

# SIMULAÇÃO DE TENDÊNCIAS EPIDÊMICAS PARA O NOVO CORONAVÍRUS SOB MEDIDAS EFETIVAS DE CONTROLE

**Autores:** Ru-Hai BAI<sup>1,2</sup>, Wan-Yue Dong<sup>2</sup>, Ying SHI<sup>3</sup>, Ao-Zi FENG<sup>1</sup>, An-Ding XU<sup>1</sup>, Jun LYU<sup>4</sup>

## ABSTRACT

**Objetivo:** Simular portadores do novo coronavírus (COVID-19) entrando em áreas não infectadas, e, sob a premissa do tratamento efetivo e isolamento de pacientes doentes e a redução do contato próximo entre as pessoas em uma área, para simular a tendência da infecção do covid-19.

**Métodos:** Dados públicos foram utilizados para se obter:

- A latência da doença dos pacientes infectados com COVID-19
- O tempo de cura da doença após a consulta
- E a probabilidade do contato próximo com a infecção.

A modelagem baseada em agentes foi usada para construir um ambiente simples e interativo.

Assumiu-se que a primeira pessoa infectada com COVID-19 em uma população suscetível poderia efetivamente ser tratada e isolada após os sintomas clínicos aparecerem, enquanto o contato próximo entre o resto da população poderia ser minimizado.

Consequentemente, foi possível estimar a prevalência da infecção do COVID-19 após os portadores do vírus entrarem em uma população que não está infectada

**Resultados:** Em 30 de janeiro de 2020 a latência da doença em pacientes infectados com o COVID-19 tem sido de 6,6 dias (95% IC: 5,9-7,5), e o tempo de cura após início da infecção com o COVID-19 tem sido de 9,8 dias (95% IC:8,8-10,8).

Quando um portador do vírus entra em uma área populacional não infectada pelo COVID -19, o número de pessoas infectadas aumenta conforme o número de contatos diários dessa população aumenta.

Quando o primeiro caso de infecção ocorre na população, o número de infecções causadas pelo contato próximo com 15 pessoas diariamente é 42,4 vezes maior do que o contato com 5 pessoas.

Após o fim do período de incubação, o número de infecções do COVID-19 permanece estável por um período. O número de infecções começa a cair após 16 dias, e o número de pacientes será 0 em 27 dias.

---

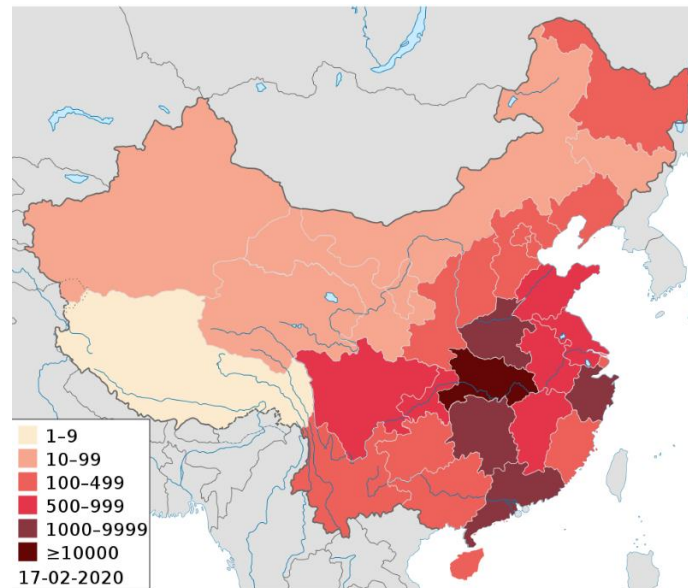
<sup>1</sup> Department of Clinical Research, The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China.

<sup>2</sup> School of Public Health, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China.

<sup>3</sup> School of Public Health, Shaanxi University of Traditional Chinese Medicine (Xianyang 712046, Shaanxi).

<sup>4</sup> Department of Neurology, The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China.

