

# AS AVES COMO HOSPEDEIRAS DE ARBOVÍRUS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA <sup>1</sup>

Nicolas/Dégallier <sup>2</sup>  
 Amélia P.A. Travassos da Rosa <sup>3</sup>  
 José Maria C. da Silva <sup>4</sup>  
 Sueli Guerreiro Rodrigues <sup>3</sup>  
 Pedro F.C. Vasconcelos <sup>3</sup>  
 Jorge F.S. Travassos da Rosa <sup>3</sup>  
 Geraldo Pereira da Silva <sup>3</sup>  
 Raimundo Pereira da Silva <sup>3</sup>

**RESUMO** — Um total de 12423 plasmas ou vísceras de aves, distribuídas em 40 famílias, 193 gêneros e 304 espécies, foi coletado em 18 localidades da Amazônia Brasileira. 70 amostras de 14 tipos diferentes de arbovírus foram isoladas desse material e 1743 plasmas foram positivos para pelo menos um tipo viral. A família Formicariidae forneceu os maiores números de amostras virais isoladas (1,20%) e plasmas positivos (30,21%). Os arbovírus mais prevalentes em aves foram Oropouche (3,86%), Encefalite Equina do Oeste (3,06%), Encefalite Saint Louis (2,80%), Turlock (1,31%), Itaporanga (1,00%), Tacaiuma (0,73%), Mayaro (0,49%) e Encefalite Equina Leste (0,48%). Os arbovírus foram classificados segundo as preferências ecológicas, tipos de vegetação e estrato e espécies de aves hospedeiras. A distribuição ecológica dos vírus parece contínua entre aqueles totalmente associados à floresta de terra firme nos níveis entre 0 - 15 m (Rocio, Utinga, Kwatta, Gamboa e Icoaraci), bem como nos associados com estratos intermediários dessa floresta porém, também com capoeira (Oropouche, Turlock, Itaporanga, Guaroa, Trinité, Carapanu, Jurona, Una, Encefalite de Saint Louis e Encefalite equina do oeste). O mesmo foi observado com relação aos encontrados em níveis mais altos da floresta e na capoeira (Cacipacoré, Mayaro, Ilhéus, Candiru e Tacaiuma), os associados com capoeira e floresta de igapó e enfin, aos extremamente versáteis como o vírus da Encefalite

<sup>1</sup> Trabalho realizado sob convênio entre a Fundação Nacional da Saúde, Ministério da Saúde — Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) — Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), e financiado pelas três organizações.

<sup>2</sup> ORSTOM a/c Instituto Evandro Chagas, Caixa Postal 75, CEP 66.017-970 Belém, PA.

<sup>3</sup> Instituto Evandro Chagas, Fundação Nacional da Saúde, Caixa Postal 1128, CEP 66.090 Belém, PA.

<sup>4</sup> Departamento de Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, C. P. 399, CEP 66.040 Belém, PA.

*eqüina leste, que foi encontrado em todos tipos e estratos de vegetação. Confirma-se o importante papel de aves como hospedeiros vertebrados dos vírus Jurona, Itaporanga, Mayaro, Oropouche, Belém, Pixama, Una e Tacaiuma. Soros de aves positivos para o vírus Rocio constituem a primeira indicação da possível presença desse agente na região Amazônica. Aves são até agora os únicos hospedeiros silvestres conhecidos para os vírus Cacipacoré, Candiru e Pacora-like. Na discussão é introduzido o conceito de nicho ecológico para os arbovírus, definido como o volume multi-dimensional, sendo que cada dimensão corresponde a uma variável ecológica. Afora as variáveis consideradas no presente estudo (tipos de vegetação e estratos preferidos pelas aves, famílias de aves hospedeiros e natureza dos vetores), os fatores que parecem ter maior importância para evolução dos ciclos dos arbovírus são as reações sorológicas entre arbovírus de um mesmo grupo. Com poucas exceções, esses fatores impediriam o estabelecimento de vírus muito relacionados entre si nos mesmos hospedeiros vertebrados, situação que parece não ter ocorrido com os hospedeiros artrópodes.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Arbovírus, Aves hospedeiras, Amazônia, Ecologia, Ciclos.

**ABSTRACT** — *Birds as arbovirus hosts in Brazilian Amazonia. A total of 12423 samples of birds' sera or viscera, representing 40 families, 193 genera and 304 species, was collected in 18 localities in Brazilian Amazonia. 70 strains of 14 distinct types of arboviruses were isolated and 1743 sera were found with antibodies against at least one arbovirus type. Formicariidae family furnished most strains (1,20%) and positive sera (30,21%). The most prevalent arboviruses in birds were Oropouche (3,86%), Western Equine Encephalitis (3,06%), Saint Louis Encephalitis (2,80%), Turlock (1,31%), Itaporanga (1,00%), Tacaiuma (0,73%), Mayaro (0,49%) and Eastern Equine Encephalitis (0,48%). Arboviruses were classified according to the preferred vegetation types and stratas of their birds' hosts. The ecological distribution of the arboviruses seems to localize along a continuum from 0-15 m levels in terra firme forest (Rocio, Utinga, Kwatta, Gamboa and Icoaraci), intermediate levels of the same forest and secondary growth areas (Oropouche, Turlock, Itaporanga, Guaroa, Trinití, Caraparú, Jurona, Una, Encefalite de Saint Louis and Encefalite eqüina do oeste), canopy of the forest and secondary growth vegetation (Cacipacoré, Mayaro, Ilhéus, Candiru and Tacaiuma), the latter vegetation type and inundated forest, and finally extremely versatile viruses like Eastern Equine Encephalitis which were encountered in birds from every vegetation types and levels. The important role of birds in the sylvatic cycles of viruses Jurona, Itaporanga, Mayaro, Oropouche, Belém, Pixama, Una and Tacaiuma is confirmed. Bird sera positive for Rocio virus is the first indication of the possible presence of this agent in the amazonian region. Birds are as yet the only know hosts for the viruses Cacipacoré, Candiru and Pacora-like. The ecological niche concept is discussed in relation with ecology of arboviruses. The adopted definition is that of a hyper-dimensional volume, of which each dimension represents one ecological variable. One of the most limiting factors in the evolution of arboviruses' cycles may be the group-reacting antibodies produced by the vertebrate host and resulting in the impossibility for the same individual to be viremic for more than one virus type in the same serological group, at least during some time. More studies are needed to quantify the relative importance of numerous vectors, and determine the width and superposition of the eco-niches of neotropical arboviruses.*

**KEY WORDS:** Arboviruses, Avian hosts, Amazonia, Ecology, Cycles.

## **INTRODUÇÃO**

Os arbovírus (de "arthropod-borne virus") são vírus de animais vertebrados (incluindo o homem), cujos ciclos de transmissão implicam obrigatoriamente em uma multiplicação dentro de um hospedeiro artrópode hematófago, tais como mosquito, flebótomo, maruim ou carrapato. Pelo menos 552 tipos sorológicos diferentes são atualmente conhecidos e registrados no mundo (Karabatsos 1985; Travassos da Rosa 1987, 1989 e dados não publicados). Quase todos grupos de vertebrados terrestres podem servir como hospedeiros de arbovírus. A título de exemplo, a Tabela 1 mostra os números de espécies hospedeiros de arbovírus, conhecidas em diversas classes de vertebrados (Karabatsos 1985). As aves respondem pela terceira posição como fonte de isolamento de arbovírus, após humanos e roedores. Na Amazônia Brasileira, 31/181 (17,1%) tipos diferentes de arbovírus já foram isolados a partir de sangue ou órgãos, ou evidenciados indiretamente pela presença de anticorpos no plasma de aves silvestres.

Conhecendo a grande diversidade ecológica do ambiente amazônico, é fácil supor a existência de uma enorme variedade de ciclos de manutenção para os arbovírus. Embora os dados disponíveis sejam ainda incompletos, tanto do ponto de vista da bio-ecologia das aves, como do virológico, são objetivos definir grupos ecológicos e examinar alguns fatores bio-ecológicos que podem influir sobre a transmissão dos arbovírus.

Os fatores bio-ecológicos, conjuntamente com os ligados aos hospedeiros invertebrados, serão também discutidos no que concerne a evolução dos arbovírus de aves na Amazônia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Coletas das amostras**

Durante os últimos trinta anos, abundante material para a análise virológica foi coletado em vários pontos (Figura 1) da Amazônia Brasileira. Na análise subsequente, apenas as amostras de aves identificadas corretamente a nível específico (Anexo 1) foram consideradas.

As aves foram coletadas através de redes de náilon do tipo "mist nets", colocadas ao nível do solo em áreas de floresta, à margem de estradas ou capoeiras. As redes foram abertas diariamente das 5:00 h às 11:30 h.

As aves eram sangradas mediante punção jugular, usando-se seringa previamente umedecida em heparina. O plasma era preservado a +4°C e posteriormente a -20°C. Sedimento do sangue heparinizado era conservado em nitrogênio líquido, bem como fragmentos de baço, fígado, rins, cérebro e coração.

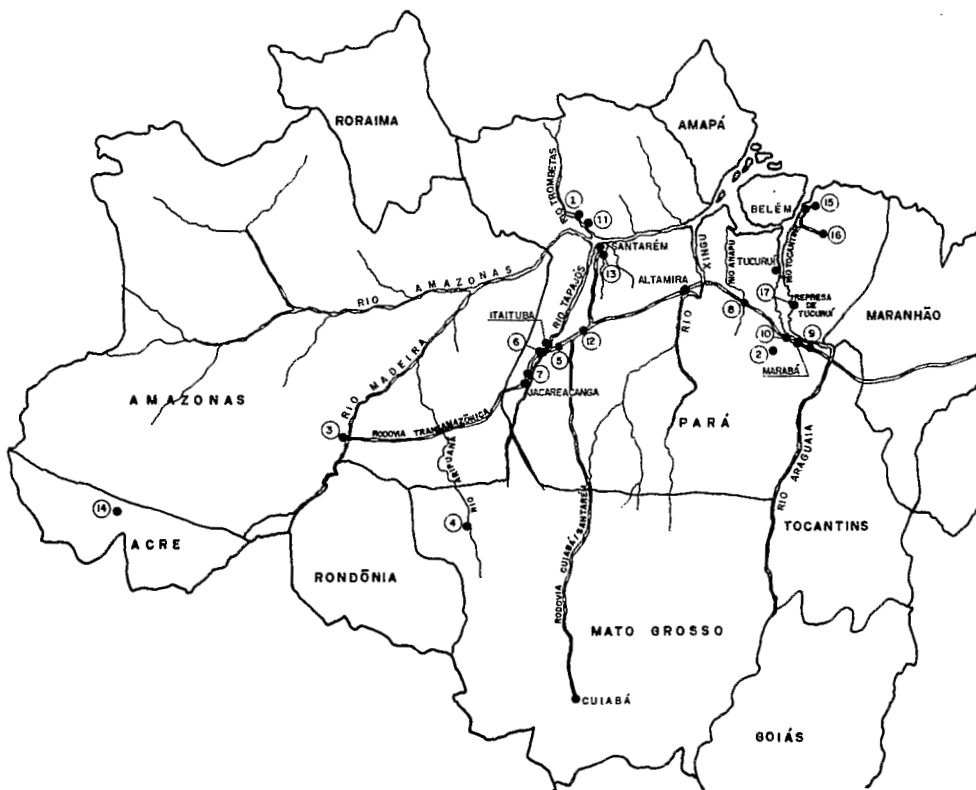


Figura 1. Localização das coletas de aves na Amazônia Brasileira (1964-1989). Localidades: 1. Cachoeira Porteira, PA. 2. Carajás, Serra Norte, PA. 3. Humaitá, AM. 4. Humbolt, Rio Aripuanã, MT. 5. Itaituba-Altamira, PA. Km 25. 6. Itaituba-Jacaré-acanga, PA, Km 212. 8. Marabá, Rio Anapu, PA. Km 52. 9. Marabá, Rio Araguaia, PA. Km 68. 10. Marabá, Jatobal, PA. Km 12. 11. Porto Trombetas, PA. 12. Santarém-Cuiabá, PA. Km 206 & 212. 13. Santarém, Mojú dos Campos, PA. Km 05. 14. Sena Madureira, AC. 15. Santa Izabel do Pará, PA. 16. Tomé-Açu, PA. 17. Tucuruí, PA. (beira do lago).

## **Métodos sorológicos e virológicos**

O preparo e inoculação do material para tentativa de isolamento de arbovírus seguiram o protocolo descrito por Causey et al. (1961). Os antígenos, preparados por suspensão numa solução tamponada de Veronal (Shope & Sather 1979) a partir de cérebros de camundongos com sintomas clínicos de infecção (tremores, paralisia, etc.), foram identificados pela microtécnica de fixação do complemento - FC (Fulton & Dumbell 1946).

A detecção e identificação de anticorpos nos plasmas foram realizadas rotineiramente pela técnica de inibição de hemaglutinação (IH) e, às vezes, através do teste de neutralização (N) (Shope & Sather 1979).

Face a existência de reações sorológicas cruzadas por IH entre membros de um mesmo grupo de arbovírus, cuja ocorrência pode levar a incluir falsos positivos nos resultados, adotamos o seguinte critério: foram eliminadas da análise todas reações de grupo que não tiveram uma resposta sorológica atingindo título igual a pelo menos quatro vezes o maior título das outras reações no mesmo grupo. As reações cruzadas nas quais foi aplicado o critério acima, estão resumidas na Tabela 2.

## **Métodos estatísticos**

Devido ao grande número de amostras e variáveis analisadas, foi necessário codificar os dados num formato adequado para tratamento informatizado.

Como em outros estudos com o objetivo de definir associações ecológicas, ocorreu a necessidade de analisar os dados de uma maneira global, considerando-se todas variáveis simultaneamente, o que nos levou a escolher entre diversos programas o da análise multivariada ou multifatorial. A distribuição das variáveis, por ser desconhecida, levou à escolha de métodos não paramétricos.

Os números de aves positivas para cada tipo de arbovírus foram expressos em função das preferências ecológicas das espécies dos hospedeiros em questão, obtendo-se uma tabela retangular de contingência, com os tipos virais em linhas e as variáveis bio-ecológicas em colunas (Anexo 8). A última linha, referente as preferências ecológicas dos espécimes negativos, apesar de não ter entrado na análise, serviu para controle da representatividade da amostra.

Escolhemos dois métodos complementares de análises, adaptados a esse tipo de tabela de dados: a análise fatorial das correspondências ou AFC ("analyse factorielle des correspondances" em Fénelon 1981 e Febvay & Bonnot 1990) e a classificação ascendente hierárquica ou CAH ("classification ascendante hiérarchique" em Fénelon 1981). Esses métodos são disponíveis como parte dos pacotes informáticos seguintes: ANAMUL, versão 2.0-A (somente a AFC) e ADDAD, versão 91 para o microcomputador Macintosh de Apple (o segundo pacote existe também para microcomputadores compatíveis IBM PC DOS).

Tabela 1. Números (%) de tipos de arbovírus isolados a partir de vários vertebrados no mundo (adaptado de Karabatsos 1985).

Homem	Outros Primates	Roedores	Aves	Morcegos	Marsupiais	Animais Domésticos	Outros Vertebrados
103 (23,5)	15 (3,4)	100 (22,8)	76 (17,3)	35 (7,9)	21 (4,7)	44 (10,0)	44 (10,0)

Tabela 2. Reações cruzadas de inibição da hemaglutinação (+) entre os vários tipos e/ou grupos de arbovírus que infectam aves na Amazônia Brasileira. A nomenclatura usada para os grupos de arbovírus e abreviações dos nomes dos vírus seguem Karabatsos (1985).

