



ARTIGO

UM ESTUDO SOBRE SUBNOTIFICAÇÃO DE MORTALIDADE POR COVID-19 NA CIDADE DE MANAUS

POR

Lena Veiga e Silva, Maria da Penha de Andrade Abi Harb, Carlos André de Mattos, Aurea Milene Teixeira Barbosa dos Santos, Vitor Hugo Macedo Gomes, Evelin Helena Silva Cardoso, Marcelino S. da Silva, N.L. Vijaykumar, Solon Venâncio Carvalho, André Ponce de Leon Ferreira de Carvalho e Carlos Renato Lisboa Frances

O impacto global do COVID-19 tem sido devastador. A ameaça à saúde pública que ele representa, podendo levar ao colapso, é a mais grave observada em um vírus respiratório na era digital. A doença apresenta uma rápida disseminação, comprometendo a saúde de muitas pessoas. Assim, existe uma grande possibilidade de que o número

real de pessoas infectadas seja muito maior do que o notificado pelos órgãos de controle, e o real crescimento da doença seja identificado de forma incorreta, com um elevado número de subnotificação. Por isso, é essencial estimar adequadamente este número para compreender o cenário epidemiológico real e realizar tomadas de decisões mais efetivas.

Atualmente, o Brasil ocupa o 2º lugar no ranking de casos confirmados [1], ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Segundo o Ministério da Saúde [2], até 1º de julho, o Brasil apresentou perto de um milhão e quatrocentos mil casos confirmados e em torno de sessenta e um mil óbitos. Uma análise da ocorrência de outras doenças sugere a ocorrência de subnotificações, quando se considera ainda a baixa quantidade de testes realizados por milhão de habitantes e a demora para obter os resultados [3]. Manaus é uma das capitais mais afetadas, com cerca de trinta mil casos confirmados e quase mil e oitocentos óbitos. A cidade possui um dos mais baixos Índice de Desenvolvimento Humano (IDH =0,73) entre as capitais brasileiras [4], com uma rede hospitalar precária que disponibiliza em torno de 9,63 leitos de UTI para cada 100 mil habitantes [5].

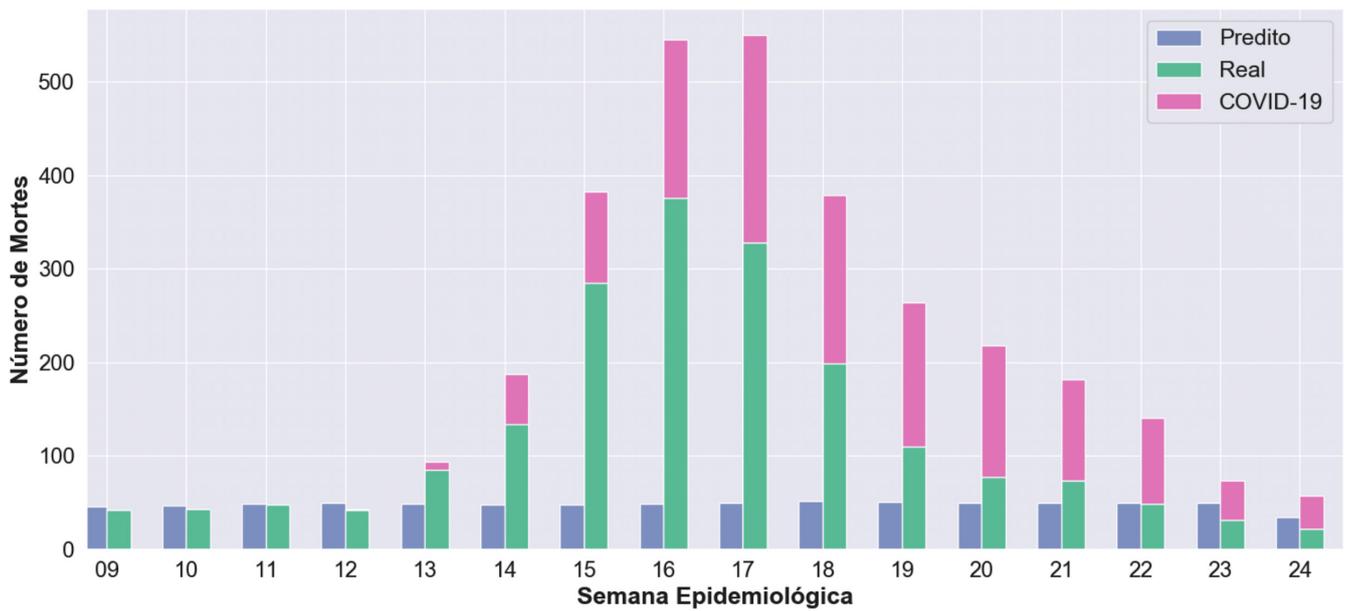
Diante deste cenário, o objetivo desse artigo é realizar um estudo sobre a subnotificação de mortalidade relacionada ao COVID-19 na cidade de Manaus, através de um modelo de séries temporais (regressões modulares) capaz de prever, a partir de uma série histórica de registros de óbitos dos últimos dez anos, o comportamento esperado das mortes em 2020. As previsões são usadas para estimar o número possível de relatos de óbitos que foram registrados incorretamente durante a pandemia.

