



COMO A ACELERAÇÃO DOS CASOS E ÓBITOS, PARA ALÉM DA TENDÊNCIA, EXPLICA A DINÂMICA DA COVID-19 NO BRASIL?

Destaques

- A aceleração dos casos e óbitos é importante para caracterizar e comparar as curvas epidêmicas dos distintos lugares ;
- A incorporação deste coeficiente (aceleração) em uma análise de série temporal para a COVID-19 permite uma melhor compreensão da situação epidemiológica das unidades da federação brasileiras.
- Há enorme heterogeneidade no Brasil com relação ao comportamento epidêmico da COVID-19, não só com relação à tendência da incidência e mortalidade, mas também sobre a aceleração dos casos e óbitos, demonstrando que o mecanismo de transmissibilidade e de capacidade de resposta dos sistemas locais de saúde é bastante variável de acordo com outras características que não somente a quantidade de suscetíveis;
- Diante da incerteza da iminência da segunda onda e do tempo de imunidade conferido pela infecção prévia, é necessário estar atento às curvas nas próximas semanas, para verificar se novamente a aceleração dos casos voltou a se comportar de forma semelhante ao início da pandemia.

INTRODUÇÃO

A COVID-19 (do inglês *Coronavirus Disease 2019*) é uma doença causada por um betacoronavírus nomeado SARS-CoV-2, que possui um amplo espectro clínico, podendo gerar de infecção assintomática e síndrome gripal até casos graves, caracterizando a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) (Brasil, 2020a). O novo coronavírus foi detectado pela primeira vez em Wuhan, na China, no dia 31 de dezembro de 2019, sendo considerado previamente uma pneumonia de causa desconhecida (Maciel; Castro-Silva; Farias, 2020). A China foi considerada no período como epicentro de propagação da doença, possuindo 98,4% do total de casos notificados no mundo até fevereiro de 2020. No Brasil, o Ministério da Saúde decretou

Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) no dia 30 de janeiro e Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) no dia 3 de fevereiro. Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial de Saúde caracterizou a situação como pandemia em decorrência da disseminação e severidade da infecção em diversos países e continentes e, em 20 de março, o Ministério da Saúde brasileiro constatou a transmissão comunitária do SARS-CoV-2 em todo o território nacional (Brasil, 2020b).

A presença do novo coronavírus na América Latina foi documentada pela primeira vez em 25 de fevereiro de 2020, quando o Ministério da Saúde confirmou a detecção do primeiro caso importado. Nas semanas seguintes, atingiu todos os países da região. De viajantes infectados da Europa, principalmente da Itália, o vírus conseguiu estabelecer transmissão local em quase todos os países da América Latina. (Callejas, Echevarría, Carrero et al., 2020).

Com o desenvolvimento de estudos, foi possível perceber que o SARS-CoV-2 é responsável por originar infecções respiratórias e intestinais em humanos e animais. Apesar de alguns casos serem oligossintomáticos ou gerar sintomas leves, podem ocorrer infecções graves caracterizadas por desconforto respiratório agudo, choque séptico, acidose metabólica, disfunção de sangramento e coagulação (Maciel, Castro-Silva, Farias, 2020; Brasil, 2020b).

Como qualquer outro vírus respiratório, o SARS-CoV-2 é transmitido principalmente através de gotículas respiratórias que são produzidas quando uma pessoa infectada tosse ou espirra (gotículas de Flügge). O vírus também pode infectar a conjuntiva por meio do mecanismo clássico de transmissão por fômites (de uma superfície contaminada para as mãos e em seguida para os olhos). A transmissão do vírus por aerossóis na comunidade deve ser cuidadosamente considerada no ambiente de saúde. O curso da infecção será então altamente condicionado pela idade do paciente e por seu estado de saúde anterior, com a exceção crítica de que este vírus aparece em crianças menores de 5 anos, que são mais suscetíveis à gripe em todas as estações (Callejas, Echevarría, Carrero et al, 2020).

De acordo com o progresso de estudos, compreende-se que não é possível prever como a pandemia irá evoluir; em cada território existe um comportamento diferente devido a fatores como a dinâmica de propagação, distanciamento social, adesão de medidas de proteção individual, densidade demográfica, tempo de incubação viral, taxas de transmissão, fatores meteorológicos, enfim, aspectos próprios e característicos de cada território geográfico e

população (Cássaro e Pires, 2020; Pinto et al., 2020). O número médio de novas infecções geradas por uma pessoa infectada com SARS CoV-2 (R_0) é estimado entre 2,2 e 3,6; ou seja, cada pessoa infectada seria uma fonte de infecção para 2 a 4 pessoas suscetíveis (Callejas, Echevarría, Carrero et al., 2020).

Tomando como referência o Painel do Centro de Ciência e Engenharia de Sistemas (CSSE) da Universidade Johns Hopkins (JHU), até o dia 3 de dezembro de 2020, o mundo acumulou um total de 64.918.435 casos confirmados, 1.501.076 mortes, e uma letalidade em torno de 2,3% no mundo. Os países com mais casos de COVID-19 são (em ordem decrescente): EUA, com 14.012.378; Índia, com 9.534.964; Brasil, com 6.436.650; Rússia, com 2.354.934; e França, com 2.310.089 casos. Os países com mais mortes por COVID-19 são (em ordem decrescente): EUA, com 274.648; Brasil, com 174.515; Índia, com 138.648; México, com 107.565; e Reino Unido, com 60.210 mortes (Johns Hopkins Whiting School of Engineering, 2020).

De acordo com a última atualização do Painel Coronavírus do Ministério da Saúde, até o dia 03 de dezembro de 2020, o Brasil acumulou 6.487.084 casos confirmados e 175.270 óbitos, apresentando uma letalidade de 2,7%. Frente à alta infectibilidade da doença e a indisponibilidade de medicamentos e vacinas específicas para o SARS-CoV-2, a Organização Mundial da Saúde (OMS) preconiza medidas não farmacológicas que contemplam o distanciamento social, etiqueta respiratória e lavagem das mãos como medidas eficientes de prevenção (Brasil, 2020b; Brasil, 2020c).

No Brasil, em relação às questões sociais, adiciona-se a existência de um contexto de forte desigualdade social, com estratos da população vivendo em situação precária, em função tanto da dificuldade de acesso ao saneamento básico quanto das condições de habitação e aglomeração populacional. Nesse sentido, é importante reconhecer tais características, a fim de caracterizar o território nacional, uma vez que estas análises são essenciais para apoiar as decisões do governo e melhorar a adesão da comunidade às medidas preventivas (Guimarães, Eleuterio & Monteiro-Da-Silva, 2020). A caracterização das unidades da federação é importante para reconhecer locais mais ou menos críticos para a intervenção imediata da vigilância em saúde e da atenção em saúde, por meio da adoção de medidas de supressão e de planos

conjuntos que consigam controlar os efeitos da disseminação da COVID-19, bem como seu potencial de gravidade (Guimarães, Eleuterio & Monteiro-Da-Silva, 2020).

A identificação de localidades que enfrentam taxas de mortalidade mais altas e heterogêneas e uma maior vulnerabilidade socioeconômica é relevante, uma vez que uma mortalidade alta e mais heterogênea deverá impor maior complexidade ao sistema local de saúde, ao demandar uma resposta também heterogênea em termos de recursos físicos, humanos, de aporte de medicamentos e de gestão. Assim, é necessário encontrar meios para que estes sejam capazes de manejar e reduzir a pressão de uma demanda por serviços de saúde alta e diferenciada. Logo, infere-se que é também imprescindível examinar a distribuição e a aceleração da incidência e da mortalidade por COVID-19 no Brasil e em suas UFs, a fim de fazer uma análise de suas vulnerabilidades (Rache, Nunes & Rocha, 2020).

Neste sentido, esta nota técnica procura descrever e analisar os comportamentos das distribuições de incidência e mortalidade por COVID-19 no Brasil, por unidades da federação, e suas respectivas acelerações, com o uso de dados públicos disponíveis nas bases de dados do Ministério da Saúde.

Para que fosse possível realizar a análise pretendida, foi realizado um estudo ecológico descritivo para avaliar a distribuição e aceleração de casos e óbitos de COVID-19 por semana epidemiológica (SE), cujas unidades de análise foram o Brasil e suas Unidades da Federação (UFs) até 17 de outubro de 2020, último dia da SE 42.

Em 2020, o Brasil tem uma população aproximada de 210 milhões de habitantes e possui 26 Estados e 1 Distrito Federal, totalizando 27 UFs, as quais são agrupadas em cinco macrorregiões geográficas (Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul), que possuem características sociodemográficas, econômicas e de saúde bem distintas entre si (Brasil, 2019; Brasil, 2017).

Consideramos o período entre 26 de fevereiro, data da confirmação do primeiro caso no país, até 17 de outubro de 2020 (data de extração dos dados). A população do estudo foram casos e óbitos novos confirmados pela doença, por local de residência e agregados por país e UFs do Brasil, disponibilizados pelo Painel Coronavírus do Ministério da Saúde de modo público, agrupado e não-nominal (Brasil, 2020b). A definição de caso confirmado de COVID-19 no Brasil, adotada atualmente pelo Ministério da Saúde e UFs diz que “casos confirmados são indivíduos

que possuem confirmação laboratorial para SARS-CoV-2, independente de sinais e sintomas, ou por critério clínico-epidemiológico, quando o indivíduo possui histórico de contato próximo ou domiciliar, nos últimos sete dias antes do aparecimento dos sintomas com caso confirmado laboratorialmente, para o qual não foi possível realizar o teste laboratorial”.

Para realizar uma inspeção visual do comportamento dos indicadores selecionados, foram elaborados gráficos de casos e óbitos novos para o Brasil e suas 27 UFs, considerando o início a partir da SE do primeiro caso ou óbito novo em cada localidade, com o intuito de descrever em que fase da epidemia o Brasil e suas UFs estão e como estão se comportando as curvas epidêmicas de cada localidade. Também foram elaborados gráficos da aceleração de casos e óbitos para o Brasil e suas 27 UFs. A aceleração foi calculada através da divisão da velocidade de casos e óbitos em cada semana pelo tempo. Como o tempo foi sempre foi o intervalo de uma semana, o valor da aceleração foi sempre igual ao valor da velocidade. A velocidade foi calculada através da subtração de casos e óbitos novos da SE subsequente pela SE atual.

Em todos os gráficos foram ainda obtidas curvas de ajuste para descrever mais claramente o comportamento das taxas e da aceleração no tempo.

Entre 26 de fevereiro (data do primeiro caso no Brasil) e 17 de outubro de 2020 (final da SE 42) foram registrados 5.224.362 casos e 153.675 óbitos confirmados no Brasil. As UFs com mais casos confirmados foram São Paulo (1.062.634 casos), Bahia (334.697 casos), Minas Gerais (333.998 casos), Rio de Janeiro (289.569) e Ceará (264.245). Por sua vez, as UFs com mais óbitos confirmados foram São Paulo (37.992 óbitos), Rio de Janeiro (19.715), Ceará (9.207), Pernambuco (8.480) e Minas Gerais (8.405).

