



**Organização  
Pan-Americana  
da Saúde**



Escritório Regional para as Américas da  
Organização Mundial da Saúde

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Secretaria de Defesa Agropecuária



Departamento de Saúde Animal

# **CURSO DE CONTROLE DA RAIVA SILVESTRE (*D. rotundus*) NO BRASIL**

Rio de Janeiro 2007

**UNIDADE DE SAÚDE PÚBLICA VETERINÁRIA  
Centro Pan-Americano de Febre Aftosa**



# Curso sobre controle da raiva silvestre (*D. rotundus*) no Brasil

**José Carlos Pereira de Souza**

Médico Veterinário, Fiscal Federal Agropecuário/SEDESA/SFA/RJ

**Clayton B. Gitti**

Professor. Doenças Infecciosas - UFRRJ

**Vladimir de Souza Nogueira Filho**

Coordenadoria de Defesa Agropecuária – São Paulo – SP  
Coordenação do Programa Estadual da Raiva dos Herbívoros

Convênio MAPA/PANAFTOSA-OPAS/OMS

2007



# Raiva dos Herbívoros

**José Carlos Pereira de Souza**

Médico Veterinário, Fiscal Federal Agropecuário/SEDESA/SFA/RJ

---

## ETIOPATOGENIA

A raiva é uma doença aguda do Sistema Nervoso Central (SNC) que pode acometer todos os mamíferos, inclusive os seres humanos. É caracterizada por uma encefalomielite fatal causada por vírus do gênero *Lyssavirus*.

Na ordem *Mononegavirales* estão agrupados os vírus constituídos por RNA de fita simples (ssRNA), não segmentados e com polaridade negativa. Estão incluídas as famílias: *Filoviridae*, *Paramyxoviridae*, *Bornaviridae* e *Rhabdoviridae*. A família *Rhabdoviridae* está subdividida em dois subgrupos de vírus de plantas, um grupo de vírus de peixes e três grupos de vírus de mamíferos, este último correspondendo aos gêneros:

- *Vesiculovirus*, relacionado com doença vesicular em animais;
- *Ephemerovirus*, relacionado com a febre efêmera dos bovinos;
- *Lyssavirus*, relacionado com encefalomielite fatal em mamíferos.

Na atualidade, os vírus do gênero *Lyssavirus* estão compreendidos em sete genótipos, conforme a resolução do Comitê Internacional sobre Taxonomia de Vírus (ICTV): Genótipo 1 - Vírus Rábico (RABV); 2- Lagos Bat Vírus (LBV); 3- Mokola Vírus (MOKV); 4- Duvenhage Vírus (DUVV) que são considerados vírus assemelhados geneticamente ao vírus rábico. (GT1-raiva mundial; GT2-África), vírus de morcegos de Lagos; (GT3 África, Mokola); (GT4-África) Duvenhage; (GT5-Europa) *Lyssavirus* de morcegos da Europa, EBL1; (GT6-Europa) *Lyssavirus* de morcegos da Europa, EBL2; (GT7-Austrália) *Lyssavirus* de morcegos da Austrália,

Em 1994, os especialistas em raiva, reunidos em Niagara Falls, EUA, propuseram a denominação de "genótipos" em substituição aos "sorotipos", adotando a seguinte classificação para *Lyssavirus* rábico: (GT1-raiva mundial;

(GT2-África), vírus de morcegos de Lagos; (GT3 África, Mokola); (GT4-África) Duvenhage; (GT5-Europa) Lyssavirus de morcegos da Europa, EBL1; (GT6-Europa) Lyssavirus de morcegos da Europa, EBL2; (GT7-Austrália) Lyssavirus de morcegos da Austrália.

O vírus da raiva apresenta morfologia característica, em forma de bala de revólver, diâmetro médio de 75nm e comprimento de 100nm a 300nm, variando de acordo com a amostra considerada. O vírion é composto por um envoltório formado por uma dupla membrana, fosfolipídica da qual emergem espículas de aproximadamente 9 nm, de composição glicoprotéica. Este envoltório cobre o nucleocapsídeo de conformação helicoidal, composto de um filamento único de RNA negativo e não segmentado, figs.1e 2

O vírus da raiva, usualmente de transmissão pelo contato direto, é pouco resistente aos agentes químicos (éter, clorofórmio, sais minerais, ácidos e álcalis fortes), aos agentes físicos (calor, luz ultravioleta) e às condições ambientais, como dessecação, luminosidade e temperatura excessiva. No caso da desinfecção química de instrumentais cirúrgicos, vestuários ou do ambiente onde foi realizada a necrópsia de um animal raivoso, são indicados o hipocloritode sódio a 2%, formol a 10%, glutaraldeído a 1-2%, ácido sulfúrico a 2%, fenol e ácido clorídrico a 5%, creolina a 1%, entre outros. Como medida de desinfecção de ambientes, as soluções de formalina entre 0,25% e 0,90% e de bicarbonato de sódio a 1% e 2% inativam os vírus de forma rápida e eficiente. A perda de sua infecciosidade à temperatura de 80°C ocorre em 2 minutos e à luz solar, em 14 dias, a 30°C.

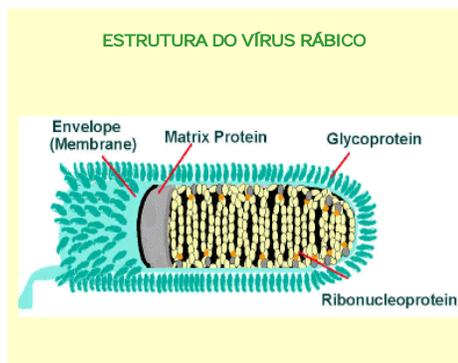


Fig. 1- Morfologia do vírus da raiva

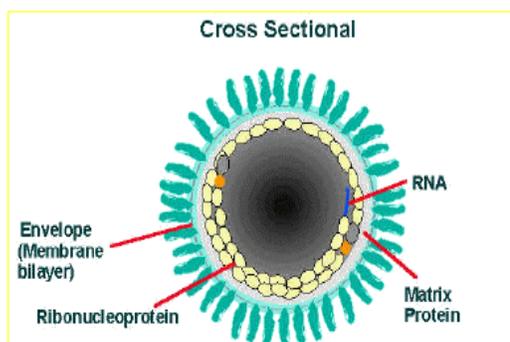


Fig. 2- Morfologia do vírus da raiva

Fonte: CDC

Mesmo em condições ambientais adversas, o vírus da raiva pode manter sua infecciosidade por períodos relativamente longos, sendo então inativado

naturalmente pelo processo de autólise. A putrefação destrói o vírus lentamente, em cerca de 14 dias.

Em países onde a raiva canina é controlada e não existem morcegos hematófagos, os principais transmissores são os animais silvestres terrestres, como as raposas (*Vulpes vulpes*), os coiotes (*Canis latrans*), os lobos (*Canis lupus*), as raposas-do-ártico (*Alopex lagopus*), os *raccoon-dogs* (*Nyctereutes procyonoides*), os guaxinins (*Procyon lotor*), os *skunks* (*Mephitis mephitis*), entre outros.

Por outro lado, onde a doença não é controlada, como ocorre na maioria dos países dos continentes africano, asiático e latino-americano, o vírus é mantido por várias espécies de animais domésticos e silvestres.

No Brasil, a principal espécie animal transmissora da raiva ao ser humano continua sendo o cão, embora os morcegos estejam cada vez mais aumentando a sua participação, podendo ser os principais responsáveis pela manutenção de vírus no ambiente silvestre. Identificações positivas de vírus da raiva já foram descritas em animais silvestres da fauna brasileira, tais como as raposas (*Dusicyon vetulus*), jaritatacas (*Conepatus sp*), guaxinins (*Procyon cancrivorous*), sagüis (*Callithrix jachus*), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), morcegos hematófagos e não hematófagos.

A patogenia descreve o caminho percorrido pelos vírus, desde o seu ponto de inoculação (porta de entrada) até a via de eliminação:

#### **a) PORTA DE ENTRADA:**

A inoculação das partículas de vírus da raiva no organismo de um animal suscetível ocorre por lesões da pele provocadas, na maioria das vezes, pela mordedura de um animal infectado, que esteja eliminando vírus na saliva, seguindo a seqüência de 1 a 6 e fgs. 3 e 4. É possível, ainda, que a infecção ocorra por feridas ou por soluções de continuidade da pele, quando em contato com saliva e órgãos de animais infectados. As

- 1- Um animal ou pessoa é mordido por um morcego ou outro animal que esteja eliminando vírus;
- 2- O vírus é inoculado na lesão com a saliva;
- 3- O vírus se difunde através dos nervos periféricos até a medula espinhal e vão até o Cérebro, SNC;
- 4- A incubação no corpo do animal é de aproximadamente 3 a 12 semanas;
- 5- Ao chegar no SNC, o vírus se multiplica rapidamente.

6- A morte do animal infectado normalmente ocorre de 5 a 7 dias após manifestação dos sinais clínicos.

### b) PERÍODO DE INCUBAÇÃO

A variabilidade do período de incubação depende de fatores como capacidade invasiva, patogenicidade, carga viral do inóculo inicial, ponto de inoculação (quanto mais próximo do SNC, menor será o período de incubação), idade, imunocompetência do animal, entre outros.

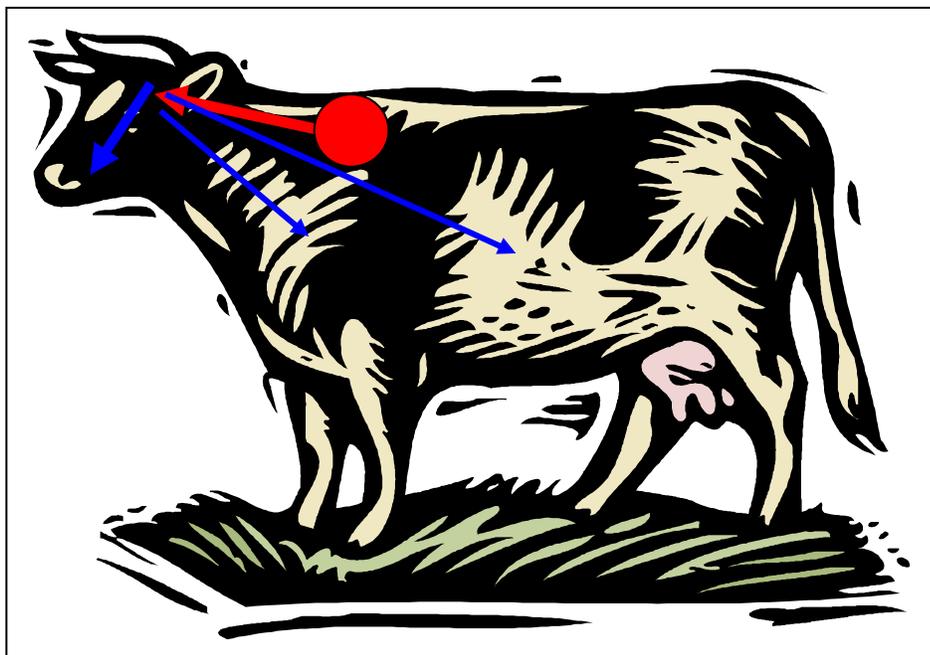
Em cães, o período médio de incubação é de 3 a 8 semanas, com extremos variando de 10 dias a 6 meses. Em *skunks* (*Mephitis mephitis*) foram observados períodos de 105 a 177 dias, 20 a 165 dias em bovinos experimentalmente submetidos à espoliação por morcegos *Desmodus rotundus* infectados, 60 a 75 dias em bovinos mantidos em condição de campo e 25 a 611 dias em bovinos inoculados experimentalmente por via intramuscular. Em experimentos envolvendo inoculação intramuscular em caprinos e ovinos com amostras de vírus da raiva, obtido de raposa *Dusicyon vetulus*, do Nordeste brasileiro, o período de incubação variou de 17 a 18 dias. Em asininos, a inoculação com a mesma amostra apresentou um período de 92 a 99 dias e, em eqüinos, 179 a 190 dias.

