



# Evolução do número de casos de COVID-19 em Portugal

## relatório de *nowcasting*



Dia 27-10-2022

## Sumário

## Resumo

### Resumo

### Curva epidémica e parâmetros de transmissibilidade $R_0$ 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 26-10-2022

Com a cessação do estado de alerta, a 01-10-2022, e consequente alteração da testagem verificou-se uma descida acentuada na incidência e valor do  $R(t)$  que podem não corresponder a decréscimos reais.

### 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  $R_0$  (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 ( $R_0$ ) 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 22-10-2022 tenham ocorrido 5.519.781 casos.**

O valor médio do  $R(t)$  (número de reprodução efetivo) para os dias de 18-10-2022 a 22-10-2022 foi de **0,98**, podendo o seu verdadeiro valor estar entre 0,98 e 0,99 com uma confiança de 95%. Foram ainda estimados os seguintes valores de  $R(t)$  para as regiões: **0,89** na região Norte, **1,14** na região Centro, **0,96** na região LVT, **0,89** na região Alentejo, **0,90** na região Algarve, **1,07** na região autónoma dos Açores e **1,24** na região autónoma da Madeira.

**No comparativo Europeu, Portugal apresenta a taxa de notificação acumulada de 14 dias entre 120 a 239.9 casos por 100.000 habitantes e  $R(t)$  inferior a 1**, ou seja, taxa de notificação moderada e com tendência decrescente.

**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, Eugénia Fernandes, 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 de 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 do 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 25-12-2020 para 1,21 (IC95% 1,19 a 1,24) a 30-12-2020, 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 12-02-2021 e 08-04-2021, observou-se um aumento do  $R(t)$  de 0,61 para 1,05, 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 01-05-2021 observou-se uma redução acentuada do  $R(t)$ , tendo passado de 1,05 para 0,92, indicando uma tendência decrescente da incidência de SARS-CoV-2.

Entre 01-05-2021 e 16-06-2021, observou-se um aumento do  $R(t)$  de 0,92 para 1,21, 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 0,91 a 30-04-2021 para 1,26 a 16-06-2021 (em 47 dias subiu 0,35).

Ao nível nacional, entre 16-06-2021 e 20-06-2021, observou-se uma redução do  $R(t)$  de 1,21 para 1,13. Em 20-06-2021 iniciou nova subida até 1,22 em 28-06-2021, seguida de nova descida até 0,91 a 30-07-2021. Após essa data observou-se um novo aumento do  $R(t)$ , tendo passado de 0,91 para 0,99 a 12-08-2021, estabilizando nesse valor até 24-08-2021. Entre 24-08-2021 e 15-09-2021 observou-se uma descida do  $R(t)$  de 0,99 para 0,79. Em 08-10-2021 o  $R(t)$  ultrapassou o 1,00, tendo atingido 1,21 a 15-11-2021 e descido depois até 1,05 em 11-12-2021.

Entre 11-12-2021 e 27-12-2021, o  $R(t)$  apresentou um aumento acentuado até 1,53. Desceu depois até 1,09 a 12-01-2022, iniciando nova subida a partir dessa data, até 1,17 a 20-01-2022. Entre 21-01-2022 e 15-02-2022 apresentou uma descida acentuada para 0,71. A partir dessa data, o valor de  $R(t)$  foi inferior a 1 até 04-03-2022, mantendo-se acima de 1 durante 6 dias. O valor de  $R(t)$  voltou a estar acima de 1 entre 17-04-2022 e 23-04-2022 e entre 27-04-2022 e 25-05-2022, tendo atingido 1,26 a 10-05-2022.

Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, I.P.

Av. Padre Cruz, 1649-016 Lisboa, PORTUGAL

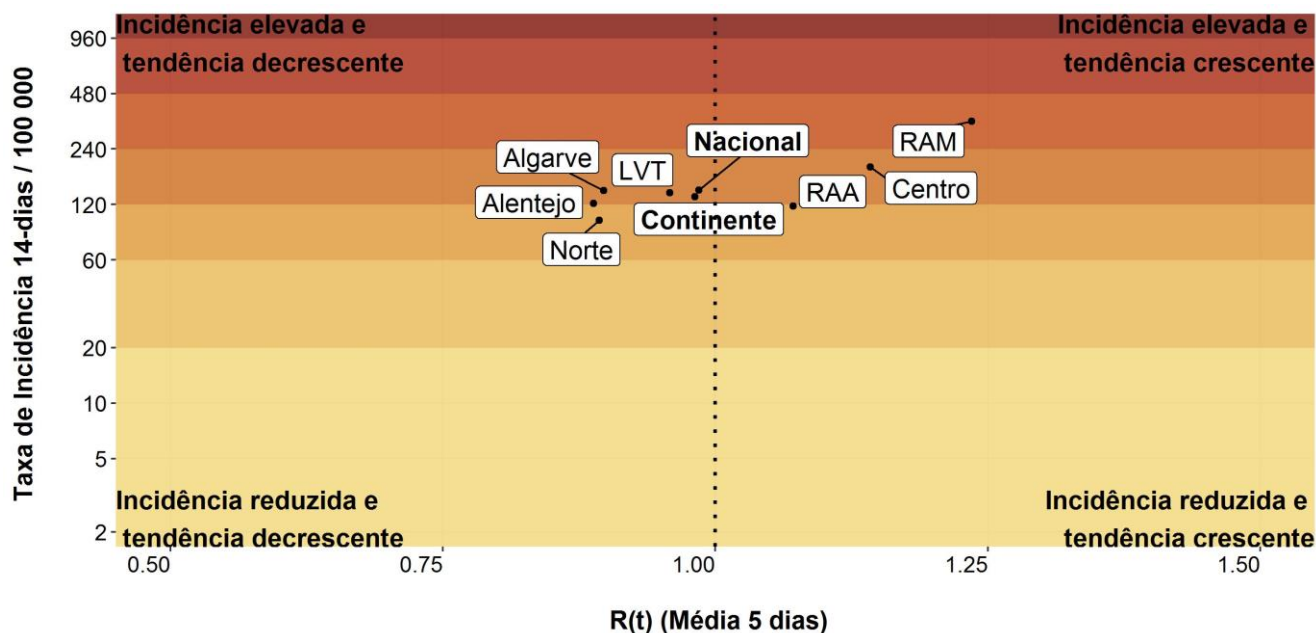
TEL +351 217 519 200 FAX +351 217 526 400 EMAIL info@insa.min-saude.pt www.insa.pt

O valor de  $R(t)$  esteve constantemente abaixo de 1 entre 30-05-2022 e 20-08-2022, data a partir da qual o valor de  $R(t)$  voltou a estar acima de 1, até 01-09-2022. Entre 09-09-2022 e 25-09-2022, o valor de  $R(t)$  voltou a estar acima de 1.

Com a cessação do estado de alerta a 30-09-2022 e consequente alteração da testagem, verificou-se uma descida acentuada do  $R(t)$  até 0,63 a 06-10-2022. No dia 22-10-2022 estima-se um  $R(t)$  de 0,95.

