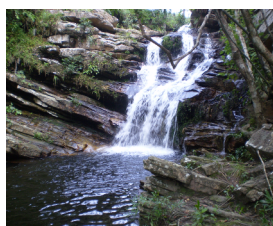




## **SIMULÍDEOS (DIPTERA: NEMATOCERA) DAS BACIAS DO LESTE DO ESTADO DO PARÁ, COM ÊNFASE NA SERRA DOS MARTÍRIOS-ANDORINHAS**

**Emerson Monteiro dos Santos**

Orientador: Inocêncio de Sousa Gorayeb





Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
Tecnológico



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Zoologia,  
Entomologia



Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas,  
Zoologia



Programa de Pós-Graduação em Zoologia convênio entre  
a Universidade Federal do Pará e Museu Paraense  
Emílio Goeldi

**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE DOUTORADO EM ZOOLOGIA**

**SIMULÍDEOS (DIPTERA: NEMATOCERA) DAS BACIAS DO LESTE  
DO ESTADO DO PARÁ, COM ÊNFASE NA SERRA DOS  
MARTÍRIOS-ANDORINHAS**

**EMERSON MONTEIRO DOS SANTOS**

**Tese de Doutorado, apresentada ao  
programa de Pós - Graduação em  
Zoologia, curso de doutorado, da  
Universidade Federal do Pará em  
convênio com o Museu Paraense Emílio  
Goeldi, como requisito para obtenção do  
grau de doutor em Zoologia.**

**Orientador: Inocêncio de Sousa Gorayeb**

**Belém - Pará - Brasil  
Novembro de 2008**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

MONTEIRO-SANTOS, E.

Simulídeos (Diptera: Nematocera) das bacias do leste do Estado do Pará, com ênfase na Serra dos Martírios-Andorinhas.

Belém: MPEG/UFPA, 2008.

xxvi + 187 p.

Tese de Doutorado em Zoologia pela Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi.

1. Simuliidae 2. Entomofauna 3. Serra das Andorinhas 4. Amazônia 5. Pará.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Dr. Inocêncio de Sousa Gorayeb pela orientação deste trabalho.

À Dra. Neusa Hamada do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus/AM, pelas boas trocas de informações científicas durante a realização deste trabalho.

Ao MCT/CNPq pela bolsa concedida, ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e no Programa da pós-graduação em Zoologia pela formação de minha carreira de pesquisa.

Ao Sr. Gabriel Guerreiro, da Secretaria Executiva de Ciência e Tecnologia do Estado do Pará (SECTAM/PA), como secretário durante os anos de 2003 a 2006, aprovou pelo Fundo Estadual de Meio Ambiente este projeto, proporcionando o seu desenvolvimento na Serra das Andorinhas.

À minha esposa Alexsandra Rodrigues da Silva, pelo apoio e compreensão durante o período de desenvolvimento desta Tese.

À Vale, pelo apoio nos estudos desenvolvidos na Serra dos Carajás, município de Canaã dos Carajás.

À Coordenação de Zoologia do MPEG, por ter concedido veículo, técnicos de apoio a pesquisa e suas infraestruturas de pesquisas para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao mestre José Moacir Ferreira Ribeiro, da curadoria de Entomologia do INPA/MA, pela identificação dos espécimes de Plecoptera.

À Coordenação de Ciência da Terra e Ecologia (CCTE) do MPEG, pela autorização de uso do Laboratório de Química.

Ao mestre Amílcar Carvalho Mendes, do CCTE/MPEG, pelo empréstimo do fluxômetro durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Paulo Gorayeb, pelo apoio da Pro-reitoria de Pesquisa da UFPA para exposição deste trabalho no “III Encontro Latino-Americano de Simuliidae”, que se realizou na Universidade de São Carlos - UFSCAR/SP, 2005.

Aos Drs. José Maria Soares Barata, da USP, Francisco Limeira da UEMA e à mestre Therezinha Pimentel Chaves, do MPEG, pelas discussões científicas deste trabalho.

À Elzir Amorin diretora do Parque Estadual Serra dos Martírios-Andorinhas/PA e Ivelise Fioque, responsável pelo Parque na SECTAM em Belém, por autorizar e facilitar o bom andamento dos trabalhos de campo.

À Maria de Lourdes, Diretora da Fundação Serra das Andorinhas, por ter concedido alojamento para a equipe de campo.

Aos motoristas Benedito da Cunha Seabra e Walder Marinho Ferreira Perreira, do MPEG, pela excelente condução no trabalho de campo.

Aos técnicos e colegas bolsistas Augusto Quaresma, Domingos Dalcides dos Reis Guimarães, Luiz Edinelson Cardoso, Suellen de Carvalho Sousa, Olívia Aguiar de Souza e Rosimeire Lopes da Trindade da Divisão de Invertebrados do MPEG, pela ajuda nas coletas de simulídeos em campo.