**Conclusão:** Com medidas efetivas de controle, incluindo isolamento e tratamento efetivo dos pacientes com COVID-19, diminuindo efetivamente o contato próximo da população, a epidemia do COVID-19 não duraria mais do que um mês.



Em dezembro de 2019, houve um caso de pneumonia viral em Wuhan. Após a confirmação de que o patógeno desta doença era o coronavírus, a Organização Mundial de Saúde (OMS) confirmou e nomeou como COVID-19. A pneumonia causada por esta infecção patogênica é chamada de nova pneumonia pelo coronavírus.

O relatório da OMS mostra que a transmissão de pessoa para pessoa está ocorrendo [1]. Atualmente, o número de casos confirmados da infecção pelo vírus ainda está aumentando rapidamente. 31 províncias (regiões autônomas e municípios) e o Corpo de Produção e Construção de Xinjiang relataram casos confirmados de 2019-nCoV, com um total de 17.205 casos confirmados e 21.558 casos suspeitos (às 24:00 de 2 de fevereiro) [2].

Além disso, mais de 20 países, incluindo Tailândia, Japão, Coreia do Sul e Estados Unidos, também confirmaram novos casos de pneumonia por coronavírus. Em 31 de janeiro de 2020, a OMS identificou ainda a pneumonia infectada com 2019-nCoV como uma emergência de saúde pública de interesse internacional [3].

Para lidar com esse súbito problema de saúde pública, Wuhan implementou oficialmente o "Bloqueio de doenças infecciosas classe A da área epidêmica", conforme estipulado pela "Lei de Controle e Prevenção de Doenças Infecciosas" em 23 de janeiro.

Todas as províncias lançaram oficialmente uma grande resposta a emergências de saúde pública: Residentes incentivados a tomar medidas de proteção pessoal, como usar máscaras em locais públicos e

reduzir viagens; isolamento e tratamento do paciente, buscando controlar a fonte de infecção e cortar as rotas de transmissão para controlar efetivamente a epidemia.

Nesse estágio, é importante entender melhor o modo de transmissão do 2019-nCoV entre a população e os efeitos das medidas de controle. Essas informações ajudarão quando: implantar e coordenar mais prevenção e controle de epidemias, avaliar a eficácia das medidas de controle e ajudar a reduzir o pânico.

Este estudo utilizou a modelagem baseada em agentes (ABM) para simular um ambiente interativo em um determinado intervalo de espaço-tempo. Os portadores assintomáticos de 2019-nCoV entram na população não infectada em um determinado intervalo de espaço-tempo, a prevalência de infecção nessa população.

Este estudo pressupõe que, após o início da infecção 2019-nCoV nesse intervalo de espaço-tempo, os pacientes podem ser efetivamente tratados e isolados, e esse contato próximo entre as pessoas pode ser efetivamente reduzido.

Este estudo simula a tendência da infecção 2019-nCoV em diferentes níveis de contato próximo, a fim de fornecer informações e referências para as pessoas relevantes.

## **1 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **1.1 Materiais de pesquisa**

Neste estudo, os seguintes dados foram utilizados para simular a tendência epidêmica do 2019-nCoV:

- A probabilidade de infecção próxima a 2019 nCoV;
- O tempo de incubação da doença em pacientes infectados com 2019-nCoV;
- Hora de curar a doença após consulta;
- O número de contatos próximos por pessoa, por dia.

Os dados são obtidos de informações públicas [4,5].

O tempo de incubação é a diferença entre a primeira exposição a 2019-nCoV e o tempo de início, e o tempo de cura da doença é a diferença entre o tempo de diagnóstico de 2019-nCoV e o tempo de alta da cura.

Em 30 de janeiro de 2020, 64 casos de pacientes com período de incubação detalhado e 84 casos de pacientes com informações detalhadas de cura foram coletados por meio de canais de informações públicas, como mídia on-line.

Devido à falta de dados sobre a probabilidade de infecção por contato em 2019-nCoV, este estudo estima o número de casos confirmados de infecção por 2019-nCoV no país e o número de pessoas em contato próximo com a infecção por 2019-nCoV no país.

