

## Qual é a curva que melhor explica o crescimento de casos confirmados da COVID-19 no Chile?\*

Víctor Díaz-Narváez<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5486-0415>

David San-Martín-Roldán<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3208-8823>

Aracelis Calzadilla-Núñez<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-6391-2563>

Pablo San-Martín-Roldán<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3939-5818>

Alexander Parody-Muñoz<sup>5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0155-266X>

Gonzalo Robledo-Veloso<sup>6</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-6674-7823>

**Objetivo:** explorar o melhor tipo de curva ou modelo de tendência para explicar o comportamento epidemiológico do contágio por COVID-19 e derivar as possíveis causas que contribuem para explicar o modelo correspondente e as implicações em saúde que se podem inferir. **Método:** os dados foram coletados nos relatórios da COVID-19 do Departamento de Epidemiologia, Ministério da Saúde do Chile. Os dados foram analisados através do ajustamento de curvas em quatro modelos diferentes: quadrático, exponencial, suavização exponencial simples e suavização exponencial dupla. O nível significância adotado foi de  $\alpha \leq 0.05$ . **Resultados:** a curva que mais se ajusta à evolução dos casos confirmados acumulados da COVID-19 no Chile é a curva com suavização exponencial dupla. **Conclusão:** o número de infectados continuará aumentando e o Chile deve permanecer vigilante e ajustar suas estratégias em torno de medidas de prevenção e controle. O comportamento da população tem um papel fundamental. Sugerimos não relaxar quanto às restrições e seguir melhorando a vigilância epidemiológica. Devem ser feitos preparativos de emergência e mais recursos materiais devem ser adicionados para dar suporte ao sistema de saúde. Esta previsão é provisória e depende das variáveis intervenientes se manterem constantes e qualquer alteração modificará sua previsão.

**Descritores:** COVID-19; Coronavirus; 2019-nCoV; Infecções por Coronavirus; Pandemias; Epidemiologia.

\* Este artigo refere-se à chamada temática "COVID-19 no Contexto da Saúde Global".

<sup>1</sup> Universidad Andres Bello, Facultad de Odontología, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Universidad de Valparaíso, Facultad de Medicina, Escuela de Obstetricia y Puericultura, Valparaíso, Chile.

<sup>3</sup> Universidad Bernardo OHiggins, Facultad de Salud, Santiago, Chile.

<sup>4</sup> Universidad Mayor, Facultad de Ciencias, Escuela de Nutrición y Dietética, Santiago, Chile.

<sup>5</sup> Universidad Metropolitana, Barranquilla, Colombia.

<sup>6</sup> Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, Santiago, Chile.

### Como citar este artigo

Díaz-Narváez V, San-Martín-Roldán D, Calzadilla-Núñez A, San-Martín-Roldán P, Parody-Muñoz A, Robledo-Veloso G. Which curve provides the best explanation of the growth in confirmed COVID-19 cases in Chile?. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2020;28:e3346. [Access    ]; Available in:  . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.4493.3346>. mês dia ano URL

## Introdução

A pneumonia crescente chamada COVID-19, causada pelo SARS-CoV-2, exibe alto nível de infectividade, mas é menos virulenta que o SARS-CoV-1 e MERS-CoV, em termos de morbidade e mortalidade. Não é apenas um vírus que se propaga de pessoa para pessoa, mas provavelmente se espalha porque muitas pessoas são infectadas em vários lugares por mecanismos diferentes. Restringir o movimento de pessoas, reduzir o contato, disseminar informações importantes sobre a prevenção com alta frequência através de múltiplos canais, mobilizar autoridades estaduais e locais para responder rapidamente à contingência, pode ajudar a conter a pandemia<sup>(1-5)</sup>.

O número real de infectados é muito maior que o que tem sido informado em todo o mundo. A taxa de letalidade da COVID-19 no mundo é estimada em aproximadamente 4,8%. No Chile esta taxa é mais baixa, mas é possível que esteja errada devido à subnotificação, pois os casos mais graves são mais prováveis de serem contabilizados pelas autoridades de saúde e, à medida que aumentam os casos ativos, o sistema de saúde não suporta a demanda, e à superestimação, considerando que a grande maioria de casos sem sintomas ou com sintomas leves não é investigada<sup>(6-8)</sup>.

A pandemia da COVID-19 é um teste internacional importante para a comunidade médica e científica, pois revela fragilidades no manejo de doenças virais emergentes e nos lembra que doenças transmissíveis nunca devem ser subestimadas. Além disso, foi colocada uma tensão nos sistemas de saúde devido à virulência e excesso de demanda hospitalar<sup>(9-10)</sup>.

É essencial entender a dinâmica de contágio da infecção para que possamos determinar se as medidas de controle de surtos estão tendo efeito significativo. Os números de novos infectados dependem majoritariamente da eficácia das medidas de controle. Diferentes governos estão incorporando rapidamente descobertas científicas recentes em políticas públicas nos níveis comunitário, regional e nacional para diminuir a velocidade e/ou impedir a disseminação da COVID-19. Medidas de controle como a quarentena, restrições de viagens e inspeções aeroportuárias de viajantes foram amplamente implementadas para conter a disseminação de infecções. No entanto, a eficácia dessas medidas de contenção para controlar o surto não é conclusiva<sup>(1,3,5-6,11)</sup>.