Aos técnicos José Paulo Sarmiento, Leide Carmem de Sousa Lemos e Ieda Hagmann Bentes Soffiatti, do CCTE/ MPEG, pelo apoio na análise química da água.

Ao biólogo, Pierre Jauffret, por ter proporcionado uma expedição para coleta de material biológico no leste paraense no ano de 2001.

À minha mãe Terezinha J. Monteiro Santos e família pelo apoio e compreensão durante o período do desenvolvimento do curso.

Aos Srs. José Spanner, Antônio Viana da Conceição, Moacir Gomes dos Santos, Messias de Sousa, Antônio Pereira de Freitas, José Lopes da Silva, Germano Machado dos Santos Filho, as Sras. Rita Lopes da Silva, Iolanda Lopes da Silva, Conceição Lopes da Silva, Josefa Maria Deumuth e aos meninos da comunidade, Orlando Lopes da Silva, Elias Felizardo, Júlio, Ailton, Sebastião e Renato, pelo apoio proporcionado na Serra das Andorinhas.

Ao Gerente Alex Souza da Silva, do Projeto MEJER Agro-Florestal, por autorizar entrada na área de plantação de dendê do município de Bonito, PA.

Ao Sr. Emanuel José de Lima, Engenheiro Agrônomo do Projeto MEJER Agro-Florestal, por ter conduzido a equipe até a nascente do rio Caeté.

Aos Srs. Gregório Leão de Aviz e Nonato de Aviz, às Sras. Margarete Pereira de Aviz e Maria da Paz Gomes de Aviz, pelo apoio de alojamento e alimentação durante trabalho de campo no município de Tracuateua.

Ao Sr. Elias Lima Sampaio, vereador do município de Viseu/PA, pelo apoio no alojamento na vila de Curupaiti, proporcionando o desenvolvimento dos trabalhos nos rios Piriá, Gurupi, Itacupim e Emboraí.

Aos amigos e colegas Salustiano Neto, Maurício Abdon, Roberta Valente, Priscila Flexa, Paola Vieira, Ivaneide Furtado, Daniele Gidsicki, Paula Bitar e Ronildo dos Santos, pelas importantes discussões científicas, políticas e sociais durante o curso.

Enfim, a todas as pessoas que direta e indiretamente tornaram possível a realização destes estudos.

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xviii
<b>RESUMO</b> .....	xxiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xxv
<b>CAPÍTULO I - DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO E CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DE SIMULIIDAE DO LESTE DO ESTADO DO PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL</b> .....	02
<b>1.1. Introdução</b> .....	03
<b>1.2. Objetivo</b> .....	07
1.2.1. Objetivo Geral .....	07
1.2.2. Objetivos Específicos .....	07
<b>1.3. Metodologia</b> .....	07
1.3.1. Área de Estudo .....	07
1.3.2. Clima .....	12
1.3.3. Vegetação .....	13
1.3.4. Relevo e Geomorfologia .....	14
1.3.5. Desenho amostral e distribuição geográfica de simulídeos .....	15
1.3.6. Chave para identificação dos simulídeos do leste paraense .....	18
1.3.7. Estatística .....	20

<b>1.4. Resultado e Discussão</b> .....	20
1.4.1. <i>S. nigrimanum</i> .....	21
1.4.2. <i>S. incrustatum</i> .....	22
1.4.3. <i>S. minusculum</i> .....	24
1.4.4. <i>S. quadrifidum</i> .....	25
1.4.5. <i>S. limbatum</i> .....	27
1.4.6. <i>S. perflavum</i> .....	27
1.4.7. <i>S. iracouboense</i> .....	30
1.4.8. <i>S. rorotaense</i> .....	31
1.4.9. <i>S. spinibranchium</i> .....	32
1.4.10. <i>S. subpallidum</i> .....	33
1.4.11. <i>S. pertinax</i> .....	34
1.4.12. <i>S. subnigrum</i> .....	35
1.4.13. <i>S. brachycladum</i> .....	36
1.4.14. <i>S. goeldii</i> .....	37
1.4.15. Chave para identificação de pupas das espécies de <i>Simulium</i> do leste do Estado do Pará .....	39
1.4.16. Levantamento de Simuliidae e entomofauna aquática associada, na região da Costa Atlântica-Nordeste.....	41
1.4.17. Levantamento de Simuliidae e entomofauna aquática associada, na região Tocantins-Araguaia .....	42
1.4.18. Diversidade de simulídeos da região Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia .....	47
<b>1.5. Conclusão</b> .....	48
<b>1.6. Referência Bibliográfica</b> .....	80

