

## EQUIPE RESPONSÁVEL

Alexandra P Araújo Vieira<sup>1</sup>; Bruno A M Guedes<sup>1</sup>; Fábio A Pieri<sup>1,4</sup>; Fernanda V Roquim<sup>3</sup>; Susana M S Costa<sup>2</sup>; Pâmella B A Domingues<sup>4</sup>; Wemily S Cardoso<sup>4</sup>.

1. Departamento de Ciências Básicas da Vida (DCBV) – ICV- UFJF
2. Departamento de Medicina - UFJF
3. Pós-graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária - UFLA
4. Pós-graduação em Ciências Aplicada à Saúde (PPGCaS) – UFJF

Pró Reitoria de Extensão

Universidade Federal de Juiz de Fora campus de Governador Valadares

E-mail: [covidzeroufjfvg@gmail.com](mailto:covidzeroufjfvg@gmail.com)

Site: [covidzero.ufjf.br](http://covidzero.ufjf.br)

## CONTEXTUALIZAÇÃO

No final de 2019 foram relatados em Wuhan, na China, casos de pneumonia de causas desconhecidas. Essa pneumonia foi desvendada pelos cientistas como sendo causada por uma nova linhagem de Coronavírus, o SARS-CoV-2, agente etiológico da nova doença, *Coronavírus Disease 2019*, a COVID-19. Desde o primeiro caso notificado em dezembro de 2019, a doença se disseminou em diferentes continentes em proporções preocupantes, sendo considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) uma pandemia, ainda em janeiro de 2020<sup>1</sup>.

No Brasil, o primeiro caso notificado da doença foi em São Paulo, no final de fevereiro de 2020<sup>2</sup>. Logo depois, em 06 de março, em Divinópolis, houve o primeiro registro de caso no estado de Minas Gerais<sup>3</sup>. Desde o início dos casos, os municípios de Governador Valadares e Ipatinga apresentaram comportamento de incidência semelhantes, com presença de picos de novos casos em dezembro/2020 e março-abril/2021. Belo Horizonte, capital mineira, apresentou um curso da pandemia com aumento de incidência, a partir de dezembro/2020, e mantém um perfil de alto número de casos novos por dia até a presente data. O município de Juiz de Fora, quando comparado aos demais, tem apresentado menor incidência, com aumento dos casos novos por dia a partir de abril/2021<sup>4</sup>. Durante todo período da pandemia até o momento, diferentes esforços têm sido empregados na tentativa de reduzir a velocidade da transmissão do vírus e os casos da doença, além de aliviar a pressão assistencial com redução da ocupação de leitos exclusivos para COVID-19. A análise de situação local associada à implementação de medidas coletivas e individuais como restrições ou flexibilização de acordo com o cenário epidemiológico e socioeconômico, obrigatoriedade de utilização de máscaras, recomendações de distanciamento social, higienização



das mãos, limpeza de ambientes, incentivo de uso de ventilação natural foram algumas estratégias utilizadas pelos municípios.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou o uso emergencial da vacina CoronaVac (Sinovac), em 17 de janeiro/2021<sup>5</sup>. Atualmente no Brasil, existem quatro vacinas aprovadas (Cominarty - Pfizer/Wyeth; Coronavac - Butantan; Janssen Vaccine - Janssen Cilag; Oxford/Covishield - Fiocruz e AstraZeneca), duas com autorização para importação excepcional (Sputnik e Covaxin), além de 11 em teste<sup>6</sup>. Desde o início da vacinação até 07 de setembro de 2021, 134.882.624 pessoas foram vacinadas com a 1<sup>º</sup> dose e 67.383.668 pessoas com a 2<sup>º</sup> dose das vacinas ou dose única, contra COVID-19 no Brasil<sup>7</sup>.

Neste contexto, o Eixo Epidemiológico do Programa de Extensão COVID ZERO da UFJF, como estratégia de enfrentamento à pandemia, vem trabalhando com análises de dados e discussões técnicas sobre COVID-19 e produzindo Boletins Epidemiológicos, com linguagem clara e objetiva, que são divulgados para comunidade acadêmica da UFJF e sociedade civil e organizada. O grupo é composto por 3 docentes efetivos da instituição, uma professora colaboradora, duas estudantes de pós-graduação e uma estudante de graduação. Para as análises e confecção dos boletins foram escolhidos os seguintes municípios: Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte.

O município de Governador Valadares, onde se encontra o campus avançado da Universidade Federal de Juiz de Fora, está localizado na região leste de Minas Gerais, na mesorregião do Vale do Rio Doce, e é um polo econômico regional, exercendo significativa influência sobre o Leste e Nordeste do estado. Esse município, através da BR-381 e da ferrovia Vitória-Minas, mantém relação importante com Ipatinga, com distância aproximada de 100 km (malha ferroviária e rodoviária). Ipatinga é um município localizado na região do Vale do Aço, sendo um importante polo econômico do ramo siderúrgico no país e local de residência de muitos estudantes da Universidade Federal de Juiz de Fora campus Governador Valadares (UFJF-GV). O município de Juiz de Fora, sede da UFJF, também foi incluído pela importância das análises para discussões/embasamento das decisões internas da universidade. Belo Horizonte foi inserida nesta análise por ser a capital, estar localizada na região central do estado e se ligar a Governador Valadares, passando por Ipatinga, através da via terrestre, ferroviária e aérea, além de ser a referência em assistência à saúde para o estado. Importante também observar o comportamento epidemiológico de Belo Horizonte, pois durante a pandemia foram implantadas medidas mais restritivas quando comparadas ao restante do estado.

A Universidade pública desenvolve um importante papel na compreensão e enfrentamento à pandemia, além de gerar conhecimento e formar profissionais, com a missão de servir à sociedade. No cenário da COVID-19, a universidade age em três vertentes principais. Primeiro, diante da desinformação e a divulgação de *fake news* que aumenta a gravidade da situação, a divulgação de informações confiáveis fornece o conhecimento sobre a doença, formas de prevenção e seus



desdobramentos. A outra vertente é no desenvolvimento científico e inovações tecnológicas, como estudo sobre o genoma viral, variantes e vacinas, além de produção de equipamentos de proteção individual (EPIs). Por último, o apoio à comunidade, que através de projetos de extensão e pesquisas científicas, podem atenuar as consequências econômicas, atuar em necessidades específicas e levar informação direcionada aos grupos sociais<sup>8</sup>.

A nota técnica elaborada tem como objetivo apresentar uma avaliação do cenário epidemiológico e estimação de tendência futura da pandemia (casos e óbitos) nos territórios avaliados. Esta análise é importante para a comunidade acadêmica, poder público, rede assistencial e comunidade civil e organizada, como subsídio nas discussões sobre as ações de enfrentamento à doença, tomada de decisões e combate a disseminação de informações incorretas/falsas. Por fim, este trabalho complementa as informações divulgadas nos boletins epidemiológicos elaborados pelo Programa COVID ZERO, no período de setembro/2020 a agosto/2021, sendo resultante do primeiro ano deste Programa.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ESTUDO

O presente estudo tem caráter exploratório e inferencial, de nível populacional e epidemiológico, realizado por meio de dados quantitativos, observacionais, retrospectivos e longitudinais.