Recomenda-se que entidades governamentais reportem a situação atual da pandemia diariamente, especificando pacientes críticos e hospitalizados com a COVID-19. No entanto, as estatísticas devem ser interpretadas de forma criteriosa, pois estão levando a sociedade ao pânico sem apresentar soluções organizadas relacionadas à redistribuição de recursos<sup>(12)</sup>.

Entender as características epidemiológicas do contágio da COVID-19 no Chile é essencial para formular estratégias de controle efetivas. A proposta é identificar o tipo de curva ou modelo que melhor explica o comportamento epidemiológico dos casos confirmados acumulados por COVID-19 e derivar as possíveis causas que contribuem para explicar o modelo correspondente e as implicações de saúde que podem ser inferidas.

## Método

Os dados foram coletados a partir de relatórios sobre a COVID-19 do Departamento de Epidemiologia do Ministério da Saúde do Chile (MINSAL) e são de acesso público<sup>(7)</sup>.

Os dados foram analisados através do ajustamento de curvas em quatro modelos diferentes: quadrático<sup>(13)</sup>, exponencial<sup>(13-14)</sup>, suavização exponencial simples, cuja fórmula é  $[F_t = F_{(t-1)} + \alpha - A_{(t-1)}]$ , onde  $F_t$  = nova previsão,  $F_{(t-1)}$  = previsão anterior e  $A_{(t-1)}$  = valor real da previsão anterior, e suavização exponencial dupla usando o método de Holt com ajuste de tendência  $[FIT_t = F_t + T_t]$ ; onde  $FIT_t$  é o valor previsto]; os componentes desta fórmula são:  $[F_t = F_{(t-1)} + \alpha (A_{(t-1)} - F_{(t-1)})]$  y  $[T_t = \delta (F_t - F_{(t-1)}) + (1-\delta) T_t^{(15-17)}]$ . Foram estimados: erro médio absoluto percentual (MAPE); o desvio absoluto médio (MAD); o desvio quadrático médio (MSD). O critério para escolher a melhor curva: pequenos coeficientes de erro. O indicador  $\alpha$  é a ponderação utilizada no componente de nível da estimativa suavizada e  $\delta$  é a ponderação que se utiliza no componente de tendência da estimativa suavizada (semelhante a uma média móvel das diferenças entre observações consecutivas)<sup>(15-16)</sup>. Para ajustar o nível de suavização dos dados (eliminação de flutuações irregulares) o modelo ARIMA foi utilizado, ideal para a ponderação minimizando a soma dos resíduos quadrados<sup>(18-19)</sup>. O erro absoluto de cada medição foi a diferença ( $\Delta$ ) entre o valor real observado e o valor previsto de casos confirmados para um mesmo dia. A mediana e o intervalo interquartil foram estimados após verificação da normalidade dos erros absolutos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. O software Minitab 18.0® foi usado e o nível de significância foi de  $\alpha \leq 0,05$ .

## Resultados

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos a partir da estimativa das equações de regressão das curvas dos dados observados de casos confirmados, ajustados e previstos nos modelos quadrático, exponencial, suavização exponencial simples e suavização exponencial dupla. Os valores de MAD, MAPE e MSD são menores na curva com suavização exponencial dupla, a qual demonstra que a curva que mais se ajusta a evolução dos casos confirmados acumulados da COVID-19 no Chile foi a descrita acima.

