

## ECOLOGIA DA PESTE BUBÔNICA

Fernando Dias de Avila-Pires\*

### INTRODUÇÃO

Este trabalho destina-se a permitir uma reavaliação da metodologia da pesquisa sobre peste bubônica, do ponto de vista de sua ecologia.

Poucas doenças infecciosas ou parasitárias receberam tanta atenção quanto a peste. Encontram-se referências a ela no folclore primitivo, nas crenças e nas superstições da antiguidade pré-clássica. É assunto obrigatório nas obras de história medieval, tema de prosa e de verso, de estudos, pesquisas, credences, maldições e de temor universal. Peste passou a ser sinônimo de praga e de doença, em geral.

De ocorrência cosmopolita, apresenta-se sob distintas formas clínicas e teve seu agente descrito simultaneamente por dois autores, Kitasato e Yersin, trabalhando independentemente, durante a grande pandemia de 1894.

As principais formas clínicas — peste bubônica e pneumônica — têm em comum apenas o agente. Seus aspectos ecológicos e epidemiológicos são completamente distintos e exigem a adoção de medidas preventivas e profiláticas diferentes.

A ecologia da peste bubônica constitui tema de permanente interesse teórico e pragmático.

Encarada, comumente, como enfermidade humana, a peste bubônica é, na verdade, uma zoonose e, mais que isso, constitui, em muitas regiões, um mecanismo natural de controle de populações de certos roedores silvestres.

A distribuição geográfica e ecológica dos focos e o ciclo enzoótico ou silencioso apresentam, ainda, aspectos obscuros, uma vez que existem poucos trabalhos sistemáticos dirigidos para o esclarecimento do problema da persistência da *Yersinia* durante os períodos interepizooticos e interepidemicos.

O esclarecimento de certos pontos obscuros na cadeia epizootiológica-epidemiológica da peste bubônica tem sido dificultado por três ordens de fatores:

1. O apego de alguns autores a certos conceitos não-ortodoxos, que tendem a considerar a infecção pestosa como ímpar entre as doenças infecciosas de caráter endêmico, fugindo aos padrões clássicos;

2. A tentativa de adaptar conceitos e técnicas arraigadas e tradicionais de investigação e controle de peste urbana ao ambiente ruderal;

3. A orientação dos programas de vigilância e controle que, em geral, são dirigidos para o atendimento do caso humano, quando a peste é uma zoonose e este, um acidente.

É evidente que a peste evoluiu, nos dois últimos milênios, da condição silvestre primitiva para o ambiente ruderal e deste para as concentrações urbanas. Após sua introdução nos portos marítimos das Américas, radicou-se nas áreas rurais.

A peste é uma zoonose cosmopolita, que se manifesta em surtos epizooticos e que constitui um dos principais fatores de controle das populações de certos roedores silvestres<sup>1</sup>.

---

\* Departamento de Zoologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo  
Recebido para publicação em 16-3-1976.

Deve ser ressaltado que, no nível ecológico (e epidemiológico, por consequência), a peste bubônica e a peste pneumônica são entidades distintas, que se propagam por diferentes mecanismos, infectam por vias distintas, com diferentes graus de infectividade e distinta sintomatologia: na verdade, só têm em comum o agente patogênico, como já assinalamos.

A análise dos trabalhos realizados em Exu, no nordeste brasileiro, sob a orientação de Baltazard<sup>3</sup>, vem confirmar nossas idéias iniciais sobre a pouca viabilidade da hipótese da manutenção de *Yersinia* em tocas de roedores, naquela região. Acreditamos que tal mecanismo poderia operar esporadicamente, em regiões de clima temperado, marcado por invernos rigorosos e verões quentes, onde existem mamíferos fossoriais que constroem galerias extensas com câmaras diversificadas, onde prevalece um microclima constante e estável — assim mesmo como mecanismo auxiliar ou accidental. Não esperávamos encontrá-lo na área endêmica da região neotropical, onde nem o clima nem os hábitos dos roedores são compatíveis com aquelas premissas: inexistem roedores fossoriais e os mamíferos cavadores da região não podem ser responsabilizados como reservatórios, à vista dos dados ecológicos disponíveis. A maioria dos nossos roedores é capaz de escavar um abrigo sumário, raso, mas prefere aninhar-se em bolas de capim trançado, que são abandonadas após o período de amamentação das crias.

