



OBSERVATÓRIO
DE SÍNDROMES
RESPIRATÓRIAS
DA UFPB

Relatório Estatístico Covid-19 nº 01

Semana de 13 a 17 de Julho de 2020



Apresentação

João Pessoa, 13 de Julho de 2020.

Nesta primeira edição do relatório técnico serão apresentadas estatísticas acerca da pandemia do COVID-19 (SARS-CoV-2) no Estado da Paraíba considerando os meses de abril a julho/2020, apresentando mapas e dados sobre a doença. O Observatório de Síndromes Respiratórias da UFPB é constituído por um grupo de pesquisadores e colaboradores das áreas de Estatística, Matemática, Pesquisa Operacional, conforme pode ser acessado nos respectivos currículos individuais de cada um na Plataforma Lattes, e que estão também disponíveis em nosso endereço eletrônico: (www.obsrpb.com.br/ufpb) . Apesar de ainda não possuímos na equipe pesquisadores vinculados à área de epidemiologia, e devido ao estado de emergência provocado pela pandemia da COVID-19 no Brasil, e em especial no Estado da PB, buscamos como pesquisadores fornecer contribuição à sociedade nesse momento estudando o assunto de maneira sistemática, a partir de dados fornecidos pelas secretarias de saúde e pelas prefeituras, além de outras bases de dados oficiais, sempre buscando interagir com profissionais da área de saúde sobre todas as análises realizadas. A missão deste observatório de dados é a seguinte:

“Fornecer à sociedade dados, indicadores, análises, relatórios e pesquisas confiáveis sobre síndromes respiratórias, no intuito de colaborar com a promoção de ações de planejamento, prevenção e enfrentamento de pandemias e epidemias, de forma a contribuir para a segurança e saúde da população.”

Nosso objetivo a longo prazo neste relatório será utilizar modelos estatísticos para entender as implicações da epidemia na sociedade paraibana. Diversos modelos estatísticos e matemáticos estão sendo continuamente implementados por diversos pesquisadores no mundo, fornecendo subsídios para ações dos gestores governamentais de diversos países. Neste primeiro relatório apresentamos uma análise exploratória prévia do cenário acerca da pandemia, disponibilizamos indicadores e também previsões que contribuam na tomada de decisão em saúde pública a ser realizada pelos gestores do Estado da Paraíba. Informações do Brasil também serão apresentadas, como forma de evidenciar que também estamos acompanhando o que ocorre nas demais regiões, estados e municípios. Este relatório também pode ser acessado em nosso endereço eletrônico, www.obsrpb.com.br/ufpb

É importante destacar que estamos desenvolvendo este trabalho por iniciativa própria e de forma independente com muito zelo e dedicação ao trabalho que está sendo desenvolvido. Entendemos que essa ação do Observatório entra como apoio neste momento tão difícil pelo qual a sociedade paraibana está enfrentando. Por esta razão, neste documento também fazemos aqui um agradecimento especial a todos os profissionais da saúde que estão incansavelmente tentando trazer segurança, tranquilidade e cuidado no enfrentamento da pandemia com a competência profissional tão necessária neste momento. Buscaremos neste relatório tentar superar um pouco da dificuldade técnica naturalmente gerada por análises estatísticas, mas caso ainda existam dúvidas sobre o conteúdo das análises apresentadas neste documento, estaremos integralmente à disposição dos interessados para debater melhorias e avançar na melhor forma de ajudar pesquisadores

e gestores a entenderem todo o processo de desenvolvimento aqui apresentado. Neste grande desafio de saúde pública em que decisões precisam ser tomadas em períodos muito curtos de tempo, estaremos empenhados apresentar boletins semanais ou quinzenais à UFPB e à sociedade paraibana de modo geral, a partir do lançamento desta primeira edição.

Agradecemos ao Departamento de Estatística da UFPB pela infraestrutura destinada às ações do Observatório, em especial às coordenações de dois laboratórios do Departamento: O Laboratório de Amostragem e Metodologia de Pesquisa (LAMP) e o Laboratório de Estatística Computacional e Inteligência (CSILab), que forneceram todas as condições para a plena execução de todas as análises aqui apresentadas. Agradecemos também pela colaboração do Prof. Dr. Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena (UFRPE, Campus Serra Talhada) no desenvolvimento de modelos de previsão e discussões acerca de várias análises de modelagem presentes neste relatório.

Agradecemos também pelos apoios da UFPB, da Comissão de Enfrentamento da Covid-19 na UFPB, do Governo do Estado da Paraíba e de todos os demais que tornaram este relatório possível. É com trabalho coletivo que desenvolvemos ações importantes para toda a sociedade.

Finalmente, também apresentaremos neste relatório uma mensagem sobre a importância da análise estatística para a atuação dos profissionais de saúde, pois será graças à competência, zelo e empatia dos mesmos que nos ajudará também a superar este momento crítico. O Observatório de Síndromes Respiratórias da UFPB lida com números, mas também é importante destacar que nos preocupamos com as pessoas. Vamos em frente!



OBSERVATÓRIO
DE SÍNDROMES
RESPIRATÓRIAS
DA UFPB

Equipe técnica:

Ana Flávia Uzeda dos Santos Macambira

Ana Gondim Maria Valença

Abner Gomes de Sá

Eufrásio de Andrade Lima Neto

Hemílio Fernandes Campos Coêlho

Kleyber Dantas Torres de Araújo

Marcelo Rodrigo Portela Ferreira

Mateus Passador Bittencourt de Sá

José Nataniel Andrade de Sá

Colaborador:

Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena (UFRPE - Campus Serra Talhada)

Resumo

Nesta primeira edição do relatório, serão apresentados resultados de modelagem de dados referentes ao monitoramento de casos sobre a pandemia da COVID-19 no Estado da Paraíba.

Neste relatório também serão apresentados resultados acerca de previsões de casos e óbitos baseadas em modelos de regressão para as unidades da federação e respectivas capitais, considerando a distribuição de casos notificados diários e de casos acumulados diários, bem como previsões para o fim da pandemia no Brasil e na Paraíba, considerando alguns cenários. Serão apresentadas também previsões sobre o cálculo do número de reprodução, denominado $R(t)$ para todas as unidades da federação e suas respectivas capitais. Para a Paraíba, será apresentado um mapa com os números de reprodução dos 223 municípios do Estado.

Ao final deste relatório, também será apresentada uma seção dedicada aos profissionais da saúde que estão na linha de frente neste momento difícil pelo qual passamos. Isto se faz necessário para que o leitor tenha a certeza de que este relatório se preocupa números, mas também temos a preocupação com as pessoas. Desejamos a você uma boa leitura, e nos colocamos à disposição para dúvidas e esclarecimentos que se façam necessários.

Sumário

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introdução | 2 |
| 2 | Descrição dos métodos utilizados | 4 |
| 2.1 | Estimação de densidades para previsões sobre o fim da pandemia | 4 |
| 2.2 | Aplicação de modelos GAMLSS aos dados diários e acumulados da Covid-19 nos estados brasileiros | 4 |
| 2.3 | Estimação do número básico de reprodução | 5 |
| 3 | Resultados | 6 |
| 3.1 | Previsões para o Fim da Pandemia no Brasil e na PB | 6 |
| 3.2 | Mapas sobre a evolução de casos na Paraíba | 7 |
| 3.3 | Mapas de calor sobre a evolução de casos na Paraíba | 9 |
| 3.4 | Previsões de novos casos e óbitos nas Unidades da federação e capitais - | 11 |
| 3.4.1 | Gráficos - Previsões de novos casos de Covid-19 (a partir de 11/07/2020) . | 11 |
| 3.4.2 | Gráficos - Previsões de óbitos diários (a partir de 11/07/2020) | 22 |
| 3.5 | Tabelas com previsões de casos diários - Unidades da federação e capitais | 33 |
| 3.5.1 | Previsões de casos diários - Estados | 33 |
| 3.5.2 | Tabelas com previsões de casos diários - Capitais | 36 |
| 3.6 | Tabelas com previsões de óbitos nos Unidades da federação e capitais | 39 |
| 3.6.1 | Previsões de óbitos diários - Estados | 39 |
| 3.6.2 | Previsões de óbitos diários - Capitais | 42 |
| 3.7 | Números de reprodução das unidades da federação e capitais - Atualizado em 11/07/2020 | 45 |
| 3.8 | Mapa da Paraíba com o cálculo do $R(t)$ para todos os municípios | 56 |
| 4 | Conclusões e recomendações | 57 |
| 4.1 | Sobre as previsões de novos casos e novos óbitos | 57 |
| 4.2 | Análise da situação do Estado da Paraíba | 58 |
| 4.3 | Sobre este relatório | 58 |
| A | Estimação do número básico de reprodução | 60 |
| B | Modelos GAMLSS | 61 |
| B.1 | Descrição do modelo GAMLSS | 61 |

Capítulo 1

Introdução

Este é o primeiro de uma série de relatórios semanais técnico-científicos de livre acesso e que terão por finalidade maior levar aos gestores da área da Saúde da Paraíba e também à população informações e previsões que possam auxiliar no enfrentamento da COVID-19. Esta série de relatórios está vinculada ao Observatório de Síndromes Respiratórias da UFPB, ou de forma resumida como está neste relatório, Observatório, cuja sigla é (OBSRPB).

Vale ressaltar que em nosso endereço eletrônico, (www.obsrpb.com.br/ufpb), divulgamos dados de casos confirmados e óbitos ocorridos por COVID-19 tanto por semana epidemiológica quanto por dia. Todos os mapas do Observatório são interativos, ou seja, ao passar o mouse em cima de um Estado ou município, aparecem as informações básicas relativas ao mesmo e, ao clicar, estas informações são exibidas nos gráficos, localizados no lado direito da página. Ao clicar fora do mapa, os gráficos voltam a apresentar os dados relativos ao Brasil ou ao Estado da Paraíba, dependendo da aba selecionada no endereço eletrônico. A aba COVID-19 Brasil possui 5 sub abas distintas, relativas a cada uma das regiões brasileiras, que são exibidas em mapas com seus dados respectivos de casos confirmados e óbitos mostrados em gráficos seguindo o mesmo padrão das abas principais.

A seguir apresentamos de forma resumida o conteúdo de cada um dos capítulos deste relatório.

No Capítulo 2 apresentamos a metodologia utilizada para viabilizar a previsão do fim da pandemia no Brasil. Na Seção seguinte são descritos os modelos utilizados para calcularmos a estimativa do número básico de reprodução, que será melhor apresentado posteriormente na Seção 2.3, e que vamos chamar de R_t . Para os epidemiologistas é muito importante que se conheça o número básico de reprodução, pois ele é utilizado para indicar o potencial de propagação de uma doença. Por exemplo, $R_t = 2$ significa que cada pessoa infectada pode contagiar duas outras pessoas. Portanto, esta informação é também de muita importância para a população, porque é mais um indicativo a ser levado em consideração para a tomada de decisão sobre idas ao supermercado, por exemplo. Quanto mais alto o R_t , maior deve ser a reflexão sobre medidas de isolamento social. Ainda neste capítulo são apresentamos os modelos utilizados para previsão do número de casos e óbitos para médio prazo (15 dias) e longo prazo (30 dias, através de gráficos com previsões).

No Capítulo 3 disponibilizamos mapas, gráficos e tabelas com informações que foram obtidos com a aplicação de cada uma das metodologias descritas no Capítulo anterior. Na primeira Seção, a Tabela 3.1 mostra previsões para o fim da pandemia no Brasil e na Paraíba. Na segunda Seção, uma série de mapas permitem que o leitor observe a evolução dos casos durante os meses de abril, maio, junho e julho nos municípios da Paraíba. Na Seção 3.4 é feita uma exposição de gráficos que mostram os resultados das previsões de casos na primeira subseção e de óbitos na segunda subseção para cada Estado do Brasil e sua respectiva capital. Nas Seções 3.5 e 3.6 as previsões são apresentadas em forma de tabelas, também em duas subseções, uma para casos e outra para óbitos. Todas as tabelas mostram os valores numéricos das previsões do primeiro ao décimo quinto

dia após a data da atualização do modelo, que estará devidamente explícita no texto de cada uma das subseções.

O Capítulo 4 apresenta um resumo de todas as análises feitas em relação a novos casos e óbitos. Neste Capítulo também são feitas recomendações principalmente em relação à continuidade ou não de medidas de isolamento.

Ao final deste trabalho é postada uma mensagem especialmente importante para nós, pois nela fica registrada a importância do uso de métodos estatísticos na análise de dados da área de saúde, o que demonstra nossa gratidão aos profissionais de saúde que estão trabalhando arduamente para atender e cuidar de uma grande quantidade de pessoas que apresentam desde os sintomas mais simples até os pacientes que já chegam nas situações mais difíceis da COVID-19. Os profissionais da área de saúde que recebem centenas de pessoas todos os dias sabem que seus pacientes não são somente números. Cada um que necessita de atendimento tem a sua história e luta pela vida. Nós do Observatório de síndromes respiratórias aplaudimos o esforço e dedicação destes profissionais.

Capítulo 2

Descrição dos métodos utilizados

Neste Capítulo apresentamos o método utilizado para as previsões de término da pandemia, na Seção 2.1. A seguir, na Seção 2.2, descrevemos os métodos utilizados para a previsão de número de casos e óbitos decorrentes da COVID-19 nos Estados e capitais do Brasil. Por fim, descrevemos de forma resumida o que é o número básico de reprodução, seus principais valores de referência e apresentamos referências dos métodos que utilizamos para os cálculos dos índices $R(t)$.

2.1 Estimação de densidades para previsões sobre o fim da pandemia

A variável em estudo é o número de dias da pandemia (a partir de 200 casos confirmados). Para tanto, iremos estimar uma distribuição de probabilidade para tal variável e endenderemos como final da pandemia, o percentil 99 desta distribuição.

Para obter tal distribuição iremos estimar uma densidade Kernel para o tempo de duração da pandemia, a partir do número de novos casos. Obteremos informações apriori de momentos específicos dos dados, que servirão de *input* para a estimação de um modelo probabilístico paramétrico. A partir desse modelo, iremos estimar o percentil 99 para a distribuição do número de dias da pandemia. Finalmente, iremos considerar alguns cenários, a saber: (i) em que momento nos encontramos na duração da pandemia (em que Percentil) e (ii) alguns modelos probabilísticos paramétricos podem ser usados para representar a variável em questão (Gama, Log-Normal e Weibull).

2.2 Aplicação de modelos GAMLSS aos dados diários e acumulados da Covid-19 nos estados brasileiros

Estudos iniciais da equipe técnica estabeleceram que as previsões de novos casos e novos óbitos diários decorrentes da Covid-19 para o Brasil, Estados e capitais fossem feitas a partir da consideração de modelos chamados de *modelos aditivos generalizados para locação, escala e forma* (GAMLSS). A estrutura de modelagem GAMLSS atualmente está implementada numa série de pacotes no software estatístico R, que pode ser obtido gratuitamente em www.r-project.org. O pacote `gamlss`, por exemplo, permite ajustar dados considerando mais de 50 distribuições diferentes, dentre elas a distribuição exponencial potência de Box-Cox ([8]), utilizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para a construção das curvas de crescimento padrão mundial (WHO Multicentre Growth Reference Study Group) e as distribuições de Poisson e Binomial Negativa, e bastante conhecidas na área de Estatística para previsões de dados baseados em contagens de casos. Para as previsões iniciais deste relatório, foi escolhida a distribuição Logística para o ajuste

de modelos para todas as unidades da federação e todas as capitais. Esta distribuição é bastante utilizada para modelar dados de crescimento. Dessa forma, serão apresentadas previsões de novos casos e novos óbitos, como forma de fornecer no médio-longo prazo também previsões de tendências de crescimento ou de diminuição da série histórica desses dados. Maiores informações acerca da modelagem GAMLSS podem ser acessadas no anexo deste documento.

Apresentamos previsões para os próximos 30 (trinta) dias (gráficos) e para não sobrecarregar demais o relatório com tabelas, resumimos as tabelas de previsões para 15 (quinze) dias, de modo que o leitor tenha condições de verificar a tendência de crescimento ou diminuição de casos em cada uma das regiões analisadas. É importante destacar que todos os valores das previsões, com base na modelagem escolhida, são dados em escala contínua, bastando arredondar o valor para se ter uma aproximação do número de casos ou óbitos previstos para o dia.

2.3 Estimação do número básico de reprodução

O número básico de reprodução é o valor que fornece evidência de quantos de indivíduos são contaminados a partir de um indivíduo infectado que servirá como fonte do agente infeccioso. É um valor calculado quando não há uma vacina disponível para a população estudada, sem contato prévio com o patógeno e quando não há formas eficazes de controlar sua dispersão. O “novo coronavírus” SARS-CoV-2 se encaixa perfeitamente nestes pré-requisitos (Fonte: <https://www.luciacangussu.bio.br>). No início da pandemia, o valor é chamado de R_0 e durante os intervalos de tempo da mesma o valor é chamado de R_t . Para facilitar as discussões, chamaremos a medida de R_t .

A relação entre o valor obtido para o R_t e as consequências pode ser estabelecido da seguinte forma:

1. Se $R_t < 1$: Evidência de que cada indivíduo infectado tem pouca chance de transmitir o vírus, e a doença tenderá a apresentar cada vez menos números, podendo até mesmo desaparecer.
2. $R_t = 1$: Neste caso, há evidência de que cada indivíduo infectado pelo vírus transmite o vírus para outra pessoa, e a doença permanece na população, sendo transmitida de indivíduo em indivíduo, de forma estável, fazendo com que a doença permaneça na mesma população por longos períodos de tempo.
3. $R_t > 1$: aqui a situação fica mais preocupante porque cada indivíduo infectado causa mais que uma nova infecção, isto é, infecta mais que um indivíduo. Nestes casos, ocorrerá um surto, uma epidemia ou uma pandemia. Quanto mais elevado o valor do R_0 , maior será a transmissibilidade e maior será a população potencialmente afetada pelo agente infeccioso.

No capítulo 3 são apresentadas estimativas para a PB e para os municípios em que os métodos utilizados puderam ser utilizados sem limitações das bases de dados disponíveis. Neste relatório, a estimação pontual e intervalar do R_t será feita pelos métodos propostos por, [12] e [10], usando atualizações de medidas baseadas no estudo realizado por [5]. O método será aplicado nas séries de casos diários de cada região de referência. A linha preta nos gráficos é referente à estimativa do número de reprodução considerando intervalos de 7 dias em toda a série história desde o início dos registros de casos. A região cinza que acompanha toda a linha preta representa o intervalo de confiança das estimativas do $R(t)$ para cada estado ou município.

Capítulo 3

Resultados

Como resultado dos dados obtidos até o momento, apresentamos diferentes mapas, tabelas e gráficos que permitem o acompanhamento da evolução dos casos de COVID-19 no Brasil e no Estado da Paraíba. Também disponibilizamos previsões para número de casos e óbitos não só para a Paraíba como para o Brasil e capitais.

3.1 Previsões para o Fim da Pandemia no Brasil e na PB

A tabela 3.1 apresenta a evolução das estimativas para o número de dias até fim da pandemia no Brasil e no Estado da Paraíba, considerando os dados consolidados até 08 de julho de 2020, em 3 diferentes cenários.

Comparando a evolução das previsões, em um intervalo de 1 semana, podemos observar um aumento médio de 3 a 5 dias ao número de dias até o final da pandemia para o Brasil. No Estado da Paraíba, estima-se um aumento médio de 4 a 6 dias ao número de dias até o final da pandemia. Tais previsões consideram a hipótese de que continuamos próximos ao pico da Pandemia no Brasil e ainda em um momento ascendente da curva no Estado da Paraíba.

Ademais, para o Brasil, estima-se o fim da mesma para meados de Setembro/20 no cenário regular ou início de Outubro/20, no cenário pessimista. No Estado da Paraíba, estima-se o final da pandemia para o meados de Setembro/20 (cenário regular) a final de Setembro/20 (cenário pessimista).

Vale ressaltar que essas previsões podem ser alteradas a partir da inclusão de novas informações ou correções necessárias nas bases oficiais de dados. Semanalmente, estaremos revisando tais projeções.

| Local | Otimista (Weibull) | Regular (Gama) | Pessimista (Log-Normal) |
|---|------------------------|----------------|-------------------------|
| | em 01 de julho de 2020 | | |
| Brasil _(P₄₀ a P₅₀) | 47 a 55 dias | 62 a 70 dias | 71 a 80 dias |
| PB _(P₃₀ a P₄₀) | 42 a 48 dias | 52 a 59 dias | 62 a 69 dias |
| em 08 de julho de 2020 | | | |
| Brasil _(P₄₀ a P₅₀) | 50 a 56 dias | 65 a 73 dias | 76 a 84 dias |
| PB _(P₃₀ a P₄₀) | 47 a 54 dias | 58 a 65 dias | 68 a 75 dias |

Tabela 3.1: Evolução das estimativas para o número de dias até o fim da pandemia (Brasil e PB), segundo cenário, por semana.

3.2 Mapas sobre a evolução de casos na Paraíba

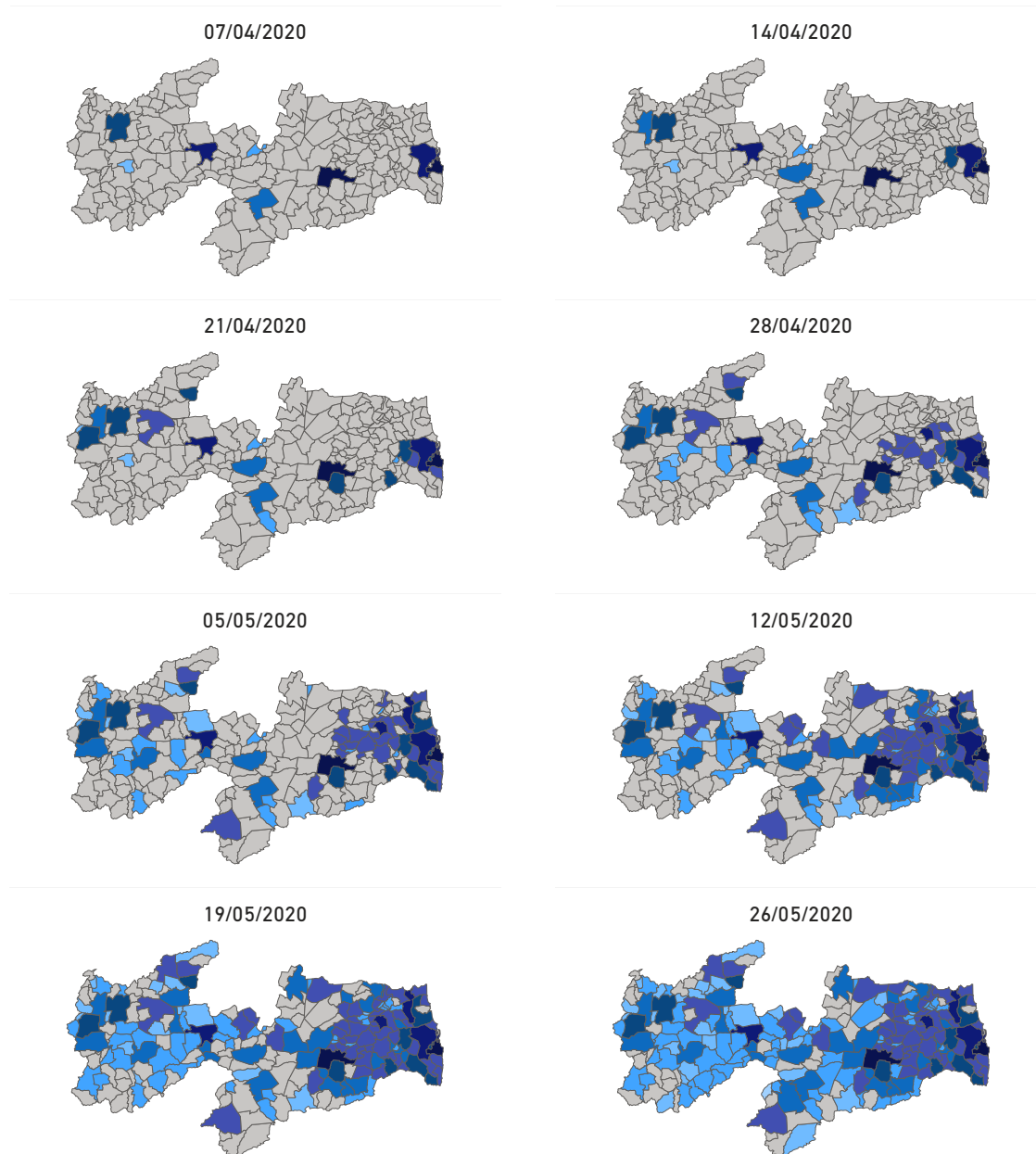


Figura 3.1: Evolução de casos no Estado da Paraíba por semana, no período de 07/04/2020 a 26/05/2020

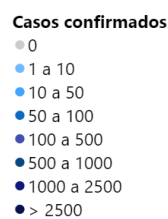


Figura 3.3: Legenda evolução de casos abril e maio

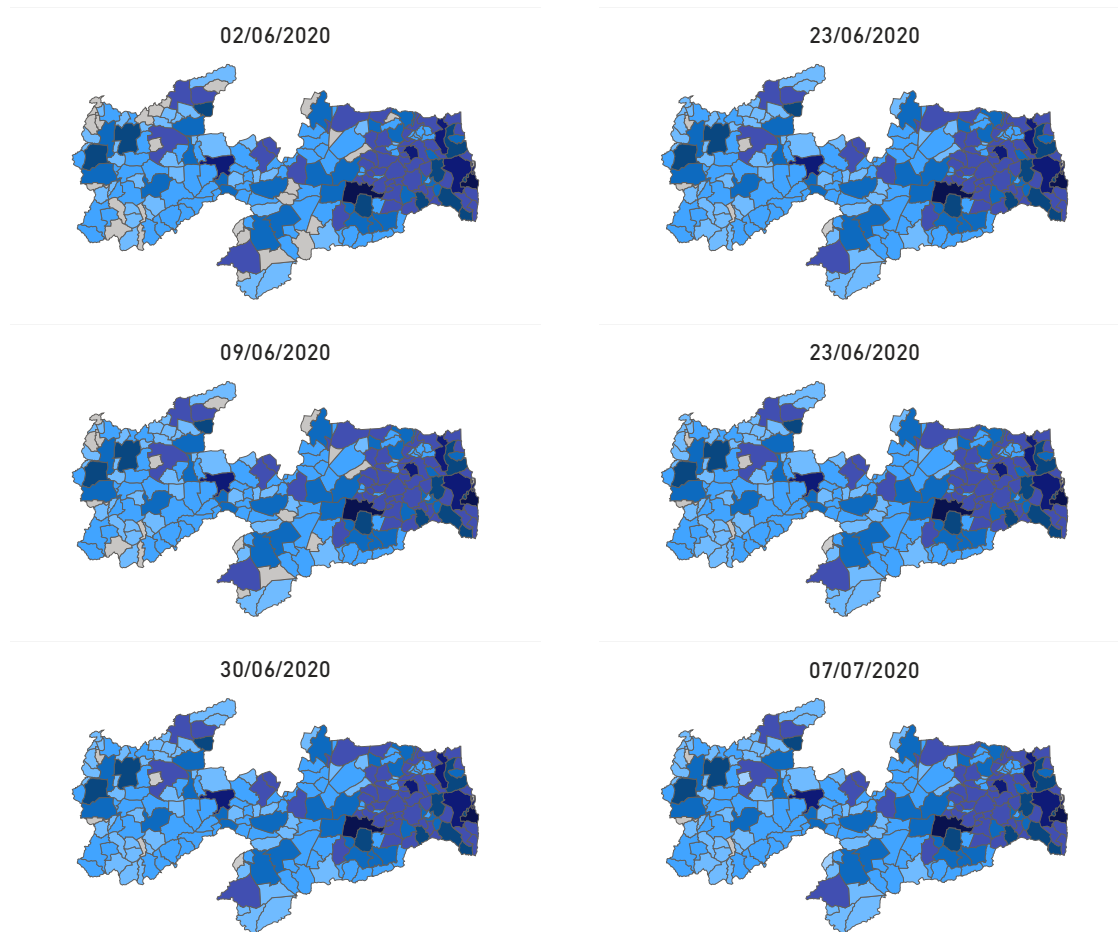


Figura 3.4: Evolução de casos no Estado da Paraíba por semana, no período de 02/06/2020 a 07/07/2020

Casos confirmados

- 0
- 1 a 10
- 10 a 50
- 50 a 100
- 100 a 500
- 500 a 1000
- 1000 a 2500
- > 2500

Figura 3.6: Legenda evolução de casos junho e julho

3.3 Mapas de calor sobre a evolução de casos na Paraíba

As figuras (3.7) e (3.9) a seguir apresentam a evolução dos casos de Covid-19 na Paraíba até o dia 07/07/2020, segundo mapas de calor. Os dados mostram evidência da velocidade da infecção para o interior do Estado em um curto período de tempo.

