

Rio de Janeiro - Brasil



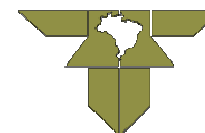
13 a 24 de julho de 2009

II Curso de Epidemiologia Aplicada

Modelos matemáticos de dispersão de doenças animais



Organização Mundial de Saúde - OMS
Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS
Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - PANAFTOSA



Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA
Departamento de Saúde Animal – DSA
Coordenação-Geral de Combate a Doenças – CGCD



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Modelos matemáticos

- Ênfase em segmentos pré-selecionados do visto e generalização a partir deles para o não-visto: erro da confirmação
- Nos enganamos com modelos e padrões já definidos e conhecidos
- O erro da indução
- Distorção da evidência silenciosa
- Ênfase em poucas fontes bem definidas de incerteza à custa de outras que não nos ocorrem tão facilmente



Epidemiologia aplicada

- Relação com modelos matemáticos:
 - Revolução Industrial - quando o mundo começou a se tornar mais complicado, eventos comuns tornaram-se cada vez menos importantes
 - Globalização
 - História da OIE e outras organizações internacionais e nacionais
- Nenhuma evidência de doença \neq
 \neq Evidência de nenhuma doença



Epidemiologia aplicada

- Serviço Veterinário Oficial
- Modelos matemáticos
- Emergências veterinárias
 - Evento inesperado - fora das expectativas comuns (evento raro)
 - Impacto extremo
 - Explicações pós-trauma (previsibilidade retrospectiva mas não prospectiva)



Epidemiologia aplicada ao serviço oficial de defesa sanitária animal

- Relação entre dois sistemas de pensamento:
 - Perspectiva teórica – avaliar objetivamente a relevância epidemiológica da informação:
 - epistemologia, filosofia da história e estatística qualitativa muito comum nas ciências humanas:
 - define a relevância epidemiológica da informação em função do grau de certeza, da sua utilidade e do tempo de reação
 - ética: “Se podes enxergar, veja. Se podes ver, repara.”
 - Perspectiva prática – analisar fenômenos quantificáveis
 - aplicada ao serviço de campo:
 - matemática aplicada, medicina veterinária e estatística de populações



Enxergar \neq Ver



- A representação pictórica é bidimensional como a representação epidemiológica que separa as duas dimensões da saúde: doentes e não-doentes.
- Não é somente uma questão de ponto de vista.
- É uma questão de mudança de perspectiva na definição de doença.

Definição de Doença **Animal**

Adaptado do livro Epidemiologia & Saúde de Maria Zélia Rouquayrol, edição de 1999

- A doença origina-se de processos sociais e econômicos, cresce através de relações ambientais e ecológicas, atingindo seres vivos pela ação direta de agentes físicos, químicos, biológicos e psicológicos, ao se defrontarem, no indivíduo susceptível, com pré-condições genéticas e somáticas
- Conhecimento compartimentado (ex: katrina; teníase-cisticercose)



Tipos de Modelos Matemáticos

Determinísticos	Estocásticos ou probabilísticos
As variáveis são incorporadas como valores fixos	As variáveis são incorporadas na forma de uma distribuição de probabilidades
Cada foco da simulação é o resultado de uma série única de eventos e processos invariáveis	Cada foco da simulação é o resultado de uma série única de eventos e processos probabilísticos
Um número infinito de simulações é formado por um conjunto de resultados iguais.	Um número infinito de simulações é formado por toda a variedade de possíveis resultados
Certeza	Incerteza





Centro Pan-Americano de Febre Aftosa
PANAFTOSA



Projeto de Capacitação em Contra Terrorismo North American Animal Disease Spread Model **NAADSM**

Coordenação de Planejamento, Avaliação e Controle Zoossanitário
– CPACZ –

Geraldo Marcos de Moraes

Helio Vilela Barbosa Jr.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



versões do programa

Data	Local	Versão
Abril 2008	Rio de Janeiro	3.1.17 (21.abr.2007)
Dezembro 2008	Montevidéu	3.1.19 (25.nov.2008)
Março 2009	Rio de Janeiro	3.1.21 (3.jan.2009)
-	-	3.1.22 (2.jun.2009)
Dezembro 2009	Bogotá ?	4.0



