



16 DE ABRIL DE 2020

## Economia e epidemiologia: caminhando de mãos dadas

*Por Giacomo Balbinotto Neto, professor do Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGE/UFRGS), e Araceli Hubert, estudante de Ciências Econômicas da FCE/UFRGS*

Doenças infecciosas estão entre as dez maiores causas de mortes no mundo. Muitos sistemas de saúde, especialmente em países pobres não estão preparados para lidar com estas doenças. A sobrecarga dos sistemas de saúde acontece, normalmente, devido ao grande número de indivíduos afetados e às dificuldades em prover prevenção adequada, diagnóstico e cuidados de saúde (WHO, 2018 a).

Maioria dos países afetados por doenças transmissíveis ainda encontra dificuldades para controlar epidemias. Em 2017, foi estimado que 10 milhões de pessoas contraíram tuberculose (WHO, 2018 b) e mais de 9 milhões de pessoas com HIV não sabem que estão infectadas e, por isso, não estão recebendo tratamento (WHO, 2019). A última estimativa feita sobre fardo que estas doenças causam, como HIV e tuberculose, revela que elas não estão diminuindo e os números continuam altos.

Ainda que doenças transmissíveis de grande impacto sejam um grande desafio nos países mais pobres, elas também são prevalentes em muitos países de média renda. Terminar com epidemias requer mudanças nos sistemas de saúde, mas também, necessita alcançar além do setor da saúde para, assim, lidar com a gestão dos fatores de risco e determinantes das doenças (WHO, 2018 a).

Doenças infecciosas são uma das maiores causas de mortalidade e morbidade no mundo, tentativas de quantificar o fardo epidemiológico e econômico de certas doenças, que afetam em grande peso principalmente países pobres, ainda são complicadas. Os dados de efetividade e custo-efetividade de intervenções em epidemias são limitados (Worrall et al., 2004).

A economia tem um papel importante na decisão de melhores métodos para combater epidemias. A importância se dá na compreensão dos padrões de ocorrência destas doenças e a avaliação de intervenções públicas no contexto de uma sociedade com indivíduos que fazem o melhor que podem dadas as suas restrições. A economia pode, então, prover teorias que explicam mais fenômenos e avaliam mais precisamente esforços de controle de doenças (Philipson, 2000).

Entende-se por **Epidemiologia** o estudo dos padrões da propagação das doenças. Contudo, a Epidemiologia também envolve alguns aspectos econômicos. A principal contribuição da economia para a Epidemiologia é o reconhecimento de que as pessoas modificam seu comportamento em resposta a possibilidade de uma doença. A teoria econômica mostra como os comportamentos econômicos são capazes de alterar o curso de uma epidemia.

A **epidemiologia econômica** surge inicialmente com um foco da relação entre comportamento preventivo e prevalência de doenças. Mais recentemente, foi discutida no que se refere às causas econômicas e consequências epidemiológicas do número e tipo de contato que as pessoas fazem. Isto é, os fatores econômicos por trás do contato e tomada de decisões que fazem parte do mecanismo de transmissão de doenças. Esta abordagem proporciona um maior entendimento da dinâmica de doenças epidêmicas e um conjunto de formas de gestão de doenças que tem como alvo o contato ou a probabilidade de o contato levar a infecções (Perrings et al., 2014). Segundo Mark Gersovitz, Jeffrey S. Hammer (2003):

*The assumption of rational choice helps in understanding how people respond to infectious diseases. People maximize their well-being by choosing levels of prevention and therapy subject to the constraints they face. Objectives and constraints are numerous, necessitating tradeoffs. For example, this approach predicts how people respond to changes in the risk of infection and to the availability of diagnostic tests. The combination of individual rationality with epidemiological models of infection dynamics predicts whether individual choices about infectious disease prevention and therapies produce the best possible social outcomes. If not, individuals' choices generate rationales for government interventions to influence the levels of*

*preventive and therapeutic activities. Optimal policy usually means accepting endemic infection, but at a level lowered by a coordinated package of interventions. Economics combined with epidemiology provides qualitative guidance on the design of such packages, including immunization programs.*

O entendimento de como as pessoas reagem a propagação de uma doença tem consequências para a medição acurada dos custos da doença, da previsão de como as doenças se propagam e para a estruturação de políticas que efetivamente limitam os custos e os sofrimento gerado por uma doença.

