

# Um modelo para a COVID-19

Daniel Girardi e Marcelo Dallangol

March 2020

## 1 Modelo

Vamos utilizar um modelo determinístico baseado em 10 compartimentos e com variáveis em valores absolutos. Ou seja, o tamanho da população e número de infectados terão valores absolutos. Essa opção visa a comparação direta entre os valores obtidos pelo modelo com os dados oriundos dos órgãos de saúde.

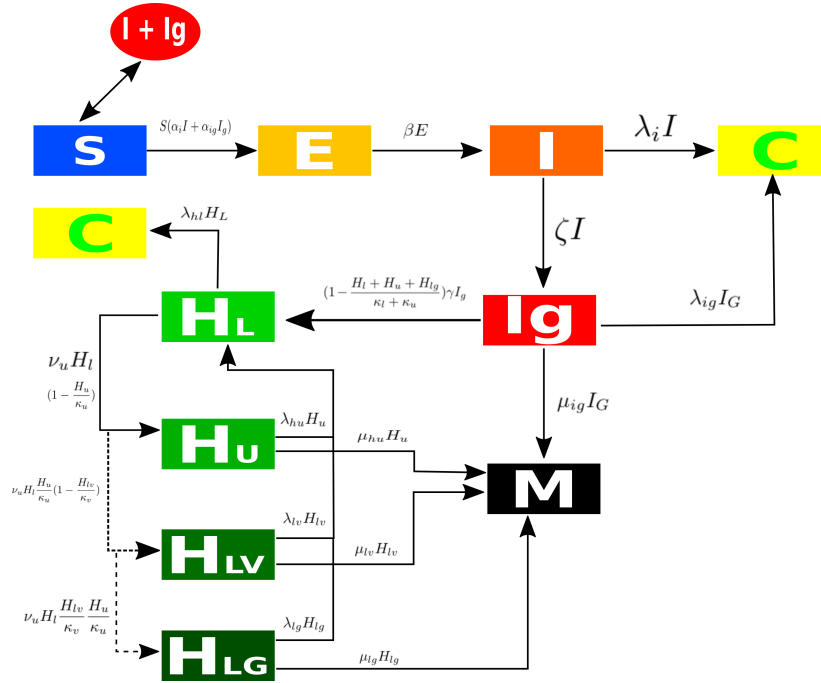


Figure 1: Visão geral dos caminhos para a COVID-19

## 2 Novas Equações

$$\frac{dS}{dt} = -S \frac{\delta}{100} \left( \frac{R_{0i}}{NT_i} I + \frac{R_{0ig}}{NT_{ig}} I_g \right) \quad (1)$$

$$\frac{dE}{dt} = S \frac{\delta}{100} \left( \frac{R_{0i}}{NT_i} I + \frac{R_{0ig}}{NT_{ig}} I_g \right) - \frac{1}{T_{inc}} E \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{T_{inc}} E - \frac{\lambda_i}{100T_i} I - \frac{\zeta}{100T_i} I \quad (3)$$

$$\frac{dI_G}{dt} = \frac{\zeta}{100T_i} I - \left( 1 - \frac{H_l + H_u + H_{lg} + H_{lv}}{\kappa_l + \kappa_u} \right) \frac{\gamma}{100} I_G - \frac{\lambda_{ig}}{100T_{ig}} I_G - \frac{\mu_{ig}}{100T_{ig}} I_G \quad (4)$$

$$\frac{dH_l}{dt} = \left( 1 - \frac{H_l + H_u + H_{lg} + H_{lv}}{\kappa_l + \kappa_u} \right) \frac{\gamma}{100} I_G - \frac{\lambda_{hl}}{100T_{hl}} H_l - \frac{\nu_u}{100T_{hl}} H_l + \frac{\lambda_{hu}}{100T_{hu}} H_u + \frac{\lambda_{lg}}{100T_{lg}} H_{lg} + \frac{\lambda_{hv}}{100T_{hv}} H_{lv} \quad (5)$$

