



Evolução do número de casos de COVID-19 em Portugal

relatório de *nowcasting*



Dia 16-07-2021

Sumário

Resumo

Resumo

Curva epidémica e parâmetros de transmissibilidade RO e $R(t)$

Nacional
Continente
Norte
Centro
Lisboa e Vale do Tejo
Alentejo
Algarve
Açores
Madeira
Situação internacional

Métodos

Dados
Imputação
Nowcasting
Cálculo de parâmetros epidemiológicos

Referências bibliográficas

Dados atualizados a 15-07-2021

Contexto

O objetivo deste relatório de situação é apresentar as estimativas da curva epidémica da infeção por SARS-CoV-2 por data de início de sintomas e as estimativas dos parâmetros de transmissibilidade RO (número básico de reprodução) e $R(t)$ (número de reprodução efetivo em função do tempo).

Métodos

- 1) Correção da curva epidémica de SARS-CoV-2/COVID-19 em Portugal para o atraso de notificação de casos confirmados (*Nowcasting*);
- 2) Estimativa dos parâmetros epidemiológicos número básico de reprodução (RO) e número efetivo de reprodução ($R(t)$).
- 3) Posicionamento de Portugal no contexto europeu em termos de transmissibilidade $R(t)$ e taxa de notificação acumulada a 14 dias.

Resultados e interpretação

Após a correção da curva epidémica para o atraso de notificação, com base nos dados recolhidos, **estima-se que até 11-07-2021 tenham ocorrido 919.284 casos.**

O valor médio do $R(t)$ (número de reprodução efetivo) para os dias de 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de **1,12**, podendo o seu verdadeiro valor estar entre 1,12 e 1,13 com uma confiança de 95%. Foram ainda estimados os seguintes valores de $R(t)$ para as regiões: **1,24** na região Norte, **1,13** na região Centro, **1,07** na região LVT, **1,13** na região Alentejo, **1,15** na região Algarve, **1,13** na região autónoma dos Açores e **1,20** na região autónoma da Madeira.

Todas as regiões apresentam a média do índice de transmissibilidade (5 dias) superior a 1.

Portugal apresenta a taxa de notificação acumulada de 14 dias entre 240 e 479,9 por 100.000 habitantes e $R(t)$ superior 1, ou seja, taxa de notificação muito elevada e com tendência crescente.

Contribuições: Baltazar Nunes, Constantino Caetano, Liliana Antunes, Susana Silva, Ausenda Machado, Ana Rodrigues, Carlos Dias (Departamento de Epidemiologia, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge); Luísa Morgado (Departamento de Matemática, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).

Preparação dos dados: Pedro Casaca Carvalho, Pedro Pinto Leite, Ana Sottomayor, André Peralta Santos (Divisão de Serviços de Informação e Análise, Direção-Geral da Saúde).

Agradecimentos: Marília Antunes, Manuel Carmo Gomes (Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa)

Citação recomendada: [INSA: Covid-19 curva epidémica e parâmetros de transmissibilidade](#)

Curva epidémica e parâmetros de transmissibilidade R_0 e R_t

O número básico de reprodução é um indicador da transmissibilidade da infeção. Deve ser calculado na fase inicial da epidemia, ainda sem todas as medidas de contenção e atraso implementadas. Corresponde ao número médio de casos secundários a que cada caso dá origem, numa população completamente suscetível. **Neste caso o R_0 foi calculado com base na curva epidémica até ao dia 16-03-2020.** A estimativa obtida para o R_0 foi de **2,02** podendo o verdadeiro valor estar **entre 1,92 a 2,11**, com uma **confiança 95%**.

O número médio de casos secundários resultantes de um caso infetado, medido em função do tempo ($R(t)$) deve ser calculado ao longo da epidemia e mede a transmissão ao longo do tempo. Pode ser usado para medir a efetividade das medidas de contenção e atraso.

Desde o início da epidemia de COVID-19, a estimativa do $R(t)$ variou entre 0,8 e 2,12, tendo-se observado uma tendência de decréscimo desde o dia 12-03-2020 (anúncio fecho das escolas), com quebras mais acentuadas em 16-03-2020 (fecho das escolas) e 18-03-2020 (anúncio do estado de emergência). Depois de 28 de abril o valor do $R(t)$ volta a aumentar ultrapassando o valor 1 a meio de maio. A partir de 11-07-2020 o valor do $R(t)$ volta a ficar abaixo de 1, situação que se manteve até 05-08-2020.

Desde o início de agosto até meio de novembro o $R(t)$ esteve acima de 1 durante 107 dias, revelando uma fase de crescimento sustentada. Desde **meio de novembro até 25 de dezembro o $R(t)$ manteve-se abaixo de 1**, representando uma fase de decréscimo sustentada da incidência de infeção por SARS-CoV-2.

Observou-se depois um aumento acentuado do $R(t)$ em poucos dias (6 dias), tendo passado de **0,97 (IC95% 0,96 a 0,98) a 25.12 para 1,21 (IC95% 1,19 a 1,24) a 30.12**, ou seja, **um aumento de 0,24**. Este aumento do $R(t)$ indica o início de uma nova fase de crescimento da incidência de SARS-CoV-2.

Depois de dia 01-01-2021 observou-se um período de decréscimo do $R(t)$, tendo passado de 1,23 (IC95% 1,20 a 1,26) a 01-01-2021 para 1,12 (IC95% 1,10 a 1,13) a 12-01-2021. **Entre 12-01-2021 e 18-01-2021 observou-se um aumento do $R(t)$ de 1,12 para 1,16.**

Entre o dia **18-01-2021 e 11-02-2021 observou-se uma redução acentuada do $R(t)$ de 1,16 (IC95% 1,14 a 1,17) para 0,61 (IC 95% 0,58 a 0,64) (em 25 dias diminuiu 0,55)**. Este resultado representa uma tendência decrescente da incidência de SARS-CoV-2 em Portugal.

Entre 11-02-2021 e 08-04-2021 observou-se um aumento do $R(t)$, de 0,61 para 1,06, o que deu origem a uma **inversão da tendência de decréscimo da incidência de SARS-CoV-2, dando lugar a uma tendência estável ou ligeiramente crescente.**

Entre **08-04-2021 e 02-05-2021, observou-se uma redução acentuada do $R(t)$** , tendo passado de 1,06 para 0,91 **indicando uma tendência decrescente da incidência de SARS-CoV-2.**

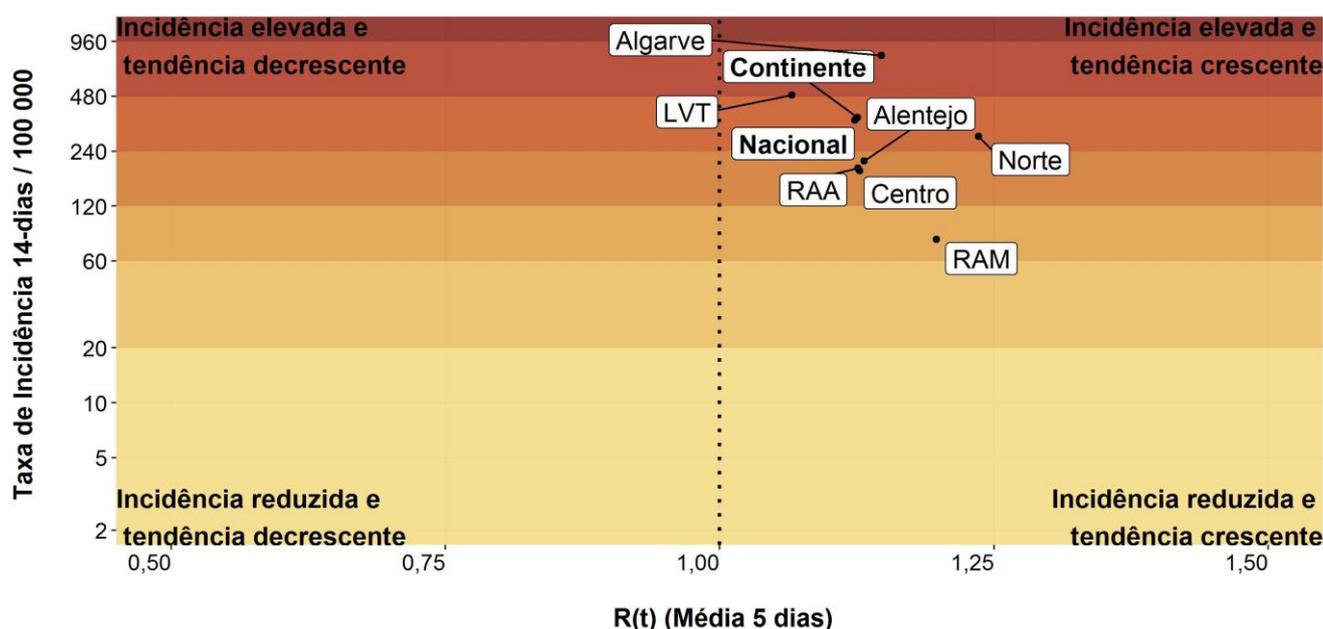
Entre 02-05-2021 e 14-06-2021 observou-se um aumento do $R(t)$ de 0,91 para 1,20, indicando a transição de uma tendência decrescente para uma tendência crescente da incidência de SARS-CoV-2. Esta **variação foi mais acentuada na região de Lisboa e Vale do Tejo, onde o $R(t)$ passou de 0,88 a 30-04-2021 para 1,26 a 14-06-2021 (em 46 dias subiu 0,38).**

