

ILUSTRAÇÃO - HÉLIO DE ALMEIDA. SOBRE FOTOS CDC/BROWN UNIVERSITY/HETTOR NUI-AE/OMS

EPIDEMIOLOGIA

# Matemática faz bem à saúde

*Simples ferramentas matemáticas e estatísticas ajudam a prevenir e controlar epidemias*

“Meu trabalho é traduzir os conceitos epidemiológicos para a linguagem matemática, aplicá-los na elaboração de cenários das doenças infecciosas e fornecer informações que ajudem as estratégias para o controle ou a erradicação de doenças infecciosas.” Assim o

pesquisador Hyun Mo Yang sintetiza sua dedicação à epidemiologia matemática, uma área de pesquisa aplicada que tem mostrado resultados altamente positivos em curto prazo (ver quadro). Ligado ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (Imecc) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Yang tem dois projetos na área, ambos com financiamento da FAPESP.

Nascido em 1959 em Teajon, Coréia do Sul, e radicado desde 1968 em São Paulo, Yang especializou-se no instrumental matemático e estatístico aplicado à Física Nuclear.

Formou-se em 1983 pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), onde concluiu o mestrado em 1985 e o doutorado em 1990, ambos em Física Nuclear. Ao mergulhar numa disciplina tão especializada, foi aos poucos sentindo necessidade de se dedicar também a uma área de alcance social e encaminhou-se para a epidemiologia.

**Pestes e dengue** - Entre 1998 e 2000, Yang conduziu o *Estudo da Transmissão de Epidemias e Pestes Causadas por Micro e Macroparasitas e Possíveis Mecanismos de Controle*. Ainda antes de concluí-lo, passou a desenvolver outro projeto em novembro de 1999: *Estudo dos Fatores Biológicos, Sociais e Ambientais para a Transmissão da Dengue para Delinear Mecanismos de Controle e Prevenção – Epidemiologia Quantitativa*. Desenvolvido em parceria com a Superintendência do Controle de

Endemias (Sucen), da Secretaria da Saúde do Estado, o novo projeto abrange o estudo de modelos matemáticos para os fatores envolvidos na transmissão da doença pelo mosquito *Aedes aegypti*.

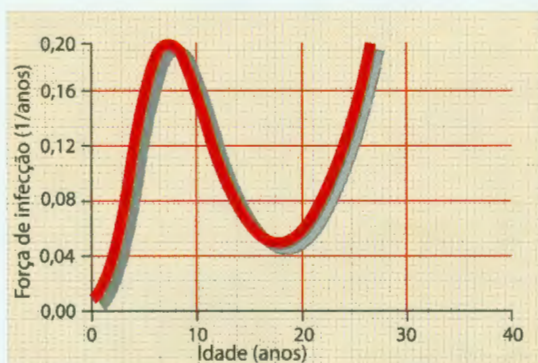
#### Objetivos e modelos

Na luta contra as doenças infecciosas, busca-se otimizar esforços para seu controle e combate, com a possibilidade de resultados em curto prazo. Para isso, elas são consideradas em dois grupos: as de transmissão indireta (que dependem de insetos ou outros vetores, como a dengue, a malária e o mal de Chagas) e as de transmissão direta (que não dependem de intermediários para a transmissão, como o sarampo, a caxumba e a rubéola). Há algumas indagações cruciais. Por exemplo: como delimitar as áreas prioritárias para campanhas de combate a insetos transmissores? Como definir faixas etárias prioritárias para uma campanha de vacinação? Ou qual a época mais adequada para a campanha?

SÍRIO L.B. CANÇADO

### O vai-e-vem das infecções

O risco de contágio cresce na infância, diminui na adolescência e volta a subir após os 20 anos



Fonte: Hyun Mo Yang/Unicamp

Os objetivos principais podem ser resumidos em dois: descrição matemática da disseminação e análise dos mecanismos de controle ou de erradicação das doenças. Para isso, não são suficientes os modelos estatísticos aplicáveis às doenças não-infecciosas. É preciso desenvolver modelos matemáticos dinâmicos que considerem fatores como temperatura, condições socioeconômicas, características da propagação de microrganismos e diversos outros fatores, inclusive a interação entre três grupos distintos de indivíduos: infectados, recuperados e suscetíveis. “Fazer modelagem somente pela modelagem pode ser

muito bonito, mas é preciso fazer com que ela leve a um resultado”, afirma Yang.

