

Biologia dos vetores e dinâmica da transmissão da febre amarela

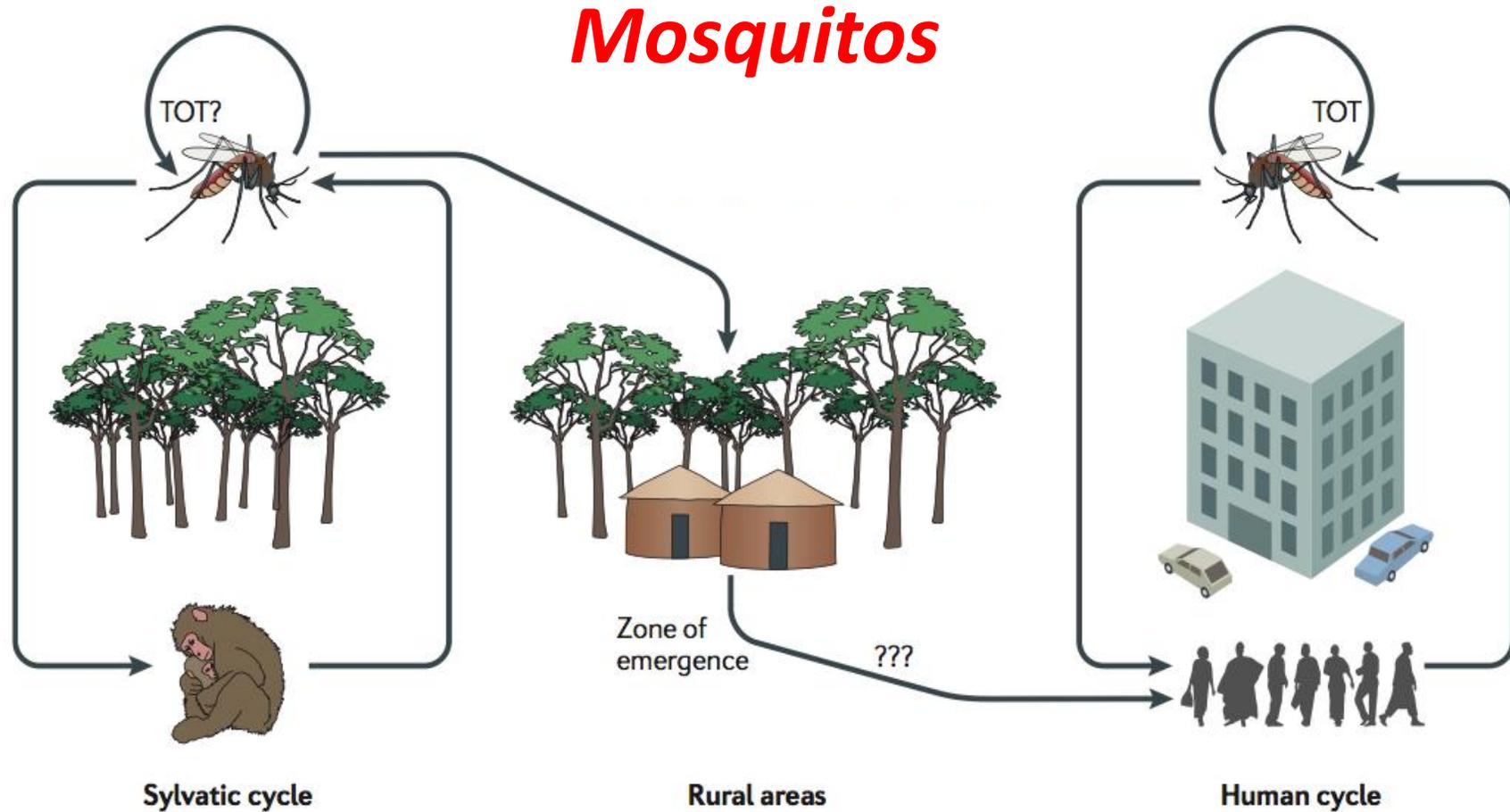
Ricardo Lourenço de Oliveira

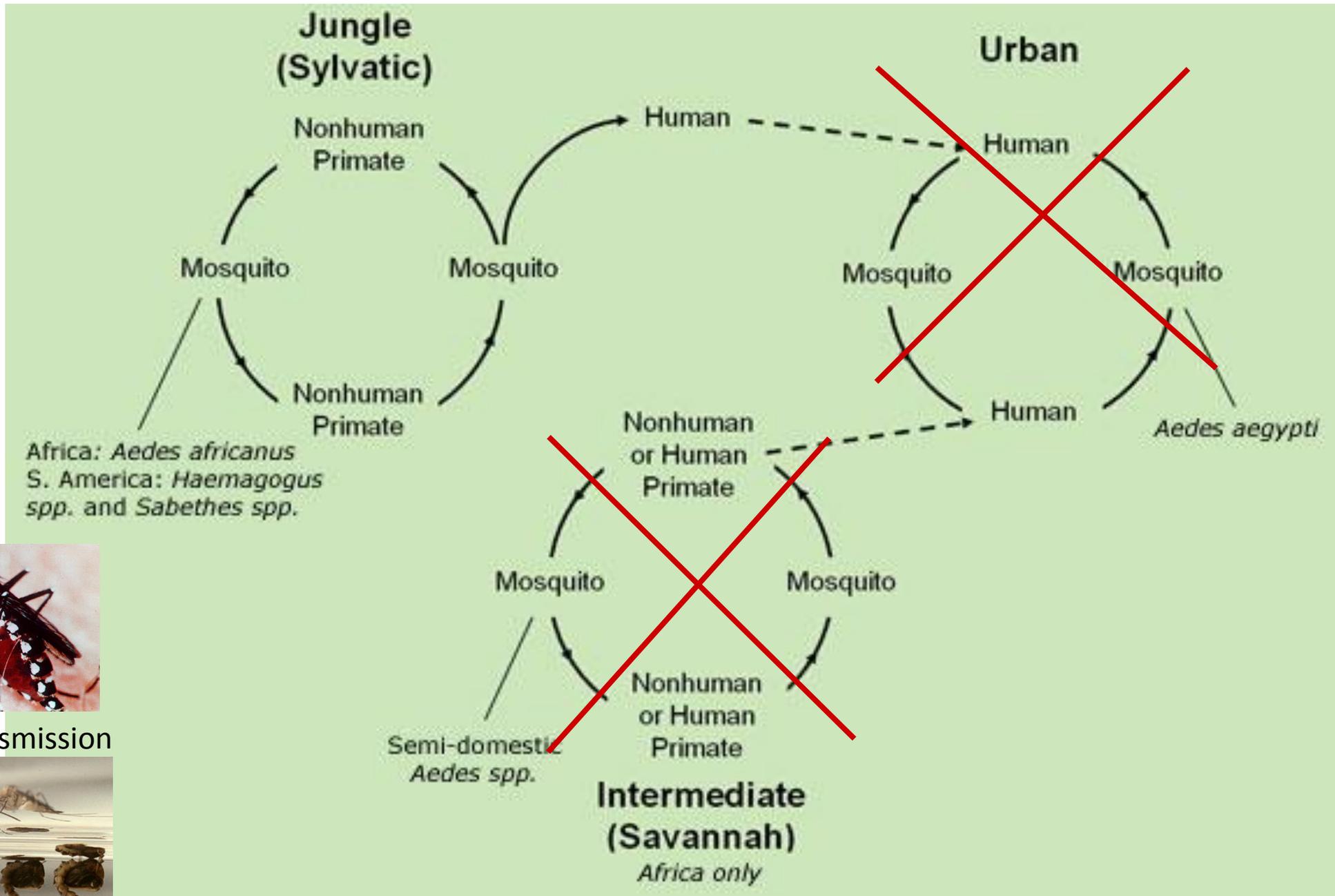
Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz

Rio de Janeiro

Quatro arbovirus africanos com história de emergência epidêmica urbana: febre amarela, dengue, chikungunya, zika

Amplificação/
reemergência a
cada: 7-8 anos
(exceto Zika)



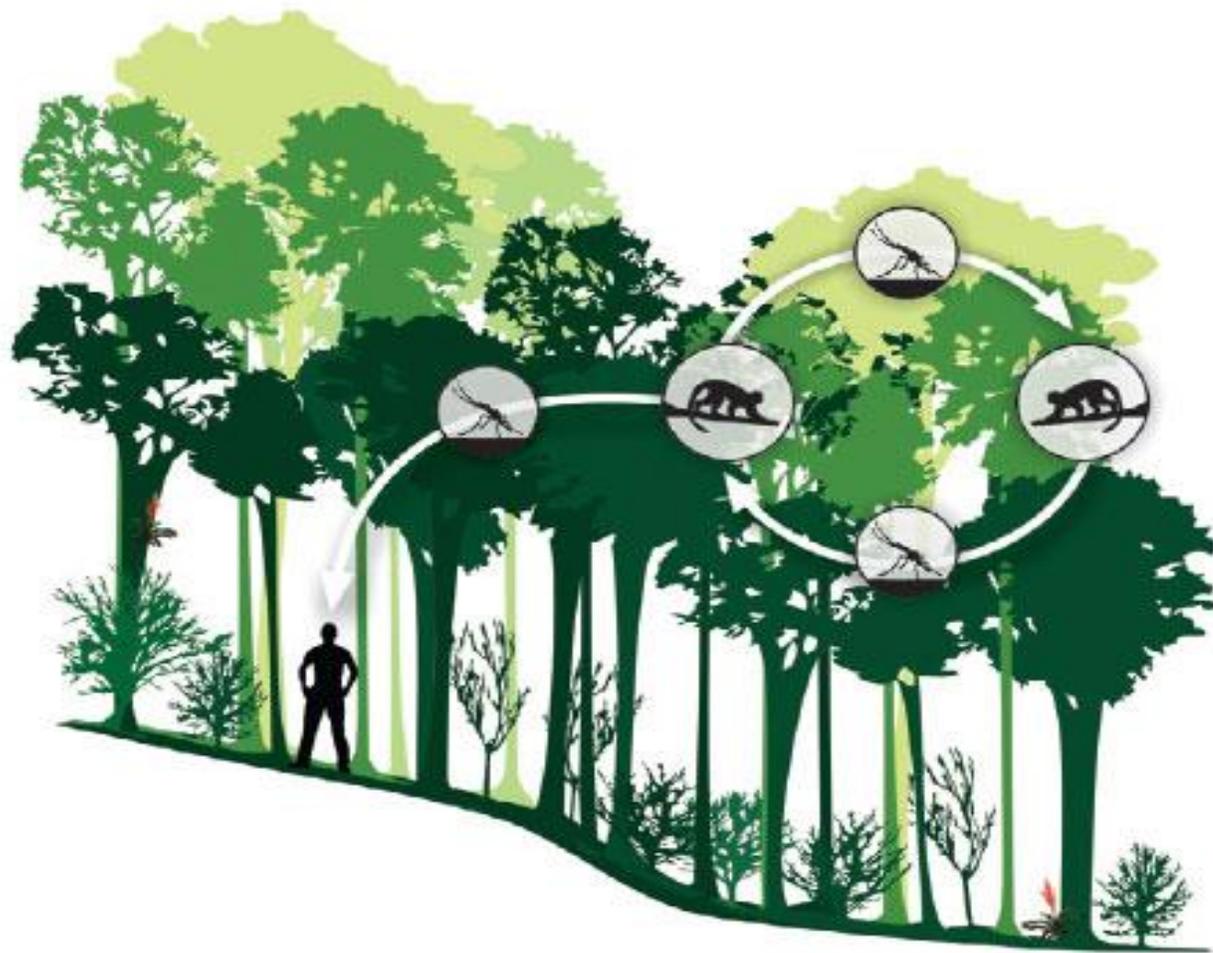


Vertical transmission



No ciclo selvagem

- humanos são infectados sobretudo durante epizootias na floresta



Dinâmica



Ambiente

Reservatórios/hospedeiros amplificadores
PNH ou humans

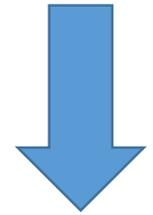
Vetor biológico

Vertebrado

Vetor

Vírus

É originalmente
uma zoonose



Mosquitos

Vetores

- Primário**
- Secundários ou locais**

CAPACIDADE VETORIAL

- É a capacidade que uma população de vetor tem para transmitir um patógeno em um determinado espaço e tempo.

$$CV = \frac{mbca^2P^n}{-\ln(P)}$$


a= número de picadas por ser humano por dia;

→ b= a probabilidade que um mosquito infectado tem de transmitir o parasito ao picar um hospedeiro humano susceptível;

→ c= probabilidade que um mosquito tem de se infectar com o parasito enquanto pica um hospedeiro humano infectado;

m =número de fêmeas de mosquito por pessoa,

n =duração do período extrínseco de incubação do parasito;

P = taxa de sobrevivência diária do mosquito.