Ao nível nacional, **entre 14-06-2021 e 20-06-2021, observou-se uma redução do $R(t)$ de 1,19 para 1,13**. Em 20-06-2021 iniciou nova subida até **1,23 em 29-06-2021**, seguida de **nova descida até 1,09 a 11-07-2021.**

Todas as regiões apresentam nos últimos dias uma desaceleração do aumento do número de novos casos. Até dia 11-07-2021 o $R(t)$: na região **Norte** passou de 1,41 a 28-06-2021 para 1,19; na região **Centro** de 1,36 a 29-06-2021 para 1,10, na região **LVT** de 1,25 a 16-06-2021 para 1,04; na região **Alentejo** de 1,28 a 30-06-2021 para 1,06; na região do **Algarve** de 1,36 a 26-06-2021 para 1,09; na região autónoma dos **Açores** de 1,19 a 02-07-2021 para 1,08; e na região autónoma da **Madeira** de 1,28 a 04-07-2021 para 1,13.

Quadro 1: Número médio de casos diários (últimos 5 dias), taxa de incidência acumulada a 14 dias por 100.000 habitantes (por data de início de sintomas) e número de reprodução efetivo (média 5 dias) até dia 11-07-2021, ao nível Nacional, Continente e Região.

| Região | Nº médio de casos diários | Taxa (14 dias) | R(t) [IC 95%] |
|------------|---------------------------|----------------|--------------------|
| Nacional | 2771 | 355,5 | 1,12 [1,12 - 1,13] |
| Continente | 2720 | 366,7 | 1,13 [1,12 - 1,13] |
| Norte | 863 | 288,5 | 1,24 [1,22 - 1,25] |
| Centro | 227 | 187,6 | 1,13 [1,11 - 1,15] |
| LVT | 1277 | 486,6 | 1,07 [1,06 - 1,07] |
| Alentejo | 76 | 211,4 | 1,13 [1,10 - 1,17] |
| Algarve | 284 | 806,4 | 1,15 [1,13 - 1,17] |
| RAA | 39 | 194,1 | 1,13 [1,08 - 1,18] |
| RAM | 17 | 78,8 | 1,20 [1,12 - 1,29] |



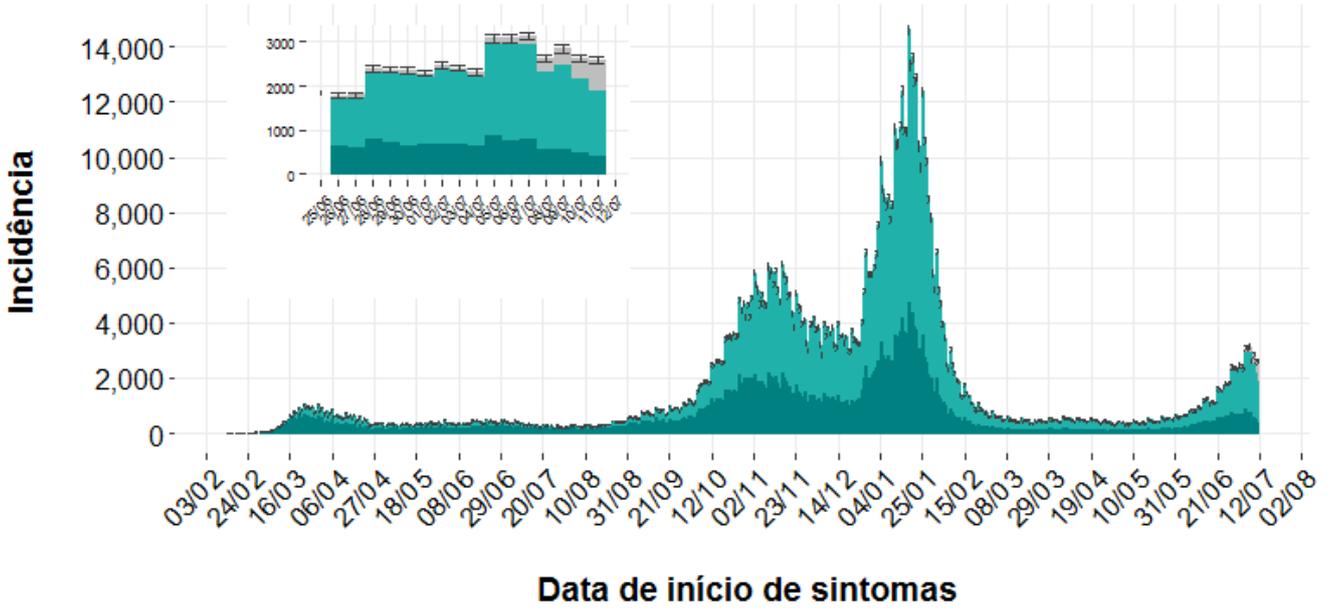
Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 1: Gráfico de dispersão dos valores de $R(t)$ vs taxa de incidência acumulada para o país e por região.

O valor médio do $R(t)$ para os dias de 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de 1,12 (média de 2771 novos casos por dia), podendo o seu verdadeiro valor variar entre 1,12 e 1,13 com uma confiança de 95%. Para o Continente a estimativa correspondente do $R(t)$ foi 1,13 (IC95%: 1,12 a 1,13).

As regiões Lisboa e Vale do Tejo e Algarve apresentam uma taxa de incidência acumulada superior a 480 casos por 100.000 habitantes, a região Norte superior a 240 casos por 100.000 habitantes, e as regiões Centro, Alentejo e Autónoma dos Açores superior a 120 casos por 100.000 habitantes.

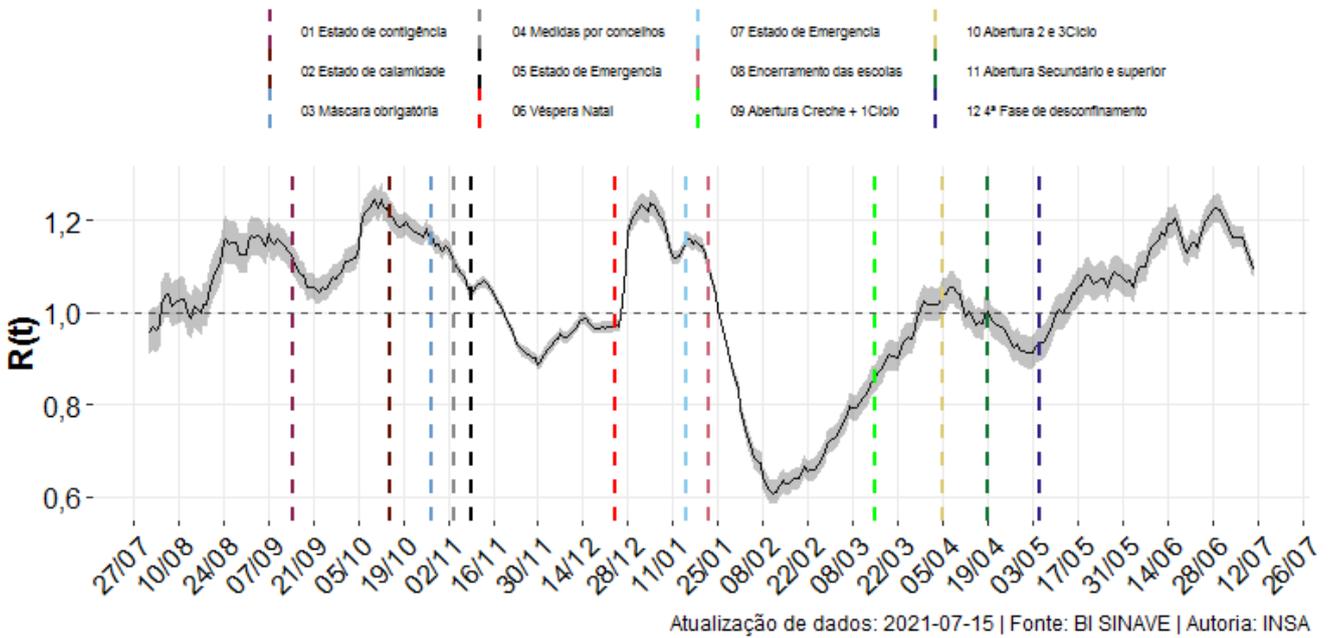
A região Autónoma da Madeira apresenta uma taxa de incidência acumulada inferior a 120 casos por 100.000 habitantes.



