

BIOLOGIA DE ANOFELINOS AMAZÔNICOS. XXI. OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE *ANOPHELES* E OUTROS CULICÍDEOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA HIDRELÉTRICA DE BALBINA - CINCO ANOS APÓS O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO.¹

Lisardo OSORIO QUINTERO², Bedsy DUTARY THATCHER², Wanderli Pedro TADEI²

RESUMO — Um inquérito entomológico foi realizado na área de influência da Hidrelétrica de Balbina, situada a 146 km de Manaus, Amazonas, para avaliar os possíveis efeitos sobre as populações de *Anopheles* e de outros culicídeos. Cinco anos após a formação do lago, *An. darlingi*, *An. nuneztovari* e *An. triannulatus* foram as espécies encontradas com maior frequência nas coletas realizadas em 1. Rodovia BR-174, 2. Acesso à Usina Hidrelétrica de Balbina e 3. Área Uatumã-Morena. Para cada espécie os índices mosquito/homem/hora foram respectivamente: Área 1 - 0,57; 12,85; 0,43. Área 2 - 0; 3,75; 0,18 e Área 3 - 0; 26,38; 0,34. Representantes das duas primeiras espécies se mostraram positivas para *Plasmodium* com testes imunoenzimáticos. A prevalência de mosquitos positivos foi 1:35 para *An. darlingi* e apenas 1:548 para *An. nuneztovari*. A densidade dos outros culicídeos foi baixa (Área 1 - 3,23 m/h/h; Área 2 - 4,5 m/h/h; Área 3 - 7,40 m/h/h) embora a diversidade foi comparável (32 espécies diferentes) com as encontradas em outras hidrelétricas construídas em rios de águas brancas ou claras da Amazônia. Nas águas pretas da Balbina, uma proliferação inicial de macrófitas foi seguida pela redução destas possivelmente pela falta de nutrientes na água. A diminuição no crescimento de macrófitas deve estar relacionada com a escassez de *Mansonia* sp. na área.

Palavras chaves: Malária, Anofelinos, *Plasmodium*, Hidrelétricas

The Biology of Amazonian Anophelines an Evaluation of the Occurrence of Species of *Anopheles*, and Other Culicids at the Balbina Hydroelectric Dam - Five Years After the Filling of the Reservoir.

ABSTRACT — The Biology of Amazonian Anophelines an Evaluation of the Occurrence of Species of *Anopheles*, and Other Culicids at the Balbina Hydroelectric Dam - Five Years After the Filling of the Reservoir. An entomological study was conducted in the area of influence of the Balbina Hydroelectric Dam (UHB), situated about 146 km from Manaus, Amazonas, in order to evaluate the effect it might have on populations of *Anopheles* and other culicids. Five years after the lake was formed, *An. darlingi*, *An. nuneztovari* and *An. triannulatus* were the most frequently encountered species. Collection areas were: 1 - Road BR-174, 2 - Access to UHB and 3 - Uatumã-Morena Area. The mosquito/man/hour for each specie in the three areas were respectively: Area 1 - 0,57; 12,85; 0,43. Area 2 - 0; 3,75; 0,18 and Area 3 - 0; 26,38; 0,34. Representatives of the first two of these species were found to be positive for *Plasmodium* by using an immunoenzymatic test. The prevalence of positive mosquitos was 1:35 for *An. darlingi* and only 1:548 for *An. nuneztovari*. The density of the other culicids was low even though the diversity was comparable (32 different species) to that found in the areas of other hydroelectric dams built on clear or white water rivers in Amazonia. In the black waters of Balbina, an initial proliferation of macrophytes was followed by a reduction in these plants possibly caused by lack of nutrients in the water. The fall off in macrophyte production relates to a scarcity of *Mansonia* sp. in the area.

Key words:

¹ Trabalho subvencionado pelo Convênio INPA/ELETRONORTE

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia CPCS, Caixa Postal 478, CEP 69011-970 Manaus, Am. BRASIL.

INTRODUÇÃO

As populações de anofelinos na região amazônica vêm sofrendo alterações no relacionamento organismo-ambiente, por várias razões (TADEI *et al.*, 1983; 1993; BARATA, 1995), entre elas a formação de reservatórios causada pela construção de hidrelétricas. As águas represadas, igualmente no Brasil como no resto do mundo, causam mudanças nos sistemas hidrológicos, atmosférico, biológico e social das regiões atingidas (TUNDISI, 1988) levando, em alguns casos, ao aparecimento ou aumento de doenças.

Uma extensiva literatura evidencia que em regiões endêmicas da malária, as modificações ambientais levam a alterações do grau de incidência dessa doença (TADEI *et al.*, 1988; 1993; MARQUES & CARDENAS, 1994). Os estudos sobre proliferação de mosquitos na área de influência das hidrelétricas realizados antes, durante e após o enchimento são necessários porque existem condições variáveis na construção de reservatórios, criados especificamente para a geração de energia, e que terminam sendo utilizados para outras finalidades pelos habitantes da área. Os dois processos, construção e utilização posterior do reservatório, interferem na evolução das comunidades de organismos aquáticos, tanto do fito e zooplâncton, peixes, animais de fundo, como na composição química dos sedimentos, da água e nos organismos que necessitam do ambiente para completar seus ciclos de vida, podendo ocasionar também impactos na saúde pública.

Na Amazônia os rios são de três categorias diferentes e os estudos de impactos ambientais são importantes porque as mudanças que poderão ocorrer envolvem situações interdisciplinares. Os rios são de águas brancas, com cargas de sedimentos de sais minerais, quimicamente ricos, com pH neutro e uma alta concentração de sólidos em suspensão. Rios de águas claras, transparentes e com caráter químico muito variável e rios de águas pretas, como os rios Negro e Uatumã, que devido a formação geológica antiga, possuem processos de erosão pouco intensos e com alto teor de substâncias húmicas e, portanto, extremamente ácidos e considerados os mais pobres do mundo (Sioli, 1968).