Preferimos considerar, como tema de investigação, a hipótese de Golvan e Rioux<sup>12</sup>.

Duas teorias alternativas, que não se excluem, devem ser testadas: da infecção residual, endógena ou subclínica e a da manutenção da peste pelo mecanismo de microepizootias.

### INFECÇÃO SUBCLÍNICA

Dubos<sup>8</sup> atribui considerável importância a esse mecanismo, que permite a manutenção de infecções sob forma inaparente: "The fact that most pathogens — viruses, fungi, rickettsiae, bacteria, protozoa, and even helminths — can persist in the body in a nonactive state for prolonged periods of time, and thus can be isolated from the tissues of normal individuals, is at the origin of some of the most important and most perplexing problems of epidemiology and clinical medicine. . . . At one extreme are those situations in which the pathogen exists in the tissue in a form that can be demonstrated readily by standard technical procedures. . . . murine corynebacteria can persist in rodents in an atypical form difficult to detect, yet

multiply explosively as a result of stress, nutritional deficiencies, or treatment with massive doses of cortisone. Technical difficulties often account for the failure to isolate the pathogen. Indeed, it is only in specialized cases that the methods in use at present permit detection of small numbers of infective units. . . . The agent of murine corynebacterial pseudotuberculosis persists in vivo as an avirulent variant producing an atypical colony, which requires virulence and multiplies extensively when the rodent is treated with cortisone".

Um outro fator que deve ser lembrado é a possível exacerbação da virulência de cepas atenuadas de *Yersinia*, por passagens sucessivas em diferentes hospedeiros, devido à sua morte, por carência alimentar e pelas perturbações resultantes, nas épocas de escassez e colheita.

A existência de cepas atenuadas tem sido confirmada em diferentes ocasiões. Não é raro encontrarmos casos de peste ambulatória no final de uma epidemia. Nós mesmos verificamos a ocorrência de tais casos, em Tunal' no Peru, em 1973. Baltazard<sup>3</sup> refere-se ao isolamento de cepas pouco virulentas, após um surto epizootico: "Após uma longa e detalhada investigação sobre a evolução de uma epizootia em toda a zona selecionada, observamos sua extinção, marcada pelo aparecimento, entre sobreviventes resistentes, de formas "crônicas" ou "latentes", das quais, na maioria dos casos, foram isoladas cepas de fraca patogenicidade".

Burnet<sup>6</sup> compartilha da mesma opinião, quanto à importância das infecções inaparentes ou subclínicas — que define como aquelas que podem ser evidenciadas pelo isolamento do microorganismo, ou pela verificação de resposta imunológica.

Segundo Hirst<sup>15</sup>, não se verificam casos de infecção subclínica de peste pneumônica, como ocorre na forma bubônica.

Nas áreas endêmicas, verifica-se o aumento da resistência à infecção e o incremento dos casos de peste ambulatória.

Seria interessante iniciar-se um programa sistemático de coleta de soro de mamíferos capturados nas áreas endêmicas, em distintas épocas, a fim de se poder aquilatar o papel da resistência imunológica nos surtos epizooticos.

### MICROEPIZOOTIAS

"The rate of spread of an epidemic at any moment is not only a function of the number or density of susceptible persons (ou hospedeiros) available, but of the number of sources of infection as well"<sup>6</sup>.

Para o equacionamento do problema é indispensável conhecermos a estrutura demográfica e a dinâmica das populações dos roedores e pulgas, a fim de podermos estabelecer os índices críticos fundamentais.

Além de traçar as curvas de infecção (humana e murina), devemos conhecer a forma da curva, a fim de prever as tendências do surto, quando ele ocorrer.

É evidente que devemos construir um modelo matemático da infecção, a fim de podermos generalizar nossas conclusões para outros biótopos, onde as condições bióticas e abióticas são distintas.

Hospedeiros e parasitos devem ser estudados isoladamente, quanto ao comportamento e dinâmica de populações e, em seguida, juntos, em condições naturais.