$$\frac{dH_u}{dt} = \frac{\nu_u}{100T_{hl}} H_l \left( 1 - \frac{H_u}{\kappa_u} \right) - \frac{\lambda_{hu}}{100T_{hu}} H_u - \frac{\lambda_{mu}}{100T_{hu}} H_u \quad (6)$$

$$\frac{dH_{lv}}{dt} = \frac{\nu_u}{100T_{hl}} H_l \frac{H_u}{\kappa_u} \left( 1 - \frac{H_{lv}}{\kappa_v} \right) - \frac{\lambda_{lv}}{100T_{lv}} H_{lv} - \frac{\mu_{lv}}{100T_{lv}} H_{lv} \quad (7)$$

$$\frac{dH_{lg}}{dt} = \frac{\nu_u}{100T_{hl}} H_l \frac{H_{lv}}{\kappa_v} \frac{H_u}{\kappa_u} - \frac{\lambda_{lg}}{100T_{lg}} H_{lg} - \frac{\mu_{lg}}{100T_{lg}} H_{lg} \quad (8)$$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{\mu_{ig}}{100T_{ig}} I_g + \frac{\mu_{hl}}{100T_{hl}} H_l + \frac{\mu_{hu}}{100T_{hu}} H_u + \frac{\mu_{lv}}{100T_{lv}} H_{lv} + \frac{\mu_{lg}}{100T_{lg}} H_{lg} \quad (9)$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\lambda_i}{100T_i} I + \frac{\lambda_{ig}}{100T_{ig}} I_g + \frac{\lambda_{hl}}{100T_{hl}} H_l \quad (10)$$

Descrição das variáveis, sendo que a notação é [min, max, passo]:

1. N - Tamanho da população - Livre
2.  $\delta = [0, 100, 1]$
3.  $R_{0i} = [0, 15, 0.01]$
4.  $R_{0ig} = [0, 15, 0.01]$
5.  $T_X = [0, 50, 1]$
6.  $\lambda_X = [0, 100, 1]$
7.  $\zeta = [0, 100, 1]$
8.  $kappa_l$  é livre (pode deixar numa caixa para digitar)
9.  $kappa_u$  é livre (pode deixar numa caixa para digitar)
10.  $\gamma = [0, 100, 1]$
11.  $\mu_X = [0, 100, 1]$
12.  $\nu_u = [0, 100, 1]$

## 2.1 As variáveis do modelo

Símbolo	Definição	Valor Padrão	Referência
$\delta$	Percentual da população que não está seguindo a quarentena		
$\alpha_i$	Taxa de transmissão entre os infectados e saudáveis	3/14 Cada I contamina 3 S	
$\alpha_{ig}$	Taxa de transmissão entre os infectados graves e saudáveis		
$\beta$	Taxa de conversão dos Expostos em Infectados (ativos)	1/14	
$\lambda_I$	Taxa de Cura do indivíduo Infectado		
$\zeta$	Taxa de evolução dos infectados para o estado grave		
$\gamma$	Percentual dos que estão em estado grave e procuram o hospital		
$\lambda_{ig}$	Taxa de Cura do indivíduo Infectado grave		
$\mu_{ig}$	Taxa de morte do indivíduo Infectado grave		
$\lambda_{hl}$	Taxa de Cura do indivíduo hospitalizado em leito comum		
$\lambda_{hu}$	Taxa de melhora do indivíduo hospitalizado na UTI		
$\mu_{hu}$	Taxa de morte do indivíduo hospitalizado na UTI		
$\lambda_{lg}$	Taxa de melhora do indivíduo hospitalizado em leito comum e no estado grave		
$\mu_{lg}$	Taxa de morte do indivíduo hospitalizado em leito comum e no estado grave		
$\lambda_{lv}$	Taxa de melhora do indivíduo hospitalizado em leito comum e com ventilador mecânico		
$\mu_{lv}$	Taxa de morte do indivíduo hospitalizado em leito comum e com ventilador mecânico		
$\nu_u$	Taxa de agravamento do indivíduo hospitalizado em leito comum		
$\kappa_u$	número de leitos de UTI		
$\kappa_l$	número de leitos comuns		
$\kappa_v$	número de ventiladores disponíveis além dos utilizados nas UTIs		

Table 1: Variáveis do modelo