### CONJUNTO DE DADOS

Os dados utilizados, como casos novos e óbitos diários confirmados para COVID-19, são de domínio público e disponibilizados pelos municípios de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte, pelo estado de Minas Gerais e pelo Ministério da Saúde, em suas plataformas oficiais. O período de análise dos dados foi de 01 de agosto de 2020 a 06 de setembro de 2021. Durante este período, foram observados 402 dias. Nem todos os municípios disponibilizam seus dados diariamente, sendo comum a ausência aos finais de semana e feriados. Assim, estes dias sem divulgação foram desconsiderados, de forma a possibilitar a análise estatística. Para cada município, foram analisados:

- Governador Valadares: 365 observações;
- Ipatinga: 391 observações;
- Juiz de Fora: 325 observações;
- Belo Horizonte: 273 observações.



O conjunto de dados se divide em três variáveis para cada cidade, sendo elas: data, variável qualitativa ordinal que designa o dia, mês e ano da observação; casos, variável quantitativa discreta que expressa a contagem de novos casos de COVID-19 registrados no respectivo dia; e, óbitos, variável também quantitativa discreta que designa a contagem de novos óbitos por COVID-19 registrados no dia.

## MÉTODOS ESTATÍSTICOS

A análise estatística consistiu, primeiramente, na realização de uma análise descritiva dos dados, por meio de medidas de tendência central, variabilidade e forma, e também por meio de gráficos, no intuito de entender o comportamento das variáveis. As medidas de tendência central, como média e mediana, nos traz a informação da posição numérica onde as observações estão ocorrendo com maior frequência, enquanto que, as medidas de variabilidade, como variância, nos mostram como os dados estão oscilando em torno da média. As medidas de forma, como assimetria, dizem respeito ao formato da distribuição dos dados. Os gráficos, em geral, possuem a capacidade de proporcionar vários diagnósticos visuais sobre os dados e complementam a análise numérica.

Após a análise descritiva foi feito o ajuste de modelos de regressão com intuito de realizar algumas inferências. Os modelos de regressão possuem a finalidade de explicar e quantificar o relacionamento entre variáveis, sendo que, a variável que queremos estudar é chamada de resposta, e as variáveis que influenciam na resposta são chamadas de dependentes ou explicativas. Neste estudo, queremos descobrir como os casos e óbitos de COVID-19, as variáveis respostas, se comportam ao longo do tempo, a variável explicativa.

A classe de modelos de regressão escolhida foram os modelos GAMLSS (*Generalized Additive Models for Location, Scale and Shape*), propostos por Rigby e Stasinopoulos em 2005<sup>9</sup>. Os GAMLSS são conhecidos pela sua enorme flexibilidade de ajuste que proporcionam modelos capazes de descrever bem a realidade, sendo suas principais características:

- Permitir o ajuste de qualquer distribuição de probabilidade para a variável resposta;
- Permitir a inclusão de diversos termos aditivos, como efeitos aleatórios e funções de suavização;
- Permitir que não só a média da distribuição seja modelada, mas também todo e qualquer parâmetro da distribuição, como a variância e assimetria, por exemplo.

Matematicamente, seja uma variável resposta  $Y \sim D(\theta_k)$ , onde  $D$  é uma distribuição de probabilidade e  $\theta_k = (\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4)^T$  é o vetor de parâmetros da distribuição. Então um modelo GAMLSS pode ser descrito por:<sup>9</sup>

$$g_k(\theta_k) = \eta_k = X_k \beta_k + \sum_{j=1}^{J_k} s_{jk}(x_{jk}),$$



em que,  $g_k(\cdot)$  é a função de ligação para o parâmetro  $\theta_k$  com preditor  $\eta_k$ ,  $X_k$  é a matriz de delineamento, contendo as variáveis explicativas,  $\beta_k$  é o vetor de parâmetros do modelo,  $s(x)$  representa as funções de suavização e  $k = 1, 2, 3, 4$  a depender do número de parâmetros que existem na distribuição de probabilidade.

A distribuição de probabilidade escolhida para modelar os números de casos e óbitos diários foi a Binomial Negativa com Excesso de Zeros (ZINBI). Esta distribuição é adequada para lidar com dados de contagem que possuem superdispersão, isto é, a variância é superior à média e que também possuem grande número de contagens nulas. Esta distribuição possui três parâmetros ( $k = 3$ ), sendo eles, a média ( $\mu$ ), a variância ( $\sigma$ ) e a probabilidade do zero ocorrer ( $\nu$ ). Assim podemos dizer que  $Y \sim ZINBI(\mu, \sigma, \nu)$  e a função densidade de probabilidade dessa distribuição pode ser encontrada em [10].

Além disso, também foi incluído no modelo funções de suavização, mais especificamente, a função P-spline. Um *spline* é uma função não paramétrica que permite deixar os próprios dados conduzirem o relacionamento entre as variáveis<sup>11</sup>.

A avaliação da adequação do modelo é feita por meio dos gráficos de minhocas<sup>12</sup>, que possuem este nome pelo formato que os pontos costumam ter, que nos permite realizar vários diagnósticos de um modelo GAMLSS. E, por fim, foram calculados percentis do modelo para visualização da tendência dos dados e estimados previsões para os próximos 15 dias.

## APOIO COMPUTACIONAL

Todas as análises, resultados e gráficos apresentados no presente trabalho foram obtidos por meio da linguagem de programação R<sup>13</sup>. A linguagem é gratuita e amplamente utilizada para análises estatísticas no meio acadêmico e toda a classe de modelos GAMLSS está implementada neste ambiente por meio de uma série de pacotes<sup>14</sup>. A rotina em R utilizada na análise pode ser consultada em <https://git.io/J0gWE>.

## RESULTADOS

### ANÁLISE EXPLORATÓRIA

As variáveis respostas, que são as contagens de novos casos e novos óbitos dos municípios, como já mencionado, são variáveis discretas observadas no intervalo dos números inteiros positivos. Na Tabela 1 podemos visualizar algumas medidas destas variáveis.

Para todos os municípios foram observados dados nulos, isto é, dias em que nenhum novo caso ou óbito foi registrado. Para Governador Valadares, no período avaliado, os valores máximos de contagens diárias foram 699 casos e 18 óbitos; Ipatinga, 393 casos e 14 óbitos; Juiz de Fora, 650



casos e 42 óbitos; Belo Horizonte, 4.798 casos e 92 óbitos. Cabe ressaltar que o dia com maior número de casos não foi, necessariamente, o dia com maior notificação de óbitos, para os municípios. E que em alguns locais, o valor máximo de casos e óbitos não reflete a ocorrência destes naquele dia, devido represamento de dados por finais de semana e feriados.

**Tabela 1:** Medidas descritivas das variáveis analisadas em relação aos municípios de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte, Minas Gerais.