Para esse fim, foram utilizados dados de séries temporais de óbitos de duas bases: do Sistema de Informação de Mortalidade do DATASUS [6], que representa o sistema para a obtenção regular de dados sobre mortalidade no Brasil, no período de 2010 a 2018, e do Portal da Transparência do Registro Civil [7], que apresenta o registro de óbitos da COVID-19 (confirmado ou suspeito), além de doenças do sistema respiratório e a categoria “demais óbitos” (período de 1º de janeiro a 4 de julho de

2019 e 2020). Os números apresentados pelo portal se baseiam nas declarações de óbito registradas nos cartórios em diversos locais (hospitais, domicílios, vias públicas, entre outros), podendo conter entre 14 a 15 dias úteis de atraso em relação à real data de óbito dos indivíduos devido aos prazos legais impostos.

Os modelos de previsão de séries temporais foram ajustados para prever o número esperado de mortes diárias para o ano de 2020. Para conduzir este experimento, foi utilizada a estrutura de treinamento do modelo de regressão modular FbProphet [8]. O resultado do modelo é mostrado na Figura 1, na qual se identificam os números de mortes previstas, o número real de óbitos e os registros de óbitos por COVID-19, bem como os percentuais de aumento de mortes referentes às doenças respiratórias que extrapolaram o quantitativo previsto. Percebe-se um aumento de 68% no total de mortes para a cidade de Manaus no período da 13ª semana a 21ª semana epidemiológica. É notável a discrepância nas notificações de óbitos em decorrência das doenças consideradas neste estudo e demais óbitos, destacando-se a SRAG (Síndrome Respiratória Aguda Grave), que foi notificada com um acréscimo em torno de 4375%.

É razoável supor que os valores que extrapolam a série, apresentados na Figura 1, foram notificados de forma errada, mascarando o real número de óbitos atribuídos à pandemia. Assim, acredita-se que as notificações realizadas erroneamente podem ter ocorrido pela demora dos resultados, pela falta de testes ou mesmo pelas falhas na identificação da doença. Interessante ressaltar que até mesmo em outras causas de óbitos tiveram percentuais de aumento significativos no período do surto, com um aumento de até 33%, o que nesse estudo, atribuímos às causas relacionadas também à COVID-19.