Foi assumido que indivíduos não iniciados (incluindo residentes suscetíveis e pacientes ainda no período de incubação) fazem contato próximo diário com 5, 10 e 15 pessoas, respectivamente, para avaliar o impacto de diferentes níveis de contato próximo na epidemia de 2019-nCoV.

## 1.2 Metodologia da pesquisa

Neste estudo, o método *Bootstrap* foi utilizado para se criar 1.000 amostras de modo a avaliar:

- A latência da doença de pacientes infectados com 2019-nCoV;
- A probabilidade de infecção de exposição ao 2019-nCoV;
- A incerteza do tempo para curar a doença após seu início.

A modelagem baseada em agentes foi usada para analisar a tendência 2019-nCoV.

A modelagem baseada em agentes é um modelo computacional usado para simular as ações e interações de agentes com consciência autônoma. Tem sido amplamente utilizado em muitos campos, incluindo biologia, ecologia e ciências sociais [6].

Este estudo usa o modelo ABM para simular a tendência de surto de 2019-nCoV.

Como o processo de propagação 2019-nCoV é relativamente complicado, é difícil obter parâmetros relevantes para a construção do modelo baseado em agentes, portanto, o processo complexo no estado real da propagação 2019-nCoV é simplificado até certo ponto.

O objeto da pessoa (agente) é a base desse modelo ABM e o estudo assume que o status de cada pessoa no modelo ABM pode ser dividido em quatro estados: suscetível, infectado, doente e imune.

Um agente suscetível é infectado após ser infectado por uma doença. Esse estado possui um certo período de incubação e, durante esse período, pode ser transmitido com certa probabilidade para outro agente com quem haja contato.

Após o período de incubação, a doença infecciosa se torna aparente e a pessoa é considerado doente. Neste estudo, assume-se que:

- Todas as pessoas doentes podem ser efetivamente tratadas e isoladas;
- Assim que o primeiro caso da doença for encontrado, todas as pessoas poderão efetivamente reduzir o contato próximo;
- Após um certo período de tratamento, a pessoa recupera e imuniza a doença.

Devido à falta de informações sobre a duração específica da imunidade após a cura de uma infecção por 2019-nCoV, este estudo não avaliou o impacto da imunização de uma pessoa na transmissão da doença.

Para este estudo, um ambiente interativo simples foi construído usando o modelo baseado em agentes. Ele assumiu que o leque de atividades de cada pessoa é em casa e em locais públicos.

Antes que os sintomas da doença apareçam (ou seja, o agente não está infectado ou está no período de incubação), o agente normalmente sai de casa para ir a um local público e depois volta para casa.

Para simular a tendência epidêmica do 2019-nCoV, foram criados um total de 10.000 agentes, e um deles foi infectado aleatoriamente.

Os experimentos de simulação baseada em agentes foram realizados 10 vezes no total, e o valor médio foi tomado como resultado experimental.

Os dados foram classificados e tratados usando o software R3.6.2, e o modelo ABM foi implementado usando o software [Anylogic](#).

## 2 RESULTADOS

### 2.1 Parâmetros de entrada do modelo

Os resultados da configuração do parâmetro do modelo são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1:** A taxa de infecção de COVID-19 por contato próximo = número de casos confirmados no país/número de casos por contato próximo no país.

Parâmetro	valor
Taxa de infecção por contato próximo de pacientes não infectados (%)	10,4 (8,7; 13,0)
Tempo de incubação de pacientes infectados com COVID-19 (dias)	6,6 (5,9; 7,5,)
Tempo de cura, após tratamento contra infecção de COVID-19 (dias)	9,8 (8,8; 10,8)