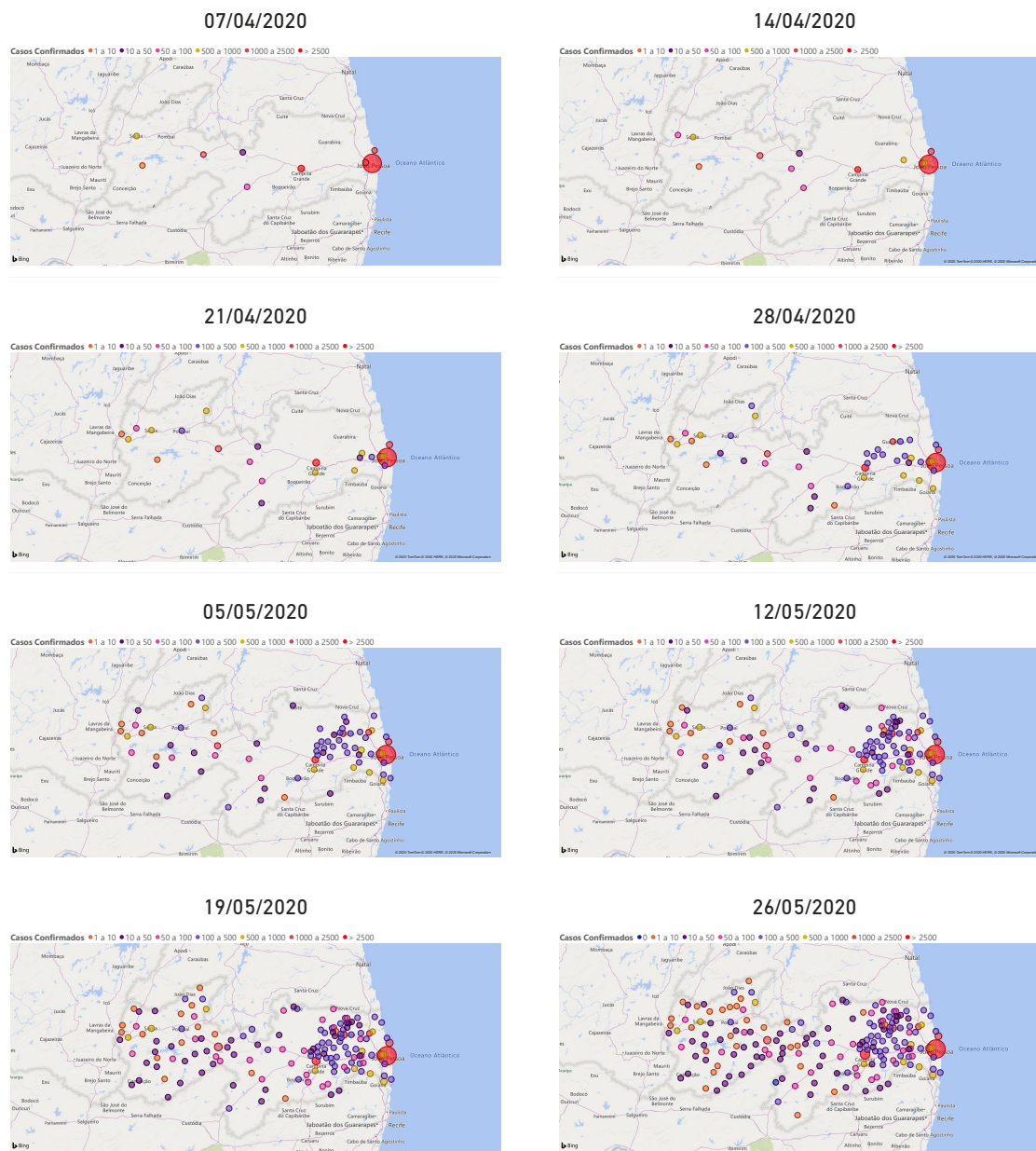


Figura 3.7: Evolução de casos no Estado da Paraíba por semana, no período de 07/04/2020 a 26/05/2020

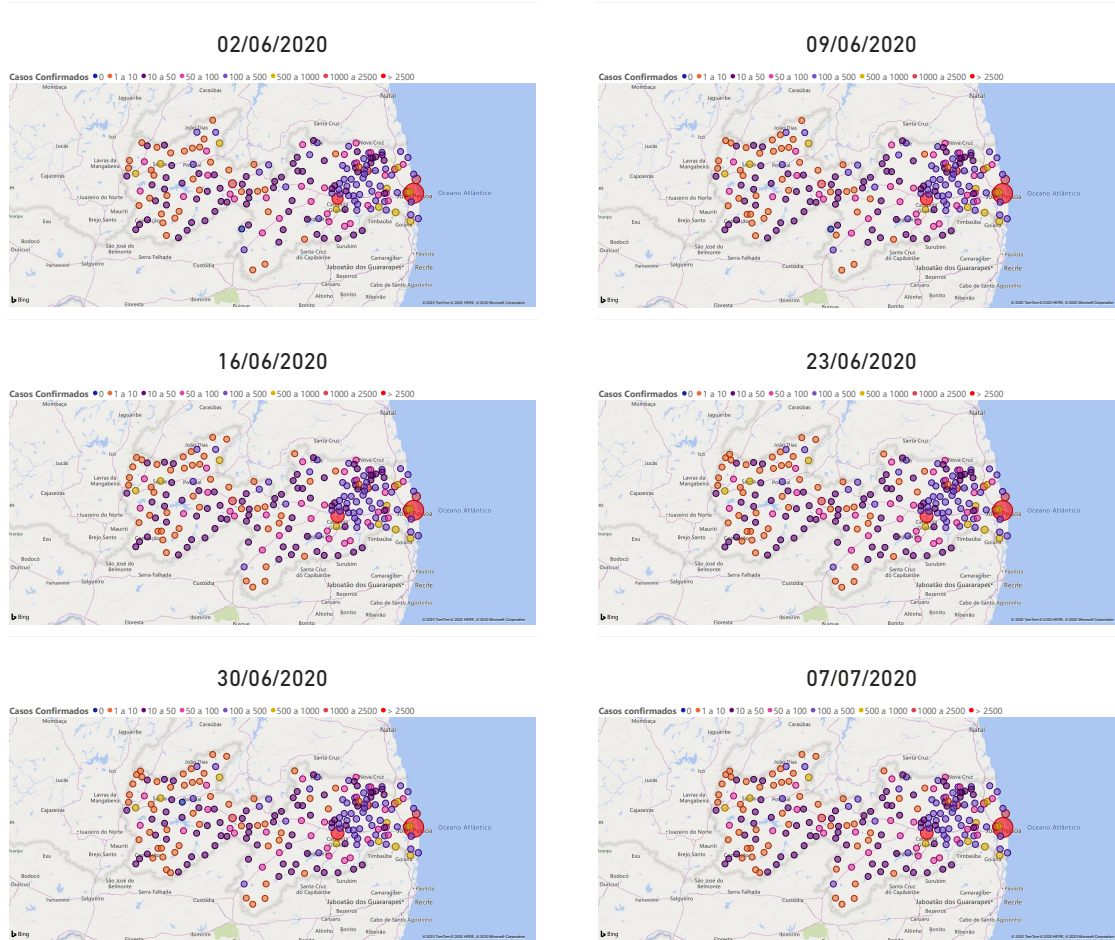
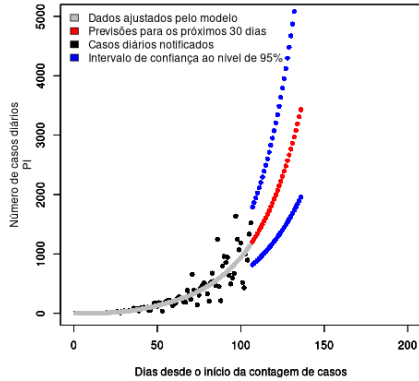


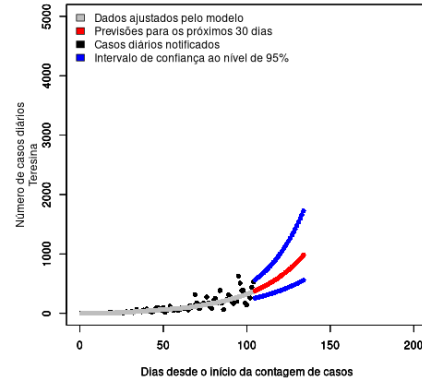
Figura 3.9: Evolução de casos no Estado da Paraíba por semana, no período de 02/06/2020 a 09/06/2020

3.4 Previsões de novos casos e óbitos nas Unidades da federação e capitais -

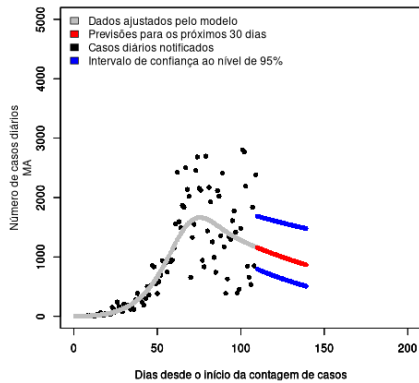
3.4.1 Gráficos - Previsões de novos casos de Covid-19 (a partir de 11/07/2020)



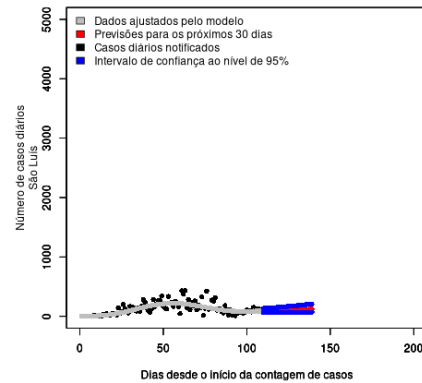
(a) Piauí



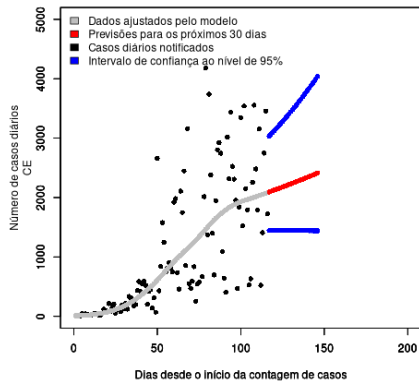
(b) Teresina



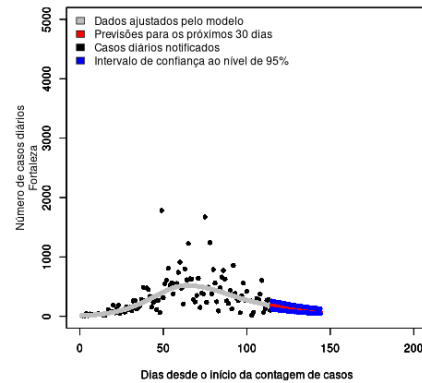
(c) Maranhão



(d) São Luís

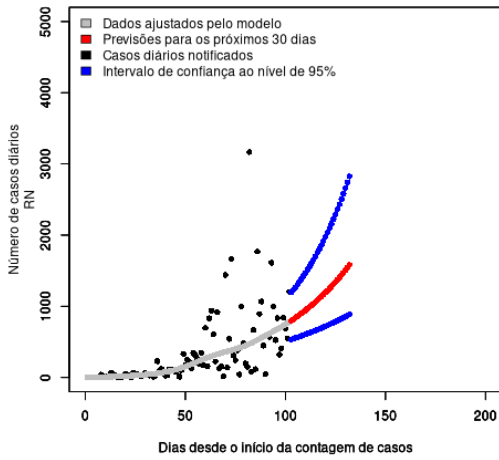


(e) Ceará

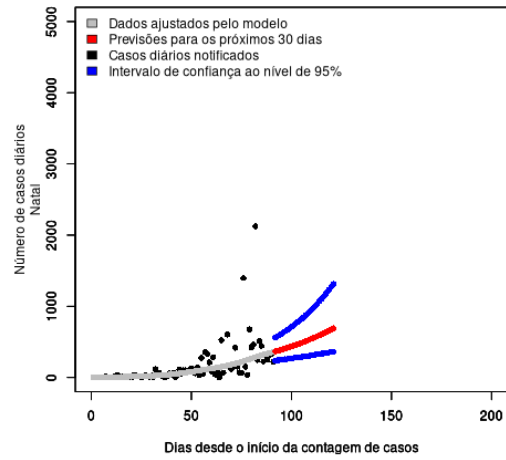


(f) Fortaleza

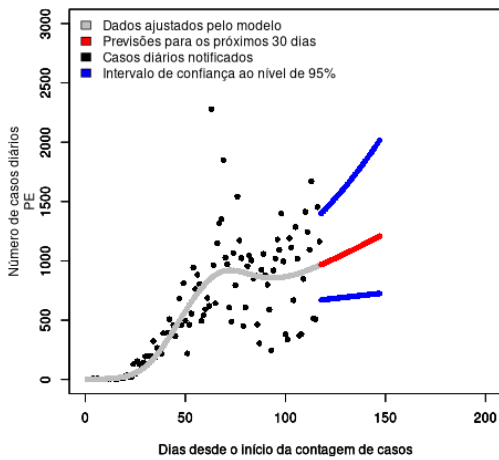
Figura 3.11: Previsões de casos diários - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (PI, MA e CE)



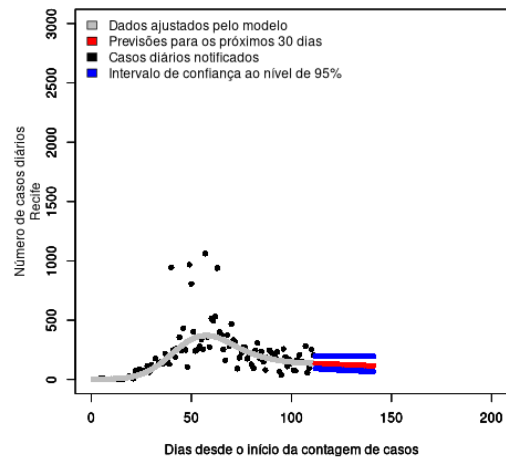
(a) Rio Grande do Norte



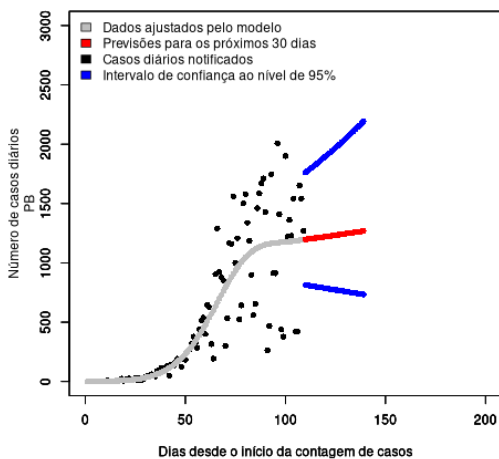
(b) Natal



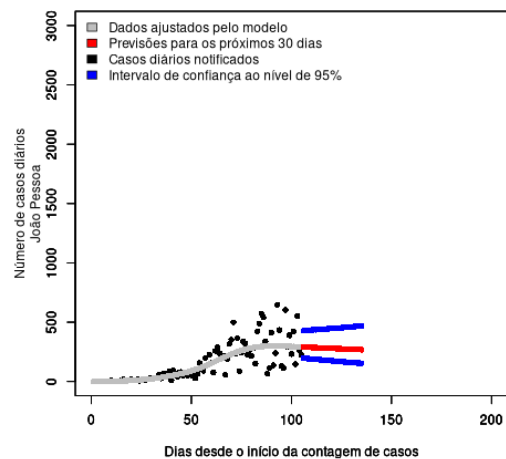
(c) Pernambuco



(d) Recife

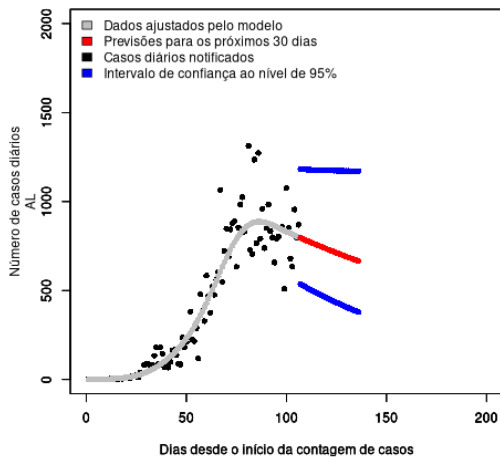


(e) Paraíba

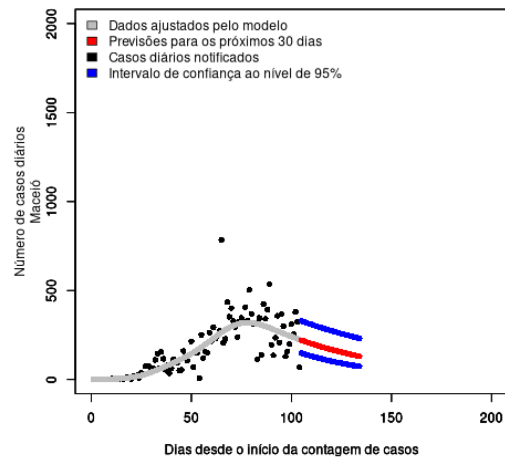


(f) João Pessoa

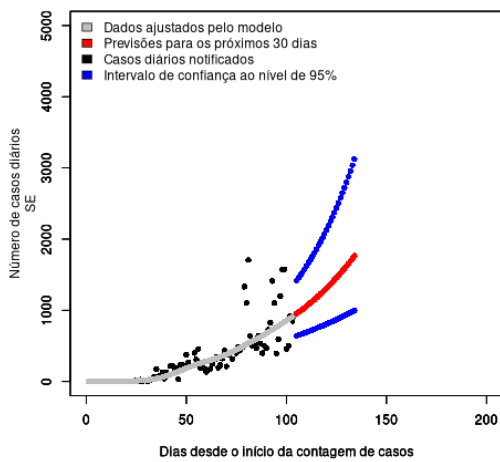
Figura 3.12: Previsões de casos diários - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (RN, PE e PB)



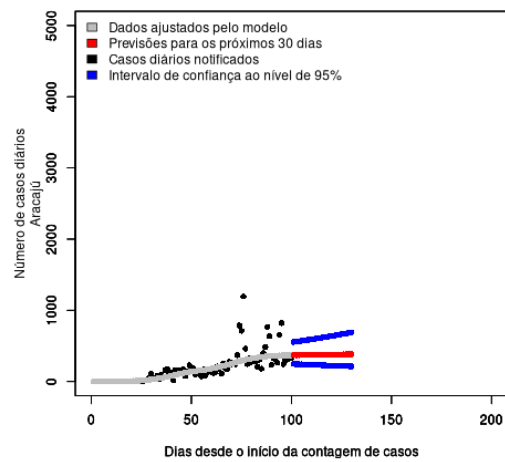
(a) Alagoas



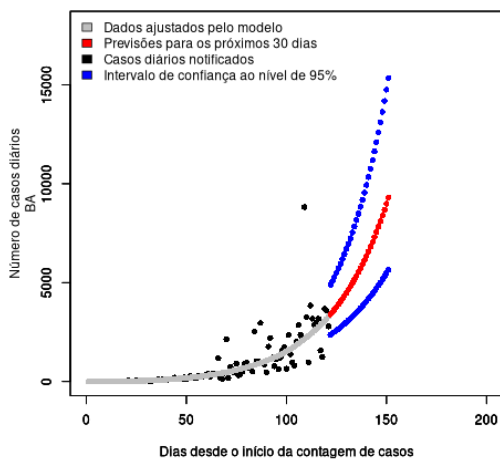
(b) Maceió



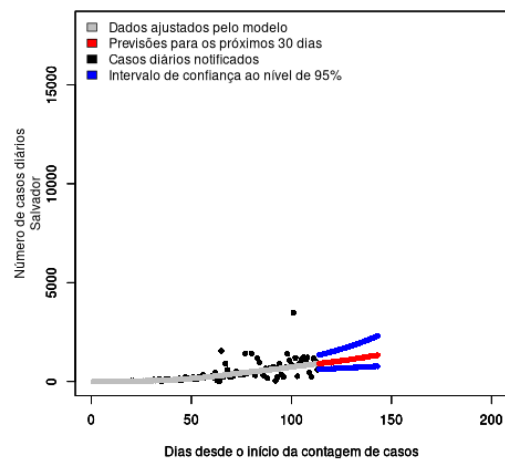
(c) Sergipe



(d) Aracaju

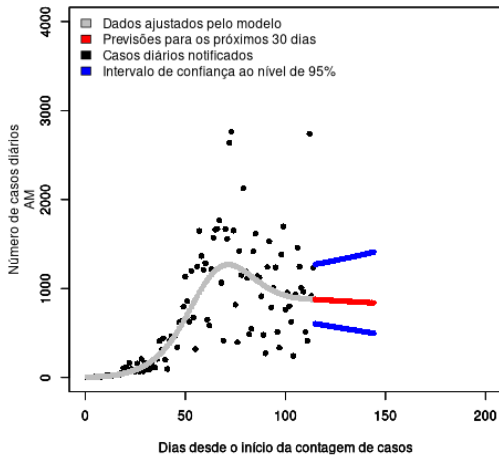


(e) Bahia

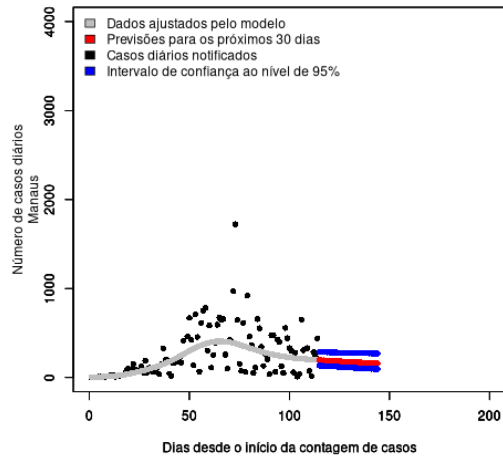


(f) Salvador

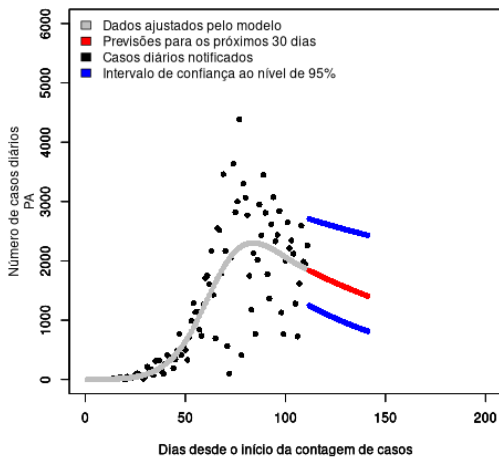
Figura 3.13: Previsões de casos diários - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (AL, SE e BA)



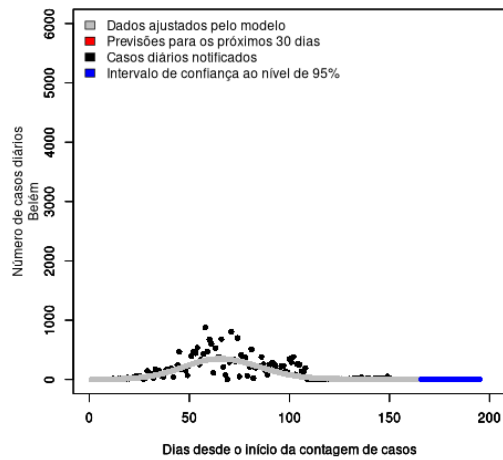
(a) Amazonas



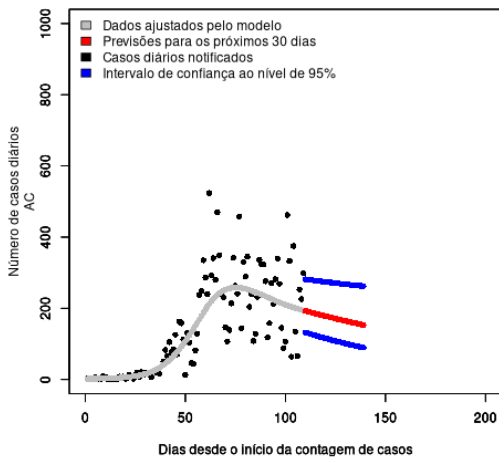
(b) Manaus



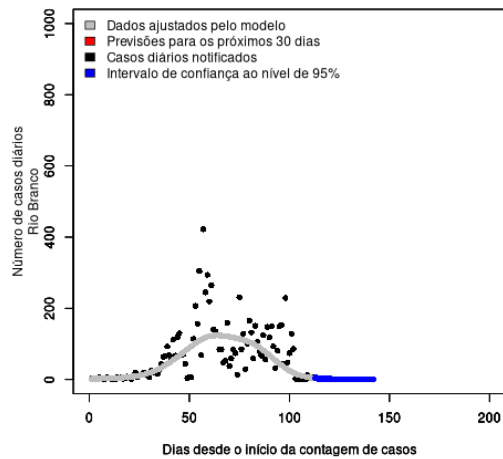
(c) Pará



(d) Belém

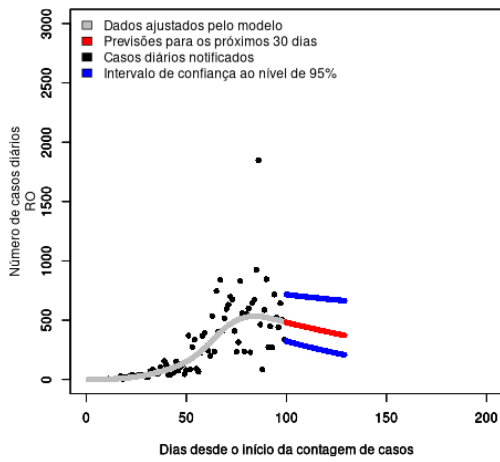


(e) Acre

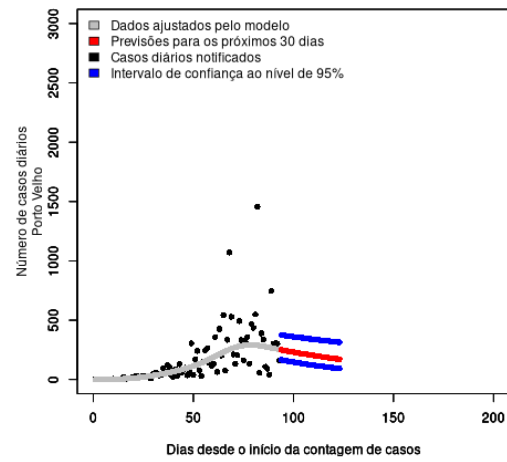


(f) Rio Branco

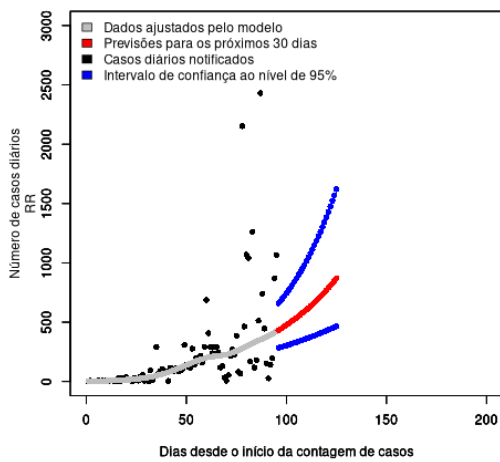
Figura 3.14: Previsões de casos diários - Região Norte - Unidades da federação e capitais (AM, PA e AC)



