

## **A complexa rede causal da Covid-19 em idosos internados em unidade de terapia intensiva**

### **The complex causal network of Covid-19 in elderly hospitalized in an intensive care unit**

DOI:10.34119/bjhrv4n5-152

Recebimento dos originais: 29/08/2021

Aceitação para publicação: 29/09/2021

#### **Taís Ivastcheschen**

Enfermeira, Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Endereço: Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Uvaranas, Ponta Grossa, PR  
E-mail: taisiivastcheschen@gmail.com

#### **Ana Claudia Garabeli Cavalli Kluthcovsky**

Médica, Doutora em Medicina Interna e Ciências da Saúde  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Endereço: Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Uvaranas, Ponta Grossa, PR  
E-mail: anafabio2009@gmail.com

#### **Camila Marinelli Martins**

Médica veterinária, Doutora em Ciências  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Endereço: Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Uvaranas, Ponta Grossa, PR  
E-mail: camimarinelli@gmail.com

#### **Pollyanna Kássia de Oliveira Borges**

Cirurgiã-dentista, Doutora em Saúde Coletiva  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Endereço: Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Uvaranas, Ponta Grossa, PR  
E-mail: pollyannakassia@hotmail.com

#### **RESUMO**

Objetivo: elaborar modelo teórico-explicativo causal para a COVID-19 em idosos internados em Unidade de Terapia Intensiva. Métodos: elaborou-se modelo explicativo causal para a COVID-19 ancorado em estudo epidemiológico. Resultados: o modelo apresenta características sociodemográficas, condições prévias e durante a hospitalização. A complexidade das relações causais indica numerosos elementos com papel na produção de um efeito na teia e revela que a COVID-19 tanto pode ser compreendida como desfecho, como exposição. Por exemplo, o comprometimento do órgão pela doença crônica pode expor o paciente a complicações e influenciar na resposta a infecção. Enquanto, a COVID-19 pode expor o paciente a alterações sanguíneas e respiratórias influenciando a resposta inflamatória e desenvolvimento de sepse. Conclusão: sob a perspectiva da teoria da causalidade têm-se uma análise dos fios condutores da doença e sua progressão de forma mais transparente, acompanhando o percurso e reconhecendo a amplitude do efeito.

**Palavras-chave:** Coronavírus, Causalidade, Processo saúde-doença, Epidemiologia.

## ABSTRACT

Objective: to develop a theoretical and explanatory causal model for COVID-19 in elderly hospitalized in the Intensive Care Unit. Methods: a causal explanatory model for COVID-19 was developed, anchored in an epidemiological study. Results: the model presents sociodemographic characteristics, previous conditions and during hospitalization. The complexity of causal relationships indicates numerous elements that play a role in the production of an effect on the web and reveals that COVID-19 can be understood as an outcome as well as exposure. For example, organ involvement by chronic disease can expose the patient to complications and influence the response to infection. Meanwhile, COVID-19 can expose the patient to blood and respiratory changes influencing the inflammatory response and development of sepsis. Conclusion: from the perspective of the theory of causality, there is a more transparent analysis of the underlying threads of the disease and its progression, following the course and recognizing the extent of the effect.

**Keywords:** Coronavírus, Causality, Health-Disease Process, Epidemiology.

## 1 INTRODUÇÃO

A complexidade do processo saúde-doença, que se apresenta dinâmico e multidimensional, propiciou uma diversidade de modelos explicativos, importantes para produção de conhecimento, discussão e evolução da ciência (DINOS et al., 2017).

O conceito de causalidade introduzido por MacMahon e colaboradores, propõe que existiria um conjunto de fatores interligados, tal qual uma rede ou teia, determinando o processo saúde-doença (MACMAHON; PUGH, 1970). Uma associação pode ser classificada como presumivelmente causal quando acredita-se que, se a causa tivesse sido alterada, o efeito sofreria modificações (YU et al., 2020; KRIEGER, 1994).

O conhecimento das relações causais entre as características e a variável base traz benefícios potenciais para a construção de modelos de predição interpretáveis e robustos, uma vez que as relações causais implicam no mecanismo subjacente de um sistema YU et al., 2020; KRIEGER, 1994). Contudo, a proposta da teia de causalidade falha ao não se apoiar em uma teoria e não diferenciar o individual da população (KRIEGER, 1994). No entanto, ainda é um modelo causal largamente empregado pelo seu papel facilitador nos processos de compreensão das relações causais e nas práticas educativas.