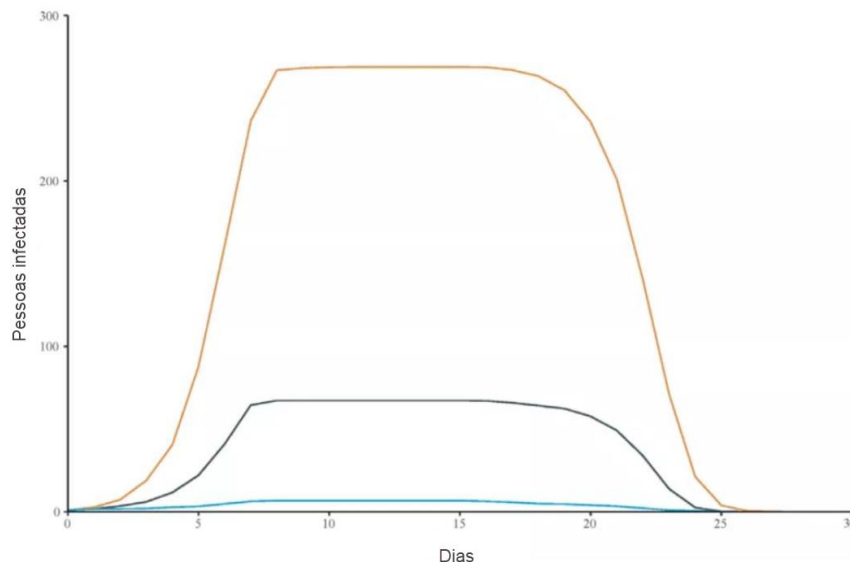
Nota: A taxa de infecção de COVID-19 por contato próximo = número de casos confirmados no país/número de casos por contato próximo no país

#### 2.1.1 Simulação de tendências para o novo corona vírus sob medidas efetivas de controle

Quando o primeiro caso do portador de 2019-nCoV entrou em uma população suscetível e à medida que o número de contatos próximos entre as pessoas aumentou, o número de infecções por 2019-nCoV aumentou.

Desde o início da primeira infecção por 2019-nCoV, o número de pessoas infectadas com o vírus em contato próximo com 15 pessoas foram 42,4 vezes maior que o número de pessoas em contato próximo com 5 pessoas.

Após o início da infecção 2019-nCoV, o número de infecções 2019-nCoV permaneceu estável por um certo período de tempo, devido ao isolamento efetivo dos pacientes e à redução do contato próximo entre outros membros da população. Então, em 16 dias, houve um declínio e o número de pacientes no dia 27 se aproximou de zero, como mostra a Figura 1



**Figura 1:** Novas tendências do coronavírus sob medidas efetivas de controle.

### 3 DISCUSSÃO

Este estudo simulou, em um ambiente interativo simples, infecções por 2019-nCoV ao longo do tempo após um portador entrar em uma população suscetível.

Os resultados mostram que, à medida que o número de pessoas em contato próximo aumentou, o número de pessoas infectadas com 2019-nCoV aumentou.

Em uma situação ideal, o número de pacientes infectados com 2019-nCoV caiu para 0 após o 25º dia. Para que isso aconteça, depois que a primeira pessoa infectada com 2019-nCoV aparecer na população suscetível, todos os membros deste grupo deverão reduzir efetivamente o contato próximo e todos os pacientes infectados com 2019-nCoV deverão ser isolados e tratados com eficácia.

Este estudo estima a latência da infecção com 2019-nCoV. Os resultados deste estudo mostram que a latência da doença de pacientes infectados com 2019-nCoV é de 6,6 dias (IC: 95%: 5,9-7,5), valor ligeiramente superior aos resultados publicados anteriormente [7].

Pesquisa de Qun Li et al. analisaram 10 casos confirmados de infecção por 2019-nCoV e determinaram que a latência da infecção por 2019-nCoV foi de 5,2 dias (IC 95%: 4,1-7,0) [7]. Essa diferença pode dever-se ao tempo de relato relativamente precoce e ao número relativamente pequeno de casos relatados por Qun Li et al.

Reduzir o contato próximo entre as pessoas é um importante meio de controle para a disseminação do 2019-nCoV, e também é o foco da prevenção e controle após o surto.

Os resultados deste estudo indicam o que acontece quando os portadores de 2019-nCoV entram em uma população suscetível que não foi infectada com 2019-nCoV.