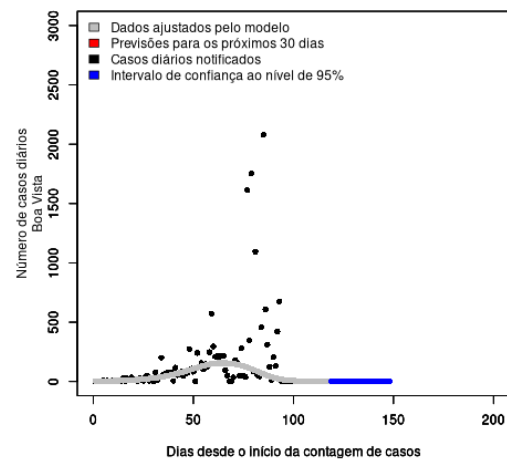
(a) Rondonia



(b) Porto Velho

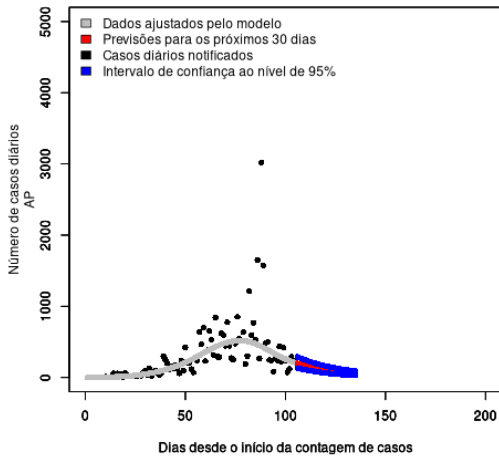


(c) Roraima

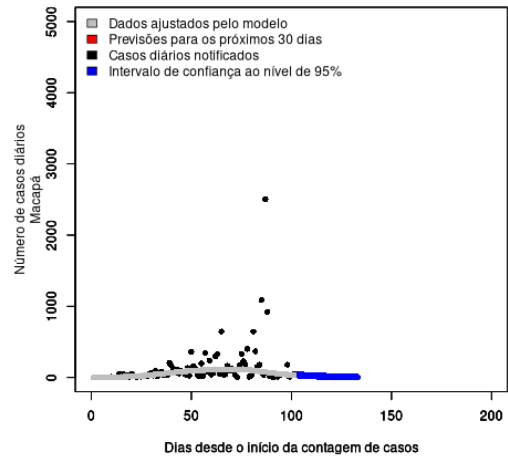


(d) Boa Vista

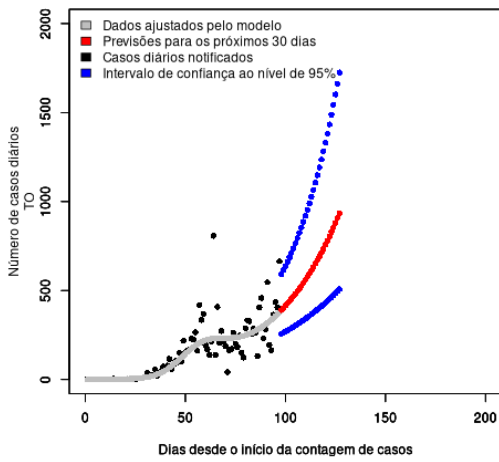
Figura 3.15: Previsões de casos diários - Região Norte - Unidades da federação e capitais (RO e RR)



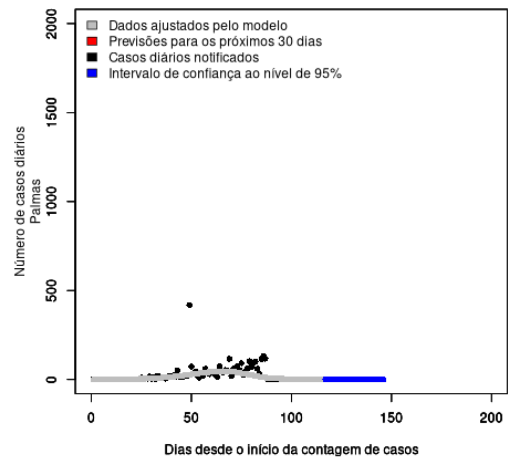
(a) Amapá



(b) Macapá

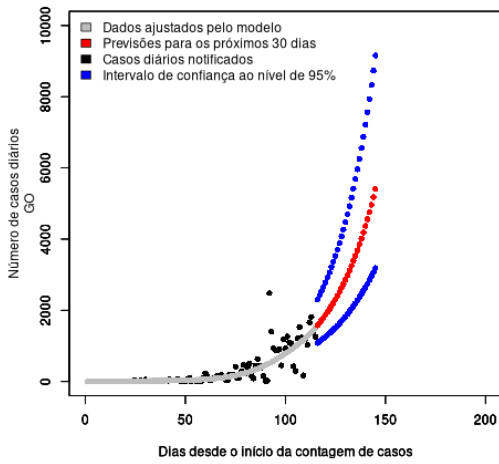


(c) Tocantins

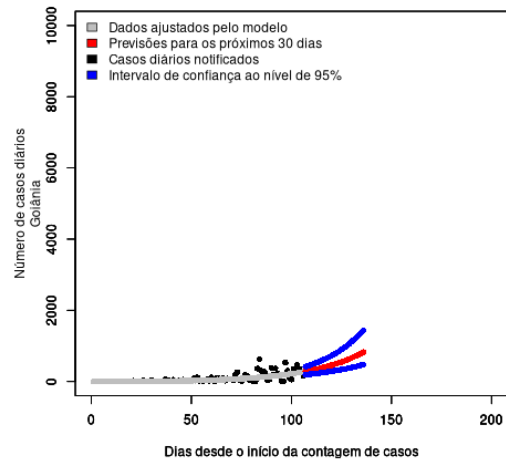


(d) Palmas

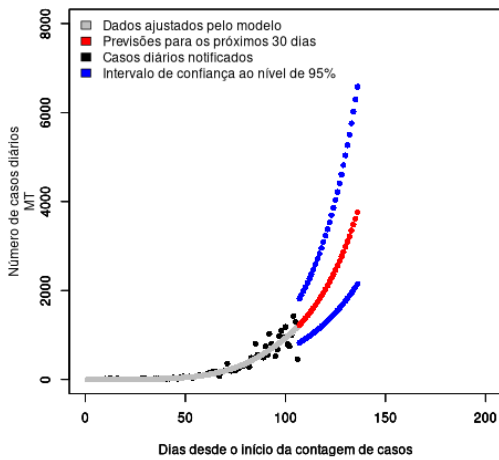
Figura 3.16: Previsões de casos diários - Região Norte - Unidades da federação e capitais (AP e TO)



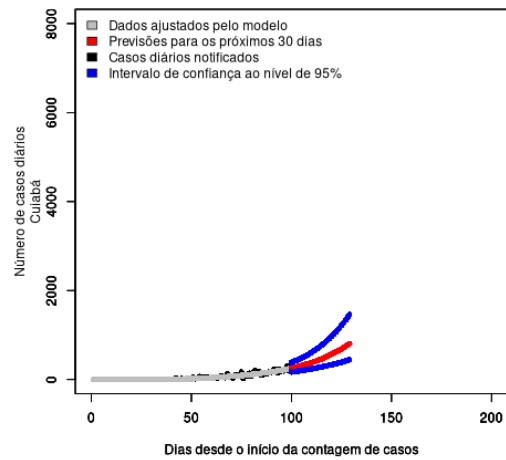
(a) Goiás



(b) Goiânia

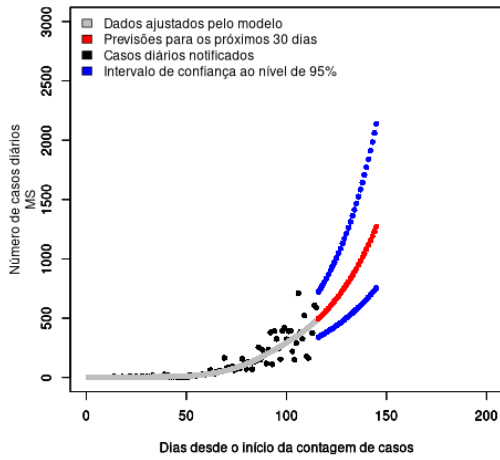


(c) Mato Grosso

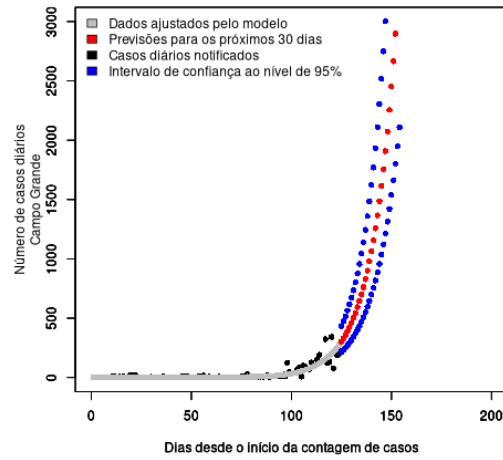


(d) Mato Grosso

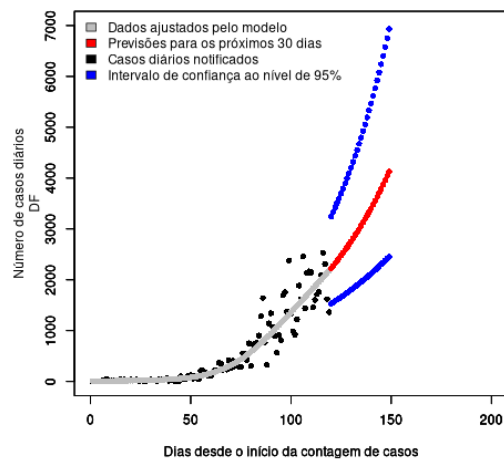
Figura 3.17: Previsões de casos diários - Região Centro-Oeste - Unidades da federação e capitais (GO e MT)



(a) Mato Grosso do Sul

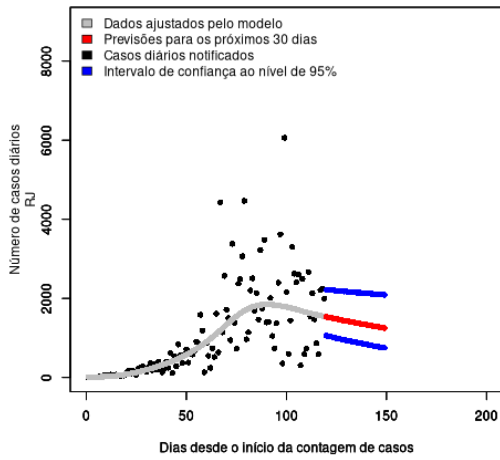


(b) Campo Grande

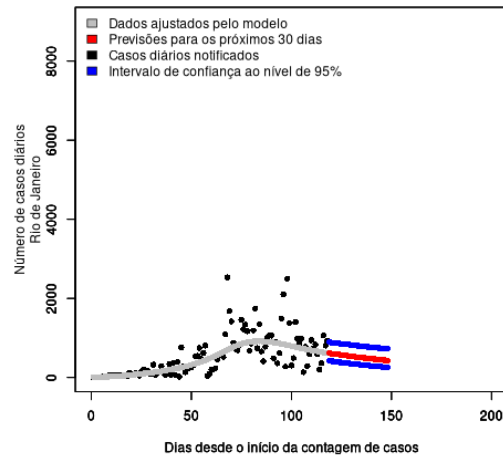


(c) Distrito Federal

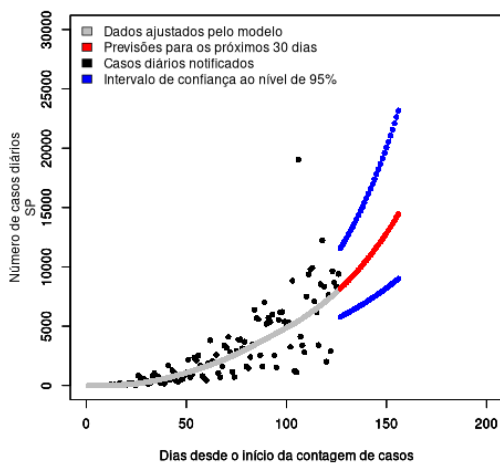
Figura 3.18: Previsões de casos diários - Região Centro-Oeste - Unidades da federação e capitais (MS e DF)



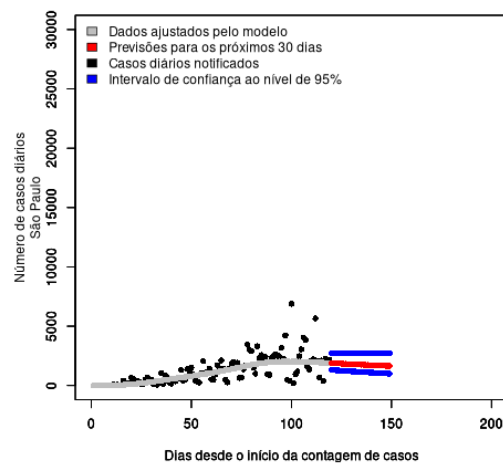
(a) Rio de Janeiro



(b) Rio de Janeiro (capital)

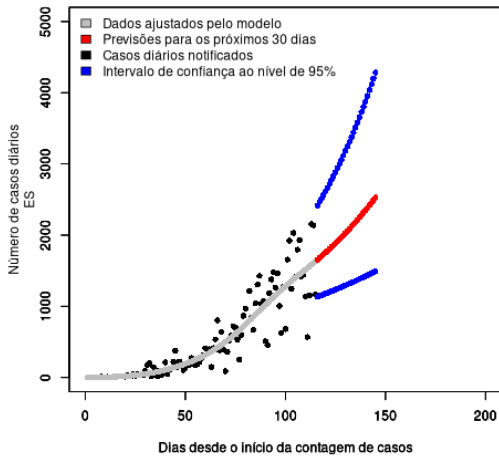


(c) São Paulo

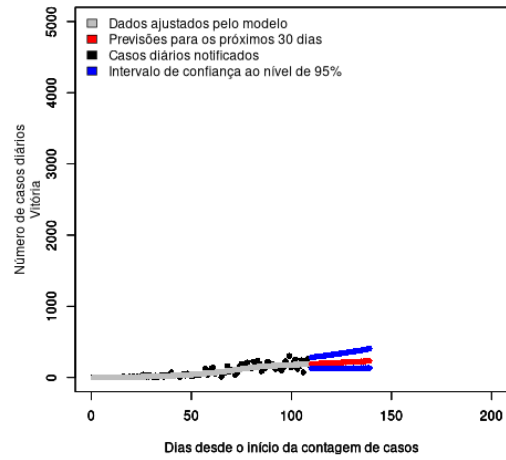


(d) São Paulo (capital)

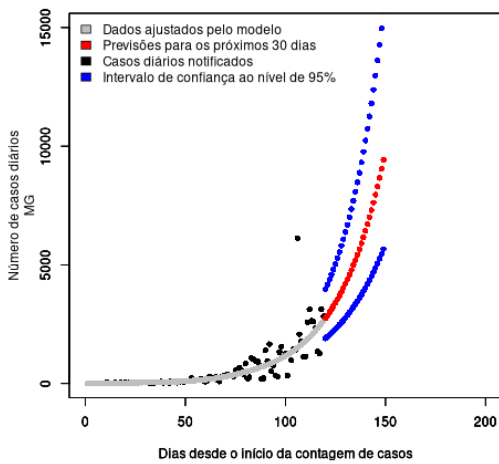
Figura 3.19: Previsões de casos diários - Região Sudeste - Unidades da federação e capitais (RJ e SP)



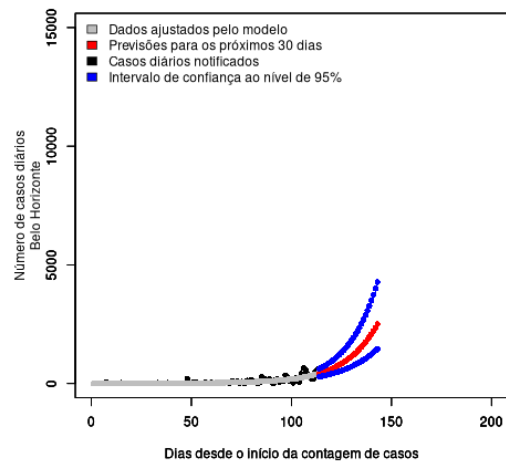
(a) Espírito Santo



(b) Vitória

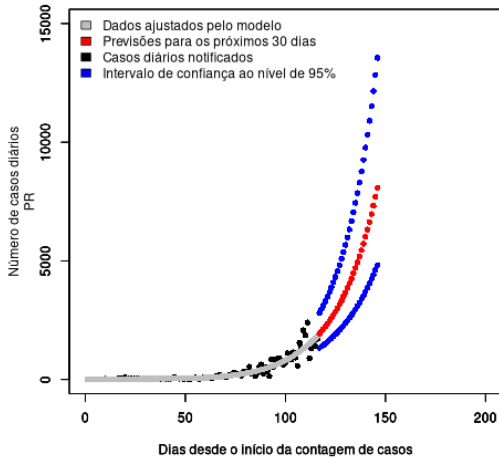


(c) Minas Gerais

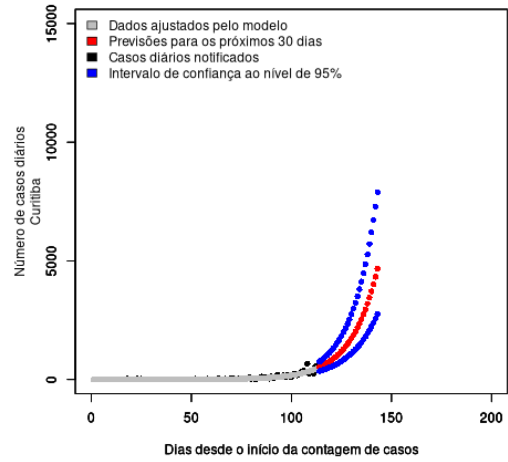


(d) Belo Horizonte

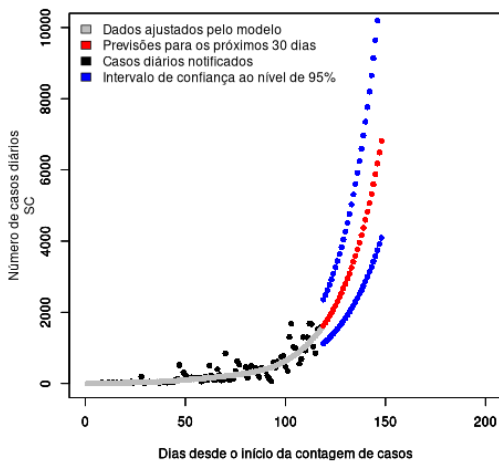
Figura 3.20: Previsões de casos diários - Região Sudeste - Unidades da federação e capitais (ES e MG)



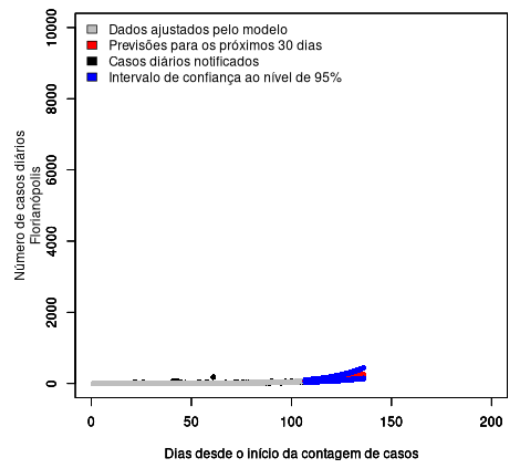
(a) Paraná



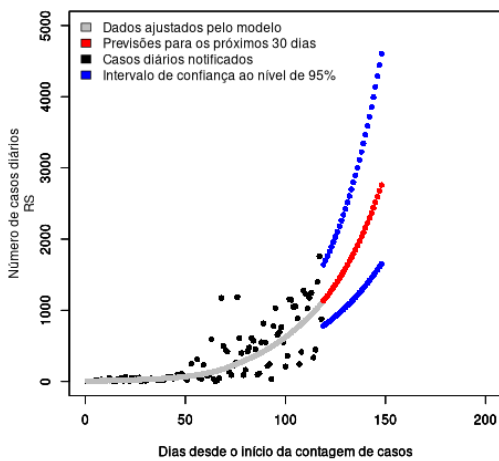
(b) Curitiba



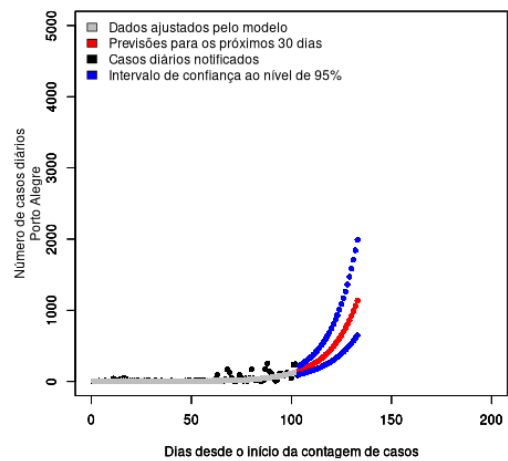
(c) Santa Catarina



(d) Florianópolis



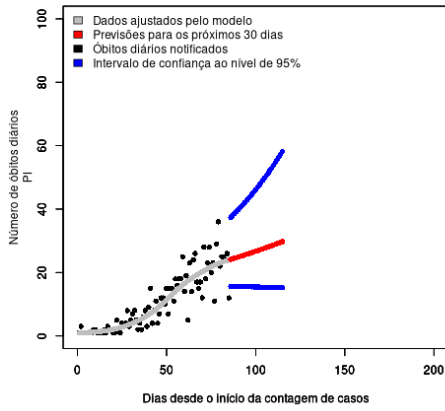
(e) Rio Grande do Sul



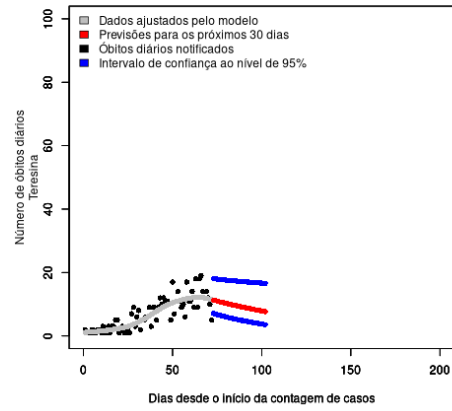
(f) Porto Alegre

Figura 3.21: Previsões de casos diários - Região Sul - Unidades da federação e capitais (AM, PA e AC)

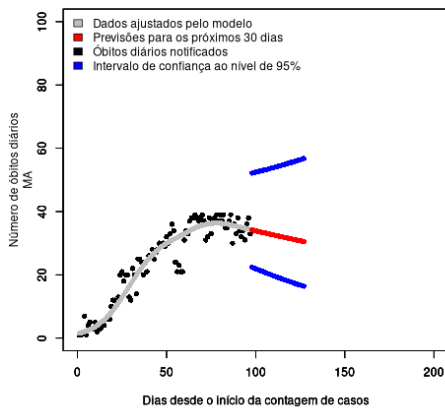
3.4.2 Gráficos - Previsões de óbitos diários (a partir de 11/07/2020)



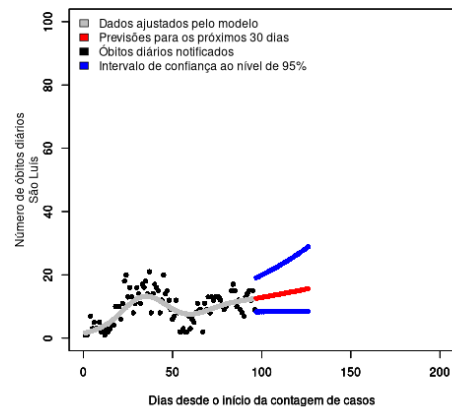
(a) Piauí



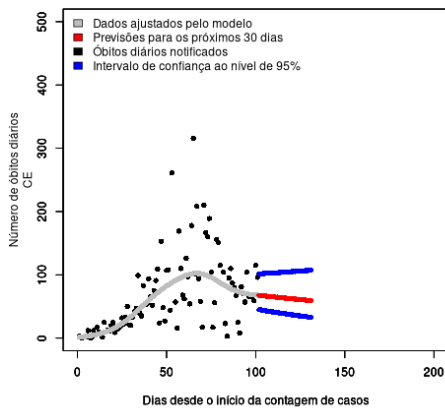
(b) Teresina



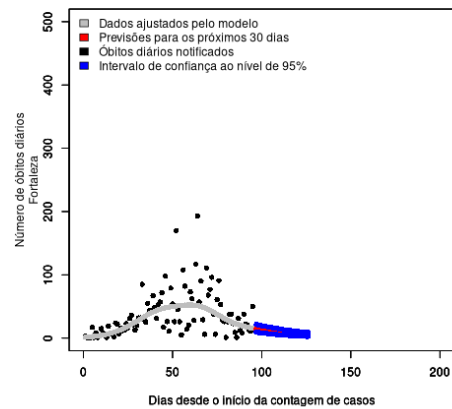
(c) Maranhão



(d) São Luís

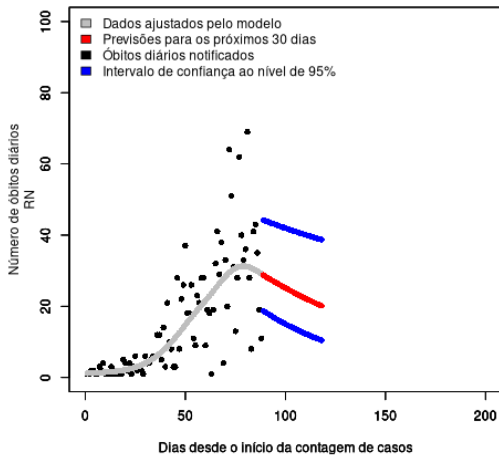


(e) Ceará

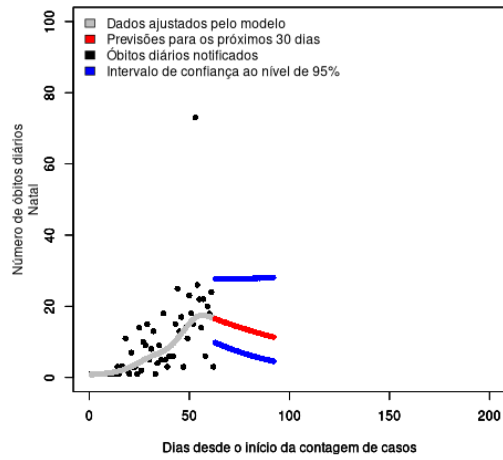


(f) Fortaleza

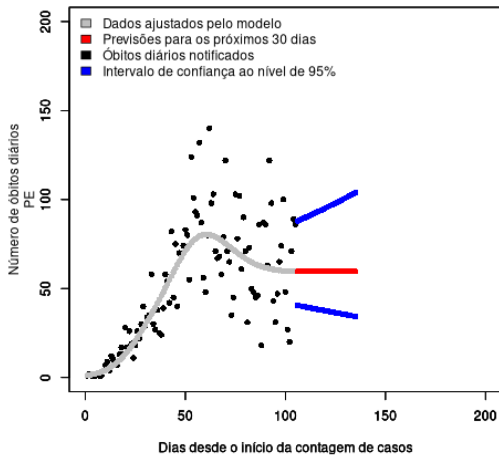
Figura 3.22: Previsões de óbitos diários - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (PI, MA e CE)