MEDIDAS	GOVERNADOR VALADARES		IPATINGA		JUIZ DE FORA		BELO HORIZONTE	
	CASOS	ÓBITOS	CASOS	ÓBITOS	CASOS	ÓBITOS	CASOS	ÓBITOS
MÉDIA	75,15	3,18	69,89	2,01	125,00	5,45	931,08	22,19
MEDIANA	63	2	53	1	111	4	803	18
VARIÂNCIA	4064,46	12,67	3664,85	4,99	10.035,30	34,66	510.799,50	264,58
COEF. DE VARIAÇÃO (%)	84,83	111,84	86,62	110,77	80,14	107,97	76,75	73,27
COEF. DE ASSIMETRIA	3,53	2,23	2,02	2,06	1,24	2,27	1,64	1,57

Observando as linhas média e mediana, podemos ver que as contagens de casos e óbitos diários são bastante altas no intervalo observado, principalmente nos municípios mais populosos, que apresentam maior circulação de pessoas, com relevância socioeconômica no estado e que também apresentam maior capacidade de testagem, como por exemplo Belo Horizonte e Juiz de Fora. Nestes municípios a testagem da COVID-19 foi descentralizada, por possuírem laboratórios públicos habilitados na Rede, para atendimento à demanda regional na realização de exames por biologia molecular (RT-PCR)<sup>15</sup>. Os municípios que têm menor população, como Governador Valadares e Ipatinga, também apresentaram menor média de casos e óbitos. No entanto, Ipatinga apresentou maior incidência e Governador Valadares maior mortalidade, durante o período avaliado (dados não mostrados).

Em relação à variabilidade dos dados, a melhor medida a se observar é o coeficiente de variação, que é definido por  $CV = (Desvio Padrão/Média) \times 100$ . Ele é uma medida que não é



influenciada pela unidade dos dados e dá uma noção da variabilidade em relação à média. Uma possível interpretação para o CV segue abaixo

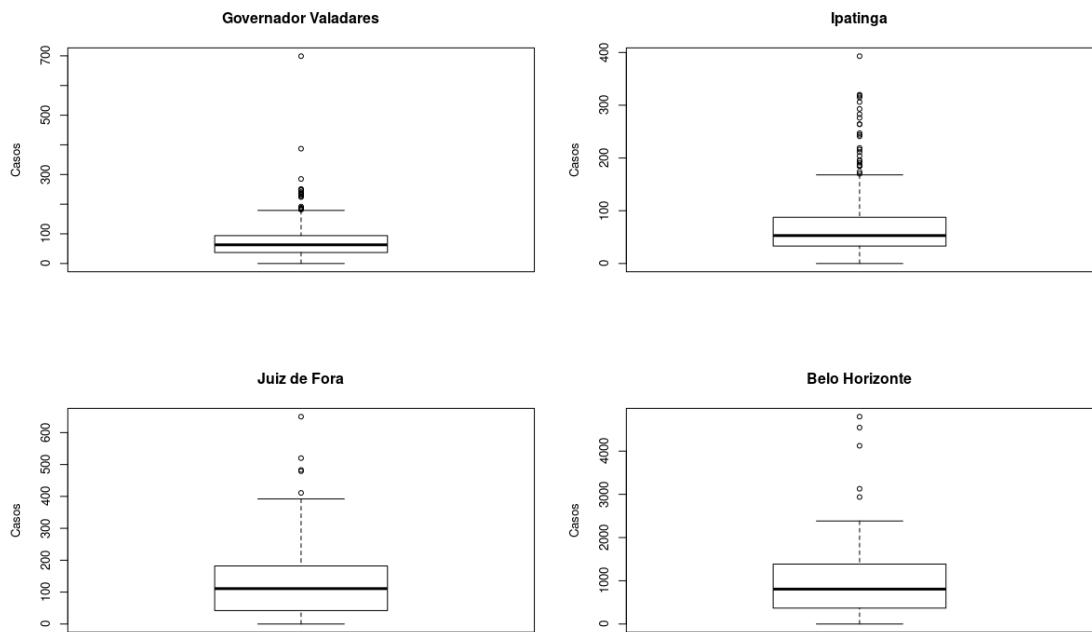
- $CV < 10\%$ : Variabilidade baixa;
- $10\% \leq CV < 20\%$ : Variabilidade média;
- $20\% \leq CV < 30\%$ : Variabilidade alta;
- $CV \geq 30\%$ : Variabilidade altíssima.

Para todos os municípios, tanto em casos como em óbitos, a variação é altíssima. Este comportamento pode estar relacionado ao represamento/atraso na disponibilização de informações e também ao fato de haver uma diferença significativa de tempo entre o diagnóstico clínico e a notificação no sistema. Além disso, também, para todas as variáveis, observa-se que a variância é bem superior à média, indicando superdispersão.

Em relação a assimetria, nota-se que todas as variáveis são assimétricas positivas, pois todos os valores foram maiores que 0, valor de referência para simetria. Portanto, em todos os municípios, a distribuição de frequências de casos e óbitos têm uma cauda mais pesada à direita, isto é, existem muitas observações com valores superiores à média.

Nas Figuras 1 e 2, podemos confirmar as informações obtidas por meio das medidas, ao observar o formato dos gráficos de caixa das variáveis.

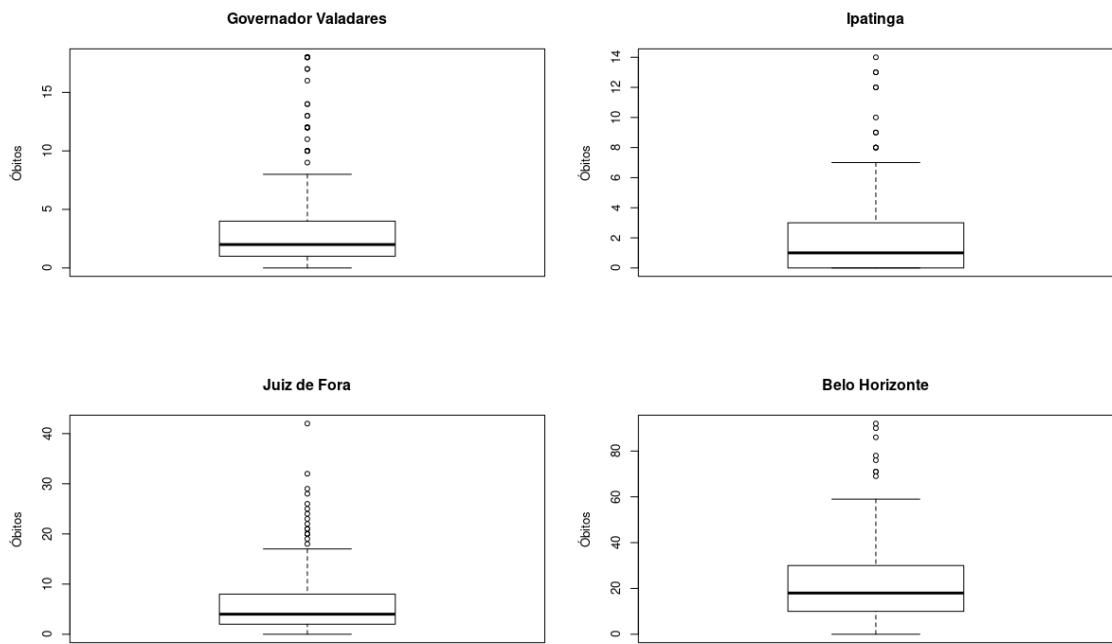
**Figura 1:** Gráficos de caixa dos novos casos para os municípios de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte, no período de agosto/2020 a setembro/2021.