A Usina Hidrelétrica de Balbina (UHB) no Estado do Amazonas, é formada pelos rios Uatumã e seu afluente, o rio Pitinga, sendo a represa localizada onde inicialmente estava a Cachoeira de Balbina, 170 m acima do nível do mar. A UHB foi construída de 1983 a 1987. O enchimento do reservatório completou-se no início de 1989. Está situada a 01°55' S de latitude e 59°28' W de longitude, a 146 km da cidade de Manaus (Figura 1). Tem uma área inundada de 2.360 km², um comprimento total de 210 km; uma largura máxima de 75 km e média de 11 km; e um volume total acumulado de água de 17.533x10⁶ m³.

Os estudos entomológicos na Rodovia Manaus-Boa Vista (BR-174); na Estrada de Acesso à Balbina; na margem esquerda do rio Uatumã, na Estrada da Cachoeira Morena; em ilhas a montante; e no Canteiro de Obras e

vila residencial foram realizados nas fases de pré-enchimento de março 1983 a setembro 1987. Durante o enchimento (outubro 1987 a janeiro 1989) as coletas estiveram restritas ao Canteiro de Obras e à Estrada da Cachoeira Morena devido a surtos de malária (TADEI *et al.*, 1993). Os dados apresentados neste trabalho referem-se à coletas das formas adultas de anofelinos e outros culicídeos antropofílicos, durante 1994, cinco anos após o reservatório ter alcançado sua cota máxima. O propósito foi determinar se ocorreram mudanças na diversidade e densidade das populações de mosquitos, especialmente do gênero *Anopheles*, para avaliar o risco de se contrair malária e outras doenças nesta área de desordenado fluxo migratório.

METODOLOGIA

Para conhecimento da fauna de mosquitos em contato com o homem e avaliação do grau de exofilia e endofilia foram realizadas capturas das 18 às 22 horas. Coletou-se no intra e peridomicílio das áreas povoadas e nas margens e meio da mata não habitada. Nas quatro grandes áreas estudadas (Figura 1), o relevo geográfico é ligeiramente ondulado e a terra não é favorável à agricultura, elas são:

1. Rodovia Manaus-Boa Vista, BR-174 (800 km) - coletou-se durante 432 horas/homem em 38 pontos, desde o Km 112 até o Km 243, incluindo a Aldeia Taquari, na Reserva Indígena Waimiri-Atroari.

2. Estrada de Acesso a UHB (72 km) coletou-se durante 88 horas/homem em 10 pontos desde o Km 1,7 até o Km 51.

3. Estrada Uatumã-Cachoeira Morena (34 km) - coletou-se durante 88 horas/homem em 10 pontos desde o Km 3 até o Km 32,3.

4. Reservatório - considerando as inúmeras ilhas existentes no lago, coletou-se em cinco delas durante 4 horas/homem em cada uma. As coletas foram na margem e no meio da mata, por não estarem habitadas. A Ilha Base 2 serviu para o resgate dos animais durante o enchimento; na Ilha do Relógio localiza-se a estação meteorológica da UHB; e as ilhas Aranha, Ressaca e do Chocador representam novos meio ambiente.

As excursões para capturas dos mosquitos foram feitas em 1994, de 24 de janeiro a 01 de fevereiro, de 15 a 21 de março, de 05 a 09 de maio, de 09 a 16 de junho, de 14 a 18 de outubro e no mês de dezembro as coletas foram de 21 a 29 de 1993 e de 01 a 06 de dezembro de 1994. A precipitação pluviométrica média anual na área é da ordem de 2.262 mm. A época de chuvas é de dezembro a maio; sendo abril o mês mais chuvoso, com 352 mm e agosto o mês mais seco, com 107 mm (Froehlich *et al.*, 1993).

As coletas foram com isca humana, estando o coletor sentado. Os coletores utilizaram lanterna e aspirador manual e alternaram a cada uma hora. Os espécimes foram separados de hora em hora, em copos parafinados de 500 ml, anotando-se o ponto e o horário de captura para o estudo dos padrões comportamentais quanto à atividade de picar.