<b>CAPÍTULO II - ATIVIDADES HEMATOFÁGICAS DE TRÊS ESPÉCIES DE SIMULIIDAE (DIPTERA: NEMATOCERA) EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMÁTICOS NA SERRA DAS ANDORINHAS, PARÁ, BRASIL .....</b>	<b>91</b>
<b>2.1. Introdução .....</b>	<b>92</b>
<b>2.2. Objetivo .....</b>	<b>94</b>
<b>2.3. Metodologia .....</b>	<b>95</b>
2.3.1. Área de Estudo .....	95
2.3.2. Captura de simulídeos .....	95
2.3.3. Tratamento dos dados .....	96
<b>2.4. Resultado e Discussão .....</b>	<b>96</b>
2.4.1. Atividades hematofágicas das espécies de simulídeos no período de chuva e seca .....	96
2.4.2. Relação dos de fatores abióticos na atividade hematofágica durante o período chuvoso .....	100
2.4.3. Relação dos fatores abióticos na atividade hematofágica durante o período seco .....	102
2.4.4. Atividade de ataque de <i>S. pertinax</i> , <i>S. rorotaense</i> e <i>S. minusculum</i> por região corpórea do homem .....	105
<b>2.5. Conclusão .....</b>	<b>106</b>
<b>2.6. Referência Bibliográfica .....</b>	<b>121</b>
<b>CAPÍTULO III - RELAÇÃO DOS FATORES LIMNOLÓGICOS COM POPULAÇÕES DE SIMULIIDAE E ENTOMOFAUNA AQUÁTICA ASSOCIADA NA REGIÃO TOCANTINS-ARAGUAIA E COSTA ATLÂNTICA-NORDESTE PARÁ, BRASIL .....</b>	<b>126</b>
<b>3.1. Introdução .....</b>	<b>127</b>
<b>3.2. Objetivo .....</b>	<b>129</b>
<b>3.3. Metodologia .....</b>	<b>129</b>

3.3.1. Área de Estudo .....	129
3.3.2. Métodos de levantamento de simuliídeos e entomofauna aquática associada .....	129
3.3.3. Conservação, depósito e identificação do material coletado .....	130
3.3.4. Análises dos fatores limnológicos .....	130
3.3.5. Parâmetros meteorológicos .....	133
3.3.6. Estatística .....	133
<b>3.4. Resultado e Discussão .....</b>	<b>134</b>
3.4.1. Estudo dos fatores bióticos e limnológicos da região Tocantins-Araguaia .....	134
3.4.2. Estudos dos fatores bióticos e abióticos da região Costa Atlântica-Nordeste .....	136
3.4.3. Parâmetros meteorológicos .....	139
<b>3.5. Conclusão .....</b>	<b>140</b>
<b>3.6. Referência Bibliográfica .....</b>	<b>160</b>
<b>CAPÍTULO IV - ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO HABITAT E SIMILARIDADE ENTRE ÁREAS DO LESTE DO PARÁ, COM BASE EM PROTOCOLO AMBIENTAL E ESPÉCIES DE SIMULIIDAE .....</b>	<b>164</b>
<b>4.1. Introdução .....</b>	<b>165</b>
<b>4.2. Objetivo .....</b>	<b>167</b>
<b>4.3. Metodologia .....</b>	<b>167</b>
4.3.1. Área de Estudo .....	167
4.3.2. Métodos .....	167
4.3.3. Estatística .....	168
<b>4.4. Resultado e Discussão .....</b>	<b>168</b>

4.4.1. Conservação de habitats .....	168
4.4.2. Similaridade entre áreas .....	171
<b>4.5. Conclusão .....</b>	<b>172</b>
<b>4.6. Referência Bibliográfica .....</b>	<b>185</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.1</b> Simuliidae. <b>a</b> - Massa de ovos; <b>b</b> e <b>c</b> - Vista dorsal e lateral de uma larva; <b>d</b> - Adultos fêmeas em pleno vôo para ovopostura; <b>e</b> - Pupas em substrato natural; <b>f</b> - Ambiente característico de criadouros de piuns na corredeira São Félix, na Serra das Andorinhas (Fotos: I.S. Gorayeb) .....	02
<b>Figura 1.2</b> Área de Estudo. Mapa hidrográfico mostrando as bacias do leste paraense. O círculo negro indica a localização da Serra dos Martírios-Andorinhas e o branco, a Serra dos Carajás (IBGE, 2003) .....	50
<b>Figura 1.3</b> Área de estudo. Corte de imagem do satélite Landsat ETM. O círculo negro indica a localização da Serra das Andorinhas. <b>I.S.C.</b> - Igarapé Santa Cruz; <b>Co.I.</b> - Corredeira Isidório; <b>Co.S.F.</b> - Corredeira São Félix; <b>Co.T.</b> - Corredeira Toninho; <b>C.C.</b> - Cachoeira Caldeirão; <b>C.A.M.</b> - Cachoeira Altos Montes; <b>C.A.B.</b> - Cachoeira Água Bonita; <b>R.S.Mo.</b> - Ribeirão Sucupira, Montante; <b>R.S.Me.</b> - Curso Médio do ribeirão Sucupira; <b>R.S.J.</b> - Ribeirão Sucupira, Jusante; <b>R.A.</b> - Rio Araguaia .....	51
<b>Figura 1.4</b> Área de Estudo. Mapa das principais bacias do Estado do Pará, representadas por regiões. Destaque para as regiões Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste (NHM-SECTAM/PA, 2001) .....	52
<b>Figura 1.5</b> Desenho amostal. Um trecho no curso d'água com percurso de transecto de 15 m, nas margens direita e esquerda .....	53
<b>Figura 1.6</b> <i>S. nigrimanum</i> . <b>A</b> - Pupa; <b>b</b> - filamentos branquiais. (Foto: I.S. Gorayeb) .....	53
<b>Figura 1.7</b> Abundância de simulídeos e entomofauna aquática associada nos diferentes pontos de amostragem da Costa Atlântica-Nordeste .....	54
<b>Figura 1.8</b> Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas ordens amostradas da Costa Atlântica-Nordeste .....	54