Fonte: Secretarias Municipais de Saúde de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte. Acesso em 06 set 2021.



**Figura 2:** Gráficos de caixa dos novos óbitos para os municípios de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte, no período de agosto/2020 a setembro/2021.



Fonte: Secretarias Municipais de Saúde de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte. Acesso em 06 set 2021.

O gráfico de caixas nos permite verificar várias características. O retângulo é o intervalo entre o primeiro e o terceiro quartil, isto é, 50% dos dados centrais estão entre estes valores. A linha mais grossa dentro do retângulo representa a mediana e a linha tracejada, também chamada de bigode, representa o limite inferior e superior dos dados desconsiderando os *outliers*. Os *outliers*, ou observações discrepantes, aparecem em pontos. Note que para todos os diagramas, os retângulos tendem a estar numa posição mais abaixo, com limite superior maior e várias observações discrepantes com valores altos. Isso demonstra a assimetria da distribuição. Esta assimetria pode estar relacionada ao comportamento da epidemia com oscilação dos dados devido a vários fatores como dificuldades no estabelecimento do diagnóstico em diferentes locais, capacidade de notificação e inserção dos dados nos sistemas de informação, falta de gestão adequada a nível nacional no enfrentamento à pandemia, atraso na campanha de vacinação, medidas de restrição e flexibilização e conscientização e adesão da população as medidas de prevenção.

Toda a análise exploratória leva a concluir que seria necessário um modelo suficientemente flexível para explicar este comportamento. Por todas as características descritas, a distribuição ZINBI parece ser adequada.

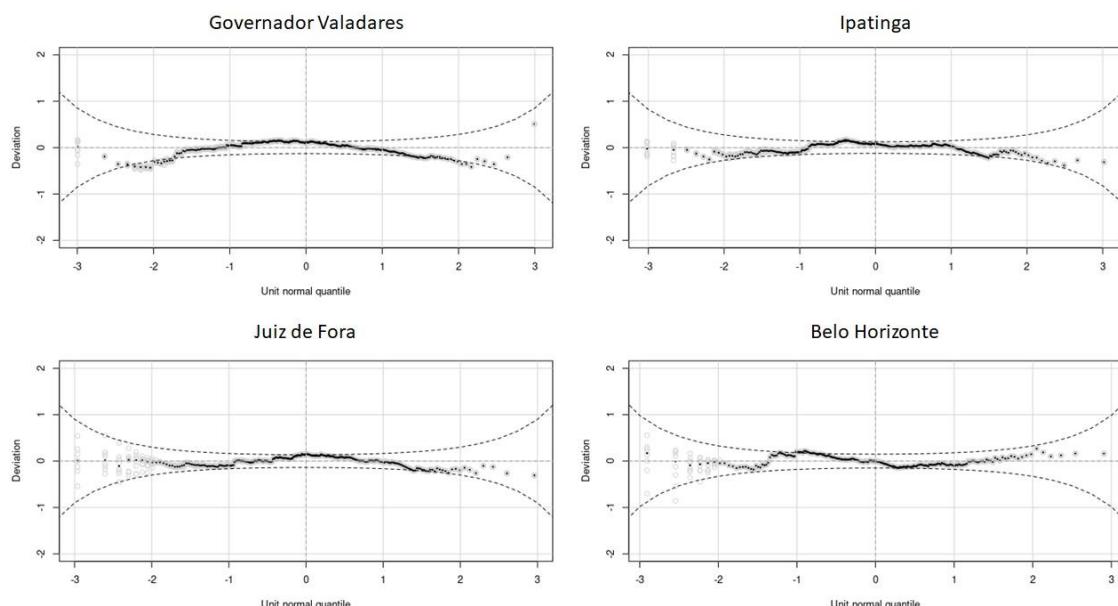
## MODELAGEM ESTATÍSTICA

Dada a flexibilidade da classe de modelos GAMLSS, após uma rotina de seleção de modelos, o seguinte preditor para os parâmetros foi ajustado para as variáveis:

- A média da distribuição ZINBI foi ajustada em função de uma *spline* da data. Isto é, a média da distribuição varia ao longo do tempo;
- A variância da distribuição ZINBI também foi ajustada em função de uma *spline* da data. De mesma forma, a variância se altera ao longo do tempo;
- A probabilidade do zero, foi ajustada como uma constante.

Para todos os casos o modelo ZINBI foi adequado, bastando observar os gráficos de minhoca esboçados nas Figuras 3 e 4, onde vemos que os pontos possuem forma sem tendência e estão dentro das bandas de confiança. Maiores detalhes sobre estes gráficos podem ser encontrados um em [9] e [12].

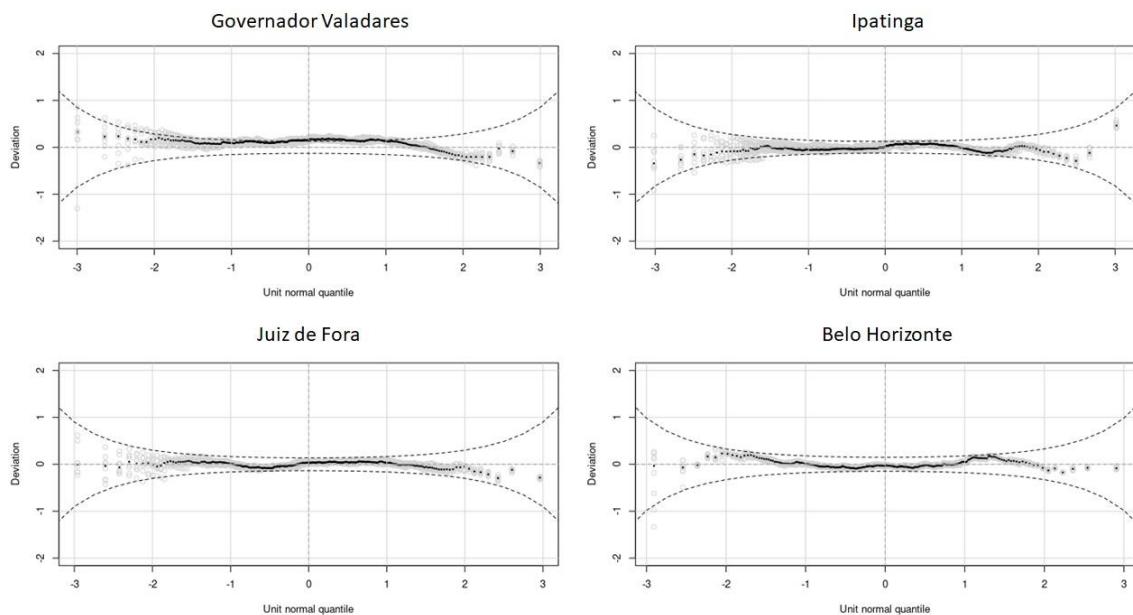
**Figura 3:** Gráficos de minhoca dos modelos ZINBI ajustados para os novos casos de COVID-19 para os municípios de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte, no período de agosto/2020 a setembro/2021.