Outro parâmetro considerado no estudo das espécies de *Anopheles*,

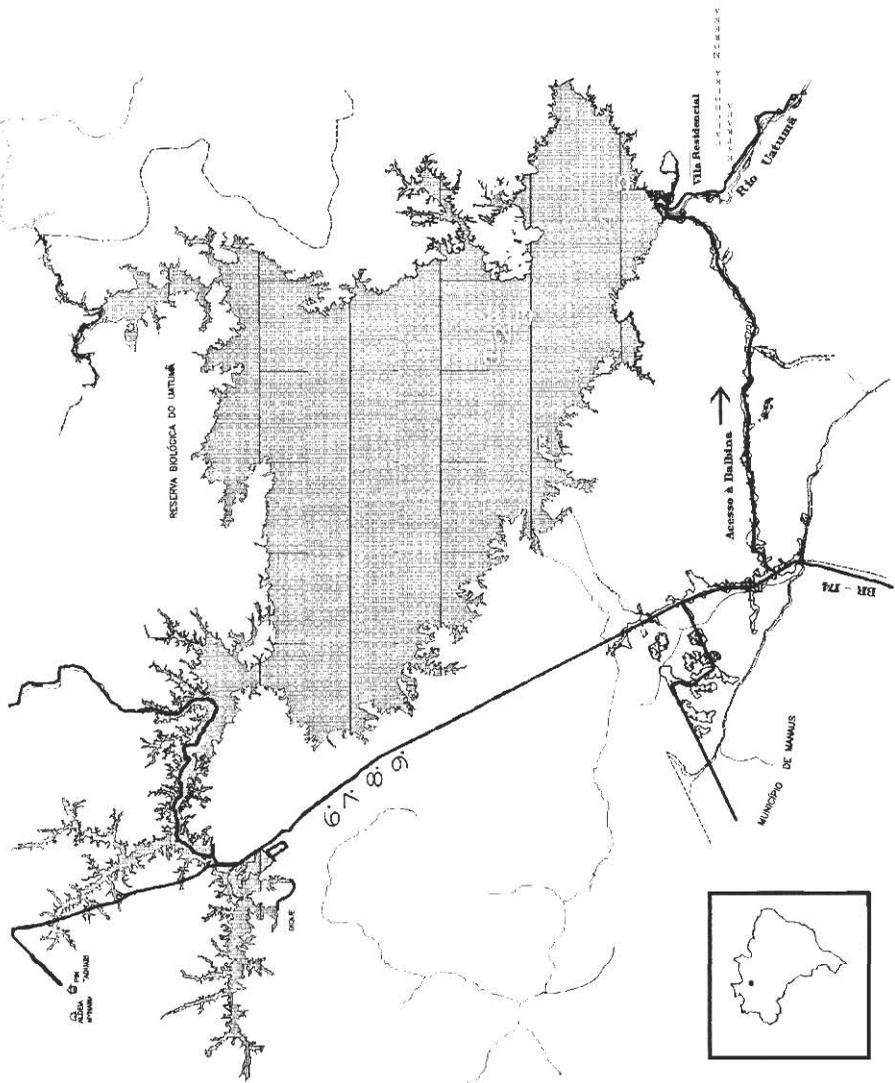


Figura 1. Área da hidrelétrica de balbina

- | | | |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Ilha do Chocador | 4. Ilha Aranha | 7. NoJerusalém |
| 2. Ilha do Relógio | 5. Ilha da Ressaca | 8. Igarapé Coruja |
| 3. Ilha Base | 6. Igarapé Taboca | 9. Rumo Certo |

envolvidas na transmissão da malária, foi o grau de infecção natural com as espécies de *Plasmodium*. A determinação foi mediante testes imunoenzimáticos (ELISA) com anticorpos monoclonais e conjugados específicos (cedidos pelo Dr. Robert A. Wirtz, Walter Reed Army Institute of Research, Washington, D.C. U.S.A.). Uma amostra aleatória de aproximadamente 15% das fêmeas capturadas foi identificada e congelada a -20°C. Para a realização dos testes, os mosquitos foram macerados individualmente e transferidos à microplacas revestidas com os monoclonais.

RESULTADOS

As quatro áreas escolhidas para as coletas de anofelinos e outros culicídeos durante 1994 foram 131 km da BR-174, 50 km da Estrada de Acesso à UHB e 30 km da Estrada Uatumã-Morena e 5 ilhas a montante. Nestas áreas ocorreram intervenções desde a década de 60, durante a construção da BR-174 e nos anos 80 com a abertura da Estrada de Acesso à UHB e à Cachoeira Morena, no rio Uatumã. Inicialmente foram selecionadas casas ao longo da BR-174, dando-se preferência àquelas em que ocorreram casos autóctones de malária, e/ou que estavam localizadas nas proximidades de criadouros de mosquitos. Posteriormente, as capturas foram feitas nas casas da Estrada de Acesso à UHB e Estrada Uatumã-Morena.

O total de mosquitos capturados, durante as sete excursões, que variaram de 5 a 9 dias, com média de 7 dias cada uma, foi de 5.604 espécimes, sendo 4.383 *Anopheles sp.* e 1.221 outros culicídeos de mais de 32 espécies (Tab.1).

Das espécies de *Anopheles*

encontradas, 473 foram capturadas no intradomicílio, 2.381 no peridomicílio, 533 na margem da mata e 999 em meio à mata. Abaixo incluímos as espécies de *Anopheles** detectadas, a densidade no intra, peridomicílio e na mata:

No intra (16,5%) e peridomicílio (83,5%) nota-se que as espécies de anofelinos presentes são mais abundantes fora dos domicílios. *Anopheles nuneztovari* foi capturado 5,04 vezes com maior frequência fora do que dentro das residências, nas três áreas estudadas;

Espécie	Intradomicílio	Peridomicílio	Mata	
			Margem	Meio
<i>An. nuneztovari</i>	436	2.198	513	965
<i>An. triannulatus</i>	10	67	10	33
<i>An. darlingi</i>	27	97		
<i>An. mediopunctatus</i>		5	4	1
<i>An. oswaldoi</i>		3	2	7
<i>An. shannoni</i>		3	1	1
<i>An. braziliensis</i>		5		
<i>An. neivai</i>			2	1
<i>An. peryassui</i>		2		
<i>An. punctimacula</i>			1	1
<i>An. albittarsis</i>		1		

* Os gêneros de mosquitos foram abreviados, conforme Reinert (1975)

enquanto que *An. triannulatus* foi encontrado na BR-174 e na Estrada Uatumã-Morena em uma relação 6,7 vezes maior no peridomicílio. *Anopheles darlingi* foi capturado 3,6 vezes mais frequentemente no peri do que no intradomicílio na BR-174 somente (Tab. 2).

Na Figura 2 constam as informações sobre as médias de anofelinos por homem/hora observadas na Rodovia Manaus-Boa Vista (BR-174), na Estrada de Acesso a UHB (AcUHB) e na Estrada Uatumã-Cachoeira Morena (Uatumã-Morena).

A densidade populacional de anofelinos mostrou sazonalidade de acordo com os períodos das chuvas e da seca. *Anopheles nuneztovari* foi a espécie mais abundante nos meses de dezembro e janeiro (chuvas), reduzindo a

Tabela 1. Coletas de Culicídeos na Rodovia BR- 174 e nas Estradas de Acesso à Balbina e Cachoeira Morena em 1994.