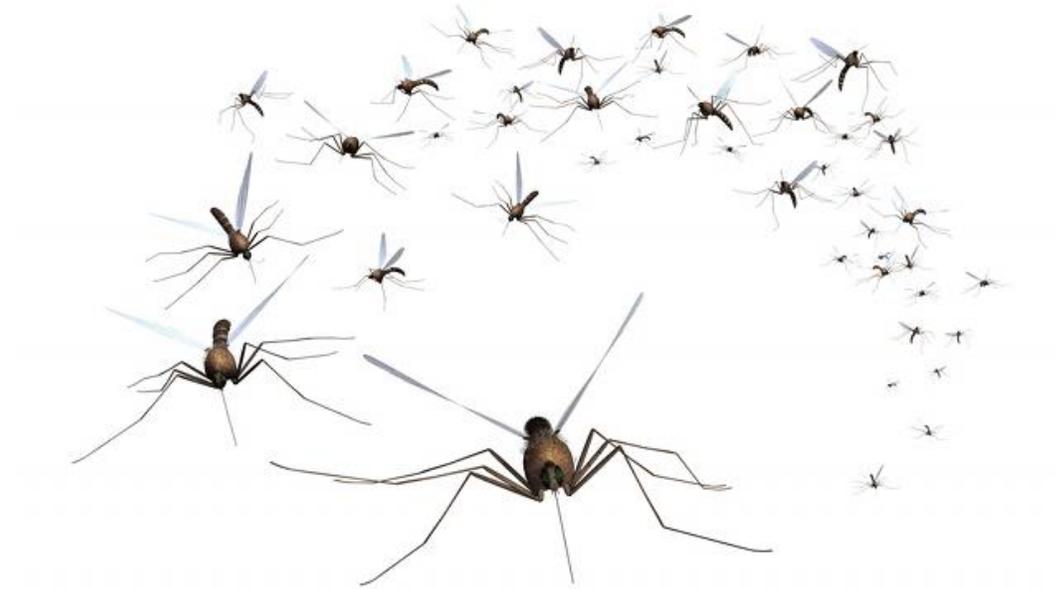


Parâmetros da biologia e comportamento do vetor

Os mosquitos vetores

Quem são?

Que relação existe entre eles?



Phylum Arthropoda

Class Insecta

Order Diptera

Nematocera

Family Culicidae

Subfamilies {
Toxorhynchitinae
Anophelinae
Culicinae



Tribe Aedini

Genus

Aedes

Haemagogus

Tribe Sabethini

Genus

Sabethes

Papel relativo dos mosquitos e vertebrados sencíveis nos diferentes ciclos de transmissão do vírus da febre amarea (Rodhain, 1991)

Cycle	Vetor		Vertebrado	
	<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes selvagens e Vectores-ponte*</i>	Homem	Primatas não-humanos
Urbano	+++	+	+++	-
Rural ou intermediário	+	++	++	++
Selvagem	-	+++	+	+++

**Ae. furcifer*, *Ae. taylori* ; *Ae. africanus* ; *Ae. luteocephalus* ; *Ae. circumluteolus*...

Aedes (Stegomyia) aegypti



“the yellow fever mosquito”

O vetor primário/clássico da febre amarela urbana

Características biológicas e comportamentais que favorecem o contato mosquito-humano

Vetores na África
(ciclos silvestre e rural)
sub-gênero *Stegomyia*



Ae. africanus



Ae. luteocephalus

Vetores na África
(ciclos silvestre e rural)
sub-gênero *Diceromyia*



Ae. furcifer

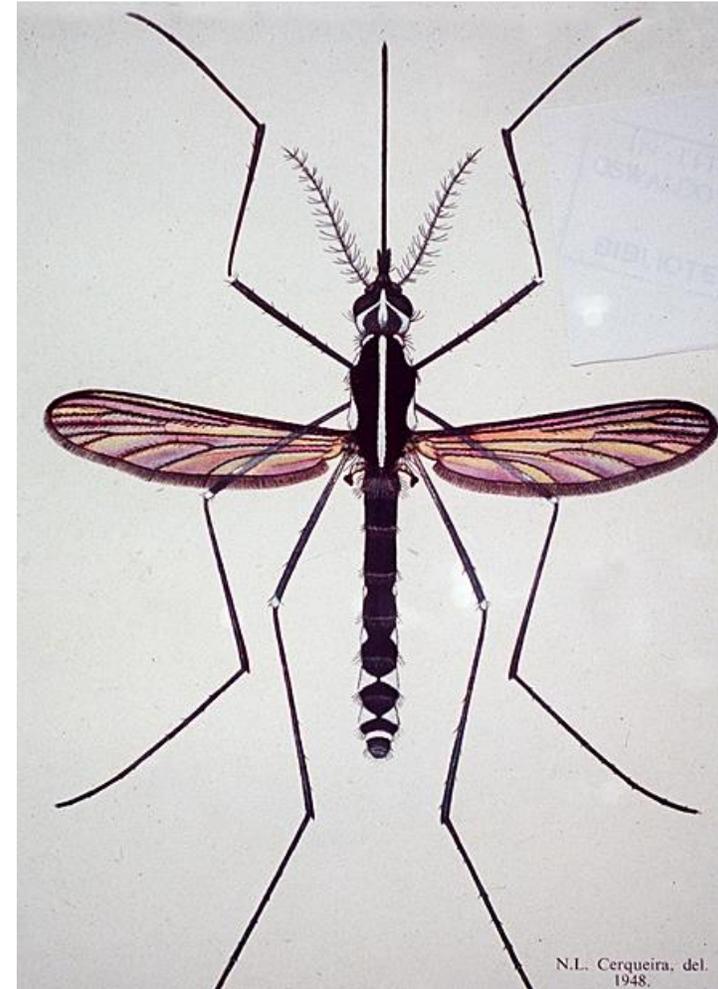


Ae. taylori

Os vetores primários da febre amarela silvestre na América

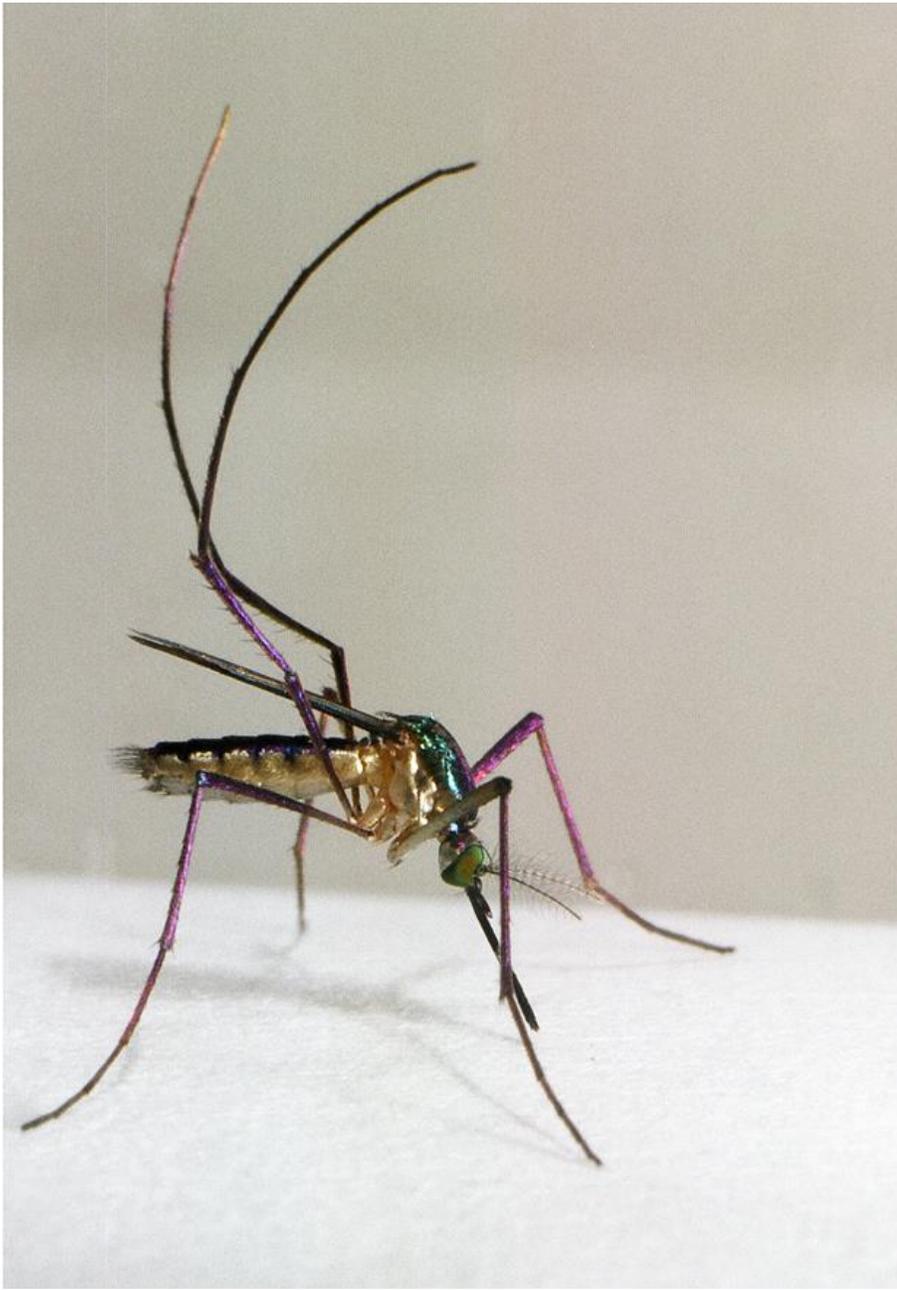


Haemagogus janthinomys



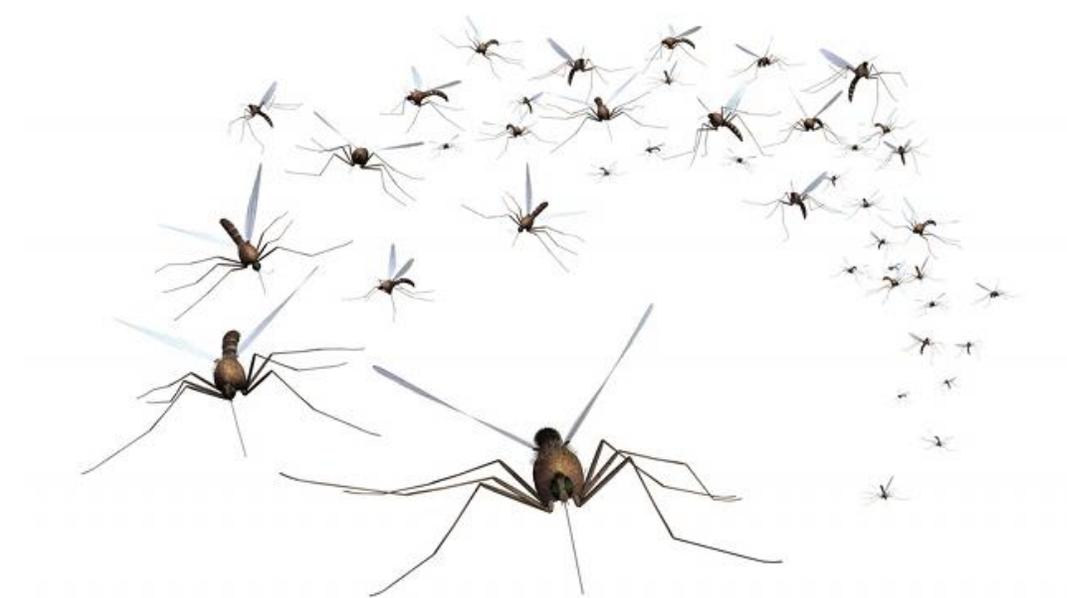
Haemagogus leucocelaenus

Sabethes



Os mosquitos vetores

Que eles têm em comum?