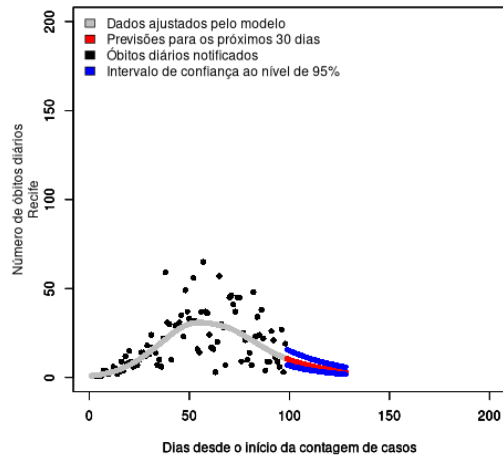
(a) Rio Grande do Norte



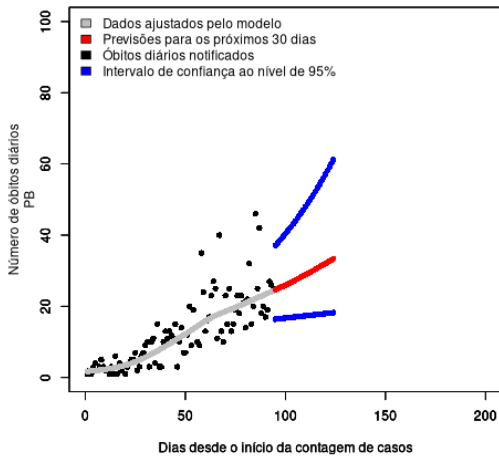
(b) Natal



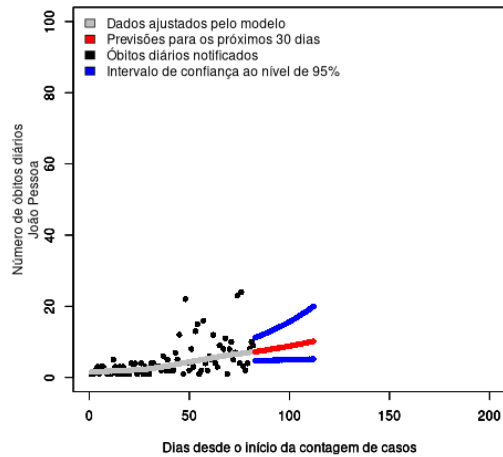
(c) Pernambuco



(d) Recife

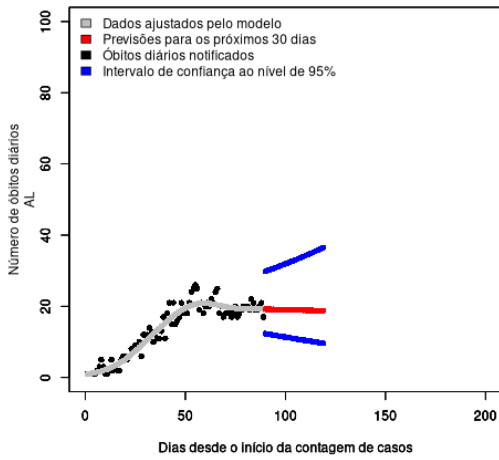


(e) Paraíba

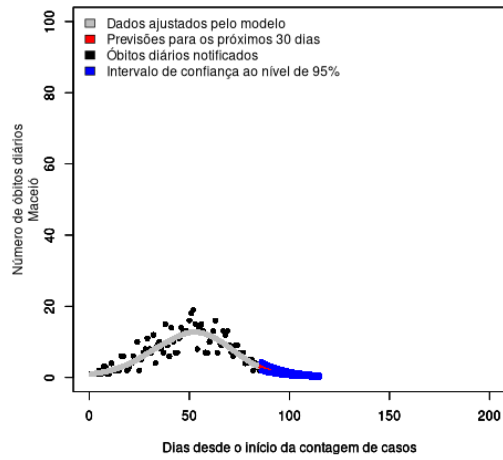


(f) João Pessoa

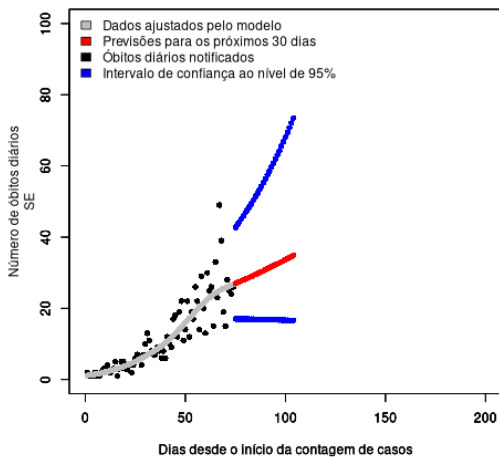
Figura 3.23: Previsões de óbitos diários - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (RN, PE e PB)



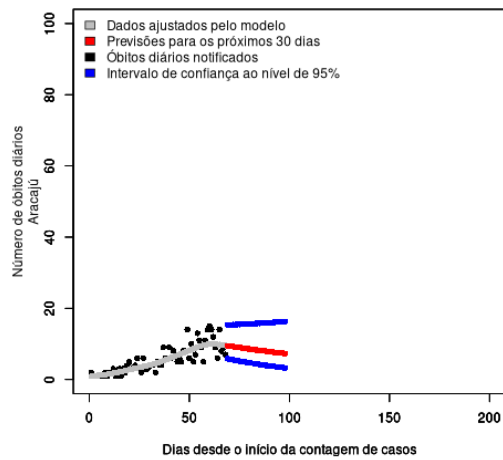
(a) Alagoas



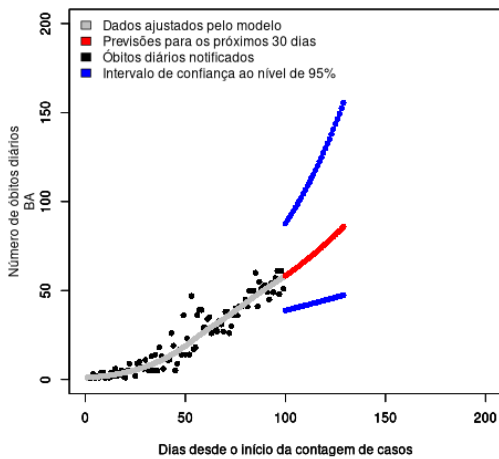
(b) Maceió



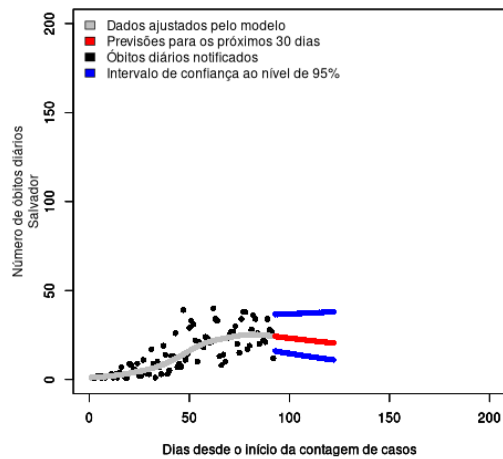
(c) Sergipe



(d) Aracaju

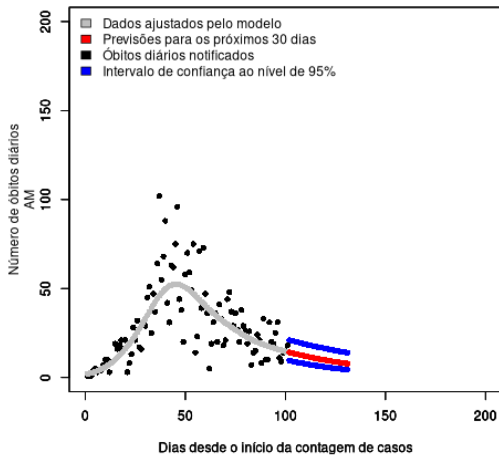


(e) Bahia

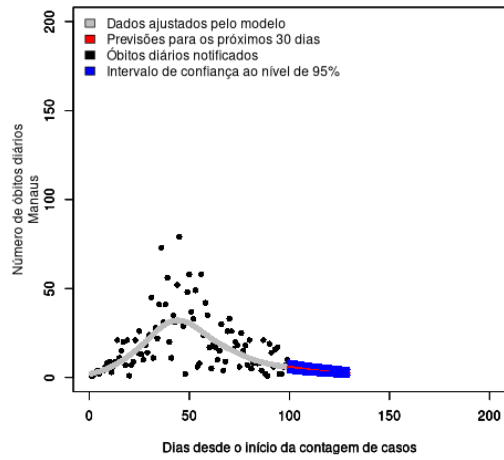


(f) Salvador

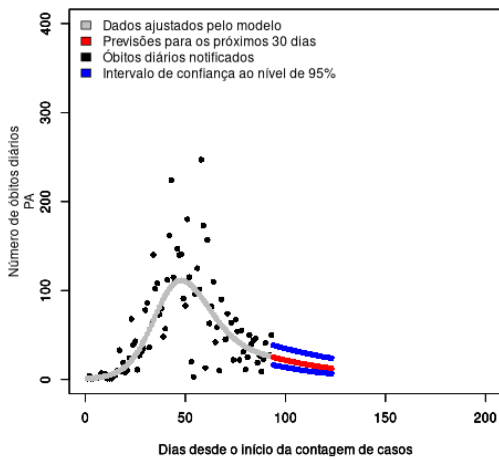
Figura 3.24: Previsões de óbitos diários - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (AL, SE e BA)



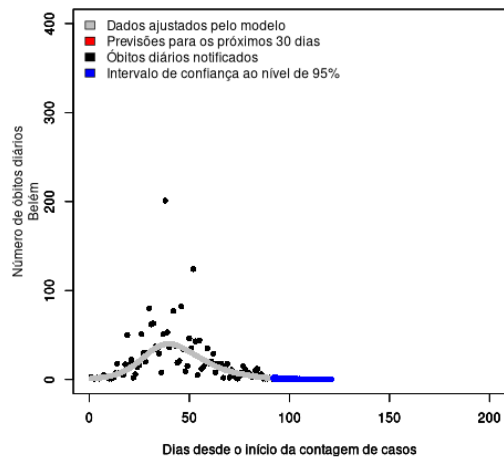
(a) Amazonas



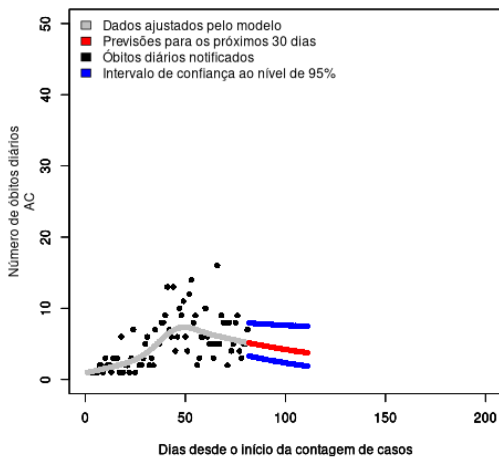
(b) Manaus



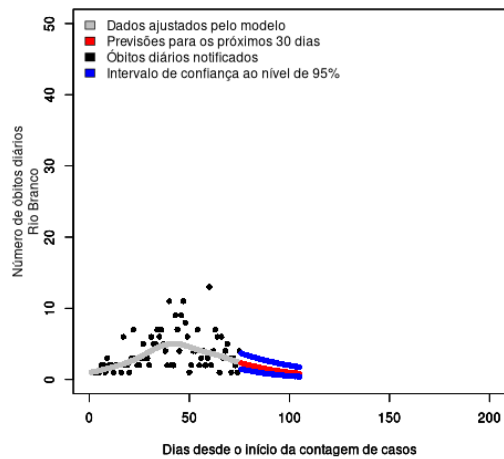
(c) Pará



(d) Belém

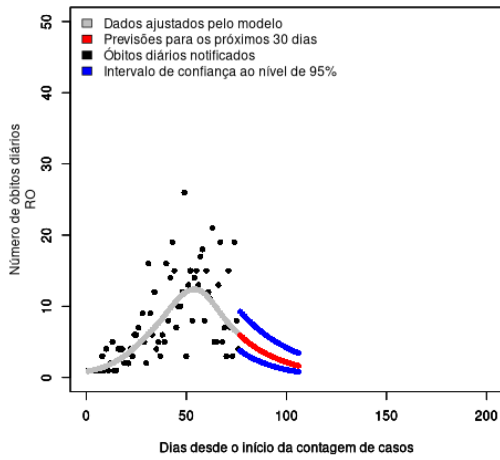


(e) Acre

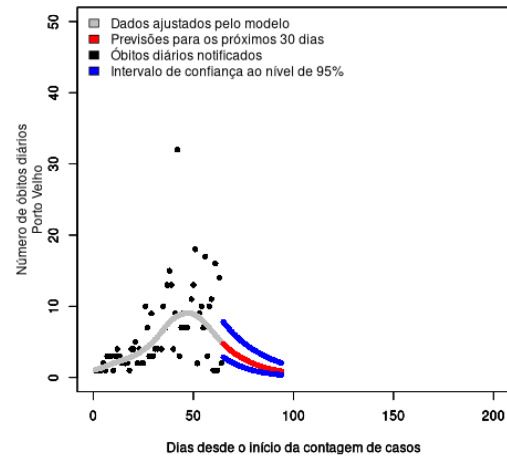


(f) Rio Branco

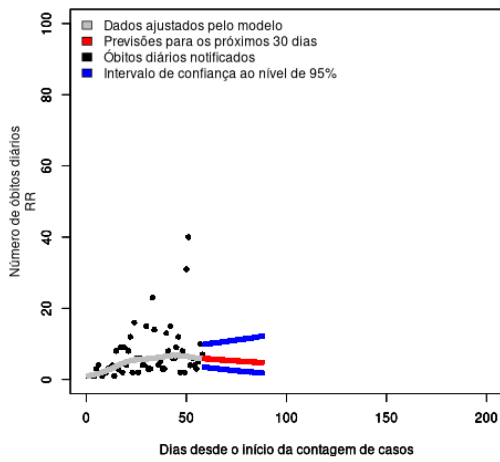
Figura 3.25: Previsões de óbitos diários - Região Norte - Unidades da federação e capitais (AM, PA e AC)



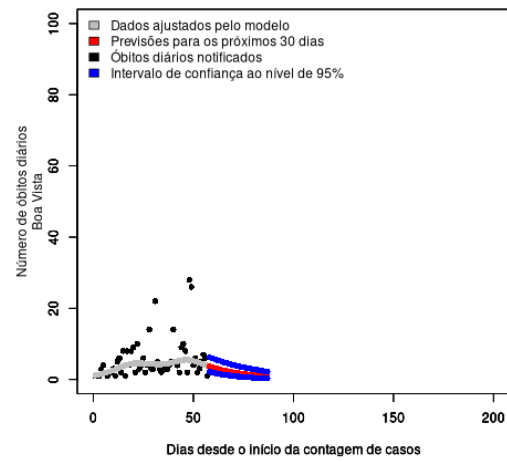
(a) Rondonia



(b) Porto Velho

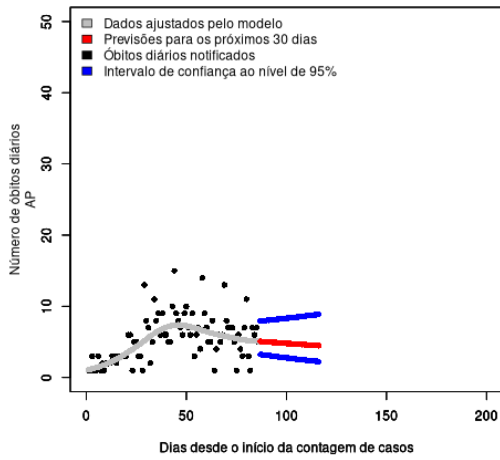


(c) Roraima

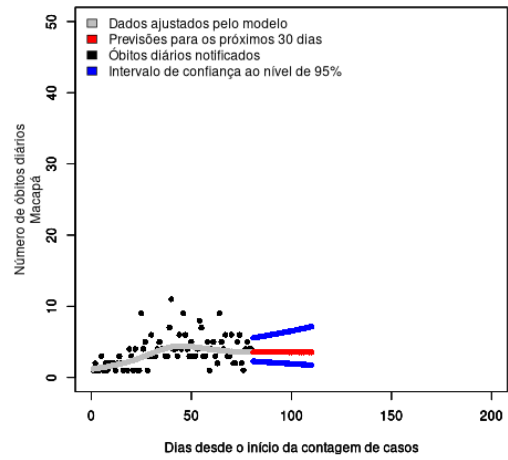


(d) Boa Vista

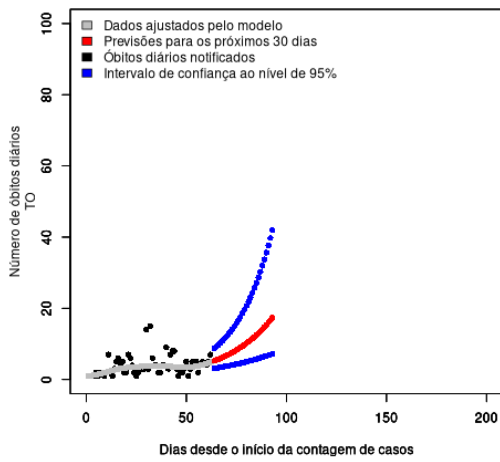
Figura 3.26: Previsões de óbitos diários - Região Norte - Unidades da federação e capitais (RO e RR)



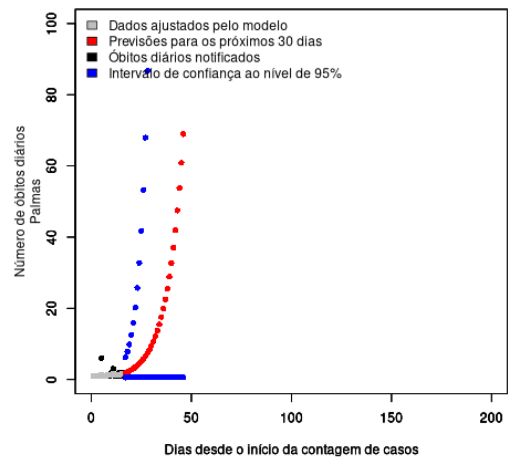
(a) Amapá



(b) Macapá

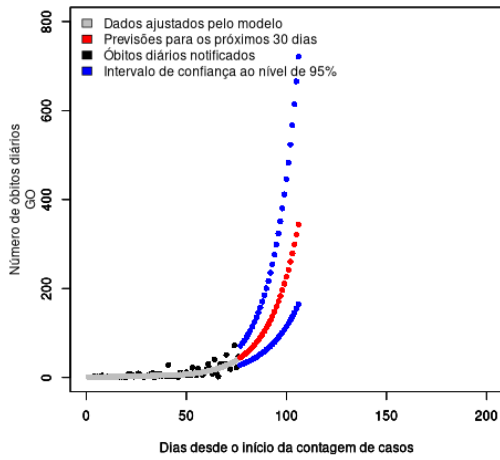


(c) Tocantins

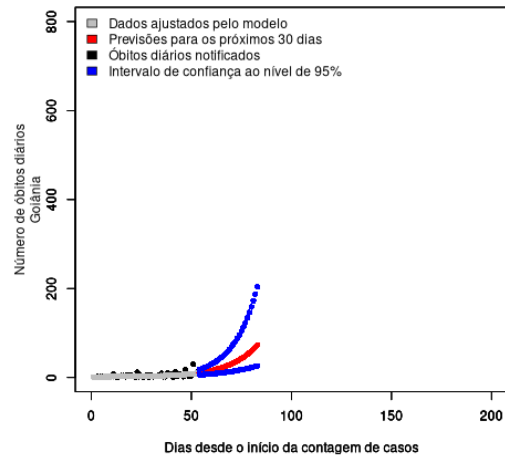


(d) Palmas

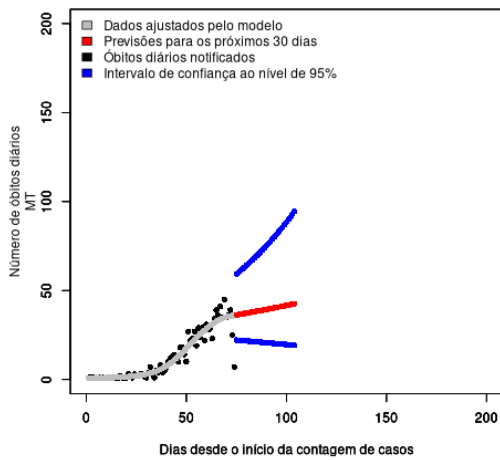
Figura 3.27: Previsões de óbitos diários - Região Norte - Unidades da federação e capitais (AP e TO)



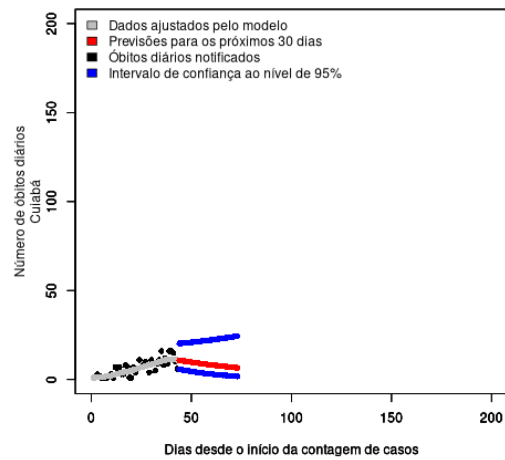
(a) Goiás



(b) Goiânia

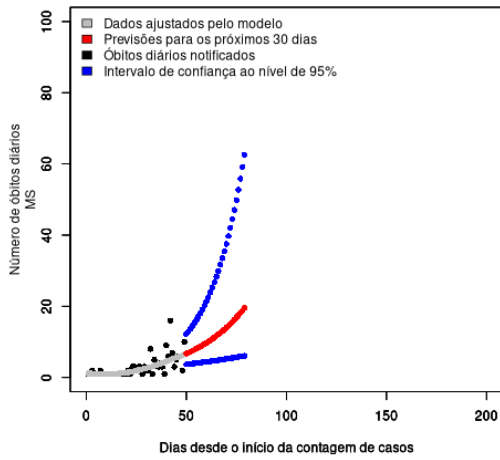


(c) Mato Grosso

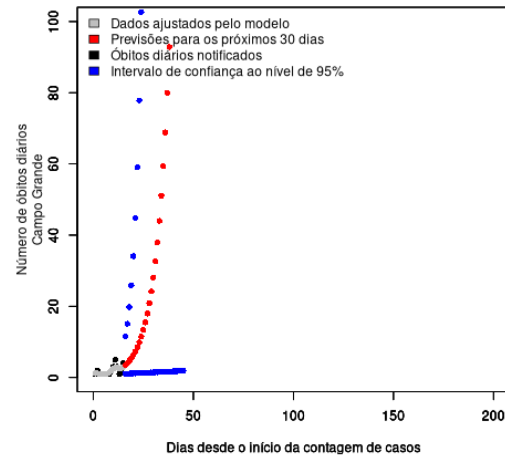


(d) Cuiabá

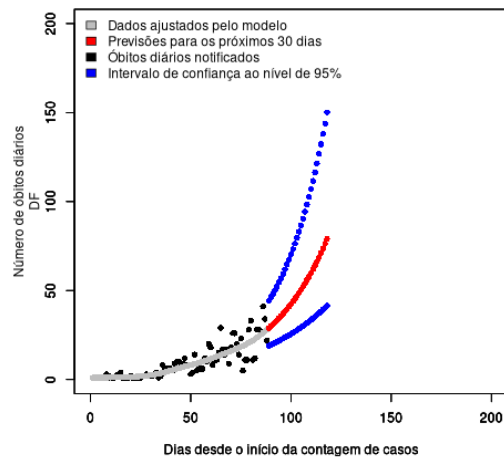
Figura 3.28: Previsões de óbitos diários - Região Centro-Oeste - Unidades da federação e capitais (GO e MT)



(a) Mato Grosso do Sul

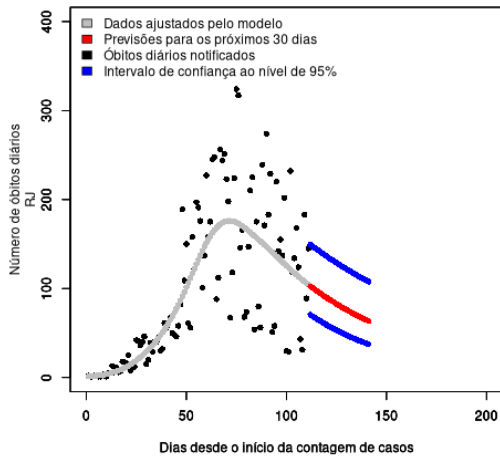


(b) Campo Grande

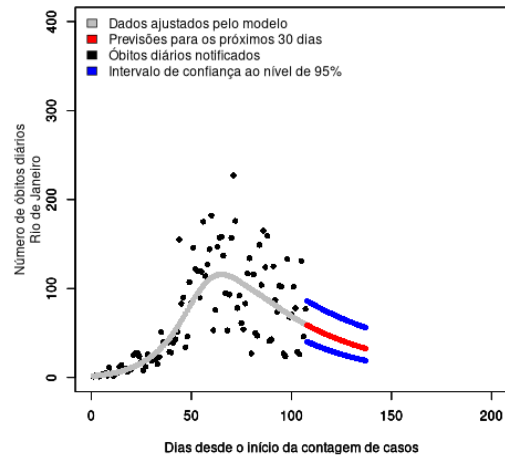


(c) Distrito Federal

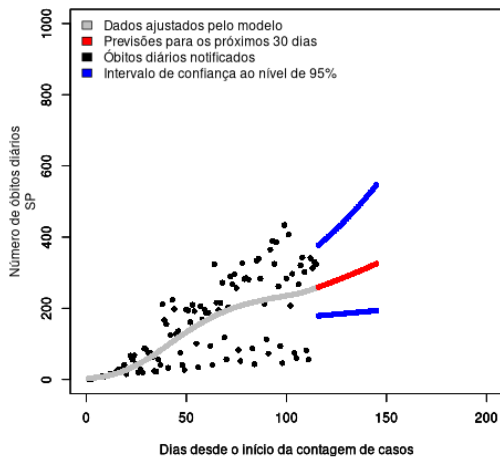
Figura 3.29: Previsões de óbitos diários - Região Centro-Oeste - Unidades da federação e capitais (MS e DF)