O *Código Sanitário para os Animais Terrestres*, da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), relata que o período de incubação da raiva é de 6 meses.



Figura 3 – Bovino sendo mordido por morcego hematófago *D. rotundus*

Foto: R. Piccinini



**Fig. 2** - Diagrama esquemático

- 1- Um animal ou pessoa é mordido por outro animal com raiva
- 2- O vírus rábico é inoculado no animal através de saliva infectada
- 3- O vírus rábico se dirige ao cérebro, através dos nervos.
- 4- A incubação do vírus no corpo do animal é de aproximadamente de 3 a 12 semanas
- 5- Quando o vírus chega ao cérebro, se multiplicam muito rápido e passam para as glândulas salivares. O animal começa a apresentar os sinais da doença
- 6- O animal infectado normalmente morre dentro de 7 dias após o início dos sintomas

### c) DISSEMINAÇÃO:

Após um período de incubação variável, seguido de replicação viral no tecido conjuntivo e muscular circunvizinhos ao ponto de inoculação, a infecção se dissemina rapidamente alcançando o SNC. Em certas circunstâncias, as partículas podem penetrar diretamente nos nervos periféricos, sem replicação prévia nos tecidos não nervosos.

Durante o período de incubação, antes do comprometimento do SNC, a presença de vírus não pode mais ser evidenciada por métodos convencionais de

diagnóstico e alguns pesquisadores denominam este período de “eclipse” viral. As partículas alcançam as células neuronais do tronco cerebral, hipocampo, tálamo, medula e do cerebelo. As lesões de poliencefalomielite rábica são caracterizadas pela infiltração perivascular de células mononucleares, gliose focal e regional e neuronofagia. A degeneração do neurônio, circundada por macrófagos e, ocasionalmente, por outras células inflamatórias, forma um núcleo de neuronofagia, denominado de nódulo de Babe. Eventualmente, a vacuolização produz o aparecimento de lesão espongiiforme na raiva. Ocorre também desmielinização. Agrupamentos de proteínas virais formando corpúsculos de inclusões intracitoplasmáticas, denominados de corpúsculos de Negri, são especialmente encontrados nos citoplasmas dos neurônios e células de Purkinje, no cerebelo.

#### d) ELIMINAÇÃO DO VÍRUS

Alcançando o SNC e após intensa replicação, os vírus seguem centrifugamente para o sistema nervoso periférico e autônomo, alcançando órgãos como o pulmão, o coração, os rins, a bexiga, o útero, os testículos, o folículo piloso e, principalmente, as glândulas salivares, tecido adiposo inter escapular, sendo eliminados pela saliva. Partículas virais podem ser identificadas na saliva dias antes da manifestação de sinais clínicos.

---

<b>SINAIS CLÍNICOS NOS HERBÍVOROS</b>	Passado o período de incubação, podem surgir diferentes sinais da doença, sendo o distúrbio de comportamento seguido a paralisia o mais comum, porém
---	--

---

pode ocorrer a forma furiosa, levando o animal a atacar outros animais ou seres humanos. Quando se trata de raiva transmitida por morcegos, não foram observadas diferenças acentuadas entre as manifestações clínicas nos bovinos, eqüinos, asininos, muares e outros animais domésticos de importância econômica, como caprinos, ovinos e suínos. O sinal inicial é o isolamento do animal, que se afasta do rebanho, apresentando certa apatia e perda do apetite, podendo apresentar-se de cabeça baixa e indiferente ao que se passa ao seu redor. Seguem-se outros sinais, como aumento da sensibilidade e prurido na região da mordedura, mugidos constantes, tenesmo, hiperexcitabilidade, aumento

da libido, salivação abundante e viscosa e dificuldade para engolir (o que sugere que o animal esteja engasgado).

Com a evolução da doença, apresenta movimentos desordenados da cabeça, tremores musculares e ranger de dentes, midríase com ausência de reflexo pupilar, incoordenação motora, andar cambaleante e contrações musculares involuntárias.

Após entrar em decúbito, não consegue mais se levantar e ocorrem movimentos de pedalagem, dificuldades respiratórias, opistótono, asfixia e finalmente a morte, que ocorre geralmente entre 3 a 6 dias após o início dos sinais, podendo prolongar-se, em alguns casos, por até 10 dias. Como os sinais em bovinos e eqüinos podem ser confundidos com outras doenças que apresentam encefalites, é importante que seja realizado o diagnóstico laboratorial diferencial.

---

## ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

---

Os vírus da Raiva são estudados por meio de três formas distintas de manifestação epidemiológica: urbana, rural e silvestre. A Raiva urbana é caracterizada pela presença do vírus em animais domésticos de estimação (cães e gatos), ocasionada, geralmente, por uma população de uma variante de vírus encontrada apenas nestas espécies. No Brasil, a caracterização antigênica e genética de amostras de vírus da Raiva tem possibilitado a diferenciação em pelo menos duas variantes: variante canina e variante de morcego hematófago *D. rotundus*. Favoretto *et al.* 2003, demonstraram que de 330 amostras de vírus rábico isoladas de cães, gatos, bovinos, eqüídeos, morcegos, carneiros, caprinos, suíno, raposas sagüis, coati e humanos, seis variante antigênica foram compatíveis com um painel de anticorpo monoclonal definido pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), sendo elas: Variantes 2 de cães, , 4 de *Tadarida brasiliensis*, 4 de morcego da Venezuela e 6 de morcego da espécie *Lasiurus cinereus*. A variante 3 *D. rotundus* tem maior importância epidemiológica posto que foi identificada em todos os mamíferos domésticos , inclusive no homem.

Os morcegos hematófagos *D. rotundus* são os principais transmissores da Raiva aos herbívoros, pois estes últimos são as fontes de alimento mais comuns, constituindo a Raiva rural. Os herbívoros podem também se infectar pela agressão de cães, gatos e outros animais silvestres. Na forma silvestre a transmissão ocorre entre animais como raposas, sagüis, guaxinins, mão pelada e

morcegos. Em condições naturais, estes animais eventualmente também podem servir de fontes de alimento para os morcegos hematófagos.

A Raiva causada pelos vírus do gênero *Lyssavirus*, genótipo I, está presente em todos os continentes, com exceção da Oceania. Alguns países das Américas (Uruguai, Barbados, Jamaica e Ilhas do Caribe), da Europa (Portugal, Espanha, Irlanda, Grã-Bretanha, Países Baixos e Bulgária) e da Ásia (Japão) encontram-se livres da doença. Entretanto, determinados países da Europa (França, Inglaterra) e da América do Norte (EUA e Canadá) enfrentam ainda problemas quanto ao ciclo silvestre da doença. Os dados sobre a morbidade e mortalidade constituem uma única informação, uma vez que a doença apresenta 100% de letalidade nas espécies de animais incluídos no Código Sanitário para os Animais Terrestres da OIE.

No Brasil, a Raiva pode ser considerada endêmica, em grau diferenciado de acordo com a região geopolítica, com notificação em diferentes espécies animais, sendo notificado 29.969 mil casos de Raiva no período de 1996-2004. Na ausência de laboratório de diagnóstico em alguns estados brasileiros, é inegável que em muitas regiões a Raiva esteja sendo subnotificada ou confundida por outras enfermidades.

Os principais fatores que contribuem para que a raiva no Brasil se dissemine ainda de forma insidiosa e preocupante nos herbívoros domésticos são:

- aumento da oferta de alimento, representado pelo significativo crescimento dos rebanhos;
- ocupação desordenada, caracterizada por macro modificações ambientais, como desmatamento, construção de rodovias e de hidroelétricas, que alteraram o ambiente em que os morcegos viviam, obrigando-os a procurar novas áreas e outras fontes de alimentação;
- oferta de abrigos artificiais, representados pelas construções, como túneis, cisternas, casas abandonadas, bueiros, fornos de carvão desativados e outros;
- atuação insatisfatória, em alguns estados brasileiros, na execução do Programa Estadual de Controle da Raiva dos Herbívoros.

Cabe ao proprietário notificar imediatamente ao Serviço Veterinário Oficial a suspeita de casos de raiva em herbívoros, bem como a presença de animais apresentando mordeduras por morcegos hematófagos, ou ainda informar a existência de abrigos desses morcegos. A não-notificação coloca em risco a saúde dos rebanhos da região, podendo expor o próprio homem à enfermidade.

Sendo a raiva uma enfermidade de notificação compulsória, caberá sanção legal ao proprietário que não cumprir com esta obrigatoriedade. Sempre que o Serviço Veterinário Oficial for notificado da suspeita de ocorrência da Raiva em herbívoros, como também da espoliação no rebanho por morcegos, deverá atender à notificação o mais rápido possível. Quando necessário, deverá ser coletado material para diagnóstico laboratorial, conforme preconiza o *Manual de Procedimentos para o Diagnóstico das Doenças do Sistema Nervoso Central de Bovinos*, como também deverá ser promovido o controle da população de morcegos *D. rotundus* na região e orientação sobre a vacinação anti-rábica no foco e perifoco.

Prioritariamente, o encaminhamento de material suspeito de raiva para os laboratórios é realizado por: Médicos Veterinários do Serviço Oficial, Médicos Veterinários Autônomos, outros profissionais ou proprietários. As amostras encaminhadas ao laboratório deverão sempre ser acompanhadas do formulário único de requisição de exames para síndrome neurológica.

Todos os profissionais envolvidos diretamente nas atividades de controle da doença devem estar protegidos mediante vacinação preventiva e comprovadamente imunizados por sorologia, conforme prevê a OMS. O cumprimento dessa exigência será também objeto de auditoria por parte do PNCRH.

---

## DIAGNÓSTICO

## DIAGNÓSTICO CLÍNICO

---

A observação clínica permite levar somente à suspeição da raiva, pois os sinais da doença não são característicos e podem variar de um animal a outro ou entre indivíduos da mesma espécie. Não se deve concluir o diagnóstico de raiva somente com a observação clínica e epidemiológica, pois existem várias outras doenças e distúrbios genéticos, nutricionais e tóxicos nos quais os sinais clínicos compatíveis com a raiva podem estar presentes.

## DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

Não existe, até o momento, um teste diagnóstico laboratorial conclusivo antes da morte do animal doente que expresse resultados absolutos. No entanto, existem procedimentos laboratoriais padronizados internacionalmente, para amostras obtidas *post mortem* de animais ou humanos suspeitos de raiva. As

técnicas laboratoriais são aplicadas preferencialmente nos tecidos removidos do SNC. Fragmentos do hipocampo, tronco cerebral, tálamo, córtex, cerebelo e medula oblonga são tidos tradicionalmente como materiais de escolha.