North American Animal Disease Spread Model

NAADSM 

- Simula a dispersão de doenças animais contagiosas nas dimensões:
 - espaço e tempo
- Unidade de análise:
 - Rebanho
- População susceptível



O Universo e suas dimensões

- Dimensões do universo dos modelos matemáticos:
 - tempo
 - espaço
 - grandes números
 - incerteza



Modelos Matemáticos e Emergências

- “Durante uma calamidade, velhos costumes desmoronam e a instabilidade impera”
 - Tese de 1920 sobre o caso da explosão do cargueiro francês *Mont Blanc* no porto de Halifax na Inglaterra em 6/12/1917
- O Mundo em 2030 e os modelos demográficos de previsão (o caso da educação)



Estatística & Modelos Matemáticos

- A matemática não é apenas uma ferramenta que precisamos dominar para resolver alguns problemas do cotidiano
- Ela é uma forma de descrever o mundo
- Todo o mundo físico é traduzível em números com muito maior precisão do que a descrição feita por palavras



A descrição estatística

- "...na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) o número de alunos brancos é de 76,8%, o de negros 20,3% para uma população negra no estado de 44,63%; na Universidade Federal do Paraná (UFPR) os brancos são 86,6%, os negros, 8,6%, para uma população negra no estado de 20,27%; na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), brancos são 47%, negros 42,8% e a população negra no estado, 73,36%; na Universidade Federal da Bahia (UFBA), 50,8% são brancos, 42,6% negros e 74,95% a população negra do estado; na Universidade de Brasília (UnB), são brancos 63,74%, são negros 32,3%, tendo o Distrito Federal uma população negra de 47,98%; na Universidade de São Paulo (USP), os alunos brancos somam 78,2%, os negros, 8,3% e o percentual da população negra no estado é de 27,4%. Vê-se, assim, que o déficit produzido por essas diferenças é bastante desfavorável ao negro nos estados onde se encontram essas universidades: 24,33% na UFRJ, 11,67% na UFPR, 30,56% na UFMA, 32,35% na UFBA (o maior do Brasil, segundo as universidades pesquisadas), 15,68% na UnB e 19,1% na USP."



A consolidação dos resultados

UF	Sociedade	Universidade	
	Negros %	Negros %	Diferença
UFRJ	44,63	20,3	24,3
UFPR	20,27	8,6	11,67
UFMA	73,36	42,8	30,56
UFBA	74,95	42,6	32,35
UNB	47,98	32,3	15,68
USP	27,4	8,3	19,1



A interpretação matemática

- Neste caso, a comparação deve ser feita usando as razões e não as diferenças
 - Por exemplo, compare 2% na escola com 10% na população. A diferença é pequena (apenas 8%) mas a razão é enorme ($10\% : 2\% = 5$ vezes)
 - Isso pode ser interpretado como uma medida da desigualdade:
 - a escola abriga apenas $1/5$ dos excluídos



A interpretação matemática

- Aplicando este raciocínio à questão da razão entre negros na Universidade e negros na população:
 - Negros na USP ($27,4:8,3 = 3,3$) indica que a USP tem um percentual de negros três vezes menor que a população de negros de SP
 - A UFBA ($73.4 : 42.6 = 1.7$) tem o seu percentual apenas 1,7 vezes menor que a população geral do estado da BA



A interpretação matemática

UF	Sociedade	Universidade		
	Negros %	Negros %	Diferença	Proporção
UFRJ	44,63	20,3	24,3	2,2
UFPR	20,27	8,6	11,67	2,4
UFMA	73,36	42,8	30,56	1,7
UFBA	74,95	42,6	32,35	1,8
UNB	47,98	32,3	15,68	1,5
USP	27,4	8,3	19,1	3,3



A força dos grandes números

- O nosso desafio é compreender sinais misturados por interferências constantes em um contexto mutável, descrevendo complexas redes de influências às vezes impossíveis de desenredar, lidando com a imprecisão da observação e os riscos da previsão
- O ponto de mutação (1 milhão e 1 bilhão)
 - O cérebro humano é constituído por 15 bilhões de células, o que corresponde a 33 duplicações a partir de uma célula original
 - Para chegar a metade desse número (7,5 bilhões) são necessárias 32 duplicações.