Atividades de autoproteção, tais como evitar a visita a amigos doentes e estar em dia com as imunizações, são lugares comuns. Em muitas situações, que envolvem tanto doenças infecciosas e não infecciosas, as pessoas estão dispostas a tomar medidas custosas para evitar as doenças. Compreender quando e porque as pessoas se engajam na autoproteção é crucial para a estruturação de modos de combate a doença.

O princípio chave é que as pessoas terão uma maior demanda por autoproteção quando a exposição a uma doença é mais custosa. Uma maneira de pensarmos sobre uma doença é ver a mesma como sendo um tipo de imposto. Estar doente resulta numa perda de produtividade que é dispendiosa para o próprio indivíduo, mesmo que não acarrete perdas financeiras. Do mesmo modo que um imposto o qual todos pagamos com certeza, a doença somente afeta diretamente aqueles que se tornam doentes. Mas tal como um imposto, as pessoas irão tomar medidas para evitar ter que pagar o imposto por se tornarem doentes. A ideia da doença como sendo um imposto pode ser vista como sendo que a exposição a qualquer doença como sendo um tipo de bem taxado. Dado “o imposto acarretado pela doença”, os consumidores podem mudar seu comportamento para evitar ter que pagar o imposto. A existência de uma doença afeta não somente quem a possui, mas também as pessoas que mudam seu comportamento para evitá-la. Assim, qualquer mudança com relação as atividades desejadas para as menos desejadas na tentativa de evitar a doença constitui-se no que nós chamamos de *excess burden* daquela atividade.

Custos epidemiológicos referem-se aos custos diretos associados a uma doença. Eles consistem nas consequências financeiras e não financeiras para uma pessoa com a doença, tais como a perda de salários e sofrimento físico. Já o *Excess burden* são os custos associados com as atividades que as pessoas tomaram a fim de evitar uma doença. Custos econômicos totais referem-se, assim, a soma dos custos epidemiológicos e o *excess burden* de uma doença.

Os custos epidemiológicos e o *excess burden* de uma doença dependem tanto de sua severidade como da contaminação. Por exemplo: embora a gripe comum possa ser amplamente disseminada, seus custos epidemiológicos para toda a população são baixos. O vírus do Ebola, ao contrário, é fatal e contagioso, podendo matar a vasta maioria das pessoas infectadas em alguns dias. Contudo o número de casos em todo o mundo é pequeno. Então, os custos epidemiológicos da gripe comum e do Ebola podem ser ambos baixos, mas por razões muito diferentes. No caso da gripe comum, a maioria das pessoas tomam algumas precauções, mas poucos tomam precauções extremas. Portanto, o *excess burden* da gripe comum é baixo, porque o risco de pegar uma gripe não motiva as pessoas a mudar muito seu comportamento e atitudes com relação a prevenção. Já em regiões da África onde o Ebola surgiu, a WHO e os governos locais estabeleceram uma quarentena de toda uma vila onde há casos de Ebola. As graves consequências de ser contaminado pelo vírus Ebola motivaram mudanças dramáticas no comportamento para evitar a infecção.

De acordo com Gersovitz e Hammer (2004), a abordagem econômica de doenças infecciosas se dá, em seu princípio, em uma intuição na qual as epidemias e doenças infecciosas são manifestações do princípio da externalidade, que pode ser definido como o fato de haver consequências para terceiros que não são levadas em conta por quem toma decisões. Ademais, a epidemiologia provê uma serie de modelos de doenças transmissíveis e a economia providencia métodos de avaliar custos e benefícios de intervenções na saúde e métodos de otimização dinâmica para guiar as políticas.