Fonte: Secretarias Municipais de Saúde de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte. Acesso em 06 set 2021.



**Figura 4:** Gráficos de minhoca dos modelos ZINBI ajustados para os novos óbitos por COVID-19 para os municípios de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte, no período de agosto/2020 a setembro/2021.



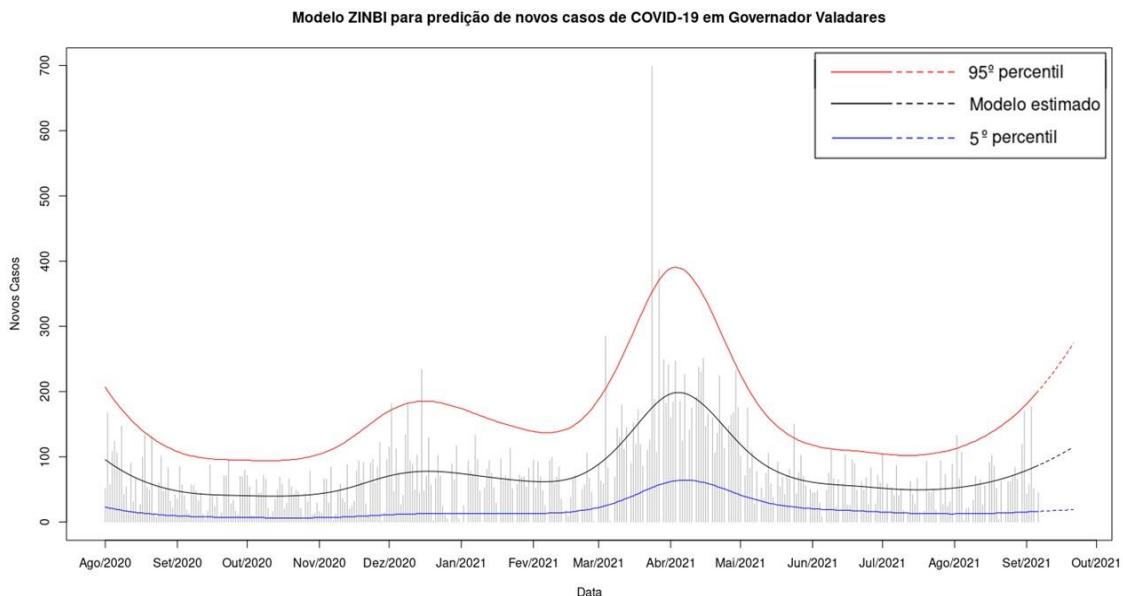
Fonte: Secretarias Municipais de Saúde de Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora e Belo Horizonte. Acesso em 06 set 2021.

## PREDIÇÃO DE CASOS E ÓBITOS CONFIRMADOS PARA COVID-19 EM DIFERENTES TERRITÓRIOS

Para todos os modelos foram obtidas previsões para os próximos 15 dias (07 a 21 de setembro/2021). Nos próximos gráficos é possível visualizar a dispersão dos casos e óbitos observados (barras em cinza), o modelo que foi estimado (linha contínua preta), o 5º percentil (linha contínua azul), o 95º percentil (linha contínua vermelha), e as linhas tracejadas são as previsões do modelo e dos percentis. Entre as linhas vermelhas e azuis temos 90% dos dados observados. Observe que as imagens possuem escalas diferentes.

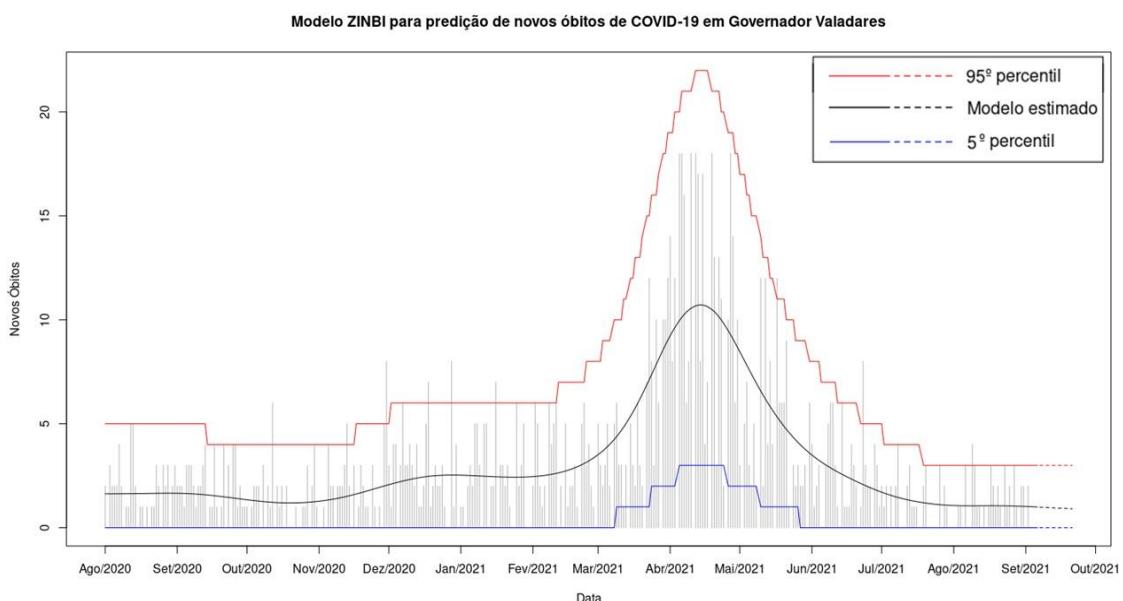
Com os dados observados no município de Governador Valadares a tendência para os próximos 15 dias é de aumento de casos confirmados para COVID-19 e estabilização do quantitativo de óbitos causados por essa doença (Figuras 5 e 6). Diante desse cenário, recomendamos que as medidas de proteção individuais e coletivas sejam reforçadas junto à população, que a campanha de vacinação seja reforçada com conscientização da população quanto a importância de uma imunização completa, com finalidade de reduzir a transmissão do vírus e evitar uma 3º onda de casos no município.

**Figura 5:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos casos confirmados para COVID-19 no município de Governador Valadares, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Governador Valadares (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

**Figura 6:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos óbitos confirmados para COVID-19 no município de Governador Valadares, Minas Gerais.