<b>Figura 1.9</b>	Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas famílias amostradas da Costa Atlântica-Nordeste .....	55
<b>Figura 1.10</b>	Abundância de simúlídeos e entomofauna aquática associada nos diferentes pontos de amostragem da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia) .....	55
<b>Figura 1.11</b>	Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas ordens amostradas da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia) .....	56
<b>Figura 1.12</b>	Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas famílias amostradas da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia) .....	56
<b>Figura 1.13</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), igarapé Santa Cruz, Serra das Andorinhas .....	57
<b>Figura 1.14</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), corredeira Toninho, Serra das Andorinhas .....	57
<b>Figura 1.15</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), cachoeira Altos Montes, Serra das Andorinhas .....	58
<b>Figura 1.16</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), cachoeira Água Bonita, Serra das Andorinhas .....	58
<b>Figura 1.17</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), corredeira Isidório, Serra das Andorinhas .....	59
<b>Figura 1.18</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), cachoeira Caldeirão, Serra das Andorinhas .....	59
<b>Figura 1.19</b>	Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), corredeira São Félix, Serra das Andorinhas .....	60

<b>Figura 1.20</b>	Abundância relativa das espécies de simuliídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), ribeirão Sucupira a montante da escola da Fundação Serra das Andorinhas .....	60
<b>Figura 1.21</b>	Abundância relativa das espécies de simuliídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), curso médio do ribeirão Sucupira (situado na estrada entre São Geraldo do Araguaia e Sta. Cruz), Serra das Andorinhas .....	61
<b>Figura 1.22</b>	Abundância relativa das espécies de simuliídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), ribeirão Sucupira jusante do cerrado Sucupira, Serra das Andorinhas .....	61
<b>Figura 1.23</b>	Abundância de simuliídeos e entomofauna aquática associada nos diferentes pontos de amostragem da Serra dos Carajás (região Tocantins-Araguaia) .....	62
<b>Figura 1.24</b>	Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas ordens amostradas da Serra dos Carajás (região Tocantins-Araguaia) .....	62
<b>Figura 1.25</b>	Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas famílias amostradas da Serra dos Carajás (região Tocantins-Araguaia) .....	63
<b>Figura 1.26</b>	Curva de acumulação dos índices da estimativa da riqueza de espécies de simuliídeos por número de amostras da região Costa Atlântica-Nordeste .....	63
<b>Figura 1.27</b>	Curva de acumulação dos índices da estimativa da riqueza de espécies de simuliídeos por número de amostras coletadas na região Tocantins-Araguaia .....	64
<b>Figura 2.1</b>	Área de estudo. <b>a</b> - Vegetação ripária, leito do córrego e a localidade do experimento de atividade antropófila; <b>b</b> - Córrego Altos Montes; <b>c</b> - Alteração do ambiente para residência e introdução de vegetais não autóctones da Serra das Andorinhas (Fotos: I. S. Gorayeb, jan./06) .....	91
<b>Figura 2.2</b>	Atividade hematofágica média, diurna, de <i>Simulium rorotaense</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. pertinax</i> nos períodos chuvoso e seco, em Altos Montes, Serra das Andorinhas, Pará, Amazônia Oriental .....	108