**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 22-10-2022, ao nível Nacional, Continente e Região.

Região	Nº médio de casos diários	Taxa (14 dias)	$R(t)$ [IC 95%]
Nacional	922	143,8	0,98 [0,98 - 0,99]
Continente	801	132,2	0,98 [0,97 - 0,99]
Norte	218	98,5	0,89 [0,88 - 0,91]
Centro	178	191,3	1,14 [1,12 - 1,17]
LVT	333	138,7	0,96 [0,94 - 0,97]
Alentejo	36	121,7	0,89 [0,85 - 0,93]
Algarve	39	142,9	0,90 [0,86 - 0,94]
RAA	23	117,3	1,07 [1,02 - 1,14]
RAM	85	338,7	1,24 [1,19 - 1,28]



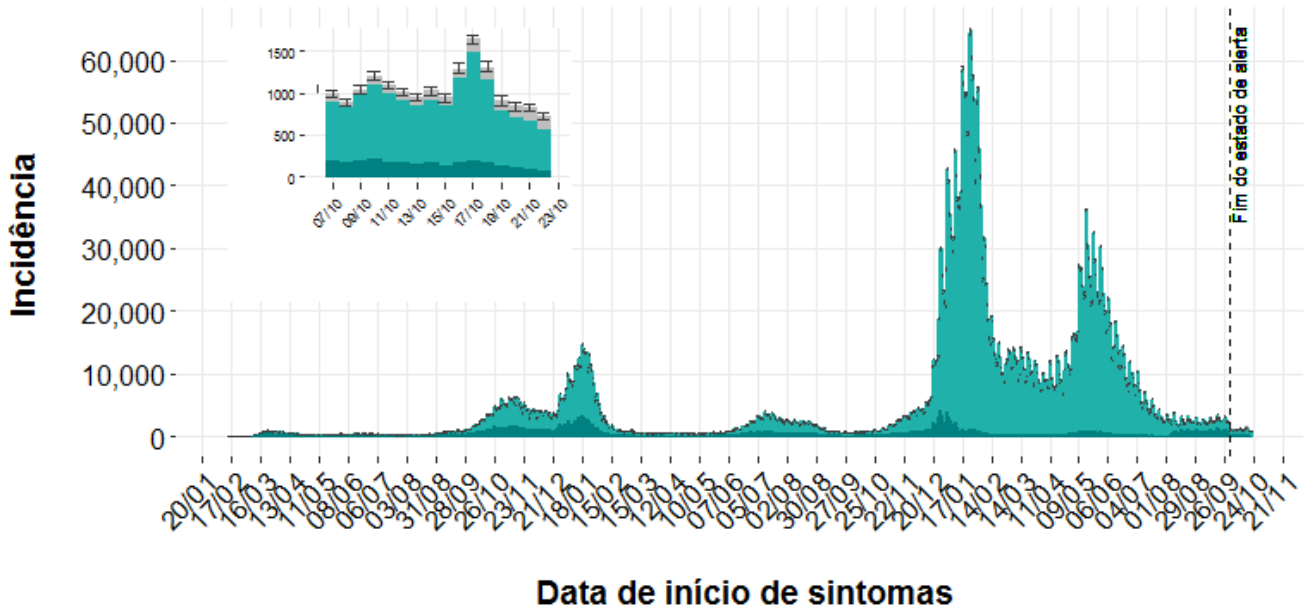
**Figura 1:** Gráfico de dispersão dos valores de  $R(t)$  vs taxa de incidência acumulada para o país e por região.

O valor **médio do  $R(t)$**  para os dias de **18-10-2022 a 22-10-2022** foi de **0,98** (média de 922 novos casos por dia), podendo o seu verdadeiro valor variar entre 0,98 e 0,99 com uma confiança de 95%. **Para o Continente, a estimativa correspondente do  $R(t)$  foi de 0,98 (IC95%: 0,97 a 0,99).**

**Instituto Nacional de Saúde** Doutor Ricardo Jorge, I.P.

Av. Padre Cruz, 1649-016 Lisboa, PORTUGAL

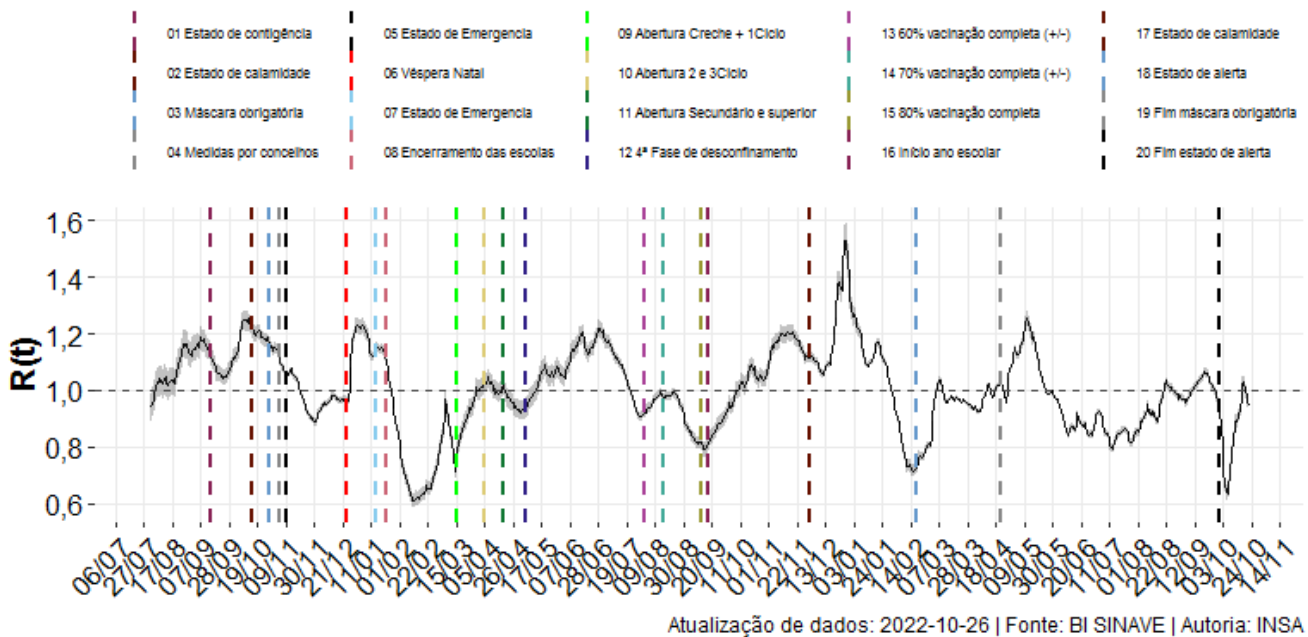
TEL +351 217 519 200 FAX +351 217 526 400 EMAIL [info@insa.min-saude.pt](mailto:info@insa.min-saude.pt) [www.insa.pt](http://www.insa.pt)



**Data de início de sintomas**

Atualização de dados: 2022-10-26 | 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).

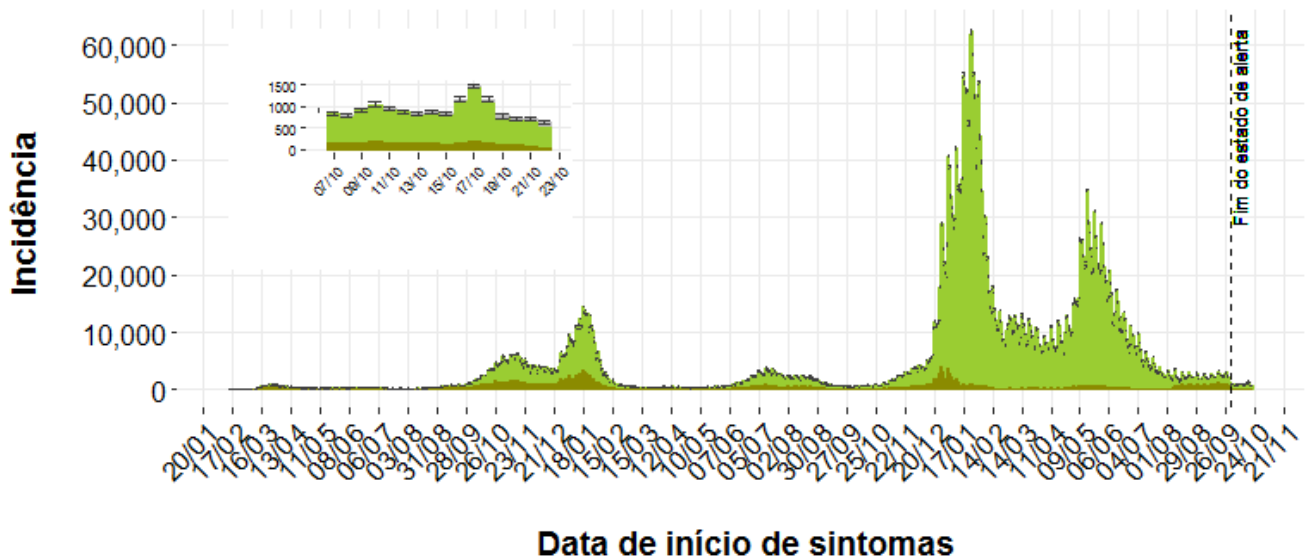


Atualização de dados: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

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

A média do  $R(t)$  para os dias 18-10-2022 a 22-10-2022 foi de 0,98, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 0,98 e 0,99 com 95% de confiança.