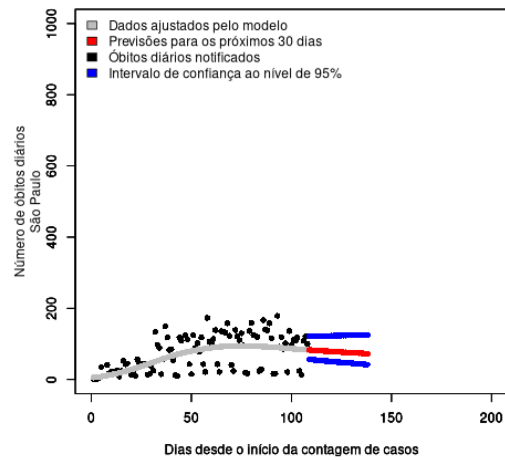
(a) Rio de Janeiro



(b) Rio de Janeiro (capital)

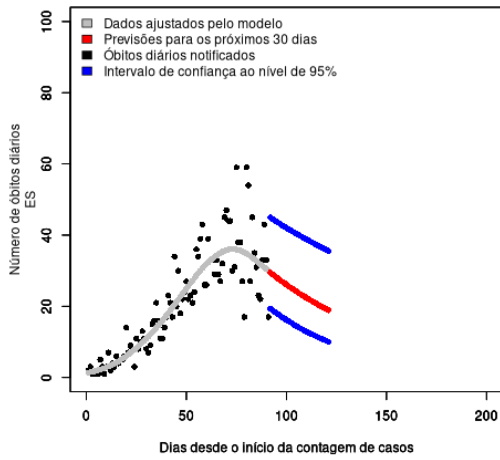


(c) São Paulo

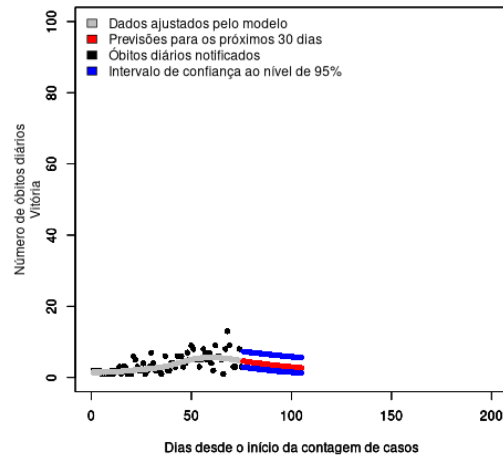


(d) São Paulo (capital)

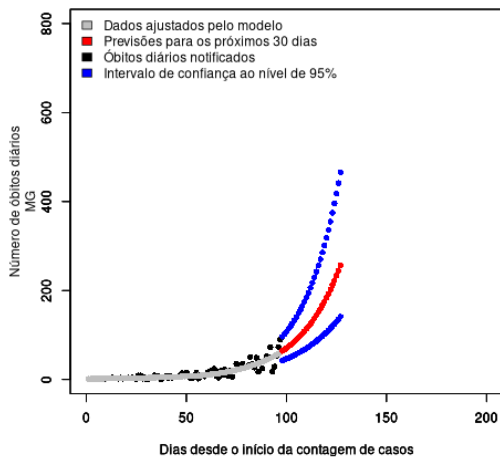
Figura 3.30: Previsões de óbitos diários - Região Sudeste - Unidades da federação e capitais (RJ e SP)



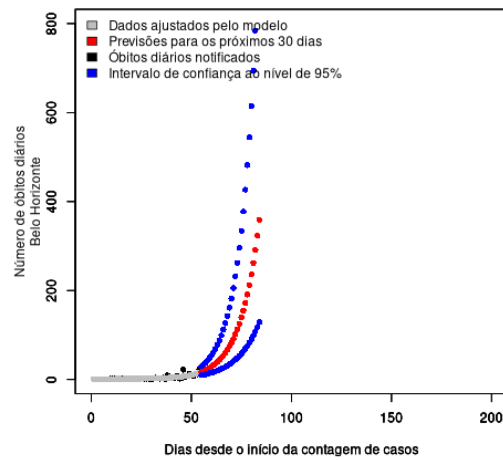
(a) Espírito Santo



(b) Vitória

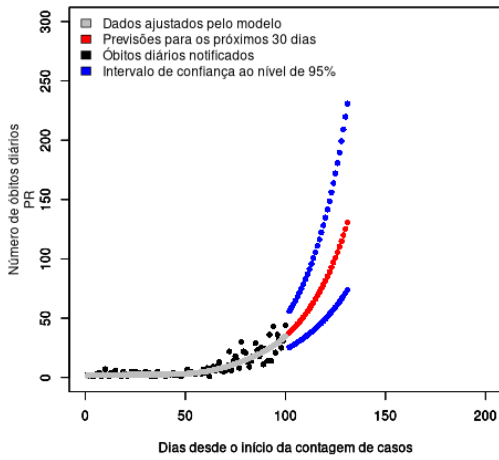


(c) Minas Gerais

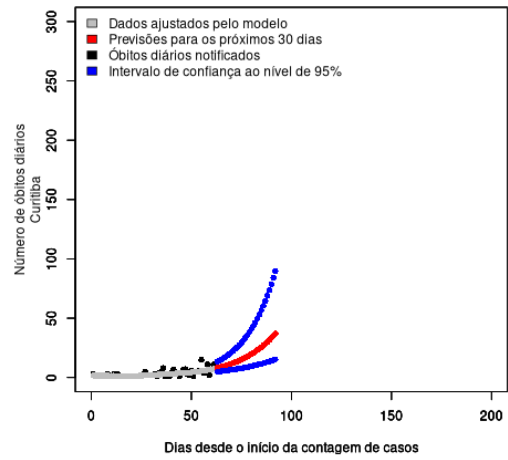


(d) Belo Horizonte

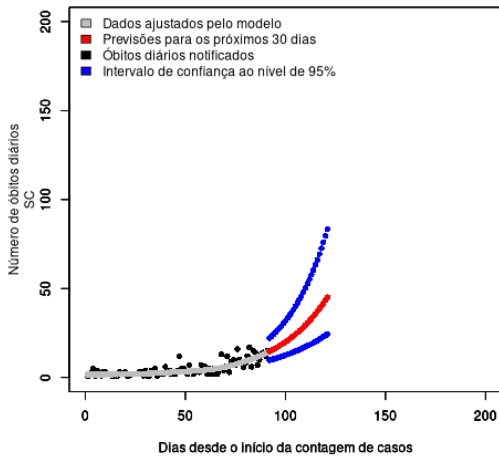
Figura 3.31: Previsões de óbitos diários - Região Sudeste - Unidades da federação e capitais (ES e MG)



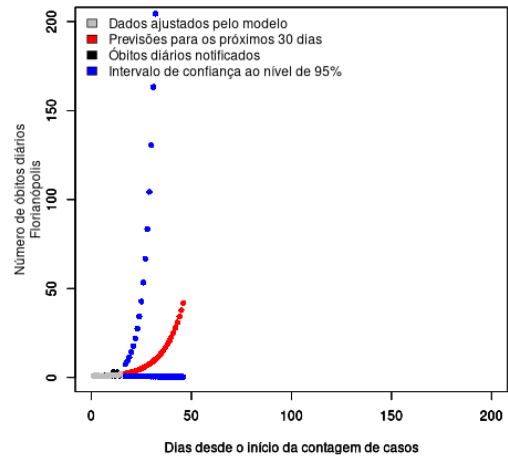
(a) Paraná



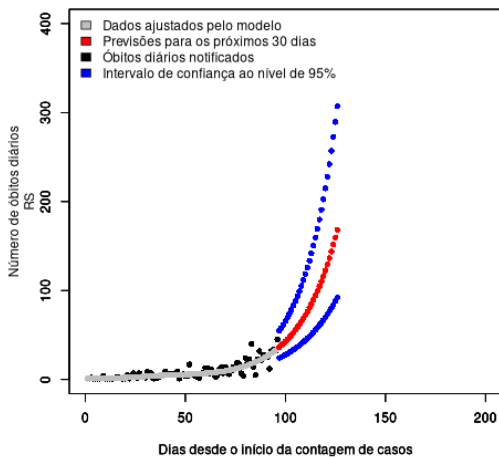
(b) Curitiba



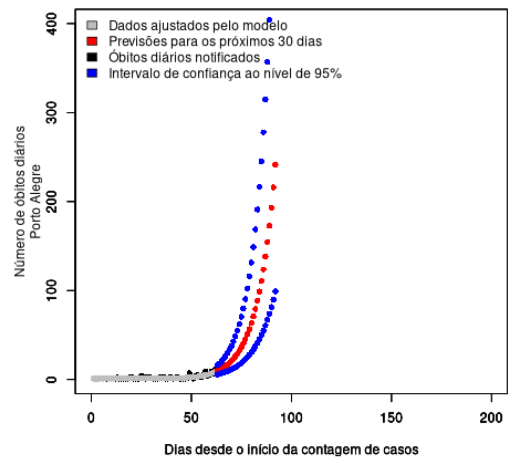
(c) Santa Catarina



(d) Florianópolis



(e) Rio Grande do Sul



(f) Porto Alegre

Figura 3.32: Previsões de óbitos diários - Região Sul - Unidades da federação e capitais (AM, PA e AC)

3.5 Tabelas com previsões de casos diários - Unidades da federação e capitais

3.5.1 Previsões de casos diários - Estados

As tabelas de (3.2) a (3.6) apresentam as previsões de casos diários de covid-19 para os estados brasileiros, segundo região, considerando os modelos ajustados para cada uma das distribuições escolhidas.

| Dia | Estados | | | | | | | | |
|-----|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
| | PI | CE | MA | RN | PB | PE | AL | SE | BA |
| 1 | 1249.69 | 2274.40 | 1199.64 | 715.90 | 1256.50 | 1035.01 | 787.09 | 1031.57 | 3419.30 |
| 2 | 1295.31 | 2297.03 | 1191.10 | 725.52 | 1262.72 | 1046.58 | 781.94 | 1058.20 | 3534.09 |
| 3 | 1342.60 | 2319.88 | 1182.62 | 735.27 | 1268.96 | 1058.29 | 776.82 | 1085.52 | 3652.73 |
| 4 | 1391.61 | 2342.96 | 1174.20 | 745.15 | 1275.24 | 1070.12 | 771.74 | 1113.55 | 3775.35 |
| 5 | 1442.41 | 2366.27 | 1165.84 | 755.16 | 1281.55 | 1082.08 | 766.69 | 1142.29 | 3902.09 |
| 6 | 1495.07 | 2389.81 | 1157.54 | 765.31 | 1287.89 | 1094.18 | 761.67 | 1171.78 | 4033.08 |
| 7 | 1549.65 | 2413.58 | 1149.30 | 775.60 | 1294.26 | 1106.41 | 756.69 | 1202.03 | 4168.48 |
| 8 | 1606.22 | 2437.59 | 1141.11 | 786.02 | 1300.66 | 1118.78 | 751.74 | 1233.06 | 4308.41 |
| 9 | 1664.86 | 2461.84 | 1132.99 | 796.58 | 1307.09 | 1131.29 | 746.82 | 1264.89 | 4453.05 |
| 10 | 1725.64 | 2486.34 | 1124.92 | 807.29 | 1313.56 | 1143.94 | 741.93 | 1297.55 | 4602.54 |
| 11 | 1788.63 | 2511.07 | 1116.91 | 818.14 | 1320.05 | 1156.73 | 737.07 | 1331.05 | 4757.05 |
| 12 | 1853.93 | 2536.05 | 1108.96 | 829.13 | 1326.58 | 1169.66 | 732.25 | 1365.41 | 4916.74 |
| 13 | 1921.61 | 2561.28 | 1101.06 | 840.28 | 1333.15 | 1182.74 | 727.46 | 1400.66 | 5081.80 |
| 14 | 1991.76 | 2586.76 | 1093.22 | 851.57 | 1339.74 | 1195.96 | 722.70 | 1436.82 | 5252.39 |
| 15 | 2064.47 | 2612.49 | 1085.44 | 863.01 | 1346.37 | 1209.33 | 717.97 | 1473.91 | 5428.72 |

Tabela 3.2: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Nordeste

| Dia | Estados | | | | | | |
|-----|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | AM | PA | AC | RR | RO | AP | TO |
| 1 | 926.27 | 1629.46 | 208.78 | 487.16 | 499.40 | 204.89 | 409.22 |
| 2 | 928.06 | 1602.34 | 208.30 | 502.51 | 496.70 | 196.80 | 422.23 |
| 3 | 929.85 | 1575.67 | 207.82 | 518.35 | 494.02 | 189.02 | 435.65 |
| 4 | 931.64 | 1549.44 | 207.35 | 534.68 | 491.36 | 181.55 | 449.50 |
| 5 | 933.44 | 1523.65 | 206.87 | 551.53 | 488.71 | 174.38 | 463.79 |
| 6 | 935.23 | 1498.29 | 206.40 | 568.91 | 486.07 | 167.49 | 478.53 |
| 7 | 937.04 | 1473.35 | 205.93 | 586.83 | 483.45 | 160.87 | 493.74 |
| 8 | 938.84 | 1448.83 | 205.46 | 605.32 | 480.85 | 154.52 | 509.44 |
| 9 | 940.65 | 1424.71 | 204.99 | 624.40 | 478.25 | 148.41 | 525.63 |
| 10 | 942.46 | 1401.00 | 204.52 | 644.07 | 475.67 | 142.55 | 542.34 |
| 11 | 944.28 | 1377.68 | 204.05 | 664.36 | 473.11 | 136.92 | 559.58 |
| 12 | 946.10 | 1354.75 | 203.58 | 685.30 | 470.56 | 131.51 | 577.37 |
| 13 | 947.92 | 1332.20 | 203.11 | 706.89 | 468.02 | 126.31 | 595.72 |
| 14 | 949.75 | 1310.02 | 202.65 | 729.16 | 465.50 | 121.32 | 614.66 |
| 15 | 951.58 | 1288.22 | 202.19 | 752.14 | 462.99 | 116.53 | 634.19 |

Tabela 3.3: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Norte

| Dia | Estados | | | |
|-----|---------|---------|--------|---------|
| | GO | MT | MS | DF |
| 1 | 1553.72 | 1462.17 | 544.99 | 2172.21 |
| 2 | 1614.84 | 1533.91 | 565.26 | 2212.08 |
| 3 | 1678.37 | 1609.17 | 586.28 | 2252.69 |
| 4 | 1744.40 | 1688.12 | 608.09 | 2294.04 |
| 5 | 1813.02 | 1770.95 | 630.71 | 2336.15 |
| 6 | 1884.34 | 1857.83 | 654.17 | 2379.03 |
| 7 | 1958.47 | 1948.99 | 678.51 | 2422.70 |
| 8 | 2035.52 | 2044.61 | 703.75 | 2467.17 |
| 9 | 2115.59 | 2144.93 | 729.93 | 2512.46 |
| 10 | 2198.82 | 2250.16 | 757.08 | 2558.57 |
| 11 | 2285.32 | 2360.56 | 785.24 | 2605.54 |
| 12 | 2375.22 | 2476.38 | 814.45 | 2653.37 |
| 13 | 2468.66 | 2597.88 | 844.75 | 2702.07 |
| 14 | 2565.78 | 2725.34 | 876.17 | 2751.67 |
| 15 | 2666.72 | 2859.06 | 908.76 | 2802.18 |

Tabela 3.4: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Centro Oeste

| Dia | Estados | | | |
|-----|---------|----------|---------|---------|
| | RJ | SP | ES | MG |
| 1 | 1441.71 | 8121.25 | 1621.46 | 2948.65 |
| 2 | 1426.88 | 8276.99 | 1641.50 | 3081.94 |
| 3 | 1412.20 | 8435.72 | 1661.79 | 3221.25 |
| 4 | 1397.68 | 8597.49 | 1682.34 | 3366.85 |
| 5 | 1383.30 | 8762.36 | 1703.13 | 3519.04 |
| 6 | 1369.07 | 8930.40 | 1724.19 | 3678.10 |
| 7 | 1354.99 | 9101.66 | 1745.50 | 3844.36 |
| 8 | 1341.05 | 9276.20 | 1767.08 | 4018.13 |
| 9 | 1327.25 | 9454.08 | 1788.92 | 4199.76 |
| 10 | 1313.60 | 9635.38 | 1811.04 | 4389.59 |
| 11 | 1300.09 | 9820.16 | 1833.43 | 4588.01 |
| 12 | 1286.72 | 10008.48 | 1856.09 | 4795.39 |
| 13 | 1273.48 | 10200.41 | 1879.04 | 5012.15 |
| 14 | 1260.38 | 10396.02 | 1902.27 | 5238.71 |
| 15 | 1247.42 | 10595.39 | 1925.78 | 5475.51 |

Tabela 3.5: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Sudeste

| Dia | Estados | | |
|-----|---------|---------|---------|
| | PR | SC | RS |
| 1 | 2059.77 | 1720.56 | 1156.50 |
| 2 | 2166.19 | 1808.34 | 1191.62 |
| 3 | 2278.11 | 1900.60 | 1227.80 |
| 4 | 2395.80 | 1997.56 | 1265.09 |
| 5 | 2519.58 | 2099.48 | 1303.51 |
| 6 | 2649.76 | 2206.59 | 1343.09 |
| 7 | 2786.66 | 2319.17 | 1383.88 |
| 8 | 2930.63 | 2437.49 | 1425.90 |
| 9 | 3082.04 | 2561.84 | 1469.20 |
| 10 | 3241.27 | 2692.54 | 1513.82 |
| 11 | 3408.73 | 2829.91 | 1559.79 |
| 12 | 3584.85 | 2974.29 | 1607.16 |
| 13 | 3770.06 | 3126.04 | 1655.96 |
| 14 | 3964.84 | 3285.52 | 1706.25 |
| 15 | 4169.68 | 3453.14 | 1758.06 |

Tabela 3.6: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Sul

3.5.2 Tabelas com previsões de casos diários - Capitais

As tabelas (3.7) a (3.11) apresentam as previsões de casos diários de covid-19 para as capitais das unidades da federação brasileiros, segundo região, considerando os modelos ajustados para cada uma das distribuições escolhidas.

| Dia | Estados | | | | | | | | |
|-----|----------|-----------|----------|--------|-------------|--------|--------|---------|----------|
| | Teresina | Fortaleza | São Luís | Natal | João Pessoa | Recife | Maceió | Aracajú | Salvador |
| 1 | 410.37 | 179.62 | 93.78 | 393.76 | 309.54 | 146.57 | 208.18 | 369.41 | 857.53 |
| 2 | 425.29 | 174.82 | 94.83 | 404.22 | 310.04 | 146.52 | 203.87 | 369.87 | 864.88 |
| 3 | 440.75 | 170.16 | 95.88 | 414.96 | 310.55 | 146.48 | 199.65 | 370.33 | 872.30 |
| 4 | 456.77 | 165.62 | 96.95 | 425.98 | 311.05 | 146.43 | 195.52 | 370.79 | 879.78 |
| 5 | 473.37 | 161.20 | 98.02 | 437.29 | 311.56 | 146.39 | 191.47 | 371.26 | 887.32 |
| 6 | 490.58 | 156.90 | 99.12 | 448.90 | 312.06 | 146.34 | 187.51 | 371.72 | 894.93 |
| 7 | 508.41 | 152.71 | 100.22 | 460.83 | 312.57 | 146.30 | 183.62 | 372.18 | 902.60 |
| 8 | 526.89 | 148.64 | 101.33 | 473.07 | 313.08 | 146.25 | 179.82 | 372.65 | 910.34 |
| 9 | 546.04 | 144.67 | 102.46 | 485.63 | 313.58 | 146.21 | 176.10 | 373.11 | 918.14 |
| 10 | 565.89 | 140.81 | 103.60 | 498.53 | 314.09 | 146.17 | 172.45 | 373.58 | 926.01 |
| 11 | 586.46 | 137.05 | 104.75 | 511.77 | 314.60 | 146.12 | 168.88 | 374.04 | 933.95 |
| 12 | 607.78 | 133.40 | 105.92 | 525.36 | 315.11 | 146.08 | 165.39 | 374.51 | 941.96 |
| 13 | 629.87 | 129.84 | 107.09 | 539.31 | 315.63 | 146.03 | 161.96 | 374.98 | 950.03 |
| 14 | 652.77 | 126.37 | 108.28 | 553.64 | 316.14 | 145.99 | 158.61 | 375.44 | 958.18 |
| 15 | 676.49 | 123.00 | 109.49 | 568.34 | 316.65 | 145.94 | 155.32 | 375.91 | 966.39 |

Tabela 3.7: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Nordeste

| Dia | Estados | | | | | | |
|-----|---------|-------|------------|-----------|-------------|--------|--------|
| | Manaus | Belém | Rio Branco | Boa Vista | Porto Velho | Macapá | Palmas |
| 1 | 215.89 | 2.16 | 3.74 | 0.59 | 255.00 | 32.20 | 0.72 |
| 2 | 215.65 | 2.08 | 3.22 | 0.53 | 252.35 | 30.87 | 0.67 |
| 3 | 215.42 | 2.00 | 2.78 | 0.48 | 249.72 | 29.59 | 0.63 |
| 4 | 215.18 | 1.93 | 2.40 | 0.43 | 247.12 | 28.36 | 0.59 |
| 5 | 214.94 | 1.86 | 2.07 | 0.38 | 244.55 | 27.19 | 0.55 |
| 6 | 214.70 | 1.79 | 1.78 | 0.34 | 242.01 | 26.06 | 0.52 |
| 7 | 214.46 | 1.72 | 1.54 | 0.31 | 239.49 | 24.98 | 0.48 |
| 8 | 214.23 | 1.66 | 1.32 | 0.27 | 237.00 | 23.95 | 0.45 |
| 9 | 213.99 | 1.59 | 1.14 | 0.25 | 234.53 | 22.95 | 0.42 |
| 10 | 213.75 | 1.53 | 0.98 | 0.22 | 232.09 | 22.00 | 0.40 |
| 11 | 213.52 | 1.48 | 0.85 | 0.20 | 229.67 | 21.09 | 0.37 |
| 12 | 213.28 | 1.42 | 0.73 | 0.18 | 227.28 | 20.22 | 0.35 |
| 13 | 213.04 | 1.37 | 0.63 | 0.16 | 224.92 | 19.38 | 0.33 |
| 14 | 212.81 | 1.32 | 0.54 | 0.14 | 222.58 | 18.58 | 0.31 |
| 15 | 212.57 | 1.27 | 0.47 | 0.13 | 220.26 | 17.81 | 0.29 |

Tabela 3.8: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Norte

| Dia | Estados | | |
|-----|---------|--------|--------------|
| | Goiânia | Cuiabá | Campo Grande |
| 1 | 257.90 | 257.05 | 322.58 |
| 2 | 265.21 | 265.84 | 350.18 |
| 3 | 272.73 | 274.92 | 380.15 |
| 4 | 280.46 | 284.32 | 412.68 |
| 5 | 288.41 | 294.04 | 447.99 |
| 6 | 296.58 | 304.09 | 486.32 |
| 7 | 304.99 | 314.49 | 527.94 |
| 8 | 313.63 | 325.24 | 573.11 |
| 9 | 322.52 | 336.35 | 622.15 |
| 10 | 331.66 | 347.85 | 675.39 |
| 11 | 341.06 | 359.74 | 733.18 |
| 12 | 350.73 | 372.04 | 795.92 |
| 13 | 360.67 | 384.76 | 864.02 |
| 14 | 370.89 | 397.91 | 937.95 |
| 15 | 381.40 | 411.51 | 1018.21 |

Tabela 3.9: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Centro Oeste

| Dia | Estados | | | |
|-----|----------------|-----------|----------------|--------------|
| | Rio de Janeiro | São Paulo | Espírito Santo | Minas Gerais |
| 1 | 612.56 | 1908.69 | 170.47 | 486.85 |
| 2 | 605.17 | 1907.19 | 170.19 | 519.42 |
| 3 | 597.86 | 1905.68 | 169.91 | 554.17 |
| 4 | 590.65 | 1904.17 | 169.63 | 591.24 |
| 5 | 583.52 | 1902.67 | 169.36 | 630.79 |
| 6 | 576.48 | 1901.17 | 169.08 | 672.99 |
| 7 | 569.52 | 1899.67 | 168.80 | 718.02 |
| 8 | 562.65 | 1898.17 | 168.53 | 766.05 |
| 9 | 555.86 | 1896.67 | 168.25 | 817.30 |
| 10 | 549.15 | 1895.17 | 167.98 | 871.98 |
| 11 | 542.52 | 1893.67 | 167.71 | 930.31 |
| 12 | 535.97 | 1892.18 | 167.43 | 992.55 |
| 13 | 529.51 | 1890.68 | 167.16 | 1058.95 |
| 14 | 523.12 | 1889.19 | 166.89 | 1129.79 |
| 15 | 516.80 | 1887.70 | 166.61 | 1205.37 |

Tabela 3.10: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Sudeste

| Dia | Estados | | |
|-----|----------|---------------|--------------|
| | Curitiba | Florianópolis | Porto Alegre |
| 1 | 589.30 | 68.10 | 139.24 |
| 2 | 638.19 | 71.56 | 147.52 |
| 3 | 691.12 | 75.19 | 156.29 |
| 4 | 748.45 | 79.01 | 165.58 |
| 5 | 810.53 | 83.02 | 175.43 |
| 6 | 877.76 | 87.23 | 185.86 |
| 7 | 950.57 | 91.66 | 196.91 |
| 8 | 1029.42 | 96.31 | 208.62 |
| 9 | 1114.81 | 101.20 | 221.02 |
| 10 | 1207.28 | 106.34 | 234.16 |
| 11 | 1307.42 | 111.74 | 248.09 |
| 12 | 1415.87 | 117.41 | 262.84 |
| 13 | 1533.32 | 123.37 | 278.47 |
| 14 | 1660.50 | 129.63 | 295.02 |
| 15 | 1798.24 | 136.21 | 312.57 |

Tabela 3.11: Previsões de novos casos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Sul

3.6 Tabelas com previsões de óbitos nos Unidades da federação e capitais

3.6.1 Previsões de óbitos diários - Estados

As tabelas de (3.12) a (3.16) apresentam as previsões de óbitos diários de covid-19 para os estados brasileiros, segundo região, considerando os modelos ajustados para cada uma das distribuições escolhidas.