Tomando como princípio que epidemias podem ser analisadas como manifestações de externalidades, de acordo com Gersovitz e Hammer (2004), são analisados dois tipos de externalidades: primeiramente, pessoas infectadas podem infectar outras pessoas que infectam outras e assim por diante, sendo a fonte do que é chamado de externalidade da *infecção pura*. Esta externalidade surge na questão da escolha de quanto um indivíduo se esforça para se prevenir, não levando em conta os custos alheios dos que se infectam como consequência. Em segundo lugar temos a *externalidade da prevenção pura* que surge devido às ações preventivas de outros indivíduos que podem afetar diretamente a probabilidade que outros se infectem.

A noção de como doenças se propagam já foi compreendida há muito tempo, porém, somente recentemente, foi realmente entendido como o comportamento humano é crucial para este processo acontecer (Folland *et al.*, 2013).

Contato de pessoa para pessoa conduz às dinâmicas das doenças humanas. Pessoas valorizam contatos, então estão dispostas a aceitar riscos para obter benefícios relacionados. Os custos e benefícios que configuram os *trade-offs* de comportamento e, conseqüentemente, o curso da epidemia estão, maioria das vezes, apenas implicitamente incorporados em modelos epidemiológicos. Resultados indicam que a inclusão de comportamento adaptativo humano modifica significativamente o curso predito de epidemias e que esta inclusão tem implicações nos parâmetros estimativos e na interpretação de políticas públicas (Fenichel et al., 2011).

Apesar de doenças infecciosas representarem uma grande parte da causa de mortalidade mundial, não existe um número considerável de pesquisas analisando as doenças infecciosas de uma perspectiva econômica. Contudo, a avaliação de medidas de saúde pública sob um ponto de vista econômico é particularmente importante.

Os **modelos de epidemiologia econômica** estendem os modelos epidemiológicos compartimentais clássicos, tal como o modelo SIR, que dividem a população em compartimentos definidos pela saúde e pelo status demográfico. Os modelos clássicos concentram-se na razão reprodutiva básica da doença,  $R_0$  – o número de casos secundários em uma população, totalmente suscetível e livre de doenças que resulta da introdução inicial de patógenos – organismo capaz de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros (Perrings et al., 2014). O objetivo da modelagem epidemiológica é a de prover aos formuladores de políticas públicas em saúde uma base racional para a estruturação de políticas para o controle da doença, bem como fornecer estimativas de seus custos e impacto orçamentário.

A epidemiologia econômica enfatiza a possibilidade de que a demanda por autoproteção de uma doença possa ser sensível a prevalência daquela doença – a proporção ou a porcentagem de uma população que esteja sofrendo dela em um dado ponto do tempo.

O **modelo SIR** mostra como uma doença evolui ao longo do tempo. Estes modelos nos ajudam a compreender quando uma população é vulnerável, quando uma epidemia é virulenta, e quando seus efeitos provavelmente diminuem. Eles também nos ajudam a medir os efeitos das vacinações e das intervenções de saúde pública tais como subsídios as vacinações. O modelo SIR provê uma estrutura adequada para nós pensarmos sobre os efeitos recíprocos da relação entre a prevalência e a autoproteção de uma doença. Neste modelo, os membros de uma população são classificados em três grupos: (i) suscetíveis; (ii) infectados; (iii) recuperados.

Nos modelos mais simples,  $R_0$  é o produto de três fatores: a taxa de contato, a probabilidade condicional de transmissão por contato e a duração do período infeccioso. Ele é usado para indicar se a prevalência da infecção aumentará ou diminuirá. Quando  $R_0 > 1$  o patógeno pode se espalhar, quando  $R_0 < 1$ , não. A taxa reprodutiva básica, ou variantes, como o número de reprodução efetivo (que mede a transmissão em uma população que pode ser apenas parcialmente suscetível) e o número de reprodução de controle (que mede a transmissão em uma população suscetível com as medidas de controle implementadas), são usadas para informar sobre o gerenciamento de doenças (Brauer e Castillo-Chavez 2013). A abordagem da economia da epidemiologia trata o número de reprodução em função das decisões que sustentam o contato entre indivíduos suscetíveis e infectados. Assim, isto abre um conjunto diferente de opções de gestão de doenças.