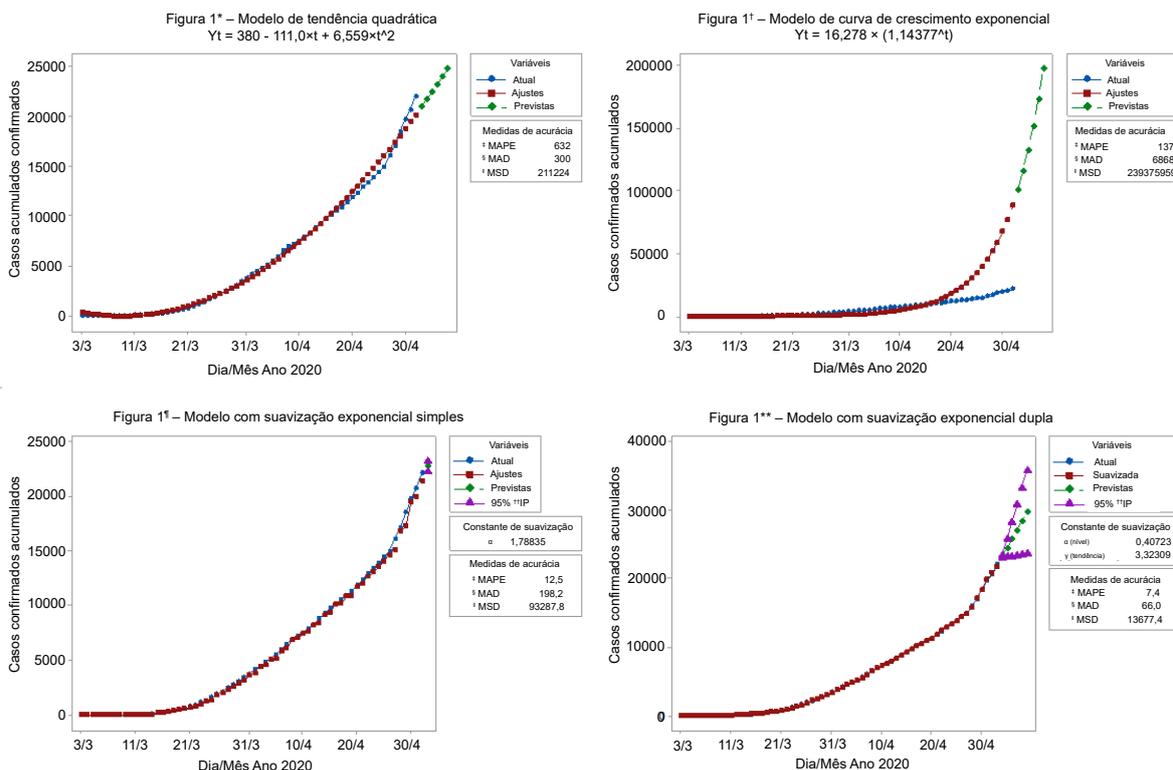


Figura 1\* = Quadrática; Figura 1' = Exponencial; <sup>1</sup>MAPE=Erro médio absoluto percentual; <sup>2</sup>MAD=desvio absoluto médio; <sup>3</sup>MSD = Desvio quadrático médio  
 Figura 1<sup>4</sup> = Suavização exponencial simples; Figura 1\*\* = Suavização exponencial dupla; <sup>5</sup>IP = Intervalo de predição

Figura 1 - Resultados da estimação das curvas dos dados observados de casos confirmados, ajustados e previstos, segundo o modelo. Chile, 2020

A Tabela 1 apresenta os resultados da estimação do valor previsto no dia anterior dos casos confirmados (com seu intervalo de confiança correspondente) e o resultado real de casos confirmados que ocorreram no dia previsto. Os resultados dos casos confirmados reais pouco diferem do valor previsto (S-W= 0,907; mediana=53,2 e intervalo interquartilico = 72,80) e, salvo algumas exceções, o valor real se situou dentro do intervalo de confiança estimado para o dia previsto.

A Figura 2 e a Tabela 2 apresentam os resultados da estimação dos números de casos confirmados previstos a partir de 3 de março de 2020 até 30 de agosto de 2020. Os coeficientes do MAPE são os mais baixos da curva com suavização exponencial e o mesmo ocorre com os coeficientes do MAD e MSD, que são baixos e aceitáveis. Se observa que os intervalos de confiança aumentam à medida que se prevê mais adiante no tempo e, portanto, o erro de estimação aumenta<sup>(18)</sup>.

Tabela 1 - Resultados da estimação do valor previsto no dia anterior dos casos confirmados (com intervalo de confiança correspondente) e o resultado real dos casos confirmados que ocorreram no dia previsto, usando o método com suavização exponencial dupla. Chile, 2020

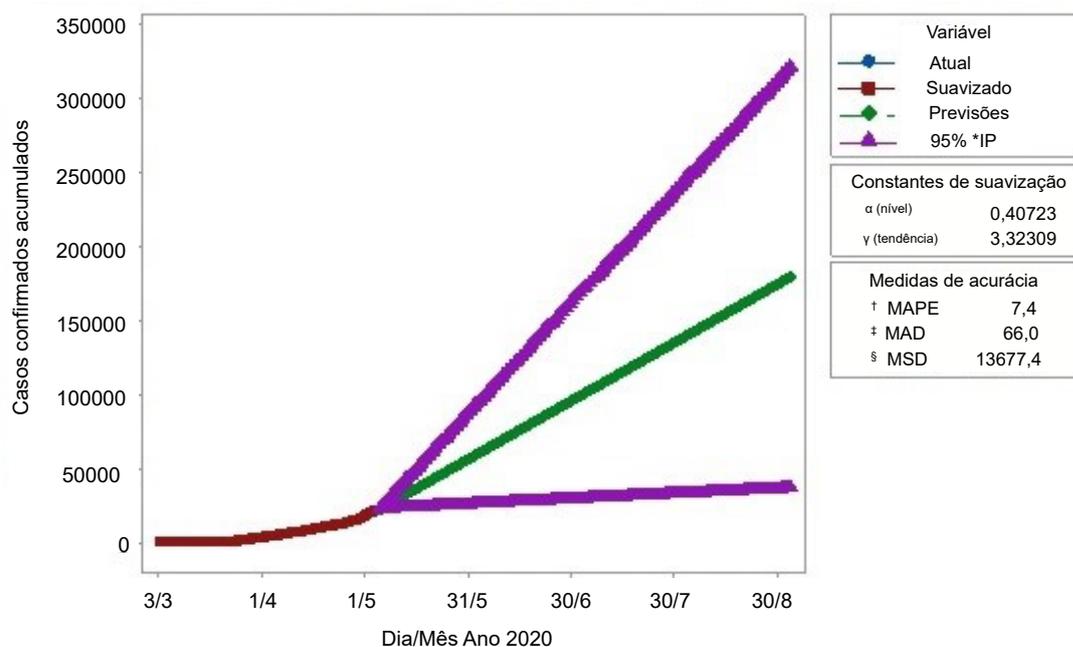
Período	Previsão [IC <sup>1</sup> 95%]	(CC <sup>2</sup> )
23-03-2020	763,25	746
24-03-2020	883,53	922
25-03-2020	1053,34	1142
26-03-2020	1360,68 [1269,68 ; 1451,69]	1306
27-03-2020	1428,48 [1338,48 ; 1518,48]	1610
28-03-2020	1823,25 [1660,25 ; 1987,12]	1909
29-03-2020	2172,58 [1985,46 ; 2359,70]	2139
30-03-2020	2421,80 [2222,44 ; 2621,16]	2449
31-03-2020	2726,89 [2516,05 ; 2937,74]	2738
01-04-2020	3026,17 [2807,06 ; 3245,28]	3031