| Dia | Estados | | | | | | | | |
|-----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | PI | CE | MA | RN | PB | PE | AL | SE | BA |
| 1 | 22.78 | 67.24 | 34.21 | 27.29 | 26.33 | 62.45 | 18.51 | 28.04 | 58.51 |
| 2 | 22.81 | 66.91 | 34.09 | 26.88 | 26.72 | 62.63 | 18.44 | 28.37 | 59.25 |
| 3 | 22.84 | 66.59 | 33.97 | 26.47 | 27.12 | 62.81 | 18.37 | 28.71 | 60.00 |
| 4 | 22.87 | 66.27 | 33.85 | 26.06 | 27.53 | 62.99 | 18.29 | 29.05 | 60.75 |
| 5 | 22.91 | 65.95 | 33.73 | 25.66 | 27.95 | 63.17 | 18.22 | 29.39 | 61.52 |
| 6 | 22.94 | 65.63 | 33.61 | 25.27 | 28.37 | 63.35 | 18.15 | 29.74 | 62.30 |
| 7 | 22.97 | 65.32 | 33.50 | 24.88 | 28.80 | 63.53 | 18.08 | 30.09 | 63.09 |
| 8 | 23.00 | 65.00 | 33.38 | 24.50 | 29.23 | 63.71 | 18.01 | 30.45 | 63.89 |
| 9 | 23.03 | 64.69 | 33.26 | 24.13 | 29.67 | 63.89 | 17.93 | 30.81 | 64.70 |
| 10 | 23.07 | 64.38 | 33.15 | 23.76 | 30.12 | 64.07 | 17.86 | 31.18 | 65.51 |
| 11 | 23.10 | 64.07 | 33.03 | 23.40 | 30.57 | 64.25 | 17.79 | 31.55 | 66.34 |
| 12 | 23.13 | 63.76 | 32.92 | 23.04 | 31.03 | 64.44 | 17.72 | 31.92 | 67.18 |
| 13 | 23.16 | 63.45 | 32.80 | 22.69 | 31.50 | 64.62 | 17.65 | 32.30 | 68.03 |
| 14 | 23.20 | 63.15 | 32.69 | 22.34 | 31.98 | 64.81 | 17.58 | 32.69 | 68.89 |
| 15 | 23.23 | 62.84 | 32.57 | 22.00 | 32.46 | 64.99 | 17.51 | 33.08 | 69.76 |

Tabela 3.12: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Nordeste

| Dia | Estados | | | | | | |
|-----|---------|-------|------|------|------|------|-------|
| | AM | PA | AC | RR | RO | AP | TO |
| 1 | 15.07 | 21.93 | 5.26 | 4.75 | 7.20 | 4.49 | 5.66 |
| 2 | 14.86 | 21.23 | 5.22 | 4.60 | 7.04 | 4.43 | 5.92 |
| 3 | 14.65 | 20.55 | 5.18 | 4.45 | 6.89 | 4.37 | 6.19 |
| 4 | 14.44 | 19.89 | 5.14 | 4.31 | 6.74 | 4.31 | 6.48 |
| 5 | 14.24 | 19.26 | 5.11 | 4.17 | 6.59 | 4.25 | 6.77 |
| 6 | 14.04 | 18.64 | 5.07 | 4.03 | 6.45 | 4.19 | 7.08 |
| 7 | 13.84 | 18.04 | 5.03 | 3.90 | 6.30 | 4.14 | 7.41 |
| 8 | 13.64 | 17.47 | 4.99 | 3.78 | 6.17 | 4.08 | 7.75 |
| 9 | 13.45 | 16.91 | 4.96 | 3.66 | 6.03 | 4.02 | 8.11 |
| 10 | 13.26 | 16.37 | 4.92 | 3.54 | 5.90 | 3.97 | 8.48 |
| 11 | 13.07 | 15.84 | 4.88 | 3.43 | 5.77 | 3.91 | 8.87 |
| 12 | 12.89 | 15.34 | 4.85 | 3.32 | 5.64 | 3.86 | 9.28 |
| 13 | 12.71 | 14.85 | 4.81 | 3.21 | 5.52 | 3.81 | 9.71 |
| 14 | 12.53 | 14.37 | 4.78 | 3.11 | 5.40 | 3.75 | 10.15 |
| 15 | 12.35 | 13.91 | 4.74 | 3.01 | 5.28 | 3.70 | 10.62 |

Tabela 3.13: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Norte

| Dia | Estados | | | |
|-----|---------|-------|-------|-------|
| | GO | MT | MS | DF |
| 1 | 46.70 | 46.38 | 7.13 | 30.90 |
| 2 | 49.95 | 47.73 | 7.41 | 32.06 |
| 3 | 53.43 | 49.12 | 7.71 | 33.26 |
| 4 | 57.15 | 50.55 | 8.03 | 34.51 |
| 5 | 61.13 | 52.02 | 8.35 | 35.80 |
| 6 | 65.39 | 53.54 | 8.69 | 37.14 |
| 7 | 69.95 | 55.10 | 9.04 | 38.54 |
| 8 | 74.82 | 56.70 | 9.41 | 39.98 |
| 9 | 80.03 | 58.35 | 9.79 | 41.48 |
| 10 | 85.60 | 60.05 | 10.18 | 43.03 |
| 11 | 91.56 | 61.80 | 10.60 | 44.65 |
| 12 | 97.94 | 63.60 | 11.02 | 46.32 |
| 13 | 104.76 | 65.45 | 11.47 | 48.05 |
| 14 | 112.05 | 67.36 | 11.93 | 49.85 |
| 15 | 119.86 | 69.32 | 12.42 | 51.72 |

Tabela 3.14: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Centro Oeste

| Dia | Estados | | | |
|-----|---------|--------|-------|--------|
| | RJ | SP | ES | MG |
| 1 | 110.48 | 266.66 | 30.92 | 66.13 |
| 2 | 109.29 | 268.71 | 30.61 | 69.27 |
| 3 | 108.12 | 270.78 | 30.29 | 72.56 |
| 4 | 106.96 | 272.86 | 29.98 | 76.00 |
| 5 | 105.81 | 274.96 | 29.67 | 79.61 |
| 6 | 104.67 | 277.08 | 29.37 | 83.39 |
| 7 | 103.55 | 279.21 | 29.07 | 87.34 |
| 8 | 102.43 | 281.36 | 28.77 | 91.49 |
| 9 | 101.33 | 283.52 | 28.47 | 95.83 |
| 10 | 100.24 | 285.71 | 28.18 | 100.37 |
| 11 | 99.17 | 287.90 | 27.89 | 105.14 |
| 12 | 98.10 | 290.12 | 27.60 | 110.13 |
| 13 | 97.05 | 292.35 | 27.32 | 115.35 |
| 14 | 96.01 | 294.60 | 27.04 | 120.82 |
| 15 | 94.97 | 296.87 | 26.76 | 126.56 |

Tabela 3.15: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Sudeste

| Dia | Estados | | |
|-----|---------|-------|-------|
| | PR | SC | RS |
| 1 | 41.15 | 14.65 | 40.61 |
| 2 | 43.07 | 15.18 | 42.99 |
| 3 | 45.09 | 15.72 | 45.52 |
| 4 | 47.20 | 16.29 | 48.20 |
| 5 | 49.41 | 16.88 | 51.03 |
| 6 | 51.72 | 17.49 | 54.03 |
| 7 | 54.14 | 18.12 | 57.20 |
| 8 | 56.68 | 18.78 | 60.57 |
| 9 | 59.33 | 19.45 | 64.13 |
| 10 | 62.11 | 20.16 | 67.89 |
| 11 | 65.02 | 20.89 | 71.88 |
| 12 | 68.06 | 21.64 | 76.11 |
| 13 | 71.25 | 22.42 | 80.58 |
| 14 | 74.58 | 23.23 | 85.32 |
| 15 | 78.08 | 24.07 | 90.33 |

Tabela 3.16: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - Estados da Região Sul

3.6.2 Previsões de óbitos diários - Capitais

As tabelas (3.17) a (3.21) apresentam as previsões de óbitos diários de covid-19 para as capitais das unidades da federação brasileiros, segundo região, considerando os modelos ajustados para cada uma das distribuições escolhidas.

| Dia | Estados | | | | | | | | |
|-----|----------|-----------|----------|-------|-------------|--------|--------|---------|----------|
| | Teresina | Fortaleza | São Luís | Natal | João Pessoa | Recife | Maceió | Aracajú | Salvador |
| 1 | 9.61 | 16.21 | 12.78 | 10.86 | 9.10 | 9.36 | 2.70 | 9.47 | 21.45 |
| 2 | 9.34 | 15.80 | 12.89 | 10.25 | 9.38 | 8.95 | 2.50 | 9.39 | 21.13 |
| 3 | 9.08 | 15.41 | 12.99 | 9.68 | 9.66 | 8.55 | 2.33 | 9.30 | 20.81 |
| 4 | 8.82 | 15.03 | 13.10 | 9.13 | 9.96 | 8.17 | 2.16 | 9.22 | 20.49 |
| 5 | 8.58 | 14.65 | 13.21 | 8.62 | 10.26 | 7.81 | 2.01 | 9.13 | 20.19 |
| 6 | 8.34 | 14.28 | 13.32 | 8.14 | 10.57 | 7.47 | 1.86 | 9.05 | 19.88 |
| 7 | 8.10 | 13.93 | 13.43 | 7.68 | 10.89 | 7.13 | 1.73 | 8.97 | 19.58 |
| 8 | 7.88 | 13.58 | 13.54 | 7.25 | 11.22 | 6.82 | 1.61 | 8.89 | 19.29 |
| 9 | 7.66 | 13.24 | 13.65 | 6.84 | 11.56 | 6.52 | 1.49 | 8.81 | 18.99 |
| 10 | 7.44 | 12.91 | 13.76 | 6.46 | 11.91 | 6.23 | 1.39 | 8.73 | 18.71 |
| 11 | 7.23 | 12.59 | 13.87 | 6.10 | 12.27 | 5.95 | 1.29 | 8.65 | 18.43 |
| 12 | 7.03 | 12.27 | 13.99 | 5.76 | 12.65 | 5.69 | 1.19 | 8.57 | 18.15 |
| 13 | 6.84 | 11.97 | 14.10 | 5.43 | 13.03 | 5.43 | 1.11 | 8.49 | 17.87 |
| 14 | 6.65 | 11.67 | 14.22 | 5.13 | 13.42 | 5.19 | 1.03 | 8.42 | 17.60 |
| 15 | 6.46 | 11.38 | 14.34 | 4.84 | 13.83 | 4.96 | 0.96 | 8.34 | |

Tabela 3.17: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Nordeste

| Dia | Estados | | | | | | |
|-----|---------|-------|------------|-----------|-------------|--------|--------|
| | Manaus | Belém | Rio Branco | Boa Vista | Porto Velho | Macapá | Palmas |
| 1 | 6.55 | 1.55 | 2.31 | 3.43 | 6.60 | 3.41 | 1.10 |
| 2 | 6.44 | 1.41 | 2.23 | 3.24 | 6.46 | 3.40 | 1.02 |
| 3 | 6.33 | 1.28 | 2.16 | 3.06 | 6.33 | 3.38 | 0.94 |
| 4 | 6.22 | 1.16 | 2.08 | 2.89 | 6.20 | 3.37 | 0.86 |
| 5 | 6.12 | 1.05 | 2.01 | 2.73 | 6.07 | 3.35 | 0.79 |
| 6 | 6.02 | 0.96 | 1.94 | 2.57 | 5.95 | 3.34 | 0.73 |
| 7 | 5.92 | 0.87 | 1.87 | 2.43 | 5.82 | 3.33 | 0.67 |
| 8 | 5.82 | 0.79 | 1.81 | 2.30 | 5.70 | 3.31 | 0.62 |
| 9 | 5.72 | 0.72 | 1.75 | 2.17 | 5.58 | 3.30 | 0.57 |
| 10 | 5.63 | 0.65 | 1.69 | 2.05 | 5.47 | 3.28 | 0.52 |
| 11 | 5.53 | 0.59 | 1.63 | 1.93 | 5.36 | 3.27 | 0.48 |
| 12 | 5.44 | 0.54 | 1.57 | 1.82 | 5.24 | 3.25 | 0.44 |
| 13 | 5.35 | 0.49 | 1.52 | 1.72 | 5.14 | 3.24 | 0.41 |
| 14 | 5.26 | 0.44 | 1.46 | 1.63 | 5.03 | 3.23 | 0.37 |
| 15 | 5.18 | 0.40 | 1.41 | 1.54 | 4.93 | 3.21 | 0.34 |

Tabela 3.18: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Norte

| Dia | Estados | | |
|-----|---------|--------|--------------|
| | Goiânia | Cuiabá | Campo Grande |
| 1 | 11.76 | 11.97 | 2.13 |
| 2 | 12.64 | 12.03 | 2.02 |
| 3 | 13.59 | 12.09 | 1.91 |
| 4 | 14.61 | 12.15 | 1.81 |
| 5 | 15.71 | 12.21 | 1.71 |
| 6 | 16.89 | 12.27 | 1.62 |
| 7 | 18.16 | 12.33 | 1.53 |
| 8 | 19.53 | 12.39 | 1.45 |
| 9 | 20.99 | 12.46 | 1.37 |
| 10 | 22.57 | 12.52 | 1.30 |
| 11 | 24.27 | 12.58 | 1.23 |
| 12 | 26.09 | 12.64 | 1.16 |
| 13 | 28.05 | 12.71 | 1.10 |
| 14 | 30.16 | 12.77 | 1.04 |
| 15 | 32.43 | 12.84 | 0.98 |

Tabela 3.19: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Centro Oeste

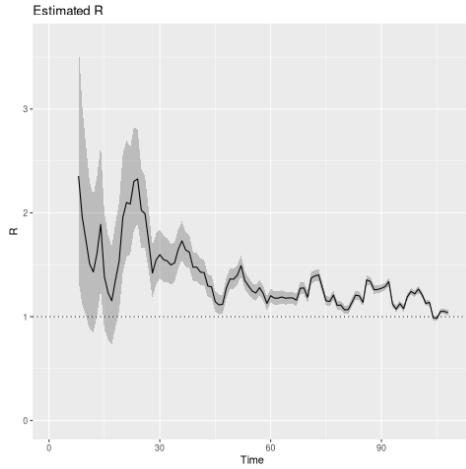
| Dia | Estados | | | |
|-----|----------------|-----------|----------------|--------------|
| | Rio de Janeiro | São Paulo | Espírito Santo | Minas Gerais |
| 1 | 58.64 | 83.08 | 4.04 | 20.93 |
| 2 | 57.47 | 83.22 | 3.92 | 23.56 |
| 3 | 56.32 | 83.36 | 3.81 | 26.52 |
| 4 | 55.19 | 83.49 | 3.70 | 29.85 |
| 5 | 54.09 | 83.63 | 3.59 | 33.59 |
| 6 | 53.01 | 83.77 | 3.49 | 37.81 |
| 7 | 51.95 | 83.91 | 3.39 | 42.56 |
| 8 | 50.91 | 84.05 | 3.29 | 47.90 |
| 9 | 49.90 | 84.19 | 3.19 | 53.91 |
| 10 | 48.90 | 84.33 | 3.10 | 60.68 |
| 11 | 47.92 | 84.47 | 3.01 | 68.29 |
| 12 | 46.97 | 84.61 | 2.92 | 76.86 |
| 13 | 46.03 | 84.76 | 2.84 | 86.51 |
| 14 | 45.11 | 84.90 | 2.76 | 97.37 |
| 15 | 44.21 | 85.04 | 2.68 | 109.59 |

Tabela 3.20: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Sudeste

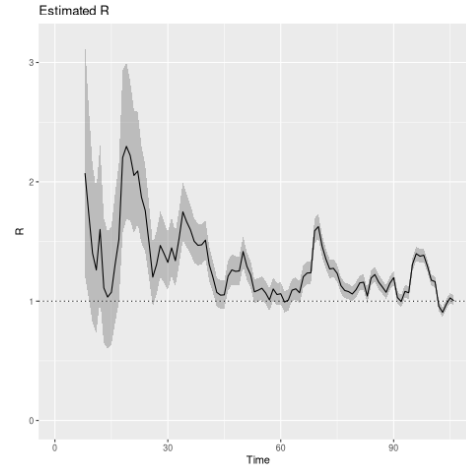
| Dia | Estados | | |
|-----|----------|---------------|--------------|
| | Curitiba | Florianópolis | Porto Alegre |
| 1 | 6.60 | 1.15 | 9.28 |
| 2 | 6.76 | 0.99 | 10.20 |
| 3 | 6.92 | 0.86 | 11.22 |
| 4 | 7.09 | 0.74 | 12.35 |
| 5 | 7.26 | 0.64 | 13.58 |
| 6 | 7.43 | 0.55 | 14.94 |
| 7 | 7.61 | 0.48 | 16.43 |
| 8 | 7.79 | 0.41 | 18.08 |
| 9 | 7.98 | 0.35 | 19.88 |
| 10 | 8.17 | 0.31 | 21.87 |
| 11 | 8.37 | 0.26 | 24.06 |
| 12 | 8.57 | 0.23 | 26.46 |
| 13 | 8.78 | 0.20 | 29.11 |
| 14 | 8.99 | 0.17 | 32.02 |
| 15 | 9.21 | 0.15 | 35.22 |

Tabela 3.21: Previsões de novos óbitos para os próximos quinze dias (a partir de 11/07/2020) - - Capitais das unidades da federação da Região Sul

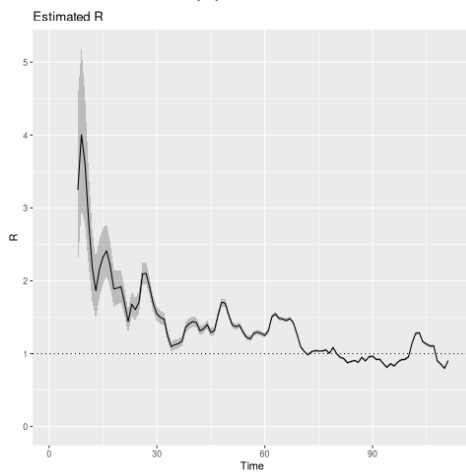
3.7 Números de reprodução das unidades da federação e capitais - Atualizado em 11/07/2020



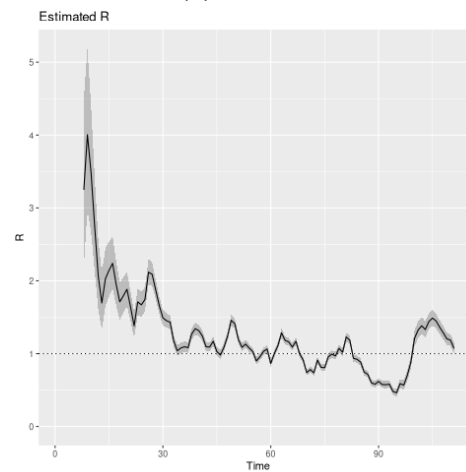
(a) Piauí



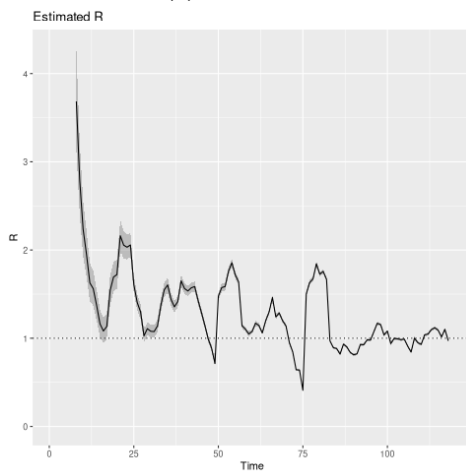
(b) Teresina



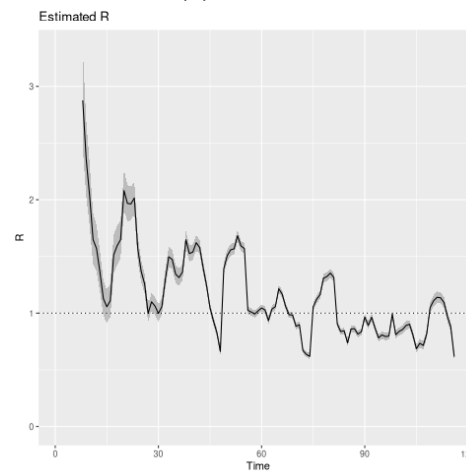
(c) Maranhão



(d) São Luís

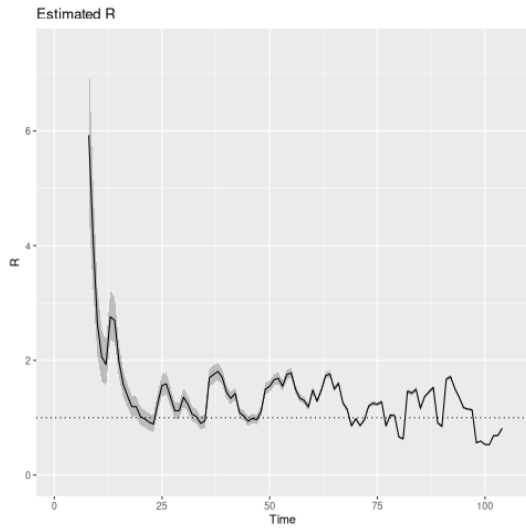


(e) Ceará

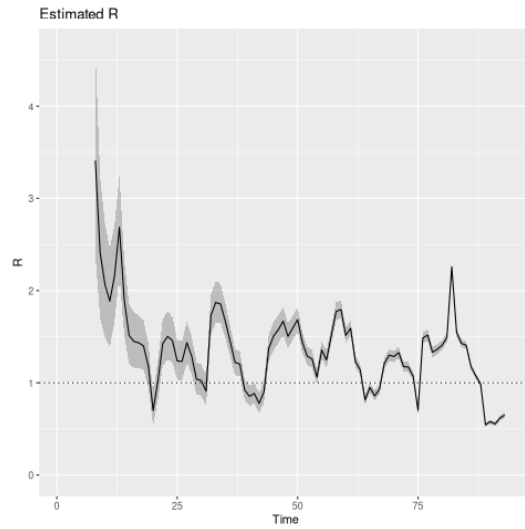


(f) Fortaleza

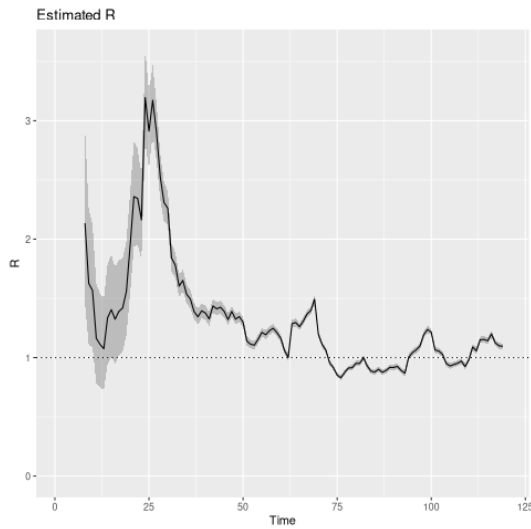
Figura 3.33: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (PI, MA e CE)



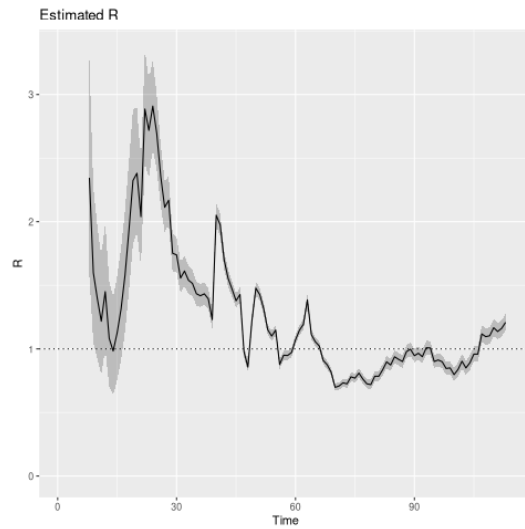
(a) Rio Grande do Norte



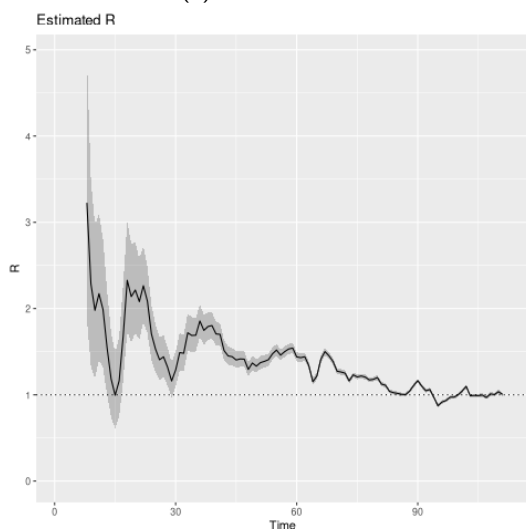
(b) Natal



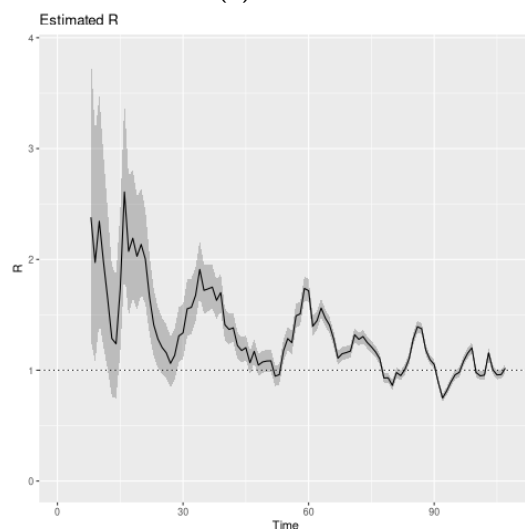
(c) Pernambuco



(d) Recife

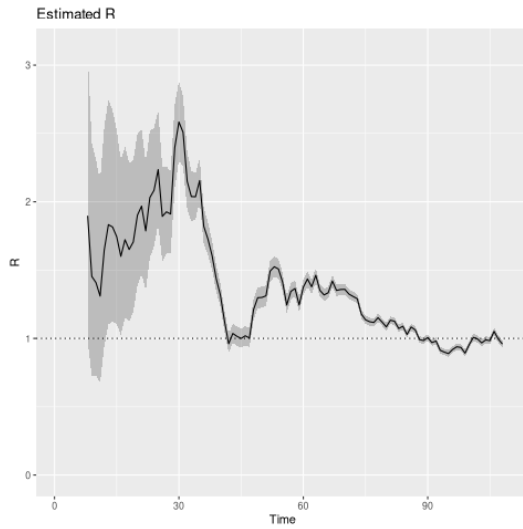


(e) Paraíba

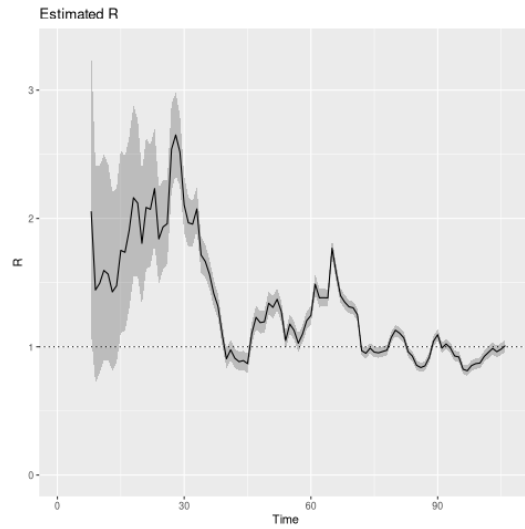


(f) João Pessoa

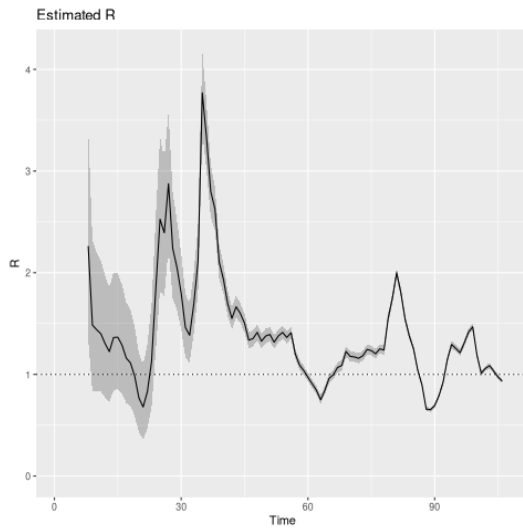
Figura 3.34: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (RN, PE e PB)