		Grupo/Tipo														
		A	B	TNT	C	GMA	GRO	ORO	TCM	TUR	UTI	BEL	CDU	ICO	ITP	JUR
A	+															
B		+														
TNT			+													
C				+	+	+	+	+	+	+	+	+				
GMA				+	+	+	+	+	+	+	+					
GRO				+	+	+	+	+	+	+	+					
ORO				+	+	+	+	+	+	+	+					
TCM				+	+	+	+	+	+	+	+					
TUR				+	+	+	+	+	+	+	+					
UTI				+	+	+	+	+	+	+	+					
BEL				+								+				
CDU													+	+	+	
ICO													+	+	+	
ITP													+	+	+	
JUR																+

Enquanto a AFC permite, ao contrário da análise em componentes principais, uma representação simultânea das linhas e das colunas da tabela de dados, a CAH realiza partições entre os objetos (aqui os arbovírus), em função das suas distâncias. Com a AFC, obteve-se projeções das variáveis e linhas sobre os fatores que extraem o maior percentual da inércia da nuvem original. Com a CAH, obteve-se uma árvore onde os galhos representam os grupos (= partições ou "classes") formados por elementos relacionados. Em ambos os casos, o cálculo das distâncias entre os pontos ou grupos, usa a métrica euclidiana usual (AFC: programa ANCORR do pacote ADDAD; autoria: Yagolnitzer & Tabet; CAH: programa CAHVOR do pacote ADDAD; autoria: J. Juan). No caso da CAH, o método algorítmico é o dos vizinhos recíprocos ("voisins réciproques"), e o critério de agregação entre grupos é o momento centrado de segunda ordem ("moment centré d'ordre deux").

Com o programa AIDAF (autoria: D. Dominges) do pacote ADDAD, foi possível obter os valores de parâmetros estatísticos complementares, bem como as contribuições absolutas e relativas dos elementos da tabela aos fatores e a qualidade da representação de cada elemento sobre todos os fatores.

As árvores mais parcimoniosas para representar as classificações dos arbovírus segundo os tipos de hospedeiros, foram obtidas usando o programa MIX do pacote PHYLIP, distribuído por J. Felsenstein (1979, 1982) e adaptado ao microcomputador Macintosh (Apple) por W. N. Ellis (Amsterdã, Holanda).

As árvores finais foram realizadas com o programa MacClade distribuído por Maddison & Maddison (1987).

### **Definição das variáveis bio-ecológicas**

As variáveis bio-ecológicas disponíveis para a maioria das espécies são; tipo de vegetação e estrato onde cada espécie se encontra com mais frequência. Esses dados foram extraídos da literatura e de observações não publicadas, feitas pelo terceiro autor (J.M.C.S.).

Os tipos de vegetação e os estratos foram codificados da seguinte maneira:

*Floresta de terra firme* (a) — estr. a: chão; estr. b: sub-bosque, 1-5 m; estr. c: zona central da vegetação, 5-15 m; estr. d: dentro da copa das árvores, 15-30 m; estr. e: voando acima da copa das árvores, 30-50 m.

*Floresta de várzea ou igapó* (i) — estr. b: vegetação baixa, 1-5 m; estr. c: zona central da vegetação, 5-15 m.

*Floresta de campina sob areia* (c) — estr. c: zona central da vegetação, 5-15 m.

*Capoeira* (b) — tipo a: cap. baixa, com gramíneas e arbustos baixos, algumas árvores altas (5 m) esparsas (*Cecropia* sp., etc.); tipo b: cap. de mediana

idade, com arbustos e árvores, 5-8 m; tipo c: cap. adulta (mais de 20 anos), predominantemente arbórea, 8-15 m.

Devida à ausência de diferença significativa entre as preferências das aves para esses estratos da capoeira, eles foram agrupados numa só categoria.

*Beira de rios (d).*

Tabela 3. Prevalência dos arbovírus (isolamentos e soros positivos) em aves na Amazônia Brasileira. Número de espécies hospedeiras, números de espécimes positivos e taxa de infecção (T. I.). As abreviações usadas para os nomes de arbovírus seguem Karabatsos (1985).

Vírus	ORO	WEE	SLE	TUR	ITP	TCM	MAY	EEE	CPC	BEL
No. espécies	95	67	91	69	53	50	41	36	36	24
No. espécimes	451	356	326	154	117	85	57	56	50	37
T. I.	3,87	3,06	2,80	1,32	1,00	0,73	0,49	0,48	0,43	0,32

Vírus	GRO	JUR	PIX	CAR	ANU	ILH	TNT	UNA	UTI	KWA
No. espécies	17	14	14	10	10	5	8	10	5	4
No. espécimes	25	20	20	12	11	10	10	10	5	4
T. I.	0,21	0,17	0,17	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,04	0,03

Vírus	ROC	GAM	BSQ	CDU	MUR	PACIAPEU	GMA	ICO	MTB	MUC
No. espécies	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1
No. espécimes	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1
T. I.	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01



*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

Tabela 4. Número de espécies e espécimes de aves, hospedeiros de arbovírus na Amazônia Brasileira, em relação aos tipos de vegetação e estratos preferenciais das espécies. Os estratos são codificados como no texto.

Tipo de vegetação	Estrato	No. espécies	Sub-total	Espécimes	Sub-total
Floresta de terra firme	a	7		404	
	ab	12		630	
	b	48		3879	
	bc	41		2396	
	c	6		145	
	cd	9		226	
	de	2	125	7	7687
Capoeira	a	2		22	
	ab	12		1158	
	abc	6		1316	
	bc	11		455	
	?	1	32	15	2966
Floresta de campina sob areia		1	1	34	34
Beira de rio		5	5	29	29
Floresta de várzea ou igapó	b	4		40	
	bc	1	5	6	46
<b>Total</b>			<b>168</b>		<b>10762</b>

## RESULTADOS

Pelo menos 11643 aves (12423 espécimes coletados no total) constituíram a fonte das informações analisadas a seguir. Uma parte desses dados foram analisados previamente por Shope et al. (1966). Essas aves distribuem-se em 40 famílias, 193 gêneros e 304 espécies (Anexo 2). Vale ressaltar que em quatro ocasiões, os números totais de cada espécie de aves coletadas não foram disponíveis, e daí, apenas os números de espécimes positivos entraram nos cálculos de taxas de infecção. Essas taxas poderão estar, por conseguinte, ligeiramente subestimadas.

### As espécies de aves hospedeiros de arbovírus

#### Isolamentos

Entre as 304 diferentes espécies de aves testadas, 36 (11,8%) forneceram 70 amostras de 14 tipos diferentes de arbovírus (Anexo 3). Essas aves positivas pertencem a 12 famílias entre as 40 (30,0%) que foram pesquisadas. As cinco famílias que forneceram o maior número de amostras são, por ordem decrescente, Formicariidae (42 amostras/ 3489 espécimes testados = 1,20%); Columbidae (7/690 = 1,01%); Pipridae (6/1143 = 0,52%); Furnariidae (4/542 = 0,73%); Tyrannidae (3/1441 = 0,21%). Quatro outras famílias, com números de isolamentos menores, tiveram taxas de infecção elevadas, a saber: Icteridae (2/18 = 11,11%), Alcedinidae (1/38 = 2,63%), Galbulidae (1/91 = 1,10%) e Bucconidae (1/111 = 0,90%). Os Fringillidae, Dendrocolaptidae e Thraupidae, forneceram cada, apenas uma amostra viral com taxas de positividade inferiores ou iguais a 0,10% (Anexo 7). Como veremos a seguir, as reações sorológicas positivas são encontros muito mais comuns, comparados aos isolamentos.

#### Sorologia

Entre as 304 diferentes espécies de aves testadas, 166 (54,6%) forneceram soros positivos para pelo menos um tipo de arbovírus (Anexos 4-6). Essas aves com sorologia positiva, pertencem a 29 famílias diferentes. Entre as que forneceram grande número de espécimes positivos (Anexo 7), destacam-se os Formicariidae (taxa de infecção =  $1054/3489 = 30,21\%$ ), Dendrocolaptidae ( $131/1245 = 10,52\%$ ), Pipridae ( $122/1143 = 10,67\%$ ), Tyrannidae ( $96/1441 = 6,66\%$ ), Fringillidae ( $73/1007 = 7,25\%$ ), Thraupidae ( $67/1361 = 4,92\%$ ) e Furnariidae ( $57/542 = 10,52\%$ ).

**Aves infectadas por mais de um tipo de arbovírus**

Os plasmas de 172 aves (9,8% do total dos positivos) mostraram reações positivas para mais de um tipo ou grupo de arbovírus, levando-se em conta os critérios adotados para interpretação de positividade (ver Materiais e Métodos). Assim (Tabela 5), dentro dos soros positivos para *Bunyavirus* (exceto o gr. C), 100% também foram positivos para pelo menos um *Alphavirus*, 98% para *Flavivirus*, 60% para Triniti, 12% e 18% para o vírus Belém e um *Phlebovirus*, respectivamente. A possibilidade para um só hospedeiro, desenvolver infecções para mais de um tipo de arbovírus em natureza, é um fator importante a se considerar quando for discutida a evolução ecológica desses agentes.

Tabela 5. Plasmas de aves positivos para mais de um arbovírus pertencentes a grupos (gêneros) distintos (não cruzando entre si). Número de plasmas positivos para cada vírus ou grupo na diagonal. Percentuais de positividade dupla em relação aos vírus em colunas, na parte superior da tabela (*itálicos*) e em relação aos vírus em linha, na parte inferior da tabela. Os arbovírus do grupo C, únicos *Bunyavirus* cruzando com o vírus Belém, foram contados à parte.

	<i>Alphavirus</i>	<i>Flavivirus</i>	Triniti	<i>Bunyavirus</i>	Belém	<i>Phlebovirus</i>	C
<i>Alphavirus</i>	<b>87</b>	34	1	100	5	15	6
<i>Flavivirus</i>	31	<b>97</b>	5	98	8	16	1
Triniti	20	100	<b>5</b>	60	80	20	0
<i>Bunyavirus</i>	51	56	2	<b>170</b>	12	18	4
Belém	17	35	17	91	<b>23</b>	22	4
<i>Phlebovirus</i>	43	53	3	100	17	<b>30</b>	7
C	71	14	0	100	14	29	<b>7</b>

## Taxas de infecção

Para a estimativa das taxas de infecção (TI) das diferentes espécies de aves para os vários tipos de arbovírus, foram agrupados os resultados positivos da virologia e da sorologia. Os vírus que foram mais prevalentes em aves são (Tabela 3): Oropouche, Encefalite eqüina oeste, Encefalite Saint Louis, Turlock, Itaporanga, Tacaiuma, Mayaro e Encefalite Eqüina leste.

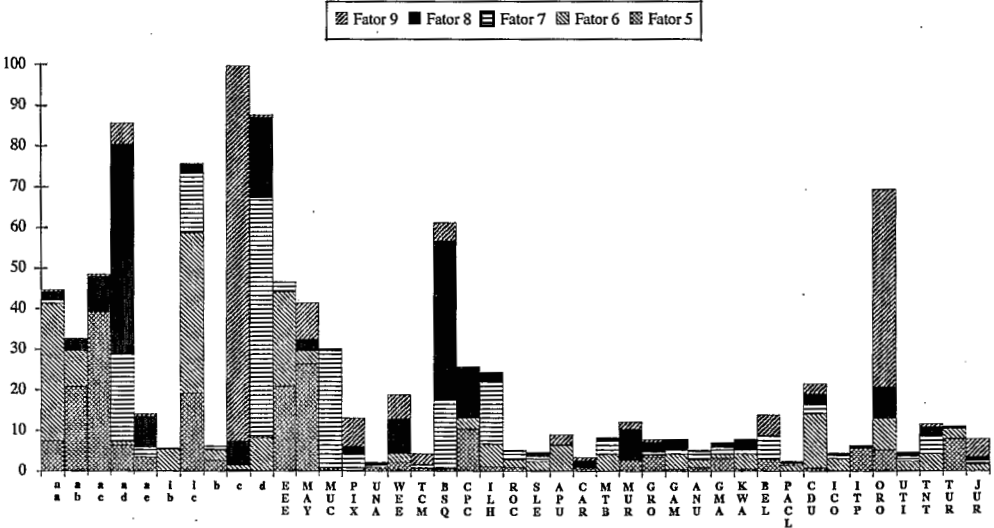
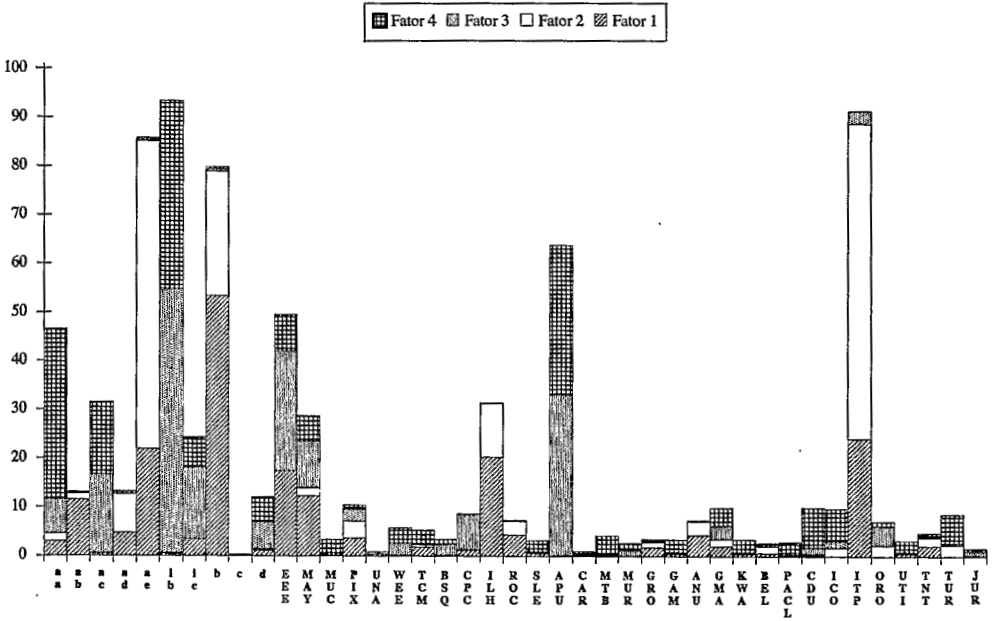
Esses mesmos vírus têm, também, como hospedeiros os maiores números de espécies diferentes de aves, sendo 92 para o primeiro e 35 para o último. Os outros vírus são associados a números intermediários de espécies de aves. Cada tipo de arbovírus será estudado mais detalhadamente a seguir.