A distribuição de casos novos de COVID-19 no Brasil cresceu a cada semana de forma vertiginosa e atingiu seu pico na SE 30 e se manteve constante até a SE 36, quando começou a declinar e apresentar queda constante até a SE 42. Os mesmos comportamentos foram observados na maioria das UFs, com explosão após as primeiras semanas de epidemia, com picos a partir da SE 26 e declínios principalmente após a SE 36, com as curvas acentuadas para a direita, com exceção de Acre, Amazonas, Amapá, Pará, na Região Norte e Ceará na Região Nordeste, que tiveram os picos entre as SE 21 e 26, apresentando curvas com acentuação à esquerda. Os *outliers* observados nas distribuições de Roraima e Rondônia na Região Norte,

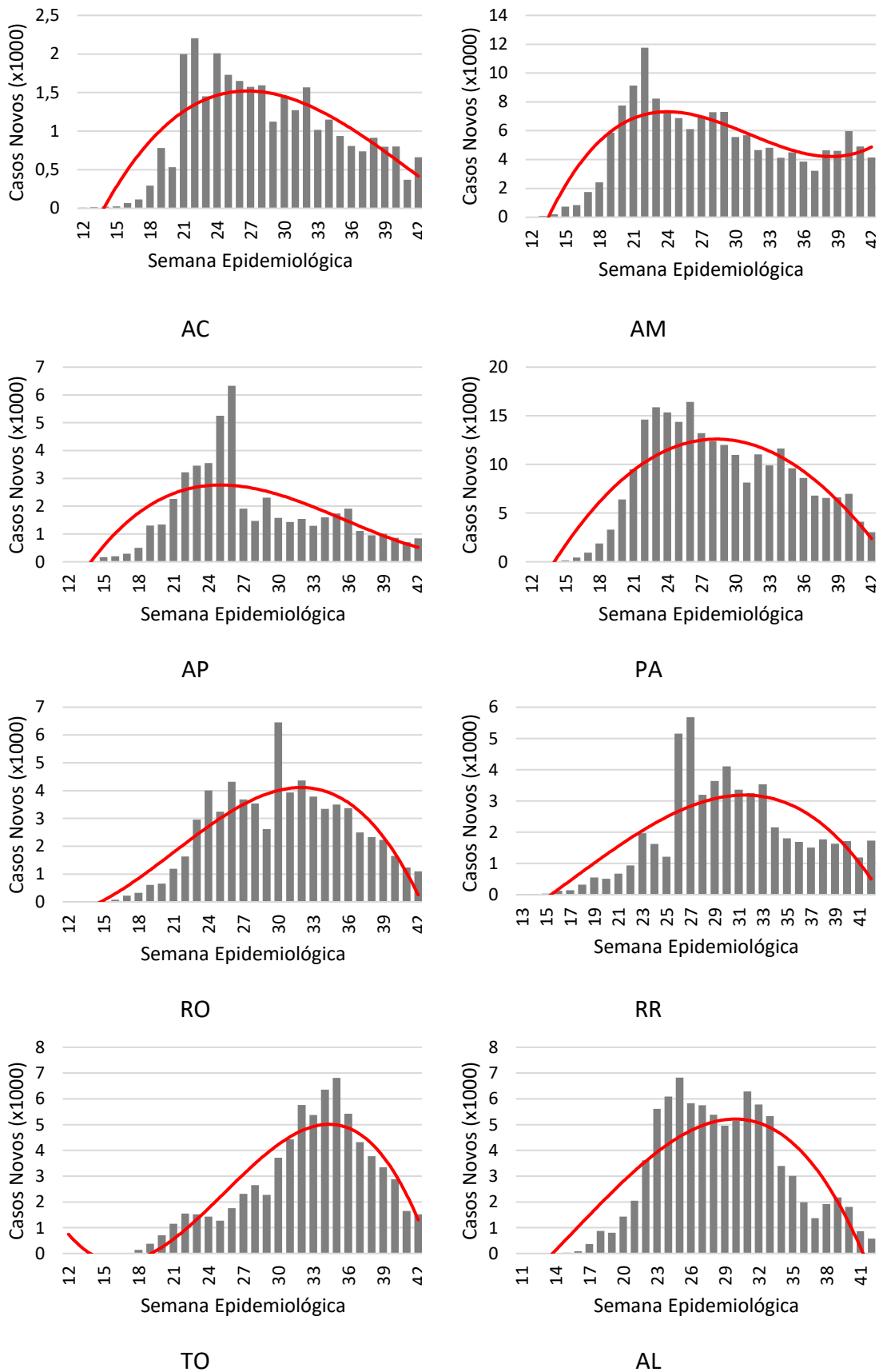
Ceará e Rio Grande do Norte na Região Nordeste, Rio de Janeiro na Região Sudeste e Santa Catarina na Região Sul, sugerem demora na entrega de resultados em semanas anteriores e liberação de muitos resultados em uma mesma semana (Figura 1).

A aceleração de casos novos de COVID-19 no Brasil ganhou velocidade a partir da SE 16 e somente apresentou desaceleração após a SE 27, o que gerou uma distribuição de casos novos em crescimento por mais de três meses, ameaçando o fim dos leitos disponíveis e possível colapso no sistema de saúde. A maioria das UFs possuem também aceleração de casos novos após as primeiras SE de registro dos respectivos primeiros casos de cada local, seguindo a tendência do Brasil, porém é possível observar comportamentos diferentes nas acelerações do Tocantins na Região Norte; Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul na Região Centro-Oeste; e Rio Grande do Sul na Região Sul, que apresentam as maiores oscilações de aceleração e desaceleração após a SE 27. Também foi possível observar um ligeiro aumento da velocidade de casos novos após a SE 40 no Acre e Amazonas na Região Norte, Paraíba, Piauí e Sergipe na Região Nordeste e Espírito Santo na Região Sul, portanto, faz-se necessário que autoridades se mantenham atentas ao comportamento das curvas nas próximas semanas, pois essas curvas em ascensão podem indicar uma nova explosão de casos. *Outliers* como os de Santa Catarina na Região Sul, que mostraram aceleração e desaceleração em duas semanas, sugerem que havia um acúmulo de casos que aguardavam resultado laboratorial e foram liberados todos na mesma semana (Figura 2).

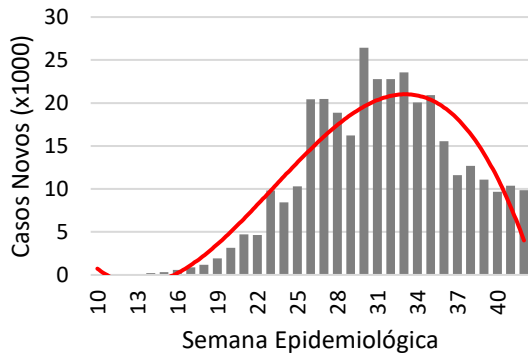
A distribuição de óbitos novos de COVID-19 no Brasil seguiu a mesma forma da distribuição de casos novos, incluindo as UFs. Como óbitos por COVID-19 acontecem em sua maioria por pacientes que são dos grupos de risco, ou quando o sistema de saúde entra em colapso, as curvas de óbitos novos não atingiram picos, pois se comportaram com formato de monte, se mantendo constantes por mais de 10 semanas, a partir da SE 20, com curvas acentuadas à direita. Por outro lado, os Estados Acre, Amazonas, Amapá e Pará na Região Norte; Alagoas, Ceará, Maranhão e Pernambuco na Região Nordeste; e Rio de Janeiro na Região Sudeste, demonstraram explosão de óbitos nas primeiras semanas de epidemia, com as curvas acentuadas à esquerda, sugerindo que estavam menos preparados para lidar com a crise que os demais Estados (Figura 3).

A aceleração de óbitos novos por COVID-19 no Brasil ganhou velocidade a partir da SE 12 e somente apresentou desaceleração após a SE 22; portanto, com distribuição de óbitos novos em crescimento por mais de três meses e com UFs com número de óbitos acima da capacidade hospitalar de internação que era possível na época. A maioria das UFs apresentam curva de desaceleração, com perda rápida da velocidade de óbitos novos após a SE 26, o que nos faz pensar que foi quando os profissionais de saúde se adaptaram aos novos protocolos, atualizados quase que diariamente e também na mesma época de queda abrupta de casos, fruto das medidas de isolamento impostas por governos e UFs. No entanto, foi possível observar aumento na aceleração de óbitos, ganhando velocidade em Alagoas, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, na Região Nordeste e no Espírito Santo na Região Sudeste, portanto faz-se necessária atenção ao comportamento das curvas nas próximas semanas, pois essas em ascensão podem indicar uma nova explosão de óbitos. *Outliers* como os de Santa Catarina na Região Sul, que já haviam sido observados na aceleração de casos, sugerem também um acúmulo de óbitos que aguardavam resultado laboratorial e foram liberados todos na mesma semana (Figura 4). É importante mencionar que, mesmo utilizando os dados agregados por semana epidemiológica, com o objetivo de reduzir o erro de mensuração, em alguns estados, como o Rio de Janeiro, há uma demora maior que o tempo de uma semana para obter o resultado de exames por sobrecarga dos Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN), fazendo com que a curva atual seja menor do que deveria ser.

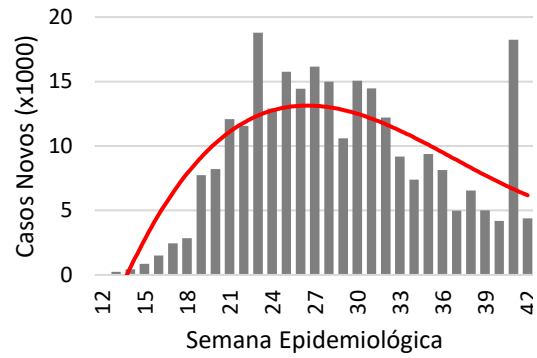
Figura 1 – Distribuição de casos novos de COVID-19 no Brasil e por UF e curvas de ajuste por semana epidemiológica de 2020.



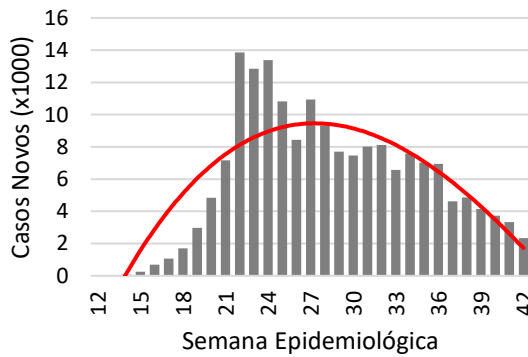
(continuação)



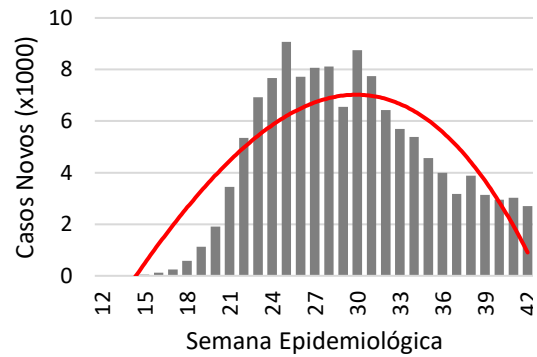
BA



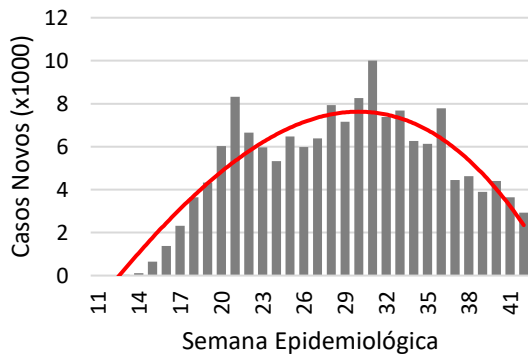
CE



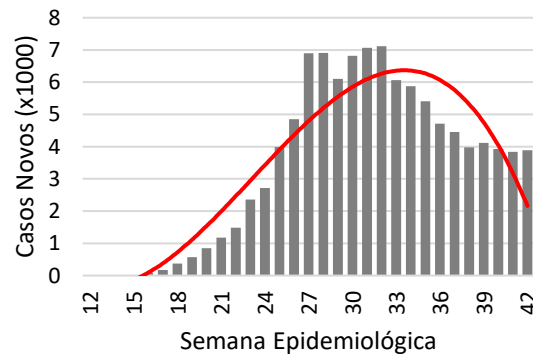
MA



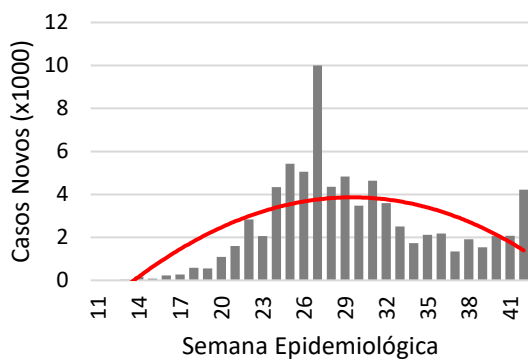
PB



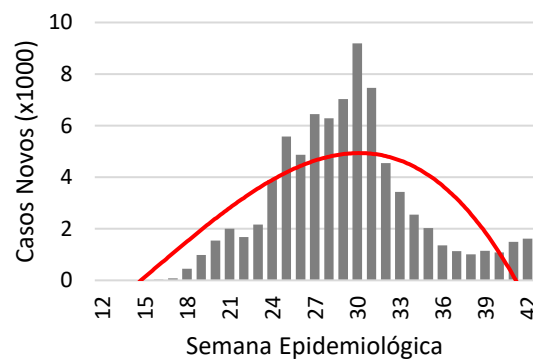
PE



PI

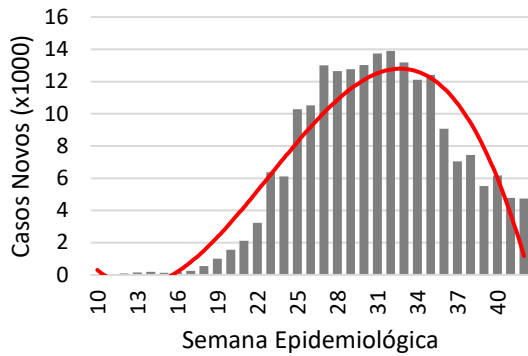


RN

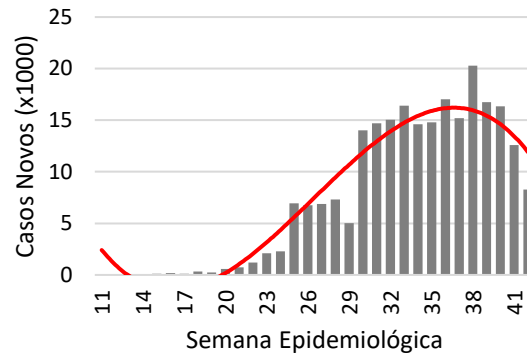


SE

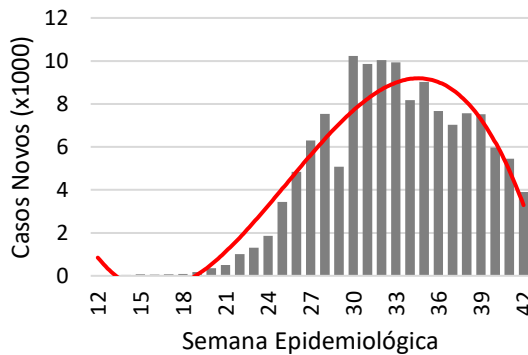
(continuação)