A abordagem econômica da epidemiologia foca na estratégia ótima para evitar doenças e como ocorre o *feedback* desta estratégia dentro da propagação de doenças infecciosas. A abordagem também considera as conseqüências da gestão de risco de doenças para o desenvolvimento econômico e crescimento. Uma característica comum de modelos da epidemiologia econômica é o fator comportamental que afeta e é afetado pelo risco da doença envolvido em decisões de se expor. O risco da doença sendo a probabilidade de infecção multiplicada pelo custo da infecção (Perrings et al., 2014).

As escolhas feitas pelas pessoas alteram as taxas de transmissão de doenças infecciosas e mudam a dinâmica epidemiológica. Conclui-se, então, que a dinâmica da doença é sensível tanto ao custo da doença quanto ao custo da prevenção da doença. Se o custo da doença é muito baixo, há pouco incentivo para evitá-la, e a dinâmica da doença será a associada a decisões de exposição. Se o custo da doença for muito alto, as pessoas investirão recursos substanciais na prevenção de doenças. A dinâmica da doença também é sensível aos benefícios do contato. Os riscos são trocados por estes benefícios. Se houver muito a ganhar com o contato, com a exposição, riscos muito maiores serão aceitos (Fenichel et al., 2010). Há o caso onde indivíduos podem demandar situações de risco, como por exemplo, exposição a doenças sexualmente transmissíveis. Nesta situação, os indivíduos podem dar mais valor ao contato com outros do que à sua proteção, um risco que pode ser bem informado ou não. Quando bem informados, os indivíduos buscam maximizar sua utilidade e, mesmo assim, o comportamento pode levar a um surto epidêmico (Geoffard e Philipson, 1996).

Um ponto crucial que deve ser elucidado no que diz respeito a decisões de não se expor, é o quanto isso é possível para cada indivíduo. Em países com seguridade social mais avançadas e que respondem mais rapidamente a crises, a parcela da população mais pobre tem a oportunidade de não se expor e, com isso, pode tomar a decisão de diminuir seu risco de contrair e propagar doenças. Quando governos se delongam em assegurar renda àqueles que mais precisam, o isolamento social, ou diminuição do risco de se expor, não parece viável a muitos. Como já exemplificado, a mudança da dinâmica da doença é extremamente ligada a resposta do governo, sendo ele responsável por entender por que alguns indivíduos ou parcelas da população correm o risco de se expor a doenças e como mitigar a propagação da doença a partir disto.

A abordagem dos modelos utilizados na epidemiologia econômica proporciona uma previsão aprimorada e tem o potencial de reduzir custo social do gerenciamento de doenças em relação às abordagens clássicas. Permite às autoridades de saúde pública ir além dos métodos tradicionais de controle, como vacinação, tratamento ou distanciamento social. Ela propicia o uso de incentivos econômicos que mudam o curso da epidemia, alterando o contato pessoal e as decisões de se expor a infectados (Chowell *et al.*, 2009).

No que concerne o comportamento de epidemias, Philipson (2000) enfatiza a interação central entre a extensão da doença, que é diminuída pela demanda por prevenção, e a demanda por prevenção em si, que é aumentada pela extensão da doença. No cerne da análise está o aumento da prevalência de doenças infecciosas, ou seja, a parcela da população infectada que induz o crescimento na prevenção privada. A análise epidemiológica certamente discute como vários padrões de comportamento afetam a ocorrência da doença, porém ela não analisa as implicações de como o comportamento muda em resposta aos novos incentivos criados pelo crescimento de uma doença, nem analisa os efeitos dessas mudanças na conveniência de medidas de saúde pública.

O aspecto crucial para o **estudo de epidemias racionais** é, portanto, o que se chama de elasticidade-prevalência da demanda privada por prevenção contra doenças. Ela representa o grau em que a prevenção aumenta em resposta ao surto de doença. Os meios pelos quais as medidas preventivas aumentam podem diferir entre as doenças. Por exemplo, a elasticidade para doenças evitáveis por vacina pode representar o número de vacinações adicionais induzidas por cada nova infecção, enquanto que para doenças sexualmente transmissíveis pode representar o aumento na correspondência de parceiros sexuais que têm o mesmo status de infecção (Philipson, 1999). Este tipo de comportamento elástico pode ter duas implicações: o crescimento de doenças infecciosas é autolimitado, já que induz comportamento preventivo; e, já que o declínio de uma doença desencoraja prevenção, inicialmente esforços públicos tornam progressivamente mais difícil a erradicação de doenças infecciosas.