<b>Figura 2.3</b>	Atividade antropófila de <i>Simulium rorotaense</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. pertinax</i> por horas do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período chuvoso), na Serra das Andorinhas (PA). 27/II/2006 .....	109
<b>Figura 2.4</b>	Atividade antropófila de <i>S. rorotaense</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. pertinax</i> por hora do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período chuvoso), na Serra das Andorinhas (PA). 25/IV/2006 .....	110
<b>Figura 2.5</b>	Atividade antropófila de <i>S. rorotaense</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. pertinax</i> por horas do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período seco), na Serra das Andorinhas (PA). 18/VIII/2006 .....	111
<b>Figura 2.6</b>	Atividade antropófila de <i>S. rorotaense</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. pertinax</i> por hora do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no final do período seco), na Serra das Andorinhas (PA). 06/XII/2006 .....	112
<b>Figura 2.7</b>	Atividade hematofágica média de <i>S. pertinax</i> , <i>S. rorotaense</i> e <i>S. minusculum</i> por parte corpórea, na Serra das Andorinhas (PA). (a) - Chuva; (b) -Seca .....	113
<b>Figura 2.8</b>	Atividade hematofágica total de <i>S. pertinax</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. rorotaense</i> por parte corpórea, na Serra das Andorinhas (PA). (a) - Janeiro/06; (b) - Abril/06 .....	114
<b>Figura 2.9</b>	Atividade hematofágica total de <i>S. pertinax</i> , <i>S. minusculum</i> e <i>S. rorotaense</i> por parte corpórea, na Serra das Andorinhas(PA). (a) - Agosto/06; (b) - Dezembro/06 .....	115
<b>Figura 3.1</b>	Margem esquerda do rio Araguaia, Serra das Andorinhas. a - Área de praia com vista para a Serra; b - Vista do rio e mata de encosta; c - Rio com água baixa e fundo do leito constituído de rochas (Fotos: I. S. Gorayeb, jun./01) .....	126
<b>Figura 3.2</b>	Aparelhos para registrar os fatores físicos e químicos d'água nos diversos sistemas aquáticos propostos. a - condutivímetro; b - oxímetro; c - pHmetro .....	142
<b>Figura 3.3</b>	Laboratório improvisado na Fundação Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia (PA), utilizado para tratamento de água e conservação de material biológico coletado .....	142

<b>Figura 3.4</b>	Diagrama de ordenação das variáveis bióticas e abióticas da região Tocantins-Araguaia em dois eixos da análise de correspondência canônica. As variáveis bióticas estão representadas pelos pontos pretos .....	143
<b>Figura 3.5</b>	Diagrama de ordenação das variáveis bióticas e abióticas da região Costa Atlântica-Nordeste em dois eixos da análise de correspondência canônica. As variáveis bióticas estão representadas pelos pontos pretos .....	144
<b>Figura 4.1</b>	Sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas. <b>a</b> - Cachoeira Spanner; <b>b</b> - Cachoeira Caldeirão; <b>c</b> - Ambiente aquático dos Altos Montes (Fotos: I.S. Gorayeb, jan./06) .....	164
<b>Figura 4.2</b>	Ribeirão Sucupira. <b>a</b> - Curso Médio, com vegetação ripário; <b>b</b> - Jusante, com vegetação de cerrado (Fotos: <b>a</b> - I.S. Gorayeb; <b>b</b> - R.L. Trindade, jan./06) .....	173
<b>Figura 4.3</b>	Área de Proteção Ambiental de São Geraldo do Araguaia - PA. <b>a</b> - Ambiente de praia; <b>b</b> - Cachoeira Três Quedas (Fotos: <b>a</b> - J.M. Barata, ago./06; <b>b</b> - I.S. Gorayeb, abr./06) .....	174
<b>Figura 4.4</b>	Costa Atlântica-Nordeste. <b>a</b> - Vista das margens do rio Jeju, que corta a BR-316; <b>b</b> - Vista das tubulações do rio Tracuateua, criadouro de <i>S. perflavum</i> (Fotos: R.L. Trindade, fev./07).....	175
<b>Figura 4.5</b>	Costa Atlântica-Nordeste. <b>a</b> - Igarapé da fazenda EMA; <b>b</b> - Vista do rio da Basília, criadouros de <i>S. perflavum</i> e <i>S. incrustatum</i> (Fotos: <b>a</b> - R.L. Trindade, fev./07; <b>b</b> - E. Monteiro-Santos, fev./07) .....	176
<b>Figura 4.6</b>	Dendrograma de similaridade entre as Serras das Andorinhas e Carajás (Tocantins-Araguaia) e Costa Atlântica-Nordeste, com base na composição de simúlideos .....	177

## LISTA DE TABELAS

		Página
<b>Tabela 1.1</b>	Pontos, coordenadas geográficas, localidades de coletas de simúlideos e insetos aquáticos associados do leste paraense .....	65
<b>Tabela 1.2</b>	Taxocenose de simúlideos e entomofauna aquática associada na Costa Atlântica-Nordeste. ITU = Igarapé do Tubo; ICA = Igarapé Castanheira; IRD = Igarapé Riacho Doce; IMA = Igarapé Matupiri; RTR = Rio Tracuateua; RCA = Rio Caeté; IES = Igarapé da Estiva; RTA = Rio Tacianteua; RJE = Rio Jeju; REM = Rio Emboraí; RCU = Rio Curupaiti; IEN = Igarapé Estrada Nova; IGU = Igarapé Gurupi; IVC = Igarapé Vila Cardoso; IPI = Igarapé Piriá; IITA = Igarapé Itacupim; IPA = Igarapé PA-242; IFE = Igarapé Fazenda EMA; IJU = Igarapé Jutaí; e IBA = Igarapé da Basília. Total de exemplares coletados, média e desvio padrão (DP) .....	69
<b>Tabela 1.3</b>	Taxocenose de simúlideos e entomofauna aquática associada no período de chuva, Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia. ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante. DP = Desvio Padrão .....	71
<b>Tabela 1.4</b>	Taxocenose de simúlideos e entomofauna aquática associada no período seco, Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia. ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante. DP = Desvio Padrão .....	73
<b>Tabela 1.5</b>	Taxocenose de simúlideos e entomofauna aquática associada nos períodos chuvoso e seco, Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia. ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante. DP = Desvio Padrão .....	75