A capacidade de aprender causalidade é considerada um componente significativo da inteligência, historicamente estudada em domínios de alto impacto, incluindo educação, economia, epidemiologia, meteorologia e saúde ambiental (GUO et al., 2020). Pesquisadores realizam estudos sobre os dados coletados por meio de experimentos

cuidadosamente projetados, onde o conhecimento causal prévio sólido é de vital importância para a compreensão das doenças (GUO et al., 2020).

Recentemente, uma nova infecção respiratória adquirida na comunidade se tornou um problema de saúde global. Denominada como síndrome respiratória aguda grave coronavírus-2 (SARS-COV-2/COVID-19) e identificada primeiramente na província de Hubei na República Popular da China se espalhou pelo mundo (YUKI; FUJIOGI; KOUTSOGIANNAKI, 2020). Em agosto de 2021, já haviam sido identificados no mundo 199 milhões de casos, com 4,2 milhões de mortes. No Brasil os casos chegaram a 19,9 milhões, com mais de 500 mil mortes (BRASIL, 2021).

Embora a COVID-19 seja uma doença infecciosa que afeta principalmente o sistema respiratório, a resposta inflamatória tem sido associada com quadros de sepse viral e diversas sequelas entre os sobreviventes já foram descritas (LI et al., 2020). Assim, o manejo da COVID-19 requer uma abordagem interdisciplinar que compreenda os diversos caminhos causais possíveis, alguns ainda por serem descobertos e que considere todos os ramos da saúde e, para além, economia, política e sociedade (DOROSHENKO, 2021).

Ainda que não se consiga entender todos os fatores causais da COVID-19, o propósito de discuti-la à luz de um modelo causal, busca identificá-los para propor ações que contribuam com a prevenção. Uma visão abrangente e estruturada das características da enfermidade, as fronteiras da causalidade, e a discussão sobre alguns problemas ainda não passíveis de explicações, podem apoiar os clínicos e gestores no enfrentamento da COVID-19.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi elaborar um modelo teórico-explicativo causal para a COVID-19 em idosos internados em Unidade de Terapia Intensiva.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma construção teórica explicativa sobre um modelo de causalidade da COVID-19, seguida de reflexões e discussões sobre o adoecer por esta nova doença. O modelo construído e as proposições realizadas foram motivadas por estudo epidemiológico realizado com idosos ( $\geq 60$  anos), internados em Unidade de Terapia Intensiva com diagnóstico de infecção respiratória adquirida na comunidade com objetivo de analisar os fatores associados à COVID-19.

Diante da variedade de informações obtidas, na etapa da construção do modelo

estatístico multivariado, que explicasse a frequência da COVID-19 entre os idosos acompanhados, constatou-se a necessidade de observar atentamente as variáveis envolvidas na pesquisa para esclarecer quais deveriam compor o modelo inicial.

Por meio do programa online DAGitty v3.0 foram construídas figuras representando as relações causais, segundo três grupos de características: sociodemográficas, condições prévias e condições de hospitalização. As figuras obtidas no processo de análise esquemática das relações causais remeteram ao modelo de causalidade da teia de MacMahon (MACMAHON; PUGH, 1970).

As características sociodemográficas pesquisadas e inseridas no modelo explicativo do presente estudo foram: sexo, idade, faixa etária, cor da pele, peso e município de origem. Nas condições de saúde prévias à hospitalização, compuseram a teia de causalidade: a doença crônica pré-existente (respiratória, neurológica, imunológica, renal, cardiovascular, endócrina, diabetes mellitus, neoplasia, dislipidemia, obesidade), agente etiológico da doença respiratória adquirida na comunidade, tratamento prévio para infecção e medicação de uso contínuo prévio. As características sociodemográficas e as condições prévias às hospitalizações foram analisadas considerando a COVID-19 como desfecho.