	Insuficiência Respiratória	Pneumonia	SRAG	Outras Causas	Total de Mortes
Número de Mortes	+ 231	+ 474	+ 526	+ 679	+ 1910
Variação (%)	+ 475%	+ 115%	+ 4375%	+ 33%	+ 68%

FIG. 01 | **FRAMEWORK E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS COLABORATIVAS. FONTE: PWC BRASIL [5]**

Assim, o valor absoluto de extrapolação de mortes (+1910) foi considerado como casos de subnotificação da pandemia. Dessa forma, estima-se 51,62% de subnotificação de óbitos na cidade de Manaus, considerando os números oficiais, até o dia 1º de julho de 2020 [2]. Nossos resultados apresentam um número de mortes relacionadas a SRAG bem acima do esperado (+4375%), em vista disso, acreditamos que a maioria das notificações dos óbitos relacionados à COVID-19 foram registrados de forma equivocada como SRAG.

As taxas de subnotificações de óbitos

bastantes significativas apresentadas neste trabalho permitem supor que os números divulgados oficialmente, em Manaus, sejam bem inferiores aos números reais, impossibilitando ações mais efetivas das autoridades. Ademais os atrasos nas divulgações de testagem também distorcem a realidade da pandemia na cidade. Portanto, é necessário aumentar a testagem de casos para reduzir as subnotificações, além de agilizar os resultados dos testes para ter uma visão mais próxima do cenário real.

Referências

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Coronavirus disease (COVID-19-2019) advice for the public. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>>. Acesso em 03 de maio de 2020.
- [2] CORONAVÍRUS BRASIL. COVID-19 Painel Coronavírus. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br>>. Acesso em 01 de junho de 2020.
- [3] COVID-19 BRASIL. Análise subnotificação. Disponível em: <<https://ciis.fmrp.usp.br/covid19/analise-subnotificacao/>>. Acesso em 14 de maio de 2020.
- [4] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Cidades, 2019. Sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 01 de julho de 2020.
- [5] SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DO AMAZONAS. Painel COVID-19 Amazonas. Disponível em: <<http://www.saude.am.gov.br/painel/corona/>>. Acesso em 01 de junho de 2020.
- [6] DATASUS. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0901>>. Acesso em 05 de maio de 2020.
- [7] PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DO REGISTRO CIVIL. Especial COVID-19. Disponível em: <<https://transparencia.registrocivil.org.br/especial-covid>>. Acesso em 23 de maio de 2020.
- [8] TAYLOR A.J., LETHAM B. Forecasting at Scale. PeerJ Preprints; 2017 (35): 48–90. doi://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3190v2



LENA VEIGA E SILVA é bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2002, tecnóloga em Processamento de Dados pelo CESUPA em 2000. É professora da Universidade da Amazônia (UNAMA), com mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais em 2004 e doutoranda em Engenharia Elétrica pela UFPA. Analista de Sistemas do Ministério Público do Pará. Atua nas áreas da ciência da computação, banco de dados e sistemas de informação, com ênfase em bibliotecas digitais, bigdata, ciência de dados, avaliação de desempenho e modelos de inteligência artificial. lenaveiga@ufpa.br



MARIA DA PENHA DE ANDRADE ABI HARB é professora Adjunta da Faculdade de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Pará (UFPA), com mestrado em Engenharia Elétrica em 2005 e doutoranda em Engenharia Elétrica na UFPA. Tem experiência na área de ciência da computação e sistema de informação, com ênfase em ambientes virtuais de aprendizagem, aprendizagem cooperativa, programação para web, personalização de interfaces e machine learning. mpenha@ufpa.br



CARLOS ANDRÉ DE MATTOS é bacharel em Engenharia de Telecomunicações e mestrando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atua em projetos de pesquisa dos Laboratórios de Pesquisa Operacional e Avaliação de Redes de Alto Desempenho da UFPA, com ênfase em ciência de dados, inteligência computacional e avaliação de desempenho aplicados à redes de computadores, redes móveis e structural health monitoring. carlos.mattos@itec.ufpa.br