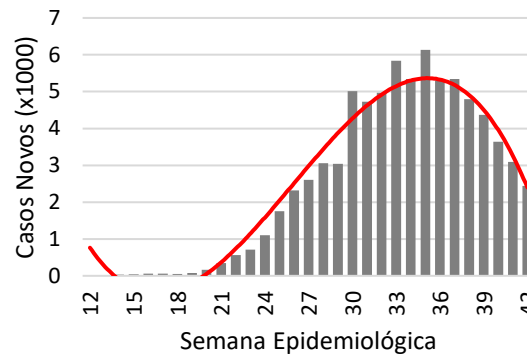
DF



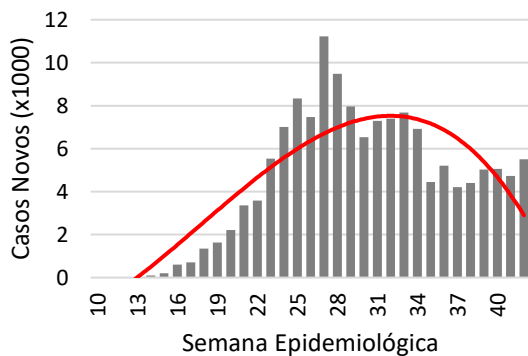
GO



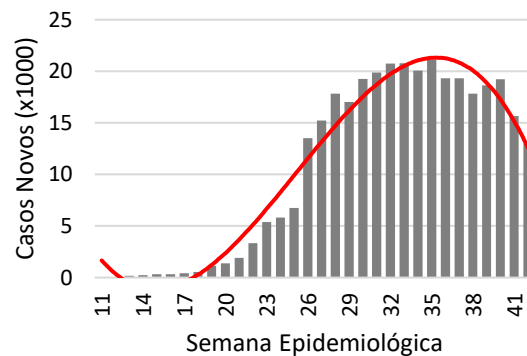
MT



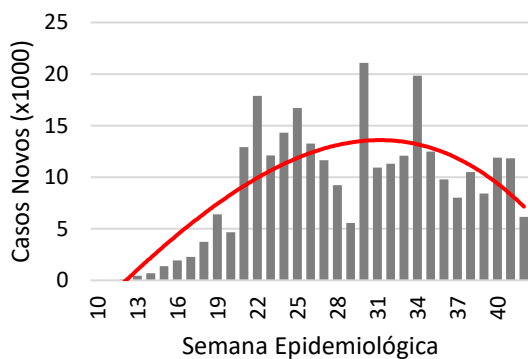
MS



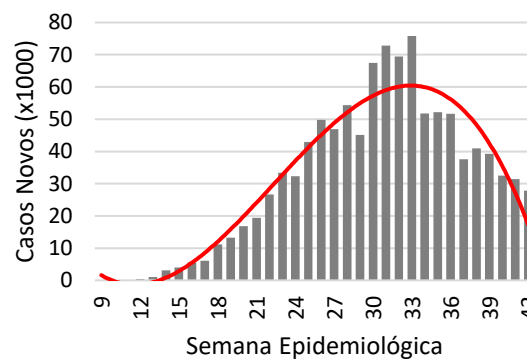
ES



MG

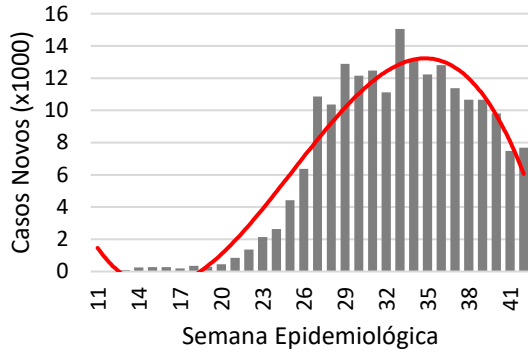


RJ

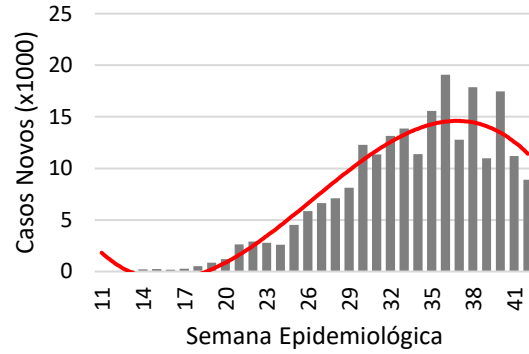


SP

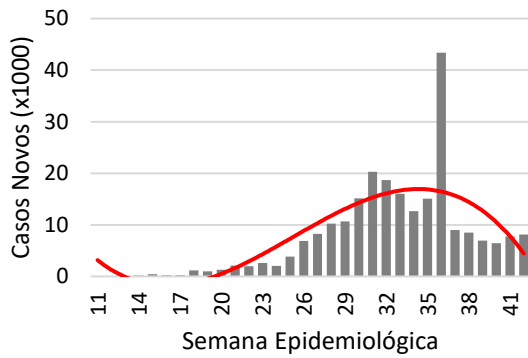
(continuação)



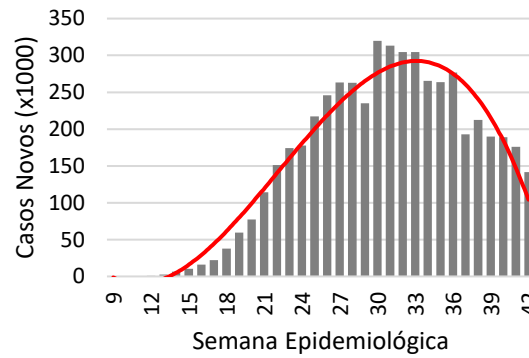
PR



RS

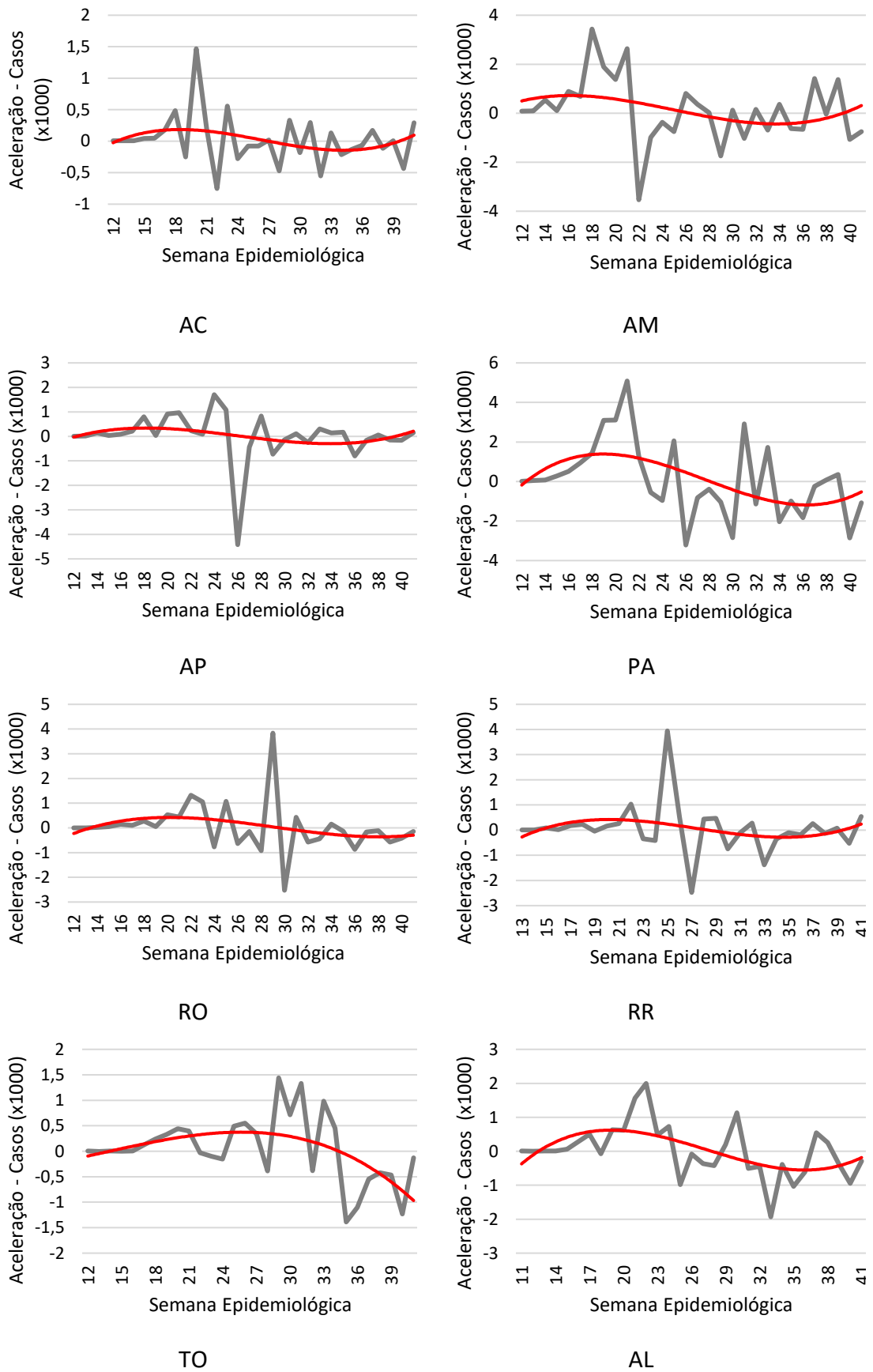


SC



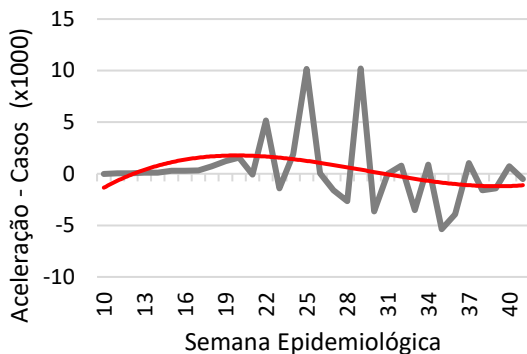
BR

Figura 2 – Aceleração de casos novos de COVID-19 no Brasil e por UF e curvas de ajuste por semana epidemiológica de 2020.