Considerando a COVID-19 como exposição, envolveram-se as condições de hospitalização: quantidade de dispositivos invasivos, dispositivo invasivo (circulatório, urinário, de drenagem, nutricional, respiratório), uso de antibiótico, cultura, classe de antibióticos utilizados, uso de antiviral, uso de antimicótico, hipotensão, pressão arterial média, pressão arterial sistólica, reposição volêmica, uso de vasopressor, vasopressores, choque séptico, relação da pressão parcial de oxigênio arterial com a fração inspirada de oxigênio ( $PaO_2/FiO_2$ ), saturação, necessidade de oxigênio ou dispneia, frequência respiratória, plaquetas, proteína C reativa, sonolência, confusão, agitação ou coma, Glasgow, tempo total de internação na UTI, pontuação Sequential Organ Failure Assessment (SOFA), pontuação Quick Sequential Organ Failure Assessment (qSOFA), sepse por critérios do consenso Sepsis-3, diagnóstico de sepse em prontuário, frequência cardíaca, lactato, leucócitos, oligúria, creatinina, bilirrubina, temperatura e desfecho final.

A seguir, foram descritas e discutidas as relações complexas entre as variáveis estudadas e a COVID-19, evidenciadas nas figuras e ainda pouco conhecidas ou abordadas, para apoiar gestores, profissionais e população no entendimento dessa nova doença. O modelo teórico ainda apresenta a possibilidade de reconhecimento de interações e combinações de variáveis diante de exposição e desfecho.

Modelo teórico e ponderações são apresentados no presente estudo à luz da literatura, através do pensamento crítico dos seus autores, alicerçada na literatura nacional e internacional acerca da temática da COVID-19.

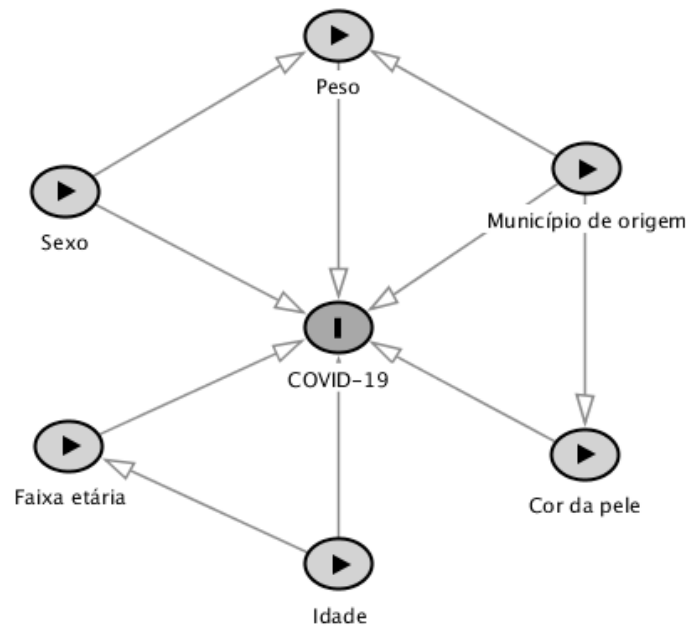
O presente estudo faz parte de uma pesquisa que envolve estudos de mortalidade e vigilância epidemiológica hospitalar, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Ponta Grossa, conforme pareceres nº 4.110.879/2020 e nº 4.650.824/2021, mediante Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 33550920900000105.

### **3 RESULTADOS**

As redes de causalidade da COVID-19 são apresentadas nas Figura 1, 2 e 3, de acordo com grupos de variáveis estudadas, respectivamente: características sociodemográficas, condições prévias de hospitalização e condições durante a hospitalização.

Analisando condições sociodemográficas, a Figura 1, retrata alguns caminhos causais da COVID-19: sexo, idade, faixa etária, cor da pele, peso e município de origem. Nota-se que a variável idade e faixa etária contam a mesma história individual, mas, no contexto de planejamento em saúde coletiva o pertencimento a uma faixa etária pode apontar os grupos prioritários em ciclos de vida, os quais agrupam pessoas com idades individuais distintas. O município de origem pode se relacionar com a cor da pele pela colonização e processos migratórios, e com o peso por causa dos costumes, cultura, hábitos da população, e disponibilidade de lazer. O sexo influencia nos cuidados com a saúde e procura por acesso aos serviços, além da relação com o peso pelos mesmos motivos e estrutura corporal (Figura 1).