Uma epidemia poderá declarar-se em um biótopo onde existem, apenas, poucos indivíduos suscetíveis, desde que o número de organismos infectantes seja grande. Quando estes são raros, a chance daqueles suscetíveis escaparem aumenta consideravelmente.

Não é o incremento populacional de hospedeiros e parasitos que constitui problema. Normalmente esse incremento faz parte da flutuação sazonal. Entretanto, a redução brusca do número de hospedeiros, por falta de alimento, após as colheitas, resulta na liberação de pulgas, aumentando o índice parasitário e o número de insetos livres nas casas e nos campos. No caso da peste, a morte do hospedeiros não é necessária para que se propague a infecção, mas desempenha um papel importante na epidemiologia, pois as pulgas abandonam o cadáver e disseminam a *Yersinia*.

Assim como a diminuição do número de hospedeiros provoca o aumento do número de vetores infectantes livres e satisfaz a premissa de Burnet, o incremento populacional de pulgas, quando se verifica por influência de condições ambientais (abióticas, por exemplo) favoráveis, teria efeito semelhante, desde que o número de roedores infectados fosse suficiente para garantir o material infectante. Dessa maneira, cremos ser importante estudar os fatores que regulam a fertilidade e eclosão dos ovos de pulgas e os que influem na viabilidade dos jovens e adultos.

#### HIPÓTESE DE TRABALHO

Certas premissas são aqui estabelecidas para orientação geral dos trabalhos a serem realizados, durante o desenvolvimento das atividades

de pesquisa adiante propostas. Essa hipótese de trabalho resultou da experiência de campo e do estudo da literatura pertinente, assim como de trocas de idéias principalmente com Zamir de Oliveira e José Moniz de Aragão, em excursão realizada no interior do Estado da Bahia, em 1973:

1. Admitimos a correspondência dos *focos* (que são, na realidade, *áreas de atividade pestosa* e não locais determinados onde verificou-se um caso humano) com os *biótopos*, onde se localizam os *demes* das espécies de hospedeiros não humanos e vetores (*pockets of population* de Hershkovitz); correspondem, ainda, aos *pockets of infection* de Karl Meyer. A área endêmica corresponde, por sua vez, à área de distribuição ecológica dos hospedeiros e vetores. O fluxo genético e o transporte voluntário ou acidental de hospedeiros e pulgas mantém o fluxo epizootico ou enzoótico. O fluxo genético depende da expansão da área, de micromigrações e de flutuações demográficas e sazonais<sup>11</sup>.