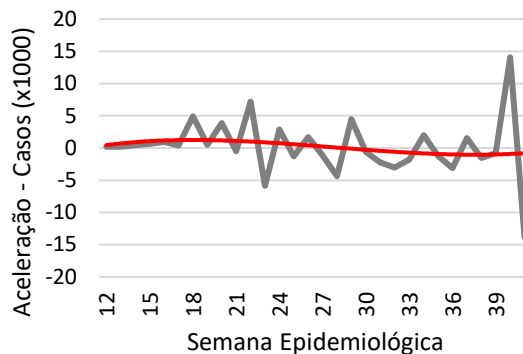




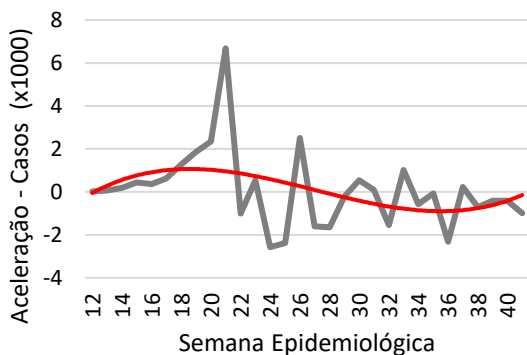
(continuação)



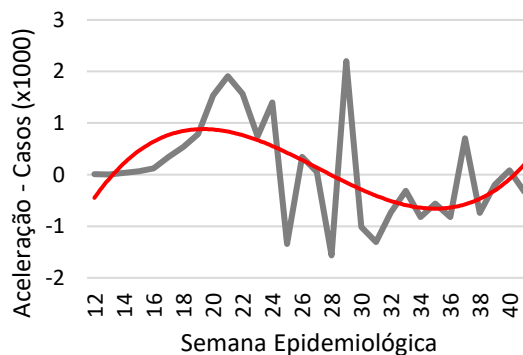
BA



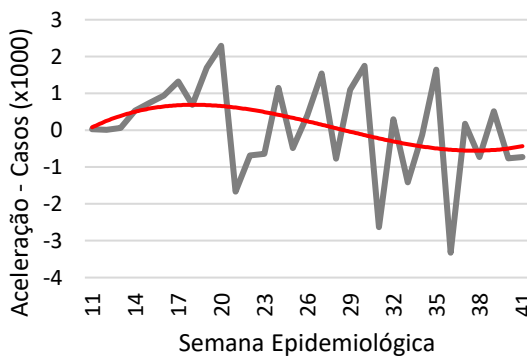
CE



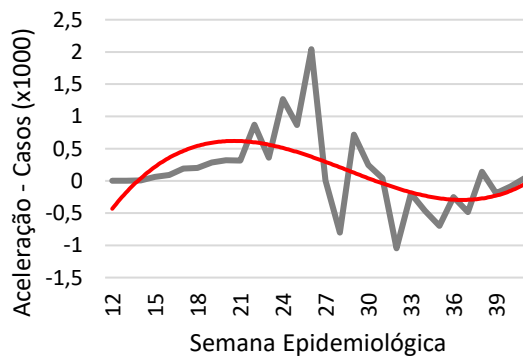
MA



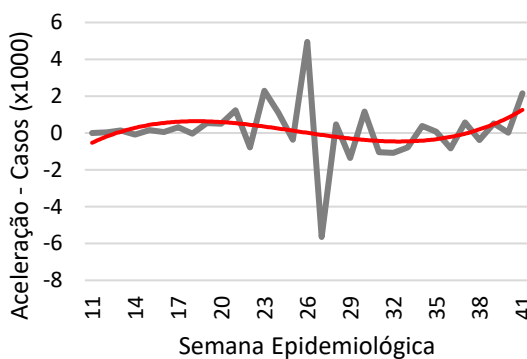
PB



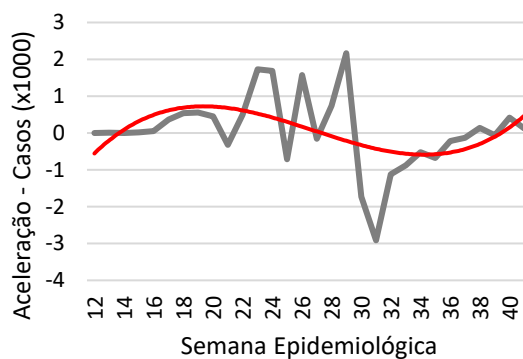
PE



PI



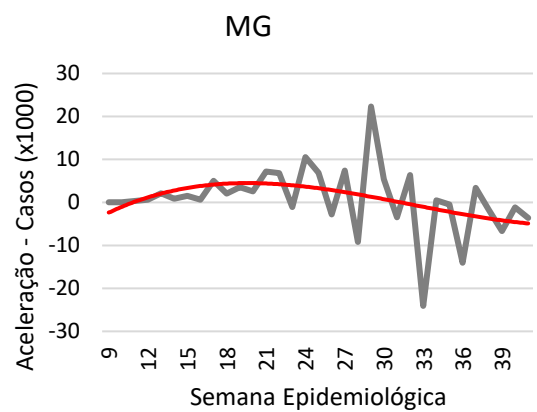
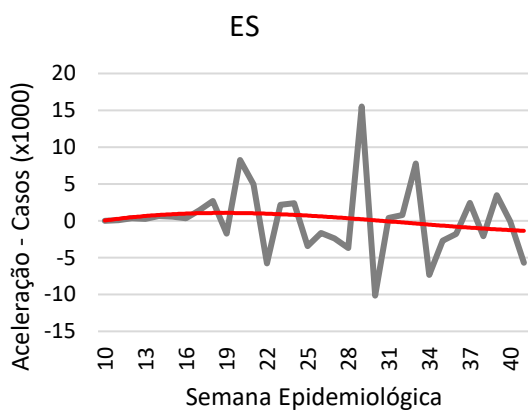
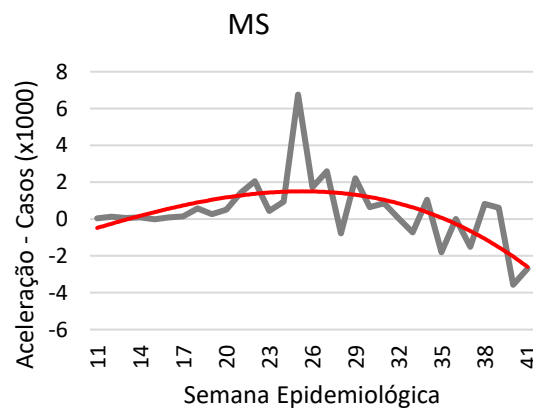
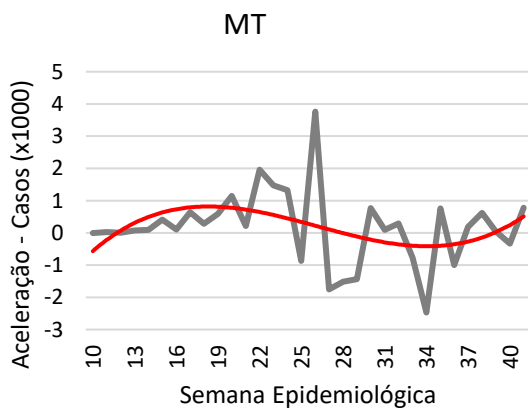
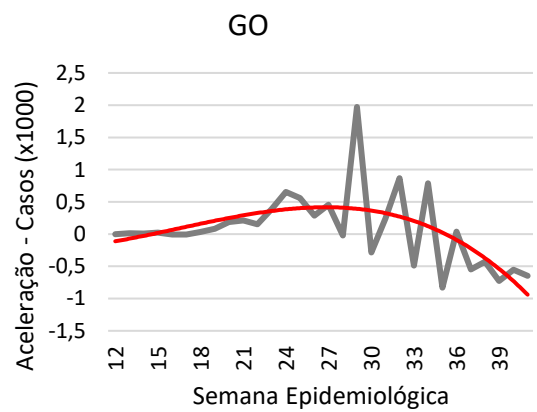
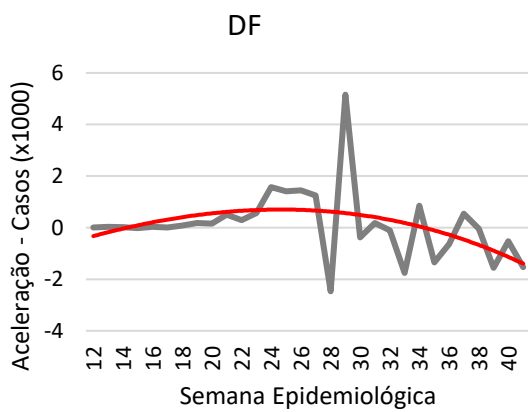
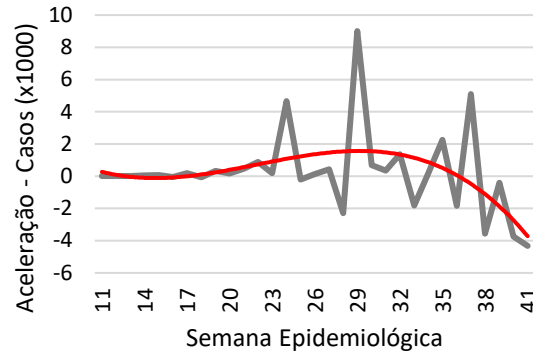
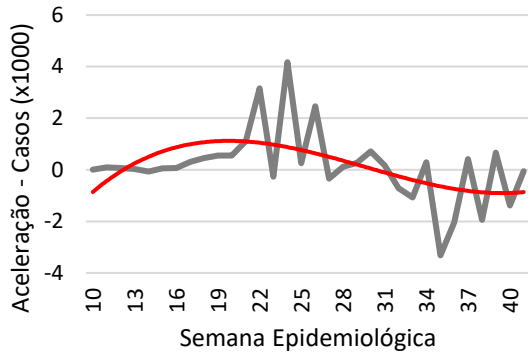
RN



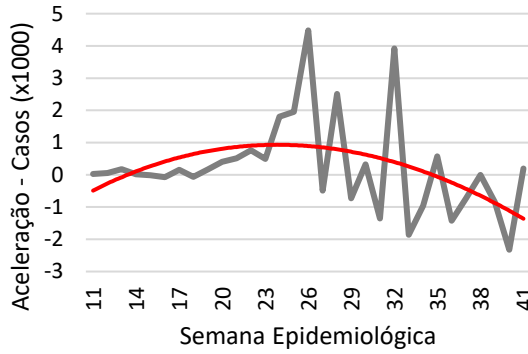
SE



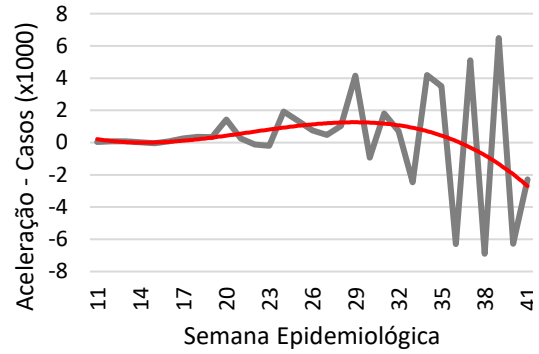
(continuação)



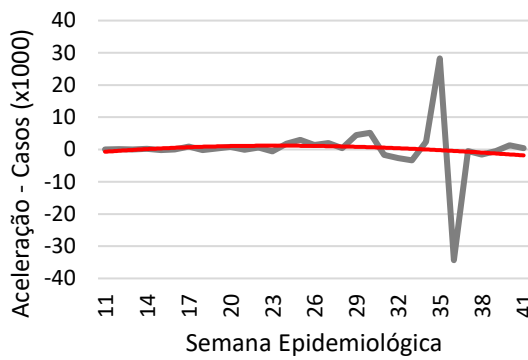
(continuação)