Durante o período de incubação, à medida que o número de contatos próximos entre pessoas aumenta, o número de pessoas infectadas com 2019-nCoV aumenta e o número de pessoas infectadas com o vírus em contato próximo com 15 pessoas foi 42,4 vezes maior do que o número de contatos próximos. com 5 pessoas.

Portanto, reduzir o contato próximo entre pessoas ajudará a controlar o contato próximo entre portadores de vírus latentes (assintomáticos) e indivíduos suscetíveis saudáveis, reduzindo assim o número de infecções por vírus em pessoas suscetíveis.

Ao mesmo tempo, é de grande importância adotar medidas preventivas de saúde pública, como observações médicas mais rigorosas de contatos próximos.

Deve-se notar que, ao final do Ano Novo Lunar, a próxima "maré de retrabalho" poderá trazer uma pressão tremenda sobre a prevenção e o controle de 2019-nCoV, especialmente para as províncias importadoras de mão-de-obra.

Para evitar um segundo surto, implementar ativamente a detecção precoce, o isolamento precoce, a notificação precoce e o tratamento precoce são meios importantes para controlar a epidemia de 2019-nCoV.

Ao mesmo tempo, promover hábitos corretos de estilo de vida, incluindo usar máscaras corretamente, lavar as mãos adequadamente e em tempo hábil, reduzindo o número de pessoas em locais fechados, dieta razoável, exercício moderado, cessação do tabagismo e restrição de álcool e equilíbrio psicológico ajudarão controlar a epidemia de 2019-nCoV.

Neste estudo, um método baseado na modelagem baseada em agentes foi usado para analisar a tendência de disseminação da epidemia sob condições controladas.

Os principais parâmetros para a modelagem foram obtidos a partir de informações públicas. No entanto, considerando o período de incubação e o tempo de tratamento, pode haver um certo número de pacientes no período de incubação ainda não doentes e muitos pacientes ainda estão recebendo tratamento.

Além disso, os dados coletados por meio de informações públicas são relativamente limitados, portanto pode haver alguns erros na avaliação do período de incubação e do tempo de tratamento, e esses erros terão um certo impacto no modelo.

No geral, as suposições deste estudo podem levar a uma certa subestimação da duração de 2019-nCoV.

No entanto, neste estudo, simulando o processo de transmissão de vírus a populações suscetíveis por portadores de vírus latentes sob condições ideais de saúde pública, descobrimos que, no caso de tratamento e isolamento eficazes de pacientes infectados com 2019-nCoV (sob a premissa de efetivamente reduzindo o contato próximo entre as pessoas após a descoberta do caso infectado), a

disseminação do 2019-nCoV em um determinado espaço não pode exceder 1 mês. Os resultados podem fornecer alguma referência para o público e funcionários relacionados..

## REFERÊNCIAS

1. WHO. Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report-4 [EB / OL]. (2020-01-24) [Access on 2020-02-08]. [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200124-sitrep-4-2019-ncov.pdf?sfvrsn=9272d086\\_8](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200124-sitrep-4-2019-ncov.pdf?sfvrsn=9272d086_8).
2. National Health Commission, PRC. As of 24:00 on January 31 update on pneumonia of novel coronavirus infection [EB / OL]. (2020-01-31) [2020-02-08]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/yqtb/202002/84faf71e096446fdb1ae44939ba5c528.shtml>.
3. WHO. Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV) [EB / OL]. (2020-01-30) [Access on 2020-02-08]. [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)).
4. The Paper. Two novel coronavirus infected children in Guangdong province were cured and discharged [EB / OL]. (2020-01-30) [2020-02-09]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1657157709003157267&wfr=spider&for=p>.
5. Beijing Daily. Three more confirmed cases were discharged from Shanghai, and a total of 44 cases were cured [EB / OL]. (2020-02-09) [2020-02-09]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1658034296056673298&wfr=spider&for=pc>.
6. Bonabeau E. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2002, 99 Suppl 3 (Suppl 3): 7280-7287. DOI: 10.1073 / pnas.082080899..
7. Li Q, Guan X, Wu P, et al, Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia. N Engl J Med. [published online ahead of print January 29, 2020]. DOI: 10.1056 / NEJMoa2001316.