Data de início de sintomas

Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 2: Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso da notificação, em Portugal. (Verde escuro - casos observados com data de início de sintomas; verde claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

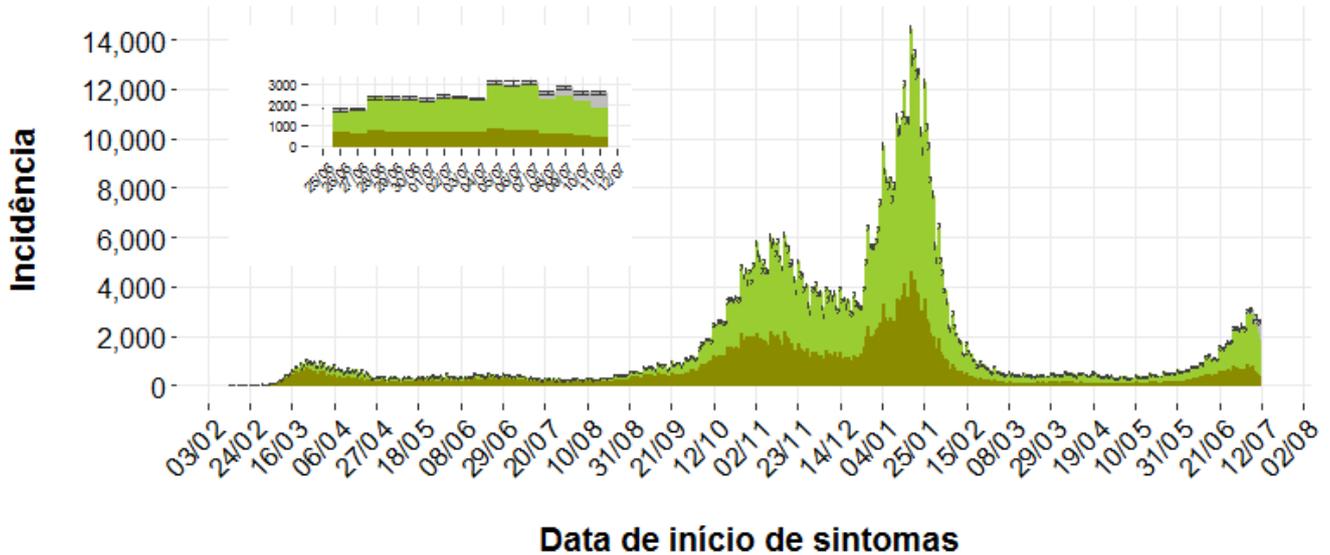


Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 3: Evolução do valor do índice $R(t)$ em Portugal.

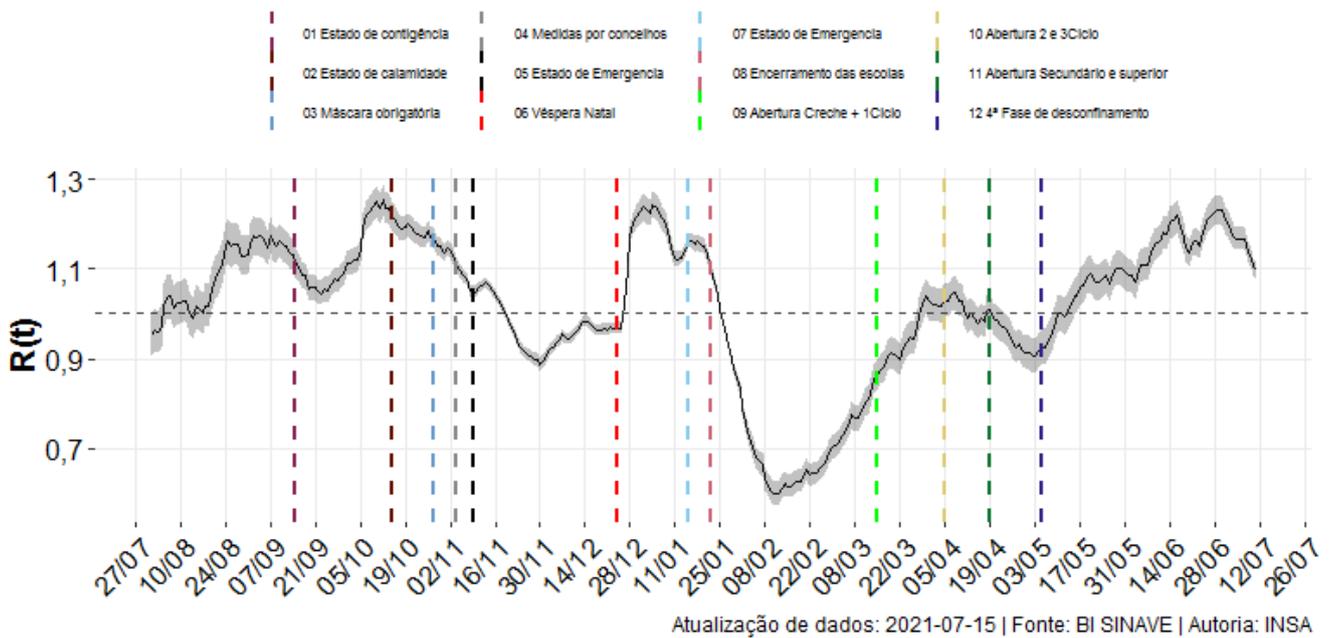
A média do $R(t)$ para os dias 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de 1,12, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,12 e 1,13 com 95% de confiança.

Continente



Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 4: Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso da notificação, em Portugal. (Verde escuro - casos observados com data de início de sintomas; verde claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).



Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 5: Evolução do valor do índice $R(t)$ em Portugal Continental.

A média do $R(t)$ para os dias 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de 1,13, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,12 e 1,13 com 95% de confiança.

Norte

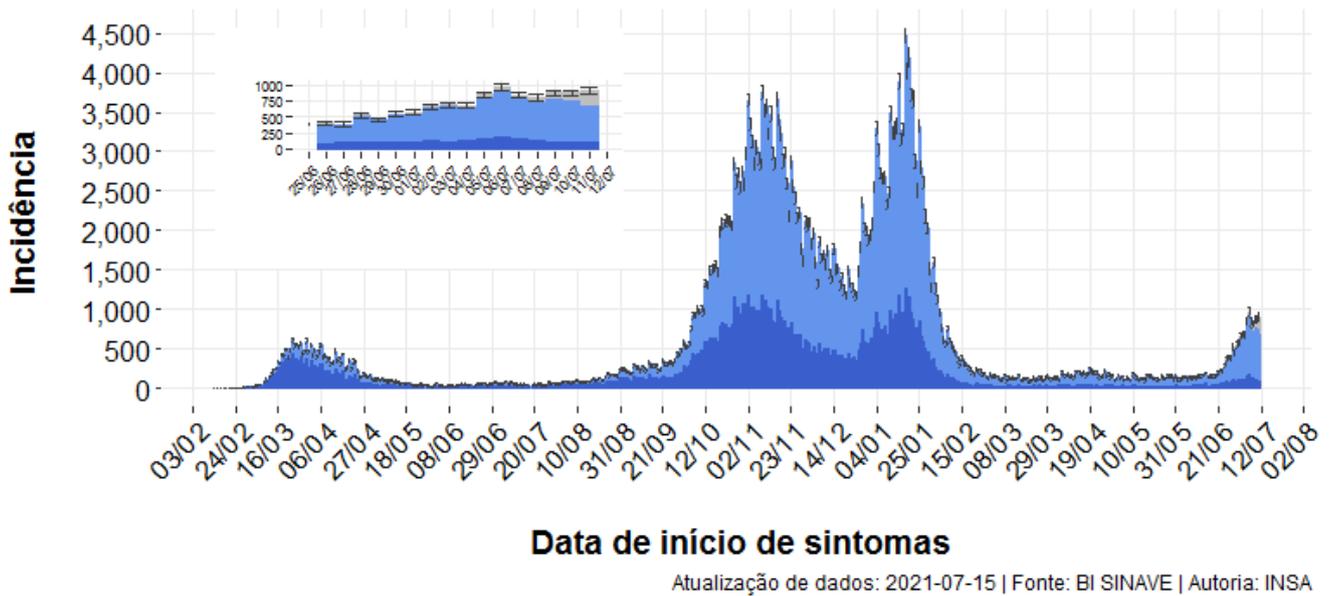


Figura 6: Curva epidémica original de casos de infeção por SARS-CoV-2, na região Norte, com data de início de sintomas reportada. (Azul escuro - casos observados com data de início de sintomas; azul claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