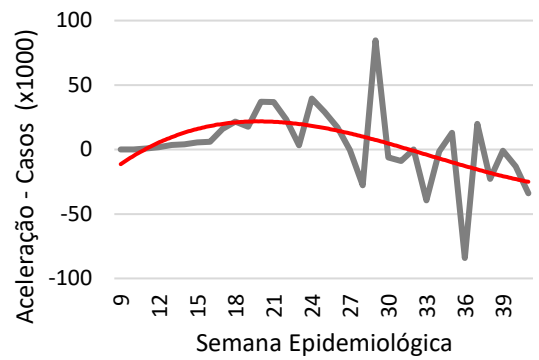
PR



RS

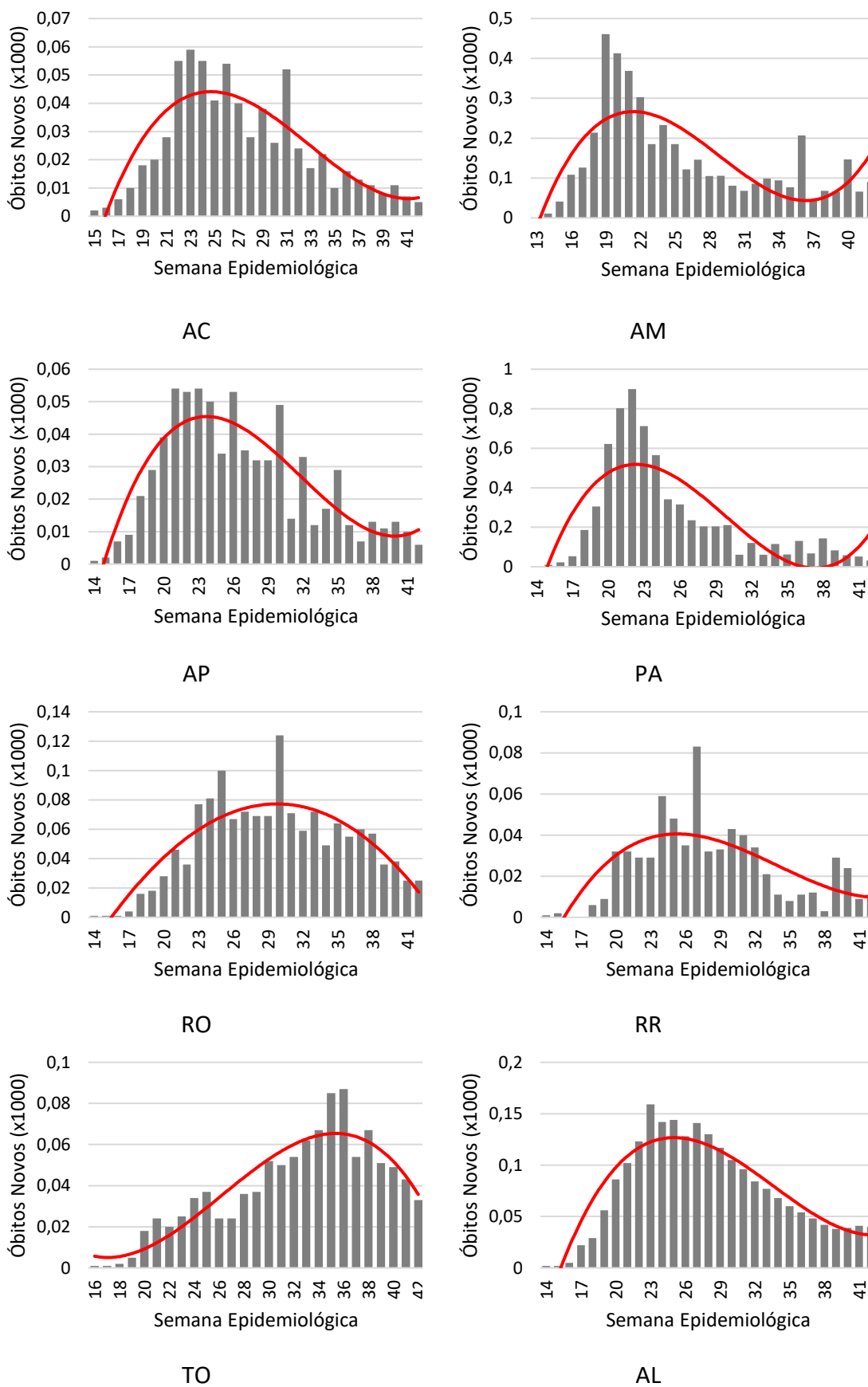


SC



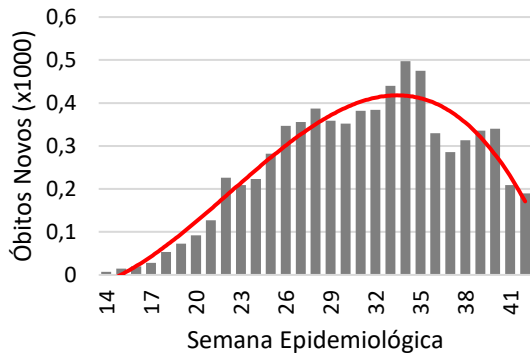
BR

Figura 3 – Distribuição de óbitos novos de COVID-19 no Brasil e por UF e curvas de ajuste por semana epidemiológica de 2020.

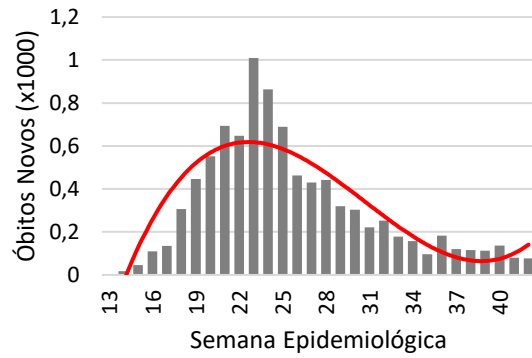




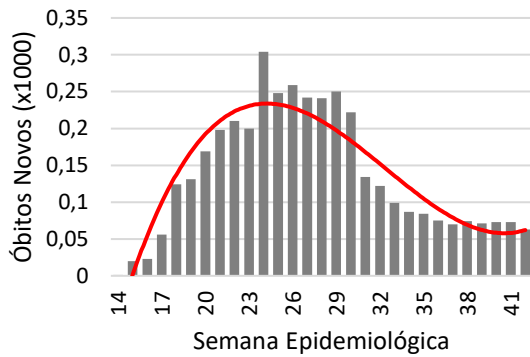
(continuação)



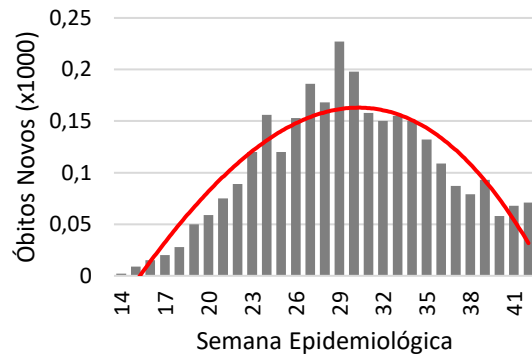
BA



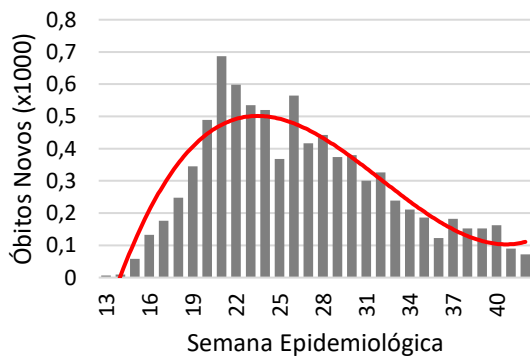
CE



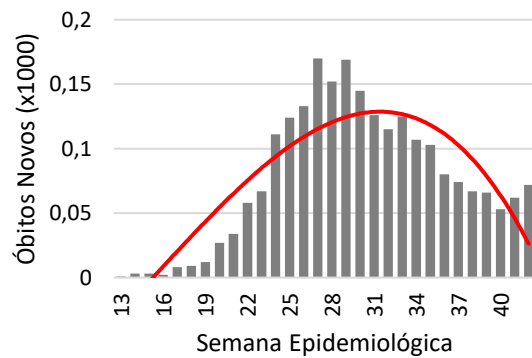
MA



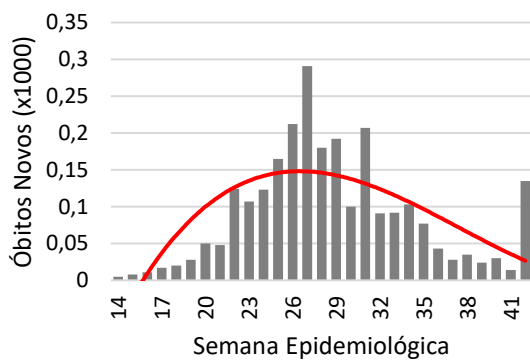
PB



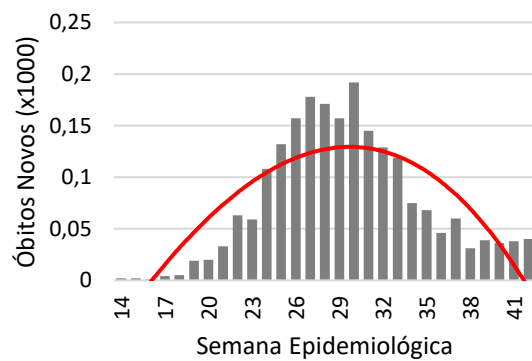
PE



PI



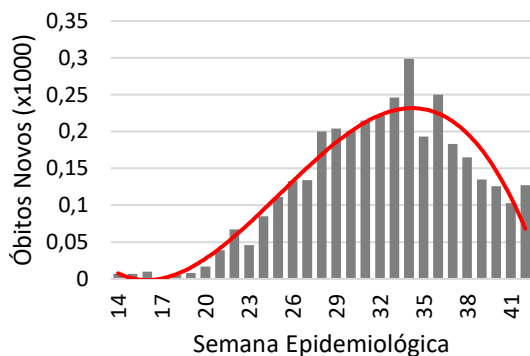
RN



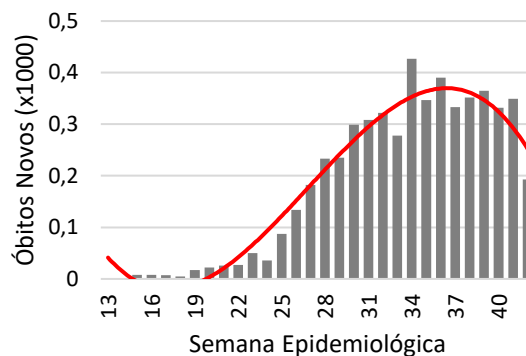
SE



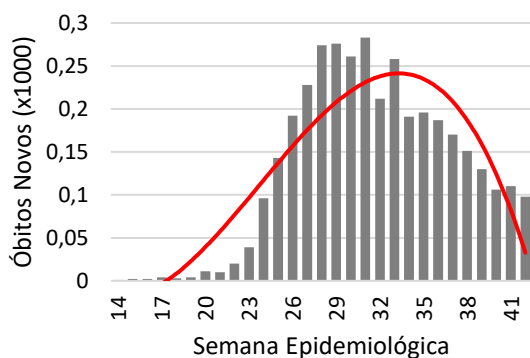
(continuação)



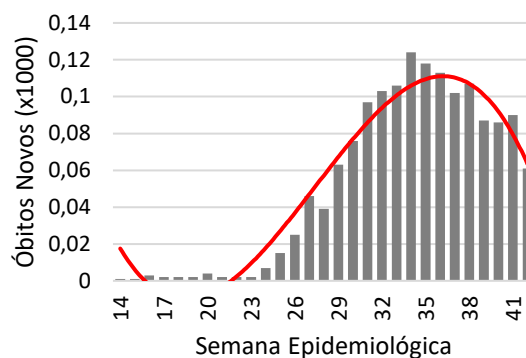
DF



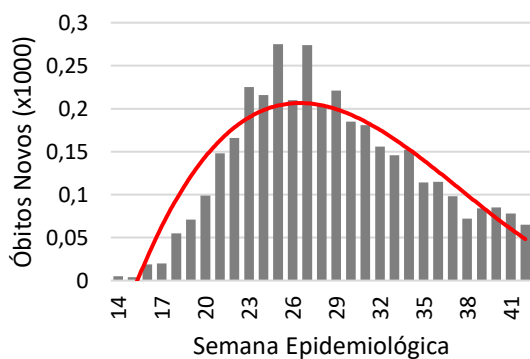
GO



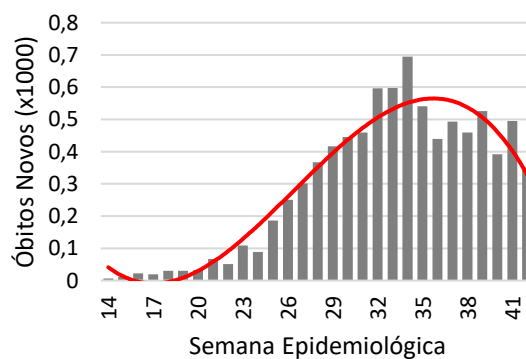
MT



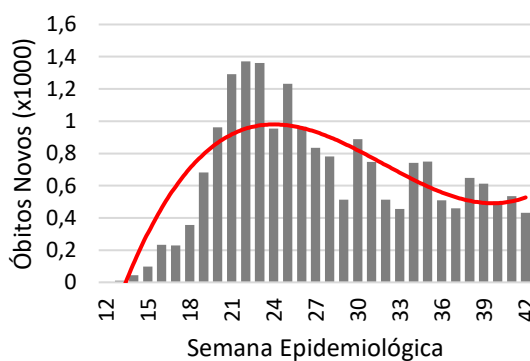
MS



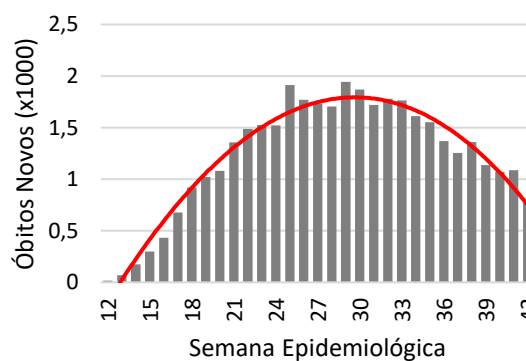
ES



MG

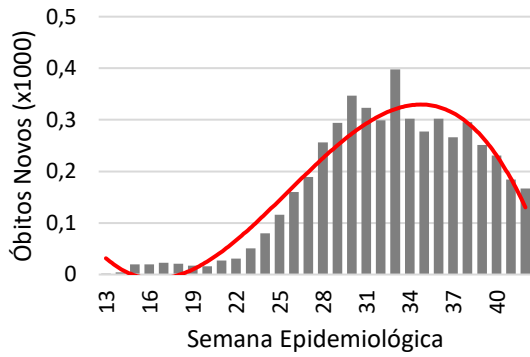


RJ

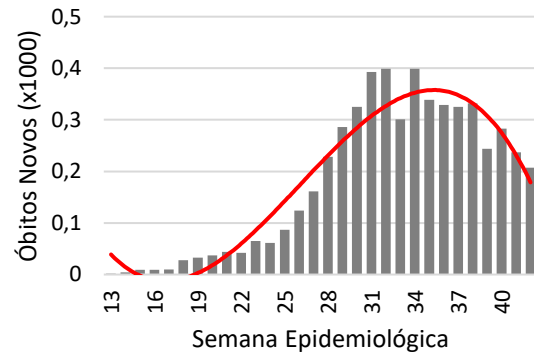


SP

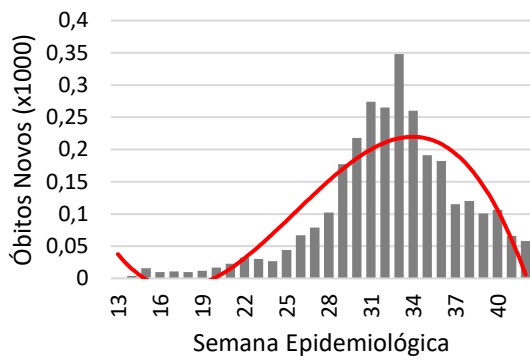
(continuação)