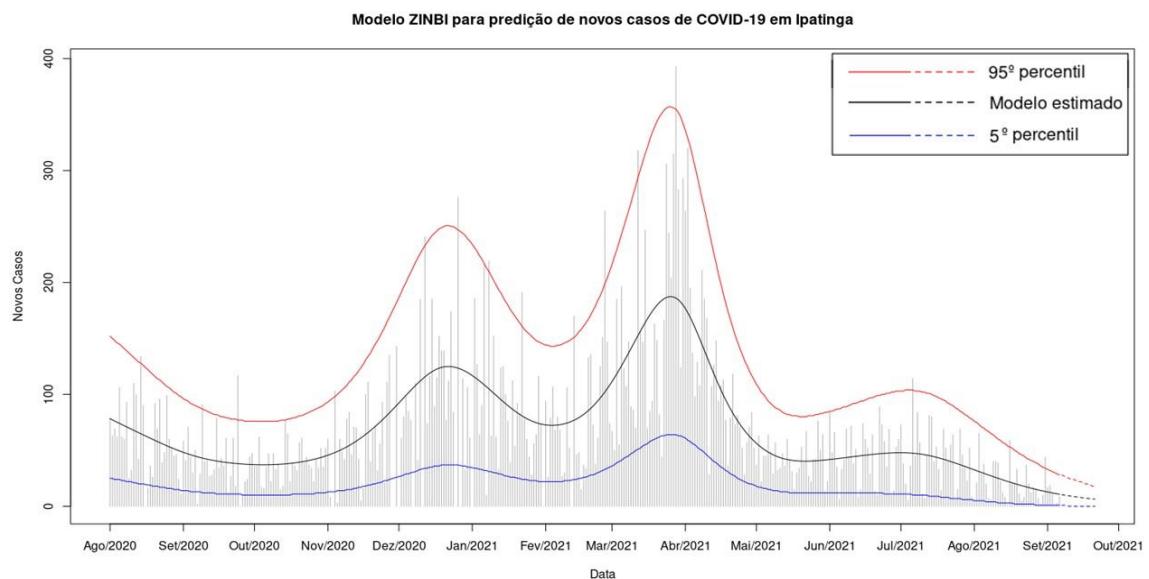


Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Governador Valadares (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

Em relação às análises do município de Ipatinga, apresentados nas Figuras 7 e 8, observamos uma tendência de redução de casos novos e óbitos por COVID-19 nos próximos 15 dias. Ainda assim, é de extrema importância que as medidas de prevenção sejam mantidas e reforçadas para se evitar

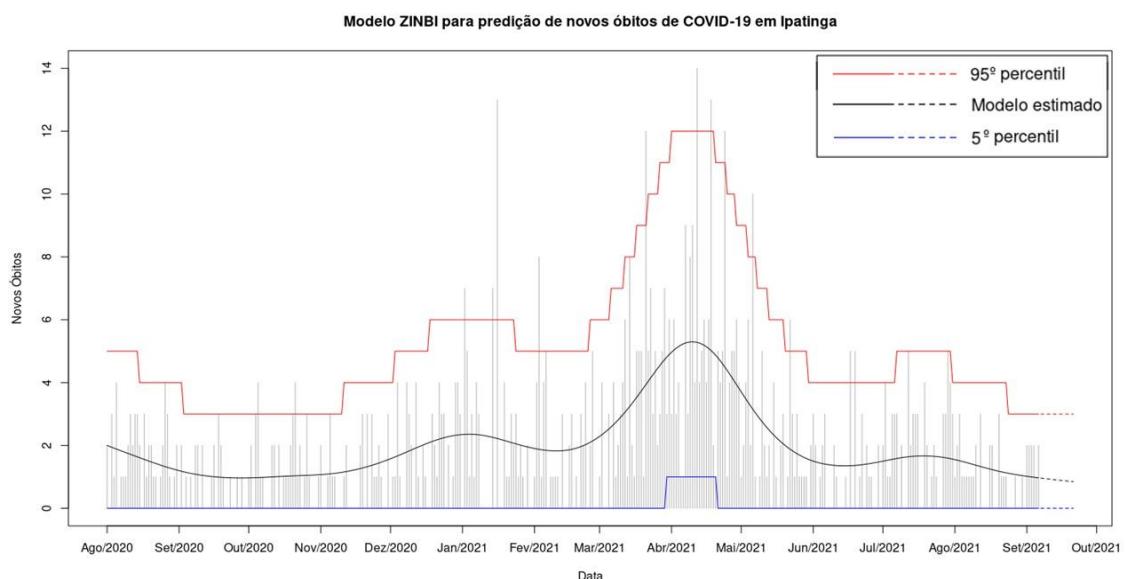
um novo aumento de casos e consequentemente pressão no sistema de saúde e aumento dos óbitos.

**Figura 7:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos casos confirmados para COVID-19 no município de Ipatinga, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Ipatinga (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

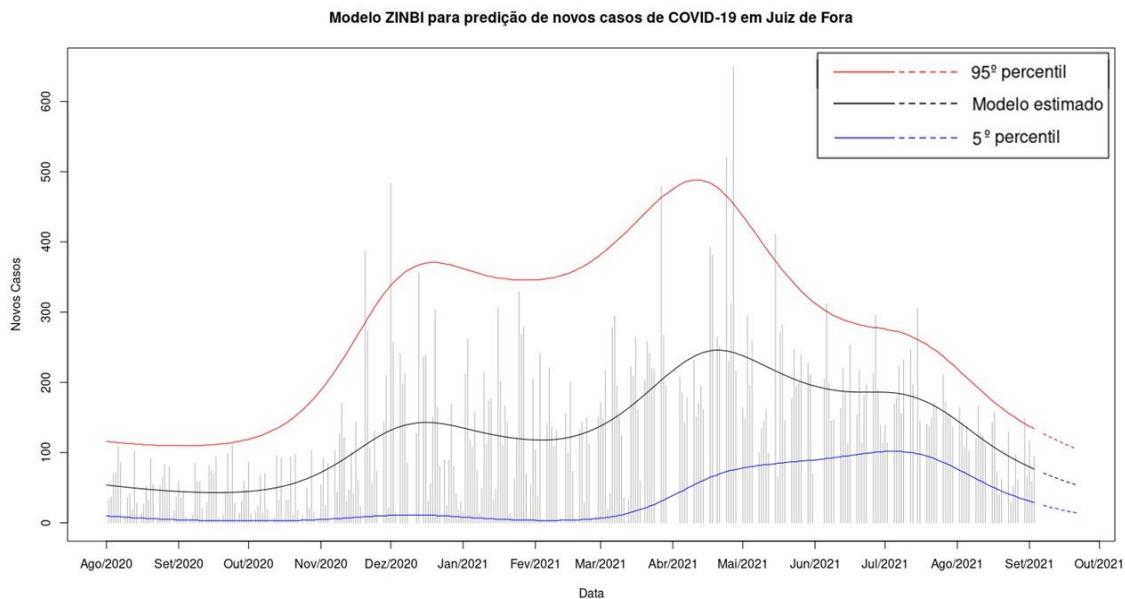
**Figura 8:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos óbitos confirmados para COVID-19 no município de Ipatinga, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Ipatinga (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