ESPÉCIE	BR-174	(H/Hr)	ACESS	(H/Hr)	UATUMÃ	(H/Hr)	TOTAIS
			UHB		MORENA		
Anofelinos							
<i>An. (Nys) nuneztovari</i>	2.776*	(12.85)	165	(3.75)	1.161	(26.38)	4.102
<i>An. (Nys) triannulatus</i>	94	(0,43)	8	(0.18)	15	(0.34)	117
<i>An. (Nys) darlingi</i>	124	(0.57)					124
<i>An. (Arr) mediopunctatus</i>	3				7		10
<i>An. (Nys) oswaldoi</i>	3		2		7		12
<i>An. (Arr) shannoni</i>	3				2		5
<i>An. (Nys) braziliensis</i>	5						5
<i>An. (Ano) peryassui</i>	2						2
<i>An. (Ker) neivai</i>	2		1				3
<i>An. (Nys) albitarsis</i>	1						1
<i>An. (Arr) punctimacula</i>					2		2
Subtotais	3.013	(13.94)	176	(4.00)	1.194	(27.13)	4.383
	8.74%		4.01%		27.24%		
Outros culicídeos:							
<i>Aedes (Och) scapularis</i>	53	(0.24)					53
<i>Aedes (Och) serratus</i>	12				3		15
<i>Aedes (Och) fulvus</i>					41	(0.93)	41
<i>Aedes (Och) pennai</i>	1						1
<i>Aedes (Fin) fluviatilis</i>					2		2
<i>Aedomyia squamipennis</i>	7						7
<i>Coquillettidia (Rhy) lynchi</i>			2				2
<i>Coquillettidia (Rhy) albicosta</i>	7						7
<i>Culex (Mel) bastagarius</i>	59	(0.27)			1		60
<i>Culex (Mel) taeniopus</i>	19						19
<i>Culex (Mel) spissipes</i>	58	(0.26)					58
<i>Culex (Mel) caudelli</i>	5						5
<i>Culex (Mel) sp.</i>	166	(0.76)	3				169

Cont. Tabela 1.

<i>Culex (Mic) sp.</i>	61	(0.28)	50	(1.13)	44	(1.00)	155
<i>Culex (Cx) nigripalpus</i>	2						2
<i>Culex (Cx) mauesensis</i>	2						2
<i>Culex (Cx) coronator</i>	176	(0.81)	70	(1.59)	87	(1.97)	333
<i>Culex (Cx) corniger</i>	1						1
<i>Culex (Cx) declarator</i>	4				2		6
<i>Culex (Cx) sp.</i>	7		5		4		16
<i>Culex (Aed) amazonensis</i>			1				1
<i>Culex (Aed) sp.</i>					1		1
<i>Limatus pseudomethisticus</i>			2				2
<i>Limatus paraensis</i>	2						2
<i>Psorophora (Gra) dimidiata</i>	13		4		5		22
<i>Psorophora (Gra) cingulata</i>	3		16		6		25
<i>Psorophora (Gra) varinervis</i>	8						8
<i>Psorophora (Ps) lineata</i>					1		1
<i>Psorophora (Ps) cilipes</i>	1				10		11
<i>Psorophora (Ps) sp.</i>	7						7
<i>Psorophora (Jan) ferox</i>	4						4
<i>Psorophora (Jan) albipes</i>	5		1		14		20
<i>Psorophora (Jan) amazonica</i>	4		30		87		121
<i>Psorophora (Jan) sp.</i>	4		1		7		12
<i>Sabethes (Sab) bipartipes</i>	1						1
<i>Sabethes (Sab) sp.</i>			5		5		10
<i>Trichoprosopon (Tri) digitatum</i>	1				2		3
<i>Wyeomyia (Den) luteoventralis</i>	3						3
<i>Wyeomyia (Den) aporonoma</i>	1						1
<i>Wyeomyia sp.</i>			8		4		12
Subtotais (H/Hr)	697	(3.23)	198	(4.5)	326	(7.40)	1.221
%	37.08%		16.21%		26.69%		
TOTALS	4.890	(22.63)	374	(8.50)	1.520	(34.54)	5.604

Tabela 2. Espécies de *Anopheles* mais frequentes (valores absolutos e homem/hora) coletados no peri e intradomicílio nas rodovias, estradas e algumas ilhas da Hidrelétrica de Balbina durante 1994.

Horário	<i>Anopheles nuneztovari</i>				<i>Anopheles triannulatus</i>				<i>Anopheles darlingi</i>			
	18-19	19-20	20-21	21-22	18-19	19-20	20-21	21-22	18-19	19-20	20-21	21-22
BR-174	982	379	17	9	31	20	6	2	25	43	11	18
Mosquitos/homem/hora	2.3	0.8	0.04	0.02	0.07	0.05	0.01	*	0.06	0.1		
Acesso UHB	37	24	9	4	0	0	1	0	0	0	0	0
M/H/H	0.4	0.3	0.1	0.05			0.01					
Uatumã-Morena	44	7	5	7	1	0	2	0	0	0	0	0
M/H/H	0.5	0.08	0.06	0.08	0.01		0.02					
BR-174	266	45	38	20	4	6	0	0	12	11	4	0
M/H/H	0.6	0.1	0.09	0.05	*	0.01			0.03	0.03	*	
Acesso UHB	9	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M/H/H	0.1	0.16										
Uatumã-Morena	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M/H/H	0.07	0.01										
Ilha Aranha	1	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
M/H/H	0.25											
Ilha Ressaca	2	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
M/H/H	0.5											
Ilha Chocador	40	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
M/H/H	10											

- = não houve coleta neste horário.

* = valores abaixo de 0,001

densidade durante os meses de maio e junho (seca). *Anopheles darlingi* mostrou densidade maior no mês de outubro, no final da seca. *Anopheles triannulatus* esteve presente em todas as coletas realizadas, porém em pequenas quantidades (Fig. 3).

Anopheles nuneztovari predominou tanto na BR-174 como nas Estradas de Acesso à UHB e Uatumã-Morena, sendo a maior densidade no horário das 18 às 19 horas. A frequência no peridomicílio foi 4,9 vezes maior que no intradomicílio. *Anopheles triannulatus*, também foi mais abundante no horário das 18 às 19 horas e foi coletado com maior incidência no peridomicílio, com frequência de 6,4 vezes maior. *Anopheles darlingi* foi coletado desde às 18 horas, aumentando a quantidade no horário das 19 às 20 horas; o número de indivíduos foi 3,6 vezes maior no peridomicílio (Tab. 2, Fig. 4).