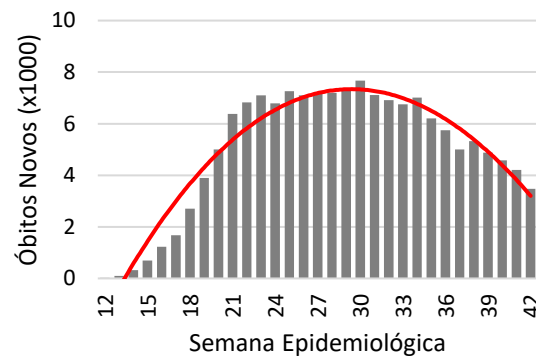
PR



RS

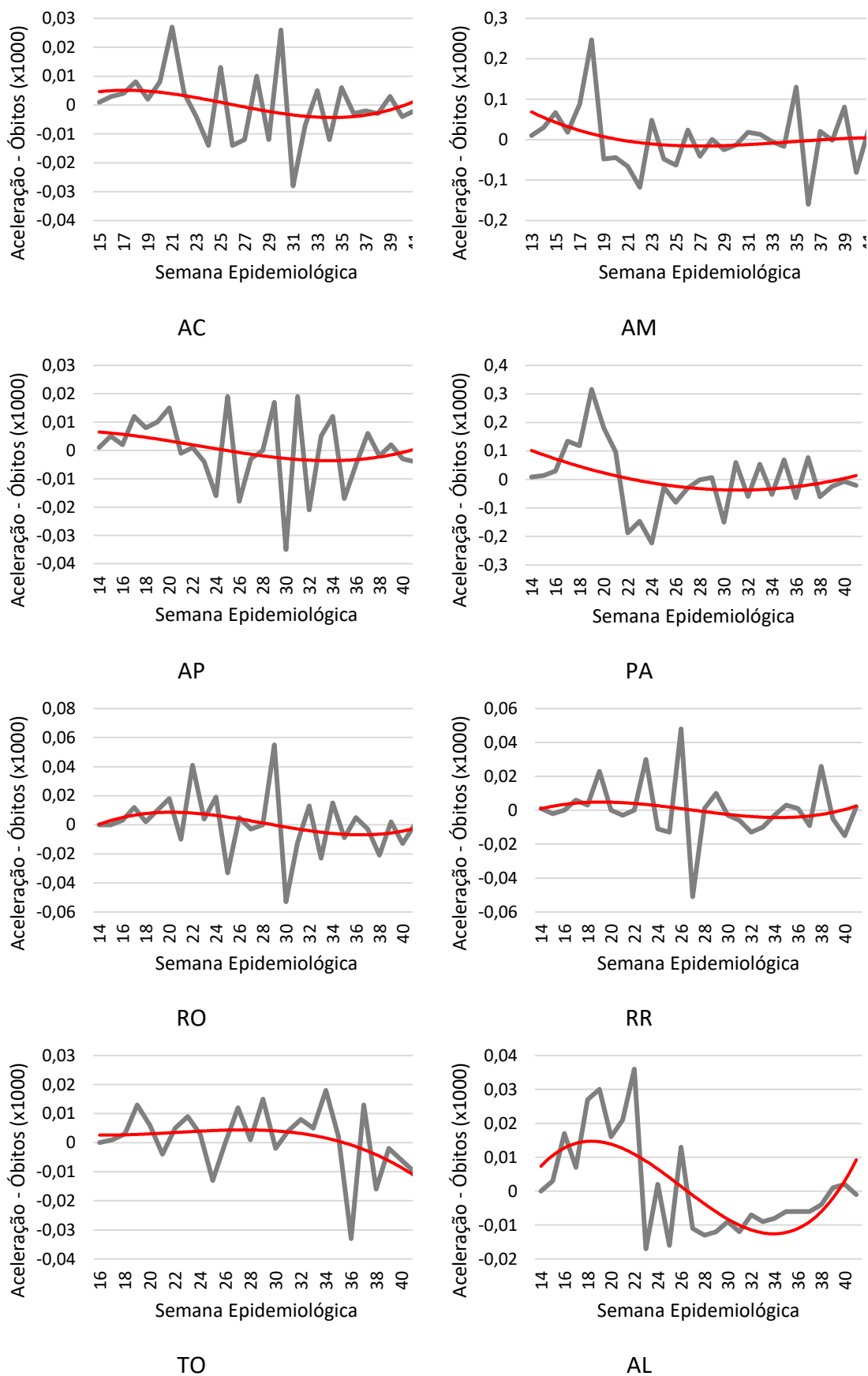


SC



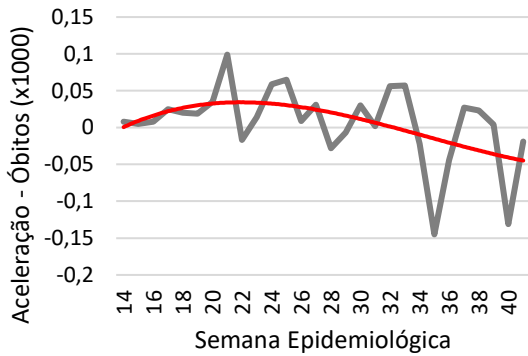
BR

Figura 4 – Aceleração de óbitos novos de COVID-19 no Brasil e por UF e curvas de ajuste por semana epidemiológica de 2020.

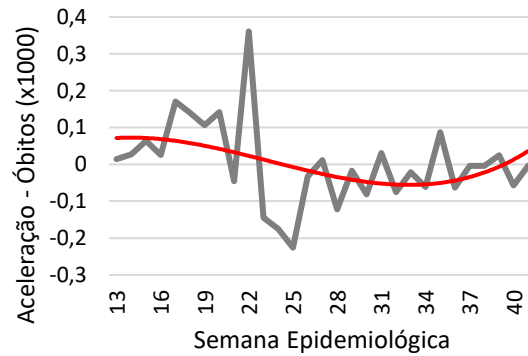




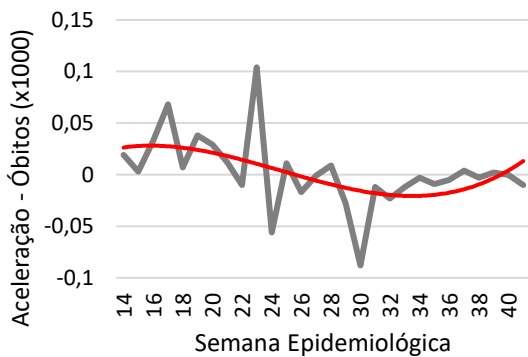
(continuação)



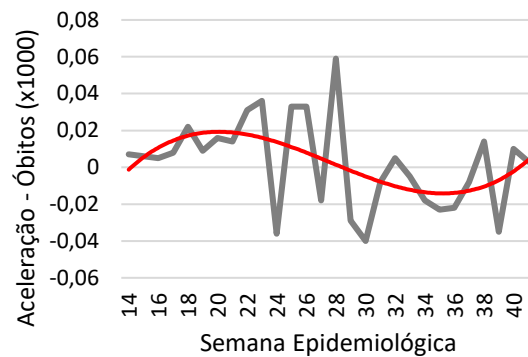
BA



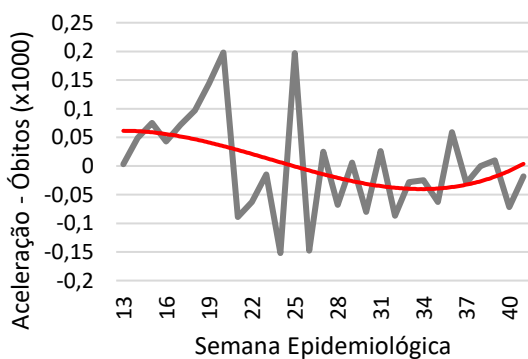
CE



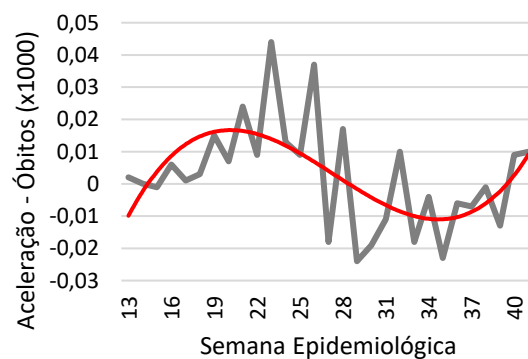
MA



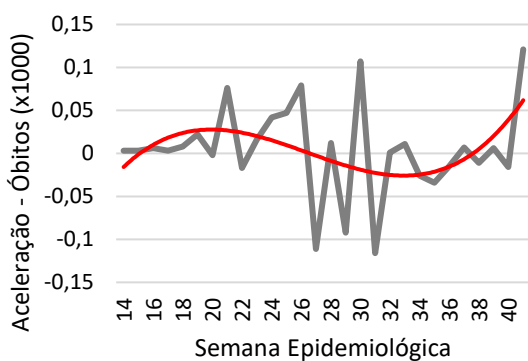
PB



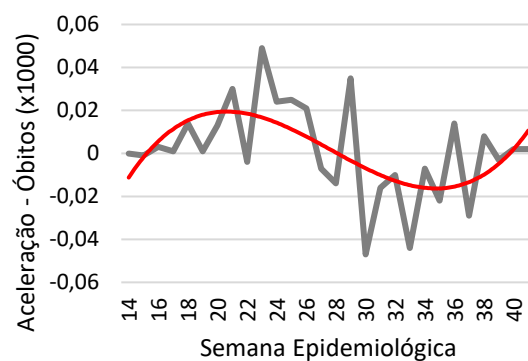
PE



PI



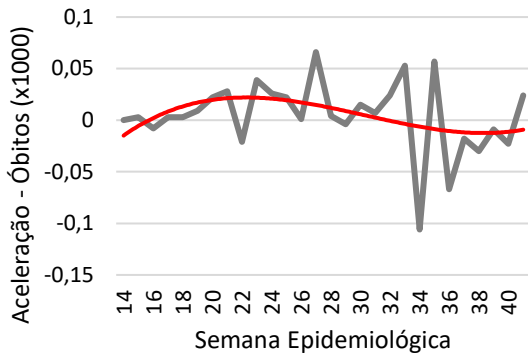
RN



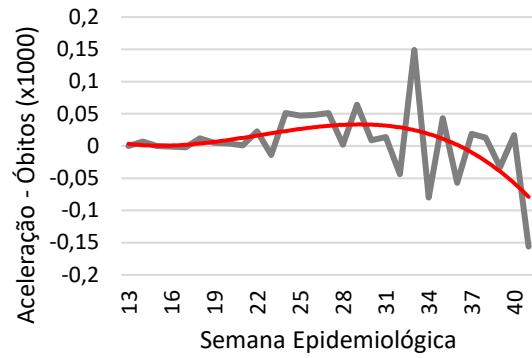
SE



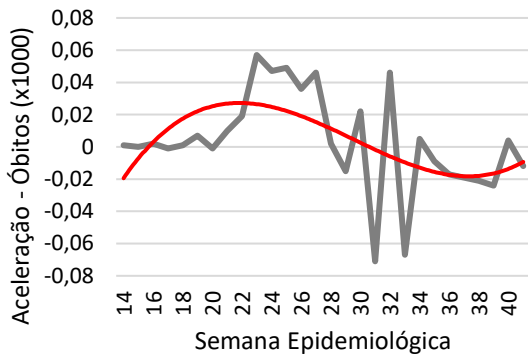
(continuação)