## Distribuição dos arbovírus em relação a variação ecológica de aves hospedeiros de acordo com tipo de vegetação e estratos

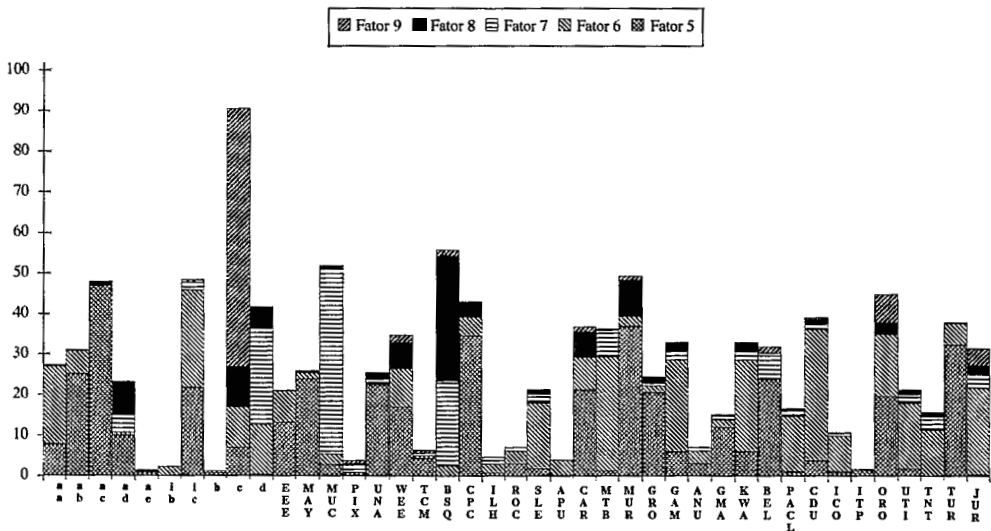
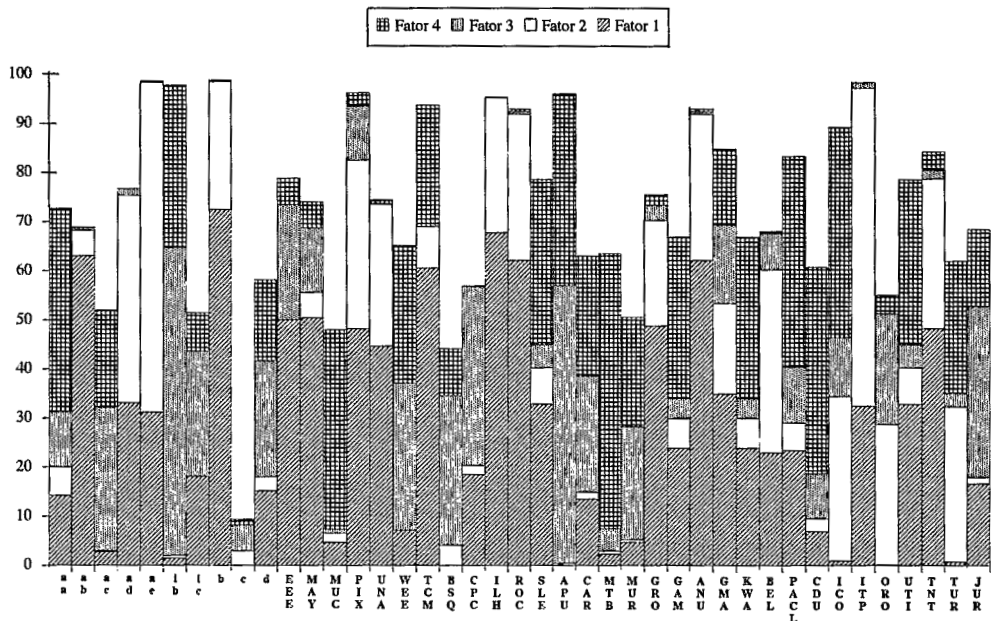
A floresta de terra firme é o tipo de vegetação onde o maior número de espécies (125 ou 74,4%), e espécimes (7687 ou 71,4%), de aves infectadas por arbovírus, foram encontradas (Tabela 4; Anexos 3 & 4). As áreas de capoeira forneceram apenas 32 espécies diferentes (19,0%), distribuídas em 2966 (27,5%) espécimes positivos (Tabela 4; Anexos 3 & 6). As florestas de tipo igapó, beira de rios e campina sob areia forneceram 11 espécies de aves positivos com somente 109 espécimes (Tabela 4; Anexos 3 & 5). Como foi demonstrado por Lovejoy (1975), esse fato resulta provavelmente da amostragem, feita principalmente em áreas cobertas com floresta de terra firme.

A análise estatística (AFC), mostrou que (Anexo 9) mais de 85% da inércia da nuvem de pontos está representada nos quatro primeiros fatores. A contribuição (=inércia) de cada variável para cada fator é representada nas Figuras 4 e 5. Todos os vírus, menos CAR, ILH, MAY, GAM, KWA, ICO, ORO e JUR, são bem representados (correlação múltipla entre as variáveis iniciais e as variáveis representadas pelos cinco primeiros fatores:  $QLT \geq 80\%$ ) (Figuras 2 & 3). No que concerne as variáveis ecológicas, todos os estratos da mata de terra firme, a capoeira e o estrato inferior do igapó são bem representados ( $QLT \geq 80\%$ ). Para analisar as relações que podem existir entre os vírus e os tipos (e estratos) de vegetação, é possível estudar a localização relativa dos pontos ou, melhor, as suas projeções, no plano definido por dois fatores.

*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*



Figuras 2 & 3. Representações gráficas dos dados estatísticos da análise de correspondências entre os arbovírus e os tipos e estratos de vegetação, preferenciais das aves hospedeiras: histogramas das correlações sobre cada fator. As abreviações dos nomes de arbovírus seguem Karabatsos (1985) e os tipos de vegetação são definidos no texto.



Figuras 4 & 5. Representações gráficas dos dados estatísticos da análise de correspondências entre os arbovírus e os tipos e estratos de vegetação, preferenciais das aves hospedeiras: histogramas das inércias sobre cada fator. As abreviações dos nomes de arbovírus seguem Karabatsos (1985) e os tipos de vegetação são definidos no texto.

Assim, no plano definido pelos dois primeiros fatores, correlacionados com a copa da floresta e capoeira, achamos as seguintes relações ecológicas:

- vírus Candiru e copa da floresta;
- vírus Mucambo, Ananindeua, Pixuna, Cacipacore, Trinita e capoeira.

No plano formado pelos fatores 1 e 3, representando bem os níveis da floresta de terra firme entre 1 e 15 metros e sua copa, os dois níveis do igapó e a floresta sob campina, destacam-se os seguintes agrupamentos:

- vírus Turlock, Ilhéus e Encefalite equina oeste e floresta de terra firme no estrato 1-15 metros;
- vírus Jurona, Belém, Oropouche, Encefalite Saint Louis e floresta de terra firme no estrato 5-15 metros;
- vírus Murutucu, Apeú e Una mostram uma relação bastante fraca com a floresta de campina sob areia.

No plano formado pelos fatores 1 e 4, representando bem todos níveis da floresta de terra firme, o igapó e a capoeira, podemos salientar as seguintes associações:

- vírus Utinga, Gamboa, Rocio, Kwatta, Caraparu e Pacora-like e floresta no nível do chão;
- vírus Mayaro e floresta de terra firme no estrato 1-5 metros;
- vírus Tacaiuma e floresta de terra firme no estrato 5-15 metros;

No plano formado pelos fatores 3 e 4, representando também os níveis da floresta igapó e a floresta ribeirinha, o vírus Marituba encontra-se relacionado com esse tipo de vegetação. O vírus Jurona é associado com o estrato 5 -15 metros da floresta de terra firme. Os vírus Una, Apeú e Murutucu parecem relacionados à floresta de campina sob areia. Os vírus Guamá e Bussuquara parecem distantemente associados à capoeira, assim como os vírus Itaporanga, Icoaraci e Guaroa em relação à floresta.

A análise por CAH permitiu obter 29 grupos de arbovírus (Figura 7 A). Como já foi óbvio na análise precedente, nenhum grupo de vírus está associado a um só tipo de vegetação. No entanto, é possível separar os seguintes grupos, relativamente bem caracterizados (Figura 6):

- Rocio, Utinga, Kwatta, Gamboa e Icoaraci, 100% associado com a floresta de terra firme, entre 0 - 15 m;
- Oropouche, Turlock, Itaporanga, Guaroa, Trinita, Caraparu, Jurona, Una, Encefalite Saint Louis e Encefalite equina oeste associados essencialmente com os estratos intermediários (1-15 m) da floresta de terra firme ( $\leq 80\%$ ) e um pouco com a capoeira ( $\leq 15\%$ );
- Cacipacore, Mayaro, Ilhéus e Tacaiuma, pouco mais de 20% associados com capoeira, o restante com a floresta de terra firme de 0 - 30 m;
- Candiru; é notável a contribuição muito elevada (50%) dos estratos mais altos da floresta (15 - 50 m) e a participação da capoeira (25%).

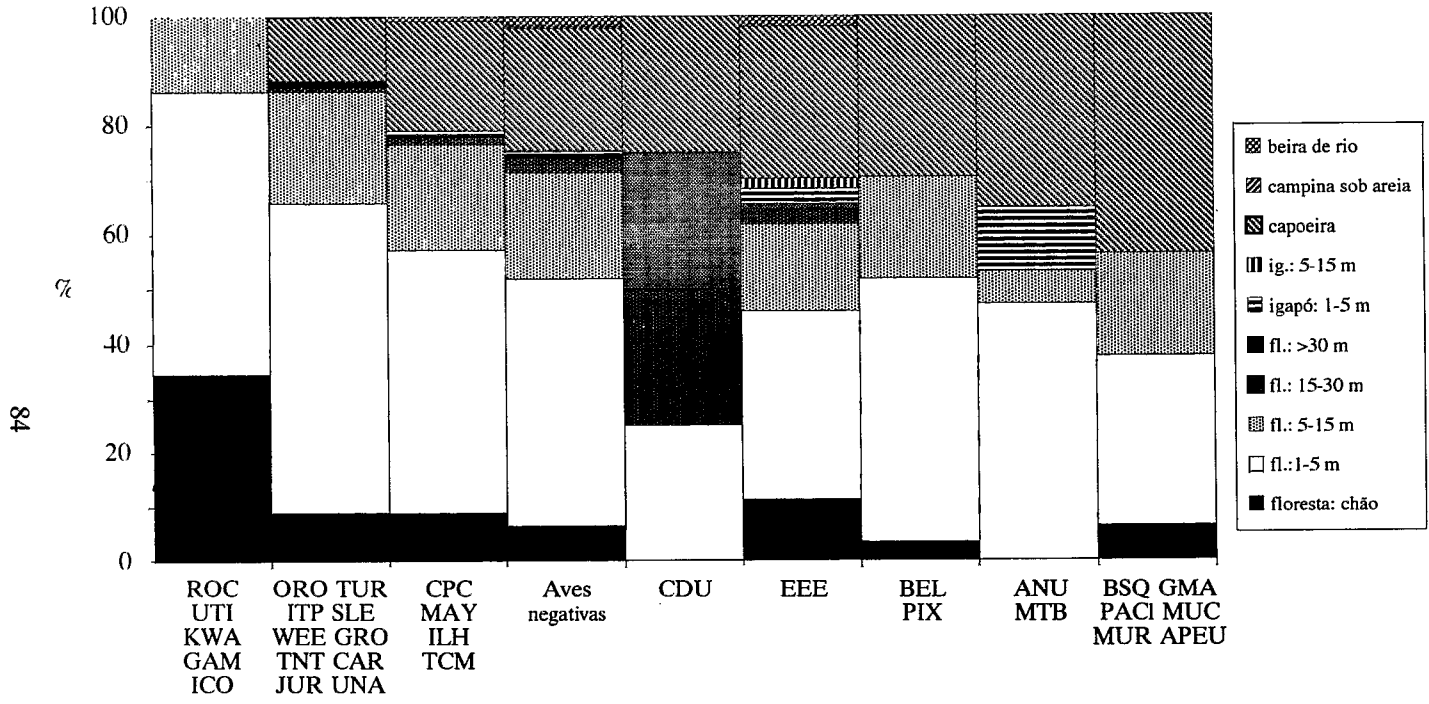


Figura 6. Contribuições relativas (%) dos tipos e estratos de vegetação, preferenciais das aves hospedeiras, nos grupamentos de arbóvivos obtidos por CAH.



*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

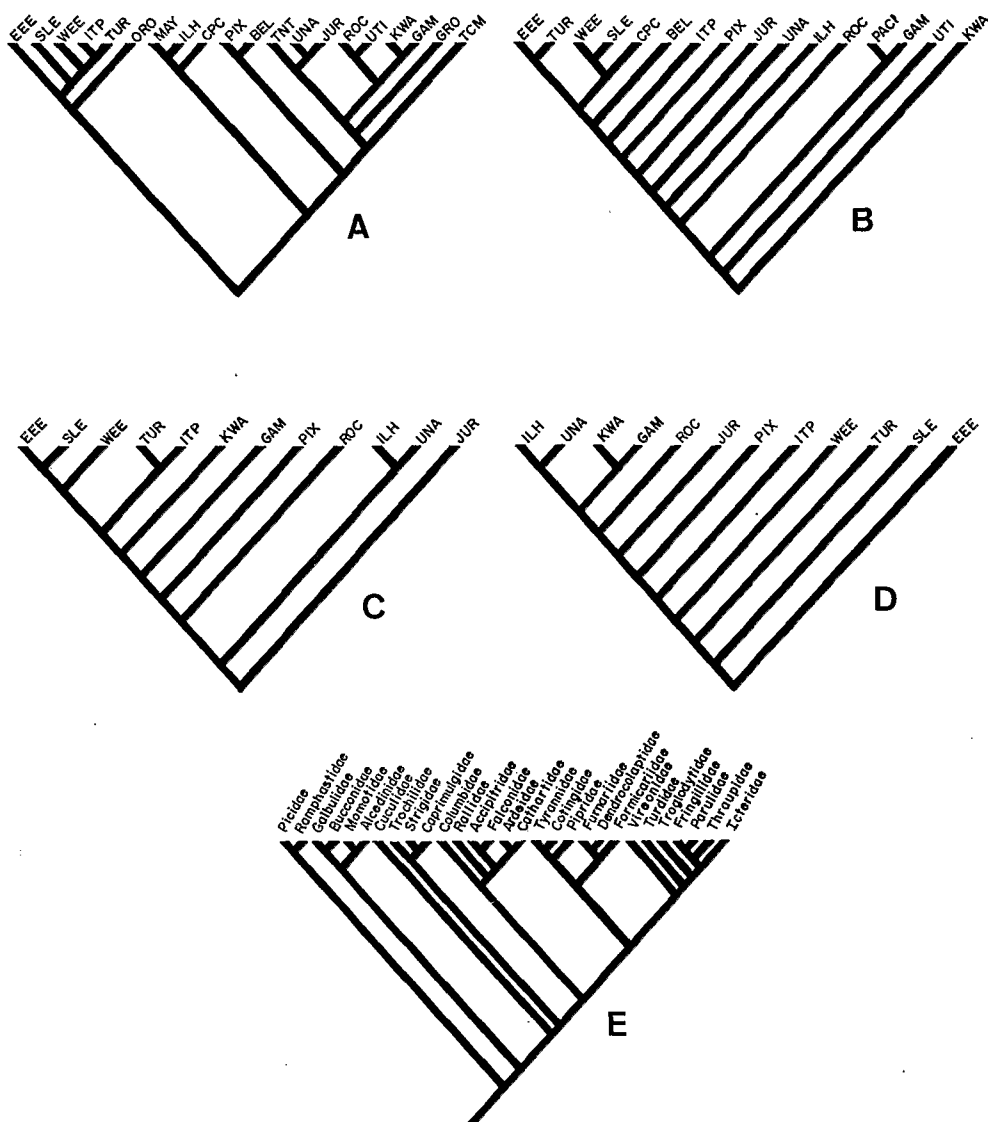


Figura 7. Árvores representando relações entre arbovírus de aves na Amazônia Brasileira (A-D) e a classificação filogenética das famílias de aves hospedeiras de arbovírus (E). As variáveis utilizadas foram: A, os tipos e estratos de vegetação preferidos pelas aves hospedeiras; B, as famílias das aves hospedeiras; C, os gêneros ou subgêneros dos mosquitos vetores e D, o conjunto das variáveis utilizadas para obter as árvores B e C.

- Encefalite eqüina leste; esse vírus encontra-se em aves em todos tipos de vegetação e estratos, confirmando sua versatilidade.

Muitos grupos, que podem ser chamados de intermediários, estão associados a vários tipos de vegetação, em proporções variáveis. Pertencem a essa categoria os vírus Belém, Pixuna, Bussuquara, Guamá, Pacora-like, Mucambo, Murutucu e Apeú.

Finalmente, os vírus Ananindeua e Marituba formam um grupo a parte, com 35% de capoeira e 11% de igapó.