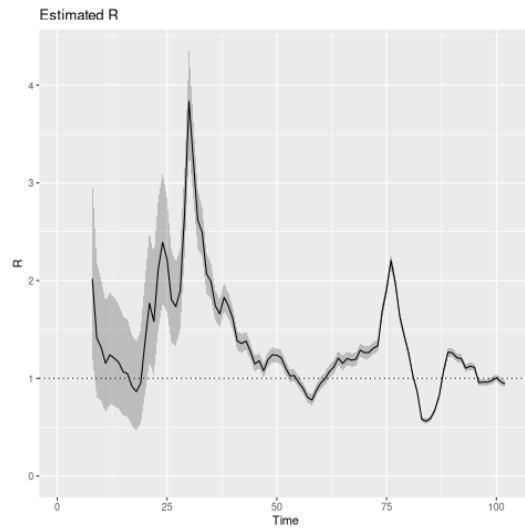
(a) Alagoas



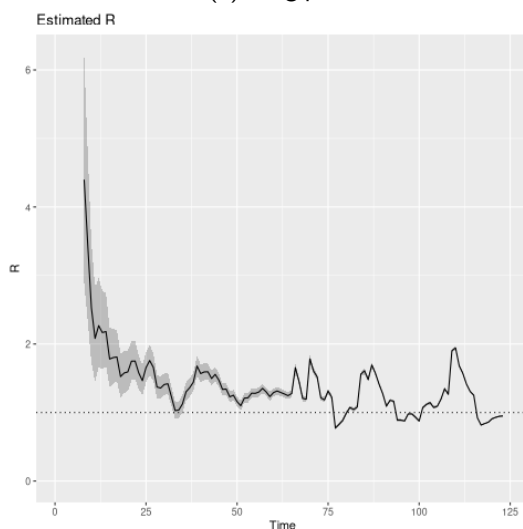
(b) Maceió



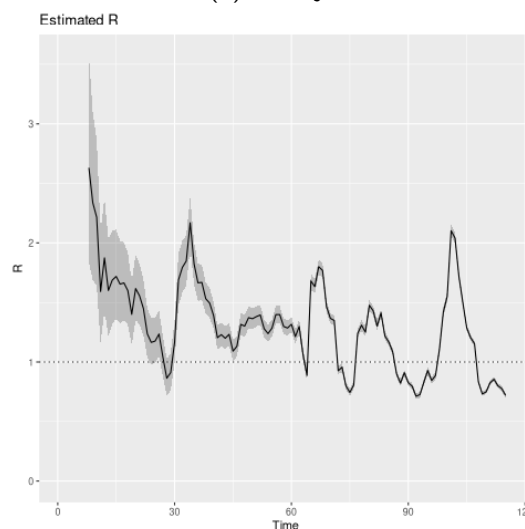
(c) Sergipe



(d) Aracaju

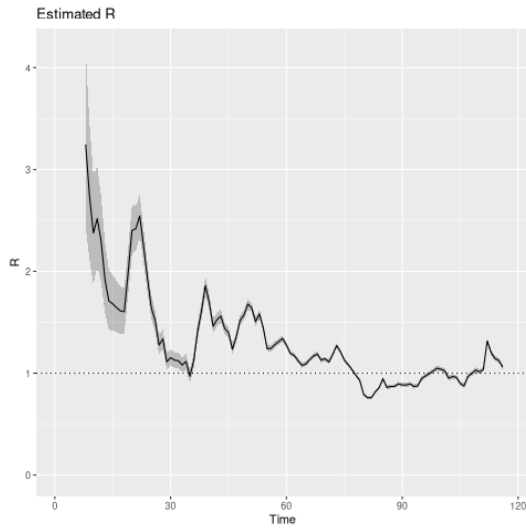


(e) Bahia

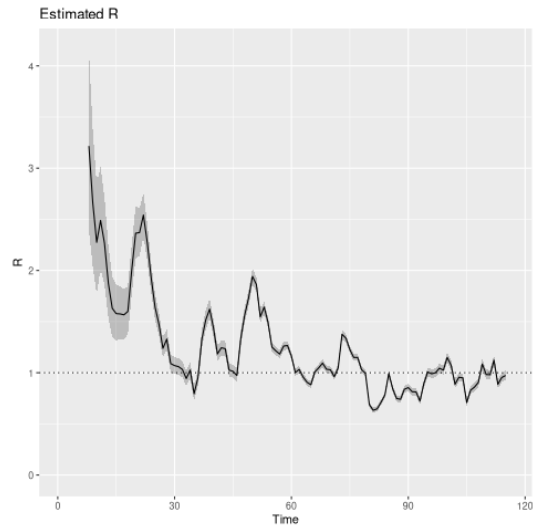


(f) Salvador

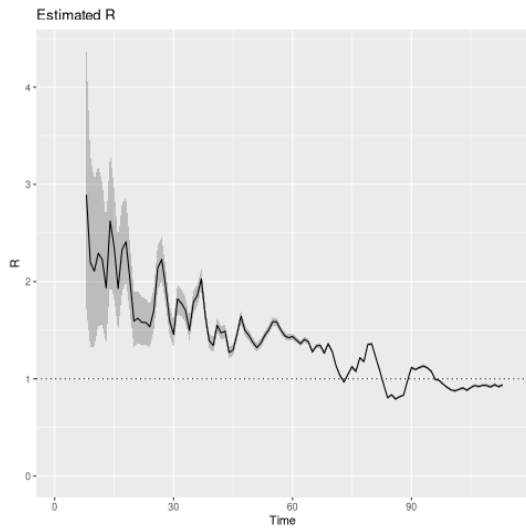
Figura 3.35: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Nordeste - Unidades da federação e capitais (AL, SE e BA)



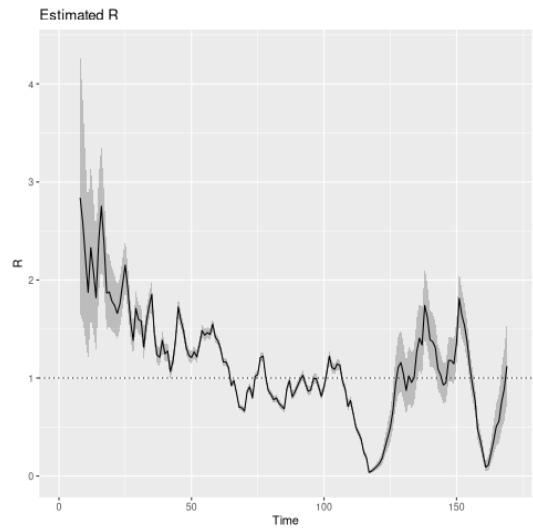
(a) Amazonas



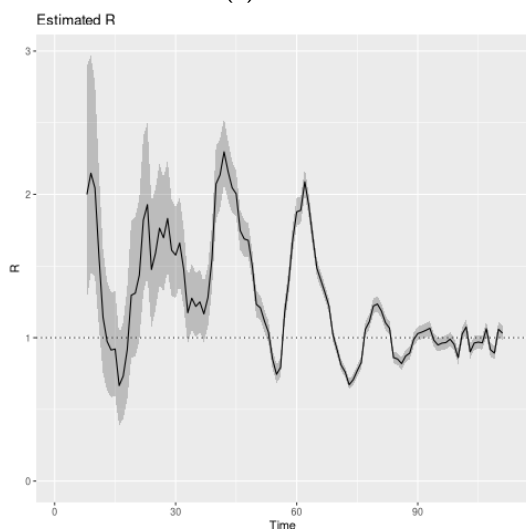
(b) Manaus



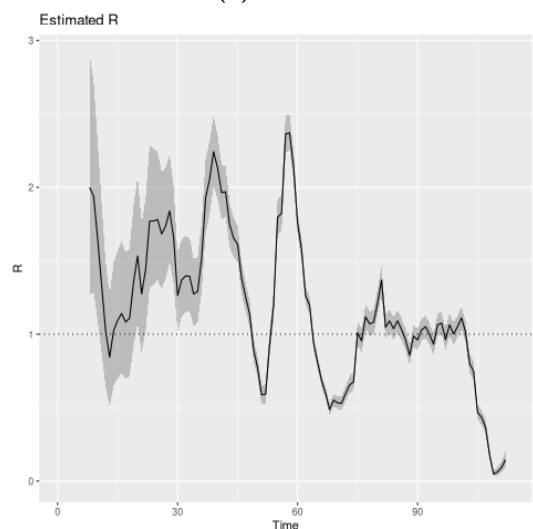
(c) Pará



(d) Belém

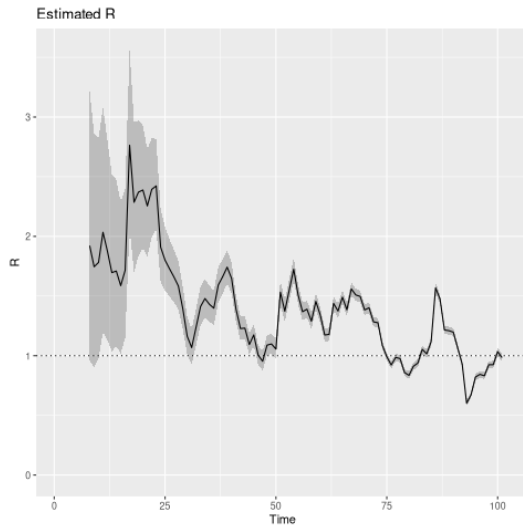


(e) Acre

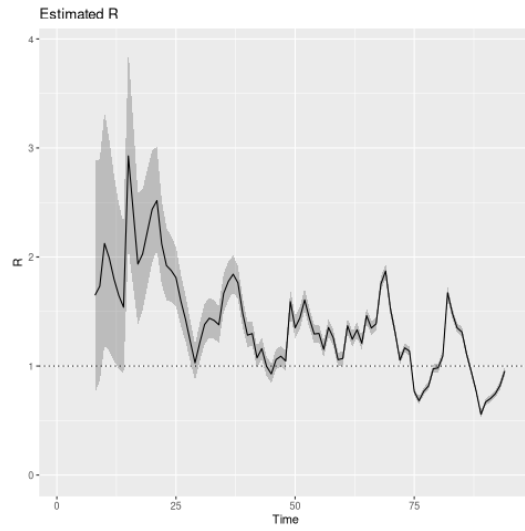


(f) Rio Branco

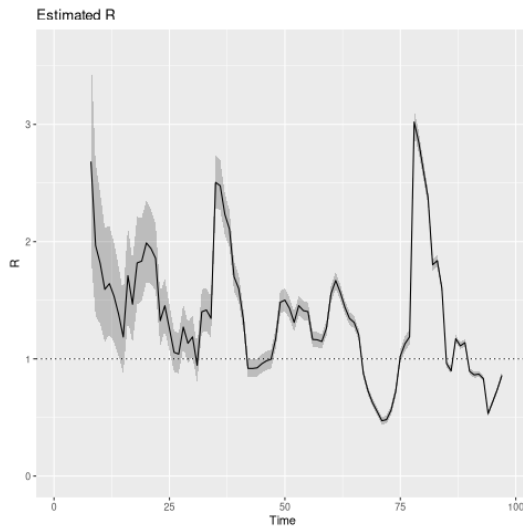
Figura 3.36: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Norte - Unidades da federação e capitais (AM, PA e AC)



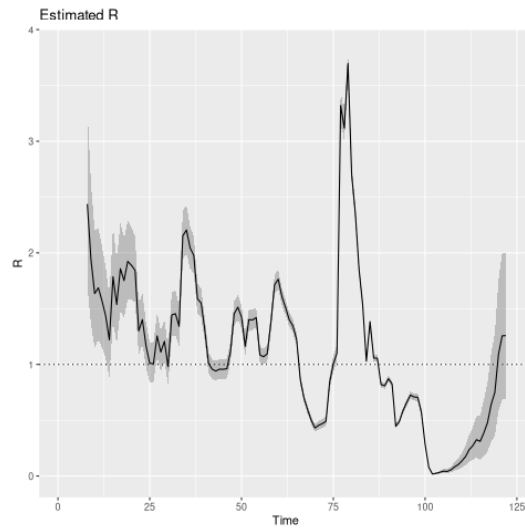
(a) Rondonia



(b) Porto Velho

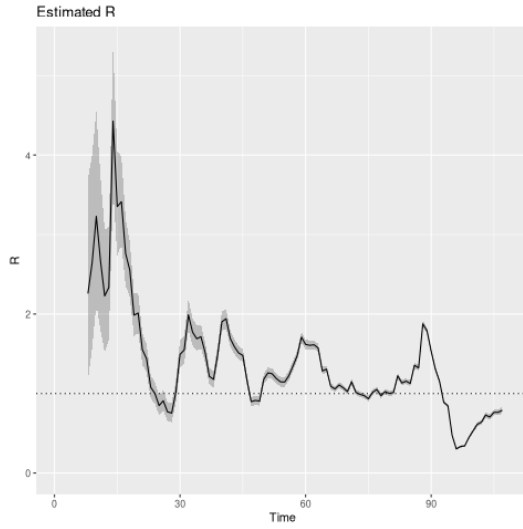


(c) Roraima

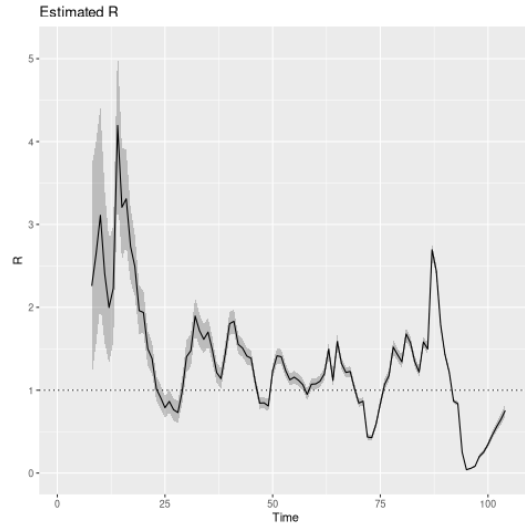


(d) Boa Vista

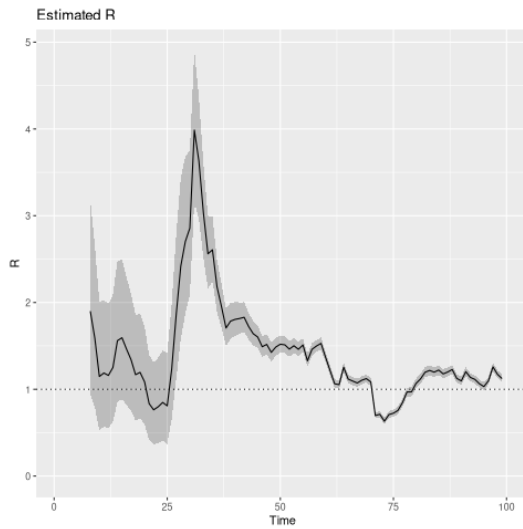
Figura 3.37: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Norte - Unidades da federação e capitais (RO e RR)



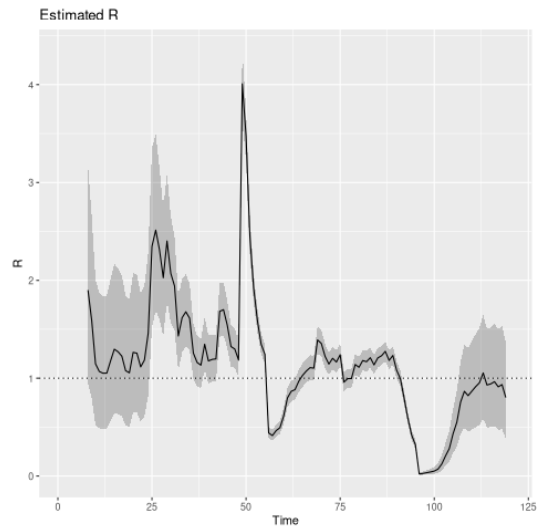
(a) Amapá



(b) Macapá

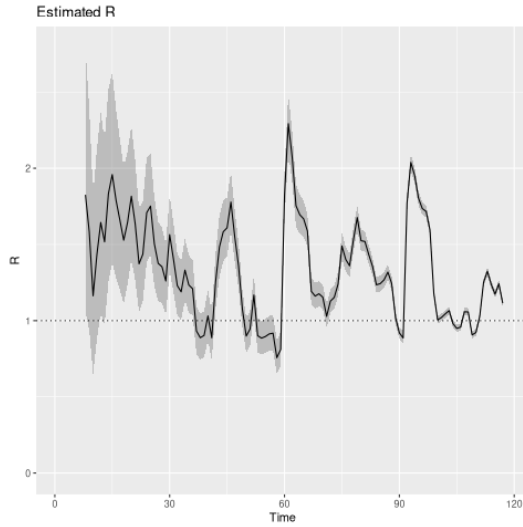


(c) Tocantins

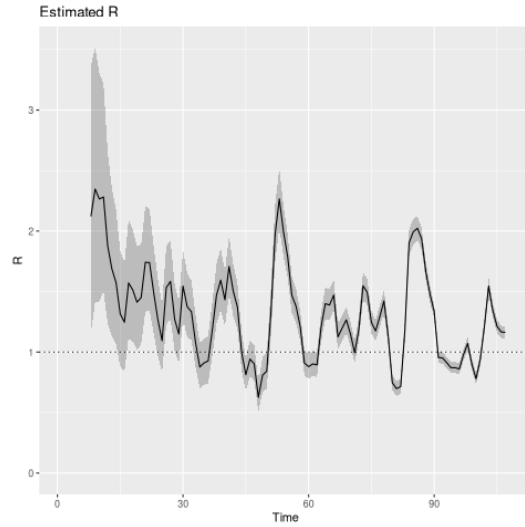


(d) Palmas

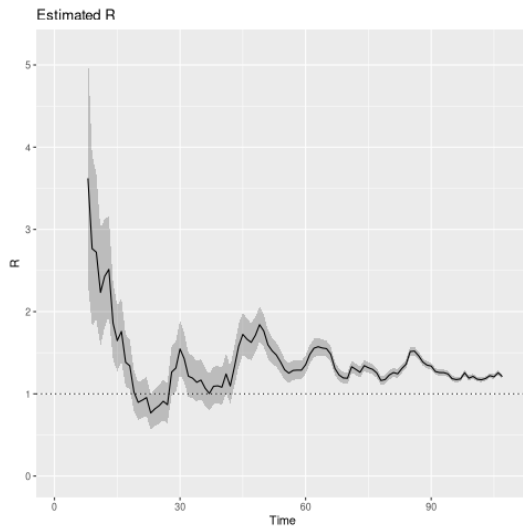
Figura 3.38: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Norte - Unidades da federação e capitais (AP e TO)



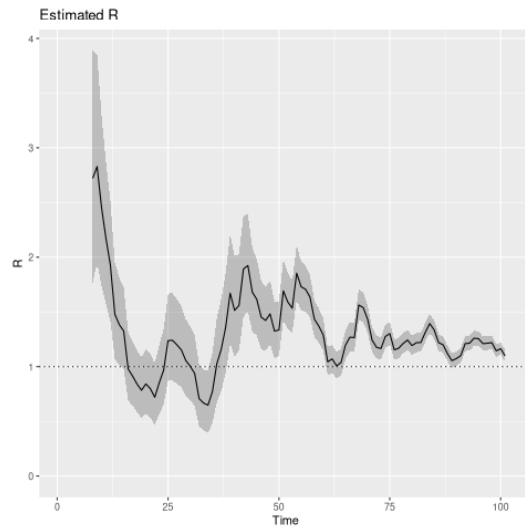
(a) Goiás



(b) Goiânia

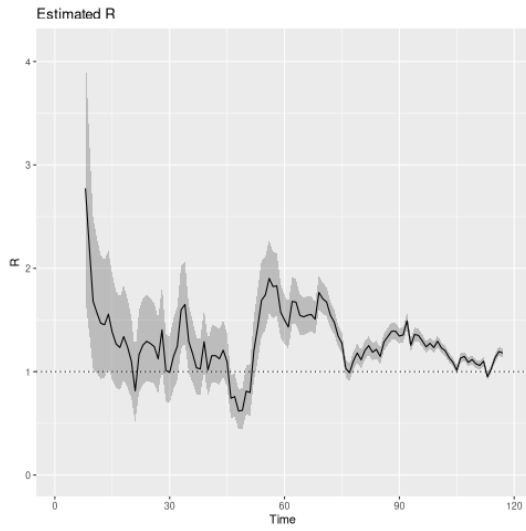


(c) Mato Grosso

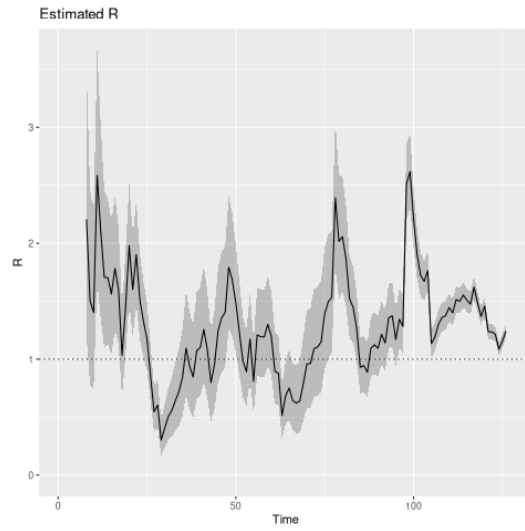


(d) Mato Grosso

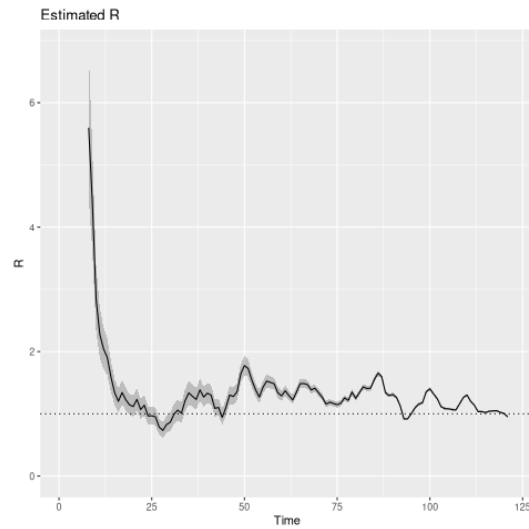
Figura 3.39: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Centro-Oeste - Unidades da federação e capitais (GO e MT)



(a) Mato Grosso do Sul

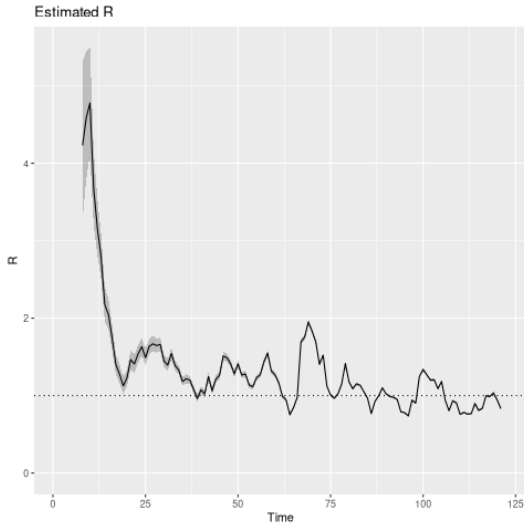


(b) Campo Grande

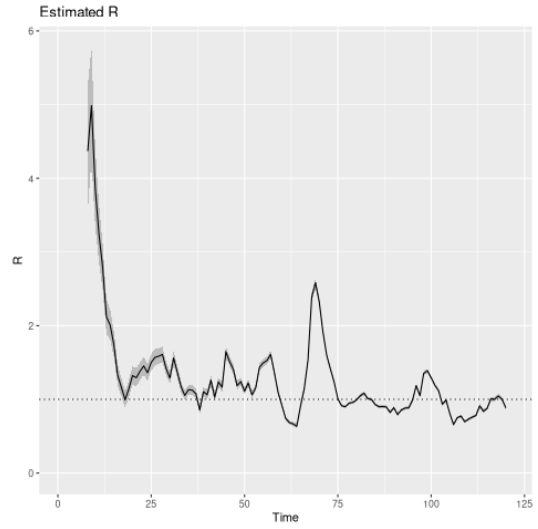


(c) Distrito Federal

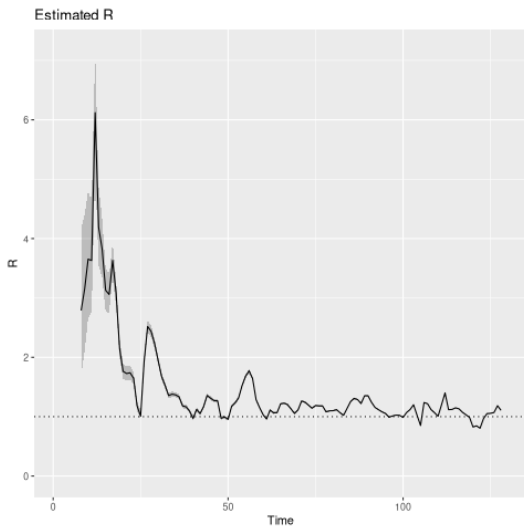
Figura 3.40: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Centro-Oeste - Unidades da federação e capitais (MS e DF)



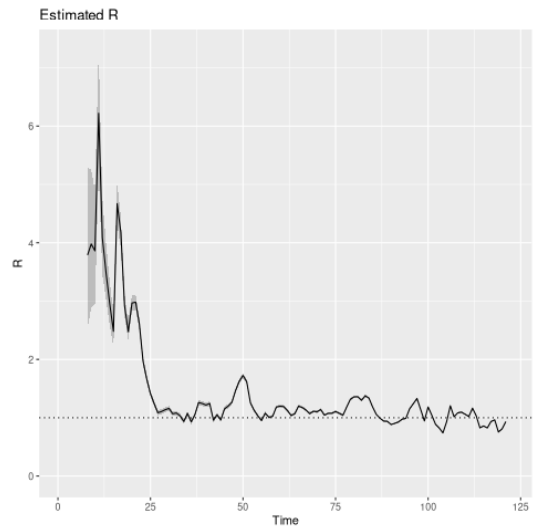
(a) Rio de Janeiro



(b) Rio de Janeiro (capital)

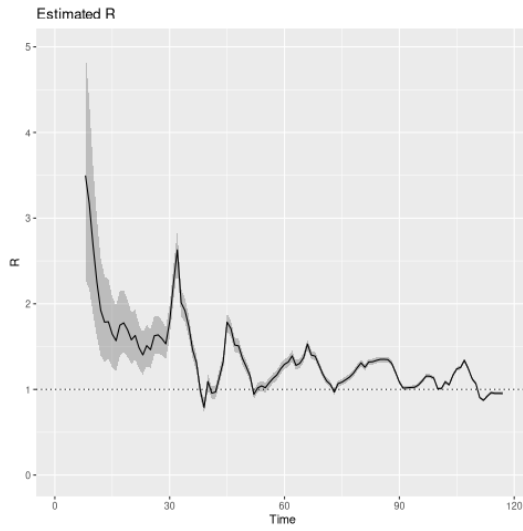


(c) São Paulo

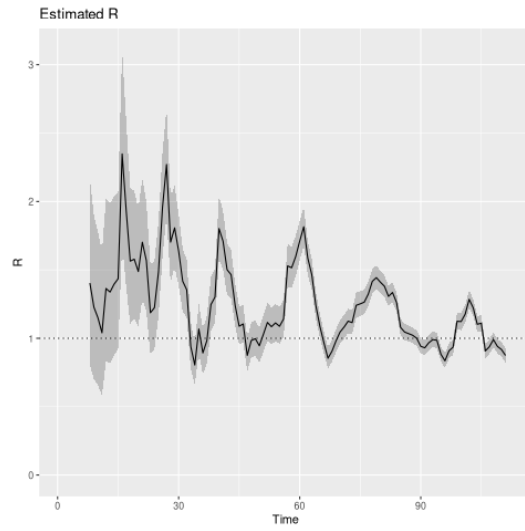


(d) São Paulo (capital)