Os outros culicídeos foram capturados juntamente com os anofelinos

e os pontos de maior densidade atingiram a cifra de 37%. As espécies mais frequentes foram *Culex (Culex) coronator* e *Psorophora (Janthinosoma) amazonica*. A diversidade foi elevada na BR-174 sendo registradas 31 espécies e a média de mosquitos por ponto foi de 19,36. A densidade populacional por ponto foi mais elevada na Estrada Uatumã-Morena, dando uma média de 32,6 mosquitos. A diversidade foi elevada também nas coletas diurnas no meio da mata, sendo registradas 10 espécies em apenas dois pontos. *Psorophora (Janthinosoma) amazonica* foi também a mais frequente (Tabs.1 e 3).

Do total de 5.604 anofelinos coletados, uma amostra aleatória de 14.4% (803 mosquitos) foi testada para determinar o índice de infecção natural. Os anofelinos positivos para *Plasmodium* foram cinco *An. darlingi* e um *An. nuneztovari* (Tab.4). Todos os *An. darlingi* positivos foram coletados no mês de outubro de 1994 na BR-174. Três dos positivos foram coletados no horário

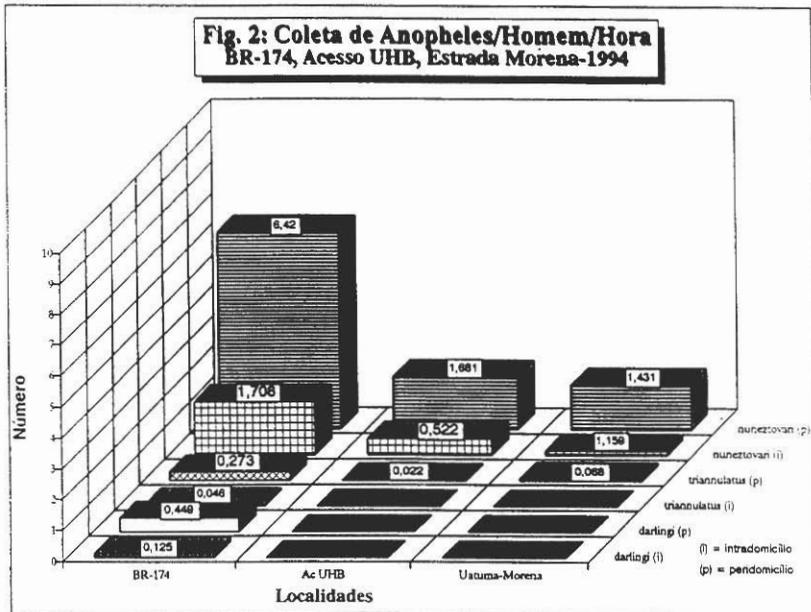


Figura 2. Coleta de *Anopheles*/Homem/Hor, BR-174, no Acesso UHB e na Estrada Cachoeira Morena - 1994.

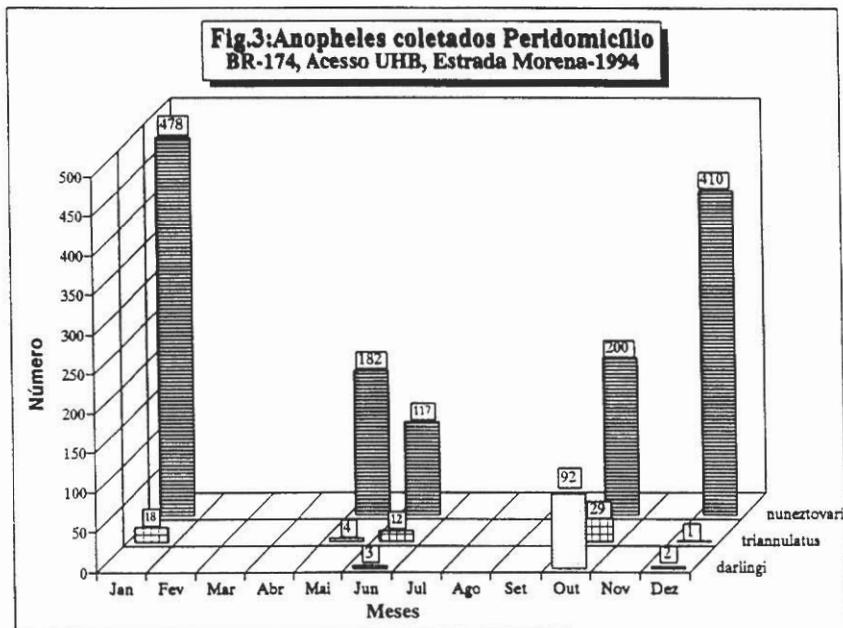


Figura 3. *Anopheles* coletados no Peridomicílio, na BR- 174, no Acesso UHB e na Estrada Cachoeira Morena - 1994.

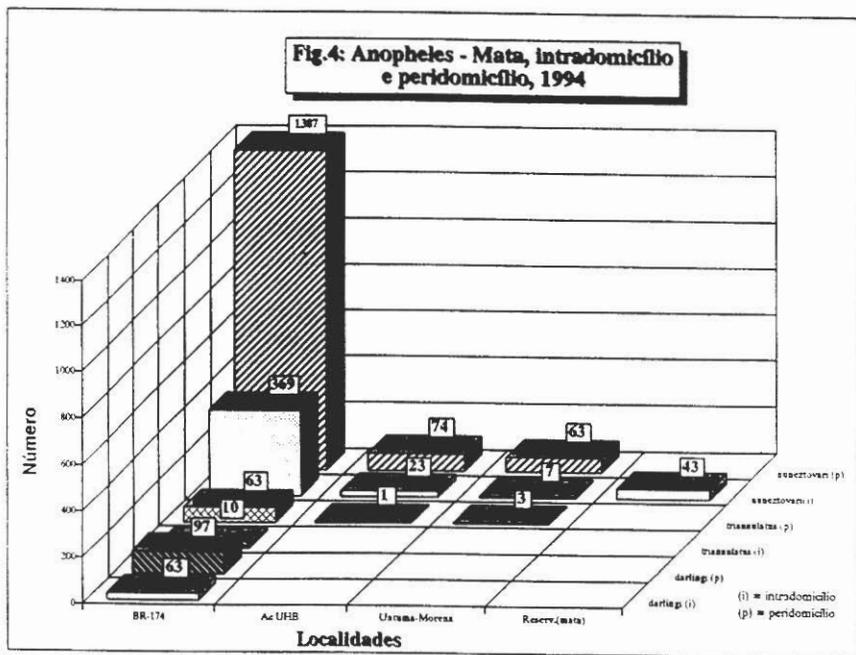


Figura 4. Anopheles - Mata, intradomicílio e peridomicílio - 1994.