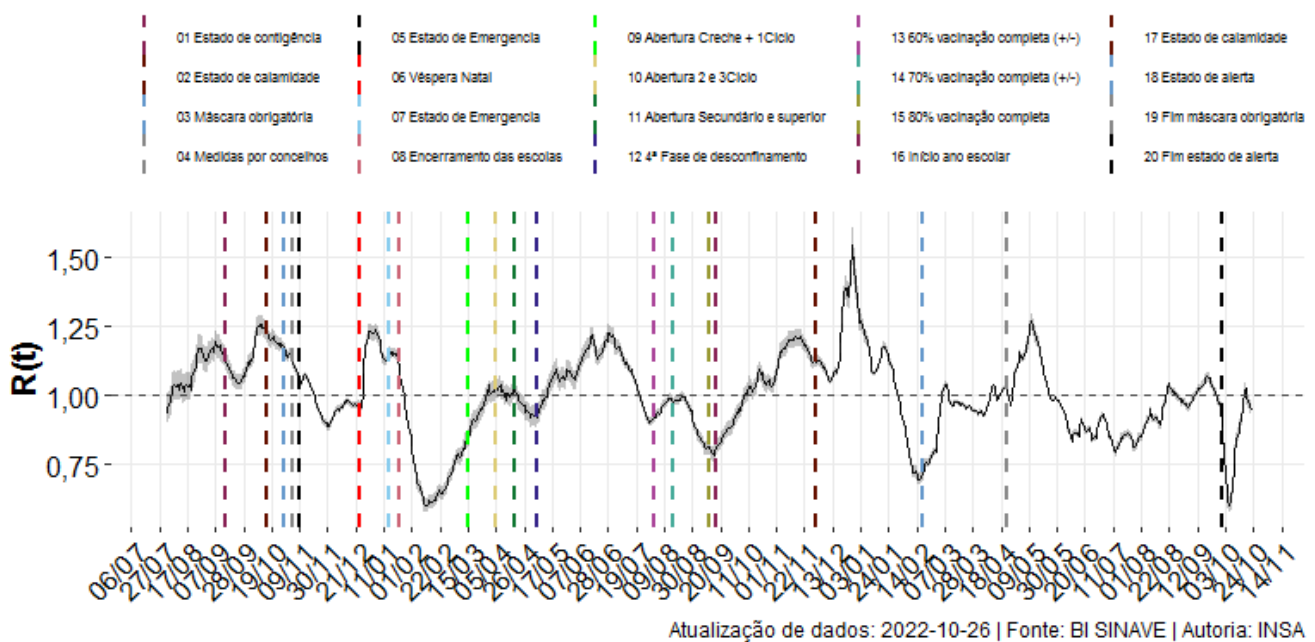
## Continente



### Data de início de sintomas

Atualização de dados: 2022-10-26 | 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 Continental. (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: 2022-10-26 | 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 18-10-2022 a 22-10-2022 foi de 0,98, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 0,97 e 0,99 com 95% de confiança.

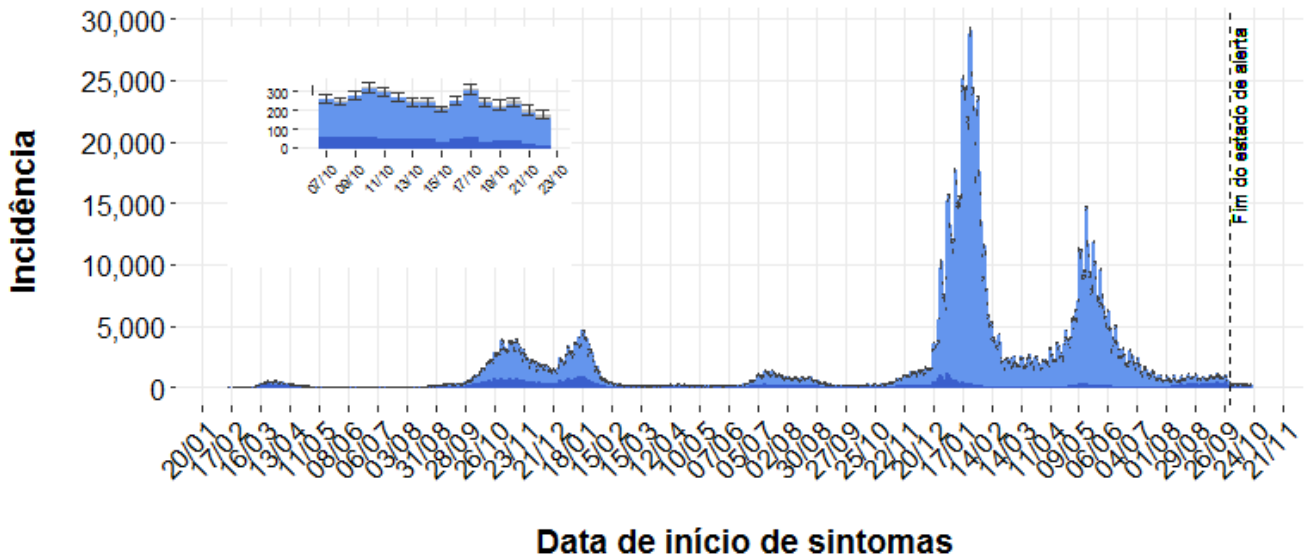
Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, I.P.

Av. Padre Cruz, 1649-016 Lisboa, PORTUGAL

TEL +351 217 519 200 FAX +351 217 526 400 EMAIL info@insa.min-saude.pt www.insa.pt