## **TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS**

O diagnóstico laboratorial pode ser realizado utilizando principalmente dois tipos de procedimentos de rotina:

### **a) IDENTIFICAÇÃO IMUNOQUÍMICA DO ANTÍGENO VIRAL**

a.1) Teste de imunofluorescência direta (IFD): O teste mais amplamente utilizado para o diagnóstico da raiva é de imunofluorescência direta (IFD), recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). Este teste pode ser utilizado diretamente numa impressão de tecido feita em lâmina de microscopia, ou ainda para confirmar a presença de antígeno de vírus da raiva em cultura celular. O teste de IFD apresenta resultados confiáveis em poucas horas, quando realizados em amostras frescas, em 95-99% dos casos. Para o diagnóstico direto, as impressões preparadas do hipocampo, cerebelo e medula oblonga são coradas com um conjugado específico marcado com substância fluorescente (anticorpos anti-rábicos + isotiocianato de fluoresceína). No teste de IFD, os agregados específicos da nucleocapside são identificados pela fluorescência observada. A IFD pode ser aplicada em amostras conservadas em glicerina, depois de repetidas operações de lavagem.

### **B) ISOLAMENTO VIRAL**

Este teste detecta a infecciosidade da amostra, por meio de inoculação da suspensão de tecidos extraídos da amostra suspeita, em sistemas biológicos (camundongos jovens ou células), permitindo o “isolamento” do agente. É utilizado todas as vezes em que o teste de IFD for negativo, conforme preconizado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 1996).

#### **B.1) Teste de inoculação em camundongo:**

Um grupo de camundongos com idade entre 3 e 4 semanas ou neonatos de 2 a 5 dias de idade são inoculados intracerebralmente. Os camundongos adulto-jovens são observados por 30 dias e todo camundongo morto é

examinado por meio da IFD. Para apressar o resultado da inoculação de camundongos neonatos, recomenda-se o sacrifício de um camundongo por vez, aos 5, 7, 9 e 11 dias pós-inoculação, seguidos da realização da IFD. O teste de isolamento *in vivo* em camundongos é oneroso e deve ser substituído, sempre que possível, por isolamento em cultivo celular.

### B.2) Teste em Cultura Celular:

A linhagem celular preconizada para esse tipo de teste é de células de neuroblastoma murino (NA-C1300). A replicação do vírus é revelada pela IFD. O resultado do teste é obtido 18 horas pós-inoculação. Geralmente a incubação é continuada por 48 horas e, em alguns laboratórios, por até 4 dias. Este teste é tão sensível quanto o teste de inoculação em camundongos. Uma vez existindo a unidade de cultura celular no laboratório, este teste deve substituir o teste de inoculação em camundongos, evitando assim o uso de animais, além do fato de ser menos oneroso e mais rápido.

---

**MEDIDAS DE  
CONTROLE  
(MANUAL DE  
CONTROLE  
MAPA)**

O Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros tem como objetivo baixar a prevalência da doença na população de herbívoros domésticos. A estratégia de atuação do Programa é baseada na adoção da vacinação dos herbívoros domésticos, do controle de transmissores e de outros procedimentos de defesa sanitária animal que visam à proteção da saúde pública e o desenvolvimento de fundamentos de ações futuras para o controle dessa enfermidade que causa grande prejuízo econômico à pecuária nacional.

A estratégia do programa é fundamentada principalmente:

- na vigilância epidemiológica;
- na orientação da vacinação dos herbívoros domésticos;
- no controle de morcegos hematófagos da espécie *D. rotundus*, sempre que houver risco de transmissão da raiva aos herbívoros.
- na educação sanitária.

## CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO

Nas décadas de 1910 a 1940, a raiva bovina esteve localizada principalmente no litoral brasileiro, possivelmente associada aos processos de ocupação do solo. A devastação da Mata Atlântica para aproveitamento de terras mais férteis, a introdução da pecuária bovina e a construção de ferrovias, rodovias, barragens, túneis, cisternas, canalizações de córregos e rios foram fatores que alteraram o *habitat* dos morcegos, em especial os hematófagos.

Posteriormente, surtos de raiva bovina ocorreram no interior dos estados, acompanhando as grandes transformações ambientais geradas por atividades como a agropecuária e a mineração, dentre outras.

A epidemiologia da raiva bovina envolve fatores naturais, como o *habitat* favorável aos morcegos, a presença de vírus da raiva no ciclo silvestre e fatores sociais que estabelecem a forma com que o homem desempenha a atividade econômica na natureza. Desse modo, a epidemiologia da raiva bovina está diretamente influenciada por fatores de ordem ambiental desencadeados pelos seres humanos; portanto, para conhecimento do modelo epidemiológico da raiva bovina, deve-se necessariamente compreender a organização do espaço.

O conhecimento de determinantes econômico-sociais de ocorrência, manutenção e evolução da raiva bovina é de fundamental importância, tanto para esclarecer seu comportamento epidêmico como para estabelecer medidas mais eficazes para o seu controle nas regiões endêmicas. O centro da caracterização de área de risco para raiva em herbívoros é produto da forma como o homem se apropria do espaço geográfico.

O modelo epidemiológico proposto tem como principal objetivo identificar e monitorar a presença de vírus da raiva na população de *D. rotundus*. Os herbívoros são hospedeiros acidentais do vírus da raiva, pois, apesar de participar da cadeia epidemiológica da raiva rural, somente contribuem como sentinelas à existência de vírus. Sua participação nesse processo restringe-se ao âmbito do animal, não havendo envolvimento no processo de transmissão a outras espécies, salvo quando de forma acidental. Essa afirmação é devida ao fato de que a raiva nos herbívoros tem baixa ou nula probabilidade de transmissão a outros animais, apresentando principalmente a característica paralítica, diferentemente da sintomatologia “furiosa”, observada nos casos de raiva em carnívoros.

A ocupação do espaço condiciona a forma de comportamento ecológico do transmissor, sendo que esse comportamento é dado pela disponibilidade de abrigo e alimento oferecidos.

Dadas as características da interação do *D. rotundus* com o meio ambiente, o risco da raiva nos herbívoros pode ser explicada por dois componentes principais:

- **RECEPTIVIDADE:**

É um conjunto de variáveis que expressam a capacidade de o ecossistema albergar populações de *D. rotundus*. Os determinantes da receptividade estão relacionados à disponibilidade de alimento e de abrigos.

A receptividade pode ser classificada em alta, média, baixa e nula, na dependência da presença e da intensidade com que os fatores supracitados se expressam, bem como da inter-relação entre eles.

- **VULNERABILIDADE:**

É um conjunto de fatores relacionados à capacidade de ingresso do transmissor numa área e à circulação viral. Tais fatores possibilitam a difusão da doença para novas áreas e servem de facilitadores para que este processo ocorra.

Os determinantes de vulnerabilidade são:

- construção de usinas hidrelétricas, desmatamentos, construção de novas ferrovias e rodovias, formação de novas áreas de pastagem, retirada abrupta de fonte alimentar, inundações e outras alterações ambientais;
- casos de raiva em herbívoros ou *D. rotundus* no município e/ou em municípios vizinhos;
- casos de raiva em outros quirópteros e em outros mamíferos (variante 3).

A vulnerabilidade pode ser alta, média, baixa ou nula, na dependência da presença ou da inter-relação dos fatores citados.

O modelo preditivo de risco levará em conta tanto a receptividade como a vulnerabilidade. A base de dados deverá ser alimentada com uma periodicidade de 12 meses, possibilitando prever em tempo hábil o desencadeamento de medidas de controle cabíveis. Os fatores de vulnerabilidade observados deverão ser informados, tanto retrospectivamente (até um período de dois anos anteriores ao primeiro relato) quanto prospectivamente, quando houver informações, sendo que esta última deverá ocorrer até a próxima atualização da base de dados.

O processo de captação das informações necessárias à alimentação dessa base de dados seja ele por vigilância ativa ou passiva, deve ser encarado como o

pilar do programa. Uma vez detectados problemas nos dados acerca de uma região, tais como ausência ou inconsistências de informações, será caracterizada como “área silenciosa”.

O algoritmo utilizado pelo modelo de risco levará em conta a associação entre receptividade e vulnerabilidade. Essa associação, por município, resultará em um escore de risco, que será plotado em um mapa georreferenciado da malha topográfica municipal do Brasil, permitindo a visualização das áreas de maior ou menor risco de ocorrência de raiva, bem como das áreas onde a doença já está presente. Isto permitirá o desencadeamento de medidas de controle específicas e localizadas, tendo como principal benefício a proatividade do Serviço Estadual de Defesa Sanitária Animal, otimizando o tempo e os recursos.

## VACINAÇÃO DE HERBÍVOROS

A Instrução Normativa nº 5, de 1º de março de 2002, preconiza que a vacinação dos herbívoros seja realizada com vacina contendo vírus inativado, na dosagem de 2ml por animal, independentemente da idade, sendo aplicada por via subcutânea ou intramuscular.

A vacinação compulsória é recomendada quando da ocorrência de focos da doença e deve ser adotada preferencialmente em bovídeos e eqüídeos com idade igual ou superior a 3 meses. Porém, em animais com idade inferior a três meses, poderá ser orientada caso a caso, de acordo com a avaliação técnica de um médico veterinário.

Animais primovacinados deverão ser revacinados 30 dias após a primeira vacinação. É importante ressaltar que os animais nascidos após a vacinação do rebanho deverão ser vacinados quando atingirem a idade de 3 meses recomendada.

Os Estados podem legislar complementarmente sobre a necessidade de vacinação compulsória e sistemática em áreas consideradas de risco, baseando-se no modelo citado no item anterior.

A vacinação compulsória deverá ter um caráter temporário, devendo ser suspensa assim que os programas estaduais atingirem níveis satisfatórios de controle da raiva, garantindo as condições sanitárias dos rebanhos.

Quando houver decisão do Estado de adotar a vacinação compulsória e sistemática, sugere-se, para garantir o seu cumprimento, introduzir a exigência de comprovação de vacinação anti-rábica quando da solicitação da emissão de Guia de Trânsito Animal (GTA).

Para a comprovação da vacinação, deverá ser solicitada ao proprietário dos animais a apresentação da nota fiscal de aquisição da vacina, na qual deverá constar número da partida, validade e laboratório produtor. O proprietário deverá informar, ainda, a data da vacinação, bem como o número de animais vacinados, por espécie.

Para efeito da revacinação, considera-se que a duração da imunidade conferida pela vacina será de, no máximo, 12 meses.

No Brasil, todas as vacinas anti-rábicas para herbívoros são produzidas em cultivo celular e submetidas ao controle de qualidade (inocuidade, esterilidade, eficácia e potência).

---

## **CONTROLE DE TRANSMISSORES**

Os morcegos hematófagos são encontrados desde o norte do México até o norte da Argentina e em algumas ilhas do Caribe, em regiões com altitude média abaixo de 2.000m. No mundo, apenas três espécies de morcegos possuem hábito alimentar hematófago (*D. rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngi*), os quais são encontrados no Brasil. Para que se tenha sucesso no controle da raiva transmitida por morcegos hematófagos, há necessidade de conhecimentos básicos sobre a bioecologia destas espécies, para se entender como se procede a dinâmica de populações destas espécies.