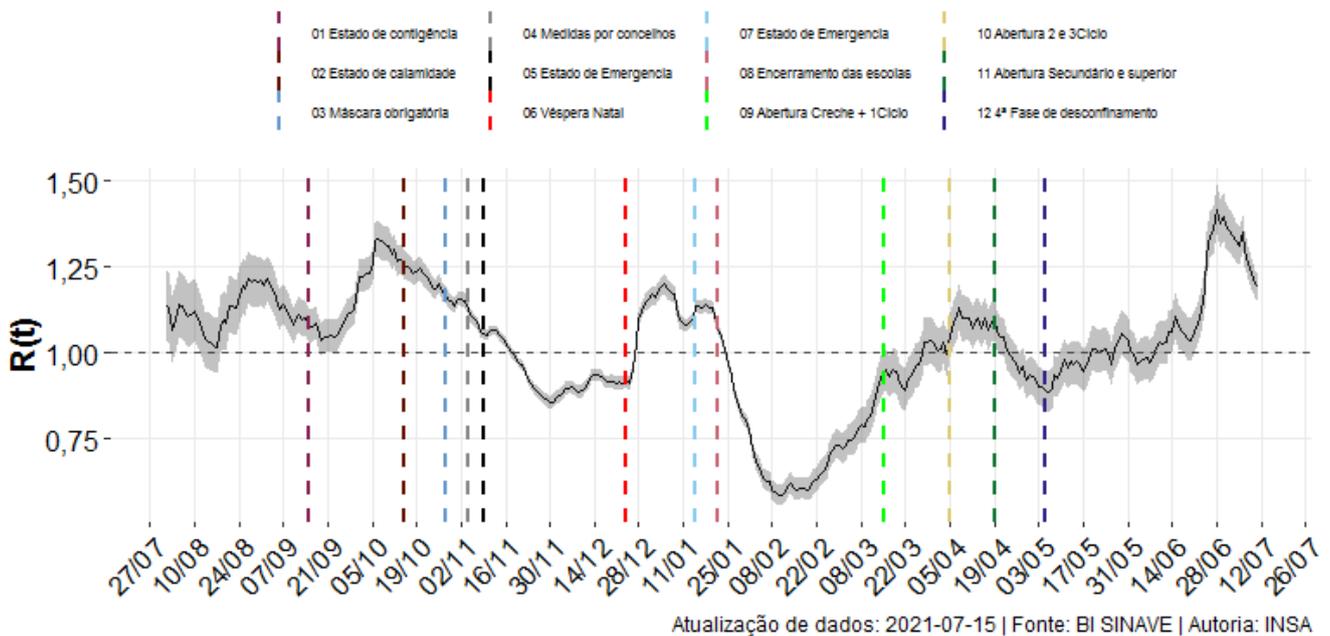
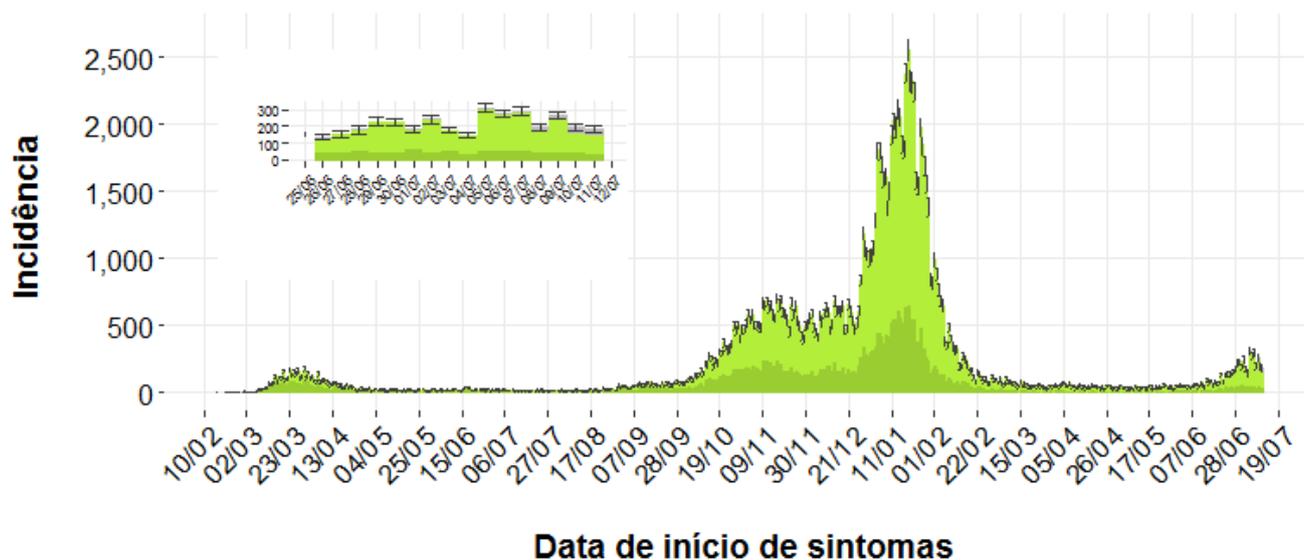


Figura 7: Evolução do $R(t)$ para a região Norte.

A média do $R(t)$ para os dias 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de 1,24, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,22 e 1,25 com 95% de confiança.

Centro



Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 8: Curva epidémica original de casos de infeção por SARS-CoV-2, na região Centro, com data de início de sintomas reportada. (Verde escuro - casos observados com data de início de sintomas; verde claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

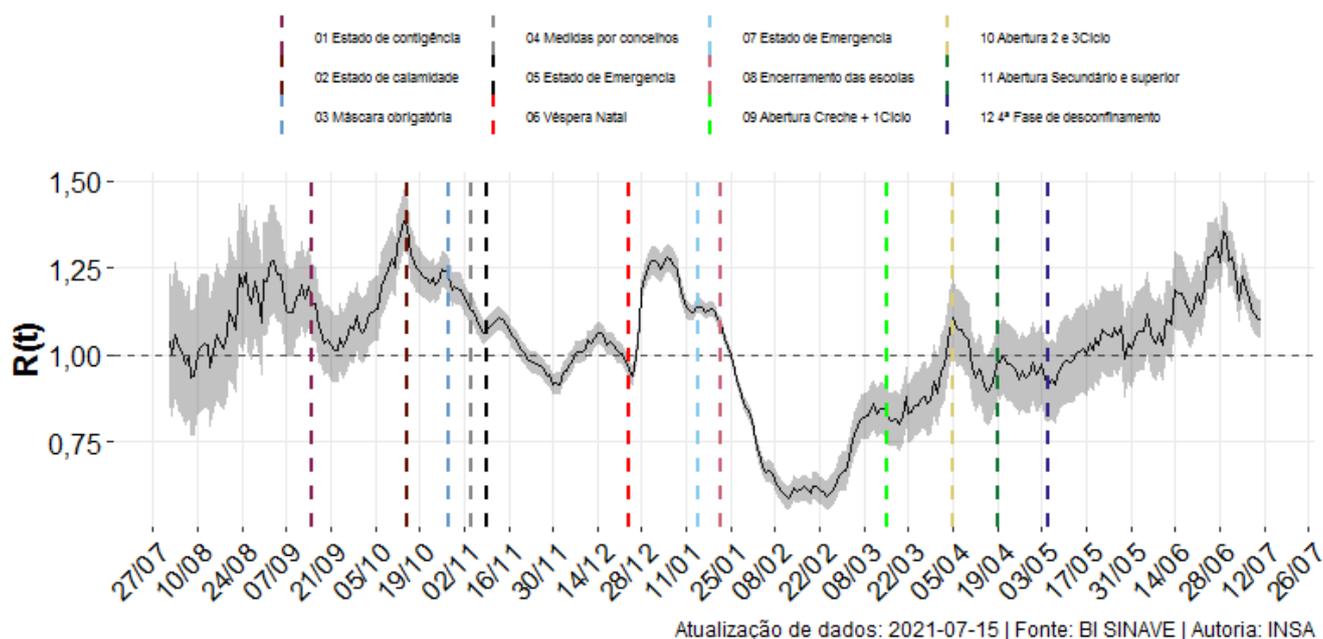


Figura 9: Evolução do $R(t)$ para a região Centro.

A média do $R(t)$ para os dias 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de 1,13, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,11 e 1,15 com 95% de confiança.