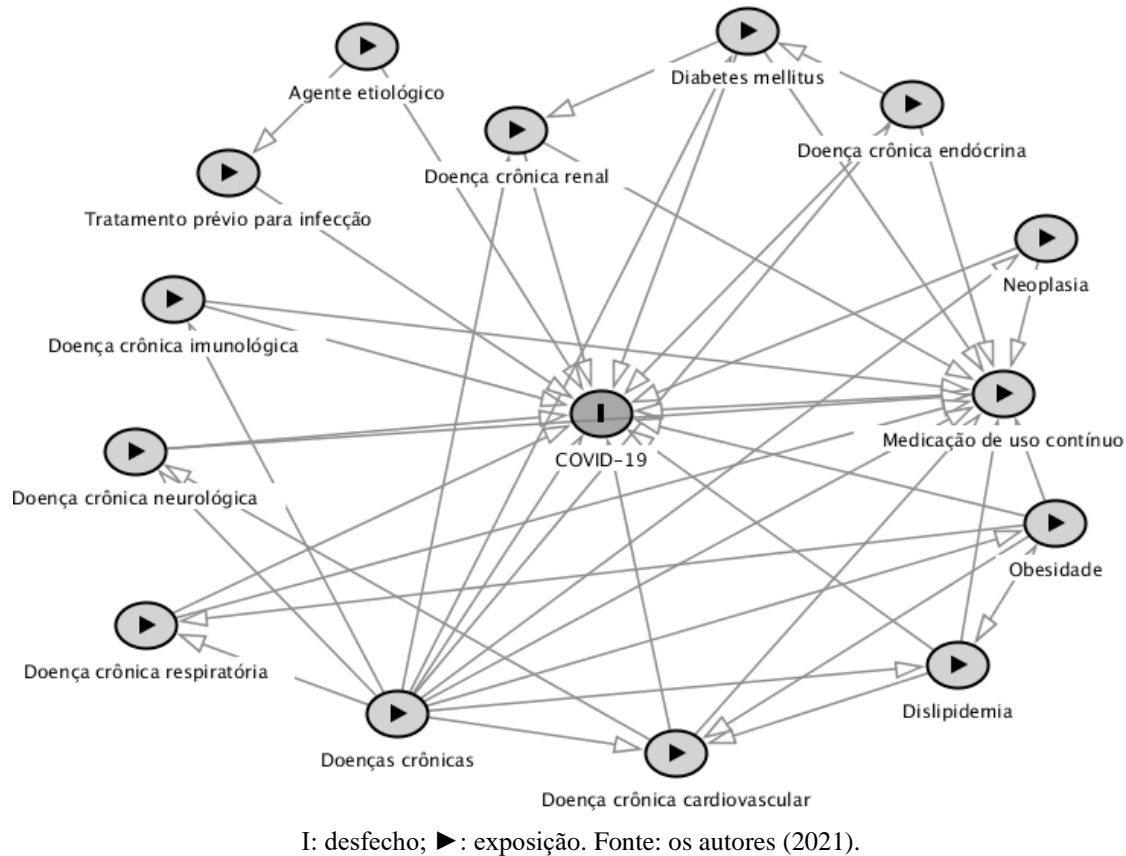
Figura 1. Modelo de causalidade para COVID-19 segundo características sociodemográficas.



I: desfecho; ►: exposição Fonte: os autores (2021).

As explicações causais segundo condições de saúde prévias à hospitalização, apresentadas na Figura 2, estavam mais disponíveis nos prontuários que as variáveis sociodemográficas e sugerem que diversas doenças crônicas são causas diretas da COVID-19, mas, também interagem entre si. Esta interação poderia teoricamente aumentar a força de morbidade sobre o desfecho. O comprometimento do órgão pela doença crônica pode expor o paciente a complicações e influenciar na resposta a infecção. Algumas das medicações usadas em tratamentos contínuos interferem na ação do sistema imunológico e na fisiopatologia da COVID-19. Ademais, o reconhecimento precoce do agente etiológico é fundamental para iniciar medidas de precaução e tratamento eficientes (Figura 2).