# Controle de morcegos hematófagos

## Dinâmica de população

**José Carlos Pereira de Souza**

Médico Veterinário, Fiscal Federal Agropecuário/SEDESA/SFA/RJ

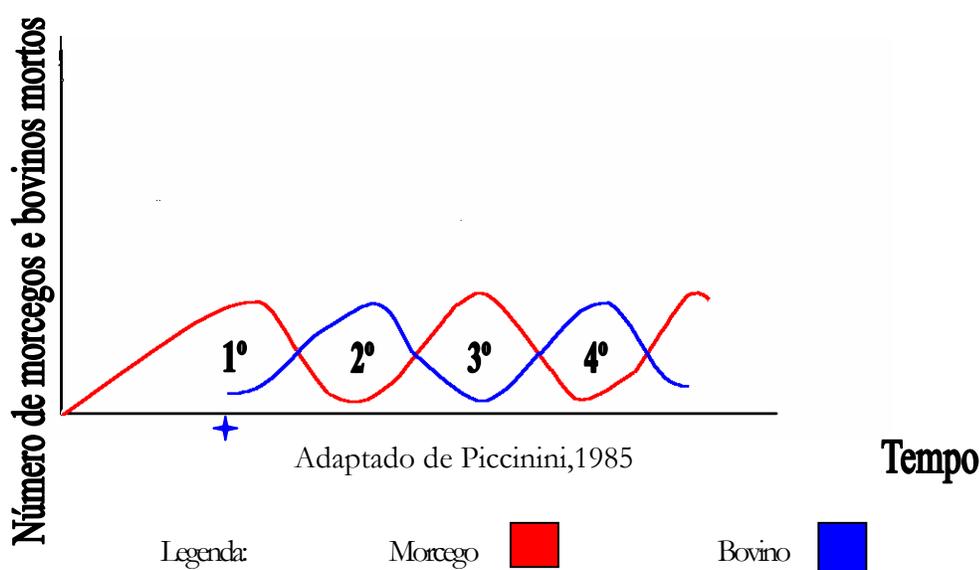
---

**DINÂMICA POPULACIONAL** Apesar de sabermos que a Raiva Desmodina quando surge nos herbívoros provoca um certo número de mortes, ainda consideramos de suma importância a intervenção com vacinas e com controle de morcegos hematófagos. Ao adoecer um herbívoro por raiva desmodina, sentinela do surto para o homem, já adoeceu ou morreu uma boa parcela da colônia que transmitiu para o foco primário. Contudo, uma outra parcela dessa colônia pode continuar transmitindo por algum tempo. Aqui o controle da Raiva torna-se eficaz, evitando a propagação do foco, tanto entre morcegos, deixando de atingir novas colônias, como também entre os herbívoros, gráfico 1.

Ainda torna-se necessário conhecer o comportamento desses mamíferos no seu habitat natural. Cada fêmea pare uma cria por ano, e na maioria das vezes, leva um bom tempo para que uma colônia atinja seu “clímax”, oito a dez anos, segundo FREITAS (s/data), ou seja, a superpopulação naquele nicho ecológico escolhido por eles no habitat. Quando isto acontece, alguns fatores se alteram, tais como: a fertilidade dos membros da colônia, diminuindo as taxas de natalidade; os deslocamentos regionais de uma boa parcela dos morcegos à procura de novos habitat ou de alimento; ou ainda pode aparecer uma enfermidade em função do “stress” ocorrido na colônia. Muitas vezes essa enfermidade é a Raiva e ela dizima a maioria dos morcegos, baixando o nível populacional da colônia, onde os morcegos novamente se sentem seguros e confortáveis em relação ao seu espaço vital, nível este chamado nível de

tolerância. Este processo se perpetua e segue uma curva normal ondulatória, acontecendo de tempos em tempos, o que variará de acordo com o tamanho da colônia e o espaço vital existente no habitat. Daí a Raiva apresentar-se cíclica em áreas enzoóticas, quando o homem não interfere com medidas de controle, gráfico 2

Gráfico 1. Dinâmica de população de *D. rotundus* num surto de raiva em herbívoros



1

1º e 3º curva: Mortalidade na colônia de morcegos hematófagos

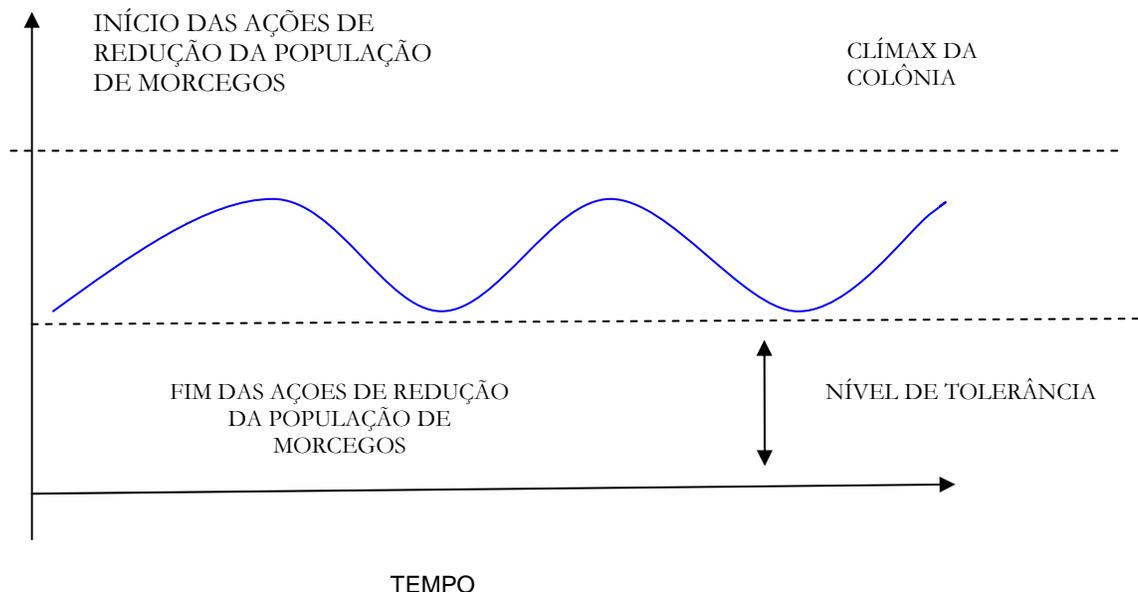
2º e 4º curva: Mortalidade na população herbívora

1º e 2º curva: Origem e evolução do foco

3º e 4º curva: Propagação do foco em novas áreas

✦ Tempo de controle 1º morte

Gráfico 2. Evolução populacional de morcegos hematófagos em uma colônia, no núcleo ecológico



NOTA: EVOLUÇÃO POPULACIONAL DE MORCEGOS HEMATÓFAGOS EM UMA COLÔNIA, NO NÚCLEO ECOLÓGICO - Adaptado de Piccinini, 1985

Quando os criadores comunicam o problema em tempo hábil aos serviços de vigilância sanitária animal, encarregados do controle de Raiva e esse controle é efetuado no início do foco, haverá uma descontinuidade da propagação da enfermidade. Em caso contrário, a evolução do foco primário dos herbívoros se fará por tantas vezes quantas forem possíveis, até que as populações de morcegos sejam reduzidas ou que não haja mais herbívoros susceptíveis conforme representado no gráfico 1.

Esta ação acima caracterizada é típica para os procedimentos em áreas focais da enfermidade. Nas áreas perifocais, a vacinação dos susceptíveis e o controle dos transmissores, serão efetuados, dependendo da análise epidemiológica da área em questão.

Por termos conhecimento do fato de que a Raiva apresenta-se cíclica, sabemos que ações em áreas focais e perifocais somente irão minimizar os prejuízos, mas não eliminarão a fonte de contaminação por tempo mais prolongado. Assim é que o ideal para um bom controle da Raiva transmitida por

*Desmodus* é a seleção das áreas enzoóticas em escala de prioridade e, em seguida, as áreas onde há ocorrência de morcegos hematófagos mas não acontecem casos da doença. Depois disso, trabalhá-las rotineiramente, tanto no controle de morcegos como no incentivo à vacinação periódica dos rebanhos existentes, por tempo limitado, almejando a obtenção de “áreas controladas”.

O sucesso de um plano de controle de morcegos hematófagos dependerá:

- De conhecimentos de bioecologia;
- De georeferenciamento dos abrigos;
- De conhecimento da topografia da região;
- Caracterização epidemiológica da região;
- De domínio do modelo estratégico a ser adotado.

Lembrar que a raiva desmodina estará a mais de 10 km a frente do foco primário, em colônias já contaminadas, e que por isso, o controle deverá ser no sentido inverso, da área de alerta para a área focal.

As equipes que atuam no controle da raiva dos herbívoros devem ter conhecimento pleno da região onde se executam os trabalhos, bem como dos potenciais transmissores que nela habitam.

O método escolhido para o controle de transmissores dependerá da espécie animal envolvido, da topografia e de eventuais restrições legais (áreas de proteção ambiental, reservas indígenas e outras).

O método para o controle de morcegos hematófagos está baseado na utilização de substâncias anticoagulantes, especificamente a warfarina. Os métodos de controle devem ser seletivos e executados corretamente, de tal forma a atingir unicamente morcegos hematófagos da espécie *D. rotundus*, não causando dano ou transtorno algum a outras espécies, que desempenham papel importante na manutenção do equilíbrio ecológico na natureza.

O método seletivo pode ser direto ou indireto:

### **MÉTODOS DIRETOS:**

No método seletivo direto, há necessidade da captura do morcego hematófago e aplicação tópica do vampiricida em seu dorso. Ao ser ingerido pelo morcego que entrar em contato, o princípio ativo provocará hemorragias internas, matando-o. Para execução desse método, o morcego hematófago deverá ser capturado preferencialmente junto à sua fonte de alimentação (captura junto ao curral). Os morcegos *D. rotundus* poderão ser capturados diretamente no seu abrigo, quando for artificial, e nas proximidades dos abrigos naturais (cavernas e furnas). Excepcionalmente e mediante autorização do Ibama, poderá ser promovida captura no interior de abrigos naturais. O método seletivo direto

somente deverá ser executado pelos serviços oficiais, por técnicos devidamente capacitados e equipados para execução correta dessa atividade, devendo o profissional retornar à propriedade para avaliação da efetividade das ações.

Os profissionais dos serviços estaduais de defesa sanitária animal deverão, sempre que solicitados oficialmente e em caráter excepcional, auxiliar as autoridades de saúde pública no controle de morcegos hematófagos que estejam espoliando humanos.

### **MÉTODO INDIRETO:**

No método seletivo indireto, não há necessidade da captura dos morcegos hematófagos. Este método consiste na aplicação tópica de dois gramas de pasta vampiricida ao redor das mordeduras recentes de morcegos hematófagos. Outros produtos vampiricidas também poderão ser empregados, sendo de especial utilidade na bovinocultura de corte. Nesses sistemas de controle, são eliminados apenas os morcegos hematófagos agressores, considerando que tendem a retornar em dias consecutivos ao mesmo ferimento para se alimentar.

O uso tópico da pasta na agressão deve ser repetido enquanto o animal estiver sendo espoliado. Essa prática deverá ser realizada pelo proprietário do animal espoliado, sob orientação de médico veterinário, devendo ser realizada preferencialmente no final da tarde, permanecendo o animal no mesmo local onde se encontrava na noite anterior.

Essa prática deve ser estimulada pelos profissionais dos serviços de defesa sanitária animal nos estados.

---

**ATUAÇÃO EM FOCOS** A condução de medidas sanitárias em uma área de foco é de responsabilidade do serviço de Defesa Sanitária Animal. No caso de suspeita de raiva ou de qualquer outra síndrome nervosa, o veterinário do serviço oficial deverá preencher o Formulário de Investigação de Doença-inicial (Form-in). Após a notificação da confirmação laboratorial do diagnóstico da raiva, será realizada uma investigação epidemiológica no local, em até 24 horas após a notificação.

De acordo com a investigação, as ações de controle serão realizadas baseando-se em um dos seguintes modelos:

### MODELO DE CÍRCULOS CONCÊNTRICOS:

È o mais eficiente nos casos em que os focos ocorrem de uma forma dispersa, sem um sentido lógico, onde não se pode prever a direção da progressão de novos casos.