Podemos ver, portanto, que é de extrema importância o entendimento do comportamento humano no que concerne a propagação de epidemias. Fenichel *et al.* (2010), por exemplo, reconhece que o comportamento adaptativo significa explicitamente a incorporação de respostas comportamentais a riscos de doenças e outros incentivos em modelos epidemiológicos. De acordo com os autores, os modelos utilizados para epidemiologia não utilizam respostas comportamentais a riscos de contrair doenças. É esperado que indivíduos agindo em seu próprio interesse respondam a riscos de doenças protegendo a si próprios de uma possível infecção. É improvável que o contato entre indivíduos se interrompa de acordo com Fenichel *et al.* (2010), mas é possível equilibrar os benefícios e custos esperados de contatos adicionais. Essas respostas comportamentais retornam ao processo de transmissão da doença e alteram a dinâmica epidemiológica e os riscos futuros da doença. De acordo com Brito *et al.* (1990), o risco de contrair doenças simultaneamente afeta e é afetado pela decisão dos agentes, criando, desta forma, um *feedback* do risco – níveis de infecção levam o comportamento a moldar a propagação das doenças. Para o autor, economia da epidemiologia tem o papel de analisar o comportamento de escolha de indivíduos em resposta a doenças. É assumido que indivíduos façam decisões para maximizar sua utilidade e bem-estar. O peso da utilidade esperada é associado a decisões que incluem a possibilidade de infecções futuras quando tomadas certas decisões.

O comportamento predominante elástico, isto é, o comportamento protetor que é visto cada vez mais à medida que uma doença se torna mais prevalente, foi observado, por exemplo, no contexto do sarampo (Philipson, 1996). Na revisão feita por Funk *et al.* (2010), estudos de modelagem baseados na teoria dos jogos mostraram que a dinâmica do comportamento racional e da prevalência de doenças pode levar a oscilações com surtos após aumentos na cobertura vacinal e subsequentes depressões epidêmicas. É o caso quando se supõe que as decisões de vacinação sejam tomadas imitando outras, bem como quando as decisões se baseiam na prevalência passada de uma doença.

Para Funk *et al.* (2010), é útil reconhecer que existem dois diferentes processos. O comportamento humano é baseado em atitudes, crenças, opiniões e consciência sobre uma doença. Todos estes fatores podem mudar com o tempo, tanto em indivíduos quanto na população como um todo. Existem diversas formas de modelar como certos comportamentos mudam com o tempo. De acordo com os autores, diversos modelos fazem uma suposição sobre a *fonte* da informação e o *tipo* de informação na qual as pessoas baseiam suas decisões, que, eventualmente, irão resultar em uma mudança comportamental.

Em um estudo realizado sobre a campanha de vacinação para febre amarela no Brasil, por exemplo, (Coelho e Codeço, 2009) foi analisado o impacto da opinião pública nos resultados da campanha e a dificuldade de lidar com eventos de surto. Como exemplo, os autores citam que nenhum comunicado de imprensa oficial foi considerado, pois sempre havia questões políticas envolvidas e desconfiança nas autoridades. Este exemplo mostra a complexidade de modelar e prever o sucesso das estratégias de contenção de doenças.

Epidemiologistas e economistas reconhecem cada vez mais que a heterogeneidade dos indivíduos e a tomada de decisões são essenciais para determinar como as epidemias evoluem e como as intervenções políticas afetam essa evolução. Economistas desenvolveram modelos para descrever como os indivíduos se envolvem em comportamento adaptativo ou estratégico, incluindo tratamento e vacinação (Francis, 1997, Geoffard e Philipson, 1996, Philipson, 2000), reduções no comportamento sexual de risco (Auld, 2003, Kremer, 1996), comportamento migratório (Mesnard e Seabright, 2009), e mitigação de riscos genéricos através da redução de contatos sociais (Chen et al., 2011, Fenichel et al., 2011). Um componente fundamental dos modelos com comportamento estratégico é que o atual estado de saúde de um indivíduo influencia seus incentivos para se engajar em diferentes comportamentos (Auld, 2003, Fenichel et al., 2011).