Na Figura 6 constam também as preferências relativas das aves cujos plasmas foram negativos (sigla NEG). A sua distribuição serviu para comparações.

### **Outros fatores biológicos e ecológicos**

Embora poucos dados sejam disponíveis, vale discutir os fatores cujo conhecimento seria de maior importância para compreensão dos ciclos e, especialmente da dinâmica de transmissão dos arbovírus estudados na Amazônia.

Um desses fatores é a densidade populacional dos hospedeiros e suas variações sazonais, em relação às épocas de reprodução e vôo dos jovens. Com efeito, episódios epizooticos são geralmente correlacionados com o abandono dos ninhos pelos jovens, representando uma grande população de hospedeiros não imunes. Assim, a magnitude desse fenômeno de amplificação depende do sincronismo das gerações.

Pelas mesmas razões, o número anual de gerações tem também a sua importância, bem como o número de jovens por ciclo de reprodução.

Outro aspecto da biologia aviária concerne ao tamanho dos territórios e migrações realizadas por certas espécies. Uma possível explicação para o aparecimento repentino do arbovírus Gamboa na Amazônia, na região da barragem de Tucuruí, PA, seria a migração de aves a partir da América central (Panamá?) (Dégallier et al. 1989). Embora nenhuma espécie migratória, coletada na Amazônia, tenha sido positiva para arbovírus, o papel desses hospedeiros como disseminadores intercontinentais já foi suspeito para os vírus Mayaro (Calisher et al. 1975), Encefalite eqüina leste (Calisher et al. 1971) e Mucambo (Lopes e Sacchetta 1971).

É também notável o fato que vários arbovírus sorologicamente próximos contudo, muito afastados geograficamente (Semliki Forest - Mayaro - Chikungunya; Northway - Tensaw- Ilesha - Batai; Tahyna - Lumbo), tenham aves como hospedeiros (Calisher 1980).

Mesmo se as aves não foram os primeiros vertebrados infectados por arbovírus, como foi suposto por Mattingly (1960), as suas capacidades de deslocamento tiveram sem dúvida um papel primordial na distribuição dos arbovírus associados.

## DISCUSSÃO

### Os ciclos dos arbovírus

Para maior clareza e precisão, os arbovírus foram reunidos segundo o tipo dos seus ciclos: ciclos simples, complexos ou desconhecidos, seguindo os critérios propostos por Hervé et al. (1986). Todavia, ênfase será dada apenas sobre fatos novos.

### Arbovírus com ciclos simples

**Apeú (APEU).** Além do papel comprovado dos marsupiais noturnos no ciclo do vírus APEU, Hervé et al. (1986) aventuram a eventual existência de hospedeiros vertebrados diurnos. Com efeito, duas aves foram encontradas com soros positivos.

**Bussuquara (BSQ).** A descoberta de algumas aves com anticorpos contra esse vírus, cujo ciclo envolve sobretudo roedores e mosquitos rodentófilos, sugere um eventual papel de vetor para os mosquitos diurnos (*Coquillettidia* e *Sabethini*), a partir dos quais ele foi casualmente isolado (Hervé et al. 1986).

**Caraparú (CAR).** O papel das aves como hospedeiros desse agente, até agora isolado somente de roedores, nunca foi suspeito (Karabatsos 1985). Entretanto, não é incompatível com a biologia de vários mosquitos fontes de amostras isoladas.

**Encefalite Equina Oeste (WEE).** O vírus WEE, patógeno para cavalos e humanos, é transmitido endemicamente na Amazônia entre aves silvestres (67 espécies distintas), por mosquitos dos gêneros *Culex* e *Aedes*.

**Gamboá (GAM).** Esse vírus, distribuído no Panamá, Suriname, Equador e Argentina, foi isolado pela primeira vez no Brasil em 1984 (Dégallier et al. 1989). O seu vetor principal é o mosquito ornitófilo *Aedeomyia squamipennis*. As aves hospedeiras encontram-se preferencialmente nos estratos até 15 m na floresta de terra firme.

**Guaroá (GRO).** Esse arbovírus, encontrado na Colômbia, Panamá e na Guiana Francesa (Karabatsos 1985; Dégallier 1982), era conhecido no Brasil, apenas, por alguns isolamentos de casos humanos febris (Pinheiro et al. 1986; Hervé et al. 1986). Isolamentos recentes a partir de mosquitos anofelíneos e resultados sorológicos (Dégallier et al. 1989) sugerem um ciclo onde atuam macacos (gênero *Alouatta*) e aves de floresta de terra firme (17 espécies distintas).

**Ilhéus (ILH).** O vírus ILH, amplamente distribuído nas Américas central e do sul (Pinheiro et al. 1986), exibe um ciclo tipicamente do tipo aves-mosquitos mas, vários outros vertebrados foram encontrados sendo portadores de anticorpos ou dos quais se isolou o vírus, tais como roedores, marsupiais,

desdentados (Karabatsos 1985), morcegos (Hervé et al. 1986), macacos (Dégallier et al. 1989). No que concerne as aves hospedeiras, o ILH parece bastante versátil, encontrando-o em todos tipos e estratos de vegetação.

Jurona (JUR). O ciclo desse vírus é provavelmente do tipo aves-mosquitos, tendo o *Haemagogus janthinomys* como único vetor conhecido até o presente (Hervé et al. 1986) e 14 espécies diferentes de aves envolvidas.

Kwatta (KWA). Com ciclo comparável aos vírus ILH, TUR e WEE, os únicos hospedeiros conhecidos do vírus KWA são aves e mosquitos *Culex* (*Culex*).

Marituba (MTB). A infecção de aves por esse vírus, cujo ciclo é do tipo marsupiais-*Culex* (*Melanoconion*), é provavelmente acidental.

Rocio (ROC). O encontro de anticorpos contra esse agente, em aves amazônicas, constitui a primeira evidência da possível circulação desse vírus nessa região. Por outro lado, testes de soroneutralização, realizados recentemente com os soros ainda disponíveis, foram negativos, deixando assim os resultados iniciais obtidos por IH sujeitos a revisão. A propósito, ele era conhecido apenas no estado de São Paulo, onde ele foi isolado do homem (Lopes et al. 1978; Iversson & Travassos da Rosa 1989) de aves e mosquitos do gênero *Psorophora* (Lopes et al. 1978a, 1981). Além desses mosquitos, também presentes na Amazônia, as espécies *Aedes scapularis* e *Culex quinquefasciatus*, testados com sucesso no laboratório por Mitchell et al. (1981, 1986) e Mitchell & Forattini (1984), são considerados como vetores potenciais.

Turlock (TUR). Esse vírus é tipicamente transmitido entre aves (69 espécies distintas), por mosquitos do gênero *Culex* (Hervé et al., 1986).

Una (UNA). O ciclo desse arbovírus é realizado entre aves (10 espécies) e uma grande variedade de mosquitos ornitófilos (Hervé et al. 1986).

### **Arbovírus com ciclos complexos**

Ananindeua (ANU). Hervé et al. (1986) caracterizaram um ciclo "complexo" para esse vírus, envolvendo marsupiais arborícolas, aves, mosquitos noturnos e maruins. A análise acima descrita confirmou a ubiquidade desse vírus, encontrado tanto em aves de capoeira, como de floresta de terra firme ou igapó. Os seus vetores e hospedeiros mamíferos ocupam também esses ecótopos.

Encefalite Saint Louis (SLE). Os hospedeiros vertebrados do vírus SLE parecem muito mais variados na zona intertropical do que nos E.U.A. onde ele encontra-se apenas em aves. Na Amazônia Brasileira, macacos, preguiças, tatus, marsupiais, morcegos e provavelmente quelônios terrestres do gênero *Chelonoidis* são suspeitos de também participar na manutenção do SLE num nível endêmico (Dégallier et al. 1989). 91 espécies diferentes de aves foram encontradas positivas na Amazônia Brasileira.

Encefalite Equina Leste (EEE). Como o precedente, o vírus EEE possui ciclos secundários de manutenção, envolvendo (além das aves) macacos, roedores, marsupiais e répteis.

Guamá (GMA). Os anticorpos detectados em aves resultaram provavelmente de infecções acidentais, o vírus GMA é transmitido principalmente entre roedores e marsupiais (Hervé et al. 1986).

Icoaraci (ICO). Além das aves, provavelmente hospedeiros acidentais, o vírus ICO foi evidenciado tanto em roedores, marsupiais e macacos, bem como em flebótomos e vários mosquitos diurnos e noturnos (Karabatsos 1985; Hervé et al. 1986; Dégallier et al. 1989). É possível que o seu ciclo venha revelar-se mais complexo quando, mais dados sorológicos forem disponíveis.

Itaporanga (ITP). Ao contrário dos outros vírus incluídos nessa categoria, podemos imputar uma intervenção efetiva das aves no ciclo do ITP. Esse vírus também tem sido encontrado em marsupiais e macacos. Os vetores conhecidos são noturnos e polífagos (Hervé et al. 1986).

Mayaro (MAY). Embora o ciclo silvestre principal do vírus MAY seja igual ao da febre amarela (Hervé et al. 1986), envolvendo macacos e mosquitos do gênero *Haemagogus* e exprimindo-se através de epidemias simultâneas (Hoch et al. 1981; LeDuc et al. 1981; Pinheiro et al. 1981), o MAY tem sido também, evidenciado em aves (41 espécies distintas), marsupiais diurnos e répteis. Estudos entomológicos acerca das preferências tróficas do vetor seriam necessários para avaliar o papel relativo de cada um desses hospedeiros vertebrados no ciclo de manutenção desse importante patógeno humano na Amazônia.

Mucambo (MUC). Face a escassez de dados relativos às aves, fica impossível determinar qual a real importância desses hospedeiros, no ciclo silvestre do MUC.

Murutucu (MUR). Como no caso do precedente vírus, seria necessário obter mais dados para precisar o verdadeiro papel das aves no ciclo desse agente.

Oropouche (ORO). O importante papel de aves, macacos e preguiças no ciclo silvestre desse vírus foi enfatizado por Dégallier et al. (1989). No presente estudo, ORO revelou-se o vírus com a maior taxa de infecção em aves (Tabela 3: 3,87% em 95 espécies diferentes positivas). Infelizmente, os vetores silvestres, possivelmente maruins, permanecem desconhecidos.

Tacaiuma (TCM). Estudos recentes (Dégallier et al. 1989) mostraram que, o ciclo desse vírus é provavelmente muito mais complexo que Hervé et al. (1986) acreditavam inicialmente. De um lado, mosquitos (*Haemagogus sp.*, *Aedes sp.*, *Anopheles nimbus*, *Anopheles (Kerteszia) sp.*) e vertebrados (aves, macacos) diurnos e arborícolas, e de outro, mosquitos (*Anopheles (Nyssorhynchus) sp.*) e mamíferos (tatus, carnívoros, ungulados, roedores) noturnos e terrestres, confirmam plenamente o fato de ter sido encontrado esse vírus em aves de todos níveis da mata, igapó e capoeira.

Trinitati (TNT). Esse vírus, isolado apenas em Trinidad e no Pará, incluído até então entre aqueles com ciclo do tipo simples (roedores diurnos-mosquitos diurnos), foi também isolado de anofelíneos noturnos (Dégallier et al. 1989). A presença de anticorpos em aves e preguiça faz-nos suspeitar a existência de um ciclo mais complexo.

### Arbovírus com ciclos ainda mal conhecidos

Belém (BEL). O presente estudo permite confirmar a atuação das aves como hospedeiros do vírus BEL. Por outro lado, os vetores continuam totalmente desconhecidos.

Cacipacoré (CPC). As aves são os únicos hospedeiros conhecidos.

Candiru (CDU). Conhecido somente por um isolamento a partir do homem e quatro soros positivos de aves, esse vírus parece estar localizado na copa da floresta e, secundariamente na capoeira, onde o homem provavelmente se infecta. Os vetores permanecem desconhecidos.

Pacora-like (PACI). As aves constituem os únicos hospedeiros conhecidos na Amazônia Brasileira. No Panamá, o único vetor conhecido é o mosquito *Culex durni* (Karabatsos 1985).

Pixuna (PIX). O presente estudo confirma que as aves são hospedeiros do vírus PIX (14 espécies diferentes), o que já foi assinalado por Hervé et al. (1986), devida a existência de vetores arborícolas diurnos. Por ora, consideramos que, o único isolamento obtido a partir de um roedor terrestre noturno não é significativo para incriminar esses animais como hospedeiros.

Utinga (UTI). Os únicos hospedeiros conhecidos, exceto aves, são preguiças (Hervé et al. 1986). Há possibilidade que carnívoros participem como hospedeiros vertebrados secundários (Karabatsos 1985).

### A evolução ecológica dos arbovírus

#### Generalidades

A coevolução dos parasitos e seus hospedeiros tem sido um assunto bastante proveitoso para a compreensão da diversidade ecológica atual (Brooks 1979, 1981, 1985, 1986a).

No entanto, Brooks (1981a) e Brooks & Wiley (1985) salientaram várias dificuldades inerentes às metodologias seguidas. Entre as quais, a escolha de uma teoria da evolução de acordo com os dados disponíveis, a avaliação da especificidade como medida de antiguidade da associação, a distinção entre coevolução e "co-adaptação" e quando se trata do método filogenético, a dificuldade de elaborar as hipóteses sobre evolução dos caracteres.

Poucas hipóteses foram formuladas ainda a respeito da evolução ecológica dos arbovírus. Ainda não existe consenso a respeito da origem dos vírus ARN, mas é provável que, tanto os de plantas como os de animais, tenham evoluído a partir de vírus de insetos (Calisher 1980; Goldbach & Wellink 1988). Numerosos tipos tem ciclos complexos, envolvendo hospedeiros tão diferentes como mamíferos de várias ordens, aves e mesmo, répteis. Os vetores potenciais de um só vírus podem também pertencer a diferentes sub-famílias, tribos ou gêneros. No que concerne aos arbovírus em geral, a especificidade parece ser bem menos definida do que nos casos estudados (helmentos) pelos autores citados. Além dessas dificuldades concernentes às relações vírus - hospedeiros, existem problemas relativos a natureza dos vírus em questão. Os arbovírus - devemos lembrar aqui que, esse grupo não tem nenhuma realidade filogenética mas, apenas um sentido biológico (Calisher 1988) - tem um genótipo constituído de ARN, cuja transcrição é direta, ao contrário dos seres com genótipo feito de ADN. Isso permite que, além das possibilidades de recombinação (principalmente no caso de um ARN segmentado: Calisher 1980), rearranjo e extrema rapidez das multiplicações, inúmeras mutações possam ser produzidas, sobre as quais o meio ambiente, incluindo todos níveis fisiológicos e ecológicos, vai exercer a sua seleção (Smith & Inglis 1987; Van Regenmortel 1990). Assim, cada espécie<sup>5</sup> viral, composta de uma população polimórfica de partículas virais, evoluiria numa direção ou outra, dependente da pré-adaptabilidade das mutações disponíveis em consonância com as modificações ecológicas. Esse fato é ilustrado pela grande proporção de vírus encontrados apenas casualmente em aves. Daí a provável predominância do mecanismo de coadaptação sobre coevolução e o obscurecimento das reais relações filogenéticas.

Os arbovírus encontrados em aves são classificados em diversos grupos sistemáticos (Casals 1957; Travassos da Rosa et al. 1986; Zeller et al. 1989). Os que nos interessam aqui, como seguramente associados às aves, pertencem aos gêneros *Alphavirus* (WEE, EEE, MAY, UNA e PIX), *Flavivirus* (ILH, SLE, CPC e ROC), *Bunyavirus* (UTI, TUR, GAM, ORO e BEL), *Phlebovirus* (ITP), *Vesiculovirus* (JUR, KWA) e Bunyaviridae não grupado (PACI).