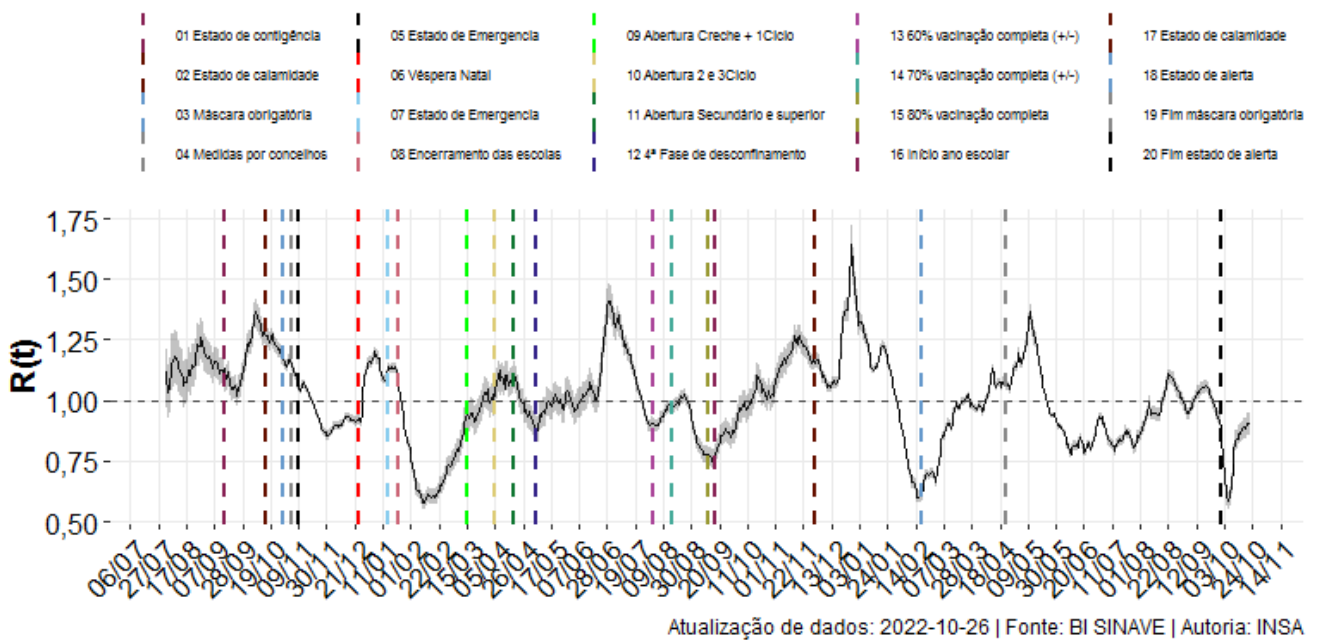


## Norte



Atualização de dados: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

**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).

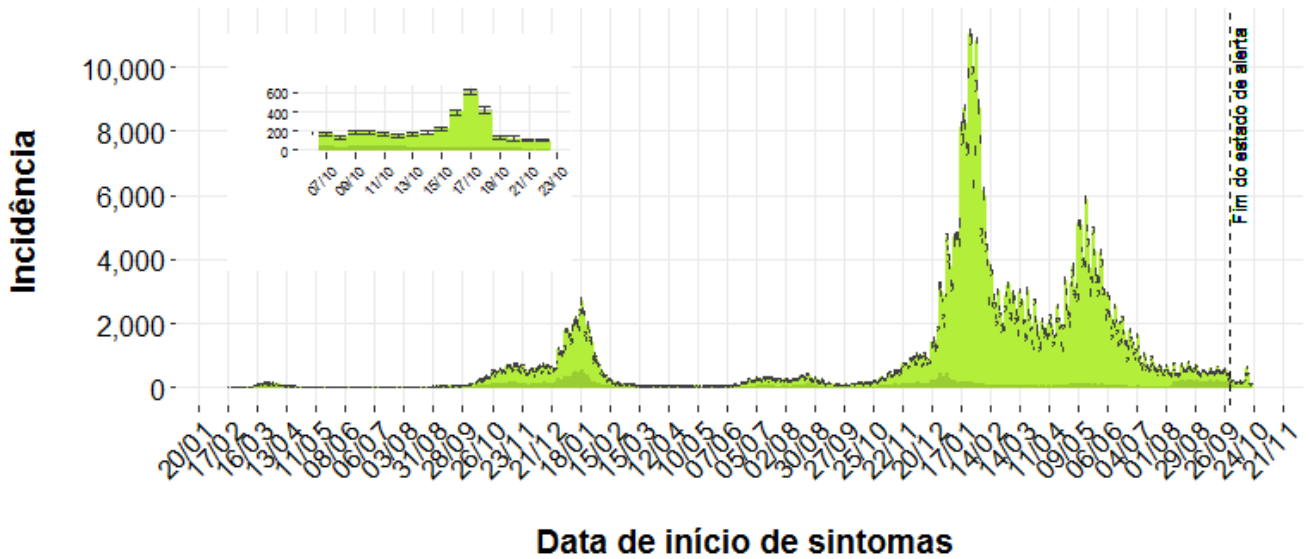


Atualização de dados: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

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

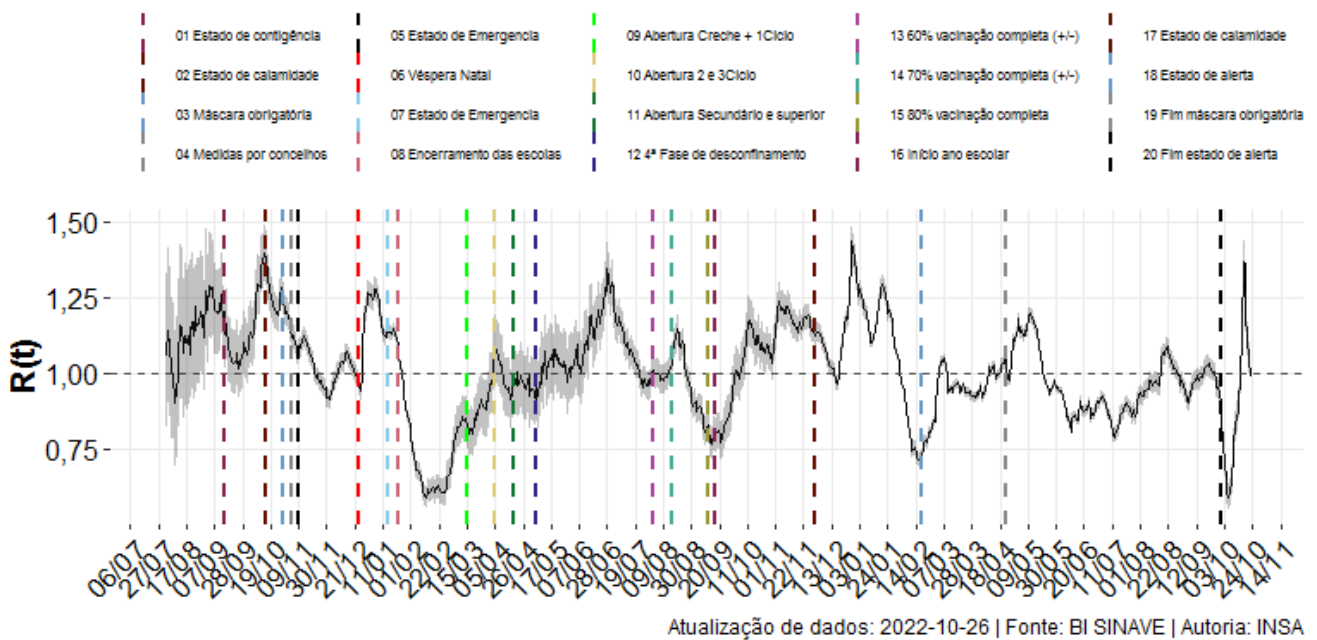
A média do  $R(t)$  para os dias 18-10-2022 a 22-10-2022 foi de 0,89, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 0,88 e 0,91 com 95% de confiança.

## Centro



Atualização de dados: 2022-10-26 | 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).

