



Inteligência artificial como suporte a tomada de decisão para previsão de novos casos do coronavírus (COVID-19)

Matheus Henrique Dal Molin Ribeiro, Ramon Gomes da Silva, José Henrique Kleinübing Larcher, Viviana Cocco Mariani, Leandro dos Santos Coelho

A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo chamado novo coronavírus (ou SARS-CoV2) e induzida por síndrome respiratória aguda grave. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) grande parte da população terá casos leves ou moderados da doença respiratória e se recuperará sem a necessidade de tratamento especial. No entanto, vários estudos estão sendo desenvolvidos e os resultados preliminares indicaram que pessoas com problemas médicos subjacentes, tais como doenças cardiovasculares, diabetes, doenças respiratórias crônicas, obesidade e câncer são mais propensas

a desenvolver lesões graves devido ao coronavírus. Além disso, o COVID-19 pode causar lesões pulmonares extensas e múltiplas, comprometendo assim o sistema respiratório dos pacientes e os levando ao óbito.

O coronavírus se espalhou pelo mundo com uma velocidade assustadora. Até novembro de 2020, de acordo com a OMS, aproximadamente 46 milhões de pessoas tinham sido infectadas e 1,2 milhão foram a óbito devido a complicações causadas pela COVID-19. O número de recuperados ultrapassava os 32 milhões. Por sua vez, na mesma época, o Brasil já tinha superado os 5,5 milhões de

casos confirmados, mais de 160 mil mortes, assim como 4 milhões de pessoas recuperadas, ocupando naquele momento a terceira posição no ranking mundial em número de casos confirmados da COVID-19, sendo superado apenas pelos Estados Unidos da América e Índia.

Modelos de previsão para combater o novo coronavírus

Considerando a importância de conhecer o cenário epidemiológico em relação à COVID-19 em um horizonte de curto prazo, bem como a necessidade de mitigar os efeitos da pandemia, o desenvolvimento de modelos



eficientes de previsão torna-se relevante. Por intermédio do uso de modelos epidemiológicos baseados em inteligência artificial (IA) é possível auxiliar os gestores de saúde no desenvolvimento de um planejamento estratégico para que possam realizar a tomada de decisões

de forma mais assertiva. Alternativamente, modelos de previsão linear, bem como modelos de previsão híbridos

se compreender o surto da COVID-19 e os fatores associados, ou variáveis exógenas, foram propostas duas abordagens para previsão do número acumulado de pessoas infectadas pelo COVID-19 até seis dias à frente. A primeira abordagem considerou uma combinação de um modelo estatístico e cinco modelos cujo princípio base está relacionado ao aprendizado de máquina, uma subárea da IA. O modelo estatístico se fundamenta na teoria de Box & Jenkins, e é descrito como auto-regressivo integrado de médias móveis (ARIMA). Os demais modelos utilizados são: regressão Cubist, Random Forests (RF), regressão Ridge (RR), máquina de vetores de suporte para regressão (SVR) e aprendizado de comitês na forma de stacking. Para análise e avaliação dos modelos adotados, foram considerados dados de 10 Es-

temporais chamada Decomposição de Modo Variacional foi associada aos modelos de aprendizado de máquina, rede neural artificial Bayesiana com regularização, regressão Cubist, k-vizinhos mais próximos, RF quantílica, e SVR. Como forma de investigar a influência de variáveis externas para previsão do COVID-19, oscilações climáticas como precipitação, temperatura (máxima e mínima) e umidade foram incorporadas nos modelos preditivos. Nesse estudo, dados de 5 Estados brasileiros e 5 Estados norte-americanos foram considerados. Entre os estados do Brasil encontram-se o Amazonas, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo. Já os estados considerados para os Estados Unidos da América foram Califórnia, Illinois, Massachussets, Nova Jersey e Nova York.

Por intermédio do uso de modelos epidemiológicos baseados em inteligência artificial (IA) é possível auxiliar os gestores de saúde no desenvolvimento de um planejamento estratégico para que possam realizar a tomada de decisões de forma mais assertiva

(abordagens que consideram diferentes técnicas em um mesmo modelo) podem também ser adotados. As vantagens das abordagens de IA para a previsão de séries temporais residem na flexibilidade de serem capazes de tratar com diferentes tipos de variáveis, bem como na capacidade dessas abordagens de aprender o comportamento dinâmico dos dados e acomodar não linearidades, como o observado em dados epidemiológicos.