---

<sup>5</sup> Embora ainda muito discutido (Harrison 1985, Milne 1988), o conceito de espécie, com pequenas modificações em relação às definições clássicas (Mayr 1963, Wiley 1981) já foi consagrado por vários virologistas (Bishop 1985, Kingsbury 1985, 1988).

### Distribuição entre aves hospedeiras

Os presentes resultados confirmam uma assertiva já feita por precedentes autores (Calisher 1980; Mattingly 1960; Smith 1960), segundo a qual os grupos ecológicos (como os obtidos por CAH: Figura 7 A) raramente contam com mais de uma espécie de vírus pertencente ao mesmo gênero ou grupo sorológico. No caso presente, 9,8% dos plasmas foram encontrados com anticorpos para vírus de grupos distintos (Tabela 5). Notáveis exceções são os *Alphavirus* EEE e WEE e *Flavivirus* CPC e ILH. Segundo Levinson et al. (1990), o vírus WEE resultou provavelmente de uma recombinação entre um vírus relacionado ao EEE e outro ao Sindbis, que é transmitido entre aves no Velho Mundo. Todavia, os vírus EEE e WEE são encontrados muitas vezes em espécies (e famílias) diferentes de aves (Figura 7 B). Da mesma maneira, os vírus CPC e ILH possuem espectros de hospedeiros distintos (Figura 7 C). Assim, espécies de vírus filogeneticamente (= taxonomicamente) *mais próximas* foram obrigadas a colonizar hospedeiros vertebrados filogeneticamente *menos relacionados*. Mecanismos que poderiam intervir nessa exclusão mútua não são ainda conhecidos.

Na classificação dos vírus, usando as famílias de aves como variáveis (Figura 7 B), podemos observar os seguintes grupamentos: EEE, TUR; WEE, SLE, CPC e PACI, GAM. Os vírus EEE e TUR encontram-se principalmente em famílias pertencentes a ordem dos Passeriformes (respectivamente 84% e 91% dos soros), considerada como mais evoluída (Figura 7-E: adaptada da classificação filogenética estabelecida por Sibley et al. 1988). WEE, SLE e CPC infectam também preferencialmente os Passeriformes. GAM infecta apenas Columbidae e Furnariidae, famílias situadas em duas ordens distintas, enquanto o vírus PACI foi apenas isolado de Furnariidae e Formicariidae, famílias relacionadas.

### Distribuição entre artrópodes hospedeiros

Na classificação dos arbovírus, baseada na natureza dos seus vetores, três grupamentos aparecem mais nitidamente (Figura 7 C): EEE, SLE, WEE; TUR, ITP e ILH, UNA. Duas hipóteses podem ser levantadas para explicar essas relações: (1) uma origem comum e coevolução em mosquitos do mesmo gênero como seria o caso dos vírus EEE e WEE; (2) coadaptações de vírus próximos a hospedeiros diferentes como seria o caso dos vírus SLE e ILH. O vírus CPC, que nunca foi isolado de mosquitos, é talvez transmitido por outros artrópodes hematófagos, maruins e carrapatos, pouco ou não coletados na Amazônia. ILH e UNA, pertencentes a famílias diferentes de arbovírus, têm hospedeiros vertebrados (famílias de aves) e artrópodes (gêneros ou subgêneros) similares mas, considerando as preferências ecológicas, são distintos.



## **Aves e artrópodes como componentes do nicho ecológico do arbovírus**

Na Figura 7 D foi representada a árvore de classificação geral dos arbovírus que infectam aves (exceto aqueles cujos vetores são desconhecidos e os evidenciados apenas casualmente em aves), integrando todos hospedeiros. Grupamentos (ou vírus com maior proximidade dentro de cada árvore) já evidenciados anteriormente são ILH, UNA (vetores e aves); GAM, KWA (ecologia e mosquitos); ITP, WEE, TUR, SLE, EEE (ecologia, aves e mosquitos).

A análise global dos diversos hospedeiros permite adotar para os arbovírus uma definição do nicho ecológico, entre as três propostas por Colinvaux (1986: 29 e seg.): o nicho é um volume multidimensional onde cada eixo representa uma variável ambiental. As variáveis ecológicas estudadas no início desse trabalho constituem então apenas uma parte da caracterização dos nichos dos vírus em questão.

Estudos futuros serão mais orientados na definição quantitativa dos nichos ecológicos dos vários arbovírus e avaliação das suas sobreposições.

## **CONCLUSÕES**

Os ciclos dos vírus MAY, ITP, WEE, EEE, SLE, ILH, ANU e TUR podem ser considerados como bem elucidados, permitindo desenvolver futuros estudos sobre as suas dinâmicas.

Os dados atuais permitem completar de maneira significativa os conhecimentos sobre os ciclos dos arbovírus CDU, GRO, UTI, JUR, TCM, PIX, BEL e UNA, cujos hospedeiros silvestres até então, eram quase ou totalmente desconhecidos.

Por outro lado, numerosos aspectos da manutenção e da evolução dos arbovírus permanecem desconhecidos ou hipotéticos, apesar de pesquisas extensivas conduzidas durante mais de trinta anos no ambiente amazônico. As razões para essas falhas são provavelmente múltiplas:

- dificuldade de determinar quais são os hospedeiros habituais e os casuais;
- dificuldade em avaliar os efeitos perversos da amostragem e sensibilidade relativa das técnicas utilizadas, para isolamentos ou sorologia;
- dificuldade em avaliar a existência atual e contínua de modificações evolutivas dos ciclos, que proporcionaria a emergência de novos tipos virais relacionados ao aparecimento de novos nichos ecológicos;
- dificuldade em determinar quais são os níveis sistemáticos mais adequados quando estuda-se a especificidade das relações entre arbovírus e hospedeiros: ordens, famílias, gêneros, grupos sorológicos (no caso dos vírus) ou espécies (ou tipos sorológicos).

É indispensável analisar conjuntamente os dados obtidos no campo e os obtidos através dos estudos de biologia molecular, especialmente no que concerne a evolução genética dos arbovírus, para que tenhamos condições de compreender melhor a dinâmica desses agentes, principalmente quanto aos aspectos eco-epidemiológicos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos técnicos e laboratoristas do Instituto Evandro Chagas que participaram dos trabalhos no campo e no laboratório; Dr. J.-P. Fénelon, que nos orientou quanto a interpretação das análises estatísticas; Sr. Adlai Raimundo Sousa (FNS, Belém, PA), que desenhou as figuras 1 e 7; nosso colega Vincent De Reynal (NAIA - UFPA, Marabá/Belém), que realizou uma tiragem de qualidade "laser" das figuras 2 a 6; Eletronorte (Eletrobras) e SUDAM (Polos Agropecuários de Amazônia), que contribuíram ao apoio logístico e financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISHOP, D.H.L. 1985. The genetic basis for describing viruses as species. *Intervirology*, 24: 79-93.
- BROOKS, D.R. 1979. Testing the context and extent of host-parasite coevolution. *Syst. Zool.*, 28: 299-307.
- BROOKS, D.R. 1981. Hennig's parasitological method: a proposed solution. *Syst. Zool.*, 30(3): 229-249.
- BROOKS, D.R. 1981a. Raw similarity measures of shared parasites: an empirical tool for determining host phylogenetic relationships? *Syst. Zool.*, 30(2): 203-207.
- BROOKS, D.R. 1985. Historical ecology: a new approach to studying the evolution of ecological associations. *Ann. Mo. bot. Gdn.*, 72: 660-680.
- BROOKS, D.R. 1985a. Phylogenetics and the future of helminth systematics. *J. Parasit.*, 71(6): 719-727.
- BROOKS, D.R. & WILEY, E.O. 1985. Theories and methods in different approaches to phylogenetic systematics. *Cladistics*, 1(1): 1-11.
- CALISHER, C.H. 1980. Antigenic relationships of the arboviruses: an ecological and evolutionary approach. In: International Symposium on new aspects in Ecology of Arboviruses. *Proceedings*. Institute of Virology, Slovak Academy of Sciences. 11-15 Jun. 1979: 117-152.
- CALISHER, C.H. 1988. Evolutionary significance of the taxonomic data regarding bunyaviruses of the family Bunyaviridae. *Intervirology*, 29: 268-276.
- CALISHER, C.H., GUTIERREZ, V.E., LORD, R.D. & MANESS, K.S.C. 1975. Aislamiento de virus Mayaro de un ave migratoria capturada en Luisiana en 1967. *Boln. Of. sanit. pan-am.*, 78(2): 148-154.

*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

- CALISHER, C.H., MANESS, K.S.C., LORD, R.D. & COLEMAN, P.H. 1971. Identification of two South American strains of eastern equine encephalomyelitis virus from migrant birds captured on the Mississippi delta. *Am. J. Epidemiol.*, 94(2): 172-178.
- CASALS, J. 1957. The arthropod-borne group of animal viruses. *Trans. N.Y. Acad. Sci., ser. 2*, 19: 219-235.
- CAUSEY, O.R., CAUSEY, C. E., MAROJA, O. & MACEDO, D.G. 1961. The isolation of arthropod-borne viruses, including members of two hitherto undescribed serological groups, in the Amazon region of Brazil. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 10(2): 227 - 249.
- COLINVAUX, P. 1986. *Ecology*. New York, John Wiley & Sons, 707 p.
- DÉGALLIER, N. 1982. Les arbovirus selvatiques en Guyane française et leurs vecteurs. Paris, Université Pierre et Marie Curie, Tese de doutorado. (multigr., O.R.S.T.O.M., 74 p., annexes 1-5.)
- DÉGALLIER, N., TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A., HERVÉ, J.P., VASCONCELOS, P.F.C., TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S., SÁ, FILHO, G.C. & PINHEIRO, F.P. 1989. Modifications of arbovirus eco-epidemiology in Tucuruí, Pará, Brazilian Amazonia, related to the construction of a hydroelectric dam, 124-135. In : *Arbovirus Research in Australia. Proceedings Fifth Symposium, August 28 - September 1, 1989, Brisbane, Australia*. Eds. M.F. Uren, J. Blok & L.H. Manderson, CSIRO Tropical Animal Science, Brisbane: xviii + 393 p.
- FEBVAY, G. & BONNOT, G. 1990. AnaMul: ensemble de logiciels d'analyses multidimensionnelles (ACP, AFD, FD et AFC) sur Macintosh. *Cah. Techn. INRA*, 24: 71-74.
- FELSENSTEIN, J. 1979. Alternative methods of phylogenetic inference and their interrelationship. *Syst. Zool.*, 28: 49-62.
- FELSENSTEIN, J. 1982. Numerical methods for inferring evolutionary trees. *Quart. Rev. Biol.*, 57 (4): 379-404.
- FÉNELON, J.P. 1981. *Qu'est-ce que l'analyse des données?* Lefonen, Paris, 311 p.
- FULTON, F. & DUMBELL, K.R. 1946. The serological comparison of strains of influenza virus. *J. gen. Microbiol.*, 3: 97-111.
- GOLDBACH, R. & WELLINK, J. 1988. Evolution of plus-strand RNA viruses. *Intervirology*, 29: 260-267.
- HARRISON, B.D. 1985. Usefulness and limitations of the species concept for plant viruses. *Intervirology*, 24: 71-78.
- HERVÉ, J.P., DÉGALLIER, N., TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A., PINHEIRO, F.P. & SÁ FILHO, G.C. 1986. Arboviroses : aspectos ecológicos, 409-437. In : *Instituto Evandro Chagas; 50 anos de contribuição às ciências biológicas e à medicina tropical*, vol. 1. Ed. Fundação Serviços de Saúde pública, Belém, 529 p.
- HOCH, A.L., PETERSON, N.E., LEDUC, J.W. & PINHEIRO, F.P. 1981. An outbreak of Mayaro virus disease in Belterra, Brazil. III. Entomological and ecological studies. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 30(3): 689-698.
- IVERSSON, L.B., TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. & ROSA, M.D.B. 1989. Ocorrência recente de infecção humana por arbovírus Rocio na região do Vale do Ribeira. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo*, 31(1): 28-31.

- KARABATSOS, N. 1985. *International catalogue of arboviruses including certain other viruses of vertebrates*. 3rd ed., American Society of Tropical Medicine and Hygiene, San Antonio, Texas: 1147 p.
- KINGSBURY, D.W. 1985. Species classification problems in virus taxonomy. *Intervirology*, 24: 62-70.
- KINGSBURY, D.W. 1988. Biological concepts in virus classification. *Intervirology*, 29: 242-253.
- LeDUC, J.W., PINHEIRO, F.P. & TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A. 1981. An outbreak of Mayaro virus disease in Belterra, Brazil. II. Epidemiology. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 30(3): 682-688.
- LOPES, O. DE S., COIMBRA, T.L.M., SACCHETTA, L. DE A. & CALISHER, C.H. 1978. Emergence of a new arbovirus disease in Brazil. I - Isolation and characterization of the etiologic agent, Rocio virus. *Am. J. Epidemiol.*, 107: 444-449.
- LOPES, O. DE S., SACCHETTA, L. DE A. 1978. Isolation of Mucambo virus, a member of the Venezuelan equine encephalitis complex in the State of São Paulo, Brazil. *Rev. Inst. Med. trop. São Paulo*, 20(2): 82-86.
- LOPES, O. DE S., SACCHETTA, L. DE A., COIMBRA, T.L.M., PINTO, G.H. & GLASSER, C.M. 1978a. Emergence of a new arbovirus disease in Brazil. II. Epidemiologic studies on 1975 epidemic. *Am. J. Epidemiol.*, 108: 394-401.
- LOPES, O. DE S., SACCHETTA, L. DE A., COIMBRA, T.L.M., PINTO, G.H. & GLASSER, C.M. 1981. Emergence of a new arbovirus disease in Brazil. III. Isolation of Rocio virus from *Psorophora ferox* (Humboldt, 1819). *Am. J. Epidemiol.*, 113: 122-125.
- LOVEJOY, T.E. 1975. Bird diversity and abundance in amazon forest communities. *Living Bird*, Philadelphia, 13: 127-191.
- MADDISON, W.P. & MADDISON, D.R. 1987. MacClade, version 2.1 A phylogenetics computer program distributed by the authors.
- MATTINGLY, P.F. 1960. Symposium on the evolution of arbovirus diseases. II. Ecological aspects of the evolution of mosquito-borne virus diseases. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 54(2): 97-112.
- MAYR, E. 1963. *Animal species and evolution*. Cambridge, Harvard University Press, 797p.
- MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1982. *A guide to the birds of South America*. Livingston, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 498p.
- MILNE, R.G. 1988. Species concept should not be universally applied to virus taxonomy - but what to do instead? *Intervirology*, 29: 254-259.
- MITCHELL, C.J. & FORATTINI, O.P. 1984. Experimental transmission of Rocio encephalitis virus by *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) from the epidemic zone in Brazil. *J. med. Ent.*, 21(1): 34-37.
- MITCHELL, C.J., FORATTINI, O.P. & MILLER, B.R. 1986. Vector competence experiments with Rocio virus and three mosquito species from the epidemic zone in Brazil. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, 20(3): 171-177.
- MITCHELL, C.J., MONATH, T.P. & CROPP, C. 1981. Experimental transmission of Rocio virus by mosquitoes. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 30(2): 465-472.