### MODELO DE BLOQUEIO LINEAR:

Deve ser utilizado quando os focos seguem uma direção específica.

As ações de bloqueio (vacinação focal e perifocal) devem ser realizadas da periferia para o centro do foco (a propriedade de origem é considerada o “foco primário”), pois o morcego infectado pode transmitir a doença para outras colônias, em até 12 km de distância à frente do foco inicial.

Tomadas as medidas sanitárias efetivas, a expectativa é de que não ocorram novos casos da doença dentro de um prazo de 90 dias, encerrando-se as ações com o preenchimento do Formulário de Investigação de Doenças-complementar (Form-com).

---

#### OUTRAS MEDIDAS

Para a vigilância epidemiológica da raiva, está estabelecido um sistema de informações, que compreende a notificação obrigatória de casos e informes contínuos.

---

As Coordenações Estaduais do Programa de Controle da Raiva dos Herbívoros deverão manter um diagnóstico atualizado da situação epidemiológica, avaliando a distribuição e os fatores condicionantes de propagação, de maneira a permitir a adoção imediata de medidas de controle/profilaxia da raiva.

Devem ser avaliados os critérios que definam a prioridade de atendimento das notificações, como número de animais suspeitos de estar acometidos pela raiva, número de animais espoliados por *D. rotundus* e número médio de espoliações em um único animal.

Entre as unidades federativas, deve haver um intercâmbio de informações de forma contínua sobre os casos de Raiva ocorridos em áreas fronteiriças e as ações/estratégias de controle adotadas. Para facilitar a operacionalização, deve-se adotar uma faixa interfronteiriça de aproximadamente 12km. Nas fronteiras internacionais, as ocorrências de raiva dos herbívoros nos municípios limítrofes

devem ser notificadas à Coordenação Nacional do PNCRH, para que desencadeie o processo de comunicação aos países vizinhos.

A estratégia de vigilância epidemiológica e o plano de trabalho adotado devem ser revisados anualmente ou sempre que necessário.

### Referências Bibliográficas

- BADRANE, H.; TORDO, N. Host switching in Lyssavirus history from the chiroptera to the carnivore orders. *Journal of Virology*, v. 75, n. 17, p. 8096 – 8104, 2001.
- BAER, G.M. *The natural History of Rabies*. 2 ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1991, 620p.
- BEER, J. *Doenças Infecciosas em Animais Domésticos*. São Paulo: Roca, 1988. v.1, 457p.
- BELAY, E.D. Transmissible Spongiform Encephalopathies in humans. *Annual Reviews of Microbiology*, v. 53, p. 283 – 314, 1999.
- BELAY, E.D.; SCHONBERGER, L.B. The public health impact of prion diseases. *Annual Reviews of Public Health*, v.26, p. 191 – 212, 2005.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Caderno Técnico - Encefalopatia Espongiforme Transmissível*. Brasília, DF, 2004, 118p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Controle da Raiva dos Herbívoros – Manual Técnico 2005*. Brasília, DF, 2005, 103p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Manual de Procedimentos para resposta à ocorrência de episódios da Encefalopatia Espongiforme Bovina - EEB*. Brasília, DF, 2002, 35p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Procedimentos para o Diagnóstico das Doenças do Sistema Nervoso Central de Bovinos*. 2ª edição. Brasília, DF, 2004, 48p.
- CALLIS, J.; DARDIRI, A.; FERRIS, D.; GAY, J.; WILDER, F.; MASON, J. *Manual Ilustrado para el Reconocimiento y Diagnóstico de Ciertas Enfermedades de los Animales*. Comisión México-Americana para la Prevención de la Fiebre Aftosa. México. 1988.
- DETWILER, L.A.; BAYLIS, M. The epidemiology of scrapie. *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p.121 – 143, 2003.
- FAVORETTO, S.R.; CARRIERI, M.L.; CUNHA, L.M.S.; AGUIAR, E.A.C.; SILVA, L.H.Q.; SODRÉ, M.M.; SOUZA, M.C.A.M. & KOTAIT, I. Antigenic typing of Brazilian rabies virus samples isolated from animals and humans, 1989-2000. *Rev. inst. Trop. S Paulo*, v. 44, n. 2, São Paulo, mar/abr. 2002.
- FREITAS, C.E.A. *Ecologia dos Morcegos*. MAPA, Brasília/DF, 22 p., S/data (Mimeografado).

- HEIM, D.; KIHM, U. Risk management of transmissible spongiform encephalopathies in Europe. *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p.179 – 199, 2003.
- LASMÉZAS, C.I. The transmissible spongiform encephalopathies. *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p. 23 – 36, 2003.
- MATTHEWS, D.; COOKE, B.C. The potential for transmissible spongiform encephalopathies in non-ruminant livestock and fish. *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p.283 – 296, 2003.
- MORLEY, R.S.; CHEN, S.; RHEAULT, N. Assessment of the risk factors related to bovine spongiform encephalopathy. *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p.157 – 178, 2003.
- OIE. Bovine Spongiform Encephalopathy. Disponível em: <www.oie.int> Acesso em: 24 nov. 2005.
- PRINCE, M.J.; BAILEY, J.A.; BARROWMAN, P.R.; BISHOP, K.J.CAMPBELL, G.R.; WOOD, J.M. Bovine spongiform encephalopathy. *Rev sci tech Off int Epiz*, v.22, n. 1, p.37 – 60, 2003.
- SCHREUDER, B.E.C.; SOMERVILLE, R.A. Bovine spongiform encephalopathy in sheep? *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p. 103 – 120, 2003.
- WILLIAMS, E.S.; MILLER, M.V. Transmissible spongiform encephalopathies in non-domestic animals: origin, transmission and risk factors. *Rev sci tech Off int Epiz*, v. 22, n. 1, p.145 – 156, 2003.
- WHO Infection Control Guidelines for Transmissible Spogiform Encephalopathies, 2000. Disponível em: <http://www.who.int/emc>. Acesso em: 07 out. 2005.
- WHO Creutzfeldt-Jakob syndrome, Bovine Spongiform encephalopathy, Variant Creutzfeldt-jakob disease, Prion diseases. Disponível em:<http://www.who.int>.Acesso em: 24 nov. 2005

Sites consultados em 07/12/05:

<http://www.agricultura.gov.br>

[http://www.pasteur.saude.sp.gov.br/informacoes/informacoes\\_03.htm](http://www.pasteur.saude.sp.gov.br/informacoes/informacoes_03.htm)

[http://www.fiocruz.br/ccs/especiais/emergentes/emergentes3\\_fer.htm](http://www.fiocruz.br/ccs/especiais/emergentes/emergentes3_fer.htm)

## O Morcego Hematófago *Desmodus rotundus*

### Biologia, comportamento e importância

Clayton B. Gitti

Prof. Doenças Infecciosas – UFRRJ

#### Caracterização do Morcego Hematófago *Desmodus rotundus*

Os morcegos hematófagos pertencem à Classe *Mammalia*, Ordem *Chiroptera*, Sub-Ordem *Microchiroptera*, Família *Phyllostomidae* e Sub-Família *Desmodontidae*. De acordo com TADDEI (1983), existem três gêneros com uma espécie cada, a saber: *Desmodus rotundus* (Geoffroy, 1810)- *Diphylla ecaudata* (Spix, 1823) e *Diaemus youngii* (Jentink, 1893).

As espécies hematófagas são exclusivas da região neotropical e ocorrem, de modo geral, desde o México até a Argentina.



Ocorrência de morcegos hematófagos

Morfologicamente, o *Desmodus rotundus* se caracteriza por ser um morcego de porte médio, possuindo uma envergadura de 37 cm e pesando por volta de 29g. Possui orelhas curtas, com extremidade pontiaguda. Seus olhos são grandes, porém, menores que as das outras espécies hematófagas (*Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngii*); seu lábio inferior tem um sulco mediano em forma de “V”. O polegar é

longo e contém três almofadas sendo uma pequena e arredondada na base, uma grande e longa no meio e uma pequena na extremidade do polegar. A membrana interfemural é pouco desenvolvida, com cerca de 19 mm na sua região mediana, tendo poucos pêlos, curtos e espaçados, em sua superfície dorsal. O calcâneo é reduzido, assemelhando-se a uma pequena verruga. Seu corpo é coberto por pêlos curtos, densos, de cor castanha, sendo os do dorso mais escuros que os do ventre.



*Diphylla ecaudata*



*Diaemus youngii*

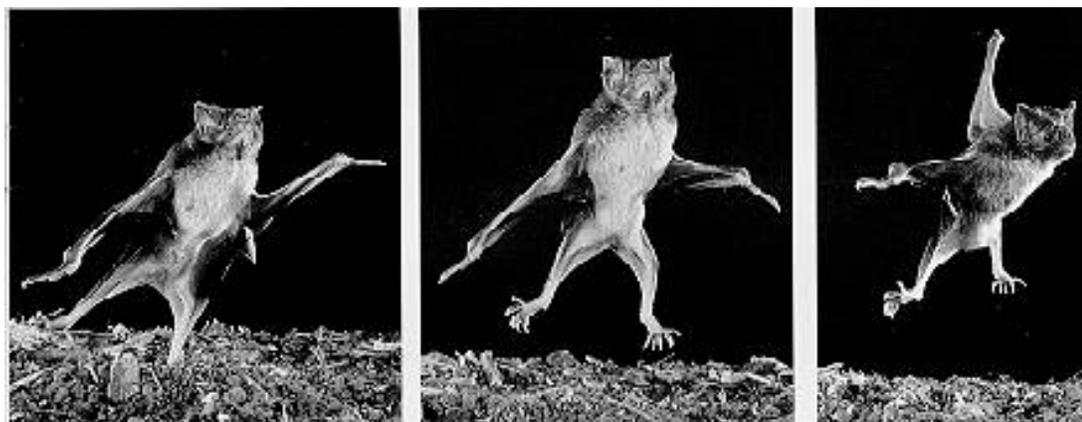
A folha nasal secundária é pouco desenvolvida; os incisivos e caninos superiores são relativamente grandes, porém, os inferiores são pequenos, bilobados, e separados uns dos outros na linha mediana da mandíbula.

O *D. rotundus* tem grande mobilidade tanto no ar quanto em terra. Pode encontrar sua presa durante a noite e se alimenta exclusivamente de sangue. Além das adaptações morfológicas que todos os morcegos possuem, os vampiros têm outras que facilitam o movimento tanto em cima da presa quanto no chão. Por isso, conseguem voar e também possuem grande capacidade de caminhar, correr e saltar. O polegar é bem desenvolvido e as pernas traseiras são relativamente fortes. Ele é rápido para reagir a algum evento.

Vários autores têm mencionado a importância do olfato na localização e escolha da presa. O *Desmodus rotundus* localiza as áreas de repouso do gado (estábulo, esterqueiras, piquetes e pastos) pelo cheiro do estrume e, posteriormente, encontraria a presa orientando-se visualmente sendo capaz de detectar visualmente um bovino a pelo menos 130 m de distância.



*Desmodus rotundus* em seu apoio em 4 pontos



Salto de um *Desmodus rotundus*

Os morcegos hematófagos podem se abrigar em ocos de árvores, porões, grutas, cisternas, sótãos, frestas nas rochas que são lugares que recebem pouca ou nenhuma iluminação direta, além de oferecerem condições favoráveis de temperatura e umidade e os protejam de seus inimigos naturais. O *D. rotundus* tem demonstrado extraordinária capacidade de explorar outros abrigos, sendo que, em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, tem sido encontrado em túneis de trem, furnas carvoeiras, casas abandonadas, tubulações para passagem de água e sob pontes.