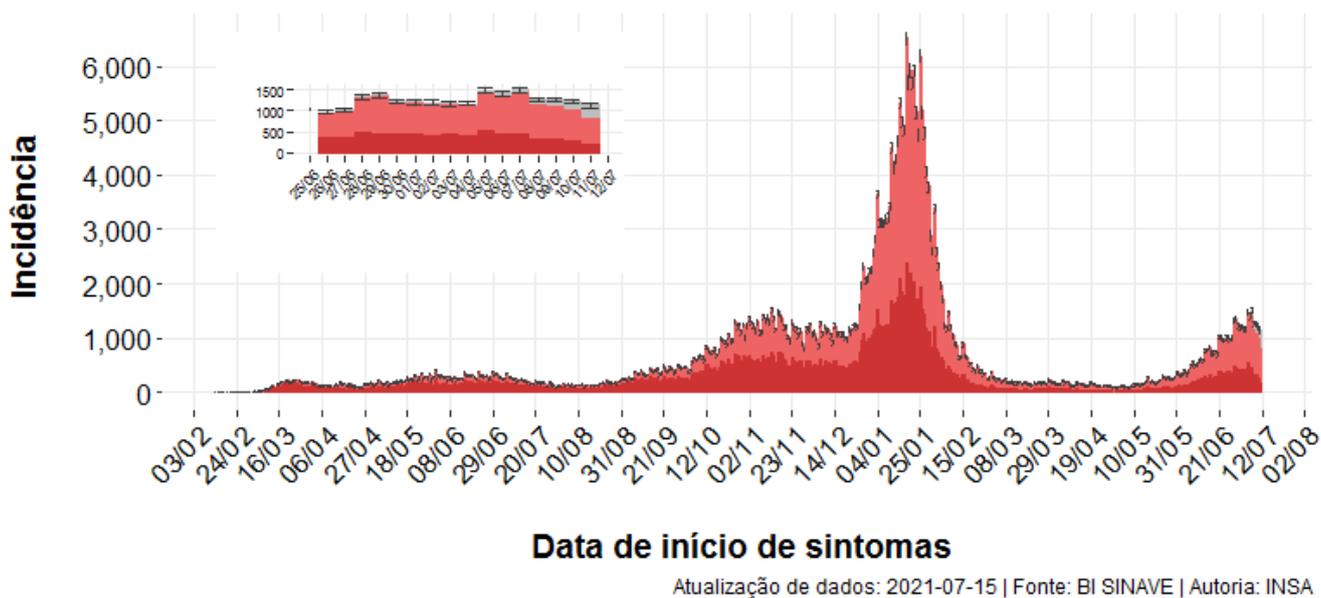


Figura 10: Curva epidémica original de casos de infeção por SARS-CoV-2, na região LVT, com data de início de sintomas reportada. (Vermelho escuro - casos observados com data de início de sintomas; vermelho claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

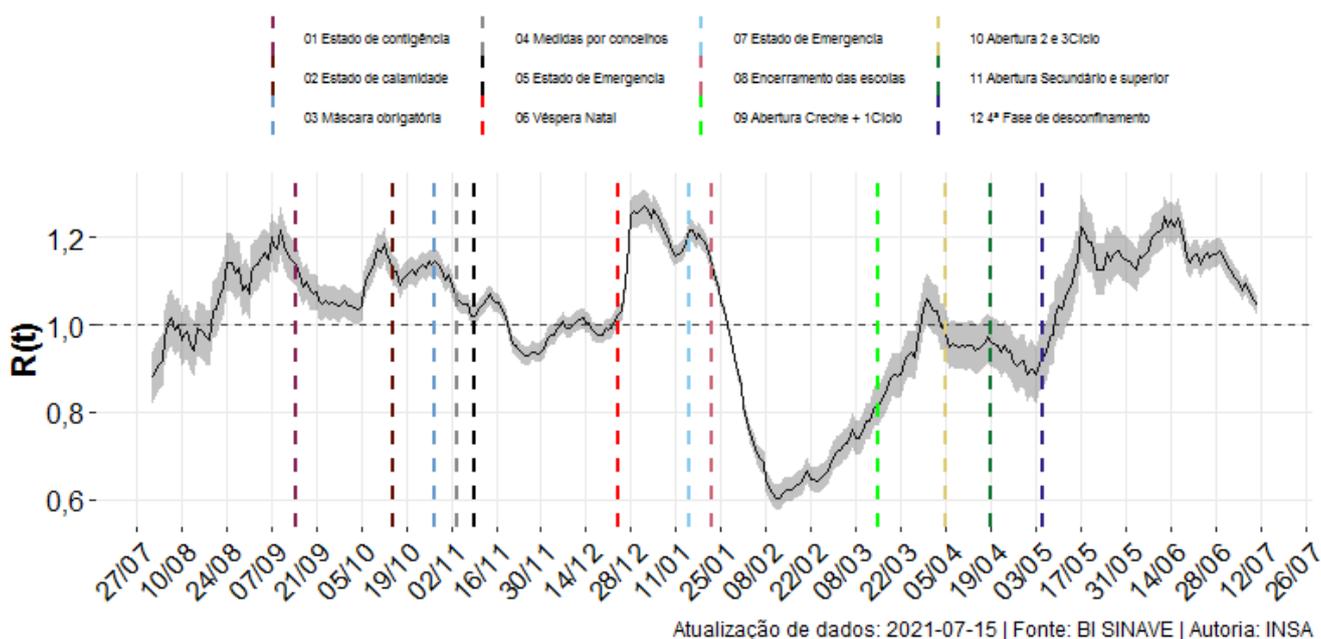


Figura 11: Evolução do $R(t)$ para a região LVT.

A média do $R(t)$ para os dias 07-07-2021 a 11-07-2021 foi de 1,07, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,06 e 1,07 com 95% de confiança.

Alentejo

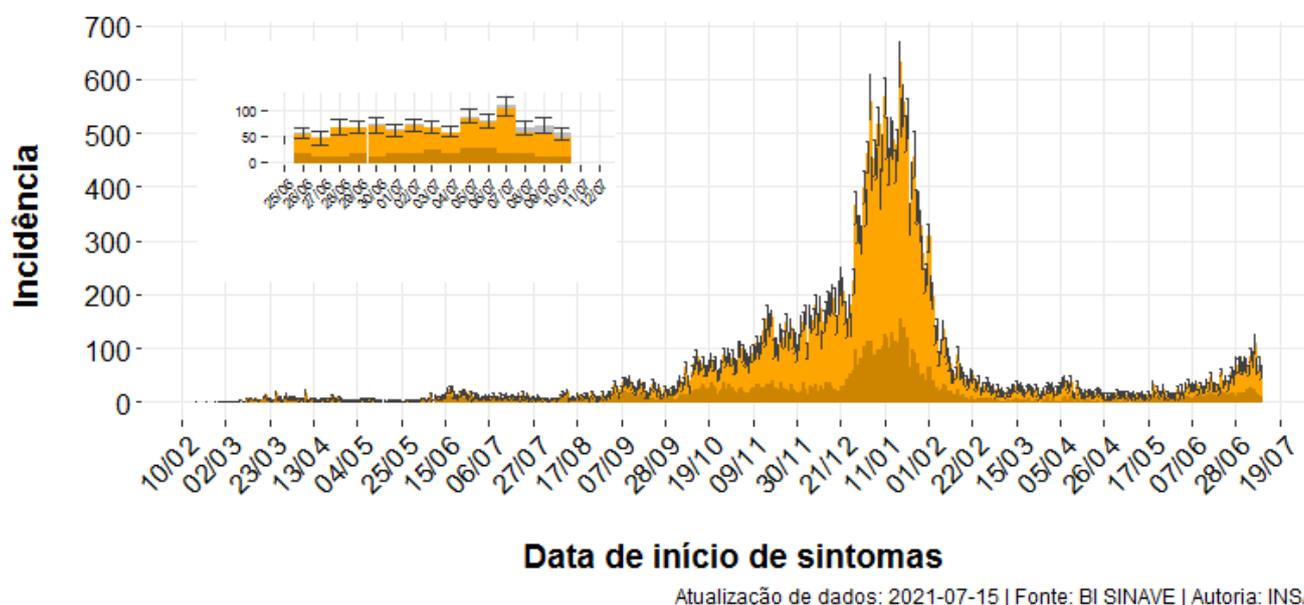


Figura 12: Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região do Alentejo. (Laranja escuro - casos observados com data de início de sintomas; Laranja claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