(continua...)

Tabela 1 - *continuação*

Período	Previsão [IC* 95%]	(CC†)
02-04-2020	3323,42 [3097,77 ; 3549,07]	3404
03-04-2020	3713,18 [3471,18 ; 3955,18]	3737
04-04-2020	4058,70 [3926,76 ; 4190,63]	4161
05-04-2020	4566,29 [4430,67 ; 4701,55]	4471
06-04-2020	4798,07 [4659,68 ; 4936,46]	4815
07-04-2020	5162,60 [5028,60 ; 5296,66]	5116
08-04-2020	5431,90 [5298,90 ; 5564,91]	5546
09-04-2020	5934,95 [5797,49 ; 6072,42]	5972
10-04-2020	6376,54 [6240,11 ; 6512,67]	6501
11-04-2020	6986,93 [6844,31 ; 7129,54]	6927
12-04-2020	7368,19 [7226,58 ; 7509,80]	7213
13-04-2020	7554,50 [7405,20 ; 7703,70]	7525
14-04-2020	7865,82 [7718,89 ; 8012,80]	7917
15-04-2020	8297,20 [8151,20 ; 8443,10]	8273
16-04-2020	8627,80 [8484,48 ; 8771,10]	8807
17-04-2020	9281,20 [9112,70 ; 9332,80]	9252
18-04-2020	9703,80 [9608,90 ; 9798,70]	9730
19-04-2020	10198,50 [10104,50 ; 10292,60]	10088
20-04-2020	10492,60 [10394,90 ; 10590,20]	10507
21-04-2020	10920,00 [10823,90 ; 11016,40]	10832
22-04-2020	11193,90 [11095,50 ; 11292,30]	11296
23-04-2020	11711,30 [11610,90 ; 11812,40]	11812
24-04-2020	12283,70 [12179,50 ; 12387,90]	12306
25-04-2020	12786,80 [12686,50 ; 12893,00]	12858
26-04-2020	13384,20 [13280,20 ; 13488,20]	13331
27-04-2020	13826,10 [13721,60 ; 13923,50]	13813
28-04-2020	14300,60 [14197,40 ; 14403,80]	14365
29-04-2020	14888,50 [14784,40 ; 14992,70]	14885
30-04-2020	15406,40 [15303,90 ; 15508,90]	16023
01-05-2020	17006,90 [16873,40 ; 17140,50]	17008
02-05-2020	18356,20 [18224,90 ; 18487,60]	18435
03-05-2020	19885,00 [19720,50 ; 19989,50]	19663
04-05-2020	20976,10 [20837,80 ; 21114,40]	20643
05-05-2020	21554,60 [21404,30 ; 21704,90]	22016

\*IC = Intervalo de confiança; †CC = Casos confirmados



\*IP = Intervalo de previsão; †MAPE = Erro médio absoluto percentual; ‡MAD = desvio absoluto médio; §MSD = desvio quadrático médio

Figura 2 – Resultados da estimativa dos casos confirmados do presente até 30 de agosto de 2020 (previsão). Chile, 2020

Tabla 2 – Resultados da estimação dos casos confirmados do presente até 30 de agosto de 2020, datas selecionadas (previsões) usando o modelo com suavização exponencial dupla. Chile, 2020

Período	Previsão	LI* - IC†	LS‡ - IC†
06-05-2020	23083	22921	23245
07-05-2020	24391	23074	25708
08-05-2020	25699	23193	28204
09-05-2020	27006	23310	30703
10-05-2020	28314	23427	33201
11-05-2020	29622	23544	35700
12-05-2020	30930	23661	38199
13-05-2020	32238	23778	40698
14-05-2020	33546	23895	43197
15-05-2020	34854	24012	45696
16-05-2020	36162	24129	48195
17-05-2020	37469	24245	50693
18-05-2020	38777	24362	53192
19-05-2020	40085	24479	55691
20-05-2020	41393	24596	58190
21-05-2020	42701	24713	60689
22-05-2020	44009	24829	63188
23-05-2020	45317	24946	65687
24-05-2020	46625	25063	68186
25-05-2020	47932	25180	70685
26-05-2020	49240	25296	73184
27-05-2020	50548	25413	75683
28-05-2020	51856	25530	78182
29-05-2020	53164	25647	80681
30-05-2020	54472	25763	83180
10-06-2020	68858	27048	110669
20-06-2020	81937	28215	135659
30-06-2020	95016	29383	160649
10-07-2020	108094	30551	185638
20-07-2020	121173	31718	210628
30-07-2020	134252	32886	235618
10-08-2020	148638	34170	263107
20-08-2020	161717	35337	288097
30-08-2020	174796	36505	313087

