

Detecção precoce de epidemias: novas tecnologias

Maria Lucia F. Penna¹, Jair Koiller²

¹Instituto de Medicina Social/UERJ
Rua São Francisco Xavier, 524, pavilhão João Lyra Filho, 7º andar, blocos D e E
Maracanã, Rio de Janeiro CEP 20550-900

²Centro de Matemática Aplicada – Fundação Getúlio Vargas/RJ
Praia de Botafogo 190 – 22250-040 – Rio de Janeiro – RR – Brazil

mlfpenna@terra.com.br jkoiller@fgv.br

***Abstract.** In spite of good advances in epidemiological surveillance and information systems produced by the Brazilian Health Ministry, one still finds, upon retrospective analysis, surges or epidemics that may have been detected in early stages. It is of strategic interest for Brazil to absorb and take part on the development of new mathematical technique in the theme. In this note we register the interest of CMA/FGV to participate in such research networks both from the theoretical viewpoint and software applications. We also present and outline of the studies done in our seminars since 2008.*

***Resumo.** Apesar de bons avanços em vigilância epidemiológica e sistemas de informação, realizados pelo Ministério da Saúde, ainda é frequente encontrar, quando da análise retrospectiva de dados secundários, surtos ou epidemias não registradas oportunamente. É interesse estratégico para o Brasil absorver técnicas matemáticas desenvolvidas recentemente ao nível internacional.. Registramos nosso interesse em participar de redes de pesquisa, tanto do ponto de vista teórico, como no desenvolvimento de aplicativos. Sumarizamos também os estudos feitos em nosso seminário desde 2008.*

1. Sistemas de “early warning” para surtos epidêmicos.

Melhorar os sistemas de vigilância epidemiológica, em escala mundial, é uma necessidade premente. Em 2003 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou alerta pandêmico global, com o episódio da SARS, felizmente controlado a tempo. Porém, no momento em que esta comunicação é escrita, infelizmente o risco de uma pandemia de gripe suína é manchete do noticiário em todos os países.

Duas novas estratégias, através de ferramentas de inteligência artificial já tem sido utilizadas internacionalmente. A detecção de surtos e epidemias via busca na Internet, e a detecção automática e em tempo real a partir das bases de dados da área de saúde.

No Brasil, os esforços recentes do Ministério da Saúde tem sido na direção de implantar sistemas de informação, por exemplo com a modernização do processo de entrada de dados, como o cartão do Sistema Único da Saúde (SUS). Porém, o alto custo do desenvolvimento deste e de outros sistemas não se justifica, se toda a informação potencial contida nos dados não for inteligentemente analisada, para subsidiar as decisões da política de saúde.

2. Organismos responsáveis no Brasil e na França.

Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde. Reproduzido do portal do [Ministério da Saúde do Brasil, (2009)]. “O Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde (Cievs) foi inaugurado em março de 2006. O Brasil é um dos cinco países do mundo a possuir uma sala especialmente equipada com os mais modernos recursos tecnológicos para receber informações sobre a ocorrência de surtos e emergências epidemiológicas que coloquem em risco a saúde da população em qualquer local do país... uma equipe especializada faz plantão, 24 horas por dia, todos os dias da semana, para receber notificações e comunicar as autoridades em caso de emergência”

Institut de Veille Sanitaire. Reproduzido (sem tradução) do portal do [Ministère de la Santé et des Sports, France, 2009] “Établissement public, placé sous la tutelle du ministère chargé de la Santé, l’Institut de veille sanitaire (InVS) réunit les missions de surveillance, de vigilance et d’alerte dans tous les domaines de la santé publique... l’InVS a vu ses missions complétées et renforcées par la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique, afin de répondre aux nouveaux défis révélés par les crises sanitaires récentes et les risques émergents”.

3. Novas tecnologias

3.1 Oportunidades de colaboração.

Além dos novos métodos estatísticos usados em aprendizado de máquinas [Smale e Poggio, 2003]), mencionamos o aporte de geometria diferencial na redução dos dados (“manifold learning”, [Verna, 2008]), e sistemas dinâmicos (bifurcações e atratores, [Guckenheimer, 2007]) na modelagem e análise qualitativa. As novas técnicas diferem da modelagem estatística tradicional, pela necessidade de robustez no caso de séries temporais curtas geradas por fontes de dados fora das tradicionais, como por exemplo, distribuição de medicação, e incorporar as anomalias como dados relevantes.