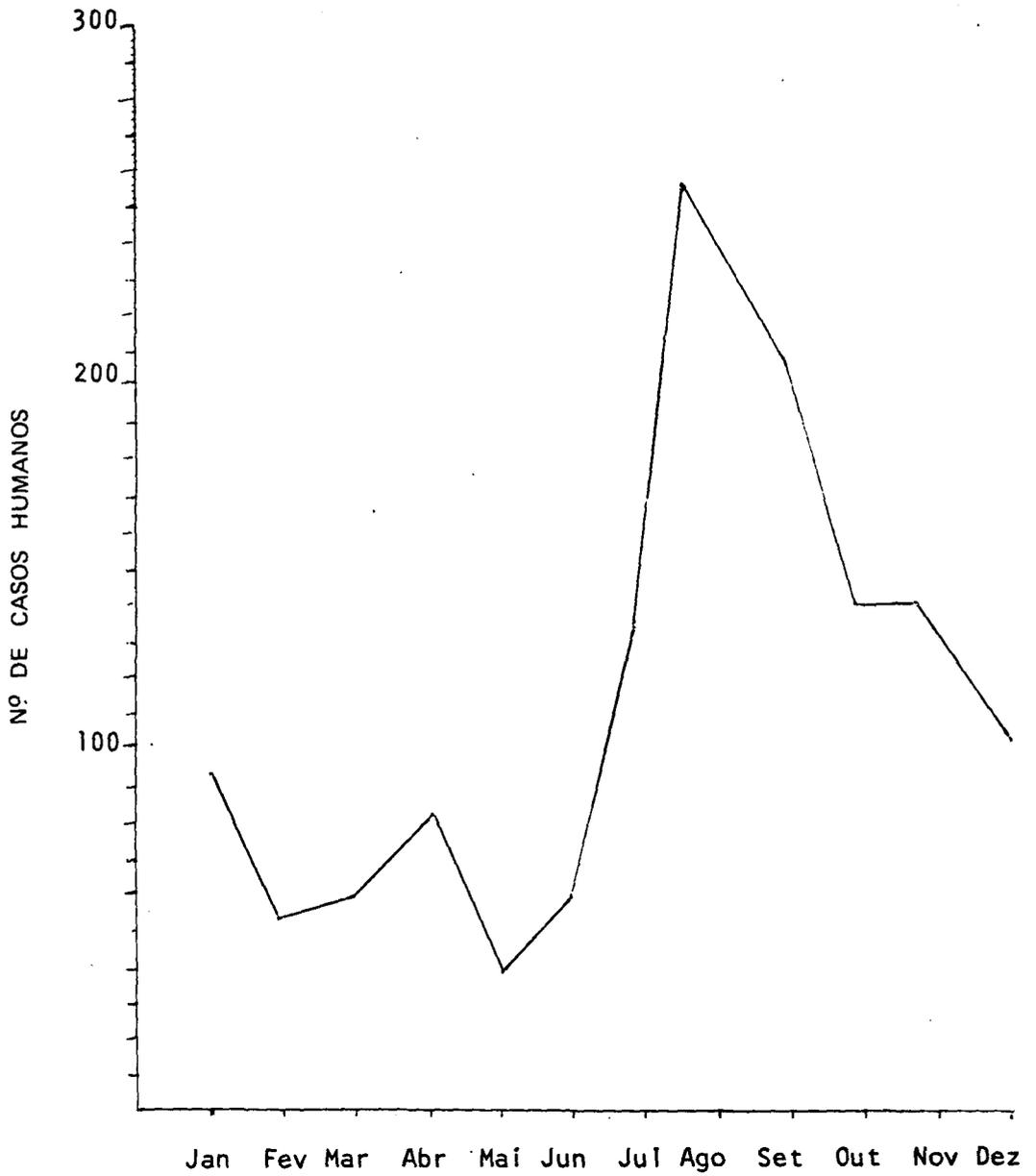
2. Verifica-se a coincidência das epidemias com as epizootias que ocorrem após as colheitas, em áreas de cultivo de cereais. A época de plantio corresponde ao início da estação chuvosa, quando começam a reproduzir-se os roedores silvestres. A colheita cria condições de superpopulação em relação ao alimento. Os grãos colhidos são armazenados em paióis rudimentares ou dentro da própria casa de moradia<sup>10</sup> e as condições sócio-econômicas e higiênicas prevalentes são de molde a propiciar não só um contato íntimo, como verdadeira promiscuidade dos moradores com elementos da fauna silvestre e comensal de roedores. Por vezes, por falta de espaço para armazenagem, parte das espigas e favas são deixadas com a haste partida, no campo. No nordeste, as primeiras chuvas caem em março e em junho ou julho realiza-se a colheita. No gráfico anexo, preparado com os dados da região de Feira de Santana, na Bahia, nota-se a concentração de casos humanos de peste, no período 1936-1968, em agosto. Um gráfico feito para todo o Estado mostra concentração semelhante. A expressão "peste silvestre" é enganosa, pois o que se verifica, na realidade, é a ocorrência de epizootias ou enzootia em *hospedeiros silvestres*, que vivem em ambientes ruderais.

3. Verificamos que certos focos são persistentes, enquanto que outros permanecem silenciosos durante longos períodos (em humanos), que podem durar 20 anos ou mais, o que indica sua extinção e reinfecção.

INCIDÊNCIA MENSAL DE PESTE HUMANA NO SETOR

FEIRA DE SANTANA

1936-1968



compreensão real dos mecanismos envolvidos. Entretanto, o estabelecimento de certos índices empíricos permitirá a implantação de medidas de controle mais expeditas e racionais, do que as até então adotadas.

