valor com um valor crítico ou nível de significância. Se o valor-p associado à estatística de teste for menor que o nível de significância, rejeitamos a hipótese nula em favor da hipótese alternativa, indicando que há evidências suficientes para suportar a ideia de que a mortalidade pode estar diminuindo com o aumento da vacinação.

- Hipótese Nula (H_0):

A hipótese nula é a afirmação inicial que assume que não há efeito ou relação significativa entre as variáveis estudadas. No contexto da mortalidade e vacinação: A mortalidade não diminui com o aumento da vacinação.

- Hipótese Alternativa (H1):

A hipótese alternativa contradiz a hipótese nula, sugerindo que há uma diferença ou efeito significativo. Neste caso: A mortalidade diminui com o aumento da vacinação.

- **Resultado do Teste T:**

O valor da estatística de teste ($t = -85.88$) indica uma diferença estatisticamente significativa entre as médias de mortalidade (mean of $x = 5,772,346$) e de vacinações (mean of $y = 532,537,894$).

O valor-p extremamente baixo ($< 2.2e-16$) sugere fortemente que a diferença observada nas médias não ocorreu por acaso. Isso significa que há evidências estatísticas robustas para rejeitar a hipótese nula, que afirmava que não há relação entre aumento da vacinação e diminuição da mortalidade.

O intervalo de confiança de 95% para a diferença nas médias ($-538,787,570$ a $-514,743,525$) sugere que, em média, há uma redução substancial na mortalidade associada ao aumento da vacinação. Isso fortalece ainda mais a conclusão de que a vacinação pode estar desempenhando um papel significativo na redução da mortalidade.

Com base no resultado do teste de hipótese, que revelou evidências estatísticas para **rejeitar a hipótese nula**, podemos concluir que há indícios significativos de que a mortalidade pode ter diminuído com o aumento da vacinação. Esses resultados apoiam a hipótese alternativa de que a vacinação está associada a uma redução na mortalidade, destacando a importância das campanhas de vacinação como medida eficaz na mitigação de impactos relacionados à saúde pública, como durante pandemias ou surtos de doenças infecciosas.

4 CONCLUSÃO

A análise exploratória de dados realizada neste projeto teve como objetivo investigar a relação entre a aplicação de vacinas e o número de mortes causadas pelo Coronavírus durante a pandemia de Covid-19. Utilizando bases de dados de vacinação e mortalidade fornecidas pela instituição Our World in Data, agrupamos as informações por continente para uma análise mais gerenciável e representativa.

Os resultados das análises descritivas revelaram padrões significativos na distribuição dos dados de vacinação e mortalidade. Observamos uma alta variabilidade e a presença de outliers, refletindo desigualdades regionais e diferentes capacidades de resposta à pandemia. A correlação entre o aumento das vacinações e a redução da mortalidade, embora presente, mostrou-se moderada, indicando que fatores adicionais além do tempo podem influenciar esses números.

Testes de normalidade, incluindo o Shapiro-Wilk, indicaram que os dados não seguem uma distribuição normal, o que é esperado devido à natureza da pandemia e das respostas globais. A análise dos dados acumulativos e diários de vacinação e mortalidade destacou a importância da vacinação na redução de casos graves e mortes por Covid-19.

Os testes de hipótese e a inferência estatística reforçaram a hipótese de que a vacinação está associada à diminuição da mortalidade. O valor-p extremamente baixo e o intervalo de confiança para a diferença nas médias sustentam a conclusão de que a vacinação desempenhou um papel crucial na mitigação dos impactos da pandemia. Em resumo, os achados deste estudo corroboram a importância das campanhas de vacinação como uma medida eficaz de saúde pública.