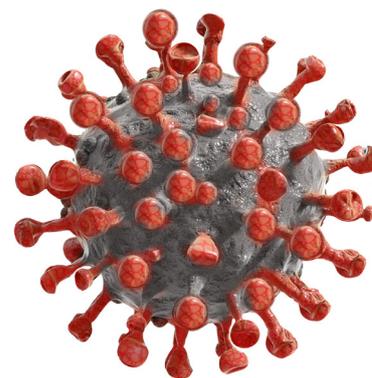
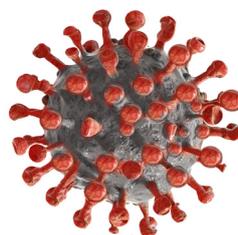
Devido à necessidade de

tados brasileiros com número elevado de casos diários de pessoas infectadas pelo coronavírus até abril de 2020, que são: Amazonas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

Na segunda abordagem, uma técnica de pré-processamento de dados

Eficiência na previsão de casos de COVID-19

No que se refere aos resultados obtidos na primeira



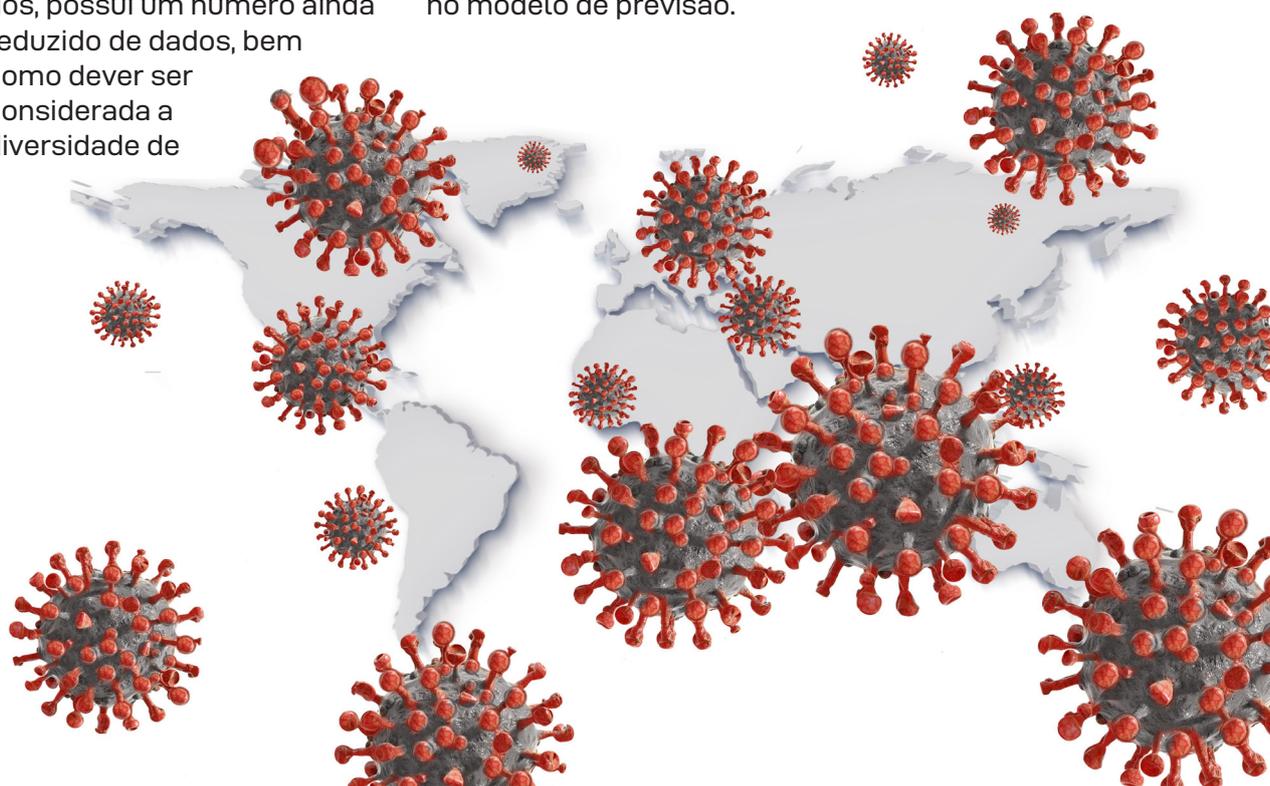
abordagem, foi possível inferir que o SVR e aprendizado de comitês na forma de stacking são ferramentas adequadas para a previsão de casos acumulados de COVID-19 para a maioria dos estados estudados. Essas abordagens foram capazes de prever os casos futuros de COVID-19 com eficiência, pois as não linearidades inerentes ao quadro epidemiológico avaliado foram acomodadas. Além disso, o modelo ARIMA pode ser considerado em alguns aspectos para um dia à frente, enquanto os modelos regressão Cubist e RR merecem atenção para o desenvolvimento desta tarefa em três e seis dias à frente. No entanto, embora os modelos discutidos em Ribeiro et al. (2020) tenham apresentado casos de previsão semelhantes aos observados, eles devem ser usados com cautela, visto que o fato analisado apresenta uma dinâmica caótica dos dados, possui um número ainda reduzido de dados, bem como dever ser considerada a diversidade de