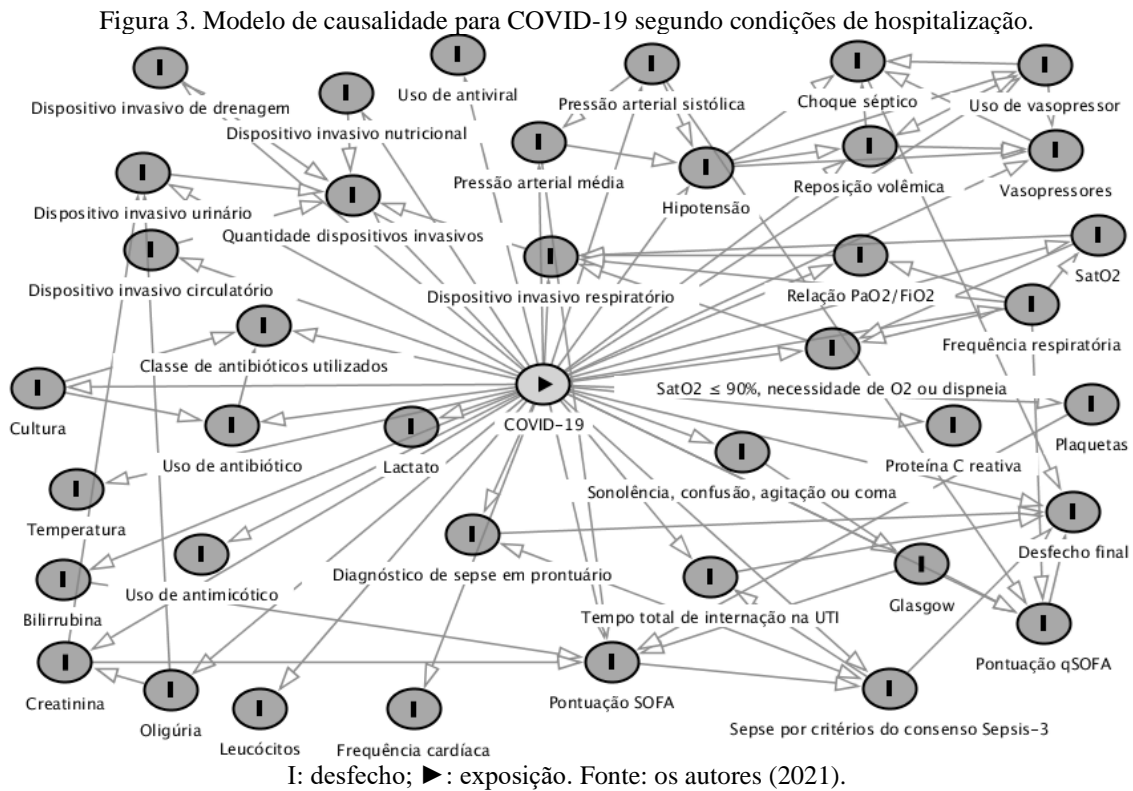
Figura 2. Modelo de causalidade para COVID-19 segundo condições de saúde prévias à hospitalização.



As informações hospitalares, no entanto, são mais documentadas, favorecendo o acúmulo de informações sobre os sujeitos pesquisados. A Figura 3 revela que a COVID-19 tanto pode ser compreendida como desfecho, como pode ser a exposição as várias situações relacionadas à internação. Portanto, a Figura 3 aponta um quadro ambidirecional causal que carece de entendimento por parte das equipes de saúde.

A COVID-19 é influenciada por características sociodemográficas e condições de saúde prévias, mas, após seu desenvolvimento ela é responsável pelas alterações de exames, uso de dispositivos e desfechos. Além do mais, outras características como obesidade e dislipidemia também apresentam essa característica, quando observadas separadamente. A obesidade pode influenciar o desenvolvimento da dislipidemia ou vice-versa.