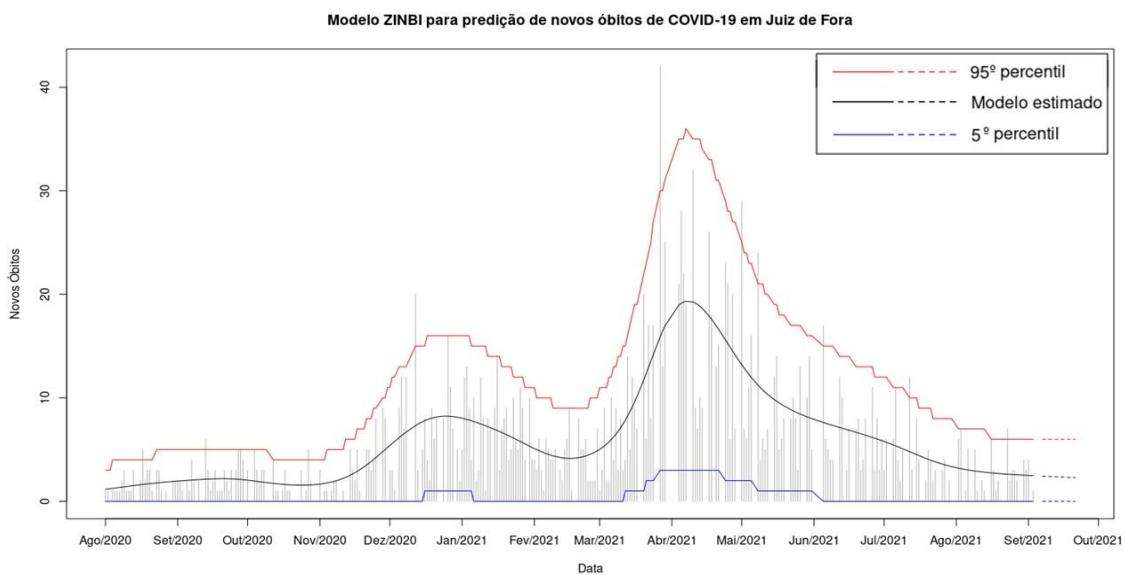
O município de Juiz de Fora desde agosto/2021 tem apresentado redução no registro de casos novos, e essa tendência se mantém para os próximos 15 dias, Figura 9. No entanto, conforme a Figura 10, os óbitos tendem a manter o mesmo comportamento.

**Figura 9:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos casos confirmados para COVID-19 no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Juiz de Fora (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

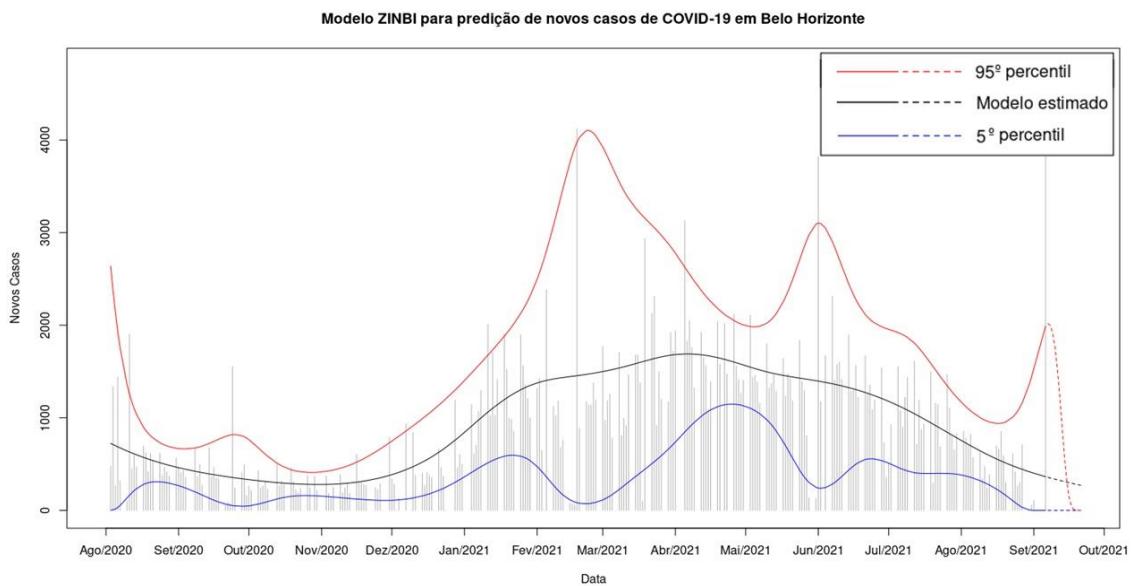
**Figura 10:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos óbitos confirmados para COVID-19 no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Juiz de Fora (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

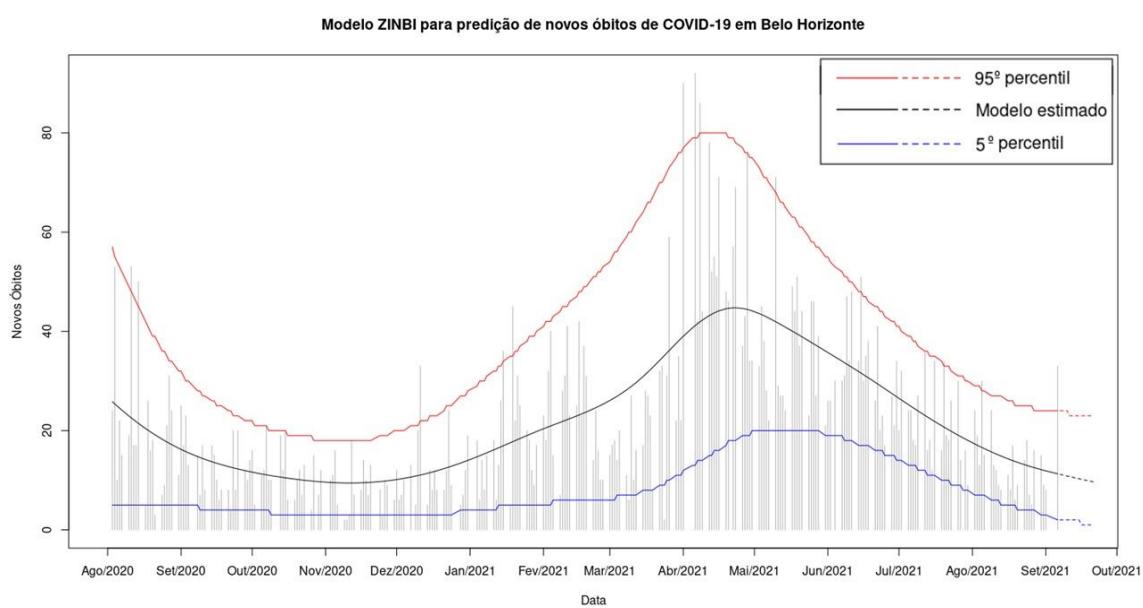
O município de Belo Horizonte apresentou um comportamento atípico (Figura 11) devido ao represamento de dados diante dos dias em que não são divulgados. Com os dados apresentados o esperado é uma redução de novos casos e óbitos por COVID-19 para os próximos 15 dias (Figuras 11 e 12).

**Figura 11:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos casos confirmados para COVID-19 no município de Belo Horizonte, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.