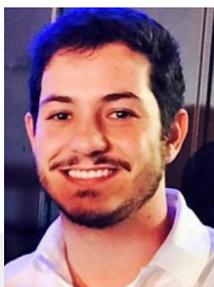
fatores exógenos que podem afetar as notificações diárias do COVID-19.

Por sua vez, no que se refere à segunda abordagem, foi possível inferir que o modelo regressão Cubist acoplado ao pré-processamento por decomposição de modo variacional se revelou adequado para prever casos acumulados de COVID-19 para a maioria dos estados analisados. Olhando para as previsões de COVID-19 com seis dias de antecedência, os modelos híbridos mostraram-se ferramentas mais eficientes do que os modelos que não incorporam pré-processamento prévio nos dados. Observou-se também que as variáveis climáticas, como temperatura e precipitação, de fato influenciam no aumento da precisão ao prever os casos de COVID-19, e em alguns casos notou-se que as entradas climáticas alcançaram até 50% de importância no modelo de previsão.

Uma arma a mais no combate à pandemia

Mesmo com o bom desempenho alcançado em ambas as abordagens propostas, os modelos adotados devem ser utilizados com parcimônia. É notório o fato de que as notificações de casos de COVID-19 podem sofrer influência de fatores externos como mobilidade urbana, densidade populacional, entre outros e podem ser considerados em outros cenários. De modo geral, recomenda-se o uso das abordagens de IA discutidas nos dois artigos como ferramentas auxiliares para avaliação e previsão do crescimento de novos casos de COVID-19, uma vez que estes modelos podem apoiar gestores nos seus processos de tomada de decisão na luta contra o novo coronavírus.





**Matheus
Henrique Dal
Molin Ribeiro**



**Ramon
Gomes da
Silva**



**José Henrique
Kleinübing
Larcher**



**Viviana
Cocco
Mariani**



**Leandro dos
Santos
Coelho**

Os Pesquisadores

Matheus Henrique Dal Molin Ribeiro

Graduação em Matemática (2013) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), mestrado em Bioestatística (2015) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas na Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). É professor associado do Departamento de Matemática (DAMAT) da UTFPR, câmpus Pato Branco.

Ramon Gomes da Silva

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR (2019), Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (2016) com Graduação Sanduíche Internacional em Industrial Engineering pela University of Southern Indiana - USI (2014). Atualmente, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas na PUCPR.

José Henrique Kleinübing Larcher

Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2019) com período sanduíche na Universidade de Tecnologia e Economia de Budapeste. Atualmente é mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da PUCPR.

Viviana Cocco Mariani

Graduação em Matemática pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (1993), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1997), doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) e pós-doutorado em Sistemas de Informação na Università degli Studi di Padova (Itália, 2018). Professora titular do Departamento de Engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e professora adjunta no Departamento de Engenharia Elétrica na

Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Leandro dos Santos Coelho

Graduação em Informática (1994) e Engenharia Elétrica (1999) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1997), doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000) e pós-doutorado em Sistemas de Informação na Università degli Studi di Padova (Itália, 2018). Professor titular do curso de Engenharia de Controle e Automação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e professor adjunto no Departamento de Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Contato

mribeiro@utfpr.edu.br

Referências

Ribeiro MHDM, da Silva RG, Mariani VC, Coelho LdS. Short-term forecasting COVID-19 cumulative confirmed cases: perspectives for Brazil. *Chaos Soliton Fract* 2020; 135:109853. doi:10.1016/j.chaos.2020.109853.

da Silva, R.G., Ribeiro, M.H.D.M., Mariani VC, Coelho LdS. Forecasting Brazilian and American COVID-19 cases based on artificial intelligence coupled with climatic exogenous variables. *Chaos, Solitons Fract* 2020;(110027). doi:10.1016/j.803chaos.2020.110027.