<b>Tabela 1.6</b>	Taxocenose de simuliídeos e entomofauna aquática associada, Serra dos Carajás, região Tocantins-Araguaia. Dados de três campanhas (mai. - out./04 e nov./05). IBNV = Igarapé da Base do Níquel Vermelho; RF = Rio Fumaça; RA = Rio Araras; RP = Rio Parauapebas; IR = Igarapé Rafael; e IL = Igarapé dos Lagos. DP = Desvio Padrão .....	77
<b>Tabela 1.7</b>	Índice de Diversidade (Colwell, 2005) de Simuliidae, com média e desvio padrão, região da Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia .....	79
<b>Tabela 2.1</b>	Atividades antropófilas das espécies de simuliídeos por horário do dia, totais e médias, por parâmetro microclimático médio, no período chuvoso. Luz = Luminosidade; Temp. = Temperatura do ar; U.R.A. = Umidade relativa do ar; e DP = Desvio padrão. N = 50 .....	116
<b>Tabela 2.2</b>	Atividades antropófilas das espécies de simuliídeos por horário do dia, totais e médias, por parâmetro microclimático médio, no período seco. Luz = Luminosidade; Temp. = Temperatura do ar; U.R.A. = Umidade relativa do ar; e DP = Desvio padrão. N = 50 .....	117
<b>Tabela 2.3</b>	Modelo Linear de atividade hematofágica de <i>S. rorotanesse</i> em relação aos fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas .....	118
<b>Tabela 2.4</b>	Modelo Linear de atividade hematofágica de <i>S. minusculum</i> em relação aos fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas .....	119
<b>Tabela 2.5</b>	Modelo Linear de atividade hematofágica de <i>S. pertinax</i> em relação aos fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas .....	120
<b>Tabela 2.6</b>	Correlação de Pearson (r) entre os fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas .....	120

<b>Tabela 3.1</b>	Localidades de estudo, data, hora e variáveis físicas e químicas com média e desvio padrão, por campanha de campo na Serra das Andorinhas. Temp. = temperatura da água, pH = potencial hidrogeniônico, C.E. = condutividade elétrica, Prof. = profundidade média, Larg. = largura média, Veloc. = velocidade, Vaz. = vazão, O.D. = oxigênio dissolvido, Cl = cloreto, CaCO <sub>3</sub> = alcalinidade, Ca <sup>++</sup> = cálcio, Mg <sup>++</sup> = magnésio, K <sup>+</sup> = potássio, Na <sup>+</sup> = sódio, Fe <sup>++</sup> = ferro .....	145
<b>Tabela 3.2</b>	Localidades de estudo com os períodos do ano, valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão (DP) registrados para as variáveis físicas e químicas obtidos nos sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas - PA. (Temp. = temperatura da água, pH = potencial hidrogeniônico, C.E. = condutividade elétrica, Veloc. = velocidade, Vaz. = vazão, O.D. = oxigênio dissolvido, Cl = cloreto, CaCO <sub>3</sub> = alcalinidade, Ca <sup>++</sup> = cálcio, Mg <sup>++</sup> = magnésio, K <sup>+</sup> = potássio, Na <sup>+</sup> = sódio, Fe <sup>++</sup> = ferro) .....	148
<b>Tabela 3.3</b>	Localidade de estudo, data, hora e variáveis físicas e químicas com média e desvio padrão da região Costa Atlântica-Nordeste. (Temp. = temperatura da água, pH = potencial hidrogeniônico, C.E. = condutividade elétrica, Prof. = profundidade média, Larg. = largura média, Veloc. = velocidade, Vaz. = vazão, O.D. = oxigênio dissolvido, Cl = cloreto, CaCO <sub>3</sub> = alcalinidade, Ca <sup>++</sup> = cálcio, Mg <sup>++</sup> = magnésio, K <sup>+</sup> = potássio, Na <sup>+</sup> = sódio, Fe <sup>++</sup> = ferro) .....	152
<b>Tabela 3.4</b>	Correlação de Pearson (r) entre vazão, velocidade, profundidade, largura, pH e alcalinidade e as demais variáveis abióticas mensuradas nos sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia .....	153
<b>Tabela 3.5</b>	Correlação entre variáveis abióticas e os eixos 1 e 2 da análise de correspondência canônica das regiões Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste. As variáveis físicas foram as mais significativas .....	154
<b>Tabela 3.6</b>	Correlação entre variáveis abióticas e os eixos 1 e 2 da análise de correspondência canônica da região Tocantins-Araguaia. O eixo 1 apresenta valores positivos que estão correlacionados com a maior vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro, enquanto os negativos correlacionam-se aos menores valores destes fatores abióticos. O eixo 2 apresentou uma menor variância .....	155