Abrigo de *D. rotundus* – Poço de água



Colônia de *D. rotundus* em um bueiro

Dependendo da oferta de alimentos as colônias são formadas por 12 a 60 indivíduos, porém, a média provável de *D. rotundus* contidos em uma colônia está em torno de 100 exemplares podendo chegar a conter até 2000 morcegos hematófagos. Muitos fatores como abrigos adequados, suprimento alimentar e algum tipo de controle populacional destes morcegos, podem interferir na quantidade de indivíduos.

Em comparação com as outras espécies de morcegos, o *D. rotundus* tem o maior período de desenvolvimento juvenil. Durante os primeiros 20-30 dias, o filhote se agarra continuamente nas tetas da mãe. Até os 50-60 dias, ele é carregado pela mãe quando perturbado. O crescimento dos braços continua pelos primeiros 150 dias, e o peso de adulto chega por volta dos 300 dias de vida. O morcego troca de alimentação gradualmente, recebendo ajuda para se alimentar até os 300 dias. Sua mãe começa a alimentá-lo com sangue a partir dos dois meses, regurgitando-o em sua boca. Essa alimentação pode ser feita, também, por outras fêmeas do grupo, quando a mãe não volta ao abrigo naquela noite. O filhote permanece com a mãe por mais de um ano após o desmame. Ao voarem juntos para se alimentar, o filhote aprende sobre quais tipos de presas ele deve atacar. Quando ele se perde da mãe durante o vôo, outros adultos guiam-no de volta ao abrigo. Caso a mãe morra, outras fêmeas adultas adotam-no e dão continuidade aos cuidados de alimentação e aprendizado.



Mãe e filhote

Os *D. rotundus* buscam alimento em uma área de cerca de 5 a 8 Km ao redor de seu abrigo. Em certas regiões, essa distância pode se estender para 15 a 20 Km. Quando a presa está a uma distância muito longa, estes morcegos podem demorar mais de um dia para retornar ao seu abrigo principal, passando a(s) noite(s) em abrigo(s) secundário(s).

Ele voa geralmente entre uma altura de 0,5 e 1,5 m, uma vez que suas presas são animais que repousam no chão, ao contrário das outras duas espécies que se alimentam de animais arborícolas.

Seu sistema de **ecolocalização** utiliza sons de baixa frequência que são ótimos para detecção de objetos e servem de orientação durante o vôo. Um fator importante na seleção de presas é a sua acessibilidade. Ele escolhe e ataca as presas mais acessíveis num rebanho. Os animais mais dóceis são considerados mais susceptíveis ao parasitismo por oferecerem menor resistência, bem como os mais jovens, provavelmente pela menor espessura do couro e pelo fato destes serem mais calmos quando comparados aos adultos e aqueles que dormem na periferia do rebanho. Existem também citações quanto à maior susceptibilidade de animais de cor escura. Tal fato poderia explicar porque, num rebanho, alguns animais são mais atacados que outros.

A aproximação do *D. rotundus* as suas presas pode ser feita pelo pouso no corpo do bovino ou no chão, próximo a ele. Durante a aproximação, o morcego se mostra bastante cauteloso e responde prontamente a qualquer reação da vítima. A qualquer sinal de perigo, o morcego se afasta do local, retornando um certo tempo depois. Esse comportamento é repetido até que o perigo cesse, caso contrário, o morcego abandona este animal e sai à procura de outra presa.

A reação dos animais à aproximação dos vampiros geralmente ocorre quando estes pousam em seu corpo. O bovino reage, geralmente, com movimentos de cabeça, da cauda e da musculatura da pele. Um bovino já foi visto sendo predado por três morcegos simultaneamente, um na axila e os dois outros na região lombar, alimentando-se da mesma ferida. Em um outro animal com uma mordedura também na axila, observou que dois *D. rotundus* se alimentaram neste mesmo ferimento sucessivamente.

Após a aproximação, os *D. rotundus* escolhem um local apropriado para morder sua vítima. Eles podem gastar cerca de 40 minutos para escolher um local no corpo de um bovino e aplicar-lhe a mordida. Ao terminarem de se alimentar, caminham um pouco sobre os animais antes de voarem. Algumas vezes, se alimentam nas partes baixas do animal, fazendo ataque terrestre, e saltaram subindo no animal para se lançarem ao vôo.

O *D. rotundus*, ao se alimentar em bovinos, retornam ao animal por noites seguidas e pode reabrir ferimentos feitos nas noites anteriores. Este comportamento é vantajoso para o *D. rotundus*, pois pode ser feito em poucos minutos, diminuindo assim seu tempo de exposição a danos eventuais.

Os morcegos *D. rotundus* se alimentam de sangue de animais de criação tais como bovídeos, eqüídeos, caprinos, ovinos e suínos. Ocasionalmente pode se alimentar de aves domésticas. Em situações muito específicas, podemos observar pessoas serem atacadas por esses morcegos. As outras duas espécies

de morcegos hematófagos se alimentam preferencialmente de aves, porém, podem se alimentar das outras espécies ocasionalmente. No seu ambiente natural, eles se alimentam de diversos animais silvestres. Em áreas urbanas, por diversas vezes já foi relatado o ataque em cães que normalmente são dóceis e, aparentemente, não reagem ao ataque.

Os locais mais predados em eqüídeos, bovídeos, ovinos e caprinos são a espádua, o pescoço, a base dos chifres, a base das orelhas, o focinho, o cotovelo, as pernas, a cauda, a vulva e o ânus. Os porcos sofrem ferimentos no focinho, nas orelhas e nas tetas. Nas aves, os ferimentos ocorrem principalmente no brinco, no pescoço, sob as penas, nas pernas, na parte de baixo dos pés e no ânus. A região superior dos animais é muito mais utilizada pelos morcegos para sua alimentação que as regiões inferiores

A presença tardia no galinheiro do *D. rotundus* pode indicar uma atividade alimentar secundária de um ou poucos indivíduos que estariam explorando uma fonte alternativa de alimento, por estas informações, as três espécies de morcegos hematófagos podem utilizar mais de um tipo de presa, sugerindo potencial para explorar várias fontes de alimento, podendo usá-las em algumas ocasiões independente da maior ou menor adaptação a um certo tipo de presa.



Ataques solo de *D. rotundus*



Ferimentos em bovino causados por *D. rotundus*

Os incisivos superiores são do formato de uma navalha e servem para remover um pequeno pedaço da pele da presa com movimentos de abrir e fechar a boca. O ferimento geralmente tem um formato elíptico com cerca de 0,5 cm no seu maior comprimento.

Sua saliva possui uma substância com propriedades anticoagulantes permitindo que o sangue flua do ferimento por um tempo maior. O ato de tomar sangue é conhecido apenas em *D. rotundus*. Esta espécie utiliza-se de um mecanismo de ingestão não conhecido em outros mamíferos. O *D. rotundus* apresenta dois sulcos longitudinais na face inferior da língua e, ao tomar sangue, os bordos laterais da língua dobram-se para baixo de tal maneira, que a superfície fique convexa, formando um tubo. Com ligeiros movimentos de entrada e saída da língua da boca, forma-se um vácuo parcial na cavidade bucal e o sangue flui pelos sulcos longitudinais da face inferior da língua, passando para a sua face superior, no fundo da boca. Nesse ponto o sangue é deglutido.

Em contraste com os outros mamíferos, o vampiro possui um estômago tubular e o trato gastrintestinal em formato de “T” que possui grande capacidade de distensão. Estudos de laboratório demonstraram que o *D. rotundus* ingere por volta de 15 a 16 ml de sangue por dia o que representa 40% do seu peso. Em condições naturais, o *D. rotundus* pode consumir numa noite uma quantidade de sangue igual ou superior ao seu peso corporal, que varia entre 30 e 40 g. No cativeiro, o consumo diário pode chegar a 50 ml de sangue, embora 15 a 20 ml sejam considerados como suficiente. Esta dieta de sangue é particularmente rica em proteína e pobre em gordura e carboidrato. Devido a sua alimentação ser altamente nitrogenada, o vampiro é obrigado a excretar altas concentrações de uréia devido à sua baixa ingestão de água.

Sabe-se que estes morcegos formam haréns, onde um macho adulto domina um grupo de fêmeas, tendo também outros machos sexualmente imaturos ao redor do grupo. Dependendo do tamanho da colônia, pode-se observar vários grupos destes morcegos em um único abrigo. Para manter a temperatura corporal constante, estes morcegos permanecem unidos lado a lado. Eles possuem o hábito de fazer a higiene corporal constantemente, a exemplo dos felinos, lambendo-se. Mas além de lamberem-se, eles também lambem outros membros do grupo.

Aparentemente, esses morcegos restringem sua atividade alimentar ao período mais escuro da noite. Quando a chegada dos morcegos nos locais de alimentação ocorre antes da lua desaparecer, habitualmente o luar está fraco, devido à presença de nuvens ou fato de a lua estar próxima ao horizonte. A ausência de atividade noturna durante os períodos de lua é um comportamento adotado para se evitar a ação de possíveis predadores. Em contrapartida, em algumas noites, o *D. rotundus* apresenta atividade alimentar em períodos de lua forte.



*D. rotundus* – estômago cheio e vazio

#### Fezes de morcego hematófago em um abrigo

A influência das chuvas sobre a alimentação destes morcegos é conhecida. Nos períodos de chuva torrencial, o *D. rotundus* permanece a maior parte do tempo em seu abrigo, saindo em momentos de chuva mais branda.

A utilização de abrigos temporários parece estar condicionada, principalmente, à disponibilidade de abrigos apropriados como construções e alterações do relevo próximo aos locais de alimentação que seria de importante para reduzir os gastos energéticos durante o voo de retorno ao abrigo, já que um morcego bem alimentado perde parte da sua agilidade.

Estudos revelaram que a população de morcegos hematófagos em áreas utilizadas para pastagem é quase duas vezes superior à população em ecossistemas naturais. O *D. rotundus* parece ter preferência quantitativa no que se refere aos hospedeiros, ou seja, parasita seletivamente as espécies mais comuns e evita as mais escassas.

### Importância dos morcegos hematófagos

A importância dos morcegos hematófagos deve-se à sua ação parasitária e à transmissão de doenças de maior ou menor gravidade, responsáveis por prejuízos de ordem social e/ou econômica.

## Prejuízos econômicos causados pelo parasitismo de morcegos hematófagos

As perdas econômicas causadas pela morte de animais com Raiva e pelo parasitismo dos morcegos hematófagos.

O parasitismo dos morcegos hematófagos (prejuízos indiretos) referem-se à perda de sangue, mudanças fisiológicas e baixo valor do couro. A perda de sangue que sofrem os animais parasitados pelos morcegos hematófagos não se deve somente à espoliação, mas também à hemorragia adicional que normalmente se verifica após a alimentação dos *D. rotundus*. Vacas saudáveis em lactação são capazes de tolerar perdas de sangue em consequência do parasitismo de morcegos hematófagos por várias noites sem que ocorram efeitos adversos na produção do leite.

Em estudos em eqüinos, foram observados aumentos significativos nas frequências respiratória e cardíaca, bem como no número de plaquetas sangüíneas. Os autores concluíram que os morcegos constituem um fator estressante para os eqüinos. Em decorrência do estresse causado nos animais, estes se tomam menos resistentes imunologicamente, o que pode levar à instalação de doenças.