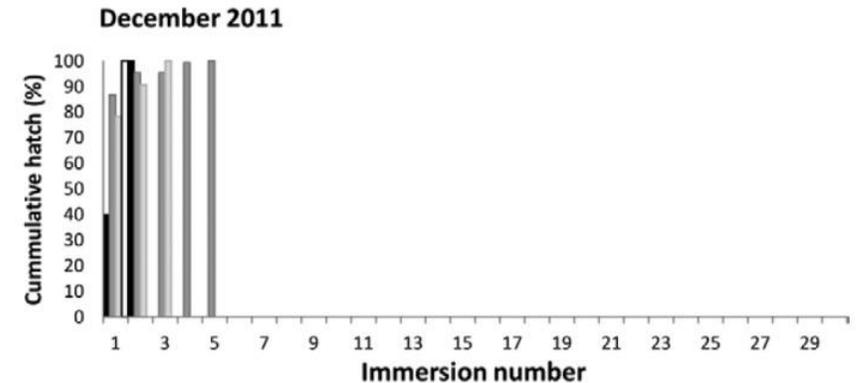
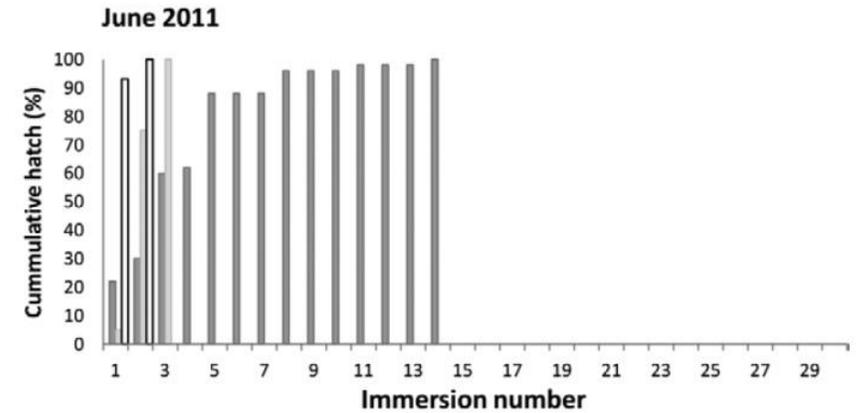
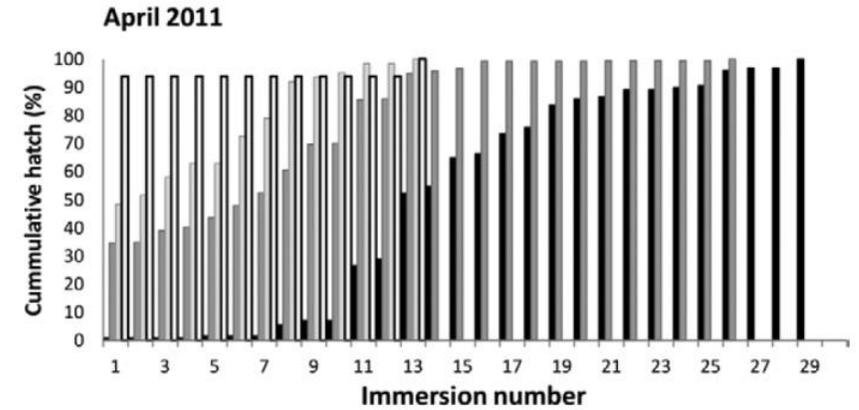
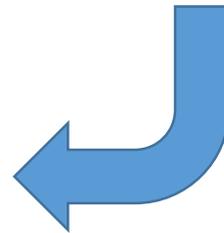


Os ovos

- Resistentes à dessecação
(exceto *Sabethes*)
- depositados separadamente
- Colados nas paredes do criadouro
(exceto *Sabethes*)



chuva



Hg. janthinomys
 Hg. leuocolaenus
 Oc. terreus
 Ae. albopictus



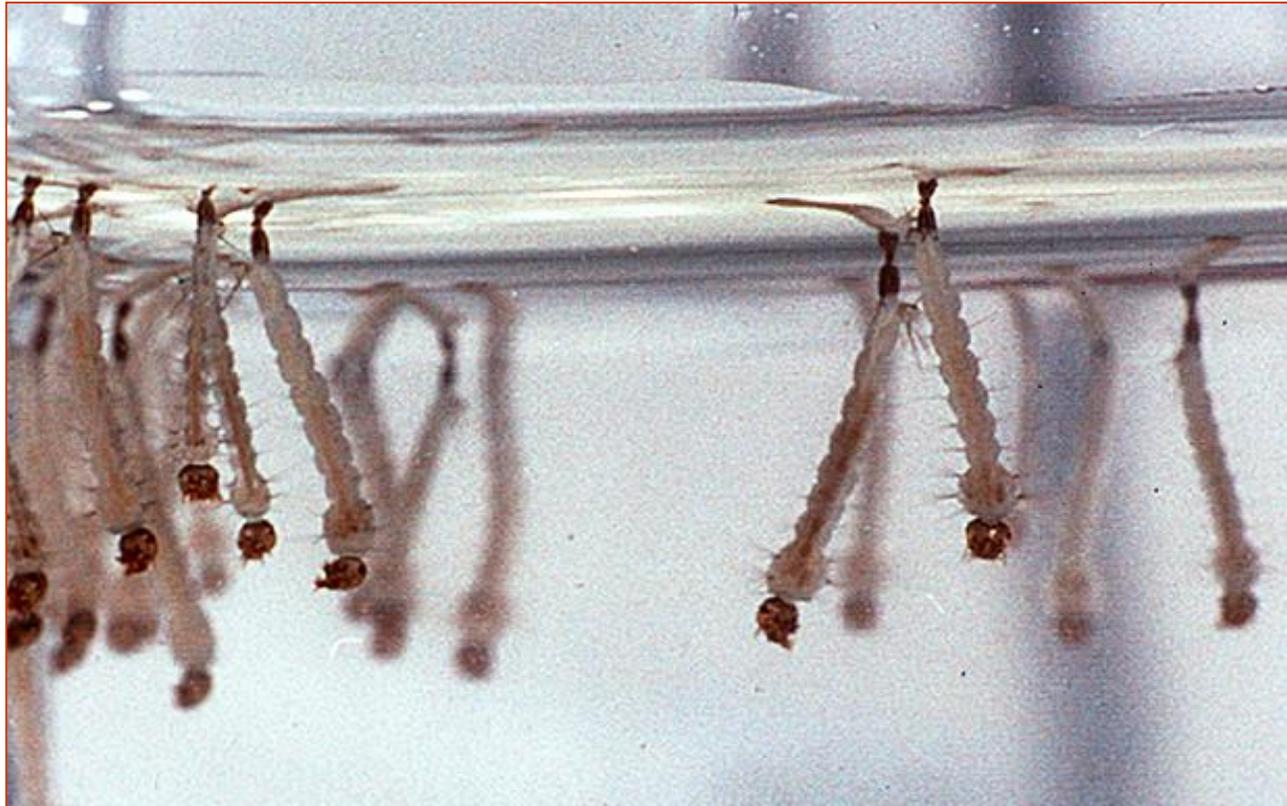
Tue Oct 20 2015 17:01:05.251 420.11

File: Shoot!!!.mp4 Cam: Phantom v.8001 Rate: 1500 Exp: 659 μ s Durat: 0.203 s

Larvas

- Desenvolvimento muito rápido
(~1 semana)

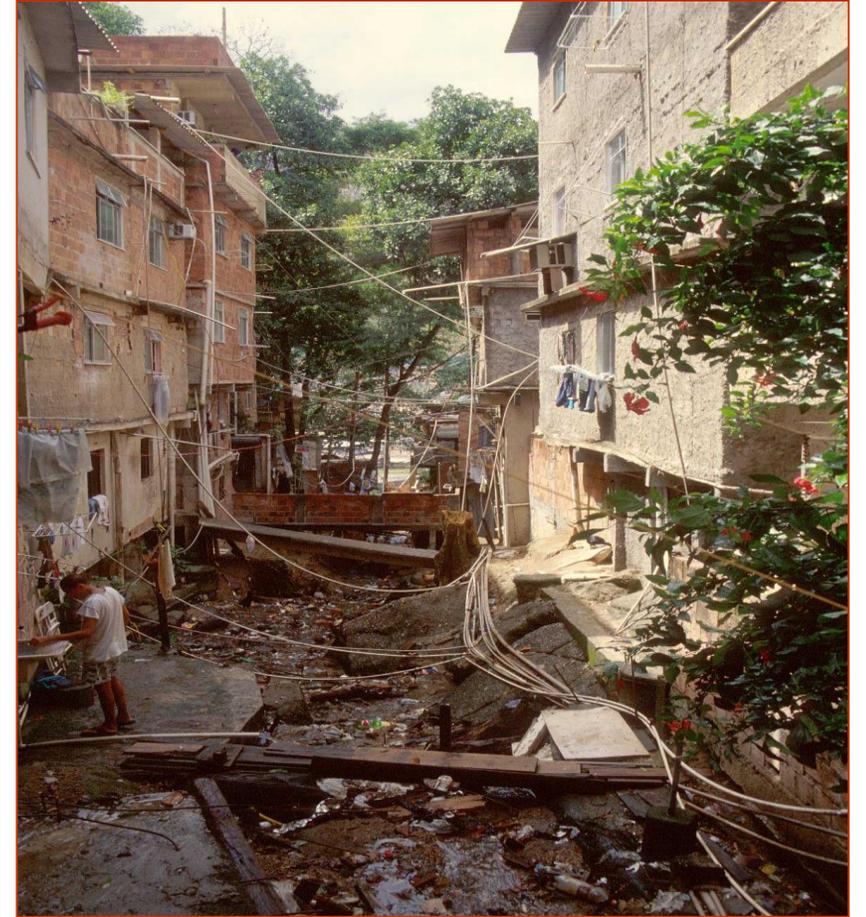
(exceto Sabethes)



Criadouros mais imprtentes



- Domésticos
Aedes aegypti



Adultos

- **Diurnos**
(ou diurnos e crepusculares)
- **agressivos** (excero *Sabethes*)
- **Hematofagis ao nível da copa da floresta** (excero *Ae. aegypti*)



No ciclo silvestre

- As características do ambiente e o horário influenciam as atividades dos vetores:

- distribuição vertical,
- hematofagia
- a dinâmica dos criadouros
- Dispersão entre florestas