Na Cordilheira Andina verificamos a existência de padrões epidemiológicos distintos, quando se trata de casarios dispersos e quando ocorre em agrupamentos urbanizados. No primeiro caso, a infecção é intradomiciliar. No Peru, capturamos roedores e pulgas silvestres no interior das casas, em localidades de casarios dispersos, onde inexistiam *Rattus*. Os preás (*cuys*) estavam parasitados por pulgas silvestres.

Nas localidades já urbanizadas, os doentes adquiriam a infecção nas roças e os preás eram parasitados por *P. irritans*. Os casos de infecção múltipla nas famílias deviam-se, em geral, à participação em cerimônias como velórios e novenas de enterro.

#### ROTEIRO DE PESQUISA

A nosso ver, as linhas de pesquisa mais prometedoras, ao nosso alcance, no momento, são as seguintes:

1. Determinação dos índices de densidade crítica ou pré-epizootica de roedores e pulgas. Para tal é necessário estudar a estrutura demográfica e a dinâmica de populações de parasitas e hospedeiros, por captura, marcação, recaptura, amostragem, durante dois ciclos sazonais, pelo menos. Conhecido o padrão de flutuação, pode-se determinar o índice parasitário normal pulga/roedor. As capturas devem ser realizadas em um mesmo biótopo, de maneira a acompanhar o comportamento de um mesmo deme. Em primeiro lugar, deve ser estimada a população total, por espécie: existe abundante literatura sobre os diferentes métodos correntemente utilizados. Em seguida, pode ser testada a validade do índice de captura por ratoeira como indicativo da variação de abundância. Ao mesmo tempo, deve ser estudada a estrutura das comunidades bióticas nas áreas endêmicas e aspectos particulares do comportamento de roedores, como territorialidade, competição e aparecimento de canibalismo em épocas de carência alimentar. O programa deve ser continuado até o aparecimento de uma epizootia, que permita determinar os índices mencionados e as modificações no comportamento normal dela decorrentes.

2. Estudo da dinâmica de populações de pulgas. Pouco se conhece a respeito<sup>2,3</sup>. É necessário determinar se existe uma flutuação

sazonal no número de pulgas, independente do incremento ou decréscimo dos hospedeiros. Em seguida, deve-se analisar o comportamento das diferentes espécies que interferem no processo de transmissão pestosa, frente aos fatores ambientais e identificar quais os que determinam sua dinâmica.

É evidente que o aumento do número de hospedeiros permite a multiplicação dos parasitos e que o índice pulga/roedor aumenta imediatamente, com a queda de resistência orgânica do hospedeiro, que deixa de reagir, o que sugere uma pressão constante por parte da população de parasitos, que tenta se estabelecer e sobreviver. O aumento do número de pulgas livres pode indicar mortandade de ratos ou incremento populacional intrínseco.

Distribuição microgeográfica de pulgas sobre hospedeiros, com determinação das zonas preferenciais e tipos de competição devem ser observados, para cada espécie.

A importância deste item foi ressaltada antes: "The rate of spread of an epidemic at any moment is not only a function of the number or density of susceptible organisms available, but of the number of sources of infection as well".

Assim, o incremento da população de pulgas, por influência de fatores ambientais ou por imposição de sua flutuação intrínseca, poderia, teoricamente, iniciar um processo epizootico. O aumento do número de parasitos, diminuindo a resistência orgânica de um hospedeiro inaparente de *Yersinia* poderia provocar um recrudescimento da infecção e septicemia pestosa, por exemplo. Ou então, poderia tornar epizootico um processo micro-epizootico.

A resistência dos roedores, das distintas espécies, à infestação de pulgas, também deve ser objeto de investigação, assim como deve-se determinar o número mínimo de pulgas infestadas capaz de provocar a infecção em um hospedeiro de cada espécie.

Ao mesmo tempo, testes de resistência e recessão de resistência de pulgas a inseticidas devem ser realizados ou continuados.

3. Determinação do percentual das populações de hospedeiros ou reservatórios que mantem a enzootia.

A continuação das pesquisas que levaram à detecção de *Yersinia* em períodos inter-epizooticos em Exú poderá conduzir ao esclarecimento do problema. Mas é necessário quantificar esse percentual em relação à população total e não ao número de indivíduos capturados em um determinado instante. E sempre que se

desejar uma representação estatística ou amostragem da população murina, deve-se ter em conta o perigo de falsificação de resultados resultante da habituação dos roedores às ratoeiras fixas.