\*LI: Limite inferior; † IC: Intervalo de confiança; ‡ LS: Limite superior

## Discussão

O avanço da pandemia por COVID-19 no Chile se ajusta adequadamente ao modelo e estudamos sua capacidade preditiva. Mediante a análise das características epidemiológicas e a dinâmica de transmissão de uma doença infecciosa emergente, se obtém a chave para o controle efetivo dos surtos mediante estratégias de mitigação<sup>(6)</sup>.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) salienta que o relaxamento das restrições não significa o fim da epidemia em nenhum país. Acabar com a epidemia exigirá um esforço contínuo das pessoas, comunidades e governos para continuar combatendo e controlando o vírus. Recomenda-se a vigilância ativa para detectar

e isolar casos precocemente, localizar rapidamente as pessoas que entraram em contato com os casos e monitorá-los para que os pacientes possam acessar rapidamente os serviços de saúde. Se nenhum desses pontos forem alcançados, qualquer medida ou prescrição será ineficaz para conter a pandemia. O Chile não relatou os indicadores de contatos notificados ou de resultados dos exames entregues em 24 horas. Os contatos estão sendo notificados sem especificação de prazos. Nem tampouco existem estatísticas sobre o cumprimento de quarentenas ou altas supervisionadas de pacientes confirmados<sup>(1,7,20-21)</sup>.

A OMS tem apoiado a realização de estudos epidemiológicos de soroprevalência, que sugerem que a porcentagem da população infectada com

anticorpos possa ser relativamente pequena (2-3%), sem conhecimento de quanto tempo tal imunidade irá persistir<sup>(20)</sup>.

O modelo matemático de qualquer processo é uma tentativa de descrever seus componentes básicos e prever algumas tendências gerais, mas nunca será capaz de fornecer descrição e previsão exatas<sup>(22)</sup>. Várias causas impedem tal previsão num contexto epidemiológico: a) nenhum modelo é capaz de incluir todas as variáveis que influenciam um dado processo; b) existem muitas variáveis desconhecidas que não são incluídas na predição; c) tais variáveis dependem das condições e natureza específica do vírus, das condições sociais em que as pessoas vivem e do estado imunológico em que se encontra cada paciente em particular; d) da estrutura socioeconômica de um país; e) da capacidade do sistema de saúde num dado momento; f) das políticas de saúde inteligentes que um país pode implementar para prevenir o contágio e tomar as medidas mais adequadas para atenuar ao máximo o impacto do processo associado a estas infecções; g) da inteligência e nível de conhecimento científico que as autoridades possuem em todos os níveis; e h) da capacidade das autoridades de aprender com as experiências observadas em outras partes do mundo. O conhecimento destas variáveis e a mudança intencional de todas ou algumas dessas variáveis muda a taxa de contágio de forma positiva ou negativa. Portanto, esta taxa e específicas derivações da natureza de todas estas variáveis impedem uma previsão exata do futuro. Desta forma, o modelo apresentado aqui só pode fornecer uma base para um mecanismo de compreensão de acordo com o tipo de circunstâncias, restrições e atuais condições da população. Todos esses aspectos restringem a capacidade preditiva e é preciso atentar-se para as mudanças de fatores determinantes que podem constituir a causa que leva à mudança do modelo para explicar o comportamento da pandemia. Um dos aspectos transcendentais da epidemiologia é tentar prever a evolução de doenças infecciosas. Esta tentativa é normalmente realizada através de modelos que consideram o progresso dos casos ao longo do tempo num dado lugar, e sua transmissibilidade, entre outras causas. No entanto, estes não incluem características específicas da população afetada<sup>(23-25)</sup>.

A experiência de países europeus indicou medidas de intervenção específicas que mostram que a desaceleração da incidência é possível quando se alcança uma porcentagem ou massa crítica de casos confirmados em relação à população geral. Como é o caso da Áustria (0,12%), Noruega (0,12%), Países Baixos (0,13%), Alemanha (0,14%), França (0,15%), Dinamarca (0,15%), Suíça (0,17%), Reino Unido

(0,18%), Portugal (0,18%), Islândia (0,18%), Suécia (0,20%), Espanha (0,21%) e Itália (0,21%). Estima-se que a desaceleração da incidência no Chile se alcançará quando uma média de 31,527 (DP=12,160) de casos confirmados for alcançada, que é o dia 13 de maio de 2020 (10 de maio e 19 de julho). É imprescindível mencionar que os casos ativos no Chile representam 47,04% (DP=1,96) dos casos confirmados, em 5 de maio de 2020. De acordo com a experiência internacional, a tendência desta porcentagem é de queda gradual e lenta, mas estagnou por 13 dias entre 45%-50%. Esta estagnação provavelmente se deve ao fato de que as estratégias de saúde pública e o comportamento da população não são equivalentes aos dos países mencionados<sup>(26-38)</sup>.