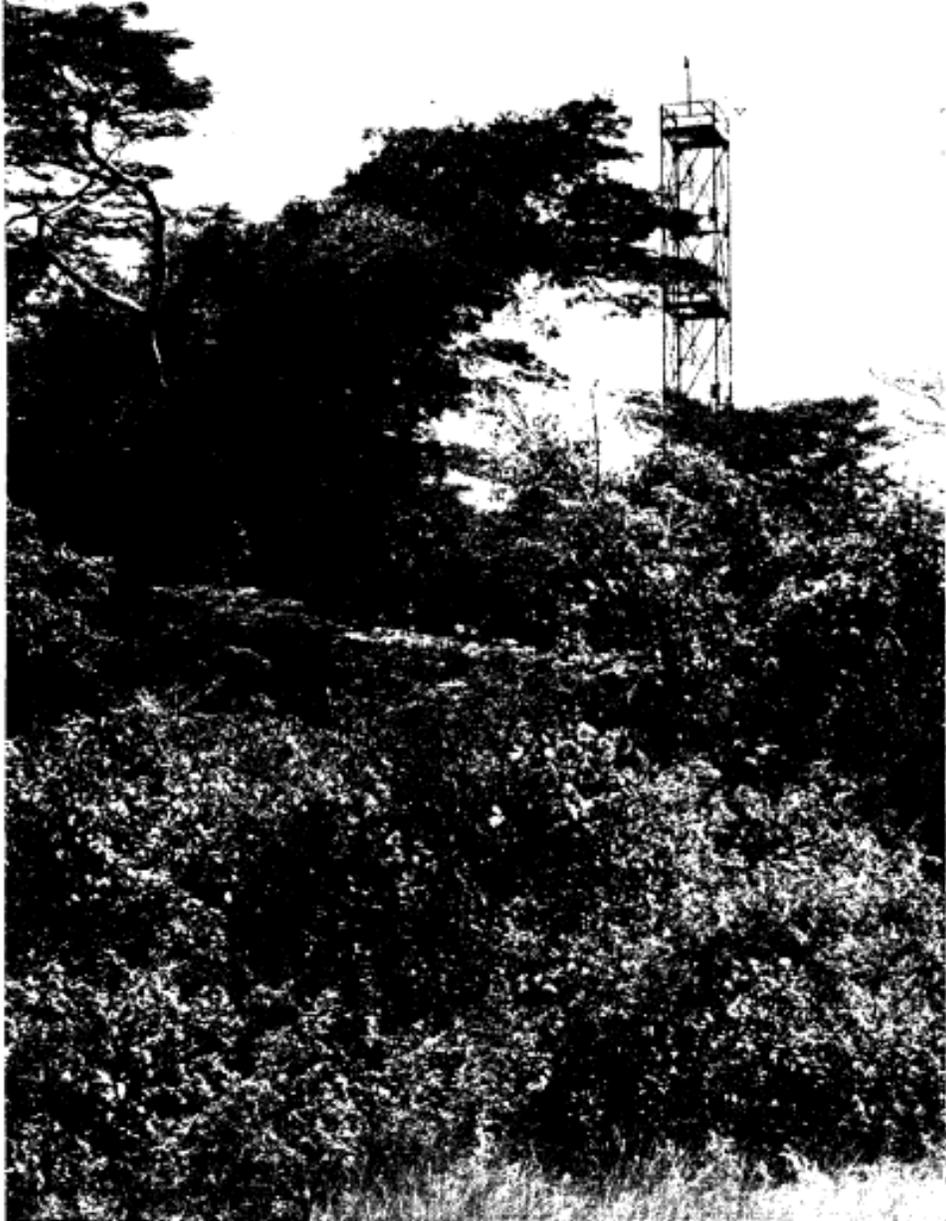


Mais úmido e sombreado ao solo



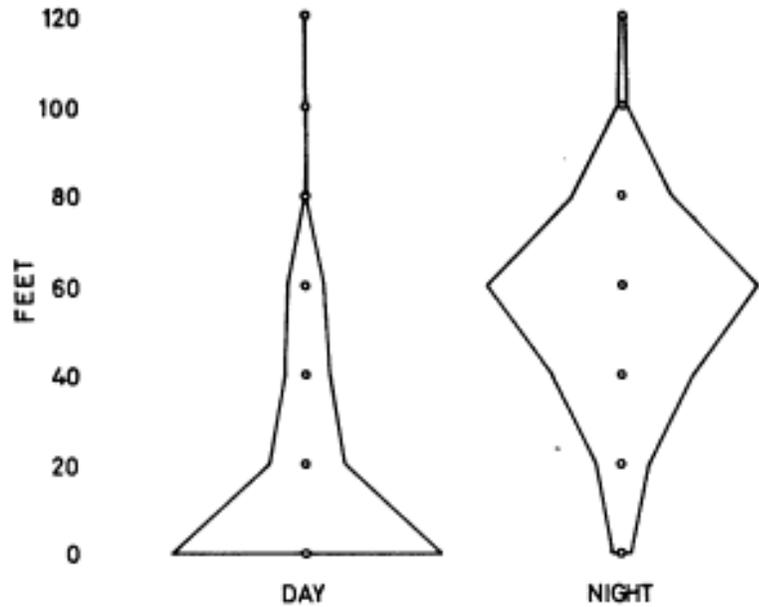
Menos úmido e mais claro na copa

Distribuição vertical e dispersão



Distribuição vertical

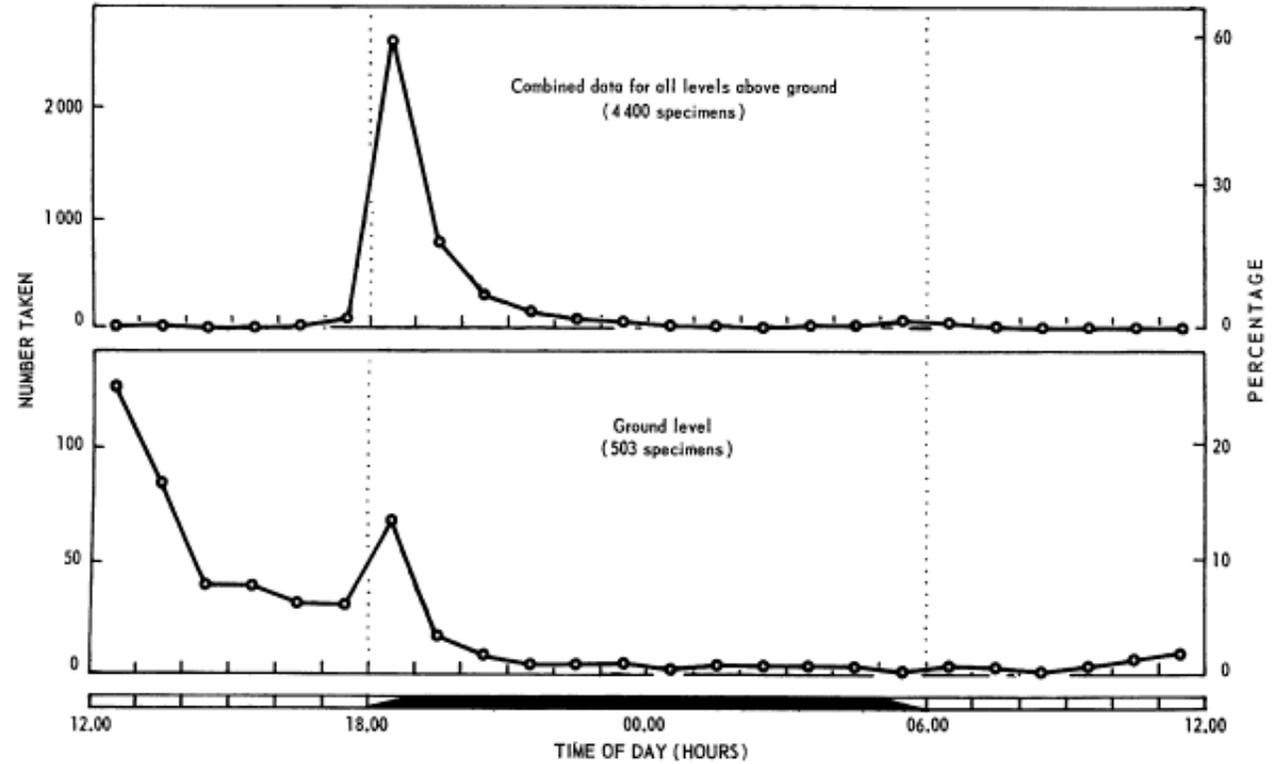
VERTICAL DISTRIBUTION OF *AEDES (S.) AFRICANUS* ON THE TOWER AT ZIKA BY DAY AND BY NIGHT ^a



^a By day 605 specimens were taken, and by night 4298. The scales have been adjusted so that the maximum width of each diagram is the same.