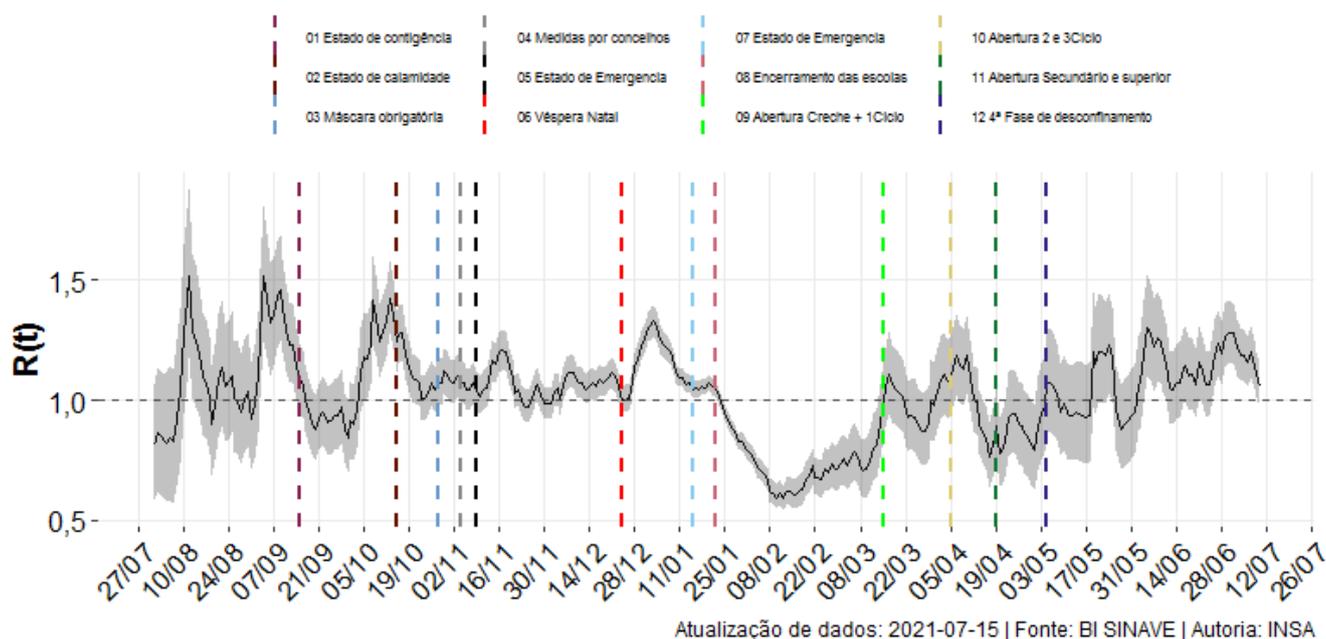


Figura 13: Evolução do $R(t)$ para a região do Alentejo.

A média do $R(t)$ para os dias 06-07-2021 a 10-07-2021 foi de 1,13, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,10 e 1,17 com 95% de confiança.

Algarve

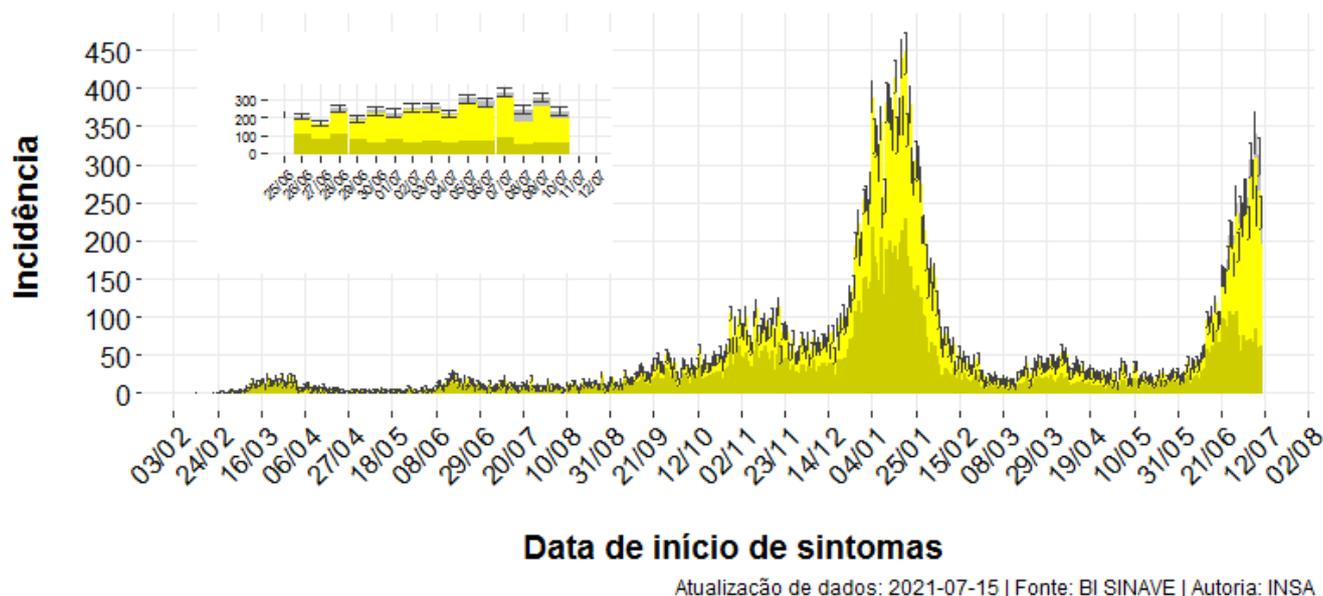


Figura 14: Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região do Algarve. (Amarelo escuro - casos observados com data de início de sintomas; Amarelo claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

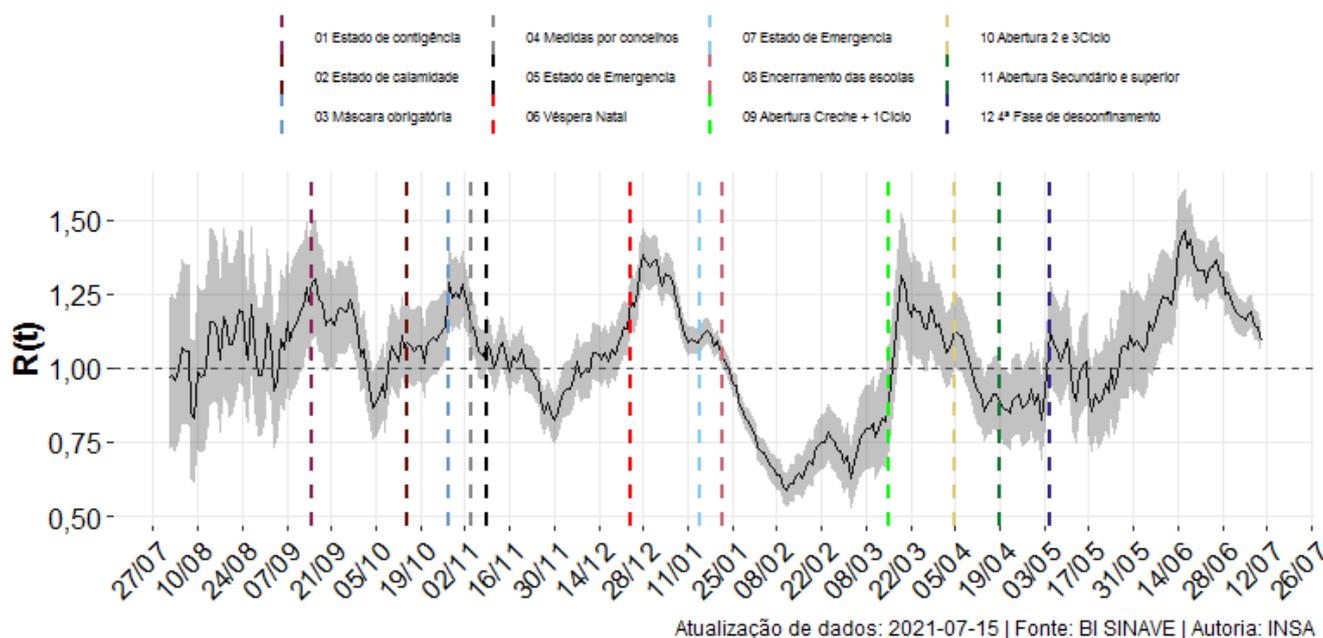
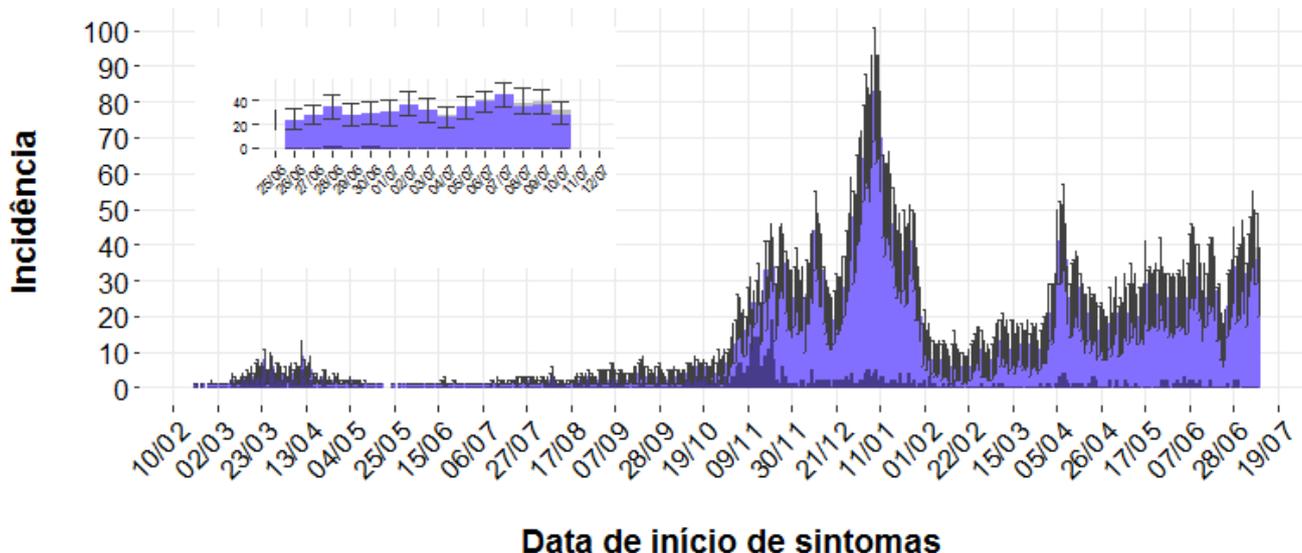


Figura 15: Evolução do $R(t)$ para a região do Algarve.