O Chile precisa se manter vigilante e ajustar suas estratégias em torno de medidas de prevenção e controle, o que significa melhorar as ações de saúde e fortalecer os sistemas de vigilância e infraestrutura de saúde pública para permitir a detecção precoce e resposta rápida. Esperamos, em prol da saúde chilena, que o apoio à infraestrutura e o sistema de saúde alcancem resultados em termos de eficácia e não apresentem um problema como falta de recursos. Ao mesmo tempo, são necessários preparativos de emergência em resposta a um surto potencialmente mais grave<sup>(1,6)</sup>.

O monitoramento de parâmetros simples, mas ao mesmo tempo críticos, do comportamento de pacientes em unidades de terapia intensiva (UTI) nos fornece informações críticas para conhecer esses parâmetros e sua evolução em termos de gravidade, fornecendo informações para fins de estratégias de controle, intervenção e mitigação. O atual uso da capacidade de terapia intensiva para pacientes com COVID-19 representa em média 17,10% (DP=1,35) do total de leitos de UTI no Chile. Se o país chegar em 20.111 casos ativos (42.751 casos confirmados, de acordo com a proporção casos ativos/confirmados), o número de leitos de UTI não será suficiente para atender aos pacientes com a COVID-19 e o suporte da saúde entrará em colapso. Isto aconteceria em 22 de maio de 2020. Este cálculo considera o número atual dos leitos na UTI disponíveis no Chile: 3.264 e o percentual médio da capacidade de leitos de terapia intensiva para atender aos pacientes com a COVID-19 no Chile, que é de 8,28% (DP=1,06), e o uso de capacidade de terapia intensiva para pacientes que não têm COVID-19, que é 48,96% (DP=1,74)<sup>(39-41)</sup>. Se o número de leitos de UTI continuar constante e a incidência não desacelerar (ou seja, entra na margem de erro da previsão), e a proporção de casos ativos/confirmados diminuir, é provável um cenário de colapso da UTI.

Suporte ventilatório é a pedra angular do manejo de indivíduos com insuficiência respiratória devido à COVID-19. O uso atual de ventilação mecânica invasiva (VMI) em pacientes com COVID-19 representa, em média, 18,48% (DP=1,22) do total de ventiladores mecânicos (VM) disponíveis no Chile. Se o país atingir 28.423 casos ativos (60.418 casos confirmados, de acordo com a proporção caso ativo/caso confirmado), a quantidade de VM não será suficiente para as necessidades ventilatórias dos pacientes com COVID-19 e o sistema de saúde entrará em colapso. Isso aconteceria em 4 de junho de 2020. Este cálculo considera o número atual de VM disponíveis no Chile: 1.825 e as porcentagens médias no Chile do uso de VMI em pacientes com COVID-19, que é de 5,01% (DP=0,67) e o uso de VMI em pacientes que não estão infectados pela COVID-19, que é de 21,91% (DP=1,17)<sup>(41-42)</sup>. Se o número de VM permanecer constante e a taxa de incidência (que se enquadra na margem de erro da previsão) e a relação caso ativo/caso confirmado não diminuírem, o cenário de falência do sistema de saúde devido à falta de VM é plausível, embora menos provável que o colapso do sistema de terapia intensiva.

Esse modelo preditivo é provisório e depende de todas as variáveis usadas no modelo se manterem constantes. Qualquer mudança, sem dúvida, modificará a previsão e, portanto, as variações diárias devem ser monitoradas, embora o modelo preditivo não apresente falhas consideráveis e importantes na realidade atual. As previsões desse modelo foram boas e têm um coeficiente de segurança que nos permite calcular com alguma folga a estrutura de saúde pública necessária para o atendimento dos casos atuais. Esta informação é relevante no momento de tomar decisões sobre medidas para se conter uma epidemia. O ajuste apropriado e a boa capacidade preditiva desse modelo tornam possível propô-lo como um método epidemiológico para monitorar e prever a progressão de doenças infecciosas na situação local, por exemplo, por regiões, províncias e comunas<sup>(43)</sup>.

Nossa abordagem tem limitações. Este estudo baseou-se nos casos relatados pelo MINSAL e contém os vieses de confirmação e notificação de casos, que podem apresentar atraso com relação à ocorrência de casos, o atraso no aparecimento de sintomas devido ao período de incubação e a alta proporção de casos não relatados como resultado da capacidade limitada de detecção e teste. Além disso, as fontes de dados podem ser tendenciosas, incompletas ou capturar apenas determinados aspectos, em comparação com outros que podem ser igualmente relevantes, como patologias crônicas, fatores de risco, estado nutricional, entre outros.

Esta análise não necessariamente representa a situação atual dos casos, pois exclui casos confirmados em laboratórios não considerados por sistemas de vigilância e casos subclínicos. Este modelo também não considera variações devido a mudanças sazonais, agregação social, etc. Além disso, depende da adição de novas unidades de VM à rede de saúde. Esta análise das características epidemiológicas fornece informações importantes sobre o comportamento da COVID-19 para propor estratégias efetivas de controle em todos os níveis de atenção à saúde<sup>(7)</sup>.