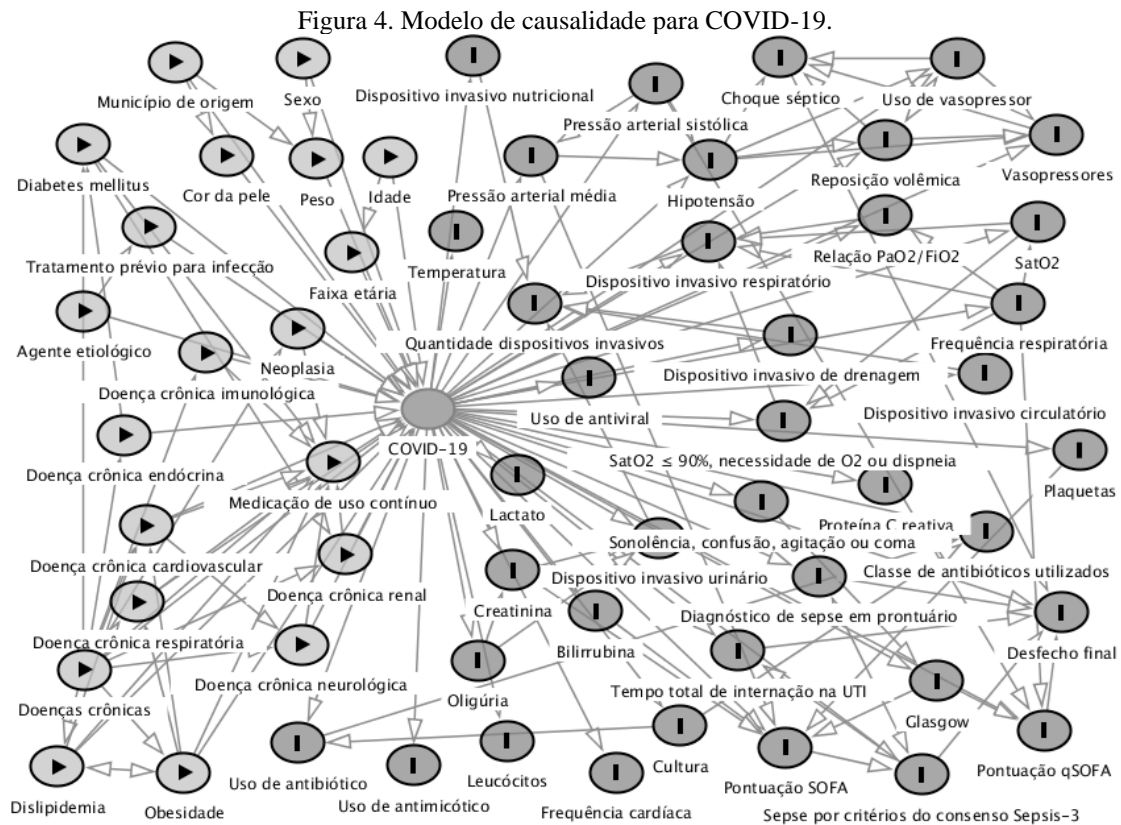
Nos caminhos causais são observadas causas diretas, que são causas que influenciam diretamente no desfecho e também causas indiretas, que se envolvem com demais variáveis antes do efeito.



No planejamento, prevenção e intervenção sobre a COVID-19, é possível uma abordagem individual sobre cada categoria de causas estudadas (Figuras 1-3), ou ainda a observação da totalidade (Figura 4), afinal cada subgrupo possui interrelações próprias. Unindo todos os grupos de causas estudados, na Figura 4, verifica-se a extrema complexidade causal da COVID-19. Fatores sociodemográficos, condições de saúde prévias à internação, e todos os eventos relacionados à internação dos casos críticos formam caminhos diversos, que se inter cruzam e sugerem nós críticos, pontos de interação, efeitos à distância, ou mais próximos da COVID-19. Mas, em todas as situações os caminhos causais são passíveis de serem desfeitos, ou reduzidos. A melhora da saúde das populações depende da capacidade de identificar e prever os resultados dessas interrupções.

O tamanho dos fios dessa teia, ou seja, as forças de associação não foram apresentadas no presente estudo justamente porque o objetivo é instigar a reflexão. E, ressalta-se que, além dos determinantes expressos, há a contribuição biológica, genética e outras características sociais que afetam a população diante de uma pandemia. Talvez a figura 4 seja um apontamento de que na teia de causalidade não há uma única aranha e que se pode atuar em diversas frentes para o objetivo comum de prevenir a COVID-19, especialmente entre os idosos.





#### 4 DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo sugerem que a COVID-19 possui um modelo teórico explicativo causal complexo em idosos internados em Unidade de Terapia Intensiva, ora se apresenta como desfecho ora como exposição, envolvendo características sociodemográficas, condições prévias e posteriores a internação.