*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

- PINHEIRO, F.P., FREITAS, R.B., TRAVASSOS DA ROSA, J.F., GABBAY, Y.B., MELLO, W.A. & LEDUC, J.W. 1981. An outbreak of Mayaro virus disease in Belterra, Brazil. I. Clinical and virological findings. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 30(3): 674-681.
- PINHEIRO, F.P., TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A., FREITAS, R.B., TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S. & VASCONCELOS, P.F.C. 1986. Arboviroses : aspectos clínico-epidemiológicos, 375-408. In : *Instituto Evandro Chagas; 50 anos de contribuição às ciências biológicas e à medicina tropical*, vol. 1. Ed. Fundação Serviços de Saúde pública, Belém, 529 p.
- SHOPE, R.E., ANDRADE, A.H.P., BENSABATH, G., CAUSEY, O.R. & HUMPHREY, P.S. 1966. The epidemiology of EEE, WEE, SLE and Turlock viruses, with special reference to birds, in a tropical rain forest near Belem, Brazil. *Amer. J. Epidemiol.*, 84(3): 497-477.
- SHOPE, R.E. & SATHER, G.E. 1979. Arboviruses, 767 - 814. In : *Diagnostic procedures for viral, rickettsial and chlamydial infections*, 5th ed., E.H. Lennette & N.J. Schmidt, American Public Health Association, Washington, D.C., xx + 1138 p.
- SIBLEY, C.G., AHLQUIST, J.E. & MONROE, Jr., B.L. 1988. A classification of the living birds of the world based on DNA-DNA hybridization studies. *Auk*, 105: 409-423.
- SICK, H. 1985. *Omitologia brasileira: uma introdução*. 2v. Brasília, Universidade de Brasília.
- SMITH, C.E.G. 1960. Symposium on the evolution of arborvirus diseases. III. Factors in the past and future evolution of the arborviruses. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 54(2): 113-129.
- SMITH, D.B. & INGLIS, S.C. 1987. The mutation rate and variability of eukaryotic viruses: an analytical review. *J. gen. Virol.*, 68(11): 2729-2740.
- TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A., DÉGALLIER, N., HERVÉ, J.P. & Sá FILHO, G.C. 1987. La recherche sur les arbovirus en Amazonie, 223-247. In : *Connaissance du milieu amazonien. Actes du séminaire, 15 et 16 octobre 1985 Paris*, éd. O.R.S.T.O.M., coll. Colloques et Séminaires, 319 p.
- TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A., SHOPE, R.E., PINHEIRO, F.P., TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S., VASCONCELOS, P.F.C., HERVÉ, J.P. & DÉGALLIER, N. 1989. Arbovirus research in the Brazilian Amazon, 4-8. In : *Arbovirus Research in Australia. Proceedings Fifth Symposium, August 28 - September 1, 1989, Brisbane, Australia*. Eds. M.F. Uren, J. Blok & L.H. Manderson, CSIRO Tropical Animal Science, Brisbane: xviii + 393 p.
- TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A., SHOPE, R.E., TRAVASSOS DA ROSA, J.F.S., NAKAUTH, C. & VASCONCELOS, P.F.C. 1986. Arboviroses : aspectos virológicos, 365-373. In : *Instituto Evandro Chagas; 50 anos de contribuição às ciências biológicas e à medicina tropical*, vol. 1. Ed. Fundação Serviços de Saúde pública, Belém, 529 p.
- VAN REGENMORTEL, M.H.V. 1990. Virus species, a much overlooked but essential concept in virus classification. *Intervirology*, 31:241-254.
- WILEY, E.O. 1981. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic systematics*. Ed. John Wiley & Sons, New York, xv + 439 p.
- ZELLER, H.G., KARABATSOS, N., CALISHER, C.H., DIGOUTTE, J.P., CROPP, C.B., MURPHY, F.A. & SHOPE, R.E. 1989. Electron microscopic and antigenic studies of uncharacterized viruses. II. Evidence suggesting the placement of viruses in the family Bunyaviridae. *Arch. Virol.*, 108(3-4): 211-227.

Anexo 1. Datas e locais de excursões realizadas para coleta de amostras de aves na Amazônia Brasileira, de 1964 a 1989, com os números de aves coletados e identificados. Um \* indica que apenas as aves positivas foram contadas.

Localidade	Datas	Total
Belém (IPEAN, Utinga), PA Cachoeira Porteira, PA	30/06 a 10/09/1964	780
	5 a 17/04/1978	171
	19/07 a 3/08/1978	258
	13 a 27/09/1978	213
	14 a 24/11/1978	252
	16 a 30/03/1979	263
	3 a 20/07/1979	334
	16 a 24/10/1982	213
Carajás, Serra Norte, PA	9 a 16/03/1983	165
	13 a 17/05/1983	102
	2 a 5/12/1983	88
	19 a 24/05/1984	113
	30/01 a 9/02/1985	213
	12 a 21/04/1985	167
	29/11 a 11/12/1986	145
	31/10 a 13/12/1974	536
Humaitá, AM	16/08 a 14/09/1974	283
	31/05 a 20/06/1975	203
Humboldt, rio Aripuanã, MT	4/11 a 12/12/1971	447
	5/03 a 12/04/1972	479
Itaituba - Altamira, PA, km 25	6/07 a 15/08/1972	479
	29/10 a 6/12/1973	170 *
Itaituba - Jacareacanga, PA, km 19	17 a 29/09/1971	188
	21 a 25/03/1971	34 *
Itaituba - Jacareacanga, PA, km 212	8 a 16/03/1971	10 *
	5 a 25/11/1979	293
Marabá - rio Anapu, PA, km 52	15/03 a 2/04/1980	87
	18/06 a 5/07/1980	240
Marabá - rio Araguaia, PA, km 68	20/10 a 5/11/1980	213
	15/04 a 2/05/1981	139
Marabá - Jatobal, PA, km 12	9 a 26/07/1981	234
	15/10 a 3/11/1981	155
Porto Trombetas, PA	22/02 a 13/03/1982	241
	22/04 a 14/07/1973	104 *
Santarém—Cuiabá, PA, km 206, km 212	10/03 a 28/04/1975	746
	24/06 a 7/07/1976	104
Santarém-Mojú dos Campos, PA, km 5	9 a 13/10/1979	136
	4 a 8/12/1979	194
Sena Madureira, AC	11 a 27/09/1978	460
	7 a 21/09/1982	333
Santa Izael do Para, PA	30/06 a 10/07/1982	243
	16/02 a 5/03/1983	177
Tomé-Açu, PA	13 a 21/07/1983	177
	28/10 a 6/11/1983	176
Tucuruí, PA	17 a 25/02/1984	146
	13 a 26/08/1984	111
	29/07 a 8/08/1985	217
	20 a 30/11/1985	275
	25/04 a 6/05/1986	202
	4 a 15/09/1986	241
	30/07 a 11/08/1987	211
	14 a 26/04/1988	129
Total	20 a 29/11/1988	133
		12423

*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

Anexo 2. Aves coletadas e sangradas na região Amazônica de 1964 a 1989, para as quais as pesquisas de arbovírus foram negativas. A nomenclatura segue Meyer de Schauensee (1982).

Gênero e espécie	Família	Total
<i>Actitis macularia</i>	Scolopacidae	11
<i>Amazona amazonica</i>	Psittacidae	2
<i>Ammodramus aurifrons</i>	Fringillidae	1
<i>Ancistrops strigilatus</i>	Furnariidae	4
<i>Aratinga guarouba</i>	Psittacidae	1
<i>Ara macao</i>	Psittacidae	1
<i>Attila cinnamomeus</i>	Tyrannidae	29
<i>Bucco capensis</i>	Bucconidae	8
<i>Bucco tamatia</i>	Bucconidae	7
<i>Butorides striatus</i>	Ardeidae	1
<i>Campephilus rubricollis</i>	Picidae	1
<i>Campylopterus largipennis</i>	Trochilidae	42
<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Troglodytidae	6
<i>Caprimulgus nigrescens</i>	Caprimulgidae	16
<i>Caprimulgus parvulus</i>	Caprimulgidae	1
<i>Casiornis rufa</i>	Tyrannidae	5
<i>Catharus fuscescens</i>	Turdidae	1
<i>Celeus jumana</i>	Picidae	1
<i>Cercomacra cinerascens</i>	Formicariidae	1
<i>Chaetura spinicauda</i>	Apodidae	1
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Bucconidae	4
<i>Chlorestes notatus</i>	Trochilidae	1
<i>Chloroceryle americana</i>	Alcedinidae	1
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Caprimulgidae	11
<i>Cissopis leveriana</i>	Thraupidae	1
<i>Coereba flaveola</i>	Coerebidae	12
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Fringillidae	10
<i>Cranioleuca gutturata</i>	Furnariidae	1
<i>Cranioleuca vulpina</i>	Furnariidae	1
<i>Crypturellus soui</i>	Tinamidae	6
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	Coerebidae	2
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Coerebidae	6
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireonidae	16
<i>Dacnis cayana</i>	Coerebidae	2
<i>Daptrius americanus</i>	Falconidae	3
<i>Deconychura longicauda</i>	Dendrocolaptidae	23
<i>Dryocopus lineatus</i>	Picidae	1
<i>Elaenia chiriquensis</i>	Tyrannidae	14
<i>Empidonomus varius</i>	Tyrannidae	3
<i>Florisuga mellivora</i>	Trochilidae	1
<i>Frederickena viridis</i>	Formicariidae	10
<i>Galbula dea</i>	Galbulidae	2
<i>Galbula ruficauda</i>	Galbulidae	7
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Parulidae	3
<i>Glaucis hirsuta</i>	Trochilidae	16
<i>Granatellus pelzelni</i>	Parulidae	2
<i>Gymnostinops bifasciatus</i>	Icteridae	1
<i>Harpagus bidentatus</i>	Falconidae	1
<i>Heterocercus flavivertex</i>	Pipridae	1

Gênero e espécie	Família	Total
<i>Hirundo rustica</i>	Hirundinidae	2
<i>Hylophilus brunneiceps</i>	Vireonidae	1
<i>Hylophilus muscicapinus</i>	Vireonidae	2
<i>Hylophilus semicinereus</i>	Vireonidae	12
<i>Hypocnemoides maculicauda</i>	Formicariidae	15
<i>Laniocera hypopyrrha</i>	Tyrannidae	8
<i>Leptotila verreauxi</i>	Columbidae	2
<i>Liosceles thoracicus</i>	Formicariidae	6
<i>Machaeropterus pyrocephalus</i>	Pipridae	2
<i>Machaeropterus regulus</i>	Pipridae	1
<i>Microbates colaris</i>	Sylviidae	1
<i>Microcerculus bambla</i>	Troglodytidae	7
<i>Microrhopias quixensis</i>	Formicariidae	2
<i>Monasa morphoeus</i>	Bucconidae	3
<i>Monasa nigrifrons</i>	Bucconidae	3
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Tyrannidae	1
<i>Myiopagis gaimardii</i>	Tyrannidae	1
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Tyrannidae	10
<i>Myrmoborus leucophrys</i>	Formicariidae	5
<i>Myrmotherula guttata</i>	Formicariidae	20
<i>Myrmotherula gutturalis</i>	Formicariidae	8
<i>Myrmotherula surinamensis</i>	Formicariidae	1
<i>Nonnula ruficapilla</i>	Bucconidae	2
<i>Notharchus macrorhynchus</i>	Bucconidae	1
<i>Nyctibius griseus</i>	Nyctibiidae	1
<i>Opisthocomus hoazin</i>	Opisthocomidae	7
<i>Oriolus superciliaris</i>	Cracidae	1
<i>Pachyramphus castaneus</i>	Tyrannidae	1
<i>Pachyramphus rufus</i>	Tyrannidae	14
<i>Paroaria gularis</i>	Fringillidae	80
<i>Penelope jacucaca</i>	Cracidae	14
<i>Penelope marail</i>	Cracidae	1
<i>Penelope pileata</i>	Cracidae	1
<i>Phaeotriccus poecilocercus</i>	Tyrannidae	2
<i>Phaethornis bourcierii</i>	Trochilidae	22
<i>Phaethornis ruber</i>	Trochilidae	1
<i>Phaethornis malaris</i>	Trochilidae	10
<i>Phoenicircus carnifex</i>	Cotingidae	1
<i>Piaya cayana</i>	Cuculidae	3
<i>Piaya minuta</i>	Cuculidae	9
<i>Piculus flavigula</i>	Picidae	1
<i>Picumnus exilis</i>	Picidae	1
<i>Pionites leucogaster</i>	Psittacidae	2
<i>Pionus menstruus</i>	Psittacidae	1
<i>Pipra aureola</i>	Pipridae	6
<i>Pipra fasciicauda</i>	Pipridae	112
<i>Pipra serena</i>	Pipridae	6
<i>Pitylus grossus</i>	Fringillidae	3
<i>Platyrinchus saturatus</i>	Tyrannidae	6
<i>Progne chalybea</i>	Hirundinidae	19
<i>Psarocolius decumanus</i>	Icteridae	2
<i>Pteroglossus bitorquatus</i>	Ramphastidae	1



*As aves como hospedeiras de arbovirus na Amazônia*

Gênero e espécie	Família	Total
<i>Pyrrhura picta</i>	Psittacidae	19
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Sylviidae	12
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	Tyrannidae	14
<i>Rhytipterna simplex</i>	Tyrannidae	2
<i>Sakesphorus melanothorax</i>	Formicariidae	1
<i>Saltator coerulescens</i>	Fringillidae	1
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	Thraupidae	7
<i>Sclerurus mexicanus</i>	Furnariidae	25
<i>Selenidera culik</i>	Ramphastidae	2
<i>Selenidera maculirostris</i>	Ramphastidae	1
<i>Sicalis columbiana</i>	Fringillidae	3
<i>Sporophila castaneiventris</i>	Fringillidae	1
<i>Sporophila lineola</i>	Fringillidae	1
<i>Sporophila nigricollis</i>	Fringillidae	24
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Hirundinidae	36
<i>Synallaxis gujanensis</i>	Furnariidae	5
<i>Tachycineta albiventer</i>	Hirundinidae	9
<i>Tachyphonus cristatus</i>	Thraupidae	5
<i>Tachyphonus luctuosus</i>	Thraupidae	2
<i>Tangara mexicana</i>	Thraupidae	2
<i>Tapera naevia</i>	Cuculidae	2
<i>Thalurania furcata</i>	Trochilidae	11
<i>Thamnophilus punctatus</i>	Formicariidae	5
<i>Threnetes leucurus</i>	Trochilidae	13
<i>Thryothorus genibarbis</i>	Troglodytidae	11
<i>Tolmomyias assimilis</i>	Tyrannidae	1
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Tyrannidae	55
<i>Topaza pella</i>	Trochilidae	1
<i>Trogon rufus</i>	Trogonidae	11
<i>Turdus leucomelas</i>	Turdidae	1
<i>Turdus nudigenis</i>	Turdidae	4
<i>Tyranniscus gracilipes</i>	Tyrannidae	1
<i>Veniliornis affinis</i>	Picidae	7
<i>Vireo chivi</i>	Vireonidae	4
<b>Total</b>		<b>1045</b>

Anexo 3. Aves hospedeiros de arbovírus na região Amazônica: espécies de floresta alta (A), diversos tipos de capoeira (B) e beira de rio (D); os estratos ecológicos são codificados pelas seguintes letras: Aa = chão; Ab = 1-5 m; Ac = 5-15 m; Ad = 15-30 m; Ba = cap. de 0-5 m, com arbustos e árvores altas esparsos; Bb = Cap. de mediana idade, com arbustos e árvores de 5-8 m; Bc = cap. adulta (mais de 20 anos) de 8-15 m; entre parênteses número de amostras isoladas de 1964 a 1989. As nomenclaturas usadas para os nomes de aves e arbovírus (abreviações neste caso) seguem, respectivamente, Meyer de Schauensee (1982) e Karabatsos (1985).