Tabela 3. Espécies mais frequentes e ponto de maior densidade de Outros Culicídeos em coletas diurnas e noturnas na BR-174, Acesso a Balbina e Uatumã-Morena, em 1994.

Nº de:	Ponto	Espécie	Mosquito	Ponto de maior Densidade	Espécies mais frequentes
				km	Nº (%) mosquitos
Coleta Noturna (Peri e intradomicílio)					
BR-174	36	31	697	204	71 (10.33%)
Acesso UHB	12	14	198	41	39 (29.10%)
Uatumã-Morena	10	18	326	9	89 (37.08%)
				89	(37.08%)

Coleta Diurna (Mata)

das 19 às 20 horas, um das 18 às 19 horas, e um das 20 às 21 horas. Dois no Km 167 (Rumo Certo), um no Igarapé Coruja (Km 175) e os outros dois na comunidade de Nova Jerusalem (Km 177) e o Igarapé Taboca (Km 179). Os dois positivos do Km 167 foram capturados no intradomicílio e um deles mostrou dupla infecção com *Plasmodium falciparum* e *P. vivax*. Todas as outras infecções foram com *P. falciparum*. O índice de infecção do *An. darlingi* foi de 1:35.

O *An. nuneztovari* positivo foi

Psorophora (Janthinosoma) coletado no mês de dezembro de 1994, horário das 19-20 horas e no peridomicílio, na Aldeia Oba (Km 204); foi positivo para *P. falciparum*. O índice de infecção para esta espécie foi de 1:548.

DISCUSSÃO

Cada lago artificial, produto da construção de hidrelétrica, representa variantes devido ao incremento da erosão e, em alguns casos, a ocupação das margens para uso agropecuário, com a consequente drenagem de adubos químicos. Estes

Tabela 4. Amostra aleatória de anofelinos coletados na BR-174 e testados com ELISA para determinar o índice de infecção natural.

Espécies	Local de coleta dos Anofelinos			Positivos:		<i>Plasmodium</i>	
	I*	P**	Total	falciparum		vivax	
				I*	P**	I*	P**
<i>Anopheles nuneztovari</i>		548	548		1		
<i>Anopheles triannulatus</i>	2	70	72				
<i>Anopheles darlingi</i>	16	160	176	2	2	1	1
<i>Anopheles braziliensis</i>	3		3				
<i>Anopheles oswaldoi</i>		3	3				
<i>Anopheles mediopunctatus</i>		1	1				

* coletado no intradomicílio.

** coletado no peridomicílio.

propiciam a eutrofização nos lagos e represas resultando no aumento de nutrientes essenciais (nitrogênio, fósforo, potássio e ferro) e ocasionando o crescimento das macrófitas, especialmente as flutuantes como *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes*; que ampliam extensivamente os sítios de reprodução das espécies de mosquitos.

A relação de *Pistia* sp. e *Eichhornia* sp. com *An. darlingi* favorece a reprodução desta espécie (FORATTINI, 1962) e justifica que a malária seja uma das primeiras endemias a surgir nestas áreas alteradas, quando associada a outros parâmetros, como são a distribuição deste vetor e a susceptibilidade das populações imigrantes. Situações deste tipo foram observadas na represa Billings, na região metropolitana de São Paulo (ELETRONORTE, 1986). Na Amazônia, nos reservatórios de Curuá-Una e Tucuruí no Pará (JUNK & NUNEZ DE MELO, 1987) e Samuel (Rondônia) ocorreu o crescimento exponencial das macrófitas. Estudos da relação entre macrófitas e mosquitos foi

documentada em detalhe, no pós-enchimento da Hidrelétrica de Tucuruí. Foram registrados inicialmente aumentos na densidade das populações de *Anopheles* e, em seguida, no gênero *Mansonia* e outros insetos (TADEI *et al.*, 1993). Na Hidrelétrica de Balbina as macrófitas apareceram logo após o início do enchimento (outubro, 1987). Aumentaram de forma exponencial durante 1988, predominando *Lymnea*, *Salvinia* e *Eichhornia* e a partir de junho-julho de 1989 ocorreu uma rápida diminuição. Este decréscimo da vegetação diferenciou a UHB da Hidrelétrica de Tucuruí. Na UHB predominaram os gêneros *Culex* e *Psorophora* e não houve aumentos notórios do gênero *Mansonia* como ocorrido em Tucuruí, entretanto, notou-se que *An. nuneztovari* é a espécie predominante. O índice na BR-174 foi de 12,85 m/h/h e de 26,38 em Uatumã-Morena.

Ao comparar as densidades de anofelinos na área de influência da UHB durante os anos anteriores ao início da construção da obra, os dados

da Fundação Nacional de Saúde, SUCAM na época, mostram que na primeira fase do projeto (1977 a 1980), durante a construção da Estrada de Acesso à Balbina, *An. darlingi* estava presente em todos os locais examinados, desde a Cachoeira Balbina (sítio onde posteriormente seria construída a barragem) até a Cachoeira Morena. Os casos de malária, inicialmente, foram de 14,3% reduzindo para 0% em 1980 devido ao desenvolvimento de um intenso programa de borrifação pela SUCAM que controlou a doença, baixando a densidade dos vetores (CHAGAS, *et al.*, 1982)

Em 1983, no início das obras, a presença de adultos de *An. darlingi* era muito baixa, apenas 1 exemplar de 41 mosquitos adultos registrados em três pontos da BR-174. Esta incidência é baixa quando comparada com as observadas na Represa de Samuel (Rondônia), onde *An. darlingi* representou 98% dos 4.568 mosquitos coletados nas áreas residenciais, 91% de 1.546 ao longo da BR-364 e 3% de 570 em meio à mata. Na Hidrelétrica de Cachoeira Porteira (Pará) foi de 98% dos 8.626 anofelinos adultos capturados. Na Usina Hidrelétrica de Tucuruí a frequência foi menor porém muito superior a UHB, na fase de pré-enchimento em que *An. darlingi* representou 14% de 9.926 espécimes coletados.