A epidemiologia matemática pode ajudar também no equacionamento de diversos fatores ambientais e socioeconômicos relacionados

#### OS PROJETOS

*Estudo da Transmissão de Epidemias e Pestes Causadas por Micro e Macroparasitas e Possíveis Mecanismos de Controle*

##### MODALIDADE

Auxílio a projeto de pesquisa

##### COORDENADOR

HYUN MO YANG - Unicamp

##### INVESTIMENTO

R\$ 10.000,00 e US\$ 22.189,73

*Estudo dos Fatores Biológicos, Sociais e Ambientais para a Transmissão da Dengue para Delinear Mecanismos de Controle e Prevenção – Epidemiologia Quantitativa*

##### MODALIDADE

Programa de Pesquisas em Políticas Públicas

##### COORDENADOR

HYUN MO YANG - Unicamp

##### INVESTIMENTO

R\$ 11.820,00 (I Fase) e R\$ 137.000,00 (II Fase – projeto em análise)

## Controle sobre a rubéola

A primeira experiência significativa da aplicação de modelos de epidemiologia matemática a uma estratégia de controle de doença infecciosa de transmissão direta no Brasil ocorreu em 1992 no Estado de São Paulo. Na época, a Organização Pan-americana de Saúde (Opas) havia recomendado vacinar todas as crianças e jovens de 9 meses a 15 anos de idade com a vacina tríplice – destinada a prevenir rubéola, sarampo e cachumba. O cus-

to previsto para a campanha, que deveria atingir 12 milhões de doses, era de US\$ 35 milhões.

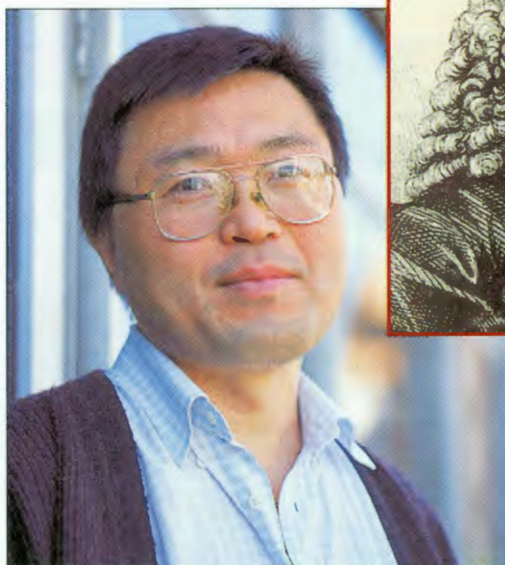
Entretanto, um estudo então em andamento patrocinado pela FAPESP – *Métodos de Avaliação do Impacto de Estratégias de Imunização contra Doenças de Transmissão Direta* – deu às autoridades a certeza de poder contar com esse mesmo potencial de imunização com menos trabalho e com uma redução significativa dos custos previstos.

“Nosso trabalho mostrou que bastaria vacinar a população de 1 a 10 anos de idade, o que exigiria apenas 7 milhões de vacinas”, afirma o epidemiologista Eduardo Massad, coordenador desse estudo e responsável pelo Laboratório de Informática Médica da Faculdade de Medicina da USP. A adoção dessa estratégia permitiu reduzir em US\$ 15 milhões os custos de vacinação, com uma economia de aproximadamente 43%. Feito entre 1992 e 1995, o estudo teve um financiamento de R\$ 143 mil.