5

BITING-CYCLE OF *AEDES (S.) AFRICANUS* IN FIFTY 24-HOUR CATCHES ON THE TOWER AT ZIKA ^a

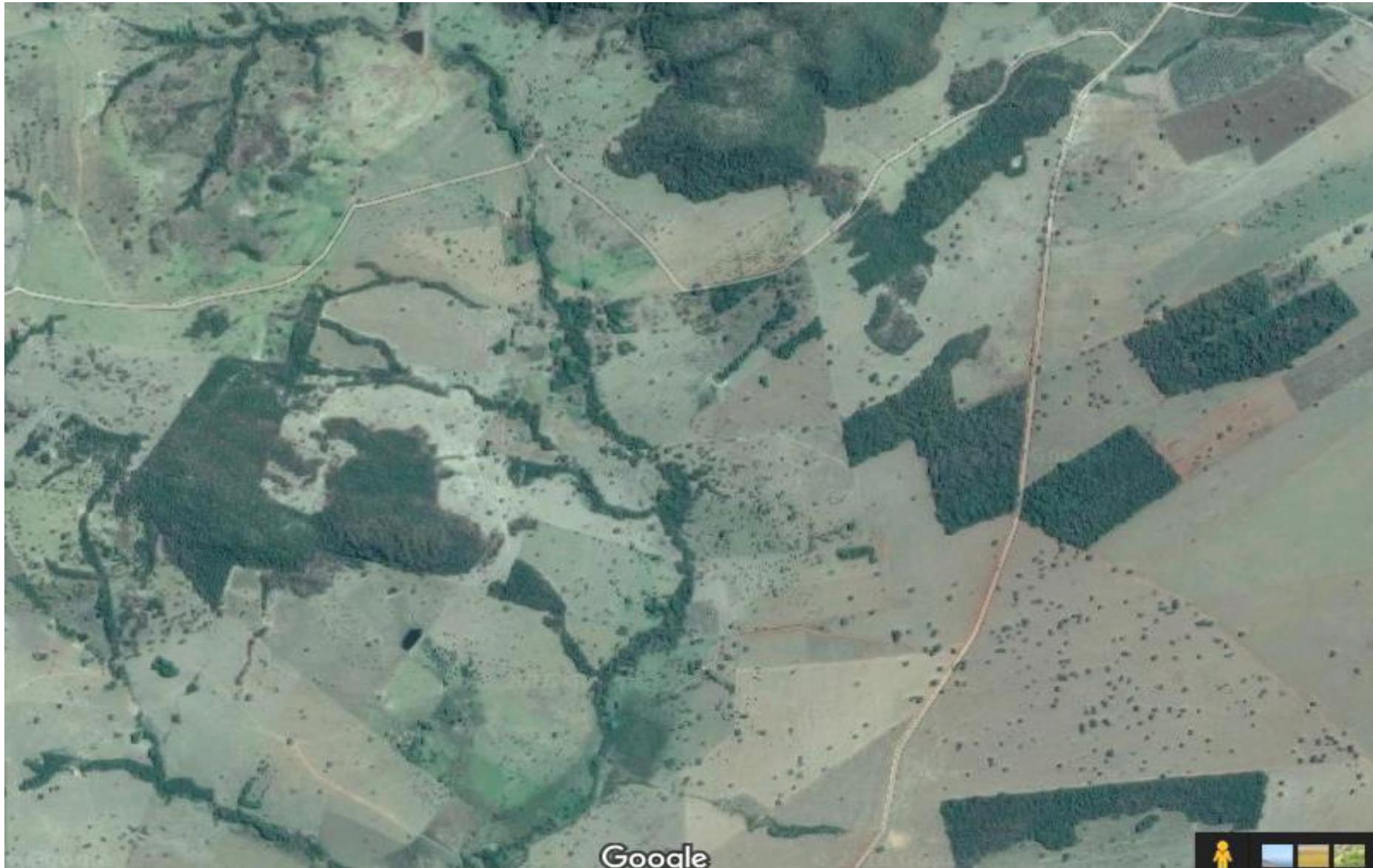


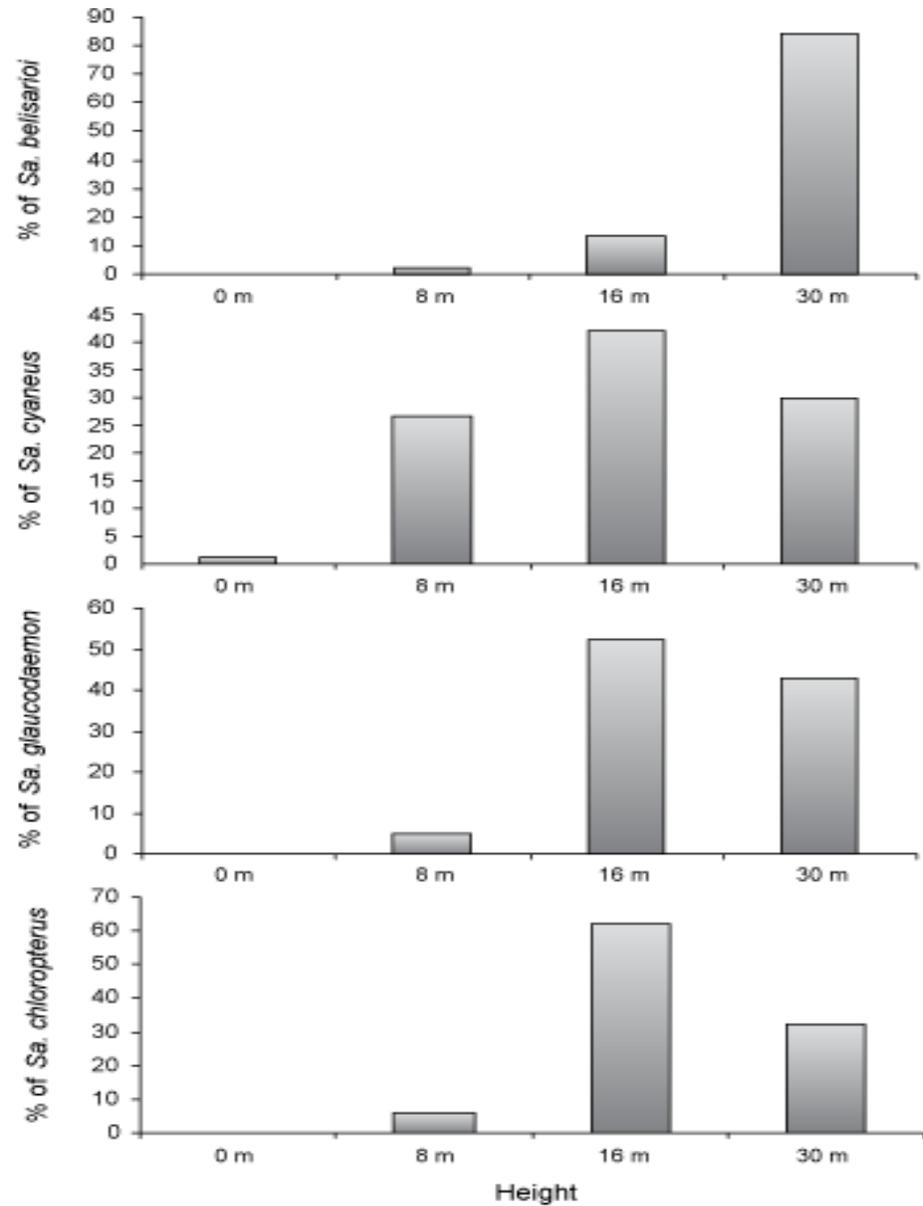
Aedes africanus

Dispersão dos vetores

- ao longo de florestas de galeria

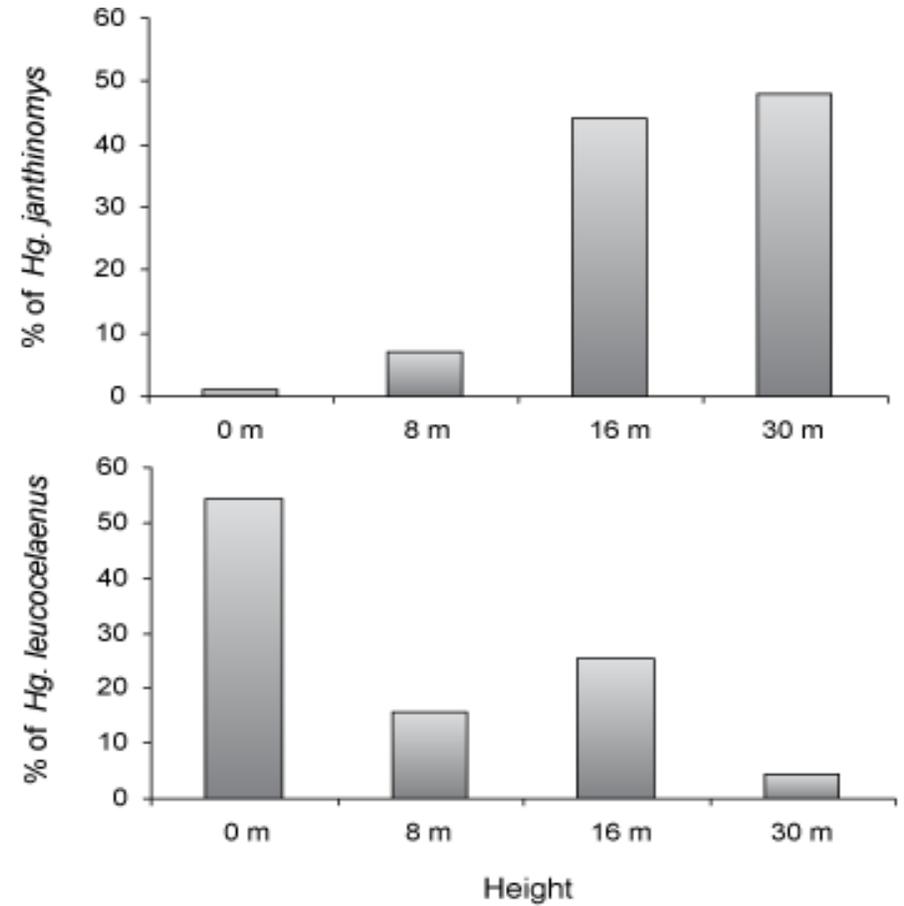
- entre florestas - vento





Sabethes

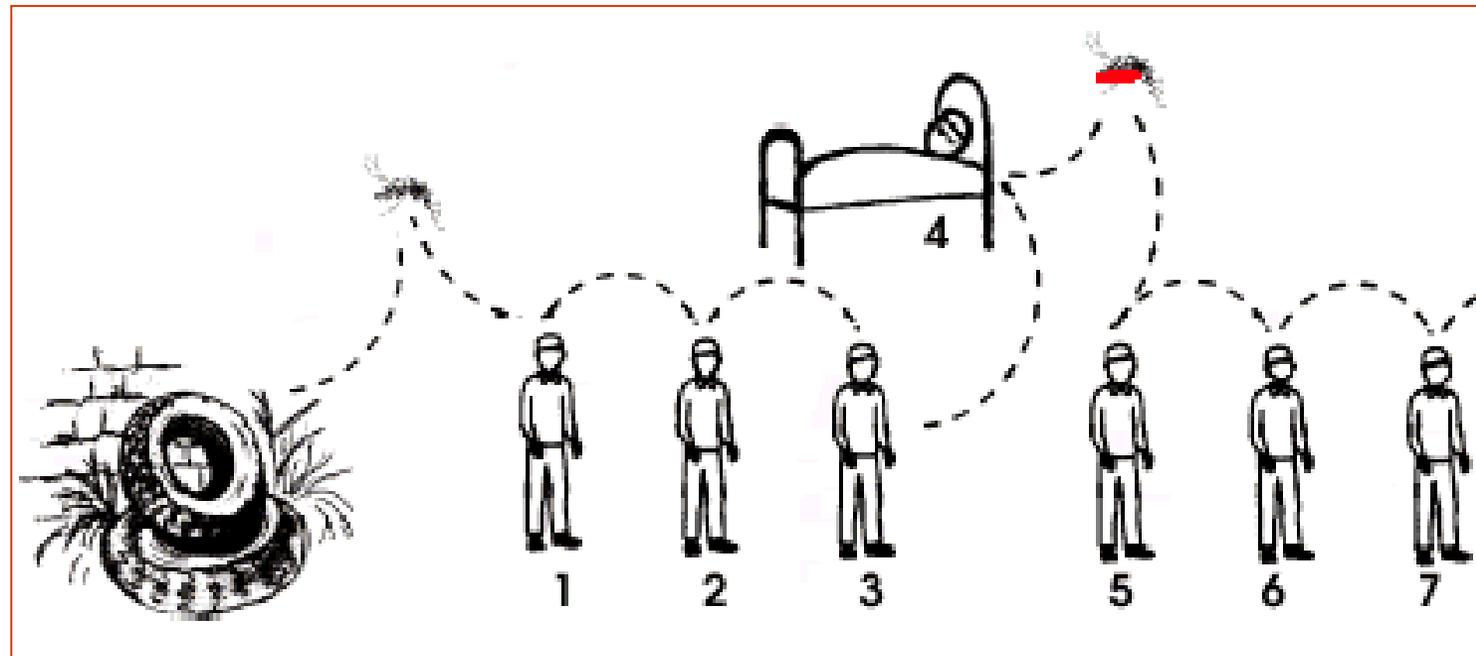
distribuição vertical



Haemagogus

Aedes aegypti

- Múltiplas picadas entre oviposições
- Fotofóbico
- Ovos distribuídos no espaço



CAPACIDADE VETORIAL

- É a capacidade que uma população de vetor tem para transmitir um patógeno em um determinado espaço e tempo.

$$CV = \frac{mbca^2P^n}{-\ln(P)}$$

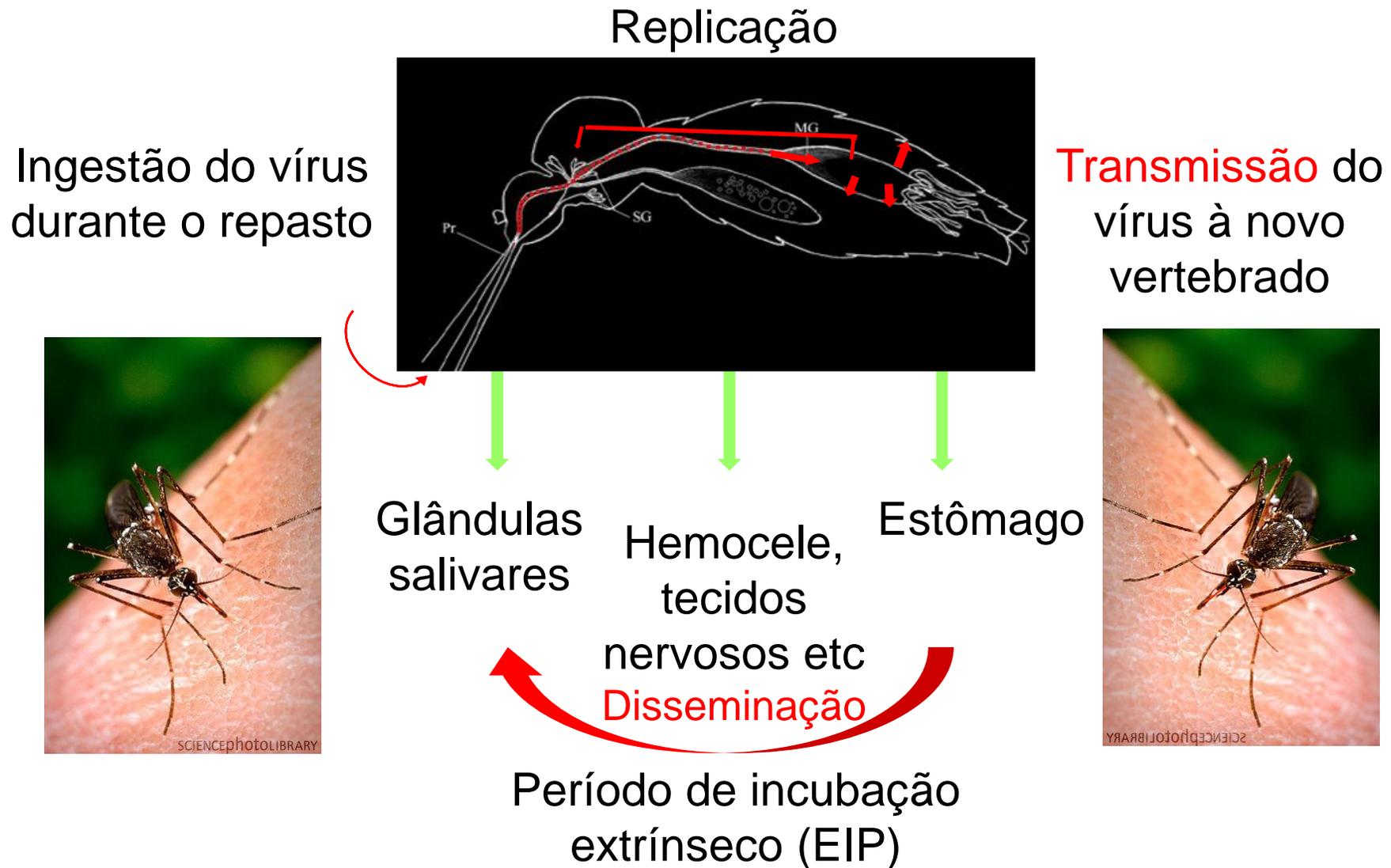
- a= número de picadas por ser humano por dia;
- b= a probabilidade que um mosquito infectado tem de transmitir o parasito ao picar um hospedeiro humano susceptível;
- c= probabilidade que um mosquito tem de se infectar com o parasito enquanto pica um hospedeiro humano infectado;
- m =número de fêmeas de mosquito por pessoa,
- n =duração do período extrínseco de incubação do parasito;
- P = taxa de sobrevivência diária do mosquito.

Parâmetros da biologia e comportamento do vetor

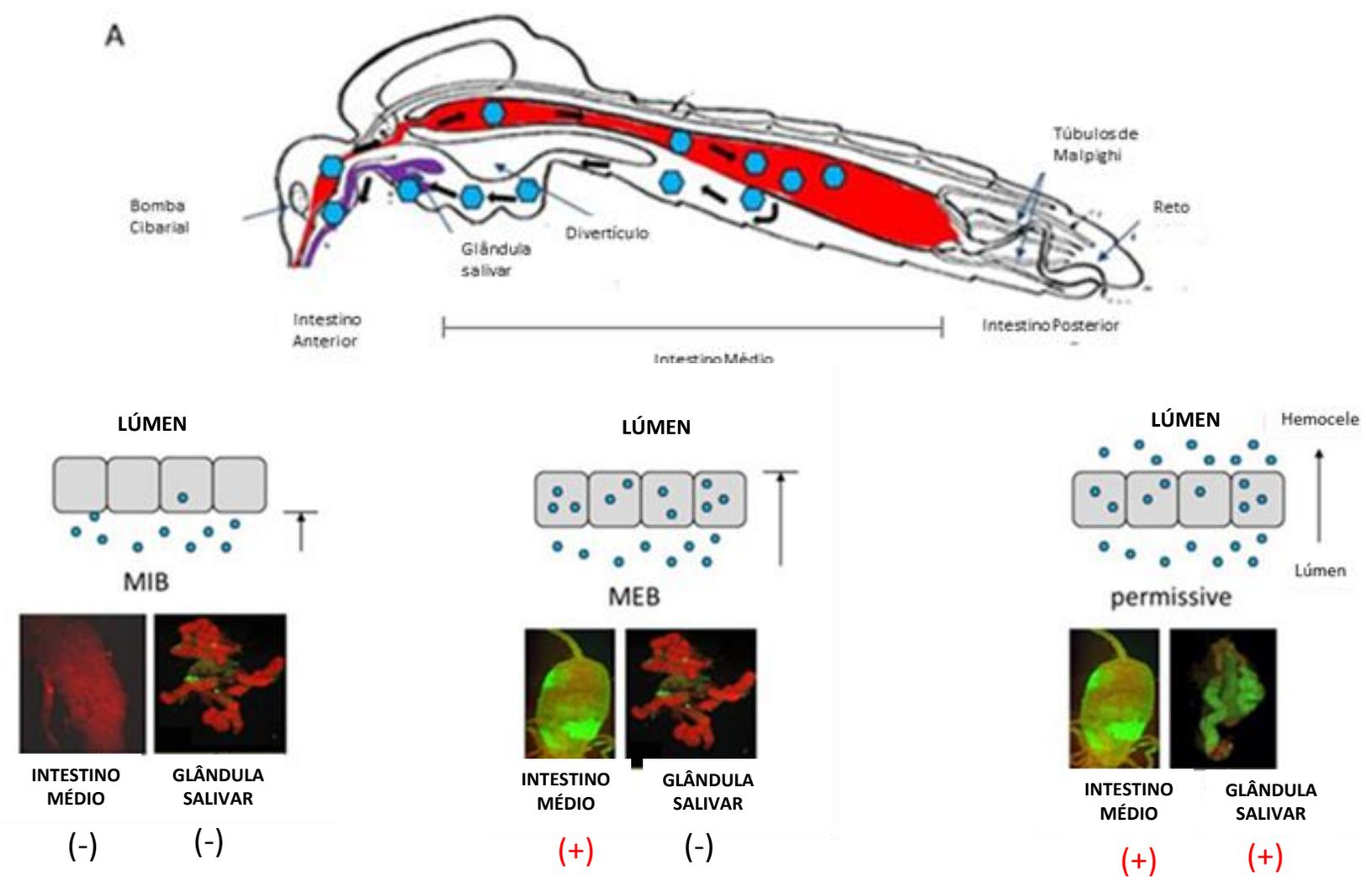
COMPETÊNCIA VETORIAL

- A competência vetorial de um artrópode refere-se à habilidade que este tem em se infectar, permitir a replicação, disseminação e transmissão de um dado parasito