De 1984 a setembro de 1987 não foi capturado *An. darlingi* no Canteiro de Obras e na Estrada Uatumã-Morena. Este anofelino reapareceu ao longo desta Estrada, durante o enchimento (outubro de 1987 a janeiro de 1989), com a interrupção do fluxo das águas do rio Uatumã. Ao

interromper o rio houve a formação de sítios favoráveis à reprodução deste anofelino. As casas destas localidades foram borrifadas pela FNS.

O monitoramento limnológico da ELETRONORTE indicou que durante o período de vertimento das águas (jusante), fevereiro até julho de 1989, houve aumento localizado dos níveis de oxigênio dissolvido. Após este período, as condições limnológicas do rio Uatumã não foram satisfatórias para manutenção da vida aquática (Resolução CONAMA 020/86) devido as águas turbinadas serem provenientes das camadas mais profundas do reservatório, que são de pior qualidade. Depois de aproximadamente 200 km, quando se verifica a influência do rio Jatapú, a qualidade da água do rio Uatumã melhora (ELETRONORTE, 1992).

Cinco anos após da formação do lago, a espécie foi registrada em densidade muito baixa (0,57 mosquitos/homem/hora, Tab.1) na BR-174 no Rumo Certo (Km. 167), no Igarapé Coruja (Km.175), no Igarapé Taboca (Km 179) e na comunidade de Nova Jerusalém (Km 177) (Fig.1). *Anopheles darlingi* ocorreu tanto no peri (0,449 mosquitos/homem/hora) como no intradomicílio (0,125 mosquitos/homem/hora) como indicado na Tab.2 e na Fig.2. Estas são áreas de atividades agropecuárias, situadas nas imediações dos igarapés que tiveram o nível das águas aumentado por influência do reservatório, que formaram áreas alagadiças.

A capacidade de *A. darlingi* para transmitir malária é alta, pois uma de cada 35 fêmeas testadas, estava infectada com *Plasmodium* (Tab.4). O índice de positividade indica que,

embora este anofelino ocorra em números baixos, é capaz de manter circulando os parasitas (tanto *P. falciparum* como *P. vivax*) nas comunidades e mantendo os casos de malária. Todos os horários vespertinos, das 18 as 21 horas em que ocorreram as coletas, mostraram fêmeas infectadas com os parasitas.

Ao analisar a ocorrência das outras espécies de anofelinos no pré e no pós-enchimento da UHB, na área do reservatório, a jusante e na BR-174 observa-se que, inicialmente, *An. triannulatus* foi a espécie mais frequente, constituindo 61% do total da amostra de 5.901 anofelinos; em seguida *An. oswaldoi* e *An. mediopunctatus* com 14% cada uma; e *An. nuneztovari* com 8%. As coletas em meio à mata primária foi muito baixa, sendo 2,25 espécimes por local de captura e apenas *An. mediopunctatus* e *An. oswaldoi* foram registrados (TADEI *et al.*, 1993).

Atualmente, *Anopheles nuneztovari* é a espécie predominante nas três áreas estudadas (Tabs. 1 e 2). Na BR-174, que foi a primeira área alterada na década de 1980, já coexistia com *An. darlingi* em densidade elevada. Nos testes de ELISA *An. nuneztovari* foi positivo para *P. falciparum* na proporção 1:548, no início da estação chuvosa, no horário das 19 a 20 horas, na Aldeia Oba (Km 204). Falta demonstrar a capacidade vetorial desta espécie na Amazônia brasileira.

Ao comparar a infecção natural com a variação sazonal do nível de antropofilia no peridomicílio e a densidade populacional das três espécies de *Anopheles*, de maior

ocorrência nos pontos de coleta durante 1994 (Fig. 3), pode-se associar com o aumento de *An. darlingi* no mês de outubro, a ocorrência de *Plasmodium vivax* e *Plasmodium falciparum* na área. Confirmando-se assim, mais uma vez que esta espécie de *Anopheles* é o mais efetivo vetor da malária na Amazônia (DEANE *et al.*, 1948, 1988; ARRUDA *et al.*, 1986; LOURENÇO DE OLIVEIRA *et al.*, 1989; TADEI *et al.*, 1993).

As capturas de anofelinos mostram números maiores no peridomicílio (Fig.4). Esta mesma situação foi demonstrada nos estudos nas Hidrelétricas de Samuel, Tucuruí, Cachoeira Porteira e Ji-Paraná; em áreas dos pólos de colonização Marechal Dutra, Burareiro (ao longo da BR-364 e Ariquemes rural); e Projeto Machadinho (LOURENÇO DE OLIVEIRA *et al.*, 1989; TADEI *et al.*, 1993). A exofilia acentuada é a causa das dificuldades no uso da borrficação com inseticida residual, como método de controle.

Os dados populacionais dos outros culicídeos (Tab.1) evidenciam que a densidade continua baixa (0,001 até 0,76 mosquitos/ homem/hora); porém a diversidade - 32 espécies, manteve-se constante antes e após o enchimento na área de influência da UHB. Este número de espécies é igual ao observado em Tucuruí, também cinco anos após. Uma diferença com as outras hidrelétricas construídas na Amazônia foi que na Balbina não houve aumentos notórios de *Mansonia* sendo que predominou o gênero *Culex* devido, possivelmente, ao fato de que as macrófitas degeneraram com maior

rapidez dos grandes espaços no lago (ELETRONORTE, 1992).