Demonstrou-se que diversos grupos de questões causais podem estar relacionados à COVID-19, corroborando com o modelo estatístico multivariável apresentado para caracterizar os fatores de risco em 34.503 casos de COVID-19 nos Estados Unidos, o qual aproxima determinantes de saúde, fatores clínicos e sociodemográficos (ROZENFELD et al., 2020).

O conhecimento dessa complexa rede de fatores deve permitir abordagens de saúde mais direcionadas para redução da infecção. Contudo, pesquisas para compreender as diferenças entre fatores causais relacionado ao risco de infecção e sua forma grave são importantes. A complexidade da investigação causal se torna mais desafiadora pelas dificuldades encontradas com a diversidade de dados e informações, quanto mais abundantes, mais misteriosos e, portanto, mais difíceis de serem compreendidos e modelados (GUO et al., 2020).

Em relação às interações, quando novas condições ou doenças surgem, uma vez que questões básicas como o agente e a fisiopatologia são abordadas, as questões causais ficam à espera, como quais interações são necessárias para a infecção, questões que requerem métodos apropriados de pesquisa epidemiológica em conjunto com a prática e reflexões (AHLBOM, 2020).

Sobre as conexões causais lineares entre princípios e consequências acrescenta-se a consideração de fenômenos caracterizados por conexões diversas envolvendo diferentes níveis de organização de um sistema complexo, no qual o efeito de ações em um determinado nível organizacional afetaria os demais, incluindo condições geradoras deste mesmo processo (PETERS; JANZING; SCHOLKOPF, 2017).

Quanto à COVID-19 se apresentar como desfecho ou como exposição, a literatura aborda as duas condições, mas sempre em contextos separados, diferente do proposto no presente trabalho. Pesquisa observacional, descritiva e transversal, com objetivo de analisar as características de casos COVID-19 no Espírito Santo, revelou exposições diferentes entre os grupos populacionais devido a vários fatores como cor da pele, ensino, idade e sexo (FERREIRA et al., 2020). Enquanto, trabalho observacional desenvolvido em São Paulo buscou verificar alterações laboratoriais acarretadas pela COVID-19, apontando diferenças em níveis de creatinina, proteína C reativa e linfócitos (CHAVES et al., 2021). A elaboração de uma rede de causalidade que apresente as duas faces causais favorece a construção do pensamento lógico promovendo uma discussão completa sobre a COVID-19.

O uso da teia de causalidade é observado em outras condições, como retrata estudo experimental que buscou identificar os processos de atribuição de causalidade pela infecção por vírus da imunodeficiência humana HIV e a revisão de literatura sobre iniquidades sociais no consumo alimentar no Brasil que chegou a uma teia para determinar o processo (AZEVEDO et al., 2020; CANUTO; FANTON; LIRA, 2019). Com ela as noções de agente único ou cadeia de eventos foram trocadas por uma rede de causas que não implica somente em prever eventos, mas explicá-los (KULLER, 2019; VENTRIGLIO; BELLOMO; BHUGRA, 2016).

Por ter emergido de dados de prontuários de idosos hospitalizados, este estudo possui a limitação de ter proposto o estudo causal da COVID-19 sob aspectos intermediários e proximais de causalidade. Poucas informações estavam disponíveis sobre as condições de vida das pessoas estudadas. Sabe-se que quanto mais próximo do

indivíduo, a ocorrência da doença mais se aproxima das explicações biológicas, nas quais profissionais e gestores têm proporcionalmente êxito reduzido sobre o impacto coletivo.

Sugere-se que a causalidade possa ser estudada também nos seus macro determinantes, os quais expandiriam a rede de causalidade para o envolvimento intersetorial, e corresponsabilização da sociedade e políticas públicas nacionais e internacionais para enfrentamento desta e outras epidemias que não de vir. Além de novos estudos com abordagens perante outros modelos explicativos e através da triangulação, que aplica diferentes métodos para elucidar inferências causais para abordar a mesma questão, aumentando a confiança nas alegações causais resultantes.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o modelo teórico explicativo causal para COVID-19 elaborado contou com características sociodemográficas, condições prévias e condições durante a hospitalização. Sob a perspectiva da teoria da rede causal evidencia-se que a rede causal complexa da COVID-19 indica numerosos elementos com papel na produção de um efeito na teia, que aumenta a capacidade de descrever e estudar as complexas inter-relações. Portanto, sob a perspectiva da teoria da causalidade, pesquisadores, gestores e profissionais têm uma análise dos fios condutores da doença e sua progressão de forma mais transparente, acompanhando o percurso e reconhecendo a amplitude do efeito, a fim de promover ações de prevenção para a COVID-19 mais confiáveis e efetivas.