A média do $R(t)$ para os dias 06-07-2021 a 10-07-2021 foi de 1,15, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,13 e 1,17 com 95% de confiança.



Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 16: Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região autónoma dos Açores. (Roxo escuro - casos observados com data de início de sintomas; Roxo claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).

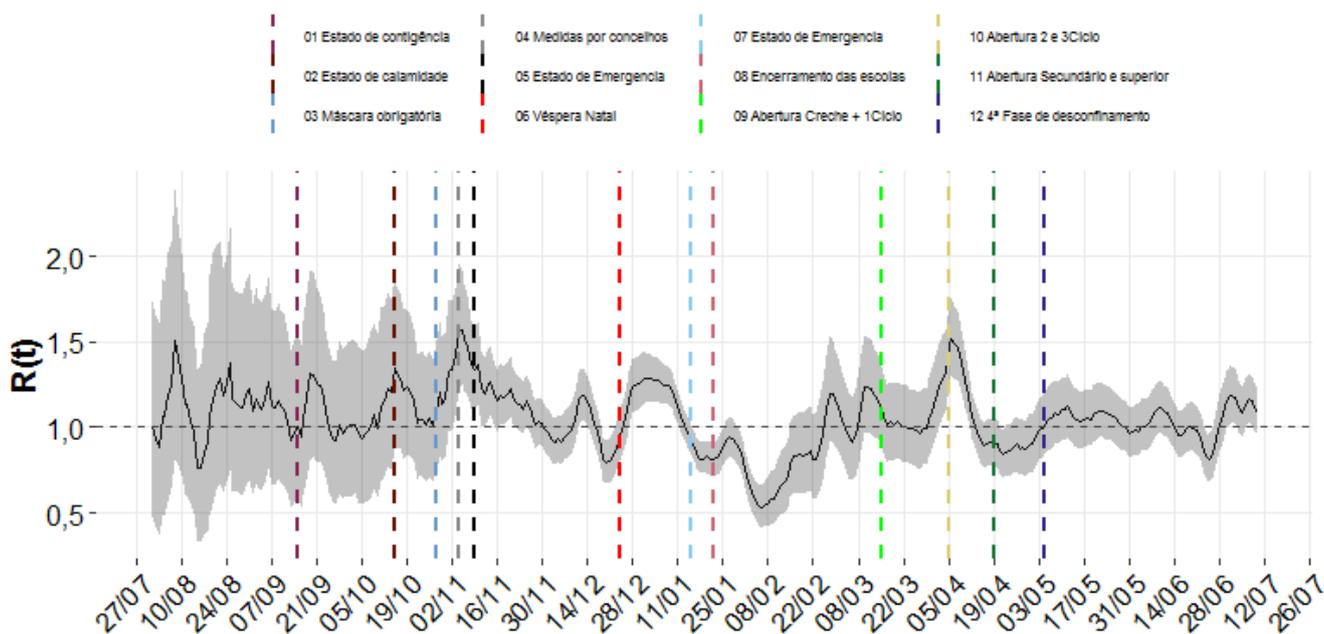
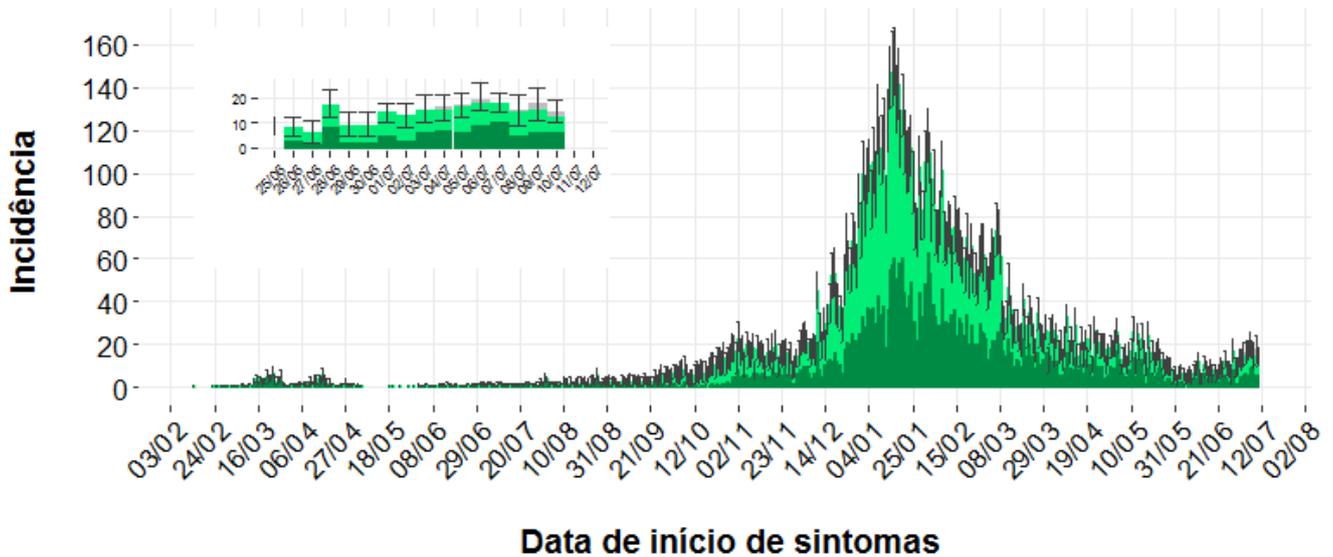


Figura 17: Evolução do $R(t)$ para a região autónoma dos Açores.

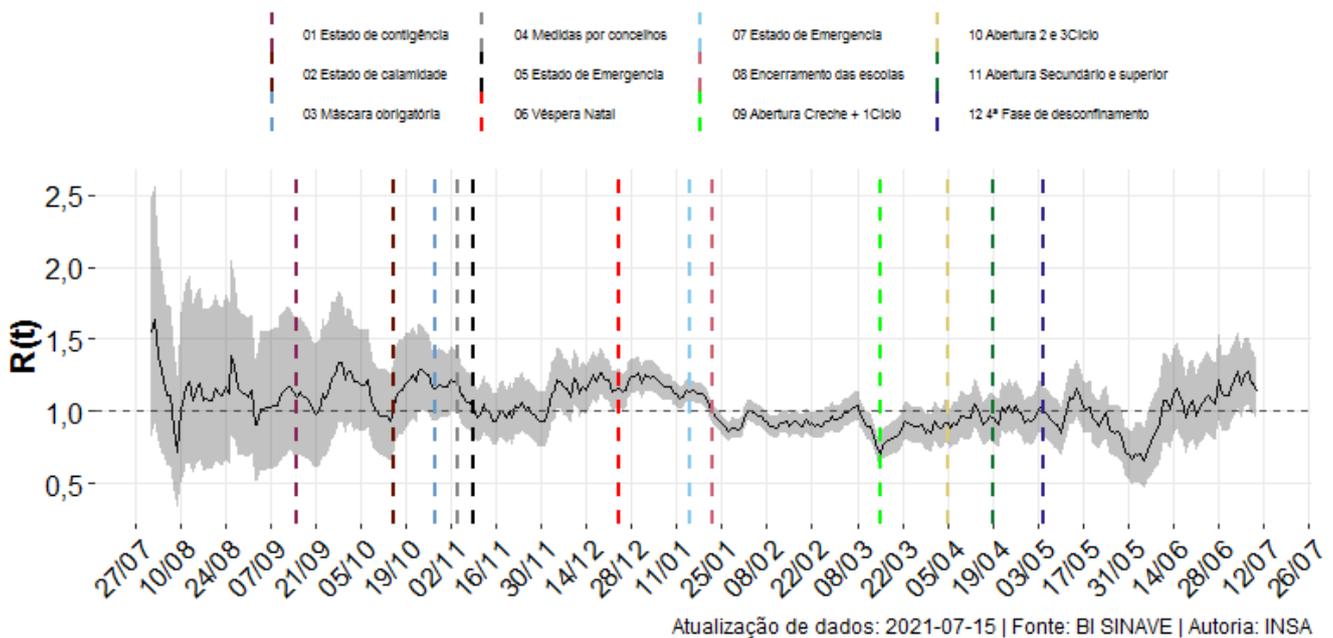
A média do $R(t)$ para os dias 06-07-2021 a 10-07-2021 foi de 1,13, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,08 e 1,18 com 95% de confiança.