AUREA MILENE TEIXEIRA BARBOSA DOS SANTOS é bacharel em Engenharia de Produção pela Faculdade Estácio do Pará, em 2016, com mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2019 e doutoranda em Engenharia Elétrica pela UFPA. Atua em projetos de pesquisa dos Laboratórios de Pesquisa Operacional e Avaliação de Redes de Alto Desempenho e de Tecnologias Sociais da UFPA, com ênfase em ciência de dados, inteligência computacional e Deep learning aplicados à dados sociais. aurea.mile@gmail.com



VITOR HUGO MACEDO GOMES é bacharel em Sistemas de Informação pela Universidade Federal Rural da Amazônia, em 2016. Mestrando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Atua em projetos de pesquisa dos Laboratórios de Pesquisa Operacional e Avaliação de Redes de Alto Desempenho e de Tecnologias Sociais da UFPA, com ênfase em Ciência de Dados, Inteligência Artificial e Mineração de Dados Educacionais. hugom4cedo@gmail.com



EVELIN HELENA SILVA CARDOSO é bacharel e mestra em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA), em 2015 e 2016, respectivamente, onde atualmente está cursando o doutorado em Engenharia Elétrica com ênfase em computação aplicada. Atualmente, é professora assistente da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Seus interesses de pesquisa incluem otimização, avaliação de desempenho, modelos de inteligência artificial, modelos numéricos, sistemas de simulação e telecomunicações. evelinhelena@ufpa.br



MARCELINO S. DA SILVA é bacharel em Engenharia da Computação pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2006, mestre e doutor em Engenharia Elétrica pela UFPA, em 2008 e 2014, respectivamente. Atualmente, é professor adjunto da Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações da UFPA. Seus interesses de pesquisa incluem otimização, avaliação de desempenho, processos de Markov e modelos numéricos de Markov e modelos de inteligência artificial. marcelino@ufpa.br



N. L. VIJAYKUMAR é graduado em Tecnologia de Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica em 1978, mestre em Computação Aplicada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em 1984 e doutor em Engenharia Eletrônica e Computação pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica em 1999. Trabalhou por quase 40 anos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), aposentando-se em maio de 2017. Atualmente, é Professor Associado Visitante da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Suas áreas de interesse são modelos formais para avaliação de desempenho e teste de software. vijaykumar@unifesp.br



SOLON VENÂNCIO CARVALHO é graduado em Engenharia Mecânica-Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica em 1982. É mestre em Análise de Sistemas e Aplicações pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em 1987 e doutor em Automatique - Productique - Université Toulouse III Paul Sabatier em 1991. É pesquisador sênior do Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada no Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais. Seus interesses de pesquisa incluem Pesquisa Operacional, com foco em decisão sob incerteza por meio de modelagem estocástica e processo de decisão de Markov. soloncarvalho@gmail.com



ANDRÉ PONCE DE LEON FERREIRA DE CARVALHO é professor titular do Instituto de Matemática e Ciências da Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP). É bacharel e mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco, em 1987 e 1990, respectivamente. É doutor em Engenharia Eletrônica pela Universidade de Kent em 1994. Seus principais interesses de pesquisa são Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, Mineração de Dados e Ciência de Dados, com aplicações em diversas áreas. Ele é membro do Conselho de Estratégia e Parcerias do Centro UKRI de Treinamento de Doutorado em IA Responsável, Responsável e Transparente (ART-AI), na Universidade de Bath, Reino Unido, e no Comitê Gestor da América Latina da Rede Internacional de Assessoria Científica do Governo (INGSA) e vice-presidente da Sociedade Brasileira de Computação. andre@icmc.usp.br



CARLOS RENATO LISBOA FRANCES é bacharel em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em 1995, mestrado e doutorado pela Universidade de São Paulo, respectivamente, em 1998 e 2001. Realizou pós-doutorado no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computação, Tecnologia e Ciência, Porto, Portugal, em 2012. Atualmente, é professor titular da Faculdade de Engenharia da Computação e Telecomunicações da UFPA. Seus interesses de pesquisa incluem avaliação de desempenho, otimização, processos de Markov e modelos de inteligência artificial. rfrances@ufpa.br