## REFERÊNCIAS

- AHLBOM, A. Epidemiology is about disease in populations. **Eur J Epidemiol**, v. 35, n. 12, p. 1111-1113, 2020. doi: 10.1007/s10654-020-00701-9
- AZEVEDO, F. M. et al. Atribuições de Causalidade pela infecção por HIV. **Estud Pesqui Psicol**, v. 3, 2020. doi: <https://doi.org/10.12957/epp.2020.54346>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus Brasil**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>
- CANUTO, R.; FANTON, M.; LIRA, P. I, C. Iniquidades sociais no consumo alimentar no Brasil: uma revisão crítica dos inquéritos nacionais. **Cien Saude Colet**, v. 24, n. 9, p. 3193-32, 2019. doi: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018249.26202017>
- CHAVES, A. P. C. et al. Alteração de marcadores laboratoriais em pacientes internados por COVID-19. **Braz J Infect Dis**, v. 25, 2021. doi:10.1016/j.bjid.2020.101115
- DINOS, S. et al. Assessing explanatory models and health beliefs: An essential but overlooked competency for clinicians. **BJPsych Adv**, v. 23, n. 2, p. 106–14, 2017. doi: <https://doi.org/10.1192/apt.bp.114.013680>
- DOROSHENKO, A. The Combined Effect of Vaccination and Nonpharmaceutical Public Health Interventions—Ending the COVID-19 Pandemic. **JAMA Netw Open**, v. 4, p. 6, 2021. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.11675
- FERREIRA, A. D. S. et al. Perfil sociodemográfico dos pacientes confirmados para Covid-19 residentes no Espírito Santo, Brasil. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v.9, n. 2, p. 216-223, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v9i2.76179>
- GUO, R. et al. A Survey of Learning Causality with Data: Problems and Methods. **ACM Comput Surv**, v. 53, n. 4, p. 1-37, 2020. doi: <https://doi.org/10.1145/3397269>
- KRIEGER, N. Epidemiology and the web of causation: has anyone seen the spider? **Soc Sci Med**, v. 39, n. 7, p. 887-903, 1994. doi: 10.1016/0277-9536(94)90202-x
- KULLER, L. Epidemiologists of the Future: Data Collectors or Scientists? **Am J Epidemiol**, v. 188, n. 5, p. 890-895, 2019. doi: 10.1093/aje/kwy221. PMID: 30877293
- LI, H. et al. SARS-CoV-2 and viral sepsis: observations and hypotheses. **Lancet**, v. 395, n. 10235, p. 1517-1520, 2020. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30920-X
- MACMAHON, B.; PUGH, T. **Epidemiology: Principles and Methods**. Boston: Little, Brown & Co; 1970.
- PETERS, J.; JANZING, D.; SCHOLKOPF, B. **Elements of Causal Inference: Foundations and Learning Algorithms**. Cambridge: MIT Press; 2017.

ROZENFELD, Y. et al. A model of disparities: risk factors associated with COVID-19 infection. **Int J Equity Health**, v. 19, n. 1, p. 126, 2020. doi: 10.1186/s12939-020-01242-z

VENTRIGLIO, A.; BELLOMO, A.; BHUGRA, D. Web of causation and its implications for epidemiological research. **Int J Soc Psychiatry**, v. 62, n. 1, p. 3-4, 2016. doi: 10.1177/0020764015587629

YU, K. et al. Causality-based Feature Selection: Methods and Evaluations. **ACM Comput Surv**, v. 53, n. 5, 2020. doi: <https://doi.org/10.1145/3409382>

YUKI, K.; FUJIOGI, M.; KOUTSOGIANNAKI, S. COVID-19 pathophysiology: A review. **Clin Immunol**, v. 215, 2020. doi:10.1016/j.clim.2020.108427