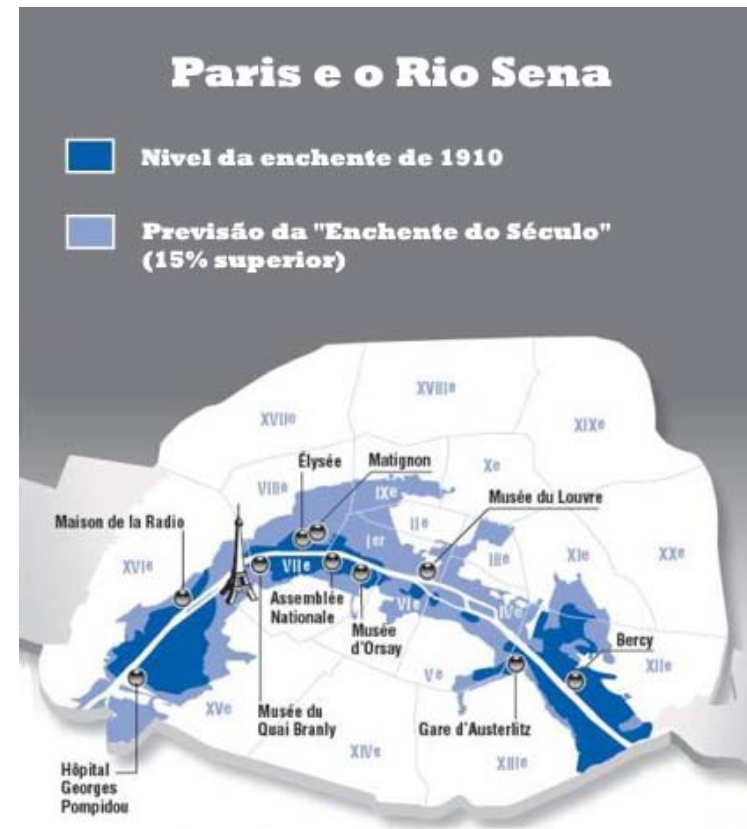
Modelos Matemáticos e Emergências

- Paris se prepara em silêncio



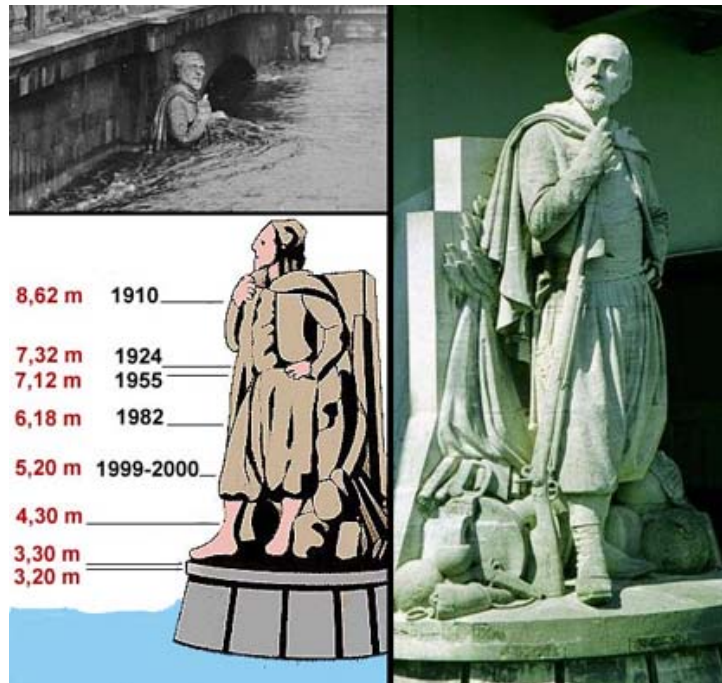
Modelos Matemáticos e Emergências

- Previsões da dispersão



Modelos Matemáticos e Emergências

- A unidade de medida da população



Modelos Matemáticos e Emergências

- 1910: A pior de todas



Coordenação de Planejamento, Avaliação e Controle Zoossanitário – CPACZ

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



NAADSM

- Aplicativo prático e de interface amigável
- Simulação matemática
- Dispersão de uma doença
- Zonas livres (ausência de notificações)
- Estimar e avaliar:
 - estratégias de controle
 - efeitos de planos de prontidão