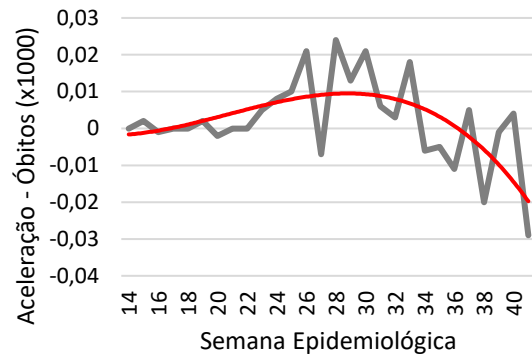
DF



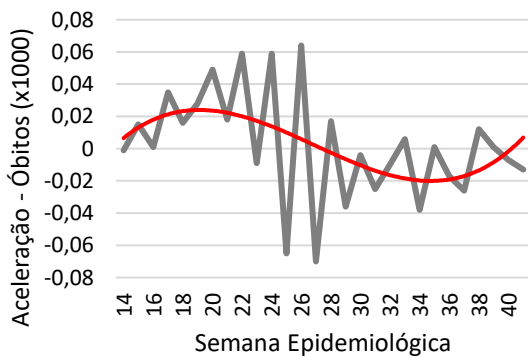
GO



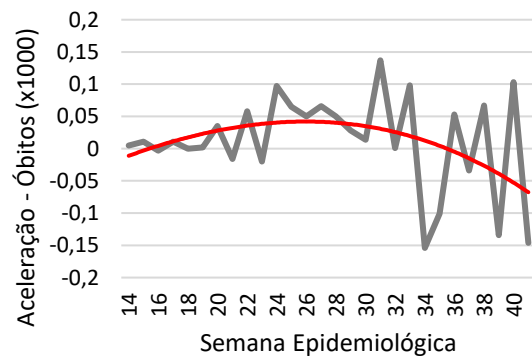
MT



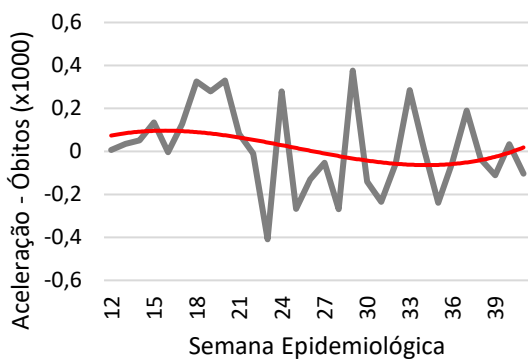
MS



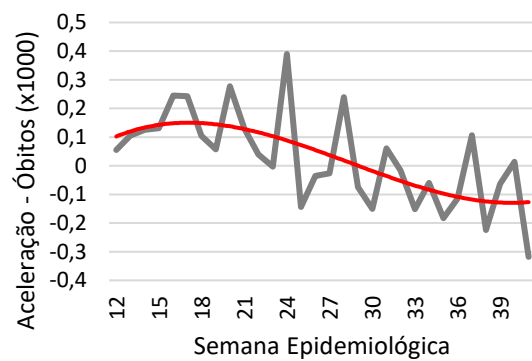
ES



MG

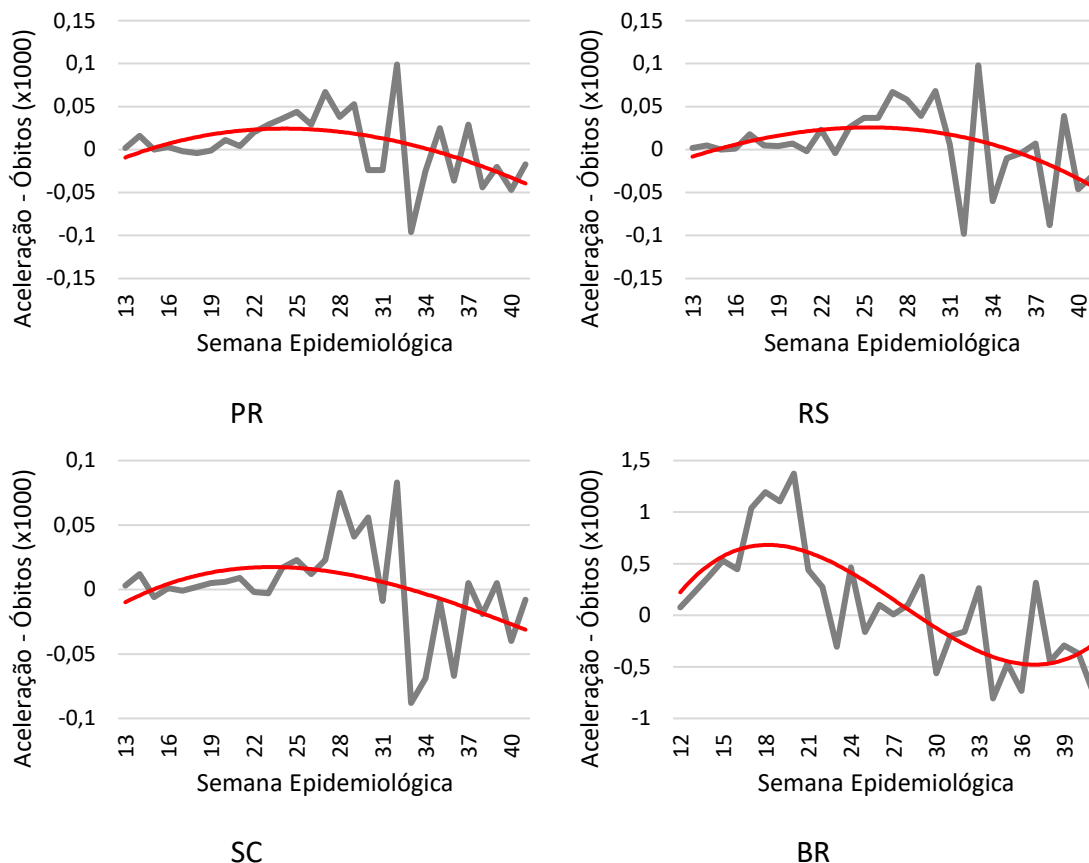


RJ



SP

(continuação)



A nova epidemia causada pelo SARS-CoV-2 revelou um padrão que compreende uma fase de crescimento lenta, seguida por uma de aceleração; um curto período estacionário; um pico e, finalmente, uma fase de desaceleração. Este comportamento foi observado para casos novos e mortes e varia por região, possivelmente devido a peculiaridades locais, como susceptibilidade genética, clima, densidade populacional e desigualdade social (Pinto et al, 2020). Segundo Pinto et al (2020), a fase de aceleração de novos casos não foi constante; se fosse, os valores teriam crescido indefinidamente e não teriam atingido um pico. Na realidade, a aceleração da COVID-19 atinge um valor máximo e depois diminui para zero. Portanto, observa-se um primeiro estágio em que ocorre um aumento de números e aceleração, e um segundo estágio, em que novos casos continuam aumentando, porém com diminuição progressiva na aceleração e chegando a zero no pico de novos casos.

Recentemente, os modelos de previsão para diagnóstico e prognóstico de covid-19 vêm sendo realizados de uma forma ágil e têm contribuído para tomadas de decisões médicas e de saúde pública para mitigar os danos da covid-19. Modelos como o SIR (suscetível-infectado-recuperado), modelo “Richards” e o “modelo-D” são amplamente utilizados como uma primeira

abordagem dos dados de disseminação viral em epidemias contagiosas (Kermack e Mckendric, 1927; Matinez, 2020). Utilizando esses modelos, Amaro, Dudouet e Orce (2020) mostram que, em diversos países europeus (Alemanha, Itália, França, Espanha, Reino Unido Suécia, Bélgica e Holanda), o comportamento da mortalidade por covid-19 possui um padrão típico, caracterizado por um rápido aumento de casos de morte seguido por um declínio lento, assimétrico em relação ao pico pandêmico. Muitas vezes, essas tendências similares são utilizadas para o cálculo de parâmetros matemáticos tidos como universais nos modelos de predição. Entretanto, como pondera Wynants et al. (2020), muitos desses modelos possuem erros de viés que sugere que seu desempenho preditivo, quando usado na prática, é provavelmente inferior ao relatado. Como exemplo, os autores fazem uma revisão sistemática de 27 modelos, dos quais 11 tiveram um alto risco de viés, sinalizando que os participantes inscritos nos estudos podem não ser representativos das populações-alvo dos modelos (Wynants et al., 2020).

Uma das razões para essa diferença pode residir na falta de uma perspectiva demográfica que considere a estrutura e composição dessas populações. Autores como Dowd et al. (2020), Nepomuceno et al. (2020) e INED (2020) ressaltam a importância de se considerar a estrutura etária da população e os diferenciais dos diversos fatores demográficos dos países nos modelos preditivos. De acordo com os autores, além da estrutura etária, as populações mais ou menos vulneráveis pela covid-19 podem variar segundo diversos fatores, dentre elas a densidade populacional, o tamanho e composição dos domicílios, as condições higiênicas e sanitárias, acesso a serviços de saúde, sistemas de notificação de casos, padrões de migração e deslocamento, desigualdades inter-regionais, estrutura do mercado de trabalho, disparidades econômicas, entre outras (Nepomuceno et al., 2020). Mesmo dentre os países europeus, Kashnitsky e Aburto (2020) evidenciam a existência de importantes diferenças de estruturas etárias ao mostrar a proporção da população em risco de morte devido ao Covid-19. Enquanto os países do leste europeu, como a Turquia, possuem uma proporção da população em risco menor do que a média europeia devido sua estrutura etária jovem, no oeste europeu, países como Espanha, Portugal e França, possuem as maiores proporções de população em risco de morte devido ao covid-19. Nas regiões rurais desses países, onde a estrutura etária é ainda mais envelhecida, a proporção da população em risco de morte ainda é maior.

Esses fatores demográficos podem ser ainda mais relevantes em regiões conhecidas pelas grandes desigualdades socioeconômicas e regionais. Segundo Lima et al. (2020), na América Latina, os países mais afetados pela covid-19, o Brasil e o Equador, além de apresentarem grandes diferenças internas em relação a estruturas etárias, acesso a serviços de saúde e as condições higiênicas e sanitárias, ainda sofrem com as taxas de teste mais baixas do

mundo (cerca de 63 por 100.000 habitantes), problemas de qualidade dos dados, como subnotificação de óbitos e baixa cobertura de sistemas de estatísticas vitais e registro civil, e resistências quanto à implementação de ações de distanciamento social e *lockdown*. Ao aplicar modelos preditivos baseados Richards, Martinez, Aragon e Nunes (2020) mostram as limitações da previsão de longo prazo utilizando dados de dois estados brasileiros. Os autores encontraram erros de predição significantes em relação à estimação do pico de casos e do número acumulado de infectados e mostram uma alta sensibilidade da estimativa dos parâmetros do modelo.

De fato, diversos estudos apontam que houve heterogeneidade na propagação da COVID-19 no Brasil, observada através do número de casos por região. Atribui-se a essa característica de disseminação principalmente os fatores sociais e econômicos que contemplam, por exemplo, o quantitativo de pessoas que viajaram para o exterior, a renda familiar e a capacidade local de realização de testes. A densidade demográfica também foi destacada como fator de vulnerabilidade territorial em um estudo realizado em Nova York e Chicago (Maroko, Nash & Pavilonis, 2020) e em outro estudo realizado em Bangladesh (Sarkar, 2020). Tais fatores ressaltam que as regiões metropolitanas acabam apresentando maior vulnerabilidade quanto ao número total de casos (Ramiréz; Lee, 2020). Enquanto as curvas de incidência de países europeus estavam consistentemente achatando e diminuindo desde a implementação de intervenções não farmacológicas, a curva diária de incidência no Brasil continuava a aumentar (Souza et al., 2020).

Apesar do elevado número de casos e óbitos confirmados no Brasil até o momento, e dos esforços para diagnosticar os casos suspeitos, acredita-se que a testagem esteja aquém da necessidade, fator que pode contribuir com a subestimação da real magnitude da doença no país (Freitas et al., 2020). Ademais, não se deve assumir um crescimento exponencial dos casos e óbitos, pois assumindo essa premissa pode-se gerar erros e superestimar a frequência destes (Pinto et al., 2020).

Além disso, algumas variáveis socioeconômicas, como o índice de desenvolvimento humano (IDH) podem revelar a vulnerabilidade de uma população em relação ao comportamento da COVID-19 (Maciel, Casto-Silva, Farias, 2020). O distanciamento físico é uma medida que deve ser sugerida precocemente para achatar a curva epidemiológica com o menor impacto econômico possível. Se o distanciamento físico for eficaz, limitando o acesso do público apenas aos serviços essenciais, o impacto econômico pode ser mitigado enquanto a atual epidemia de COVID-19 é controlada (Croda et al., 2020).