Detecção de surtos e epidemias através de pesquisa na Internet. O Ministério da Saúde do Canadá desenvolveu um sistema de busca (Global Public Health Intelligence Network [Mykhalovski, Weir, 2006]) de eventos na Internet em sete línguas: inglês, francês, espanhol, árabe, russo e chinês tradicional e simplificado. Os resultados das buscas, além de usados pelo governo canadense, são vendidos a diversos países e organismos internacionais. Relata-se que o sistema foi responsável pela detecção precoce de 40% das epidemias confirmadas pela OMS. A informação não estruturada é acessada, analisada e transformada, permitindo a geração de informação inteligente em tempo real. A tecnologia envolve a mineração de texto, envolvendo a formação de significados específicos (quantos, quando, onde, quem).

Detecção automática e em tempo real de surtos e epidemias a partir de base de dados: O governo dos USA, através de diversas agências financiadoras (NIH, NSF, DARPA) e a agência da Homeland Security (esta última mais preocupada com bioterrorismo) vem já desde algum tempo estimulando o desenvolvimento de novas técnicas matemáticas para uso na vigilância síndrômica. Algumas destas são descritas em [Banks e Castillo-Chavez, 2003]. As dificuldades são apontadas, por exemplo, em [Drake, 2005].

3.2. Interesse do CMA/FGV.

Seguindo a tradição da FGV de contribuir no desenvolvimento de áreas de aplicação importantes para o Brasil, na área da saúde pretendemos inicialmente estudar as metodologias de detecção precoce de surtos epidêmicos. Nesta direção gostaríamos de contar com colaboradores na rede Colibri/SBC. Foram feitos contatos preliminares junto ao CIEVS/MS, com excelente receptividade. Assim, sugerimos a SBC-Colibri a realização de um workshop sobre o assunto. A seguir relatamos os primeiros esforços no tema, realizados por nosso grupo, em andamento para ser submetidos a publicação.

4. Resultados obtidos por nosso grupo.

4.1. Simulador de surtos epidêmicos em redes - visualização geo-referenciada.

Para simular situações com heterogeneidades espaciais nas infectividades, divide-se uma região como a área metropolitana do Rio de Janeiro em regiões menores (Fig 1a). Em cada nó da rede, utilizamos um modelo SIR (suscetíveis, infectantes e recuperados) adaptado para arboviroses urbanas [Nishiura, 2006]. O subsistemas se acoplam através da matriz de circulação, que pode ser estimada com dados reais.

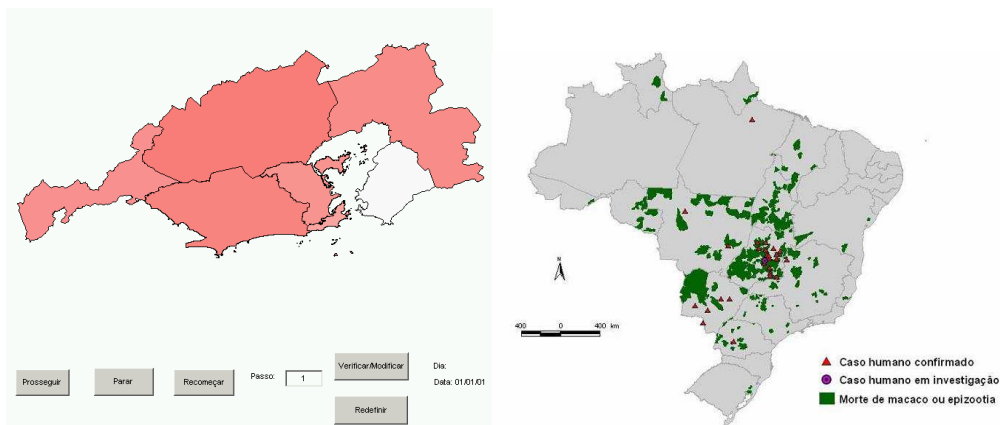


Figura 1. a. Simulação para dengue. b. Corredores ecológicos na febre amarela

O simulador foi desenvolvido por Paulo Cezar P. Carvalho, Moacyr Alvim e Aslá Sá. No momento o simulador está sendo calibrado com dados reais. Os resultados preliminares produziram um “fit” bastante razoável. Cenários para a introdução do Den4 e da febre amarela estão sendo avaliados. A ameaça da febre amarela urbana é claramente visível na Fig.1b.