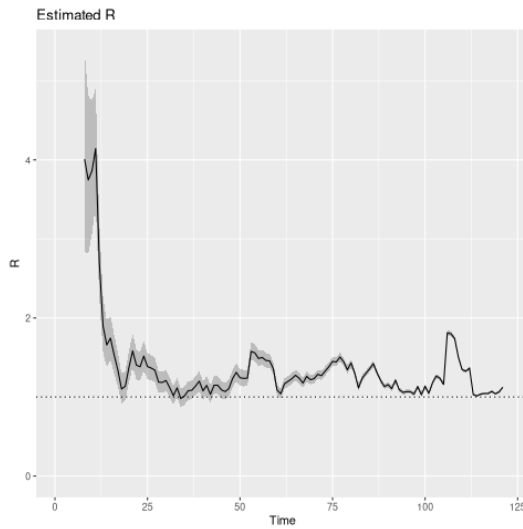
Figura 3.41: Números de Reprodução ($R(t)$) - Região Sudeste - Unidades da federação e capitais (RJ e SP)



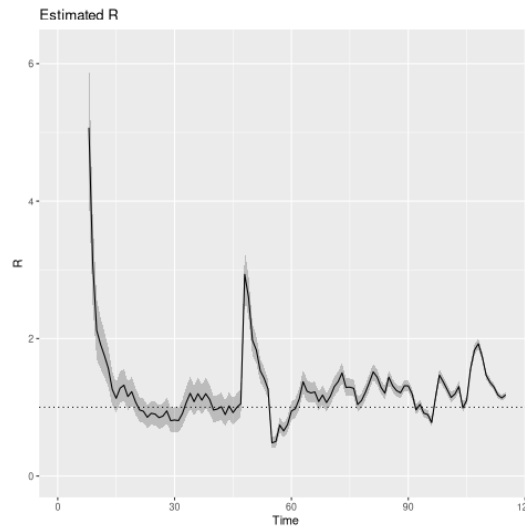
(a) Espírito Santo



(b) Vitória

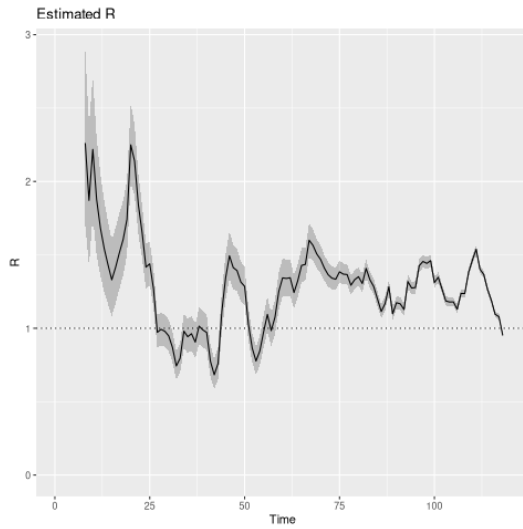


(c) Minas Gerais

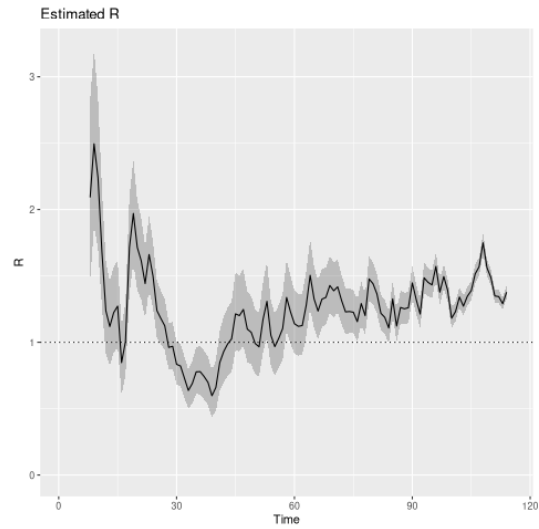


(d) Belo Horizonte

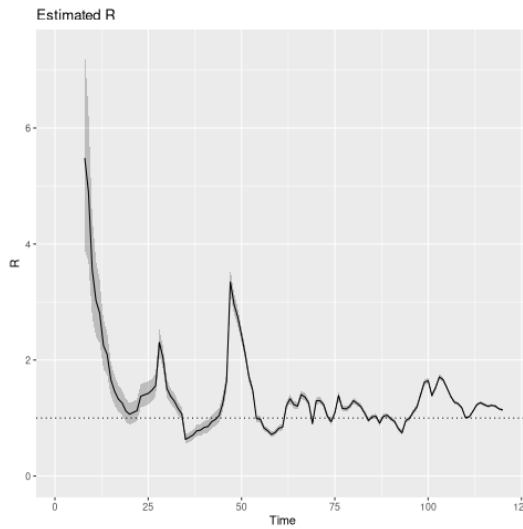
Figura 3.42: Números de reprodução ($R(t)$) - Região Sudeste - Unidades da federação e capitais (ES e MG)



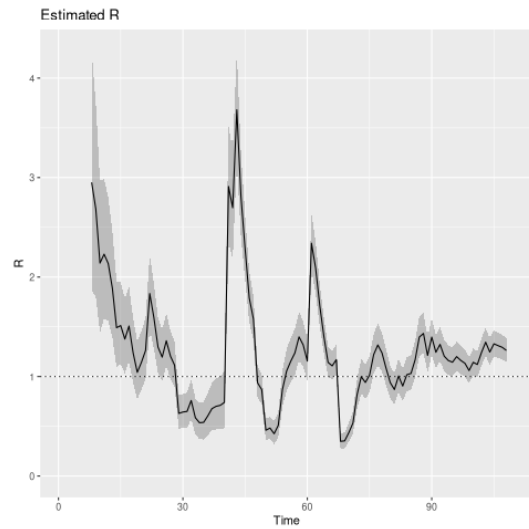
(a) Paraná



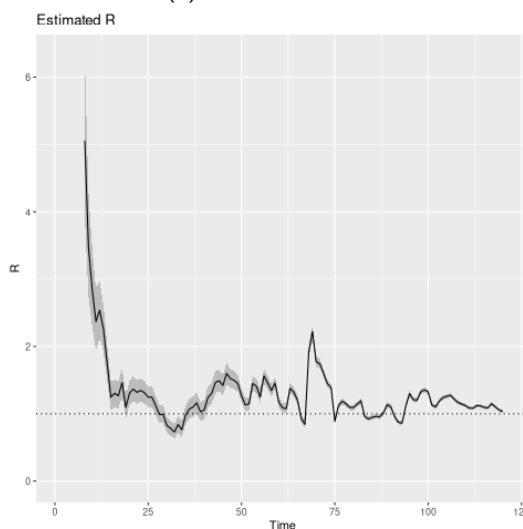
(b) Curitiba



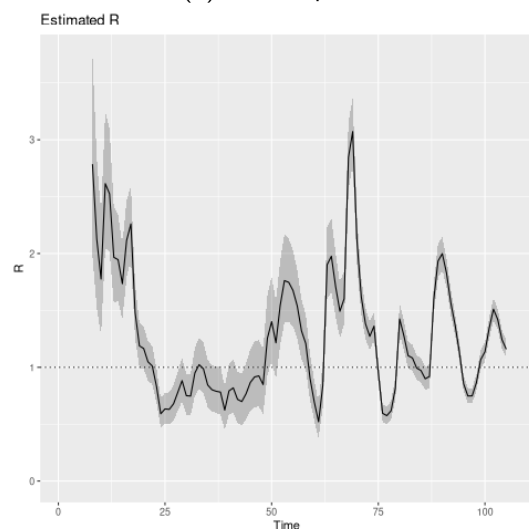
(c) Santa Catarina



(d) Florianópolis



(e) Rio Grande do Sul



(f) Porto Alegre

Figura 3.43: Números de reprodução - Região Sul - Unidades da federação e capitais (AM, PA e AC)

3.8 Mapa da Paraíba com o cálculo do $R(t)$ para todos os municípios

O gráfico (3.44) a seguir apresenta a distribuição dos 223 municípios segundo classificação baseada em valores apresentados pelo número de reprodução $R(t)$ atualizado em 12/07/2020. Os valores dos números de reprodução de cada município foram divididos em quatro grupos de cores, conforme ilustrado no gráfico. Os dados mostram que:

- 57 (cinquenta e sete) municípios estão classificados na cor verde;
- 103 (cento e três) municípios estão classificados na cor amarela;
- 8 (oito) municípios estão classificados na cor laranja;
- 55 (cinquenta e cinco) municípios estão classificados na cor vermelha.

É importante destacar que alguns municípios em vermelho no mapa estão iniciando a contagem de casos, o que naturalmente faz com o que o indicador seja alto. A ideia é que o acompanhamento diário/semanal dessas informações possa ajudar fornecer novas classificações segundo o valor do $R(t)$.

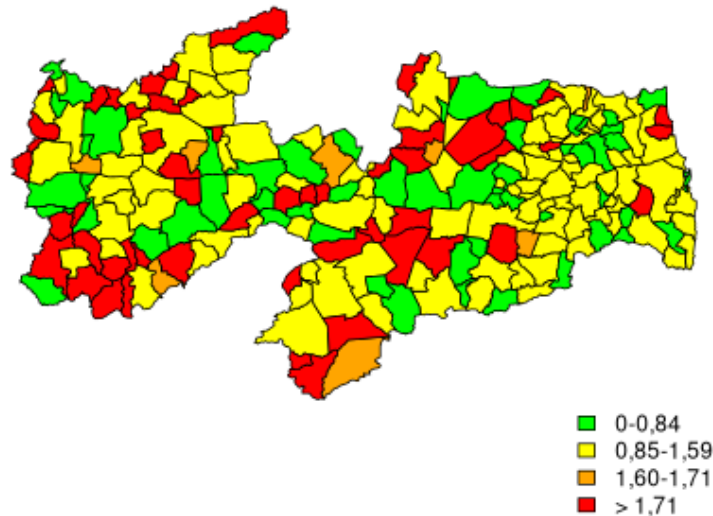


Figura 3.44: Distribuição dos municípios paraibanos segundo classificação dos valores dos $R(t)$'s estimados - Atualizado em 12/07/2020

Capítulo 4

Conclusões e recomendações

4.1 Sobre as previsões de novos casos e novos óbitos

A partir das análises das previsões de novos casos, os dados mostram que existe evidência de que é possível observar tendência de redução de casos de Covid-19 nas seguintes Unidades da Federação: Maranhão, Alagoas, Pará, Acre, Rondonia, Amapá e Rio de Janeiro. Para as demais Unidades da Federação, há evidência de que ainda não houve uma estabilização do crescimento de casos, sendo necessário a constante revisão de regras de isolamento social impostas à população, como forma de impedir a transmissão da Covid-19.

Em relação às capitais, foi possível observar evidência de estabilização e/ou redução do número de casos de novos casos de Covid-19 nas seguintes: São Luís, Fortaleza, Recife, Maceió, Manaus, Belém, Rio Branco, Porto Velho, Boa Vista, Macapá, Palmas, Rio de Janeiro e São Paulo. Para as demais capitais, os dados mostram evidência de que ainda não houve uma estabilização do crescimento de casos, sendo necessário a constante revisão de regras de isolamento social impostas à população como forma de impedir a transmissão da Covid-19.

A partir das análises das previsões de óbitos, os dados mostram que existe evidência de que é possível observar tendência de redução de casos de Covid-19 nas seguintes Unidades da Federação: Maranhão, Alagoas, Pará, Acre, Rondonia, Amapá e Rio de Janeiro. Para as demais Unidades da Federação, há evidência de que ainda não houve uma estabilização do crescimento de casos, sendo necessário a constante revisão de regras de isolamento social impostas à população, como forma de impedir a transmissão da Covid-19.

A partir das análises das previsões de novos óbitos, os dados mostram que existe evidência de que é possível observar tendência de redução de óbitos causados pela Covid-19 nas seguintes Unidades da Federação: Ceará, Rio Grande do Norte, Amazonas, Pará, Acre, Rondonia, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Para as demais Unidades da Federação, há evidência de que ainda haverá aumento do número de óbitos.

Em relação às capitais, foi possível observar evidência de estabilização e/ou redução do número de casos de novos casos de Covid-19 nas seguintes: Teresina, Fortaleza, Natal, Recife, Maceió, Aracaju, Salvador, Manaus, Belém, Porto Velho, Boa Vista, Rio de Janeiro, São Paulo e Vitória.. Para as demais capitais, os dados mostram evidência de que ainda não houve uma estabilização do crescimento de novos óbitos.

4.2 Análise da situação do Estado da Paraíba

Em relação ao Estado da Paraíba, as previsões mostram evidência de crescimento no registro de casos diários e de novos óbitos no Estado. Devido ao limite superior do intervalo de confiança, que ainda não é possível determinar se ocorrerá redução nos próximos 30 dias. As previsões sugerem, considerando os limites do intervalo de confiança, que não está ocorrendo estabilização do número de casos na capital paraibana, e também não há evidência de estabilização referentes à ocorrência de novos óbitos.

Em relação ao $R(t)$, na data de referência deste relatório (11/07/2020), os resultados mostram, ao nível de confiança de 95%, que o $R(t)$ da Paraíba está entre 0,98 e 1,03. Já o $R(t)$ de João Pessoa, para a mesma data, está entre 0,98 e 1,06. Isto sugere, em ambos os casos, que ainda há evidência que a transmissão comunitária do vírus ainda está em expansão (como sugere os limites superiores do intervalo de confiança). No momento em que a medição diária deste indicador sugerir limites superiores do intervalo de confiança menores ou estritamente iguais a 1, será possível verificar evidência de que a transmissão estará sob controle.

Observando os valores dos $R(t)$'s calculados para os 223 municípios, em que foi possível a aplicação do método apresentado neste relatórios, verifica-se evidência de que ainda a transmissão comunitária do vírus não está controlada em 75,3% dos municípios do estado, sendo necessário a manutenção das medidas de isolamento propostas por gestores estaduais e municipais, para melhor tomada de decisão acerca de eventuais medidas e decretos destinados à flexibilização de alguns setores da economia no Estado.

4.3 Sobre este relatório

Esta primeira versão de relatório técnico foi escrito de forma colaborativa por todos os membros e colaboradores do Observatório de Síndromes Respiratórias (OBSRUFPA). O intuito é que o mesmo forneça ajuda a gestores e demais membros da sociedade no entendimento de questões relacionadas ao enfrentamento da Covid-19. Esperamos que o leitor tenha apreciado todos os resultados aqui apresentados, e nos colocamos à disposição da sociedade para todos os esclarecimentos que se façam necessários para correções, melhorias e esclarecimentos acerca de todos os resultados aqui apresentados.

Mensagem final desta edição: A Importância da Estatística para a atuação do profissional em saúde

No ano do Bicentenário de Florence Nightingale, a precursora da Enfermagem Moderna, podemos destacar que a contribuição em sua época, para a melhoria e o desenvolvimento da saúde, se mantem, até os dias atuais, como fonte de inspiração e alvo de pesquisa para estudiosos em todo o mundo.

Os cuidados estabelecidos a partir das análises numéricas, durante a Guerra da Criméia, são considerados como marco do desenvolvimento da Estatística, levando ao destaque, em 1858, como a primeira mulher eleita como membro da Associação Inglesa de Estatística.

Assim, como nos tempos de Florence, hoje também vivemos uma guerra contra um inimigo invisível, o novo coronavírus (SARS-Cov2, causador da Covid-19). Nessa luta, muitos profissionais de saúde batalham até a exaustão, com devoção exclusiva e preparo rigoroso, colocando em prática a formação que tiveram nos cursos técnicos e acadêmicos, na assistência aos pacientes acometidos pela COVID-19.

Por isso, o conhecimento estatístico que toma por base o processamento e a análise de dados epidemiológicos constitui arcabouço essencial para compreender o comportamento viral, os impactos sociais e norteia as tomadas de decisões de gestores em todo o mundo.

No cenário pandêmico, onde o conhecimento à cerca da doença e seus efeitos ainda está sendo construído, as análises estatísticas tem ganhado destaque, e por assim dizer, tem sido reposicionada em seu lugar de direito. Mundo afora, o pensar multiprofissional e trabalhadores de saúde e estatísticos com o propósito de contingenciar a transmissão viral e seu impacto, fundamentando soluções seguras a partir dos cenários múltiplos e mutáveis, revigorando o potencial da ciência epidemiológica.

Inegavelmente, as ferramentas estatísticas tem sido aliadas essenciais aos cuidados dos profissionais de saúde em todos os níveis de atenção à saúde no sistema de saúde brasileiro. Diante da carência de medicamentos, protocolos assistenciais plenamente eficientes, e a inexistência de vacinas, modelos estatísticos vislumbram, de modo claro, possíveis tomadas de decisões que conferem maior segurança à saúde da população mundial.

Por isso, o acesso à informações seguras, atualizadas e construídas com base em evidências científicas proporcionam à pesquisadores, profissionais de saúde, gestores e a população conhecimentos essenciais para o cuidado individual e coletivo.

*Emmanuella Costa de Azevedo Mello**
*Rozileide Martins Simões Candeia**

*Profissionais da saúde e alunas do Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde da UFPB

Apêndice A

Estimação do número básico de reprodução

Como já informado neste relatório, o número básico de reprodução é o valor que avalia o grau de transmissão do vírus. Esta medida aponta evidência acerca do número de indivíduos que serão contaminados a partir de um indivíduo infectado que servirá como fonte do agente infeccioso. É um valor calculado quando não há uma vacina disponível para a população estudada, sem contato prévio com o patógeno e quando não há formas eficazes de controlar sua dispersão. O “novo coronavírus” SARS-CoV-2 se encaixa perfeitamente nestes pré-requisitos (Fonte: <https://www.luciacangussu.bio.br>). No início da pandemia, o valor é chamado de R_0 e durante os intervalos de tempo da mesma o valor é chamado de R_t . Para facilitar as discussões, chamaremos a medida de R_t .

A relação entre o valor obtido para o R_t e as consequências pode ser estabelecido da seguinte forma:

1. Se $R_t < 1$: Evidência de que cada indivíduo infectado tem pouca chance de transmitir o vírus, e a doença tenderá a apresentar cada vez menos números, podendo até mesmo desaparecer.
2. $R_t = 1$: Neste caso, há evidência de que cada indivíduo infectado pelo vírus transmite o vírus para outra pessoa, e a doença permanece na população, sendo transmitida de indivíduo em indivíduo, de forma estável, fazendo com que a doença permaneça na mesma população por longos períodos de tempo.
3. $R_t > 1$: aqui a situação fica mais preocupante porque cada indivíduo infectado causa mais que uma nova infecção, isto é, infecta mais que um indivíduo. Nestes casos, ocorrerá um surto, uma epidemia ou uma pandemia. Quanto mais elevado o valor do R_0 , maior será a transmissibilidade e maior será a população potencialmente afetada pelo agente infeccioso.

Neste relatório, A estimação pontual e intervalar do R_t será feita pelos métodos propostos por [11], [10], [12], , [7], [1]. Os métodos foram aplicados nas séries históricas de dados de incidência de um município ou região de saúde, de acordo com o a pesquisa apresentada por [5] para cálculo de medidas associadas ao intervalo serial.

Os estimadores do R_t , com seus respectivos intervalos de confiança ao nível de 95%, para os 223 municípios paraibanos, bem como para as 3 macroregiões de saúde e gerências de saúde são apresentados ao longo do relatório. Todos os cálculos foram executados no software R, que pode ser obtido gratuitamente em www.r-project.org

Apêndice B

Modelos GAMLSS

Os modelos aditivos generalizados para localização, escala e forma (GAMLSS, [9]) são métodos de regressão utilizadas em diversas situações aplicadas. Para a análise dos dados da Covid-19 nas Unidades da Federação e respectivas capitais, foram escolhidos modelos GAMLSS para realizações de previsões de casos das séries e diárias de casos de Covid-19 de óbitos diários causados pela Covid-19. A estrutura de modelagem GAMLSS atualmente está implementada numa série de pacotes do software estatístico R, que pode ser obtido gratuitamente em www.r-project.org. O pacote `gamlss`, por exemplo, permite ajustar dados considerando mais de 50 distribuições diferentes, dentre elas a distribuição exponencial potência de Box-Cox ([8]), utilizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para a construção das curvas de crescimento padrão mundial (WHO Multicentre Growth Reference Study Group) e as distribuições de Poisson e Binomial Negativa, sendo esta última utilizada e citada pelo Imperial College London em diversas notas técnicas relacionadas a estudos sobre Covid-19 (ex: <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-06-08-COVID19-Report-26.pdf>). Dessa forma, serão apresentadas previsões de casos diários e de casos acumulados, como forma de fornecer no médio-longo prazo também previsões de tendências de crescimento ou de diminuição da série histórica desses dados. Para nossas modelagens, escolhemos um modelo GAMLSS que leva em consideração a distribuição logística, muito utilizada para modelar dados de crescimento de populações. Apresentamos previsões para os próximos 30 dias de modo que o leitor tenha condições de verificar a tendência de crescimento ou diminuição de casos em cada uma das regiões analisadas.

B.1 Descrição do modelo GAMLSS

Seja $\theta' = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p)$ um vetor com p parâmetros de uma função de probabilidade (ou função densidade) populacional denotada por $f(y|\theta)$. A ideia é estimar todos os parâmetros do modelo considerando um conjunto de modelos, chamados de modelos aditivos. Este método assume que n observações de uma variável de interesse, os quais são denotados por y_i (em que $i = 1, 2, \dots, n$) são independentes de forma condicional a um parâmetro θ^i , em que $\theta^{i'} = (\theta_{i1}, \theta_{i2}, \dots, \theta_{ip})$ é um vetor com p parâmetros relacionados com variáveis explicativas e/ou efeitos aleatórios. Se os valores das variáveis explicativas do modelo forem estocásticos ou se y_i depende de seus valores passados, então $f(y|\theta^i)$ é entendido como sendo uma função condicional a essa série de valores. Seja $y' = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ um vetor de observações da variável de interesse no estudo (em nosso caso, **número de casos diários e número de óbitos diários**). Considere ainda, para $k = 1, 2, \dots, p$, uma função de ligação, denotada por $g_k(\cdot)$ (monótona), relacionando θ_k com variáveis predictoras e os efeitos aleatórios através de um modelo dado pela expressão (B.1) apresentada a seguir:

$$g_k(\theta_k) = \eta_k = x_k \beta_k + \sum_{j=1}^{J_k} Z_{jk} \gamma_{jk}, \quad (\text{B.1})$$

em que θ_k e η_k são vetores de tamanho n , $\beta_k' = (\beta_{1k}, \beta_{2k}, \dots, \beta_{J_k k})$ é um vetor de tamanho J_k' , x_k é uma matriz de variáveis explicativas de tamanho $n \times J_k'$, Z_{jk} é uma matriz conhecida de variáveis explicativas e γ_{jk} é uma variável aleatória de dimensão q_{jk} . O modelo apresentado por (B.1) é denominado GAMLSS. Neste relatório, o interesse é apresentar resultados da aplicação do GAMLSS aos dados das séries históricas de casos e óbitos de Covid-19. Na situação em que é verificado a condição $\sum_{j=1}^{J_k} Z_{jk} \gamma_{jk} = 0$, a estrutura do modelo é a seguinte:

$$g_k(\theta_k) = \eta_k = x_k \beta_k, \quad (\text{B.2})$$

Os parâmetros iniciais do modelo de apresentado (B.2) são caracterizados em diversas situações como parâmetros de locação e escala, denotados por μ e σ , respectivamente. Os demais parâmetros, para a maioria da distribuições consideradassão denotados por ν e τ . Assim, o modelo (B.2) pode ser reescrito como

$$\left\{ \begin{array}{l} g_1(\mu) = \eta_1 = x_1 \beta_1 \\ g_2(\sigma) = \eta_2 = x_2 \beta_2 \\ g_3(\nu) = \eta_3 = x_3 \beta_3 \\ g_4(\tau) = \eta_4 = x_4 \beta_4 \end{array} \right. \quad (\text{B.3})$$

A parte sistemática do modelo é expandida permitindo modelar não apenas a média (ou posição), mas outros parâmetros da distribuição da variável resposta escolhida, como também permite escolher funções paramétricas e também aditivas não paramétricas de variáveis explicativas ou efeitos aleatórios. O método de estimação de máxima verossimilhança é utilizado para realizar o ajuste dos modelos considerados. Maiores informações sobre o ajuste dos modelos pode ser obtido em [9].

Referências Bibliográficas

- [1] Anne CORI, Neil M FERGUSON, Christophe FRASER et Simon CAUCHEMEZ : A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. *American journal of epidemiology*, 178(9):1505–1512, 2013.
- [2] FIOCRUZ : Agência fiocruz de notícias. <https://portal.fiocruz.br/noticia/sistema-infogripe-passa-incluir-dados-sobre-covid-19>. Accessed: 04-06-2020.
- [3] Trevor J HASTIE et Robert J TIBSHIRANI : *Generalized additive models*, volume 43. CRC press, 1990.
- [4] John Ashworth NELDER et Robert WM WEDDERBURN : Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 135(3):370–384, 1972.
- [5] Hiroshi NISHIURA, Natalie M LINTON et Andrei R AKHMETZHANOV : Serial interval of novel coronavirus (covid-19) infections. *International journal of infectious diseases*, 2020.
- [6] World Health ORGANIZATION et World Health Organization. Nutrition for HEALTH : *WHO child growth standards: growth velocity based on weight, length and head circumference: methods and development*. World Health Organization, 2009.
- [7] Nicholas G REICH, Justin LESSLER, Derek AT CUMMINGS et Ron BROOKMEYER : Estimating incubation period distributions with coarse data. *Statistics in medicine*, 28(22):2769–2784, 2009.
- [8] Robert A RIGBY et D Mikis STASINOPOULOS : Smooth centile curves for skew and kurtotic data modelled using the box–cox power exponential distribution. *Statistics in medicine*, 23(19):3053–3076, 2004.
- [9] Robert A RIGBY et D Mikis STASINOPOULOS : Generalized additive models for location, scale and shape. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 54(3):507–554, 2005.
- [10] Jacco WALLINGA et Marc LIPSITCH : How generation intervals shape the relationship between growth rates and reproductive numbers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1609):599–604, 2007.
- [11] Jacco WALLINGA et Peter TEUNIS : Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. *American Journal of epidemiology*, 160(6):509–516, 2004.
- [12] Laura Forsberg WHITE, Jacco WALLINGA, Lyn FINELLI, Carrie REED, Steven RILEY, Marc LIPSITCH et Marcello PAGANO : Estimation of the reproductive number and the serial interval in early phase of the 2009 influenza a/h1n1 pandemic in the usa. *Influenza and other respiratory viruses*, 3(6):267–276, 2009.

- [13] Jing YUAN, Minghui LI, Gang LV et Z. Kevin LU : Monitoring transmissibility and mortality of covid-19 in europe. *International Journal of Infectious Diseases*, 95:311 – 315, 2020.