O risco de disseminação do vírus diz respeito à capacidade de transmissão local, afetada direta e indiretamente por fatores socioeconômicos. Por conseguinte, é imprescindível

reconhecer a heterogeneidade de cada unidade da federação, bem como de sua cobertura em saúde, grau de urbanização, densidade populacional, entre outros determinantes sociais, ao considerar a análise da incidência e mortalidade por COVID-19 (Guimarães, Eleuterio & Monteiro-Da-Silva, 2020).

A diferença por regiões e entre as cidades do Brasil são muito marcantes, e influenciadas pela heterogeneidade cultural, econômica, social e demográfica. O EPICOVID19-BR, estudo de soroprevalência coordenado pelo Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas, coletou dados em 133 cidades de todos os estados do Brasil. Esse estudo mostra que as 15 cidades com maiores prevalências incluem 11 da Região Norte, 2 do Nordeste (Fortaleza e Recife) e 2 do Sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo). Na Região Sul, apenas Florianópolis apresentou prevalência superior a 0,5%, e na Região Centro-Oeste, a pesquisa não encontrou nenhum caso positivo nas 9 cidades estudadas, embora já existam casos e óbitos notificados. Conclui-se que as características sociodemográficas dos estados brasileiros podem afetar significativamente suas dinâmicas epidêmicas, fazendo com que sejam substancialmente diferentes (EPICOVID19-BR, 2020).

O enfrentamento de uma demanda alta e complexa por serviços de saúde é desafiador, em particular em ambientes sob vulnerabilidade socioeconômica e restrição de recursos. Embora seja necessária uma articulação mais completa de recursos e de políticas, muito possivelmente específica para cada realidade local, observamos que uma atenção primária resolutiva pode ser capaz de reduzir parte substancial da pressão em muitos municípios – inclusive naqueles onde o desafio é maior. Isso significa que uma atenção primária resolutiva pode ser instrumental para que os municípios brasileiros, principalmente os mais vulneráveis, enfrentem de modo mais efetivo e equitativo os desafios que a transição epidemiológica lhes tem trazido (Rache, Nunes, Rocha, 2020).

O rastreamento eficaz de contatos e o isolamento de casos são medidas consideradas estratégicas para o controle de uma nova onda de COVID-19, mas a probabilidade de controle diminui com longos atrasos entre a data de início dos sintomas até a implementação do isolamento, o que aumenta a probabilidade de transmissão. Na presença de surtos de COVID-19, é fundamental explicar os determinantes da dinâmica de transmissão dessa doença infecciosa para o desenho de estratégias de contenção ou redução da difusão, potencializando a política de saúde com intervenções econômicas, sociais e ambientais (Hallewell, 2020).

O Brasil tem alguns dos piores indicadores de distanciamento social da América Latina; o governo federal vem menosprezando a magnitude da doença mesmo antes da confirmação do primeiro caso no país, em 25 de fevereiro de 2020. Após diversas declarações em rede

nacional minimizando a gravidade da doença, governadores de todo o país informaram o declínio da adesão da população ao isolamento domiciliar, ao distanciamento social e à adoção de medidas preventivas.

Esse fato se reflete nas próprias estatísticas oficiais. Na América Latina, o Brasil é o país com maior número de casos e óbitos pela doença, seguido do Peru que, no entanto, tem indicadores de isolamento social melhores do que os nossos. É importante ressaltar a necessidade de os governantes se basearem em evidências científicas para a tomada de decisões em relação à quando implementar, flexibilizar ou reintroduzir as medidas de distanciamento social em cada UF, assim como a colaboração da sociedade no enfrentamento dessa doença, no sentido de seguir as recomendações em níveis individual, ambiental e comunitário. Não se deve politizar nem se basear em premissas ideológicas o combate à pandemia.

Considerações finais e recomendações

A análise de séries temporais é bastante influenciada por cada mudança nos protocolos assistenciais e nas estratégias da vigilância epidemiológica. Desta forma, a previsão da tendência possui grande grau de incerteza, e por esta razão é importante incorporar outras medidas de descrição das curvas. A aceleração dos casos e óbitos é útil neste sentido, pois auxilia a caracterizar e comparar as curvas epidêmicas dos distintos lugares, permitindo uma melhor compreensão da situação epidemiológica das unidades da federação brasileiras.

Há enorme heterogeneidade no Brasil com relação ao comportamento epidêmico da COVID-19, não só com relação à tendência da incidência e mortalidade, mas também sobre a aceleração dos casos e óbitos, demonstrando que o mecanismo de transmissibilidade e de capacidade de resposta dos sistemas locais de saúde é bastante variável de acordo com outras características que não somente a quantidade de suscetíveis. Diante da incerteza da iminência da segunda onda e do tempo de imunidade conferido pela infecção prévia, é necessário estar atento às curvas nas próximas semanas, para verificar se novamente a aceleração dos casos voltou a se comportar de forma semelhante ao início da pandemia.

REFERÊNCIAS

- AMARO, J. E; DUDOUET, J.; ORCE, J. N. Global analysis of the COVID-19 pandemic using simple epidemiological models. arXiv preprint arXiv:2005.06742, 2020.



- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Perfil dos municípios brasileiros: 2017 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2017. 106 p. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/496bb4fbf305cca806aaa167aa4f6dc8.pdf
- BRASIL. Ministério da Saúde. Boletins Epidemiológicos da COVID-19. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>. Acesso em: 3 dez 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública. Doença pelo novo coronavírus 2019–COVID-19. Boletim Epidemiológico. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/21/2020-02-21-Boletim-Epidemiologico03.pdf>. Acesso em: 24 nov 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. DATASUS: população residente - estimativas do TCU – Brasil [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2019. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defptohtm.exe?ibge/cnv/poptbr.def> 15.
- BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS: população residente - estimativas do TCU – Brasil. Brasília, 2019. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defptohtm.exe?ibge/cnv/poptbr.def> 15. Acesso em: 03 dez. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Painel Coronavírus. Brasília, 2020. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 3 dez. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Sobre a doença. Brasília, 2020. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- CALLEJAS, D. et al. The SARS-CoV-2 Pandemic in Latin America: The Need for Multidisciplinary Approaches. *Curr Trop Med Rep*, n.7, p. 120–125, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40475-020-00219-w>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- CÁSSARO F.A.M; PIRES LF. Can we predict the occurrence of COVID-19 cases? Considerations using a simple model of growth. *Sci Total Environ*. V. 728, 138834, 2020. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323512>. Acesso em: 03 dez. 2020.
- CRODA, J. et al. COVID-19 in Brazil: advantages of a socialized unified health system and preparation to contain cases. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 53, e20200167, 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822020000101000&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 04 dez. 2020.



- DA CÂMARA RIBEIRO-DANTAS, M et al. Dataset for country profile and mobility analysis in the assessment of COVID-19 pandemic. *Data in Brief*, p. 105698, 2020.
- DE SOUZA, W.M. et al. Epidemiological and clinical characteristics of the COVID-19 epidemic in Brazil. *Nat Hum Behav* , n.4, p.856, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41562-020-0928-4#citeas>. Acesso em: 04 dez. 2020
- DOWD, J. B. et al., Demographic science aids in understanding the spread and fatality rates of COVID-19. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 117, 9696–9698 (2020).
- EPICOVID19-BR. COVID-19 no Brasil: várias epidemias num só país - Primeira fase do EPICOVID19 reforça preocupação com a região Norte. Pelotas, 2020. Disponível em: http://www.fcm.unicamp.br/covid/sites/default/files/2020-06/Covid_19%20no%20Brasil_varias%20epidemias%20num%20s%C3%B3%20pa%C3%ADs.pdf. Acesso em: 2 dez. 2020.
- FREITAS, et al., 2020. Uso do excesso de mortalidade associado à epidemia de COVID-19 como estratégia de vigilância epidemiológica – resultados preliminares da avaliação de seis capitais brasileiras. *SciELO preprints*. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/442>. Acesso em: 04 dez. 2020.
- GUIMARÃES, R. M. et al. Estratificação de risco para predição de disseminação e gravidade da Covid-19 no Brasil. *Rev. bras. estud. popul.*, São Paulo , v. 37, e0122, 2020 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982020000100400&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 02 dez. 2020.
- HELLEWELL, J et al. Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *The Lancet Global Health*. n. 8, e488–96. 2020. Disponível em: [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/langlo/PIIS2214-109X\(20\)30074-7.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/langlo/PIIS2214-109X(20)30074-7.pdf). Acesso em: 04 dez. 2020.
- IGWE, K. K. et al. Repurposing Hydroxychloroquine as a Model Drug for the Prediction of Potential SARS-CoV-2 Inhibitor. *European Journal of Engineering Research and Science*, v. 5, n. 9, p. 1031-1036, 2020.
- INED. The contribution of demography to the COVID-19 pandemics. INED research group on COVID-19 related deaths – 27 March 2020
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Perfil dos municípios brasileiros: 2017. Rio de Janeiro, 2017. 106 p. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>

- media/com_mediaibge/arquivos/496bb4fbf305cca806_aaa167aa4f6dc8.pdf. Acesso em: 3 dez. 2020.
- Johns Hopkins Whiting School of Engineering. Center for Systems Science and Engineering. Coronavirus COVID-19 Global Cases. Disponível em: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>. Acesso em: 03 dez. 2020.
 - KASHNITSKY, I; ABURTO, J. M. COVID-19 in unequally ageing European regions. World development, v. 136, p. 105170, 2020.
 - KERMACK, W.O.; MCKENDRICK, A.G. A contribution to the mathematical theory of epidemics, Proc. R. Soc. A 115 (1927) 700–721.
 - LIMA, Everton et al. Exploring excess mortality in Latin America in the context of covid pandemic: the cases of Brazil and Ecuador. 2020.
 - MACIEL, J. A. C. et al. Análise inicial da correlação espacial entre a incidência de COVID-19 e o desenvolvimento humano nos municípios do estado do Ceará no Brasil. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 23, p. e200057, 2020.
 - MAROKO, A.; DENIS, N.; BRIAN, P. Covid-19 and Inequity: A comparative spatial analysis of New York City and Chicago hot spots. Nova Iorque, 2020. Disponível em: https://academicworks.cuny.edu/sph_pubs/258/. Acesso em 3 dez. 2020.
 - MARTINEZ, E. Z; ARAGON, D. C; NUNES, A. A. Long-term forecasts of the COVID-19 epidemic: a dangerous idea. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 53, 2020.
 - NEPOMUCENO, M. R., ACOSTA, E., ALBUREZ-GUTIERREZ, D., ABURTO, J. M., GAGNON, A., & TURRA, C. M. Besides population age structure, health and other demographic factors can contribute to understanding the COVID-19 burden. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(25), 13881-13883. (2020).
 - PINTO, A. S. et al . Covid-19 growth rate analysis: application of a low-complexity tool for understanding and comparing epidemic curves. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. Uberaba , v. 53, e20200331, 2020 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822020000100655&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 dez. 2020.
 - RACHE, B.; NUNES, L.; ROCHA, R. Evolução Recente e Perfil Atual da Mortalidade no Brasil: Uma Análise da Heterogeneidade entre Municípios. Nota Técnica, n. 1. IEPS: São Paulo, 2020. Disponível em: <https://ieps.org.br/wp-content/uploads/2020/03/NT1.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.



- RAMÍREZ, I. J.; LEE, J. COVID-19 Emergence and Social and Health Determinants in Colorado: A Rapid Spatial Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 11, p. 3856, 2020.
- World Health Organization. WHO Characterizes COVID-19 as A Pandemic. 2020 . Disponível em: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=en. Acesso em: 03 dez. 2020.
- WYNANTS, L., VAN CALSTER, B., COLLINS, G. S., RILEY, R. D., HEINZE, G., SCHUIT, E., ... DE JONG, V. M. Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19: systematic review and critical appraisal. *bmj*, 369. (2020)

AUTORES

Raphael Mendonça Guimarães¹

João Roberto Cavalcante²

Tatiana de Araujo Eleuterio³

Mariana dos Santos Velasco⁴

Rachel de Almeida Menezes⁵

Regina Bontorim Gomes⁶

Delson Silva⁷

Gustavo Pedroso de Lima Brusse⁸

1. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. Laboratório de Educação Profissional em Informação e Registros em Saúde.
2. Instituto de Medicina Social. Departamento de Epidemiologia.
3. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Enfermagem. Departamento de Enfermagem de Saúde pública.
4. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Enfermagem. Departamento de Enfermagem de Saúde pública.
5. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Enfermagem. Departamento de Enfermagem de Saúde pública.
6. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Enfermagem. Departamento de Enfermagem de Saúde pública.
7. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Enfermagem. Departamento de Enfermagem de Saúde pública.
8. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Núcleo de Estudos de População.

Apoio Financeiro: Programa Inova – Edital Ideias Inovadoras – Resposta Rápida COVID-19.