Transmissão dos arbovírus por mosquitos

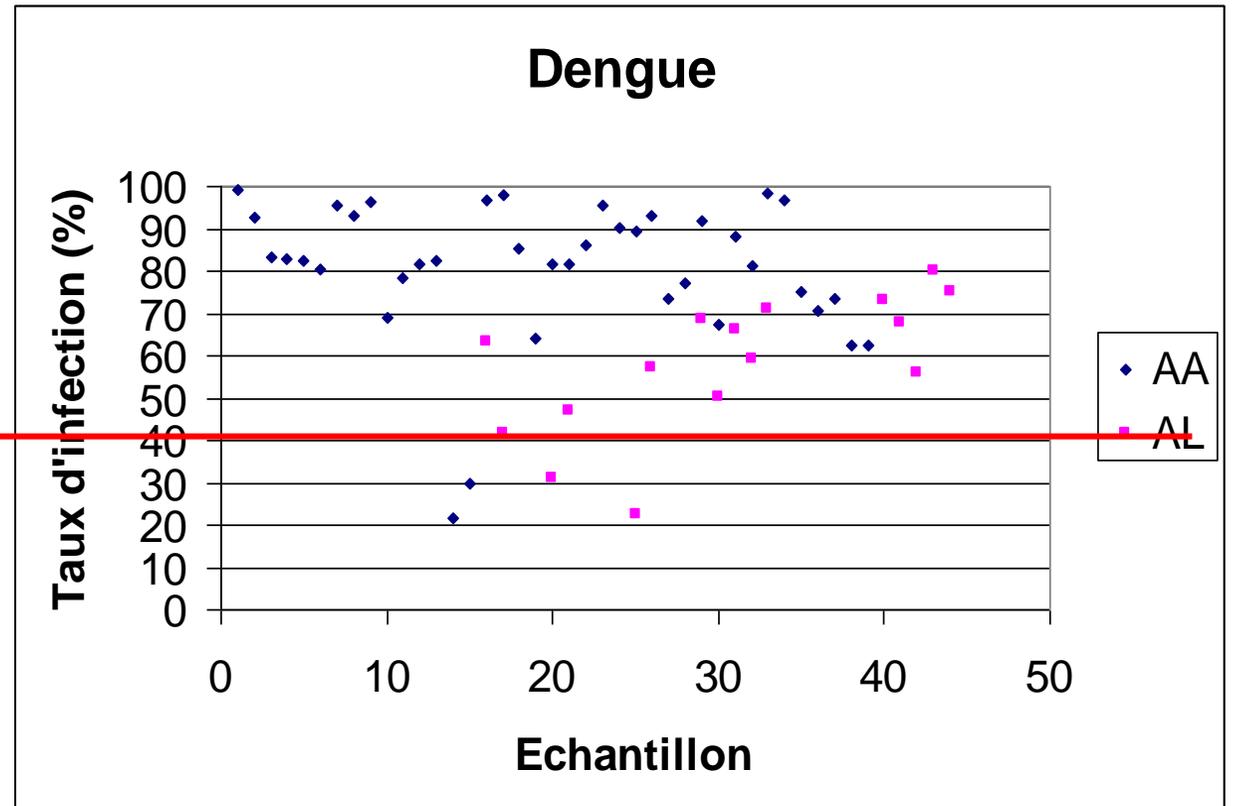
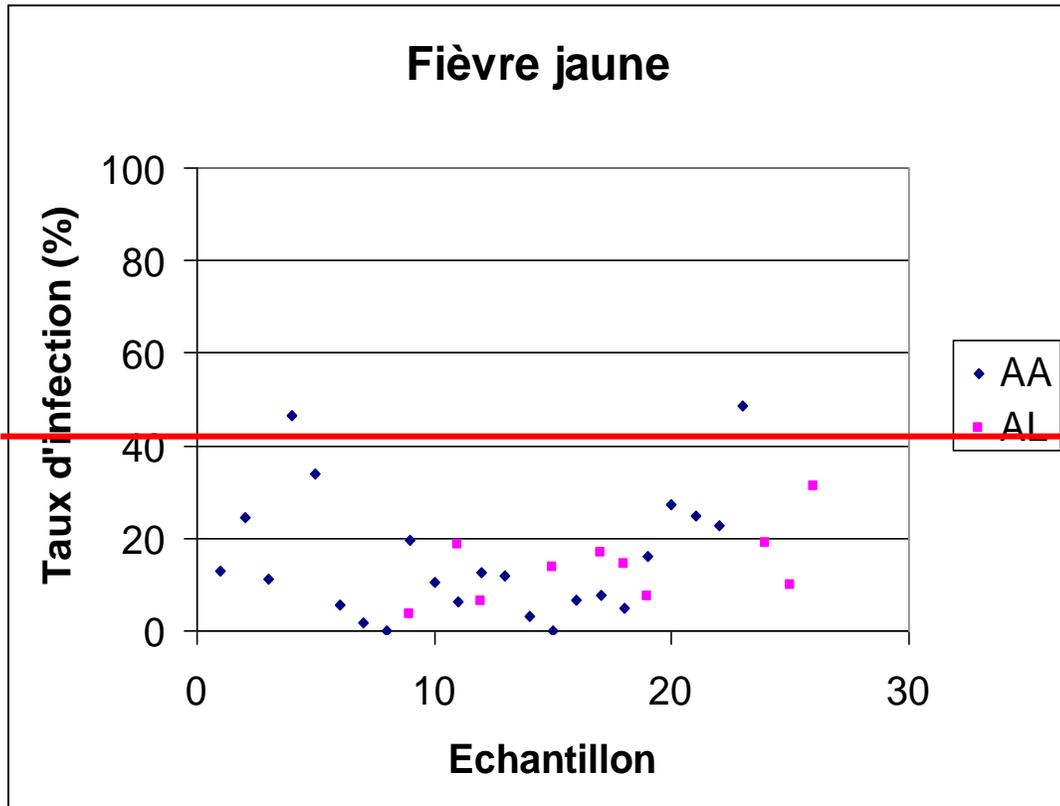


BARREIRAS DE INFECÇÃO, DISSEMINAÇÃO E TRANSMISSÃO



Adaptado de Franz *et al* 2015.

Mesmas populações Brasileiras testadas



Geographic origin and infection rates in crescent order of *Aedes aegypti* samples, 14 days after taking an infectious meal with yellow fever virus

Locality	Region ^a /State	% of infected females ^b	N
Brazil			
Milhã	NE/CE	0	148
Comendador Soares	SE/RJ	0.9	110
Quixeramobim	NE/CE	1.7	120
Rocinha	SE/RJ	3.3	121
Tinguá	SE/RJ	4.9	103
Pacujá	NE/CE	5.6	71
Salvador	NE/BA	6.3	111
Higienópolis	SE/RJ	6.7	120
Moquetá	SE/RJ	7.6	118
Feira de Santana	NE/BA	10.6	47
Rio Branco ^e	NO/AC	11.1	117
Leandro Ferreira ^d	SE/MG	12.0	108
Cariacica	SE/ES	12.6	119
Boa Vista ^f	NO/RR	12.9	116
Represa do Cigano	SE/RJ	16.1	56
São Luis ^c	NE/MA	19.6	112
Maringá ^d	SO/PR	22.7	119
Porto Velho ^e	NO/RO	24.4	119
Campo Grande ^e	CW/MS	25	104
Potim	SE/SP	27.1	118
Belém ^e	NO/PA	33.9	109
Ananindeua ^e	NO/PA	46.4	112
Foz do Iguaçu ^d	SO/PR	48.6	109
Other countries			
Cambodia	Phnom Penh	64.4	104
Vietnam	Ho Chi Minh ANH14	49.1	57
	Ho Chi Minh MIN15	47.0	66
Venezuela	Maracay	13.6	132
USA	West Palm Beach	24.8	105
Guinea	Boulbinet ^e	3.3	123

Competência vetorial

Cabo Verde: DIR 14.6% (14 dpi), 50% gls salivares +

Vazeille et al Vector Borne Zoonotic Dis. 2013 13:37-40.

S. Africa DIR

0–4% *Eretmapodites quinquevittatus*,

0–29% *Aedes simpsoni*

0–21% *Aedes aegypti*

29% *Ae. furcifer* (transmission = 25%)

3% *Ae. cordellieri*

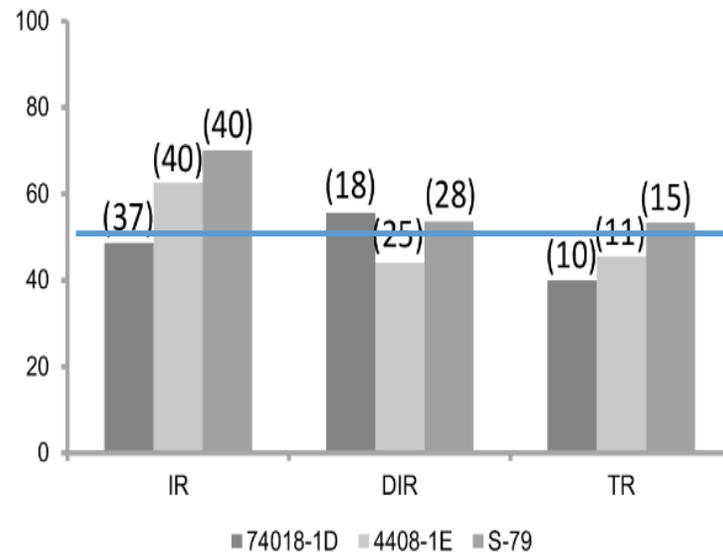
Jupp & Kemp Trans R Soc Trop Med Hyg. 2002 96:493-8

Competência de mosquitos silvestres brasileiros- *Haemagogus* e *Sabethes* para transmitir as cepas brasileiras e africana do YFV

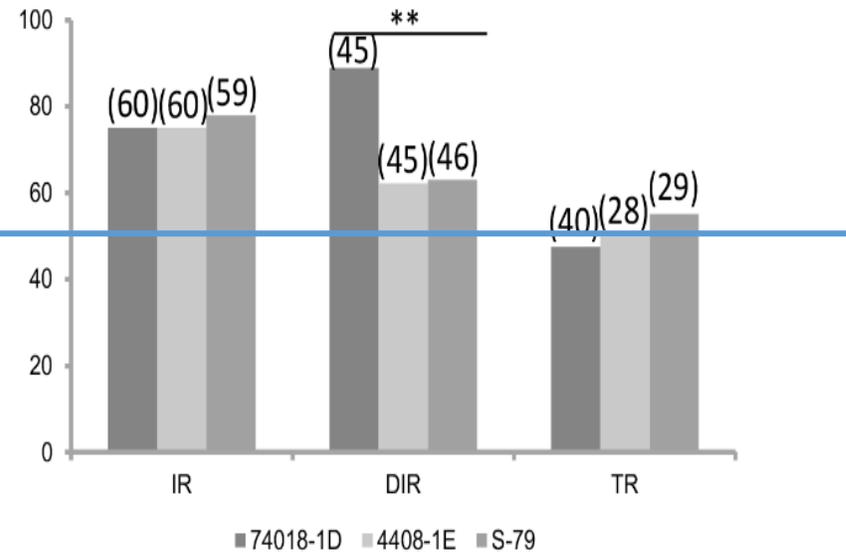
BRASIL - RIO

(Vetores Silvestres)

Haemagogus leucocelaenus



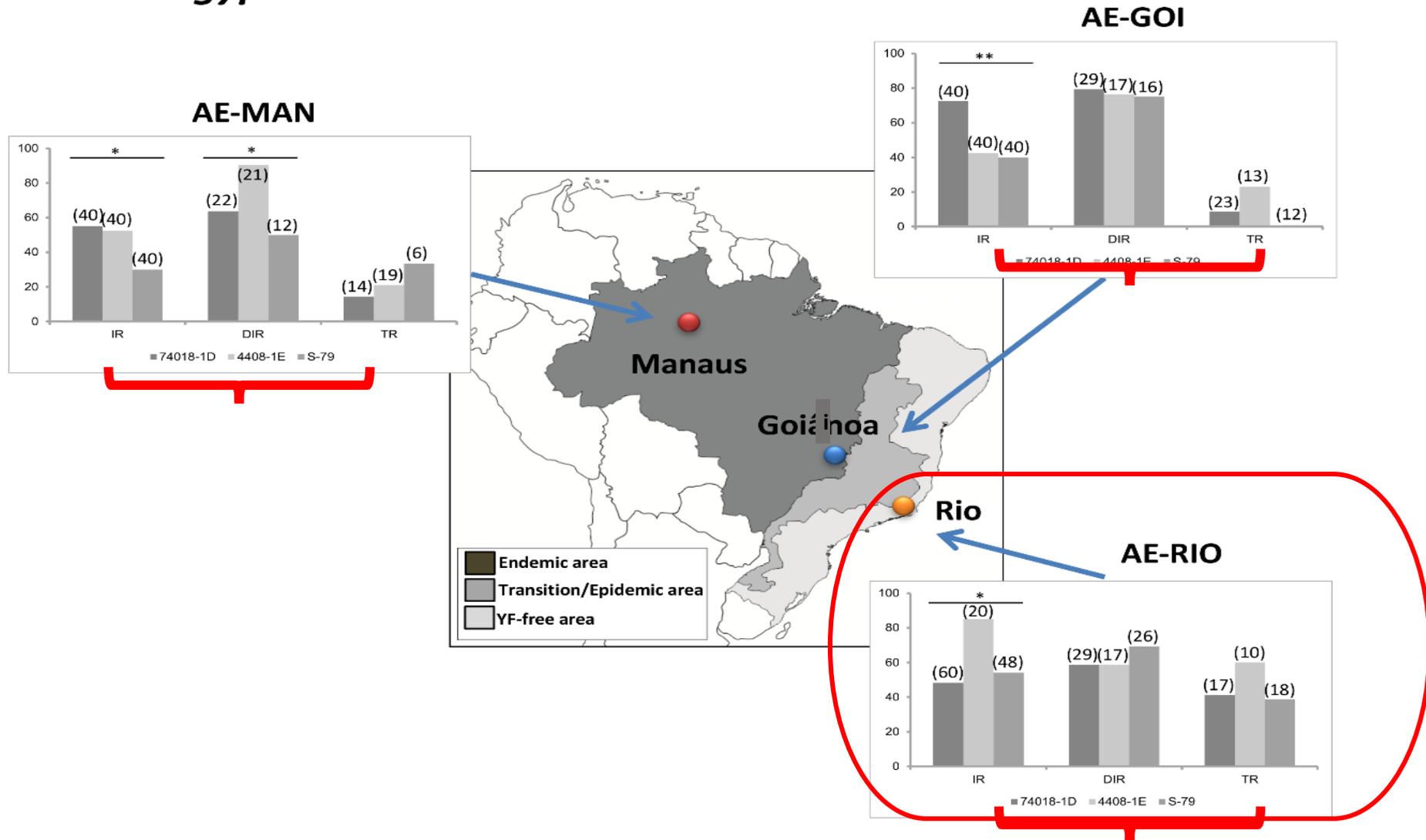
Sabethes albiprivus



Competência vetorial para o vírus da febre amarela em mosquitos silvestres brasileiros - *Haemagogus leucocelaenus* e *Sabethes albiprivus*. Os mosquitos foram desafiados oralmente com um repasto sanguíneo contendo título viral de 10^6 PFU/mL.