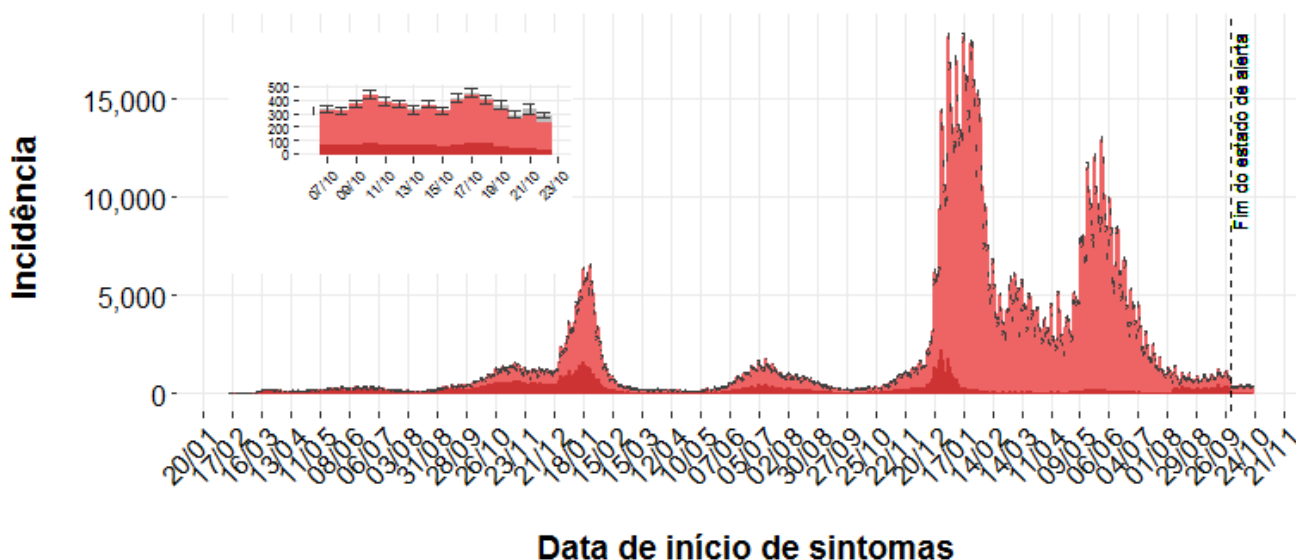


Atualização de dados: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

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

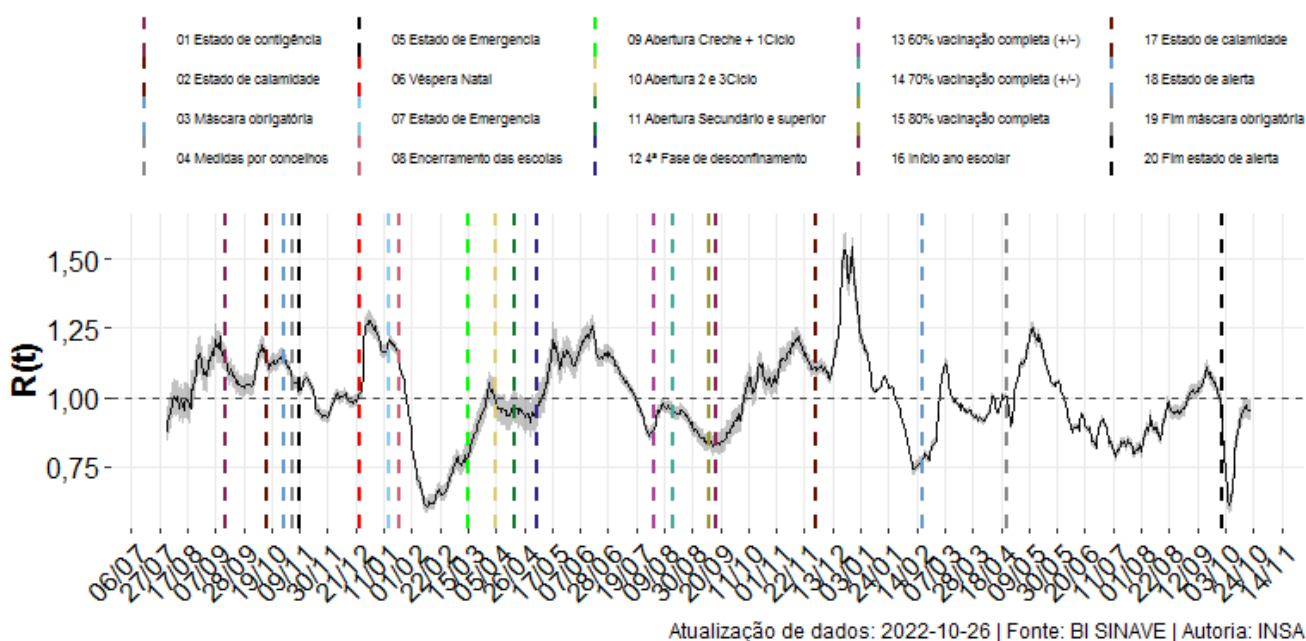
A média do  $R(t)$  para os dias 18-10-2022 a 22-10-2022 foi de 1,14, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,12 e 1,17 com 95% de confiança.





Atualização de dados: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

**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).

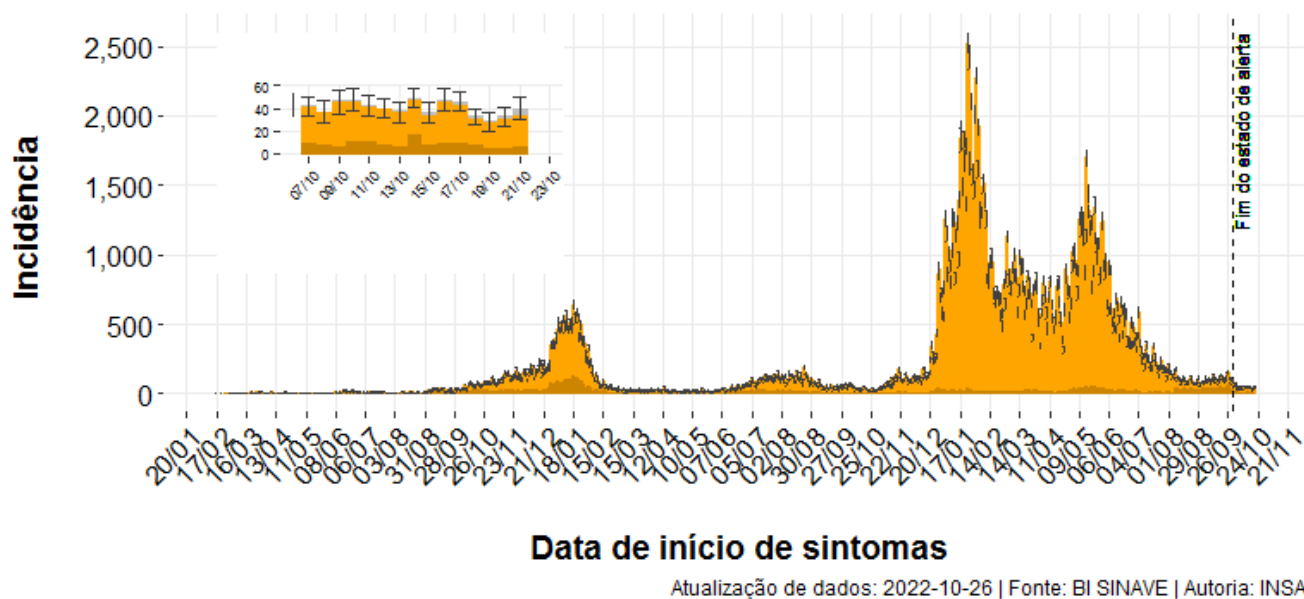


Atualização de dados: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

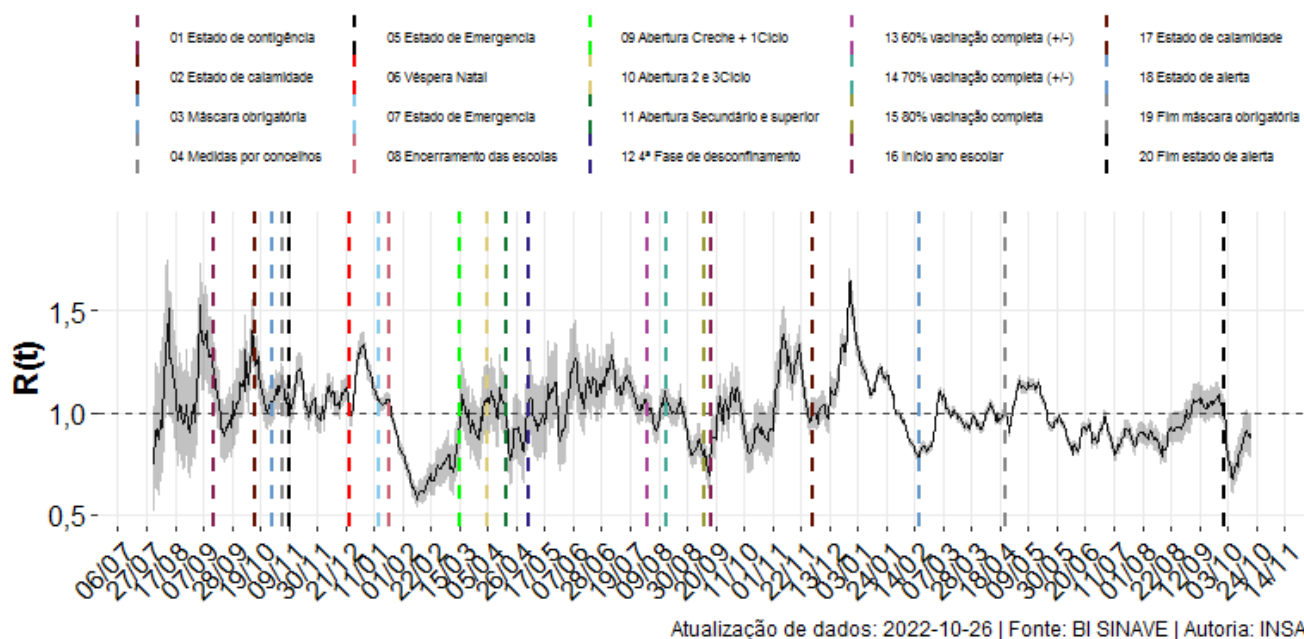
**Figura 11:** Evolução do  $R(t)$  para a região LVT.