## Conclusão

O tipo de curva que melhor explica o comportamento da COVID-19 no Chile é uma curva exponencial duplamente suavizada. A partir desse modelo, estima-se que o número de casos infectados continuará aumentando. O número de casos confirmados aumentará em pouco tempo caso o comportamento da população e as medidas de saúde pública não estejam de acordo com a magnitude dessa emergência internacional de saúde pública. Esperamos que os resultados apoiem as equipes médicas e líderes na tomada de decisão. Em nenhum caso as restrições devem ser relaxadas enquanto que a vigilância epidemiológica precisa ser melhorada, pois esse não é o fim da pandemia.

## Referências

1. Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response, Chinese Center for Disease Control and Prevention. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2020 Feb;41(2):145-51. doi: 10.3760/cma.j.isn.0254-6450.2020.02.003
2. Guo YR, Cao QD, Hong ZS, Tan YY, Chen SD, Jin HJ, et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak - an update on the status. *Mil Med Res*. 2020 Mar;7(1):11. doi: 10.1186/s40779-020-00240-0
3. Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, Mao YP, Ye RX, Wang QZ, et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infect Dis Poverty*. 2020 Mar 17;9(1):29. doi: 10.1186/s40249-020-00646-x
4. World Health Organization. Novel Coronavirus-Japan (ex-China). [Internet] Geneva: WWHO; 2020 [cited Feb 1, 2020]. Available from: <https://www.who.int/csr/don/17-january-2020-novel-coronavirus-japan-ex-china/en/>

5. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun.* 2020 Feb;102433. doi: 10.1016/j.jaut.2020.102433
6. Park M, Cook AR, Lim JT, Sun Y, Dickens BL. A Systematic Review of COVID-19 Epidemiology Based on Current Evidence. *J Clin Med.* 2020 Mar;9(4). pii: E967. doi: 10.3390/jcm9040967
7. Departamento de Epidemiología. Ministerio de Salud (Chile). Situación Epidemiológica COVID-19. [Internet]. 2020 [Acceso 1 feb 2020]. Disponible en: [http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/04/Informe\\_27\\_COVID\\_19\\_Chile.pdf](http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/04/Informe_27_COVID_19_Chile.pdf)
8. World Health Organization. COVID-19 Dashboard. [Internet]. 2020 [cited Apr 22, 2020]. Available from: <https://who.sprinklr.com/>
9. Kolifarhood G, Aghaali M, Mozafar Saadati H, Taherpour N, Rahimi S, Izadi N, et al. Epidemiological and Clinical Aspects of COVID-19; a Narrative Review. *Arch Acad Emerg Med.* [Internet]. 2020 Apr [cited Apr 22, 2020];8(1):e41. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7117787/pdf/aaem-8-e41.pdf>
10. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic. [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited Apr 28, 2020]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
11. Kucharski AJ, Russell TW, Diamond C, Liu Y, Edmunds J, Funk S, et al. Early dynamics of transmission and control of COVID-19: a mathematical modelling study. *Lancet Infect Dis* 2020; doi:10.1016/S1473-3099(20)30144-4
12. McCullough PA, Eidt J, Rangaswami J, Lerma E, Tumlin J, Wheelan K, et al. Urgent need for individual mobile phone and institutional reporting of at home, hospitalized, and intensive care unit cases of SARS-CoV-2 (COVID-19) infection. *Rev Cardiovasc Med.* 2020 Mar;21(1):1-7. doi: 10.31083/j.rcm.2020.01.42
13. Canavos GC. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. Madrid: McGraw-Hill; 1988. Capítulo 14, p.538-47.
14. Piskunov N. Cálculo Diferencial e Integral. 2.ed. Moscú: Editorial MIR; 1977. pp. 253-67.
15. Mauricio JA. Introducción al Análisis de Series Temporales. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2007 [Acceso 22 abr 2020]. pp. 125-137. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-11-JAM-IASST-Libro.pdf>
16. Taylor JK, Cihon C. Statistical Techniques for Data Analysis. 2.ed. Miami: Chapman & Hall/CRC; 2004. p. 174-99.
17. Holt CC. Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages. Pittsburgh, Carnegie Institute of Technology; 1957.
18. Villarreal F. Introducción a los modelos de pronósticos. [Internet] Bahia Blanca: Universidad Nacional del Sur; 2016 [Acceso 1 feb 2020]. Disponible en: [https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion\\_a\\_los\\_Modelos\\_de\\_Pronosticos.pdf](https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf)
19. Jiménez JF, Gázquez JC, Sánchez R. la capacidad predictiva en los métodos de Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turística. *Rev. Eur. Dir. Econ. Empres.* [Internet]. 2006 [Acceso 1 feb 2020];15(3):185-219, Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2150087.pdf>
20. World Health Organization. Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 20 April 2020. [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited Apr 22, 2020]. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---20-april-2020>
21. World Health Organization. Updated WHO recommendations for international traffic in relation to COVID-19 outbreak. [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited Apr 22, 2020]. Available from: [https://www.who.int/ith/2019-nCoV\\_advice\\_for\\_international\\_traffic-rev/es/](https://www.who.int/ith/2019-nCoV_advice_for_international_traffic-rev/es/)
22. Díaz V, Calzadilla A, López H. 2005. Una aproximación al concepto de Hecho Científico Cinta Moebio. [Internet]. 2005 [Acceso 1 feb 2020];22:100-11, Disponible en: [www.moebio.uchile.cl/22/diaz.html](http://www.moebio.uchile.cl/22/diaz.html)
23. Moarefian M, Pascal JA, Fundamental mathematical model shows that applied electrical field enhances chemotherapy delivery to tumors. *Math Biosci.* 2016;272:1-5. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mbs.2015.11.003>
24. Salim F, Ioannidis M, Górecki T. Experimentally validated mathematical model of analyte uptake by permeation passive samplers. *Environ Sci Process Impacts.* 2017 Nov;19(11):1363-73. doi: 10.1039/c7em00315c.
25. Canals L Mauricio, Canals C Andrea. Percolación de la epidemia de influenza AH1N1 en el mundo: Utilidad de los modelos predictivos basados en conectividad espacial. *Rev Med. Chile.* [Internet]. 2010 Mayo;138(5):573-80. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872010000500007>
26. Robert Koch Institute .COVID-19 in Germany. [Internet]. 2020 [cited Apr 22, 2020]. Available from: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Fallzahlen.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Fallzahlen.html)
27. Infection au nouveau Coronavirus (SARS-CoV-2), COVID-19, France et Monde. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-et-infections-respiratoires/infection-a->