4. Determinação dos fatores que influem na epizootização.

O estabelecimento dos índices críticos de suscetíveis e vetores servirá para elucidar essa

questão. Entretanto, para finalidades práticas imediatas, conhecer os índices já será suficiente.

5. Em uma fase mais avançada, quantificar a suscetibilidade e a duração da resistência adquirida por infecção e determinar, nas distintas espécies, a duração do período infeccioso agudo.

Será interessante estocar amostras de soro, colhidas em épocas distintas, para pesquisas imunológicas posteriores, sobre infecção residual e subclínica.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁVILA-PIRES, F.D., — Informe sobre el curso de ecología en relación con la peste bubónica en el Peru. *Informe OPS/OMS*, Washington, D.C., 1969
2. ÁVILA-PIRES, F.D., — Informe sobre ecología y taxonomía de roedores en relación con la peste en el Peru. *Ibid.* 1973
3. BALTAZARD, M., — A continuidade da peste em focos persistentes. *Fol. Atualid. S. Públ.*, 11 :1-13 (Trad.), Rio de Janeiro, 1964
4. BALTAZARD, M., — Viagem de estudo ao Brasil para a organização de um projeto de pesquisas sobre a peste. *Rev. Brasil. Malar. Doen. Trop.*, XX:335-370, 1968.
5. BALTAZARD, M., — Terceiro Informe. *Ibid.*: 371-389, 1969
6. BURNET, M. & WHITE, D.O. — *Natural History of Infectious Disease*. Cambridge University Press, 1972
7. CROWSON, R.A. — Hosts, parasites, and classification. In: *Classification and Biology*. Heinemann Educational Books, London, 1970
8. DUBOS, R., — *Man Adapting*. Yale University Press, 1965
9. ESKEY, C.R., — Chief ethological factors of plague in Ecuador. *Publ. Health Rep.*, Washington, 45 (36):2077, 2115 e (37): 2162-2187, 1930
10. ESTRADE, F., — *Bull. Soc. Path. exot.* 36 (4), 1934
11. FORD, E.B. — Problems in the evolution of geographical races. In Huxley, J., A.C. Hardy e E.B. Ford, ed., *Evolution as a Process*. George Allen & Unwin, Londres, 1954
12. GOLVAN, Y.J. & RIOUX, J.A. — Ecologie des mérions du Kurdistan Iranien: relations avec l'épidémiologie de la peste rurale. *Ann. Parasit. Hum. comp.*, XXXVI: 449-588, Paris, 1961.
13. GOLVAN, Y.J. & RIOUX, J.A. — La peste, facteur de regulation des populations de mérions au Kurdistan Iranien. *La Terre et la Vie*, 1963: 3-34, 1963
14. HERSHKOVITZ, P., — Evolution of Neotropical cricetine rodents. *Fieldiana, Zool.*, 46: 1-524, 1962
15. HIRST, L.F., — *The Conquest of Plague. A Study of the Evolution of Epidemiology*. Oxford, Londres, 1953
16. LEVINE, N.D., ed., *Natural Nidality of Diseases and Questions of Parasitology*. University of Illinois Press, 1968
17. MACDONALD, G., — *The Dynamics of Tropical Disease*. L.J. Bruce-Chwatt e V.J. Glanville ed., Oxford University Press, 1973
18. MAY, J., — *Studies in Disease Ecology*. Hafner, New York, 1961
19. MAY, J., *The Ecology of Human Disease*. American Geographical Society, N. York.
20. MOLL, A. A. & O'LEARY, S.B. — *Plague in the Americas*. Pan American Sanitary Bureau, Publ. 225, Washington, D.C. 1945
21. PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, — *Plague in the Americas*. Washington, D.C., 1965
22. POLLITZER, R., — *Plague*. W.H.O. Monograph Series, 22, 1954
23. WUIRHEAD-THOMSON, R.C., — *Ecology of Insect Vector Populations*. Academic Press, N. York, 1968