A média do  $R(t)$  para os dias 18-10-2022 a 22-10-2022 foi de 0,96, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 0,94 e 0,97 com 95% de confiança.

## Alentejo



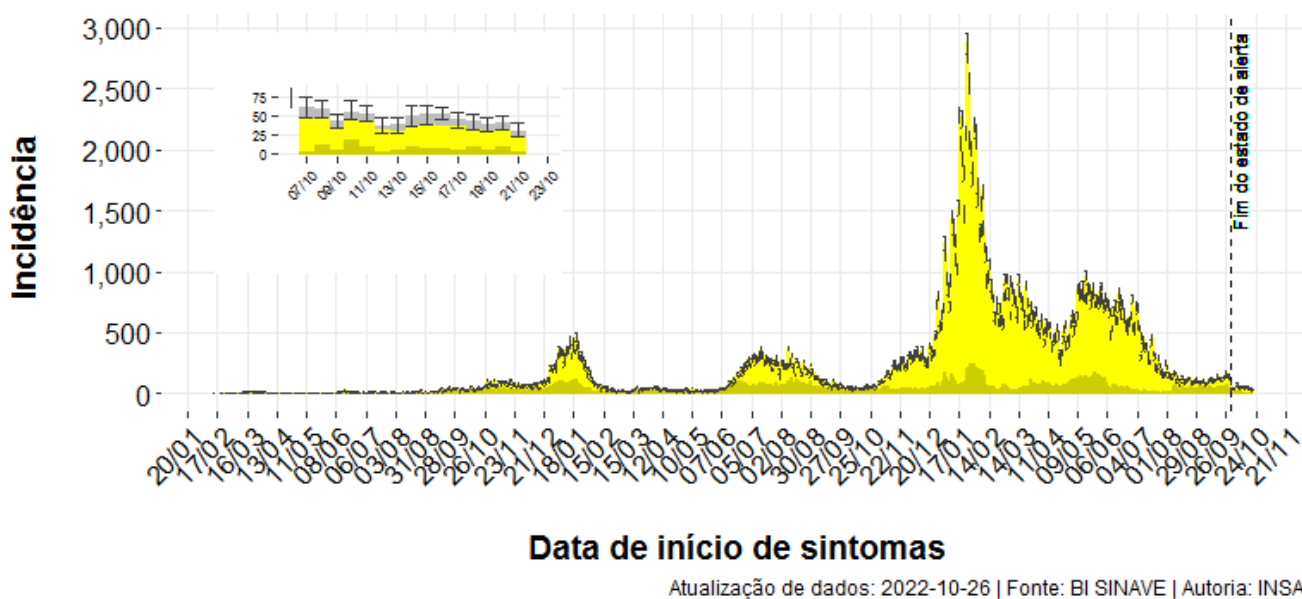
**Figura 12:** Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região do Alentejo. (Laranja escuro - casos observados com data de início de sintomas; Laranja claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos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



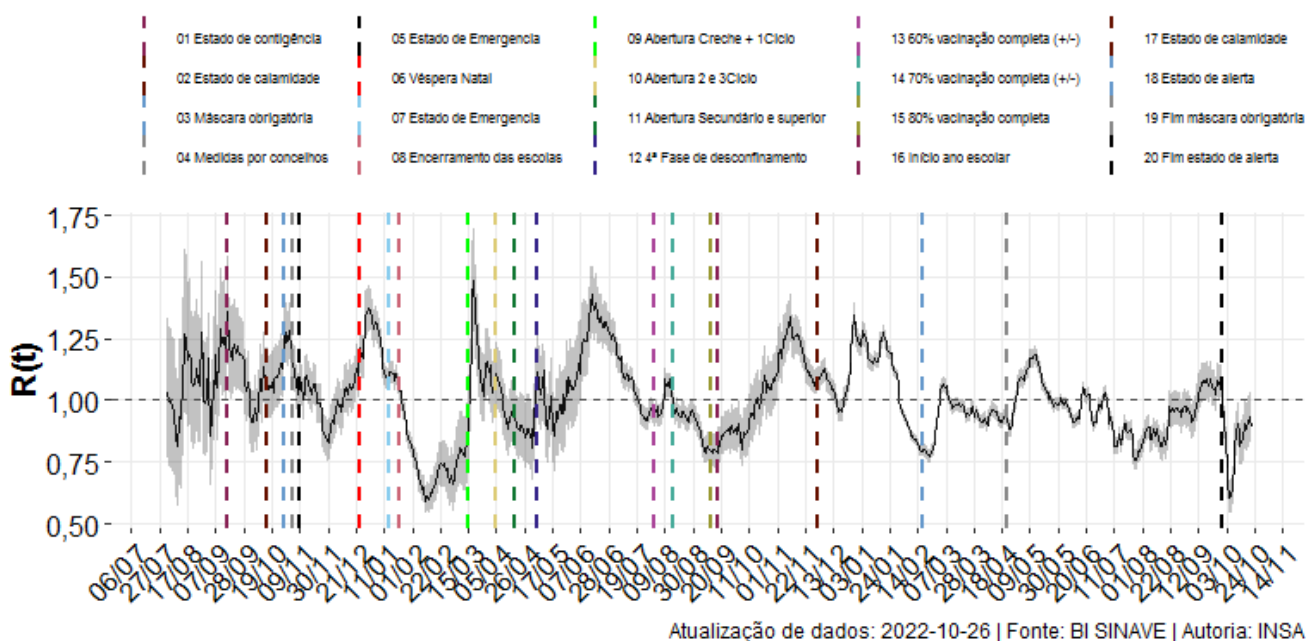
**Figura 13:** Evolução do  $R(t)$  para a região do Alentejo.

A média do  $R(t)$  para os dias 17-10-2022 a 21-10-2022 foi de 0,89, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 0,85 e 0,93 com 95% de confiança.

## Algarve

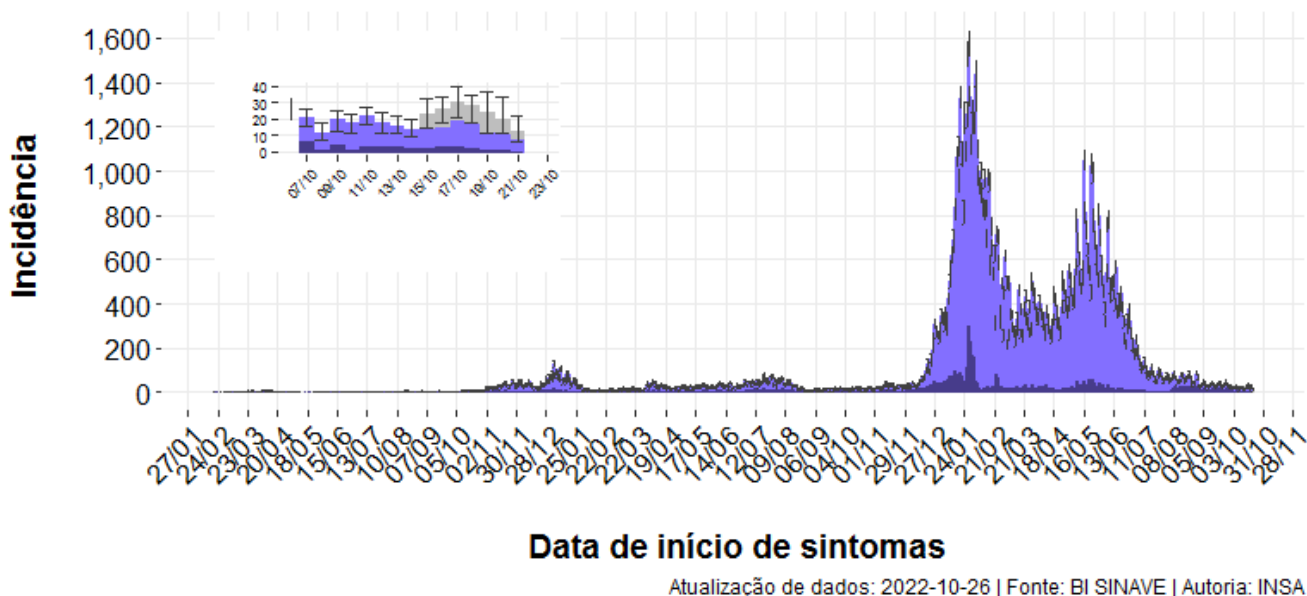


**Figura 14:** Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região do Algarve. (Amarelo escuro - casos observados com data de início de sintomas; Amarelo claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos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