**Figura 12:** Dispersão e curvas de tendência (percentis) dos óbitos confirmados para COVID-19 no município de Belo Horizonte, Minas Gerais.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (boletins epidemiológicos). Acesso em 06 set 2021.



Todas as previsões (linhas tracejadas) devem ser analisadas com extrema cautela, uma vez que só é possível projetar a porção linear do modelo, isto é, não é possível projetar o efeito das *splines*. O contexto da COVID-19 envolve muitas variáveis com influência direta no cenário epidemiológico, aliado ao fato de que o conhecimento relacionado ao agente etiológico, aos processos patogênicos, aos métodos diagnósticos, à terapia medicamentosa, às medidas de prevenção e controle estão em construção, levando a dificuldade de conseguir prever esses dados. Estas projeções são apenas uma forma de se verificar alguma tendência futura, sendo muito vulnerável a ações governamentais como alteração nas medidas de flexibilização ou de restrições impostas pela gestão, adesão da população às medidas de prevenção individuais e coletivas.

Outra vantagem do modelo ajustado, além das previsões, é a possibilidade de se obter previsões para as contagens de novos casos e novos óbitos que ocorreram nos dias em que não há registro, bastando observar a altura da curva preta nas lacunas entre barras, que são as datas em branco.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa COVID ZERO tem acompanhado a evolução da pandemia, durante todo período avaliado neste trabalho, com produção de 13 boletins epidemiológicos e participação de discussões técnicas. Nos últimos meses, uma importante redução nos casos confirmados da COVID-19 e a consequente flexibilização das ações de prevenção e controle sinalizou a importância da elaboração desta nota técnica.

As informações aqui divulgadas poderão auxiliar os gestores no entendimento do cenário atual e previsão para um futuro próximo, para definição de estratégias de enfrentamentos e revisão de protocolos e ações já implementadas. Além disso, esta nota pode contribuir com a comunidade acadêmica na organização de suas ações para os próximos meses.

Ressalta-se que a presente nota se trata de uma tendência estatística. Seus resultados podem ser influenciados diretamente pelas medidas sanitárias adotadas pelos órgãos governamentais de saúde. Além disso, a adesão social, ou não, às práticas de prevenção à COVID-19, também podem manipular os dados que foram sugeridos.

Ademais, devido as já conhecidas variantes do Coronavírus, a continuidade dos cuidados de higiene, utilização de máscaras e distanciamento social são comportamentos imprescindíveis. Mesmo frente à vacinação, as ações de prevenção são importantes para que a situação epidemiológica da pandemia se torne favorável e a tendência futura seja de controle da doença.



## REFERÊNCIAS

1. Organização Pan-Americana de Saúde- OPAS. Histórico da pandemia de COVID-19. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 08 set 2021.
2. Universidade Aberta do SUS- UNA-SUS. Coronavírus: Brasil confirma primeiro caso da doença. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/coronavirus-brasil-confirma-primeiro-caso-da-doencia>. Publicado em: 27 fev 2020. Acesso em: 08 set 2021.
3. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. Confirmação do primeiro caso de Coronavírus (Covid-19) em Minas Gerais. Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/story/12233-confirmacao-do-primeiro-caso-de-coronavirus-covid-19-em-minas-gerais>. Publicado em: 08 mar 2020. Acesso em: 06 set 2021.
4. Governador Valadares. UFJF. Boletim epidemiológico: Programa COVID ZERO. Edição 13, agosto. 2021. Disponível em [https://www2.ufjf.br/nti/wp-content/uploads/sites/49/2021/08/13-BE\\_final\\_02-08-2021.pdf](https://www2.ufjf.br/nti/wp-content/uploads/sites/49/2021/08/13-BE_final_02-08-2021.pdf). Acesso em 01 set 2021. Acesso em 01 set 2021.
5. Anvisa. Ministério da Saúde. A Anvisa aprova por unanimidade o uso emergencial das vacinas. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/anvisa-aprova-por-unanimidade-uso-emergencial-das-vacinas>. Publicado em: 17 jan 2021.
6. Anvisa. Ministério da Saúde. Vacinas - COVID-19. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/paf/coronavirus/vacinas>. Acesso em 01 set 2021.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. COVID 19 vacinação. Doses aplicadas. Disponível em: [https://qsprod.saude.gov.br/extensions/DEMAS\\_C19Vacina/DEMAS\\_C19Vacina.html](https://qsprod.saude.gov.br/extensions/DEMAS_C19Vacina/DEMAS_C19Vacina.html). Acesso em 08 set 2021.
8. Darin, T., 2020. O papel essencial da Universidade Pública no combate a Covid-19. SBC Horizontes. ISSN: 2175-9235. Disponível em: <http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/05/08/o-papel-essencial-da-universidade-publica-no-combate-ao-covid-19>. Acesso em 07 set 2021.
9. RIGBY, R. A.; STASINOPoulos, D. M. Generalized additive models for location, scale and shape. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), Wiley Online Library, v. 54, n. 3, p. 507554, 2005.
10. RIGBY, R. et al. Distributions for Modelling Location, Scale, and Shape: Using GAMLSS in R . [S.I.: s.n.], 2017.
11. EILERS, P. H.; MARX, B. D.; DURBÁN, M. Twenty years of p-splines. SORT: statistics and operations research transactions , v. 39, n. 2, p. 0149186, 2015.
12. VAN BUUREN, S.; FREDRIKS, M. Worm plot: a simple diagnostic device for modelling growth reference curves. Statistics in medicine , Wiley Online Library, v. 20, n. 8, p. 12591277, 2001.
13. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing . Vienna, Austria, 2021. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.
14. STASINOPoulos, D. M.; RIGBY, R. A. Generalized additive models for location scale and shape (gamlss) in r. Journal of Statistical Software , v. 23, n. 7, p. 146, 2007.
15. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. Boletim de Dados Suplementares N° 17. Disponível em: [https://coronavirus.saude.mg.gov.br/images/1\\_2021/08-agosto/Boletim\\_de\\_Dados\\_Suplementares\\_N%C2%BA\\_17.pdf](https://coronavirus.saude.mg.gov.br/images/1_2021/08-agosto/Boletim_de_Dados_Suplementares_N%C2%BA_17.pdf). Acesso em 08 set 2021.
16. Governador Valadares. Secretaria Municipal de Saúde. Prefeitura de Valadares. Disponível em: <https://www.instagram.com/prefeituradevaladares/>. Acesso em: 06 set 2021.
17. Ipatinga. Secretaria Municipal de Saúde. Boletim epidemiológico da doença pelo novo coronavírus (COVID-19). Disponível em <https://www.ipatinga.mg.gov.br/coronavirus>. Acesso em 06 set 2021.
18. Juiz de Fora. Secretaria Municipal de Saúde. Boletim epidemiológico da doença pelo novo coronavírus (COVID-19). Disponível em <https://covid19.pjf.mg.gov.br>. Acesso em 06 set 2021.
19. Belo Horizonte. Secretaria Municipal de Saúde. Boletim Epidemiológico doença pelo novo coronavírus (COVID-19). Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/saude/coronavirus>. Acesso em: 06 set 2021.