Susceptibilidade de *Aedes aegypti* do Brasil aos genótipos Sul americano I e Oeste Africano do YFV.

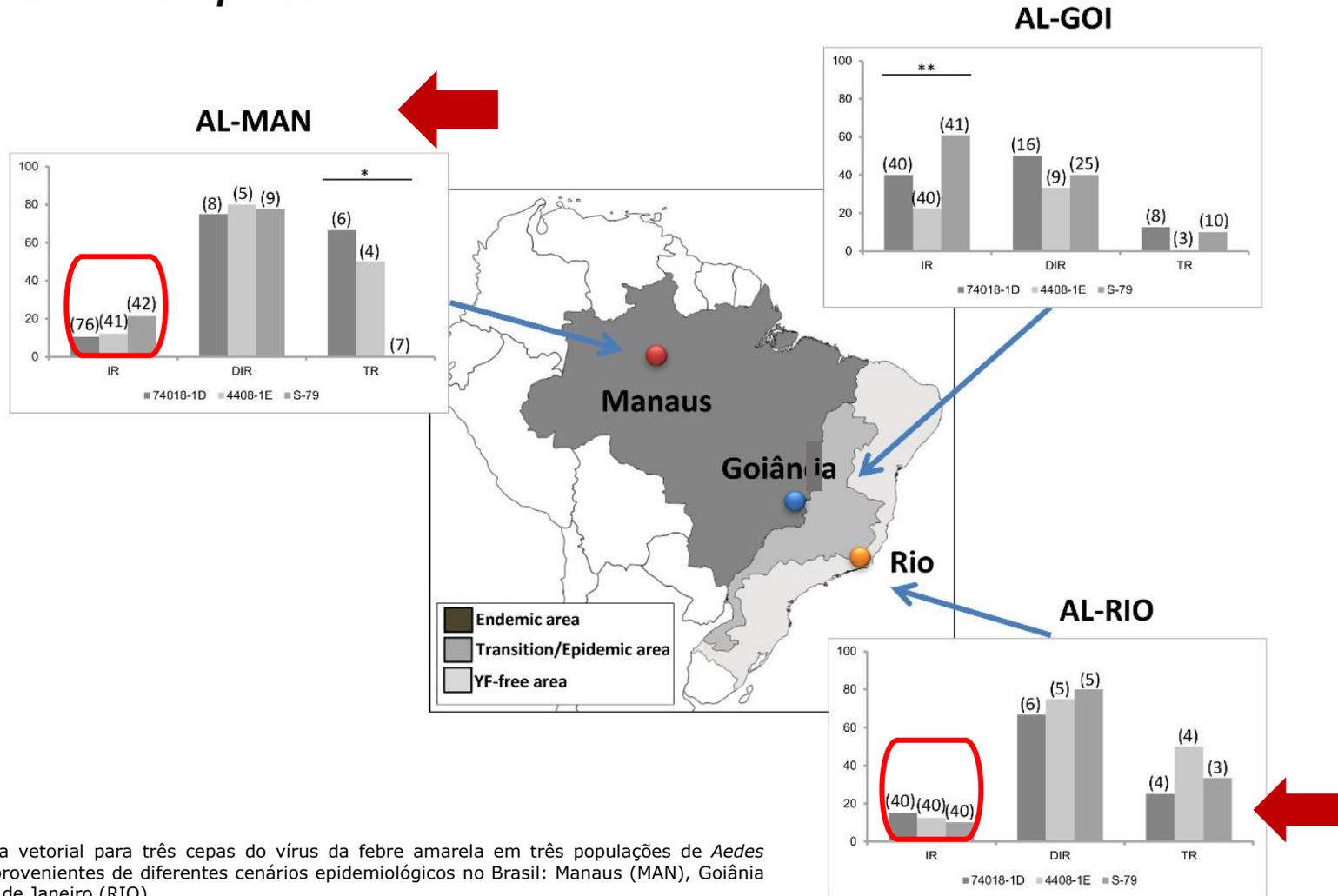
Aedes aegypti



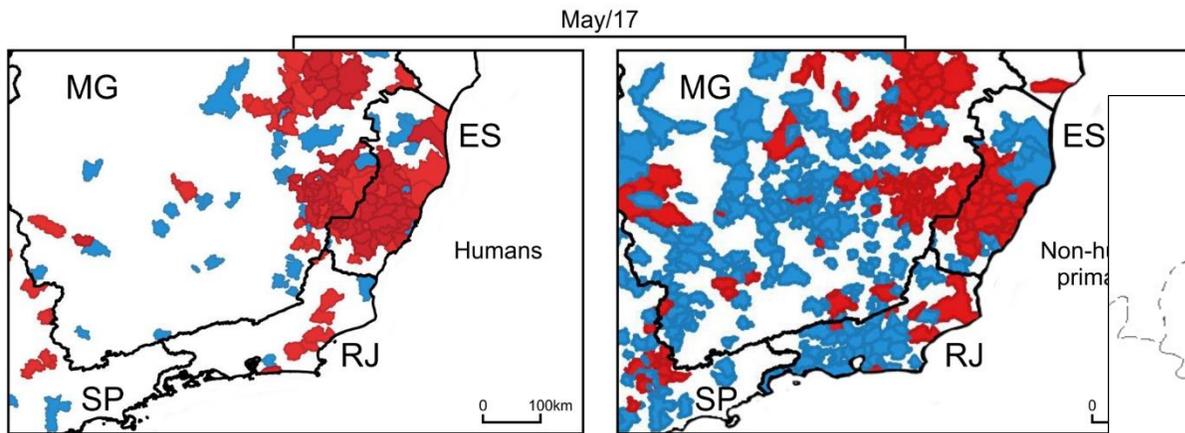
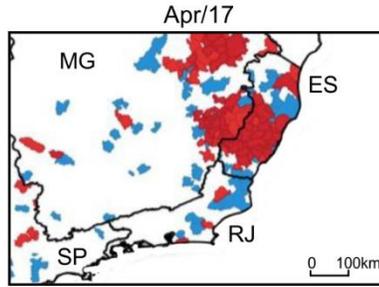
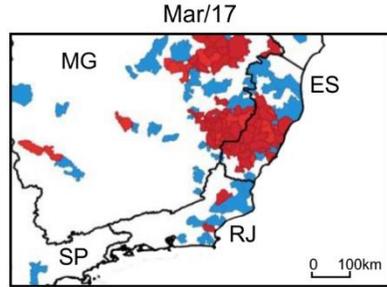
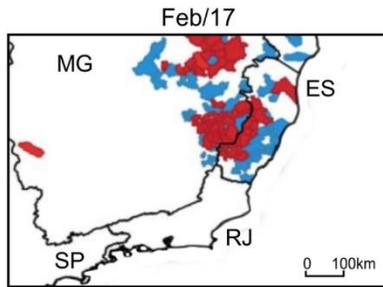
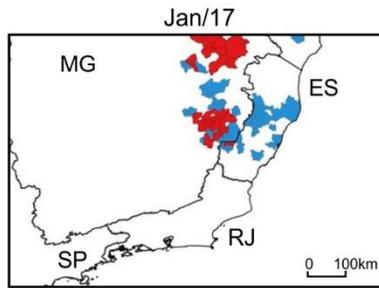
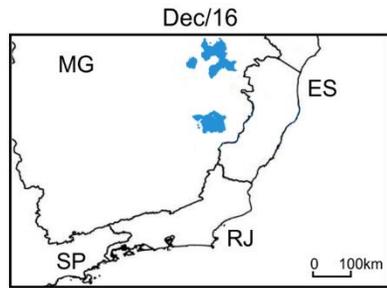
Competência vetorial para três cepas do vírus da febre amarela em três populações de *Aedes aegypti* provenientes de diferentes cenários epidemiológicos no Brasil: Manaus (MAN), Goiânia (GOI) e Rio de Janeiro (RIO).

Eficiência de *Aedes albopictus* de áreas Brasileiras para transmitir experimentalmente o vírus da febre amarela.

Aedes albopictus



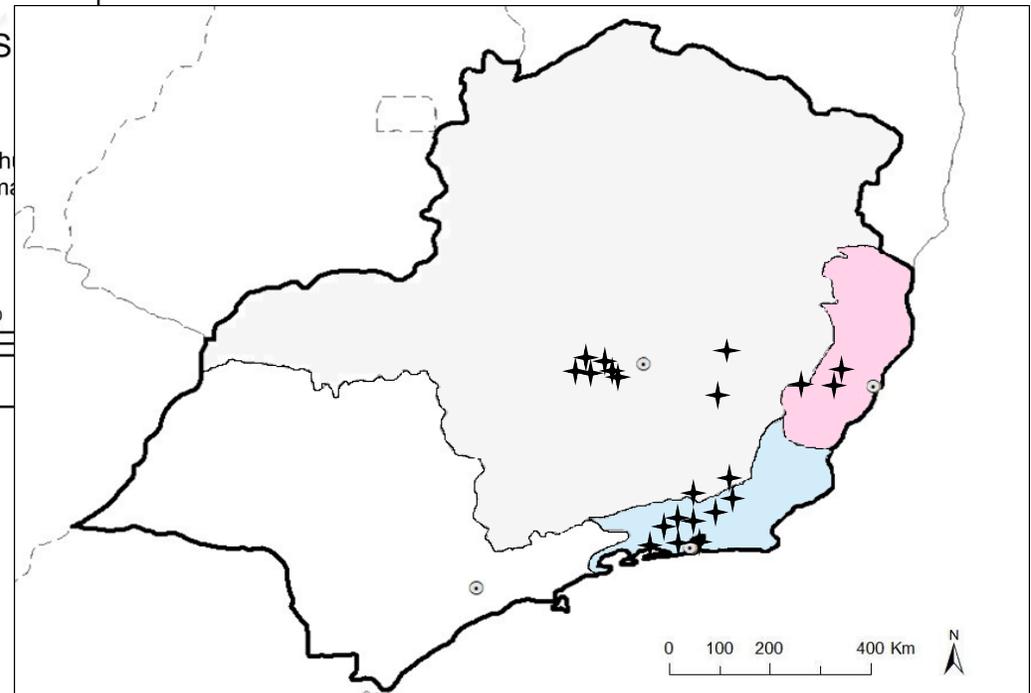
Competência vetorial para três cepas do vírus da febre amarela em três populações de *Aedes albopictus* provenientes de diferentes cenários epidemiológicos no Brasil: Manaus (MAN), Goiânia (GOI) e Rio de Janeiro (RIO).