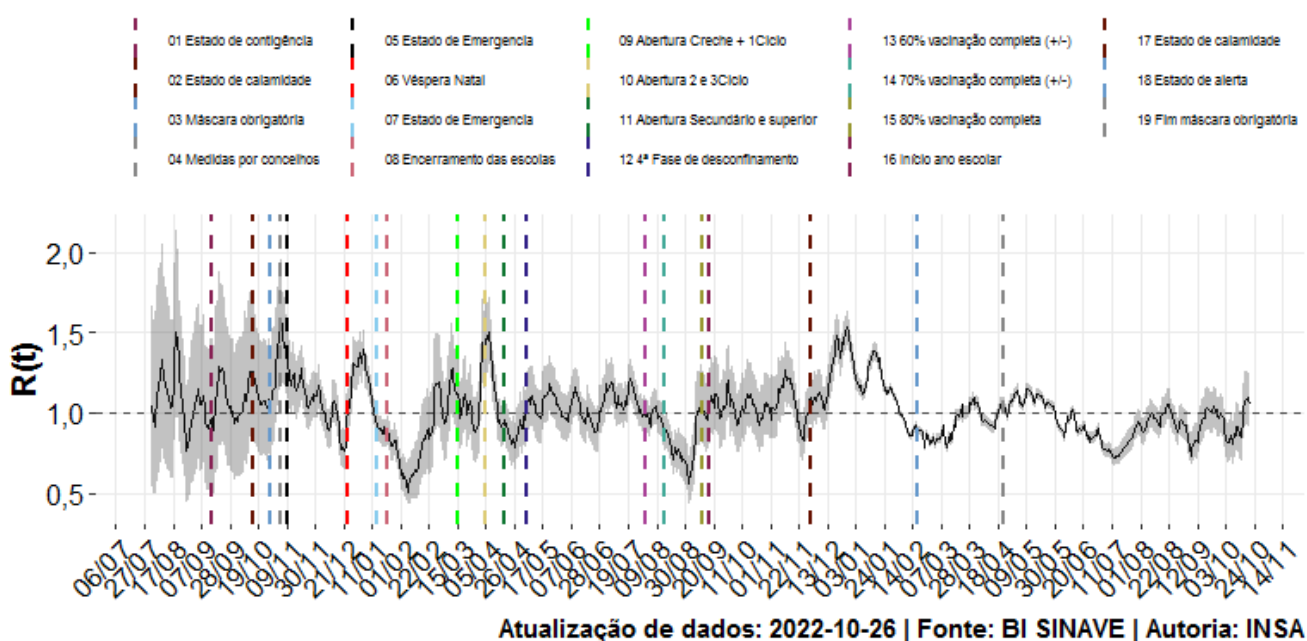


**Figura 15:** Evolução do  $R(t)$  para a região do Algarve.

A média do  $R(t)$  para os dias 17-10-2022 a 21-10-2022 foi de 0,90, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 0,86 e 0,94 com 95% de confiança.

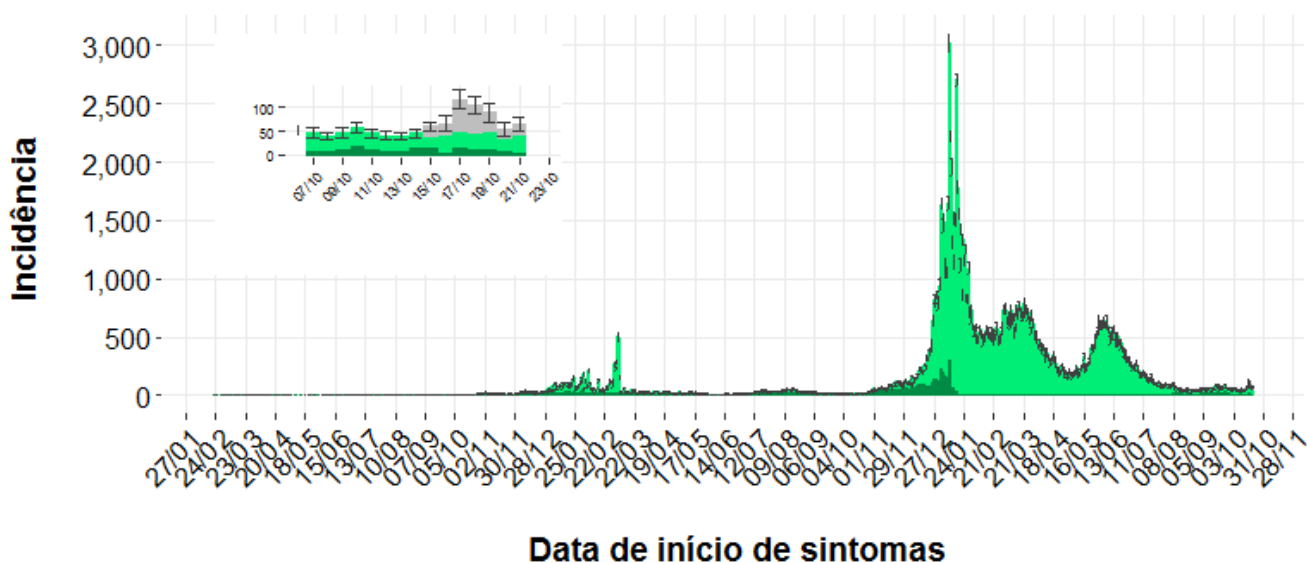


**Figura 16:** Curva epidémica dos casos de infeção por SARS-CoV-2 corrigida para o atraso de notificação, na região autónoma dos Açores. (Roxo escuro - casos observados com data de início de sintomas; Roxo claro - casos observados com data de início de sintomas imputada; cinzento - estimativa dos casos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



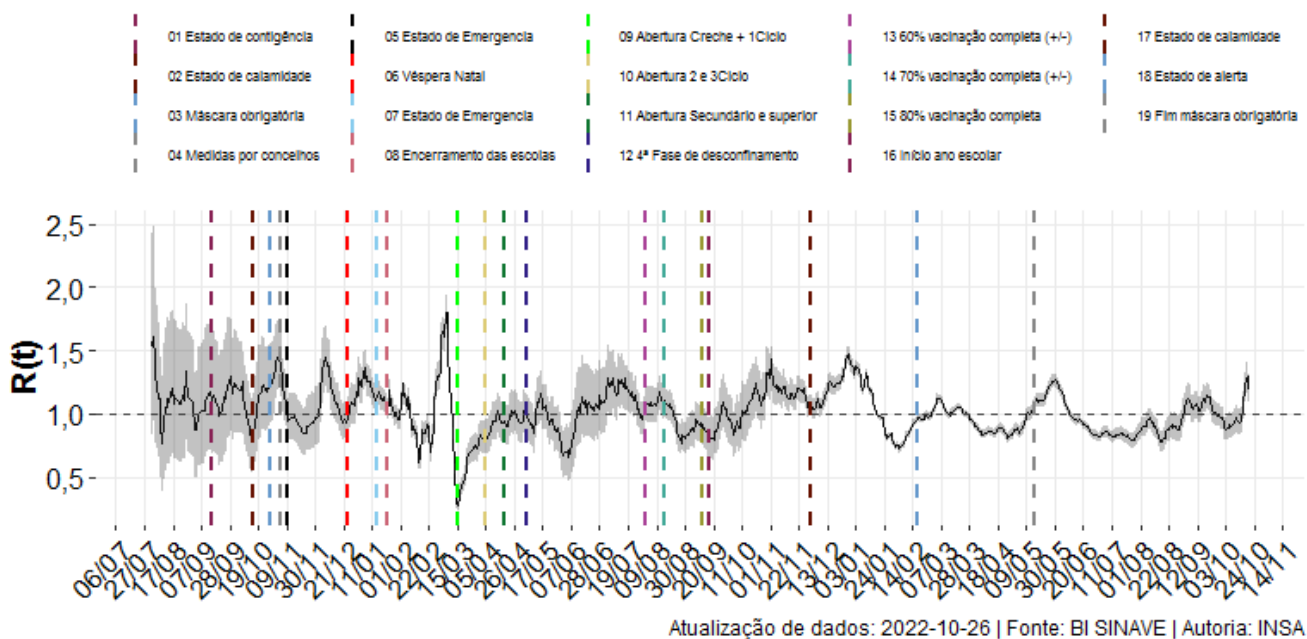
**Figura 17:** Evolução do  $R(t)$  para a região autónoma dos Açores.