4.2. Resultados teóricos.

A literatura sobre modelagem epidemiológica é vastíssima. O debate “sangrento” entre os especialistas começou com D'Alembert e Bernoulli. Assim, sem maiores pretensões, mencionamos duas observações obtidas em nossos seminários em 2008. A primeira é a existência de uma janela de oportunidade para intervenção, tipicamente de uma semana. Simulações sugerem que há um atraso no início do surto numa determinada região, ainda livre de surto epidêmico, quando regiões vizinhas tem suficiente grau de

comunicação e população infectada. Uma fórmula algébrica, até bastante simples, dá o sinal de alerta. Acreditamos que do ponto de vista teórico, a teoria dos “canards” pode prover uma explicação para o fenômeno [Benoît et al., 1981, Wechselberger, 2007].

A segunda observação é de Max Souza, nosso colaborador do Instituto de Matemática da UFF. Max propõe uma nova classificação metodológica de doenças infecciosas, baseada nas relativas escalas de tempo, das infecciosidades e recuperação [Souza, 2009]. Por exemplo, se o ciclo de vida de um vetor é rápido em relação aos demais parâmetros, o modelo pode ser simplificado, diminuindo a dimensionalidade do modelo. Por exemplo, a dinâmica do mosquito *Aedes* é substituída por uma “virtual transmissão direta” entre humanos. A técnica matemática aqui utilizada é a análise multi-escala, obtendo-se fórmulas para novos parâmetros agregados.

Referências

- Ministerio da Saúde do Brasil (2009), Portal, http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=22233
http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=962
- Ministère de la Santé et des Sports, France, (2009), France <http://www.invs.sante.fr/>
- Mykhalovski, E, Weir, L.(2006), The global public health intelligence network and early warning outbreak detection, Canadian J. Public Health, 97:1, 43-44, ver também http://www.phac-aspc.gc.ca/media/nr-rp/2004/2004_gphin-rmispbk-eng.php
<http://www.who.int/csr/alertresponse/en/>
- Drake, J.M. (2005), “Fundamental Limits to the Precision of Early Warning Systems for Epidemics of Infectious Diseases”, PLoS Med. 2005 May; 2(5): e144. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1140954>
- Poggio, T., S. Smale (2003), “The Mathematics of Learning: Dealing with Data”, Notices of the AMS 50, no. 5, 537-544. Ver também: Poggio et al. (2008) <http://www.mit.edu/~9.520/spring08/index.html> “Statistical Learning Theory”
- Banks H.T., Castillo-Chavez, C., Editors (2003) Bioterrorism: Mathematical Modeling Applications in Homeland Security, SIAM Frontiers in Applied Mathematics 28.
- Verna, N. (2008) “Mathematical advances in manifold learning”, preprint http://www.cse.ucsd.edu/~naverma/papers/re_manifold.pdf
- Guckenheimer, J. (2007) Scholarpedia, 2(6):1517 <http://www.scholarpedia.org/article/Bifurcation>
- Nishiura, H. (2006) “Mathematical and Statistical Analyses of the spread of dengue”, Dengue Bulletin 30, 51-67.
- Benoît, E., Callot, J. F., Diener F., Diener, M. [1981]; “Chasse au canard”; Collectanea Mathematica, 31-32 (1-3), 37-119. Ver: <http://www.scholarpedia.org/article/Canards>
- Wechselberger, M. (2007), Scholarpedia, 2(4):1356. <http://www.scholarpedia.org/article/Canards>
- Souza, M (2009) “Global Analysis and Multiscale Asymptotics for a Vector-Borne Epidemic Model”, em *Mathematical Methods and Modeling of Biophysical Phenomena*, IMPA. http://www.impa.br/opencms/pt/eventos/store_old/evento_0901