■ Suspected cases ■ Laboratory confirmed cases

Evolução espaço-temporal da epidemia

Investigação entomológica





Ausência / presença de vetor por município

Estado	Município	Humano	PNH	71%	52%	28%	52%	outros <i>Sabethes</i>	71%	<i>Ae. aegypti</i>
				<i>Hg. leucocelaenus</i>	<i>Hg. janthinomys</i>	<i>Sa. chloropterus</i>	<i>Sa. albiprivus</i>		<i>Ae. albopictus</i>	
ES	DO			+	+	+	+	+	+	-
ES	SE			-	-	-	+	-	+	+
ES	VI			+	-	-	+	-	+	+
MG	BE			+	+	-	+	-	+	+
MG	BT			-	-	-	-	-	+	-
MG	CO			-	-	-	+	-	+	+
MG	JU			+	+	+	+	+	-	-
MG	MA			-	+	-	-	+	+	-
MG	NO			+	-	-	-	-	+	-
MG	OU			-	-	-	-	+	-	-
MG	SI			+	+	+	+	+	+	-
RJ	CA			+	+	-	-	-	+	-
RJ	CR			+	+	-	+	+	+	-
RJ	CS			+	+	+	+	+	+	-
RJ	GU			+	+	+	-	-	-	-
RJ	MC			+	+	-	+	-	-	+
RJ	MR			+	+	+	-	-	+	+
RJ	RI			+	-	-	-	-	+	+
RJ	SA			+	-	-	+	+	+	-
RJ	SQ			-	-	-	-	-	+	-
RJ	SL			+	-	-	-	-	+	-

% de vetor / total de vetores, por município

Estado	Município	Humano	PNH	<i>Hg. leucocelaenus</i>	<i>Hg. janthinomys</i>	<i>Sa. chloropterus</i>	<i>Sa. albiprivus</i>	outros <i>Sabethes</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. aegypti</i>	Nº total de vetores
ES	DO			42.9	2.9	8.6	5.7	17.1	22.9	0	35
ES	SE			0	0	0	5.9	0	82.4	11.8	17
ES	VI			1.3	0.0	0	10.4	0	83.1	5.2	77
MG	BE			29.2	0.5	0	56.5	0	8.8	5.1	216
MG	BT			0	0	0	0	0	100.0	0	52
MG	CO			0	0	0	9.1	0	45.5	45.5	44
MG	JU			20.0	10.0	40.0	10.0	20.0	0	0	10
MG	MA			0	25.0	0	0	25.0	50.0	0	4
MG	NO			60.0	0	0	0	0	40.0	0	5
MG	OU			0	0	0	0	100.0	0	0	2
MG	SI			5.2	6.7	0.5	40.5	40.8	6.3	0	556
RJ	CA			27.3	13.6	0	0	0	59.1	0	22
RJ	CR			3.8	3.8	0	65.4	7.7	19.2	0	26
RJ	CS			15.2	24.6	5.8	6.4	3.5	44.4	0	171
RJ	GU			8.3	58.3	33.3	0	0	0	0	12
RJ	MR			93.2	3.3	0.9	0	0	2.3	0.2	426
RJ	RI			61.1	0	0	0	0	33.3	5.6	537
RJ	SA			7.7	0	0	7.7	7.7	76.9	0	13
RJ	SQ			0	0	0	0	0	100.0	0	3
RJ	SL			14.7	0.0	0.0	0	0	85.3	0	34
% total				38.8	4.8	1.2	17.3	10.9	23.9	3.0	2262



Infecção natural

~1500 mosquitos examinados

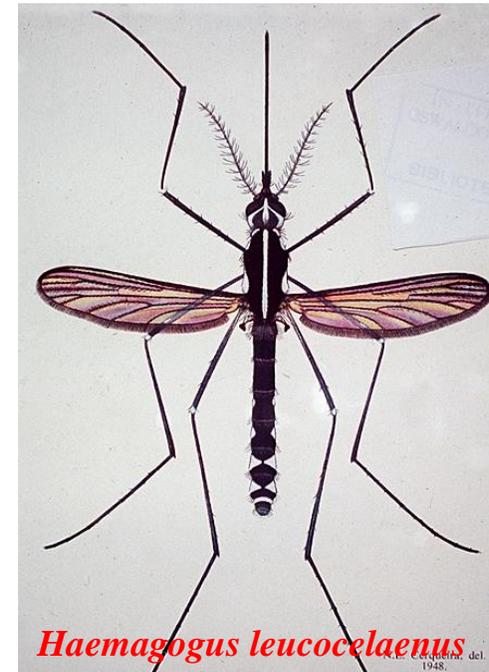
Hg. leucocelaenus

Hg. janthinomyx

RT-PCR

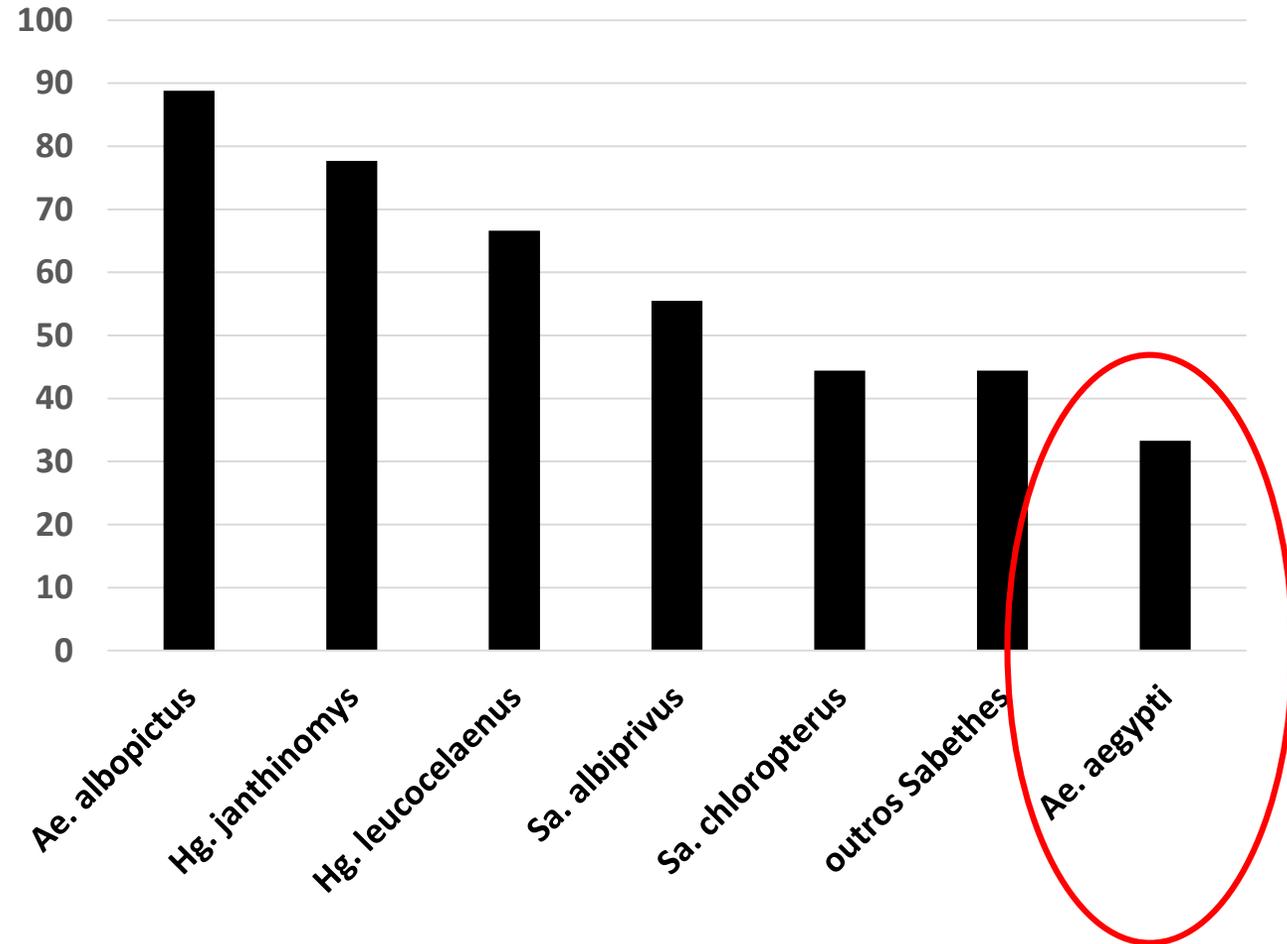
Sequenciamento completo do genoma viral

Isolamento viral



% da presença de cada espécie de vetor, nos municípios com febre amarela humana

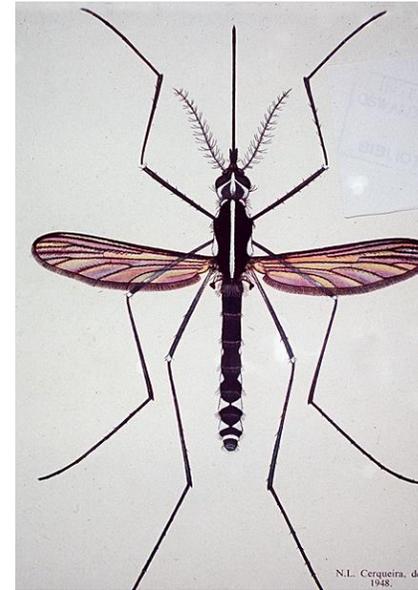
% de presença em municípios com FA humana	
Espécie	%
<i>Ae. albopictus</i>	88,8
<i>Hg. janthinomyx</i>	77,7
<i>Hg. leucocelaenus</i>	66,6
<i>Sa. albiprivus</i>	55,5
<i>Sa. chloropterus</i>	44,4
outros <i>Sabethes</i>	44,4
<i>Ae. aegypti</i>	33,3



Vetores silvestres na recente epidemia no Sudeste

Hg. leucocelaenus

Competência vetorial elevada
Ocorrência elevada (6-70% dos focos)
Geralmente o mais frequente
Naturalmente infectado



Hg. janthinomys

Ocorrência elevada (60-70% dos focos) .
Relativamente frequente
Naturalmente infectado

Sa. albiprivus

Ocorrência elevada (~50 dos focos; em alguns é praticamente o único) .
Relativamente frequente
Competência vetorial mais elevada



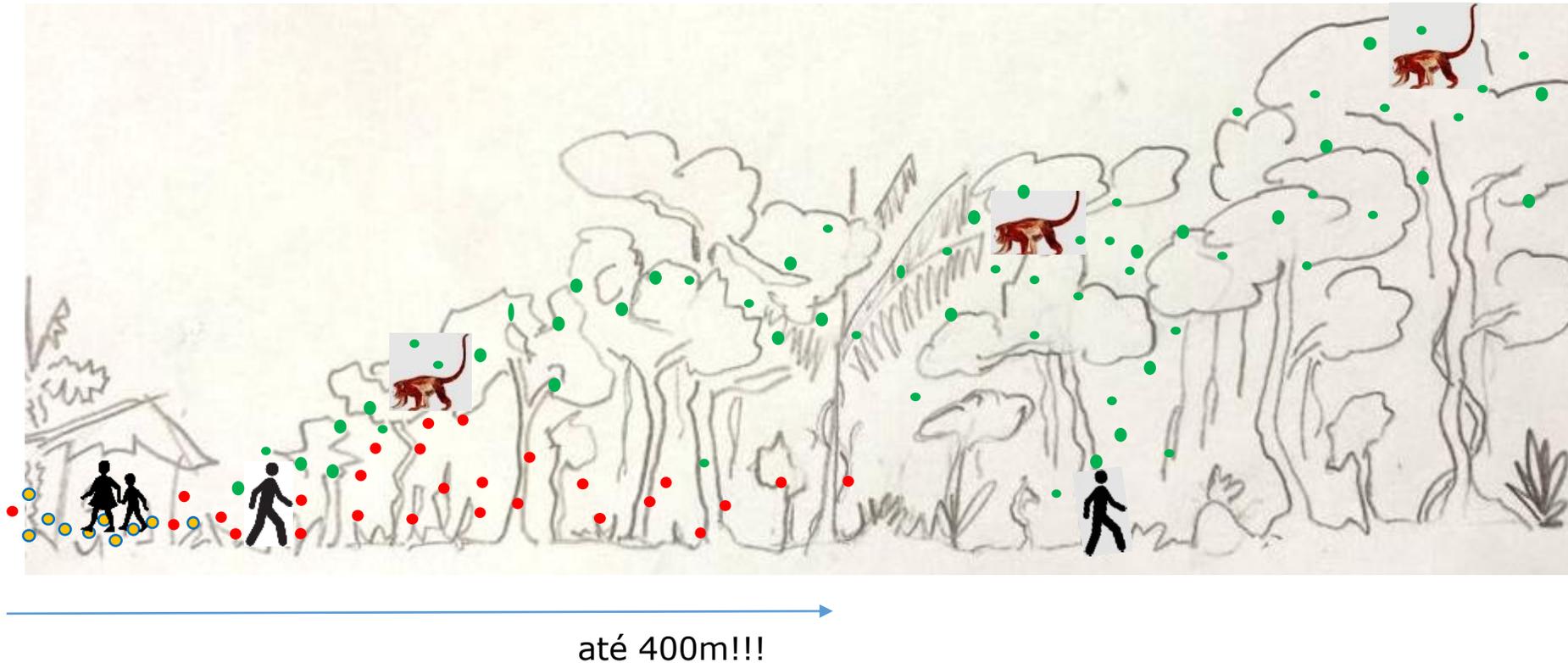
Um potencial vetor-ponte no Sudeste

Ae. albopictus

Algumas populações com taxas semelhante ou mais elevadas que de mosquitos reconhecidos vetores, ou seja *Ae. aegypti* e *Hg. leucocelaenus*.

Amplamente distribuído nos focos rurais

Muito frequente tanto no peridomício quanto nas franjas da mata



Alto risco de reurbanização !!!

Ae. aegypti

População de área da recente epidemia (Rio) mais competente para transmitir.

Frequente nas residências dos focos de transmissão rural

Grande circulação humana

Ainda baixa cobertura vacinal



Obrigado

lourenco@ioc.fiocruz.br

video