<b>Tabela 3.7</b>	Correlação de Pearson (r) entre vazão, velocidade, profundidade, largura, pH e alcalinidade e as demais variáveis abióticas mensuradas nos sistemas aquáticos da sub-região do Atlântico, região da Costa Atlântica-Nordeste .....	156
<b>Tabela 3.8</b>	Correlação entre variáveis abióticas e os eixos 1 e 2 da análise de correspondência canônica da região Costa Atlântica-Nordeste. O eixo 1 apresenta valores positivos que estão correlacionados com a maior vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade, pH e ferro, enquanto os negativos correlacionam-se aos menores valores destes fatores abióticos. O eixo 2 apresentou uma menor variância .....	157
<b>Tabela 3.9</b>	Média e desvio padrão dos parâmetros climáticos (precipitação pluviométrica, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) obtidos por mês, da estação do município de Canaã dos Carajás, Tocantins-Araguaia .....	158
<b>Tabela 3.10</b>	Média e desvio padrão dos parâmetros climáticos (precipitação pluviométrica, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) obtidos por mês, da estação do município de Barcarena, Costa Atlântica-Nordeste .....	159
<b>Tabela 4.1</b>	Avaliação da diversidade de micro-habitats em trechos das micro-bacias estudadas, baseada no protocolo da Agência Ambiental de Ohio (EUA), modificado. Pontuações: 4 ptos. = situação natural; 2 e 0 ptos. = situações leve ou severamente alteradas .....	178
<b>Tabela 4.2</b>	Avaliação da diversidade de micro-habitats em trechos das micro-bacias estudadas, modificado por Callisto <i>et al.</i> (2002) .....	179
<b>Tabela 4.3</b>	Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas (Tocantins-Araguaia). ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante da Escola da Fundação Serra das Andorinhas; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante do cerrado Sucupira .....	181

<b>Tabela 4.4</b>	Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da Serra dos Carajás (Tocantins-Araguaia). IBNV = Igarapé da Base do Níquel Vermelho; RF = Rio Fumaça; RA = Rio Araras; RP = Rio Parauapebas; IR = Igarapé Rafael; e IL = Igarapé dos Lagos .....	182
<b>Tabela 4.5</b>	Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da sub-região do Atlântico (Costa Atlântico-Nordeste). RTR = Rio Tracuateua; RQ = Rio Quatipuru; RTA = Rio Tacioteua; RCSVR = Rio Caeté sem vegetação ripária; RCVR = Rio com vegetação ripária; IES = Igarapé da Estiva; RJE = Rio Jeju; REM = Rio Emboraí; e RCU = Rio Curupaiti .....	183
<b>Tabela 4.6</b>	Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da sub-região do Atlântico (Costa Atlântico-Nordeste). IEN = Igarapé Estrada Nova; IGU = Igarapé Gurupi; IVC = Igarapé Vila Cardoso; IPI = Igarapé Piriá; IITA = Igarapé Itacupim; IPA = Igarapé PA-242; IFE = Igarapé Fazenda EMA; IJU = Igarapé Jutaí; e IBA = Igarapé da Basília .....	184

## RESUMO

Os estudos neste trabalho acrescentam diversas informações sobre simulídeos (Diptera: Simuliidae) do leste do estado do Pará, Brasil. Tem como objetivo avaliar a distribuição geográfica das espécies; elaborar uma chave para a identificação de pupas de simulídeos do leste paraense; estimar a riqueza de espécies; avaliar a atividade hematofágica diurna; avaliar a relação dos fatores limnológicos e meteorológicos com as populações de simulídeos e outros insetos aquáticos associados; registrar o estado de conservação e similaridade de três áreas (Atlântico-Nordeste, Serras das Andorinhas e Carajás), baseadas em um protocolo ambiental e nas espécies de piuns. Foram registradas 14 espécies: *S. nigrimanum*, *S. incrustatum*, *S. minusculum*, *S. quadrifidum*, *S. limbatum*, *S. perflavum*, *S. iracouboense*, *S. rorotaense*, *S. spinibranchium*, *S. subpallidum*, *S. pertinax*, *S. subnigrum*, *S. brachycladum* e *S. goeldii*. Chave de identificação baseada nas pupas dessas espécies foi elaborada. Estes dados são inéditos e as espécies de interesse em saúde pública (*S. nigrimanum*, *S. incrustatum*, *S. rorotaense*, *S. minusculum*, *S. subnigrum* e *S. pertinax*) foram encontradas em diversos ambientes, com ampla distribuição e registros de novas ocorrências no Pará e Amazônia Oriental. Estudou-se a hematofagia de *S. rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* nos meses de janeiro, abril, agosto e dezembro de 2006, na Serra das Andorinhas. Estas atividades de ataque foram correlacionadas principalmente à temperatura e umidade relativa do ar, exibindo dois picos de atividades, um pela manhã e outro pela tarde. A preferência por regiões do corpo de humanos também foi estudada. Os simulídeos e entomofauna aquática