à saúde pública. Um exemplo é outro estudo desenvolvido recentemente por Yang, em parceria com Marcelo Ferreira, do Instituto de Ciências Biomédicas da USP, destinado à compreensão matemática dos efeitos do aquecimento global e das condições socioeconômicas na transmissão da malária. O trabalho foi publicado na edição de maio de 2000 da *Revista de Saúde Pública* (*Assessing the Effects of Global Warming and Local Social and Economic Conditions on the Malaria Transmission* ou *Quantificando os Efeitos do Aquecimento Global e das Condições Socioeconômicas Locais na Transmissão da Malária*).

Em outros trabalhos, ele já havia lidado também com modelos matemáticos aplicados a doenças infecciosas em geral, inclusive à transmissão do vírus HIV.

Seus estudos o têm convencido da necessidade de ampliar a base de profissionais em epidemiologia matemática. “Além de desenvolver a pesquisa propriamente dita, gostaria de despertar o interesse de estudiosos das ciências exatas para o imenso campo de aplicação da matemática às ciências médicas e biológicas.”



MIGUEL BOYAWAN



Yang e Bernoulli, o precursor: reforço às políticas de saúde pública

UNIVERSIDADE DE ST. ANDREWS

A epidemiologia matemática tem origem antiga. Os passos iniciais já haviam sido dados em 1760 com um trabalho do suíço Daniel Bernoulli (1700-1782), *Essai d'une Nouvelle Analyse de La Mortalité Causée par la Petite Vérole et des Avantages de l'inoculation pour la Prévenir* (*Ensaio sobre uma Nova Análise da Mortalidade Causada por Variola e as Vantagens da Vacinação para Preveni-la*).

**Campo aberto** - Contudo, esse esforço pioneiro só seria retomado nos primeiros anos do século 20 por matemáticos britânicos, em trabalhos referentes a diversas doenças epidêmicas.

A área ainda é pouco explorada. Segundo o epidemiologista Eduardo Massad, vice-diretor da Faculdade de Medicina da USP, mesmo nos países mais desenvolvidos os programas de saúde pública têm pouco contato com a pesquisa dos modelos dinâmicos de epidemiologia matemática. Até mesmo os Estados Unidos, que contam com a poderosa estrutura dos Centros de Controle de Doenças (CDCs) sediados em Atlanta, na Geórgia, acordaram há pouco para a importância da área, onde em geral predominam as aplicações de probabilidade estatística. Segundo Massad, a tradição no uso de modelos matemáticos dinâmicos, que permitem a elaboração prévia de cenários epidemiológicos, só existe efetivamente na Grã-Bretanha.

No Brasil, país ainda com sérios problemas epidêmicos, ligados sobretudo às chamadas doenças tropicais, Yang tem portanto um amplo campo de ação.

A campanha deu à FAPESP a oportunidade de divulgação de resultados de alta significação: obteve-se um controle efetivo da síndrome da rubéola congênita, causa de elevados índices de surdez, cegueira e retardo mental em crianças de todo o país. Além disso, estudos sorológicos feitos de 1992 a 1995 com amostras de sangue de 3 mil crianças de escolas e creches da rede pública paulista mostraram fortes indicações de que o vírus da rubéola não mais circulava no Estado entre as crianças de até 10 anos, conforme relatado por *Notícias FAPESP* em abril de 1996.

Já no que se refere ao sarampo, os resultados colhidos com a campanha de 1992 teriam permitido imunizar a população durante no mínimo sete anos, pois a vacinação de rotina, aplicada às crianças de 9 meses e de 15 meses de idade, teria a incumbência de evitar surtos epidêmicos, segundo Yang.

Essa vacinação de rotina, porém, não foi eficaz, de acordo com Yang, pois ocorreram falhas na própria vacina e o desabastecimento dos postos de saúde. “Como resultado, o que se observou foi uma epidemia severa de

sarampo em 1997”, afirma o pesquisador. Ele aponta também um fator contra o qual as campanhas de vacinação tem pouco poder de eficácia preventiva: a campanha e a vacinação de rotina não foram capazes de opor-se às correntes migratórias e às variações de fatores não biológicos. Assim, o ingresso de indivíduos suscetíveis e infectados altera o cenário de uma comunidade que de outro modo teria um número bem mais elevado de indivíduos imunes após uma campanha de vacinação em massa.