A média do  $R(t)$  para os dias 17-10-2022 a 21-10-2022 foi de 1,07, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,02 e 1,14 com 95% de confiança.



Atualização de dados: 2022-10-26 | 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: 2022-10-26 | Fonte: BI SINAVE | Autoria: INSA

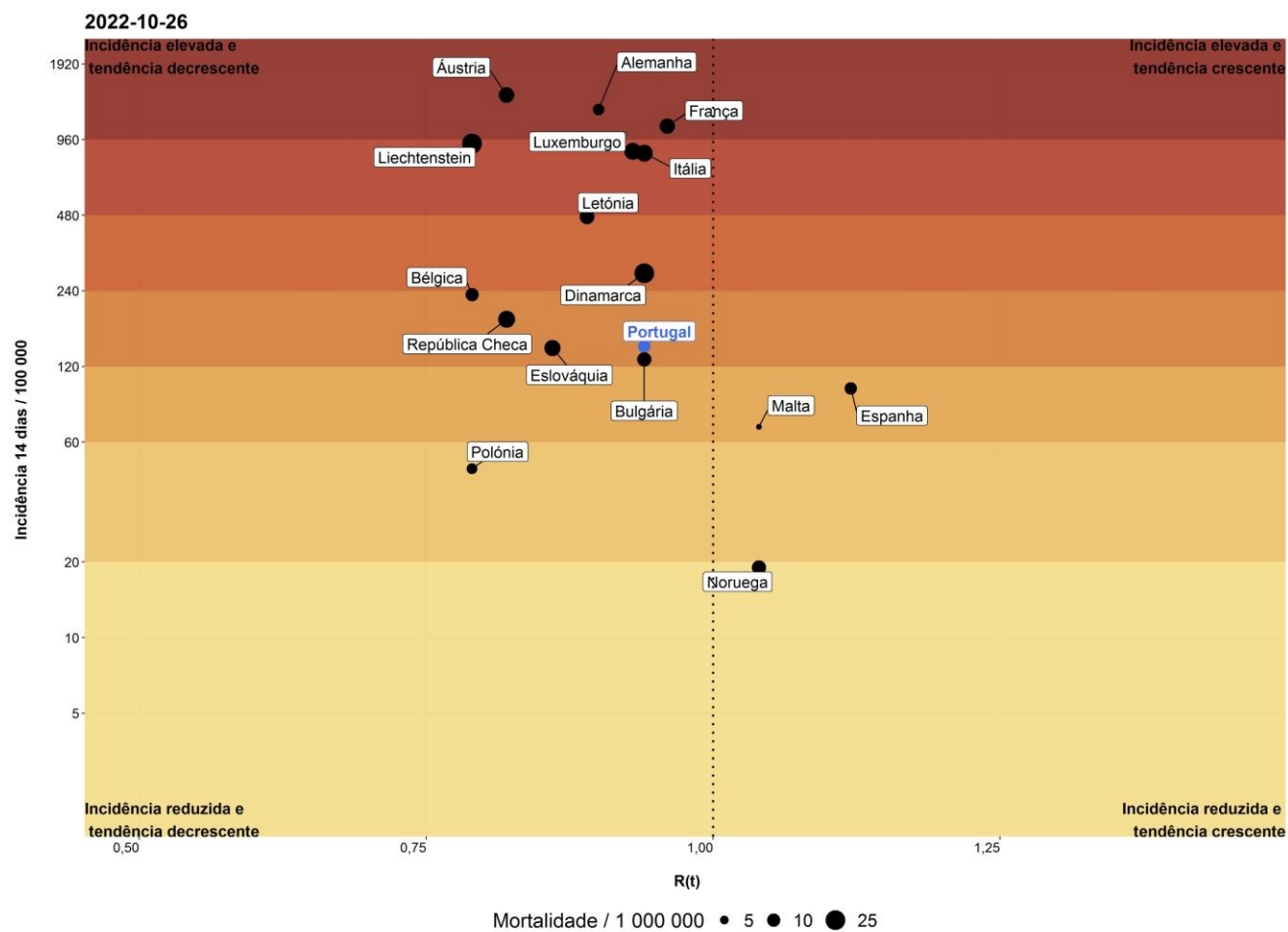
**Figura 19:** Evolução do  $R(t)$  para a região autónoma da Madeira.

A média do  $R(t)$  para os dias 17-10-2022 a 21-10-2022 foi de 1,24, estando o seu verdadeiro valor compreendido entre 1,19 e 1,28 com 95% de confiança.



## Situação internacional

Com base nos dados disponíveis no repositório do pacote R COVID19 data hub [1] foi estimada a taxa de notificação e  $R(t)$  para os países europeus com informação disponível. **Portugal apresenta uma taxa de notificação acumulada de 14 dias entre 240 a 479.9 casos por 100.000 habitantes com tendência decrescente (241).** Nesta mesma situação que Portugal estão Bélgica, Bulgária, República Checa e Eslováquia.



**Figura 20:** Gráfico de dispersão dos valores de  $R(t)$  e taxa de incidência acumulada para os países Europeus com mais de 2.000 casos de COVID-19.

**NOTA:** A análise de Portugal não usou dados do repositório do pacote R COVID19, mas sim dados partilhados pela DGS; e alguns países podem ter informação em atraso.

### Dados

No dia 26-10-2022, o grupo de trabalho recebeu da DGS uma tabela com a data de início de sintomas e a data de confirmação de 5.518.989 casos de COVID-19. As datas de início de sintomas variavam entre 16-02-2020 a 25-10-2022. A data de início de sintomas era omissa em 4.994.718 casos (91%), a data de confirmação em 4.660.932 casos (84%) e 4.617.886 casos tinham ambas as datas em falta (84%). A 24-05-2022 a tabela passou a incluir reinfeções que antes não eram consideradas.

### 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 50 possibilidades para a data de início de sintomas de cada caso.

### Nowcasting

Para estimar o número de casos de COVID-19 já ocorridos na população (início de sintomas) mas que ainda não foram diagnosticados recorreu-se ao método desenvolvido por Antunes L, Antunes M e Nunes B [2]. Foram utilizados modelos de regressão logística para estimar a probabilidade de um caso ser reportado com atraso igual ou inferior a  $i$  dias (fez-se a correção para atrasos entre 0 e 20 dias,  $i = 0, \dots, 20$ ). Os modelos utilizam como variável independente o dia da semana da data de início de sintomas. O *nowcasting* efetuado foi estratificado por região. Para incorporar a incerteza da imputação, o *nowcast* foi ajustado e aplicado a cada um dos *datasets* criados na operação anterior. O resultado final é calculado com base na média de todos os *nowcasts*, para cada dia, calculado da seguinte forma:  $N_t = \frac{n_{t,i}}{p_i}$ , onde  $N_t$  é o número de casos com início de sintomas estimados para o dia  $t$  e  $p_i$  é a probabilidade de um caso ser reportado com um atraso igual ou inferior a  $i$  dias ( $i = 1, \dots, 20$ ).

### 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>