Os prejuízos indiretos, em relação aos bovinos, no Estado do Rio de Janeiro durante o período de 1980 a 1999, foram em tomo de 17,3 milhões de dólares. Tais prejuízos referem-se à espoliação sangüínea, perda de peso, diminuição da produção de leite e aos próprios ferimentos, levando à instalação de miíases e infecções e causando a depreciação do couro.

Essas perdas econômicas, decorrentes do parasitismo de morcegos hematófagos, não têm recebido a devida atenção, especialmente nas áreas onde não há relatos de Raiva, mas onde a frequência de animais mordidos é alta.

### Aspectos sócio-econômicos

Os aspectos sociais da importância dos morcegos hematófagos referem-se ao envolvimento humano de forma direta (pelo simples parasitismo ou pela transmissão de doenças) ou indireta (como reflexo dos aspectos econômicos). Este item refere-se ao envolvimento humano de forma direta.

O homem tem se constituído numa fonte potencial de alimento para os morcegos hematófagos desde a época da colonização das Américas. As informações sobre a diversificação de estratégias alimentares e sobre os animais parasitados pelos morcegos hematófagos indicam um comportamento oportunista para o *D. rotundus*.

Muitos foram os relatos de surtos de raiva em humanos causados pelo *D. rotundus*. Os mais recentes ocorreram nos estados do Pará e do Maranhão. Um

grande número desses casos de Raiva Humana ocorreram em crianças com idades iguais ou inferiores a 15 anos.

As modificações nas condições ecológicas, decorrentes de intensa atividade humana, como por exemplo, os desmatamentos, as construções diversas que se constituem em abrigos potenciais para os morcegos e a introdução de animais domésticos representando fonte adicional de alimento acessível e constante, são fatores que indireta e gradualmente atuam sobre as populações de morcegos hematófagos, em especial de *D. rotundus*, determinando, dentre outras conseqüências, um aumento no número de indivíduos bem como a alteração de seus hábitos alimentares.

## Doenças transmitidas ou relacionadas aos morcegos

**Clayton B. Gitti**

Prof. Doenças Infecciosas - UFRRJ

Por muito tempo os morcegos foram acusados pela transmissão de diversas doenças, porém muito poucas delas realmente tinham uma correlação com eles. O fato é que com o crescente interesse do homem por esses animais, muitos foram os microrganismos que foram designados como sendo transmitidos direta ou indiretamente pelos morcegos ou pela presença do homem em seus abrigos.

### DOENÇAS VIRAIS

Vinte e oito tipos de vírus foram isolados em morcegos. Os anticorpos de outras 32 viroses foram encontrados em seu soro sanguíneo.

### PRINCIPAIS DOENÇAS VIRAIS:

#### ENCEFALITE EQUINA VENEZUELANA (VEE):

Causada por alfavirus, membro dos arbovírus do grupo A. Doença epidêmica caracterizada por febre ou encefalite em eqüinos e homens. Um a 3% dos casos humanos com problemas no S.N.C., com seqüelas marcantes ou mortes e 38 a 83% dos eqüinos morrem. Morcegos hematófagos encontrados infectados naturalmente podem transmitir o vírus da VEE a outro hospedeiro, via ingestão de sangue, por um curto espaço de tempo (1 a 5 dias).

#### FEBRE AMARELA (YFV):

Causada por um flavivirus, membro do arbovírus do grupo B. Doença comum a vários grupos de mamíferos, incluindo morcegos. Transmissão é feita via

mosquito transmissor; mas, morcegos hematófagos infectados poderiam transmitir pela saliva, durante a alimentação. Ainda não foi encontrado o YFV em glândulas de morcegos. Pela mobilidade, morcegos podem ter papel no deslocamento geográfico do vírus.

#### **RAIVA:**

Causada por vírus do gênero Lyssavirus (Rhabdoviridae). Doença característica de mamíferos do mundo todo, com exceção de áreas insulares (Reino Unido, Austrália, Nova Zelândia, Japão e Havaí). Geralmente transmitido por mordeduras, o vírus rábico afeta o S.N.C., causando alterações de comportamento, paralisia e quase sempre morte. Cerca de 50.000 pessoas e milhões de animais morrem anualmente. Já isolado de várias espécies de morcegos, incluindo hematófagos.

#### **AUSTRALIAN BAT LYSSAVIRUS:**

Vírus da mesma família que o vírus da Raiva, diferindo apenas em 8% desse.

#### **ENCEFALITE DE ST. LOUIS:**

Detectada em morcegos nos Estados Unidos.

#### **DOENÇAS VIRAIS POTENCIAIS:**

Várias hepatites virais, citomegalovírus, vírus de Epstein-Barr, dengue, adenovirose, AIDS, SARS, Ebola, Nipah and Marburg.

### **DOENÇAS BACTERIANAS**

#### **BACTÉRIAS PATOGÊNICAS HUMANAS (perigosas e moderadamente perigosas)**

##### *Salmonella*

Febre tifóide e outras doenças semelhantes.

##### *Shigella*

Disenterias.

*Yersinia (=Pasteurella)*

Peste bubônica, infecção experimental em laboratório.

*Mycobacterium*

Tuberculose (encontrado em 10 % de morcegos *Tadarida brasiliensis* de uma caverna americana).

*Mycobacterium leprae*

Lepra: descrito em morcegos hematófagos que agrediram pessoas leprosas na Guiana Francesa. Podem transportar mecanicamente bactérias entre pessoas.

*Leptospira*

Leptospirose. Encontrada em várias espécies de morcegos do Velho Mundo. Não se conhece o papel dos morcegos, possivelmente são hospedeiros acidentais.

*Brucella*

Brucelose. Doença cosmopolita, afetando principalmente bovinos. Pode ser adquirida pelo homem, por contato com dejetos e alimentos contaminados. Morcegos hematófagos podem se contaminar ao sangrar animais doentes e transmitir a outros animais e ao homem.

*Borrelia recurrentis*

Febre recorrente. Morcegos podem ser reservatórios naturais. Várias espécies já isoladas de morcegos, com relações desconhecidas com a doença

*Clostridium perfringens*

Presença da bactéria em cavernas. Pode ser adquirida pelo contato com as fezes de animais e morcegos.

**PARASITAS INTRACELULARES (RICKETTSIAS):**

*Bartonella bacilliformis*

Febre Oroya, comum na Região Andina.

### *Bartonella rochalinai*

Conhecida do morcego frugívoro *Carollia perspicillata*.

### *Grahanella*

Semelhante à *Bartonella* e comum em mamíferos não humanos, inclusive morcegos.

### *Coxiella burneti*

Febre Q, doença perigosa, mas raramente fatal ao homem e isolada de morcegos, que podem atuar como reservatórios. Transmissão geralmente por contato com dejetos (fezes, urina e outros) de animais contaminados.

### *Rickettsia rickettsi*

*Rocky Mountain Spotted Fever* matou morcegos frugívoros e insetívoros testados experimentalmente, mas falhou com morcegos hematófagos. Transmissão ao homem por carrapatos.

## DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS

### *Histoplasma Capsulatum*

Histoplasmose, doença cosmopolita mais importante causada por fungos. Aparece na forma de levedura florescida nos tecidos infectados e como hifas e esporos no solo (saprófitas). Contágio por inalação de esporos contidos na matéria orgânica do solo de abrigos quentes e úmidos dos morcegos. Causa infecção respiratória que pode ser fatal para o homem, mas são raros os casos fatais.

### *Paracoccidioides brasiliensis*

Blastomicose sul-americana, doença granulomatosa das membranas das mucosas (gastrointestinal, nódulos linfáticos, pele e pulmões), altamente perigosa e comum nas zonas tropicais e subtropicais da América Latina. Esporos viáveis em fezes de morcegos.

### *Scopulariopsis*

Meningite crônica, geralmente fatal e esporos encontrados em guano de morcegos.

*Sporotrichum schenckii*

Esporotricose humana, isolada de fezes de morcegos colombianos.

*Candida albicans*

Candidíase, doença do homem e animais, Isolada de morcegos frugívoros do Velho Mundo, criados em cativeiro. Não encontrado na natureza.

*Candida chiropterorum*

Isoladas de morcegos da Colômbia. Experimentos indicam patogenicidade ao homem.

*Torulopsis glabrata*

Fungo comum na pele e membranas de mucosas do homem, encontradas em morcegos.

*Microsporium gypseum*

Fungo encontrado em guano de morcegos.

*Allescheria boydii*

Fungo que produz micoses do pé e infecções pulmonares ou sistêmicos no homem e animais. Encontrado em fezes de morcegos.

## DOENÇAS CAUSADAS POR PROTOZOÁRIOS

*Trypanosoma cruzi*

Várias espécies de morcegos já registradas com tripanosomas semelhantes à forma *cruzi*. Patogenicidade não está bem definida. Esses tripanosomas parecem não provocar infecção humana. 19 spp. de tripanosomas já encontradas em 52 spp de morcegos.

*Trypanosoma cruzi*

Mal de Cadeiras, Murina. Encontrada no morcego hematófago, podendo ser transmitido mecanicamente de um hospedeiro (principalmente eqüinos) ao outro por morcegos, durante o repasto sangüíneo.

### *Leishmania donovani*

Leishmania visceral ou calazar, encontrado na raposa voadora do Velho Mundo.

### *Plasmodium*

Malária, de uma a 4 espécies já isoladas de morcegos. Nenhum destes parasitas parece envolvido com malária humana

## PROBLEMAS COM OUTROS PARASITAS:

Diversos vermes parasitas (trematódeos, cestódeos e nematódeos) já registrados em várias espécies de morcegos. Muitos são específicos desses hospedeiros. Alguns helmintos humanos e de animais domésticos já encontrados em morcegos. Essas ocorrências podem ser acidentais.

Ocasionalmente ácaros de morcegos podem ser encontrados em seres humanos. Pode ocorrer quando morcegos se abrigam em casas ou quando pessoas entram em abrigos de morcegos. Podem provocar dermatites leves, raramente sérias.

Três espécies de percevejos (Família Cimicidae) compartilhadas por morcegos e homens: a cosmopolita *Cimex lectularius*; a tropicopolita *C. hemipterus* e a Oeste-Africana *Leptocimex boueti*. Especula-se que *Cimex lectularius* tornou-se adaptada ao homem, quando este passou a usar cavernas e abrigos similares como habitações humanas. Sem evidência de sua importância como vetor de doenças entre morcegos e o homem.

Duas famílias de moscas (Nictერიბიidae e Streblidae) estão especialmente adaptadas aos morcegos. Ambas hematófagas e podem potencialmente ser vetores de vários agentes patogênicos. Porém, sem evidências da participação dessas moscas na transmissão de doenças ao homem.

Mordeduras de morcegos hematófagos frequentemente invadidos por larvas da mosca *Callitroga*. Mamíferos domésticos infestados com larvas podem morrer. Em algumas áreas da América Latina. Mortalidade devido às larvas dessa mosca pode ser tão séria quanto aquela provocada pela Raiva.

## GPS

**Vladimir de Souza Nogueira Filho**

Coordenadoria de Defesa Agropecuária – São Paulo – SP  
Coordenação do Programa Estadual da Raiva dos Herbívoros

O GPS (*Global Positioning System* - sistema de posicionamento global) É um sistema de radionavegação baseado em satélites, desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos, que permite a qualquer utilizador saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia. Foi criado no fim da década de 70 com o objetivo de precisar bombardeios contra países inimigos.

O GPS é baseado em 24 satélites militares americanos(3 sobressalentes), que orbitam a Terra em um período de 11 horas e 58 minutos a aproximadamente 20.000 Km de altura . Existem seis planos orbitais, igualmente espaçados de 60 graus, cada plano orbital é ocupado por 4 satélites, permitindo, teoricamente, uma visibilidade entre 5 e 8 satélites em qualquer parte do globo terrestre.