Importância

- Como ferramenta de treinamento pode ser usada para:
 - preparar pessoal para emergências veterinárias
 - demonstrar para os formuladores de políticas públicas o alcance e os potenciais impactos de uma epidemia na sua região
 - Comparar estratégias de controle e estimar os recursos necessários para as emergências veterinárias



Características

- A unidade de análise é o rebanho:
 - Manifestação da doença e sua transmissão são considerados no nível de rebanho e não no nível individual
- Modelo dinâmico de evolução da condição sanitária do rebanho:
 - Cada rebanho passa da condição de susceptível para infectado, e depois para naturalmente imune ou eliminado



Características

- O modelo simula aspectos da dispersão da doença:
 - espaciais (latitude e longitude)
 - temporais (dias)
- O modelo inclui contabilidade de custos
- Os resultados das simulações dependem da qualidade dos parâmetros considerados para cada cenário



Características

- O usuário deve importar seus próprios dados e ajustar todos os parâmetros relativos a:
 - população animal
 - transmissão da doença
 - medidas de controle
- Conforme a situação da área de interesse



Limitações do **NAADSM**

- O modelo não é capaz de simular doenças:
 - Crônicas
 - Endêmicas
 - Fatais
 - Transmissão vertical, sexual ou por vetor
 - Existência de reservatório
 - Que não conferem imunidade após a infecção



Limitações do **NAADSM**



- Modelos matemáticos **não se destinam nem são recomendados** para uso durante epidemias:
 - não são capazes de prever direção ou magnitude da dispersão
 - não servem para indicar ações de controle
 - As informações precoces sobre a incidência podem dar um falso sentimento de segurança



Uso do **NAADSM**



- A utilidade da simulação depende:
 - da participação e da interpretação de especialistas familiarizados:
 - com o comportamento da doença na população
 - com as limitações, pressupostos e resultados do simulador matemático
- sem esta participação,
 - os resultados encontrados podem ser desastrosamente enganosos



Incerteza

- Quanto mais profundo nosso conhecimento sobre o comportamento epidemiológico das doenças:
 - mais profundo, específico, consistente e articulado será a consciência do nosso desconhecimento
- “com o aumento do conhecimento cresce a dúvida” Goethe (1826)
- Os sábios estão sempre em dúvida, enquanto os ignorantes estão repletos de certezas



Como lidar com a incerteza

Diagnóstico	Qtde.
Confirmado pelo laboratório a partir da notificação pelo SVO	55
Descartado pelo laboratório a partir da notificação pelo SVO	22
Confirmado pelo laboratório em estudos soroepidemiológicos	23
População TOTAL	100

	Qtde.
Casos notificados pelo SVO	77/100
Incurácia	45/100
Incidência confirmada pelo laboratório	78/100



Simulando com o NAADSM



Coordenação de Planejamento, Avaliação e Controle Zoossanitário – CPACZ

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



- É imprescindível dar aos veterinários o conhecimento epidemiológico
 - que os transformará em profissionais seguros, capazes de entender por si mesmos o significado da saúde animal, dos riscos zoonosológicos e meios de prevenção e mitigação, e da importância dos SV em nível local e global.



- É preciso pôr o raciocínio epidemiológico em prática para não ser enganado por pseudocientistas, vencido por interesses econômicos ou surpreendido por uma epidemia
- Buscar o verdadeiro saber dos que conhecem, a lucidez e a ação esclarecida dos grandes sanitaristas.

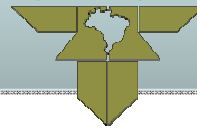


Obrigado!

Coordenação de Planejamento, Avaliação e Controle Zoossanitário

– CPACZ –

Geraldo Marcos de Moraes



Helio Vilela Barbosa Jr.

geraldo.moraes@agricultura.gov.br

helio.vilela@agricultura.gov.br



Coordenação de Planejamento, Avaliação e Controle Zoossanitário – CPACZ

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