- coronavirus/articles/infection-au-nouveau-coronavirus-sars-cov-2-covid-19-france-et-monde
28. Department of Health and Social Care and Public Health (England) Number of coronavirus (COVID-19) cases and risk in the UK. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.gov.uk/guidance/coronavirus-covid-19-information-for-the-public>
29. Federal Office of Public Health (Switzerland). New coronavirus. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.bag.admin.ch/bag/en/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov.html>
30. Ministerio de Sanidad (España). Situación de COVID-19 en España. [Internet]. 2020 [Acceso mayo 2020]. Disponible en: <https://covid19.isciii.es/>
31. Ministério da Saúde (Portugal). Direção-Geral da Saúde. Disponibilização de Dados. [Internet]. 2020 [Acesso 5 mai 2020]. Disponível em: <https://covid19.min-saude.pt/disponibilizacao-de-dados/>
32. Ministero della Salute (Italia). Covid-19, i casi in Italia il 28 aprile ore 18. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <http://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioNotizieNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=4632>
33. Directorate of Health (Iceland). COVID-19 in Iceland – Statistics. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.covid.is/data>
34. Republic of Austria. Federal Ministry Social Affairs, Health, Care and Consumer Protection. Official COVID-19 Dashboard – Explanatory Notes [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.sozialministerium.at/en/Coronavirus/Official-COVID-19-Dashboard---Explanatory-Notes.html>
35. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Current information about COVID-19 (novel coronavirus) [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/actueel>
36. Folkehelseinstituttet. Daily reports about coronavirus disease (COVID-19). [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.fhi.no/sv/smittsomme-sykdommer/corona/dags--og-ukerapporter/dags--og-ukerapporter-om-koronavirus/>
37. Folkhälsomyndigheten. Bekräftade fall i Sverige – daglig uppdatering. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/utbrott/aktuella-utbrott/covid-19/bekraftade-fall-i-sverige>
38. Sundhedsstyrelsen. COVID-19 update: statistics and charts. [Internet]. 2020 [cited May 5, 2020]. Available from: [https://www.sst.dk/da/corona-eng/COVID-19-update\\_-statistics-and-charts](https://www.sst.dk/da/corona-eng/COVID-19-update_-statistics-and-charts)
39. Haniffa R, Isaam I, De Silva AP, Dondorp AM, De Keizer NF. Performance of critical care prognostic scoring systems in low and middle-income countries: a systematic review. *Crit Care*. 2018 Jan;22(1):18. doi: 10.1186/s13054-017-1930-8
40. Wild C, Narath M. Evaluating and planning ICUs: methods and approaches to differentiate between need and demand. *Health Policy*. 2005 Mar;71(3):289-301. doi: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2003.12.020>
41. Sociedad Chilena de Medicina Intensiva. Encuesta diaria realidad nacional intensivo 05 de Mayo. [Internet]. 2020 [Acceso 5 mayo 2020]. Disponible en: [https://www.medicina-intensiva.cl/site/covid/img/noticias/informe\\_02MAY2020.pdf](https://www.medicina-intensiva.cl/site/covid/img/noticias/informe_02MAY2020.pdf)
42. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Chile). Datos COVID-19. [Internet]. 2020 [Acceso 5 mayo 2020]. Disponible en: <http://www.minciencia.gob.cl/covid19>
43. Canals L Mauricio. Predictibilidad a corto plazo del número de casos de la influenza pandémica AH1N1 basada en modelos determinísticos. *Rev Chil Infectol*. [Internet]. 2010 Abr;27(2):119-25. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182010000200003>.

Recebido: 22.04.2020

Aceito: 11.05.2020

Editor Associado:  
Ricardo Alexandre Arcêncio

**Copyright © 2020 Revista Latino-Americana de Enfermagem**  
Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons CC BY.

Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. É a licença mais flexível de todas as licenças disponíveis. É recomendada para maximizar a disseminação e uso dos materiais licenciados.

Autor correspondente:

David San Martín-Roldán

E-mail: [dasanmaro@gmail.com](mailto:dasanmaro@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-3208-8823>