Existe grande potencial para pensar em assimetrias informacionais no contexto de doenças infecciosas, pois a forma como os indivíduos respondem e reagem as ameaça da doença depende de sua percepção de risco, que por sua vez é influenciada por informações públicas e privadas. Informações públicas referem-se principalmente a prevalência de uma doença, que por sua vez pode ser amplamente divulgada pela mídia. Os indivíduos combinam essas informações com suas próprias fontes privadas de informação e crenças para avaliar sua provável exposição à doença, que por sua vez determina sua estratégia de prevenção. Por exemplo, indivíduos que pensam que vivem em uma área de baixa prevalência da doença, estariam relativamente menos propensos a se proteger. No entanto, a qualidade das informações sobre prevalência local pode ser tendenciosa, seja porque poucos médicos sabem o suficiente sobre a doença, visto que ela é nova e desconhecida, ou porque informações sobre o risco da doença podem não estar disponíveis para os cidadãos comuns.

Em resumo, a abordagem da economia da epidemiologia abre novas opções para a previsão e o gerenciamento de epidemias. Ao melhorar nossa compreensão do comportamento do contato, a abordagem está fortalecendo a capacidade de projetar o curso futuro da doença. Essa forma de análise ajuda a identificar as escolhas privadas que melhor atendem ao interesse público e os incentivos necessários para levar as pessoas a fazerem essas escolhas. Assim, pode-se concluir que há uma necessidade de incorporar-se as escolhas comportamentais em modelos matemáticos de disseminação de doenças. Isso é crucial se quisermos melhorar a precisão das previsões do curso e do custo de uma epidemia e desenvolver políticas públicas adequadas e eficientes. A economia tem muita experiência em pensar em como as pessoas respondem ao risco, seja por maior risco em outras áreas de sua vida (seguros, aplicações financeiras, etc.) ou pela diminuição do risco em outros lugares. Uma estrutura unificada para pensar sobre essas respostas ao risco poderia ser combinada com os modelos epidemiológicos de doenças infecciosas para uma melhor compreensão de como as doenças e os seres humanos interagem.

A abordagem econômica das doenças infecciosas está em sua infância tanto do ponto de vista teórico como empírico, um tanto estranhamente porque muitos economistas há muito têm a intuição de que epidemias e doenças infecciosas são manifestações fundamentais do princípio de uma externalidade negativa, em si um conceito central na economia. No entanto, só recentemente os economistas começaram a olhar para essas questões. Contudo, com a recente crise causada pela COVID 19, isto irá mudar, pois a epidemiologia econômica emergiu como um significativo campo de pesquisa multidisciplinar de extrema relevância, tanto do ponto de vista teórico, empírico e para a formulação de políticas públicas baseadas em evidências.

## Referências bibliográficas

BRAUER F, CASTILLO-CHAVEZ C. **Mathematical Models for Communicable Diseases**. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2013.

BRITO D. et al. **Externalities and compulsory vaccinations**. *Journal of Public Economics*, 45, 69-90, Agosto 1990.

COELHO FC, CODEÇO CT. **Dynamic Modeling of Vaccinating Behavior as a Function of Individual Beliefs**. *PLoS Comput Biol* 5(7): e1000425, 10 julho 2009. Disponível em: [doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000425](https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000425).

CHOWELL G, VIBOUND C, WANG X, BERTOZZI SM, MILLER MA. **Adaptive vaccination strategies to mitigate pandemic influenza: Mexico as a case study**. *Public Library of Science ONE* 4: 8164, Dezembro 2009. Disponível em: [doi.org/10.1371/journal.pone.0008164](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008164).

DALEY, D.J. e GANI, J. **Epidemic Modeling: An Introduction**. Cambridge, Cambridge University Press, 1999.

FENICHEL EP et al. **Adaptive human behavior in epidemiological models**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108 (15) 6306-6311, Abril 2011. Disponível em: [doi: 10.1073/pnas.1011250108](https://doi.org/10.1073/pnas.1011250108).