Os resultados deste trabalho mostraram poucas variações de densidade e a diversidade das espécies, nas populações dos anofelinos e de outros culicídeos, cinco anos após a formação do lago. Quando revisamos o ocorrido em outras hidrelétricas construídas na área, surge a interrogação se estes efeitos dependem, na Amazônia, do tipo das águas dos rios. As alterações na área de impacto da UHB, construída em rios de águas pretas, são menos acentuadas que as observadas nos lagos formados por rios de águas brancas ou claras, p.ex. Tucuruí (Tadei *et al.* 1993). Isto decorre, possivelmente, de que as macrófitas explodem em um crescimento inicial porém, rapidamente degeneram devido as águas pretas serem pobres em nutrientes conforme registros da Eletronorte (UHB).

Reiteramos que o completo levantamento das populações de culicídeos em áreas a serem alteradas e seu posterior monitoramento é importante porque dentro das modificações podem surgir condições que favoreçam o aparecimento de insetos transmissores de doenças. Estes novos vetores ocasionariam surtos epidêmicos até então desconhecidos nas áreas modificadas, onde as populações humanas locais não têm imunidade natural. No caso da malária, Tadei *et al.* (1993) demonstram que existe uma multiplicidade de fatores no processo de transmissão, constituindo situações epidemiológicas específicas e mostrando o caráter focal da malária.

AGRADECIMENTOS

A COLCIENCIAS (Colômbia) pelo apoio no deslocamento do pesquisador Lisardo Osorio Quintero. Ao Sr. Nelson Ferreira Fé pelo auxílio na identificação do material.

Bibliografia Citada

- ARRUDA, M.; CARVALHO, M.B.; NUSSENZWEIG, R.S.; MARACIC, M.; FERREIRA A.W. & COCHRANE, A.H. 1986. Potencial vectors of malaria and their different susceptibility to *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* in north-em Brazil identified by immunoassay. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 35:873-881.
- BARATA, R.C. 1995. Malária no Brasil: Panorama Epidemiológico na Última Década. *Cad. Saúde Públ.* 11:128-136.
- CHAGAS, J.A.; BARROSO, M.A.B.; AMORIN, R.D.S.; ROBLES, C.R.Q. 1982. Controle da Malária em Projeto Hidrelétrico no Estado de Amazonas. *Rev. brasil. Malariol. D. trop.*, 34:68-81.
- DEANE, L.M.; CASEY, O.R. & DEANE, M.P. 1948. Notas sobre a distribuição e a biologia dos anofelinos das Regiões Nordeste e Amazônica do Brasil. *Rev. Serv. Espec. Saúde Públ.*, 1:827-965.
- DEANE, L.M.; RIBEIRO, C.D.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; OLIVEIRA FERREIRA, J. & GUIMARÃES, A.E. 1988. Study on the natural history of malaria in areas of the Rondonia State - Brazil and problems related to its control. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo*, 30:153-156.
- ELETRONORTE. 1986. Programa de Controle de Macrófitas Aquáticas. Monitoramento e Remoção. TUC-10-26301-PR. Relatório 16pp.
- ELETRONORTE. 1992. Balbina: Ambiente e Desenvolvimento. Publicação do Departamento de Meio Ambiente e de Comunicação Social. Brasília-DF, 24 p.
- FORATTINI, O. P. 1962. *Entomologia Médica*. São Paulo. Publicação da Fac. Hig. Saúde Publ. da USP. v.I 662 pp.
- FROELICH, S., FIGUEIREDO, A. &

- MIYAI, R. 1993. Características Físico-Químicas de Reservatórios na Amazônia: UHE Tucuruí e Balbina. Monografia apresentada no Curso Int. de Limn. e Manejo de Águas Interiores. Univ. das N.U./USP/Esc. Eng. S.Carlos. São Carlos, S.P. 33 pp.
- JUNK, W.J. & NUNES DE MELLO, J.A.S. 1987. Impactos ecológicos das hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. In: G. Kohlhepp & A. Schrader (org.). *Homem e Natureza na Amazônia*. Tubinger Geographische Studien 95 (Tubiger Beiträge Zur Geografischen Lateinamerika - Forschung 3). Geographisches Institut, Universität Tübingen, Tübingen, Rep. Fed. da Alemanha. p.367-385.
- LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; GUIMARÃES, A.E.G.; ARLÉ, M.; SILVA, T.F.; CASTRO, M.G.; MOTTA, M.A. & DEANE, L.M. 1989. Anopheline species, some of their habits and relation to malaria in endemic areas of Rondonia State, Amazon region of Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 84: 485-491.
- MARQUES, A.C. & CARDENAS, H. 1994. Combate a malária no Brasil: evolução, situação atual e perspectivas. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 27: (Sup III) 91-108.
- REINERT, J.F. 1975 Mosquito generic and subgeneric abbreviations (Diptera: Culicidae) *Mosq. System.*, 7:105-110.
- SIOLI, H. 1968. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana*, 1:267-277.
- TADEI, W.P.; MASCARENHAS, B.M. & PODESTA, M.G. 1983. Biología de anofelinos amazônicos. VIII. Conhecimentos sobre a distribuição de espécies de *Anopheles* na região de Tucuruí-Marabá (Pará). *Acta Amazonica*, 13:103-140.
- TADEI, W.P.; SANTOS, J.M.M.; COSTA, W.L.S. & SCARPASSA, V.M. 1988. Biología de anofelinos amazônicos. XII. Ocorrência de espécies de *Anopheles*, dinâmica da transmissão e controle da malária na zona urbana de Ariquemes (Rondonia). *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 30:221-251.
- TADEI, W.P.; SANTOS, J.M.M.; SCARPASSA, V.M. & RODRIGUES, I.B. 1993. Incidência, Distribuição e Aspectos Ecológicos de Espécies de *Anopheles* (Diptera: Culicidae), em Regiões Naturais e Sob Impacto Ambiental da Amazônia Brasileira. In: FERREIRA, E.J.G.; SANTOS, G.M.; LEÃO, E.L.M. & OLIVEIRA, L.A. (eds.) *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Vol.2 167-196.
- TUNDISI, J.G. 1988. Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: Tundisi, J.G. 1988. *Limnología e manejo de represas*. São Paulo. Vol. 1 tomo 1. p. 1-75.

Aceito para publicação em 25.11.96