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus isolados
<b>FLORESTA (A)</b>				
<i>Automolus infuscatus</i>	98	Furnariidae	b	SLE (1)
<i>Automolus ochrolaemus</i>	43	"	b	PAC-like (1)
<i>Cacicus cela</i>	15	Icteridae	c,d	EEE (2)
<i>Chiroxiphia pareola</i>	34	Pipridae	b,c	TUR (1); SLE (2)
<i>Conopophaga aurita</i>	75	Formicariidae	b	WEE (1); SLE (1)
<i>Corythopsis torquata</i>	64	Tyrannidae	a	WEE (1)
<i>Formicarius analis</i>	39	Formicariidae	a	SLE (1)
<i>Galbula albirostris</i>	78	Galbulidae	b	SLE (1)
<i>Geotrygon montana</i>	219	Columbidae	a,b	TUR (1); SLE (2); GAM (2)
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	498	Dendrocolaptidae	b,c	SLE (1)
<i>Hylophylax naevia</i>	123	Formicariidae	b	TUR (1); BEL (1)
<i>Hylophylax poecilonota</i>	363	"	b	TUR (1); WEE (1); SLE (2)
<i>Hypocnemis cantator</i>	134	Formicariidae	b,c	SLE (2)
<i>Malacoptila rufa</i>	56	Bucconidae	b	SLE (1)
<i>Mionectes oleagineus</i>	96	Tyrannidae	b	EEE (1)
<i>Myiobius barbatus</i>	196	Tyrannidae	b	SLE (2)
<i>Myrmeciza ferruginea</i>	45	Formicariidae	a	KWA (1)
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	175	"	b	KWA (1); TUR (1)
<i>Myrmotherula hauxwelli</i>	196	"	b	TUR (1); WEE (1); SLE (1)
<i>Myrmotherula longipennis</i>	106	"	c	TUR (1); MUR (1)
<i>Myrmotherula menetriesii</i>	4	"	b,c	TUR (1)
<i>Pernostola rufifrons</i>	35	"	b	CPC (1)
<i>Philydor erythrocerus</i>	23	Furnariidae	c,d	SLE (1)
<i>Phlegopsis nigromaculata</i>	203	Formicariidae	a,b	KWA (1); WEE (1); EEE (2); PAC-like (1)
<i>Pipra erythrocephala</i>	114	Pipridae	b	MUC (1)
<i>Pipra pipra</i>	290	"	b	SLE (1)
<i>Pyriglena leuconota</i>	223	Formicariidae	b	TUR (2); WEE (1); SLE (2); BEL (1)
<i>Thamnomanes caesius</i>	195	"	b,c	MUR (1); SLE (1)
<i>Thamnophilus aethiops</i>	85	"	b,c	KWA (1); ITP (1); EEE (1); WEE (1)
<i>Thamnophilus murinus</i>	39	"	b,c	ANU (1)
<i>Xenops minutus</i>	106	Furnariidae	b,c	GAM (1)
<b>CAPOEIRA (B)</b>				
<i>Columbina talpacoti</i>	289	Columbidae	a,b	SLE (1); ORO (1)
<i>Ramphocelus carbo</i>	874	Thraupidae	a,b,c	EEE (1)
<i>Salator maximus</i>	154	Fringillidae	a,b,c	SLE (1)
<i>Thamnophilus amazonicus</i>	30	Formicariidae	b,c	TUR (2); SLE (1)
<b>BEIRA DE RIO (D)</b>				
<i>Chloroceryle inda</i>	13	Alcedinidae		SLE (1)

*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

Anexo 4. Aves de floresta de terra firme, hospedeiros de arbovírus na região Amazônica: entre parênteses número de plasmas positivos de 1964 a 1989. As nomenclaturas usadas para os nomes de aves e arbovírus (abreviações neste caso; ver os nomes completos no texto) seguem, respectivamente, Meyer de Schauensee (1982) e Karabatsos (1985).

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus
<i>Arremon taciturnus</i>	204	Fringillidae	a,b	CPC (1), GRO (1), ILH (1), ITP (1), MAY (2), ORO (1), SLE (3), TCM (3), TUR (3), WEE (1)
<i>Atila spadiceus</i>	23	Tyrannidae	b,c	CPC (1), GRO (1), ITP (1), MAY (1), SLE (2), TUR (1)
<i>Automolus infuscatus</i>	98	Furnariidae	b	ANU (1), BEL (2), ORO (2), TUR (1), SLE (1), WEE (1), MAY (1)
<i>Automolus melanopezus</i>	5	"	b	ITP (1), ORO (1)
<i>Automolus ochrolaemus</i>	43	"	b	ANU (1), BEL (1), ITP (1), MAY (1), ORO (1), TUR (3), SLE (2), ILH (1)
<i>Automolus rubiginosus</i>	7	"	a,b	BEL (1), ITP (2), ORO (2), CAR (1), UTI (1)
<i>Automolus rufipileatus</i>	9	"	a,b	ORO (2), TUR (1)
<i>Baryphthengus martii</i>	7	Momotidae	c,d	ITP (1), ORO (1), TUR (1)
<i>Campyl. procurvoides</i>	10	Dendrocolaptid	b,c	SLE (2)
<i>Celeus elegans</i>	11	Picidae	b,c	CPC(1), SLE (1)
<i>Cercomacra tyrannina</i>	26	Formicariidae	b	ILH (1), MAY (1), ORO (1), WEE (8)
<i>Chiroxiphia pareola</i>	34	Pipridae	b,c	TNT (1), BEL (1), GRO (1), ORO (1), SLE (4)
<i>Colopteryx galeatus</i>	13	Tyrannidae	b	ORO (1), TCM (2), SLE (1)
<i>Conopophaga aurita</i>	75	Formicariidae	b	CAR (1), ITP (2), MAY (1), ORO (1), TCM (1), TUR (2), SLE (4), WEE (2)
<i>Conopophaga melanogaster</i>	4	"	b	ITP (3), MTB (1), ORO (1), TCM (1), TUR (1), WEE (2)
<i>Conopophaga roberti</i>	17	"	b	WEE (1)
<i>Corythopsis torquata</i>	64	Tyrannidae	a	SLE (2), ITP (1), WEE (3)
<i>Cyanocompsa cyanooides</i>	132	Fringillidae	b	CAR (1), CPC(1), GRO (3), ILH (1), ITP (2), MAY (1), ORO (3), TCM (2), TUR (2), SLE (8), EEE (2), WEE (5), PIX (1)
<i>Cymbilaimus lineatus</i>	5	Formicariidae	b	MAY (1), ORO (2)
<i>Cyphorhinus arada</i>	52	Troglodytidae	b	GMA (1), GRO (2), MAY (1), ORO (4), TCM (1), TUR (1), SLE (4), EEE (1), WEE (4)
<i>Deconychura stictolaema</i>	53	Dendrocolaptidae	b,c	ITP (1), ORO (3), TCM (1), SLE (3)
<i>Dendrocincla fulig.</i>	185	"	b,c	CPC(1), ILH (4), ORO (3), TCM (1), TUR (2), SLE (1), EEE (1), WEE (2)
<i>Dendrocincla merula</i>	138	"	b	ORO (4), TCM (2), SLE (4)
<i>Dendrocincla obidensis</i>	5	"	b	ARA (1), SLE (1)
<i>Dendrocolaptes certhia</i>	46	"	b,c	ORO (1), TCM (1), TUR (5), SLE (5)
<i>Dichrozona cincta</i>	38	Formicariidae	b	ANU (1), GRO (3), ITP (1), ORO (3), TCM (3), TUR (1), WEE (1)
<i>Dysithamnus mentalis</i>	1	"	b	ITP (1)
<i>Formicarius analis</i>	39	"	a	ORO (1), TCM (1), TUR (2), SLE (4), ILH (1), ORO (2), EEE (1)

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus
<i>Formicarius colma</i>	89	"	a	ICO (1), CPC(1), ILH (1), ITP (2), MAY (1), ORO (6), TCM (4), TUR (6), SLE (3), EEE (2), WEE (2)
<i>Galbula albirostris</i>	78	Galbulidae	b	BEL (1), ITP (2), ORO (1), TCM (1), TUR (2), SLE (2), WEE (1), PIX (1)
<i>Geotrygon montana</i>	219	Columbidae	a,b	ICO (1), CPC(1), GRO (3), ILH (2), ORO (1), TUR (1), SLE (9), EEE (3), JUR (3)
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	498	Dendrocolaptidae	b,c	GRO (1), ILH (1), ITP (1), ORO (9), TCM (3), TUR (2), SLE (14), WEE (3)
<i>Grallaria varia</i>	2	Formicariidae	a	SLE (2)
<i>Gymnophithys rufigula</i>	156	"	b	CAR (2), CPC(2), ILH (4), ORO (37), UTI (1), SLE (3), WEE (17)
<i>Gymnophithys salvini</i>	9	"	b	BEL (1), ITP (2), ORO (6), WEE (2)
<i>Habia rubica</i>	23	Thraupidae	b,c	ITP (1), ORO (4), TCM (2), SLE (2), WEE (1)
<i>Heterocercus lineatus</i>	5	Pipridae	b	ORO (1), TCM (1), SLE (1)
<i>Hylexetastes perrotii</i>	37	Dendrocolaptidae	b,c	ORO (3), TUR (5), WEE (1)
<i>Hyloctistes subulatus</i>	10	Furnariidae	b,c	TUR (1)
<i>Hylopezus macularius</i>	10	Formicariidae	a	ORO (2), TUR (1), SLE (1), WEE (1)
<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	26	Vireonidae	c,d	TCM (1), WEE (1), GRO (1), ITP (1), SLE (4), ORO (1), TCM (2), EEE (1)
<i>Hylophilus pectoralis</i>	30	"	b,c	EEE (1), ORO (1), TCM (2)
<i>Hylophylax naevia</i>	123	Formicariidae	b	ORO (1), TCM (2), TUR (3), UTI (2), SLE (3), EEE (1), WEE (3)
<i>Hylophylax poecilonota</i>	363	"	b	ANU (1), BEL (2), APEU (1), CAR (1), CPC(4), GRO (6), ILH (1), ITP (6), MAY (1), ORO (38), TCM (5), TUR (8), SLE (18), EEE (5), WEE (19)
<i>Hypocnemis cantator</i>	134	"	b,c	CPC(1), GRO (1), MAY (3), ORO (9), TCM (2), SLE (4), WEE (3)
<i>Hypocnemoides melanopogon</i>	11	"	"	b,cMAY (1)
<i>Jacamerops aurea</i>	4	Galbulidae	c	SLE (1)
<i>Lanio versicolor</i>	10	Thraupidae	c	ORO (1), SLE (1)
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	3	Tyrannidae	b	GRO (1), ILH (1), MAY (2), TCM (1)
<i>Leptotila rufaxilla</i>	17	Columbidae	a	SLE (1)
<i>Leucopternis kuhli</i>	1	Falconidae	d,e	ITP (1)
<i>Lipaugus vociferans</i>	11	Cotingidae	c	CPC(1), GRO (1), ORO (1), SLE (1), WEE (1)
<i>Malacoptila rufa</i>	56	Bucconidae	b	ITP (1), ORO (3), SLE (3), WEE (5)
<i>Megascictus margaritatus</i>	11	Formicariidae	b,c	ORO (1), SLE (1)
<i>Melanerpes cruentatus</i>	4	Picidae	b,c	PIX (1)
<i>Micrastur gilvicollis</i>	12	Falconidae	b,c	ANU (1), ITP (2), TUR (2)
<i>Micrastur ruficollis</i>	1	"	c	TUR (1)
<i>Microcerculus marginatus</i>	68	Troglodytidae	b	ORO (3), TCM (1), SLE (2)
<i>Mionectes macconnelli</i>	273	Tyrannidae	b	CPC(1), ILH (1), MAY (1), ORO (4), TCM (2), TUR (3), SLE (5), WEE (1)
<i>Momotus momota</i>	49	Momotidae	b,c	CAR (1), TCM (1), TUR (2), EEE (1), WEE (2)
<i>Monasa ara</i>	27	Bucconidae	b,c	CPC(1), ITP (1), MAY (2), TCM (1), TUR (1)
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	100	Tyrannidae	c,d	CPC(1), ORO (2)

As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus
<i>Myiobius barbatus</i>	196	"	b	MAY (1), ORO (1), TCM (2), TUR (3), SLE (2)
<i>Myrmeciza ferruginea</i>	45	Formicariidae	a	CAR (1), CPC(1), ITP (1), SLE (2), EEE (1), WEE (3)
<i>Myrmeciza fortis</i>	10	"	a,b	TBT (1), BEL(2), ILH (1), ITP (1), ITP (4), MAY (1), ORO (6), TCM (1), SLE (1), WEE (2)
<i>Myrmeciza hemimelaena</i>	14	"	a,b	GRO (2), TCM (1), UTI (1), SLE (3), WEE (1)
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	175	"	b	BEL (1), GRO (4), ITP (4), ORO (6), TCM (3), UTI (1), SLE (8), WEE (13)
<i>Myrmornis torquata</i>	51	"	a	ITP (1), ORO (3), TUR (1), SLE (1), WEE (9)
<i>Myrmothera campanisona</i>	8	"	a	ORO (1), TUR (1), SLE (1), WEE (2)
<i>Myrmotherula axillaris</i>	104	"	b,c	EEE (1)
<i>Myrmotherula haematonota</i>	73	"	b,c	GRO (4), ITP (2), MAY (2), ORO (3), TCM (1), TUR (1), SLE (4), WEE (1)
<i>Myrmotherula huxwelli</i>	196	"	b	ANU (2), GRO (1), ITP (2), ORO (6), TCM (1), TUR (2), SLE (4)
<i>Myrmotherula leuco.</i>	64	"	b,c	TUR (4), SLE (1), WEE (1)
<i>Myrmotherula longipennis</i>	106	"	c	ORO (4), TCM (1), TUR (2), SLE (4)
<i>Myrmotherula ornata</i>	15	"	c	ORO (2), TUR (5), WEE (2)
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	21	Tyrannidae	b	SLE (1)
<i>Otus watsonii</i>	2	Strigidae	b,c	ITP (1)
<i>Pernostola rufifrons</i>	35	Formicariidae	b	BEL (4), CPC(1), GRO (1), ITP (1), ORO (5), TCM (1), TUR (2), UTI (1), EEE (1), WEE (12)
<i>Periporphyrus erythromelas</i>	8	Fringillidae	c,d	TUR (2), SLE (1)
<i>Phaethornis superciliosus</i>	13	Trochilidae	b	SLE (1)
<i>Philydor erythrocerus</i>	23	Furnariidae	c,d	MAY (1), ORO (1), TUR (1)
<i>Philydor erythropterus</i>	7	"	b,c	GRO (1), ORO (1), TUR (1)
<i>Philydor pyrrhodes</i>	34	"	b,c	ORO (2), TUR (1), WEE (1), PIX (1)
<i>Phlegopsis nigromaculata</i>	203	Formicariidae	a,b	TNT (2), APEU (1), CAR (1), GRO (14), ITP (3), MAY (4), ORO (24), ROC (2), TCM (16), TUR (13), UTI (2), SLE (16), EEE (1), WEE (20)
<i>Pipra coronata</i>	18	Pipridae	b	TBT (1), BEL (2), ITP (2), MAY (3), ORO (7), TCM (1), TUR (1)
<i>Pipra erythrocephala</i>	114	"	b	ITP (1), SLE (2)
<i>Pipra nattereri</i>	174	"	b	ORO (4), TCM (3), TUR (1), SLE (5)
<i>Pipra pipra</i>	290	"	b	CPC(1), ITP (2), TCM (4), TUR (5), UTI (1), SLE (2), EEE (1), WEE (3)
<i>Pipra rubrocapilla</i>	96	"	b	CDU (1), APEU (1), ILH (1), MAY (2), ORO (3), TCM (3), TUR (2), WEE (1)
<i>Pithys albifrons</i>	196	Formicariidae	b	BEL (1), CPC(2), ILH (2), ITP (1), ORO (2), SLE (2), WEE (111)
<i>Platyrinchus coronatus</i>	12	Tyrannidae	b	ORO (1), MAY (1), SLE (1)
<i>Platyrinchus platyrhynchos</i>	75	"	b	MAY (1), ORO (3), TUR (4), SLE (1)
<i>Pteroglossus aracari</i>	2	Ramphastidae	c,d	MAY (1)
<i>Pygiptila stelleris</i>	5	Formicariidae	b,c	TCM (1)