FENICHEL EP et al. **Management of infectious wildlife diseases: bridging conventional and bioeconomic approaches**. Ecological Applications, 20: 903-914, Junho 2010. Disponível em: [doi:10.1890/09-0446.1](https://doi.org/10.1890/09-0446.1).

FOLLAND S et al. **The economics of health and healthcare**. New Jersey, 2013.

FUNK S, et al. **Modelling the influence of human behavior on the spread of infectious diseases: a review**. J.R. Soc. Interface 7, 1247-1256, Maio 2010. Disponível em: [doi: 10.1098/rsif.2010.0142](https://doi.org/10.1098/rsif.2010.0142).

GEOFFARD PY., PHILIPSON T. (1996). **Rational epidemics and their public control**. *International Economic Review*, 37(3): 603-24.

GEOFFARD PY, PHILIPSON T. **Disease Eradication: Private versus Public Vaccination**. The American Economic Review, Vol. 87, No. 1, pp. 222-230, março 1997. Disponível em: [www.jstor.org/stable/2950864](http://www.jstor.org/stable/2950864).

GERSOVITZ M, HAMMER JS. **The Economical Control of Infectious Diseases**. The Economic Journal, 114, 1-27, janeiro 2004.

LAZER D, et al. **Computational social science**. Science 323, 721-723, fevereiro 2009. Disponível em: [doi:10.1126/science.1167742](https://doi.org/10.1126/science.1167742).

LAXMINARAYAN, R. e MALANI, A. Economics of Infectious Disease. In: GLIED, S. e SMITH, P.C. **Oxford Handbook of Health Economics**. Oxford, Oxford University Press. 2011.

NISHIURA H. **Time variations in the transmissibility of pandemic influenza in Prussia, Germany, from 1918-19**. Theor. Biol. Med. Model. 4, 20, 2007.

PERRINGS C, CASTILLO-CHAVEZ C, CHOWELL G, et al. **Merging Economics and Epidemiology to improve the Prediction and Management of Infectious Disease**. EcoHealth 11: 464, Setembro 2014. Disponível em: [doi.org/10.1007/s10393-014-0963-6](https://doi.org/10.1007/s10393-014-0963-6)

PHILIPSON, Tomas. **Private Vaccination and Public Health: An Empirical Examination for U.S. Measles**. Journal of Human Resources, 31(3), 611-30, 1996.

PHILIPSON T. **Economic epidemiology and infectious diseases**. in (A. J. Culyer and J. P. Newhouse, eds.) Handbook of Health Economics, ch. 33. Amsterdam: Elsevier, 2000.

ROBERTS, J. A. **Economics of Infection Disease**. Oxford, Oxford University Press, 2006.

SOÁREZ, Patricia Coelho de. **Uso de modelos de análise de decisão nos programas de vacinação contra a varicela**. 2009. Tese (Doutorado em Medicina Preventiva) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. [doi:10.11606/T.5.2009.tde-09122009-162209](https://doi.org/10.11606/T.5.2009.tde-09122009-162209).

WILSON, E.B. e BURKE, M.H. The Epidemic Curve. **Proc. Nat. Acad. Sci.** Washington, 28:361-367, 1942.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ending the epidemics of high impact communicable diseases**. 2018 a. Disponível em: [www.who.int/news-room/commentaries/detail/ending-the-epidemics-of-high-impact-communicable-diseases](http://www.who.int/news-room/commentaries/detail/ending-the-epidemics-of-high-impact-communicable-diseases).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global tuberculosis report**. 2018b. Disponível em: [www.who.int/tb/publications/global\\_report/en/](http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **HIV/ADS factsheet**. 2019. Disponível em: [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail).

WORRALL E, RIETVELD A, DELACO C. **The burden of malaria epidemics and cost-effectiveness of intervention in epidemic situations in Africa**. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 71, 2, 136 – 140, Agosto 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2004.71.136>.

**📍 INFORMAR ERRO**

**📁 ANÁLISE: CONJUNTURA NACIONAL E CORONAVÍRUS**

**# ARTIGO**