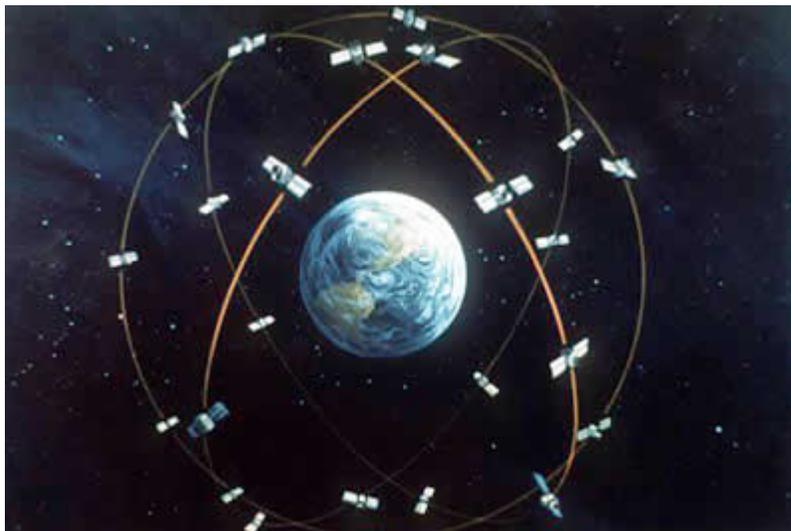


Foto cortesia do Departamento de Defesa dos Estados Unidos  
**Concepção artística da constelação de satélites GPS**

---

## O SISTEMA GPS

---

A infra-estrutura tecnológica associada ao sistema GPS é constituída por três sub-sistemas:

- 1- sub-sistema de satélites (segmento aéreo).
- 2- sub-sistema de controle (segmento terrestre).
- 3- sub-sistema do utilizador.

1- O sub-sistema de satélites (segmento aéreo).

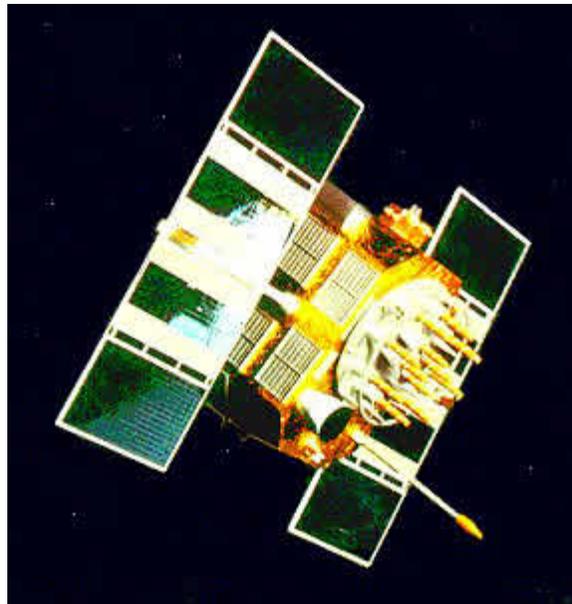


Foto cortesia da NASA  
**Satélite GPS NAVSTAR**

2- O sub-sistema (segmento terrestre) de controle é constituído por várias estações terrestres. Nestas estações terrestres são observadas as trajetórias dos vários satélites GPS e é atualizado com grande precisão o tempo. Esta informação é transmitida aos satélites. Com estes dados, o sistema informático em cada um dos satélites recalcula e corrige a sua posição absoluta e corrige a informação que é enviada para a Terra. A estação primária de controlo da constelação GPS está localizada nos Estados Unidos, no estado do Colorado.

3- O sub-sistema do utilizador é constituído por um **receptor de rádio** com uma unidade de processamento capaz de decodificar em tempo real a informação enviada por cada satélite e calcular a posição.

Os satélites são referências no espaço, e enviam informações de navegação. É possível calcular as coordenadas de um ponto, com o auxílio de pelo menos três dos 24 satélites.

Para realizar esse cálculo, o receptor GPS precisa saber duas coisas:

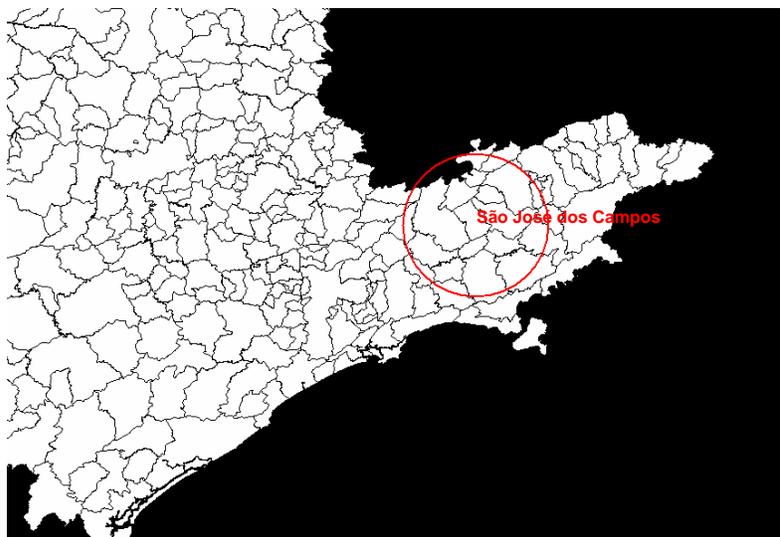
- a posição de no mínimo três satélites acima a você;
- a distância entre você e cada um desses satélites.

O receptor GPS obtém estas informações analisando **sinais de rádio** de alta frequência e baixa potência dos satélites GPS.

A função de um receptor GPS é localizar 3 ou mais desses satélites, determinar a distância para cada um e utilizar esta informação para deduzir sua própria posição. Essa operação é baseada em um princípio matemático chamado **trilateração**.

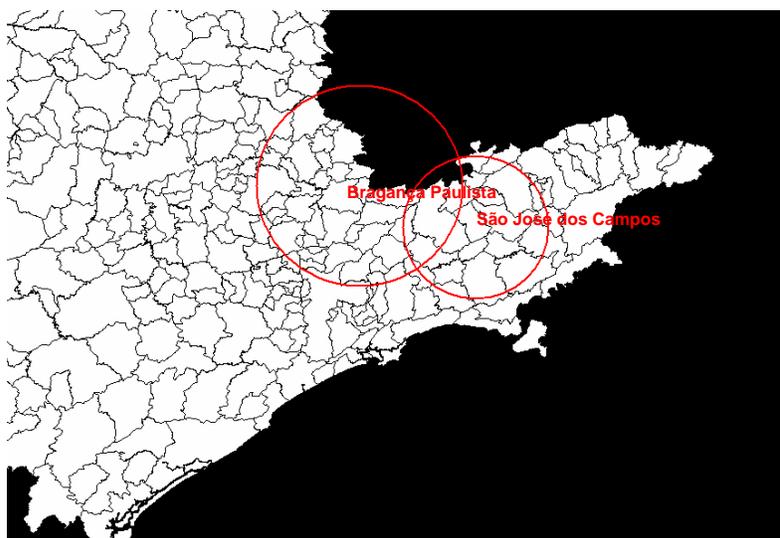
Imagine que você esteja em algum lugar em São Paulo e está **TOTALMENTE** perdido, não tem a menor idéia de onde está. Você encontra um morador local amigável e pergunta a ele: "Onde eu estou?". Ele lhe diz: "Você está a 50 km de São José dos Campos".

Uma ajuda, mas que não é tão útil sozinha. Você poderia estar em qualquer lugar ao redor de São José dos Campos, desde que em um raio de 50 km, desta maneira:

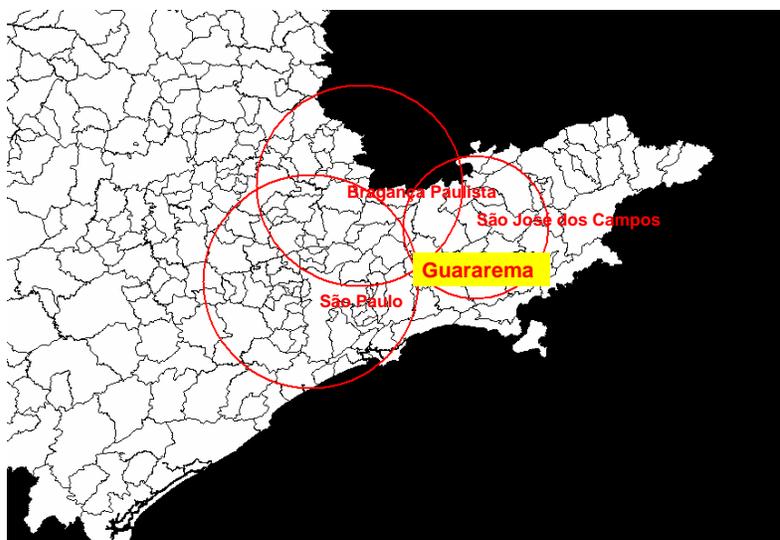


Você pergunta a outra pessoa onde está e ela diz: "Você está a 75 km de Bragança Paulista". Agora você está chegando a algum lugar: se combinar esta

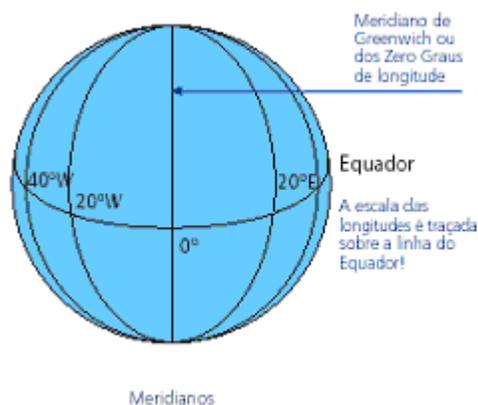
informação com a informação de São José dos Campos, você terá dois círculos que se cruzam. Agora você sabe que tem de estar em uma dessas duas interseções, já que está a 50km de São José dos Campos e a 75 km de Bragança Paulista.



Se uma terceira pessoa lhe disser que você está a 100 km de São Paulo, eliminará uma das possibilidades, pois o terceiro círculo irá se cruzar somente com um desses pontos. Assim, você saberá exatamente onde está: Guararema SP.



A nossa posição sobre a Terra é referenciada em relação ao equador e ao meridiano de Greenwich e traduz-se por três números: a latitude e a longitude. Assim para saber a nossa posição sobre a Terra basta saber a latitude e a longitude.



## LATITUDE

A latitude é a distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre 0° e 90° para Norte ou para Sul. Por exemplo, Lisboa está à latitude de 38° 4'N, o Rio de Janeiro à latitude de 22° 55'S.

## LONGITUDE

A longitude é a distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo do Equador. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre 0° e 180° para Este ou para Oeste. Por exemplo, Lisboa está à longitude de 9° 8'W, o Rio de Janeiro à longitude de 34° 53'W.

## DATUM

O Datum é a representação matemática que descreve o elipsóide terrestre, e é usado como modelo matemático pelo sistema de GPS e na projeção de mapas. Como a Terra não é um elipsóide perfeito, pode-se usar Datums específicos para cada região, de modo a se representar mais precisamente a curvatura terrestre local.

Sistema de referência para as coordenadas geodésicas. No caso da planimetria o datum do Sistema Geodésico Brasileiro é South American Datum - SAD-69.