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus
<i>Pyriglena leuconota</i>	223	"	b	BEL (3), CPC(2), ITP (3), MAY (2), ORO (68), ROC (1), TUR (1), SLE (3), WEE (3)
<i>Ramphastos tucanus</i>	6	Ramphastidae	c,d	SLE (1)
<i>Ramphastos vitellinus</i>	9	"	d,e	EEE (1), TUR (1), CDU (1)
<i>Ramphotrigon ruficauda</i>	7	Tyrannidae	b,c	TCM (1)
<i>Rhegnatorhina berlepschi</i>	38	Formicariidae	b	APEU (1), ITP (1), MAY (1), ORO (4), TCM (2), TUR (6), WEE (5)
<i>Rhegnatorhina gymnops</i>	33	"	b	TUR (1), SLE (5), WEE (2)
<i>Rhegnatorhina hoffmannsi</i>	7	"	b	ORO (3), TUR (1)
<i>Rhegnatorhina melanosticta</i>	1	"	b	TCM (1)
<i>Schiffornis turdinus</i>	159	Pipridae	b,c	APEU (1), GRO (1), MAY (1), ORO (13), TCM (2), TUR (5), SLE (8), BEL (1), ILH (1), ITP (1), MAY (1), ORO (14), SLE (2), WEE (1)
<i>Sclerurus caudacutus</i>	34	Furnariidae	a	ORO (3), TCM (2), TUR (1), SLE (1), MAY (1), SLE (1)
<i>Sclerurus rufigularis</i>	56	"	a	ILH (1)
<i>Skutchia borbae</i>	6	Formicariidae	a	GRO (1), ITP (1), TCM (2), TUR (1), UTI (1), SLE (1), WEE (2)
<i>Synallaxis rutilans</i>	74	Furnariidae	b	CAR (1), TCM (1), TUR (1), WEE (1)
<i>Tachyphonus surinamus</i>	54	Thraupidae	c,d	CPC(1), GRO (1), ORO (1), TCM (1), TUR (1), SLE (1), EEE (1)
<i>Terenotriccus erythrurus</i>	30	Tyrannidae	b,c	SLE (1)
<i>Thamnomanes ardesiacus</i>	86	Formicariidae	b	GRO (1), ITP (5), MAY (1), ORO (5), TCM (1), TUR (4), SLE (6), EEE (1), WEE (5), BEL (1), ILH (1), ORO (1), SLE (1), WEE (4)
<i>Thamnomanes caesius</i>	195	"	b,c	CPC(1), GRO (3), ITP (7), ORO (2), TCM (6), TUR (7), SLE (11), WEE (5), PIX (1), ITP (2), WEE (5)
<i>Thamnophilus aethiops</i>	85	"	b,c	BEL (2), GRO (1), ITP (4), MAY (1), ORO (19), TCM (3), TUR (2), UTI (1), SLE (7), EEE (3), WEE (6)
<i>Thamnophilus murinus</i>	39	"	b,c	ORO (2), BEL (3), CPC(1), UTI (1), WEE (1)
<i>Thamnophilus schistaceus</i>	45	"	b,c	ITP (3), ORO (5), TUR (3), SLE (6), WEE (1)
<i>Thryothorus coraya</i>	21	Troglodytidae	b,c	TNT (1), BEL (1), TUR (1), SLE (1)
<i>Thryothorus leucotis</i>	86	"	b	APEU (1), CPC(1), ORO (4), TCM (1)
<i>Turdus albicollis</i>	184	Turdidae	b,c	APEU (1), ILH (1), ITP (2), ORO (3), TCM (1), TUR (1), SLE (5), EEE (2), WEE (6), BEL (1), CPC(1), MAY (1), ORO (1), TUR (2), SLE (4), EEE (3), WEE (4)
<i>Xenops minutus</i>	106	Furnariidae	b,c	TCM (1), SLE (1)
<i>Xiphorhynchus elegans</i>	30	Dendrocolaptidae	b,c	ORO (4), SLE (1), EEE (1)
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	23	"	b,c	ORO (2)
<i>Xiphorhynchus pardalotus</i>	76	"	b,c	ILH (1), MAY (1), ORO (2), WEE (1)
<i>Xiphorhynchus spixii</i>	86	"	b,c	CPC (1), ORO (21), ROC (1), SLE (4)

Anexo 5. Aves de igapó, várzea, beira de rio e campina sob areia branca, hospedeiros de arbovírus na região Amazônica: entre parenteses número de plasmás positivos de 1964 a 1989. As nomenclaturas usadas para os nomes de aves e arbovírus (abreviações neste caso; ver os nomes completos no texto) seguem, respectivamente, Meyer de Schauensee (1982) e Karabatsos (1985).

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus
<b>IGAPÓ E VÁRZEA</b>				
<i>Basileuterus rivularis</i>	18	Parulidae	b	ORO (1), TUR (3)
<i>Hypocnemis hypoxantha</i>	3	Formicariidae	b	TUR (1), WEE (2)
<i>Sclateria naevia</i>	29	"	b	ANU (1), CPC(1), ILH (1), ITP (5), MTB (1), ORO (1), TCM (2), SLE (1), EEE (1), WEE (2)ORO (1)
<i>Thamnophilus nigrocinereus</i>	1	"	b	ORO (1)
<i>Turdus fumigatus</i>	12	Turdidae	b,c	EEE (2)
<b>BEIRA DE RIO</b>				
<i>Aramides cajanea</i>	2	Rallidae		EEE (1), CPC (1)
<i>Butorides species</i>	1	Ardeidae		WEE (1)
<i>Chloroceryle aenea</i>	24	Alcedinidae		MAY (1), ORO (1), EEE (1)
<i>Chloroceryle inda</i>	13	"		ILH (1), ORO (1)
<i>Euxenura maguari</i>	1	Ciconiidae		WEE (1)
<b>CAMPINA SOBRE AREIA</b>				
<i>Tachyphonus phoenicius</i>	34	Thraupidae		ORO (1)

Anexo 6. Aves de caoeira, hospedeiros de arbovírus na região Amazônica: entre parênteses número de plasmas positivos de 1964 a 1989. As nomenclaturas usadas para os nomes de aves e arbovírus (abreviações neste caso; ver os nomes completos no texto) seguem, respectivamente, Meyer de Schauensee (1982) e Karabatsos (1985).

Gênero e espécie	Número	Família	Estratos	Arbovírus
<i>Ammodramus humeralis</i>	21	Fringillidae	a	EEE (1), ORO (1), TUR (1)
<i>Buteo nitidus</i>	6	Accipitridae	b,c	SLE (1)
<i>Camptostoma obsoletum</i>	1	Tyrannidae	a	JUR (1)
<i>Columbina passerina</i>	163	Columbidae	a,b	ANU (1), TCM (1), WEE (1)
<i>Columbina talpacoti</i>	289	"	a,b	CPC(1), EEE (1)
<i>Coragyps atratus</i>	26	Cathartidae	a,b,c	WEE (1), SLE (10), TUR (2)
<i>Crotophaga ani</i>	29	Cuculidae	a,b	MAY (1), ORO (2)
<i>Elaenia cristata</i>	29	Tyrannidae	a,b	ORO (1), SLE (1)
<i>Elaenia flavogaster</i>	33	"		PIX (1)
<i>Euphonia violacea</i>	10	Thraupidae	b,c	ORO (2)
<i>Formicivora grisea</i>	141	Formicariidae	b,c	ANU (1), BEL (3), ILH (1), MAY (1), ORO (23), TCM (1), TUR (1), SLE (2), WEE (1)
<i>Laterallus viridis</i>	26	Rallidae	a,b	MAY (1)
<i>Manacus manacus</i>	125	Pipridae	b,c	ORO (1)
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	72	Tyrannidae	a,b	CAR (2), CPC(1), GRO (1), ITP (3), TCM (2), TUR (2), EEE (1), WEE (1), PIX (2)
<i>Nyctidromus albicollis</i>	54	Caprimulgidae	b,c	CPC(1), TUR (1)
<i>Oryzoborus angolensis</i>	44	Fringillidae	a,b	MAY (1), PIX (1)
<i>Phaeomyias murina</i>	77	Tyrannidae	a,b	ANU (1), TCM (2), SLE (2)
<i>Pitangus sulphuratus</i>	38	"	b,c	MAY (1), EEE (1)
<i>Ramphocelus carbo</i>	874	Thraupidae	a,b,c	GMA (1), CAR (2), CPC(6), ILH (2), ITP (4), ORO (9), TCM (2), TUR (3), SLE (1), EEE (4), WEE (5), PIX (1), TUR (2), SLE (3), WEE (1)
<i>Saltator maximus</i>	154	Fringillidae	a,b,c	TNT (1), BEL (1), CPC(1), ORO (1), SLE (2), WEE (1)
<i>Sporophila americana</i>	55	"	a,b	ORO (1), SLE (1)
<i>Sporophila schistacea</i>	1	"	b,c	PIX (1)
<i>Tachyphonus rufus</i>	105	Thraupidae	a,b,c	CAR (1), CPC(1), ORO (2), TUR (1), SLE (2), WEE (1)
<i>Taraba major</i>	28	Formicariidae	b,c	CPC(1), EEE (1)
<i>Thamnophilus amazonicus</i>	30	"	b,c	ITP (2), ORO (1), SLE (1), EEE (1), WEE (1)
<i>Thamnophilus palliatus</i>	8	"	b,c	ORO (1), TUR (1)
<i>Thraupis episcopus</i>	108	Thraupidae	a,b,c	BEL (1), CAR (1), CPC(1), ORO (2), EEE (1)
<i>Thraupis palmarum</i>	126	"	a,b,c	CPC(2), SLE (1), BSQ (1), TCM (1)
<i>Troglodytes aedon</i>	45	Troglodytidae	a,b	ORO (1)
<i>Tyrannus melancholicus</i>	111	Tyrannidae	a,b	TNT (1), GRO (1), ITP (1), MAY (1), ORO (1), TUR (1), SLE (2), TCM (1)
<i>Volatinia jacarina</i>	264	Fringillidae	a,b	TNT (1), BEL (1), ITP (1), ORO (3), TUR (2), SLE (2), CAR (1), TCM (1), EEE (1)
<i>Xiphorhynchus picus</i>	35	Dendrocolaptidae	b,c	ORO (2)



*As aves como hospedeiras de arbovírus na Amazônia*

Anexo 7. Número de amostras de arbovírus isoladas e plasmãs positivos, com taxas de positividade respectiva (em %), para as famílias de aves positivas na Amazônia Brasileira.

Famílias	Coletados	Isolamentos (%)	Plasmãs positivos (%)	Total (%)
Accipitridae	6		1 (16,67)	1 (16,67)
Alcedinidae	38	1 (2,63)	4 (10,53)	5 (13,16)
Ardeidae	2		1 (50,00)	1 (50,00)
Bucconidae	111	1 (0,90)	20 (18,02)	21 (18,92)
Caprimulgidae	82		2 (2,44)	2 (2,44)
Cathartidae	26		13 (50,00)	13 (50,00)
Columbidae	690	7 (1,01)	27 (3,91)	34 (4,93)
Cotingidae	12		5 (41,67)	5 (41,67)
Cuculidae	43		4 (9,30)	4 (9,30)
Dendrocolaptidae	1245	1 (0,08)	131 (10,52)	132 (10,60)
Falconidae	18		7 (38,89)	7 (38,89)
Formicariidae	3489	42 (1,20)	1054 (30,21)	1096 (31,41)
Fringillidae	1007	1 (0,10)	73 (7,25)	74 (7,35)
Furnariidae	542	4 (0,74)	57 (10,52)	61 (11,25)
Galbulidae	91	1 (1,10)	12 (13,19)	13 (14,29)
Icteridae	18	2 (11,11)	1 (5,56)	3 (16,67)
Momotidae	56		10 (17,86)	10 (17,86)
Parulidae	23		3 (13,04)	3 (13,04)
Picidae	27		3 (11,11)	3 (11,11)
Pipridae	1143	6 (0,52)	122 (10,67)	128 (11,20)
Rallidae	28		3 (10,71)	3 (10,71)
Ramphastidae	21		5 (23,81)	5 (23,81)
Strigidae	2		1 (50,00)	1 (50,00)
Thraupidae	1361	1 (0,07)	67 (4,92)	68 (5,00)
Trochilidae	131		1 (0,76)	1 (0,76)
Troglodytidae	296		32 (10,81)	32 (10,81)
Turdidae	202		44 (21,78)	44 (21,78)
Tyrannidae	1441	3 (0,21)	96 (6,66)	99 (6,87)
Vireonidae	91		12 (13,19)	12 (13,19)
	<b>12242</b>	<b>70 (0,57)</b>	<b>1811 (14,79)</b>	<b>1881 (15,37)</b>

Anexo 8. Tabela de contingência (número de observações) entre os arbovírus, tipos e estratos de vegetação preferenciais das aves hospedeiros. As abreviações dos nomes de arbovirus seguem Karabatsos (1985) e os tipos de vegetação são definidos no texto. A linha "NEG" refere-se às aves negativas.

	aa	ab	ac	ad	ae	ib	ic	b	c	d
EEE	12	37	17	3	1	3	2	30	—	2
WEE	48	310	52	1	—	5	—	26	—	2
MAY	10	44	16	2	—	—	—	14	—	1
PIX	—	13	8	—	—	—	—	13	—	—
MUC	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
UNA	—	8	7	—	—	—	—	1	—	—
TCM	10	71	30	1	—	2	—	8	—	—
ILH	7	27	9	—	—	1	—	8	—	1
SLE	53	272	129	9	—	1	—	60	—	—
CPC	4	28	13	2	—	1	—	41	—	1
BSQ	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
ROC	2	4	1	—	—	—	—	—	—	—
MTB	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
APEU	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
CAR	4	10	2	—	—	—	—	3	—	—
MUR	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
GRO	6	23	11	1	—	—	—	—	—	—
GAM	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—
GMA	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
ANU	—	7	1	—	—	1	—	6	—	—
KWA	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—
BEL	3	31	9	—	—	—	—	14	—	—
PACL	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
ICO	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
ITP	16	97	40	3	1	5	—	22	—	—
CDU	—	1	—	1	1	—	—	1	—	—
ORO	40	369	132	4	—	3	—	105	1	2
UTI	2	4	1	—	—	—	—	—	—	—
TNT	2	5	3	—	—	—	—	7	—	—
TUR	22	121	65	5	—	4	—	25	—	—
JUR	1	16	7	—	—	—	—	3	—	—
NEG	891	6351	2740	387	44	105	34	3149	48	256

Anexo 9. Dados estatísticos da análise fatorial de correspondências (AFC) entre os arbovírus (taxas mínimas de infecção) e tipos e estratos de vegetação, preferenciais das aves hospedeiros. Percentagens de inércia "explicada" por cada fator e seus valores acumulados.

Fator	Valor própria	Inércia (%)	Inércia (% acumulado)
1	0,09342	36,7	36,7
2	0,06994	27,5	64,2
3	0,03110	12,2	76,3
4	0,02307	9,1	85,4
5	0,02051	8,0	93,4
6	0,01096	4,3	97,8
7	0,00291	1,1	99,0
8	0,00191	0,7	99,7
9	0,00080	0,3	100,0

ISSN 0077-2232

Governo do Brasil  
Ministério da Ciência e Tecnologia  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

# Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Série  
ZOOLOGIA  
Vol. 8(1)

Belém - Pará  
Julho de 1992

30 JAN 1996

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 43702

Cote : B ex 1