Madeira



Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 18: Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região autónoma da Madeira. (Verde escuro - casos observados com data de início de sintomas; Verde claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos ocorridos, mas ainda não reportados).



Atualização de dados: 2021-07-15 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

Figura 19: Evolução do $R(t)$ para a região autónoma da Madeira.

A média do $R(t)$ para os dias 06-07-2021 a 10-07-2021 foi de 1,20, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,12 e 1,29 com 95% de confiança.

Situação internacional

Com base nos dados disponíveis no repositório do pacote R COVID19 data hub [1], verifica-se que **Portugal apresenta uma taxa de notificação acumulada de 14 dias entre 240 a 479.9 casos por 100.000 habitantes com tendência crescente.** Na mesma situação que Portugal está o Luxemburgo e a Holanda.

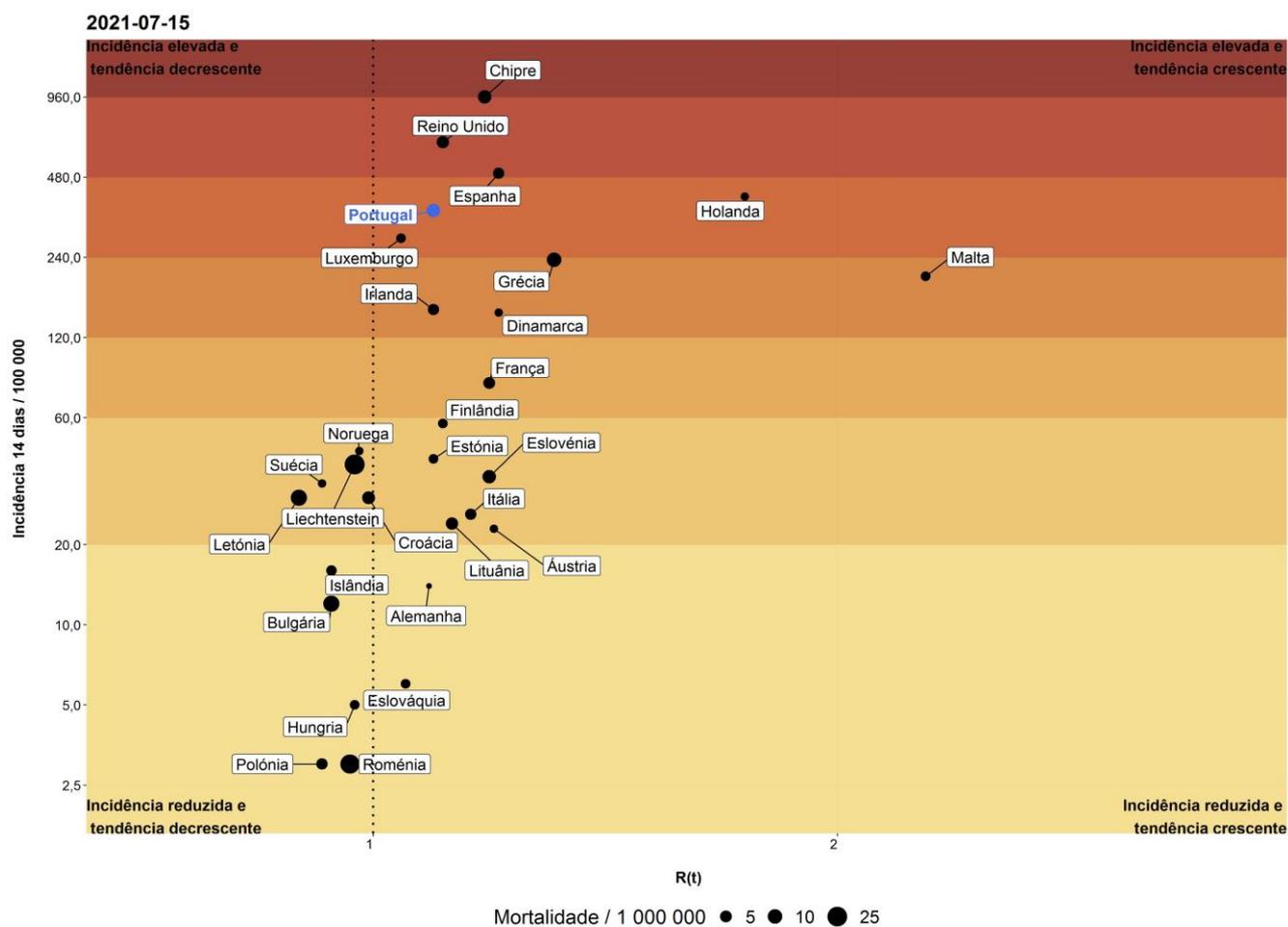


Figura 20: Gráfico de dispersão dos valores de $R(t)$ e taxa de incidência acumulada para os países Europeus com mais de 2000 casos de COVID-19.

Dados

No dia 15-07-2021 o grupo de trabalho recebeu da DGS uma tabela com a data de início de sintomas e a data de confirmação de 920.200 casos de COVID-19. As datas de início de sintomas variavam entre 16-02-2020 a 14-07-2021. A data de início de sintomas era omissa em 574.878 casos (62%), a data de confirmação em 326.702 casos (36%) e 326.570 casos tinham ambas as datas em falta (35%).

Imputação

Nos casos com data de diagnóstico laboratorial em falta, é assumida a data da notificação do caso. A imputação da data de início de sintomas recorre à distribuição do tempo entre o início de sintomas e o diagnóstico, nos casos em que esta informação se encontra disponível. Quando a informação sobre a região de saúde que reportou o caso e o grupo etário está disponível, é calculada a distribuição empírica estratificada pelas variáveis supramencionadas e pelo dia da semana da data de diagnóstico, calculada com base nos dados observados (completos) para uma janela temporal de 15 dias, que se inicia 15 dias antes da data de diagnóstico do caso.

Esta decisão prende-se com uma possível alteração da distribuição do tempo entre a data de início de sintomas e a data do diagnóstico ao longo do tempo, por região e por grupo etário. A escolha da janela temporal foi baseada numa análise preliminar dos dados que apontava para que 90% dos casos relativos a um dado dia sejam diagnosticados até 15 dias após a data de início de sintomas.

A atribuição do atraso na notificação com base na distribuição é obtida aleatoriamente, gerando-se 100 possibilidades para a data de início de sintomas de cada caso.

Nowcasting

A estimação do número de casos de COVID-19 já ocorridos na população (início de sintomas) mas que ainda não foram diagnosticados, para esse efeito recorre ao método desenvolvido por Antunes L; Antunes M, Nunes B [2].

Cálculo de parâmetros epidemiológicos

As estimativas do R_0 foram obtidas pelo pacote R_0 do programa R. Este método foi desenvolvido com base no trabalho de White et al. (2009) [3]. Neste artigo, os autores utilizam métodos de máxima verosimilhança para estimar o valor R_0 , assumindo que a distribuição do intervalo de tempo entre o início de sintomas de um infetante e de um infetado (*serial interval*) é conhecido e que o número de infeções causadas por um infetado segue uma distribuição *Poisson*.

As estimativas do $R(t)$ em função do tempo (em janelas de 7 dias) foi obtida pelo método implementado no *package* EpiEstim [4]. Este método calcula o número efetivo de reprodução com base na curva dos novos casos e na distribuição do *serial interval*. Considerou-se para o *serial time* e uma distribuição Gama com os parâmetros (média de 3,96 e desvio-padrão de 4,75) de acordo com Du Z et al (2020) [5].



Referências bibliográficas

- [1] Guidotti, E., Ardia, D., (2020), "COVID-19 Data Hub", Journal of Open Source Software 5(51):2376. <https://doi.org/10.21105/joss.02376>
- [2] Antunes L.; Antunes M, Nunes B (orient.). Modelação do atraso na notificação dos óbitos no sistema de vigilância diária da mortalidade. Dissertação de mestrado, FCUL, 2014. <http://hdl.handle.net/10400.18/2577>
- [3] White LF, Wallinga J, Finelli L, et al. Estimation of the reproductive number and the serial interval in early phase of the 2009 influenza A/H1N1 pandemic in the USA. Influenza Other Respir Viruses. 2009;3(6):267-276. <https://doi.org/10.1111/j.1750-2659.2009.00106.x>
- [4] Cori A, Ferguson NM, Fraser C, et al. A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. Am J Epidemiol. 2013;178(9):1505-1512. <https://doi.org/10.1093/aje/kwt133>
- [5] Du Z, Xu X, Wu Y, et al. Serial Interval of COVID-19 among Publicly Reported Confirmed Cases. Emerg Infect Dis. 2020;26(6):1341-1343. <https://doi.org/10.3201/eid2606.200357>