associada dos sistemas aquáticos foram ordenados em dois grupos e correlacionaram em maior ou menor grau à vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro, em ambas as regiões estudadas (Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia). Registrou-se ainda que o meio ambiente apresenta-se bem conservado na Serra das Andorinhas, mas bastante alterado na Serra dos Carajás e em localidades da Costa Atlântica-Nordeste. A maior similaridade na composição das espécies de simúlídeos foi observada entre as Serras das Andorinhas e Carajás, seguida pela similaridade com Costa Atlântica-Nordeste.

## ABSTRACT

This study adds to our knowledge of the medically important black flies (Diptera: Simuliidae) of eastern Pará state, Brazil, in terms of geographic distribution of species; taxonomic key for species identification based on pupae; estimation species richness; daily haematophagic activity; aspects of the relations of limnological and meteorological factors in relation to simuliid and associated aquatic insect population dynamics; biological conservation state; and similarity of three areas (Northeast-Atlantic, “Serras das Andorinhas e Carajás”) based on an environmental protocol and black flies species. Previously, 14 species of black flies had been registered in the study area: *S. nigrimanum*, *S. incrustatum*, *S. minusculum*, *S. quadrifidum*, *S. limbatum*, *S. perflavum*, *S. iracouboense*, *S. rorotaense*, *S. spinibranchium*, *S. subpallidum*, *S. pertinax*, *S. subnigrum*, *S. brachycladum*, and *S. goeldii*. A new identification key for species of Simuliidae pupae is provided for eastern Pará state. The important species for public health, such as *S. nigrimanum*, *S. incrustatum*, *S. rorotaense*, *S. minusculum*, *S. subnigrum*, and *S. pertinax*, have been found in diverse environments, with ample geographic distribution and new records of occurrence throughout Pará and eastern Amazonia. Studies of daily haematophagic activity of *S. rorotaense*, *S. minusculum*, and *S. pertinax* were made in the months of January, April, August, and December of 2006, at “Serra das Andorinhas” in southeastern Pará. Biting activity is correlated mainly with air temperature and relative humidity and exhibits two daily activity peaks in the early morning and late afternoon. Biting preference for selected regions of the human body also was seen to differ among species.

Black fly species and their associated aquatic insects are assigned to two groups based on water characteristics. These are correlated in greater or minor degree with water outflow, speed, depth, width, alkalinity, and iron concentration in both studied regions (Northeast-Atlantic Coast and “Tocantins-Araguaia”). Environmental conditions in the “Serra das Andorinhas” were observed to have been well conserved, but those were altered at “Serra dos Carajás” and the Northeast-Atlantic Coast areas. A close similarity in black flies species composition was observed between the “Serra das Andorinhas” and the “Serra dos Carajás” areas, followed by their similarity with the Northeast-Atlantic Coast.

Esta Tese foi organizada com base no regimento do Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Federal do Pará em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi.

Os capítulos deste trabalho são:

- **CAPÍTULO I:** DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO E CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DE SIMULIIDAE DO LESTE DO ESTADO DO PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL;
- **CAPÍTULO II:** ATIVIDADES HEMATOFÁGICAS DE TRÊS ESPÉCIES DE SIMULIIDAE (DIPTERA: NEMATOCERA) EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMÁTICOS NA SERRA DAS ANDORINHAS, PARÁ, BRASIL;
- **CAPÍTULO III:** RELAÇÃO DOS FATORES LIMNOLÓGICOS COM POPULAÇÕES DE SIMULIIDAE E ENTOMOFAUNA AQUÁTICA ASSOCIADA NA REGIÃO TOCANTINS-ARAGUAIA E COSTA ATLÂNTICA-NORDESTE, PARÁ, BRASIL;
- **CAPÍTULO IV:** ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO HABITAT E SIMILARIDADE ENTRE ÁREAS DO LESTE DO PARÁ, COM BASE EM PROTOCOLO AMBIENTAL E ESPÉCIES DE SIMULIIDAE.

Cada capítulo apresenta: introdução, objetivo, metodologia, resultado, discussão, conclusão e referência bibliográfica.

## CAPÍTULO I

## DIVERSIDADE, DISTRIBUIÇÃO E CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DE SIMULIIDAE DO LESTE DO ESTADO DO PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

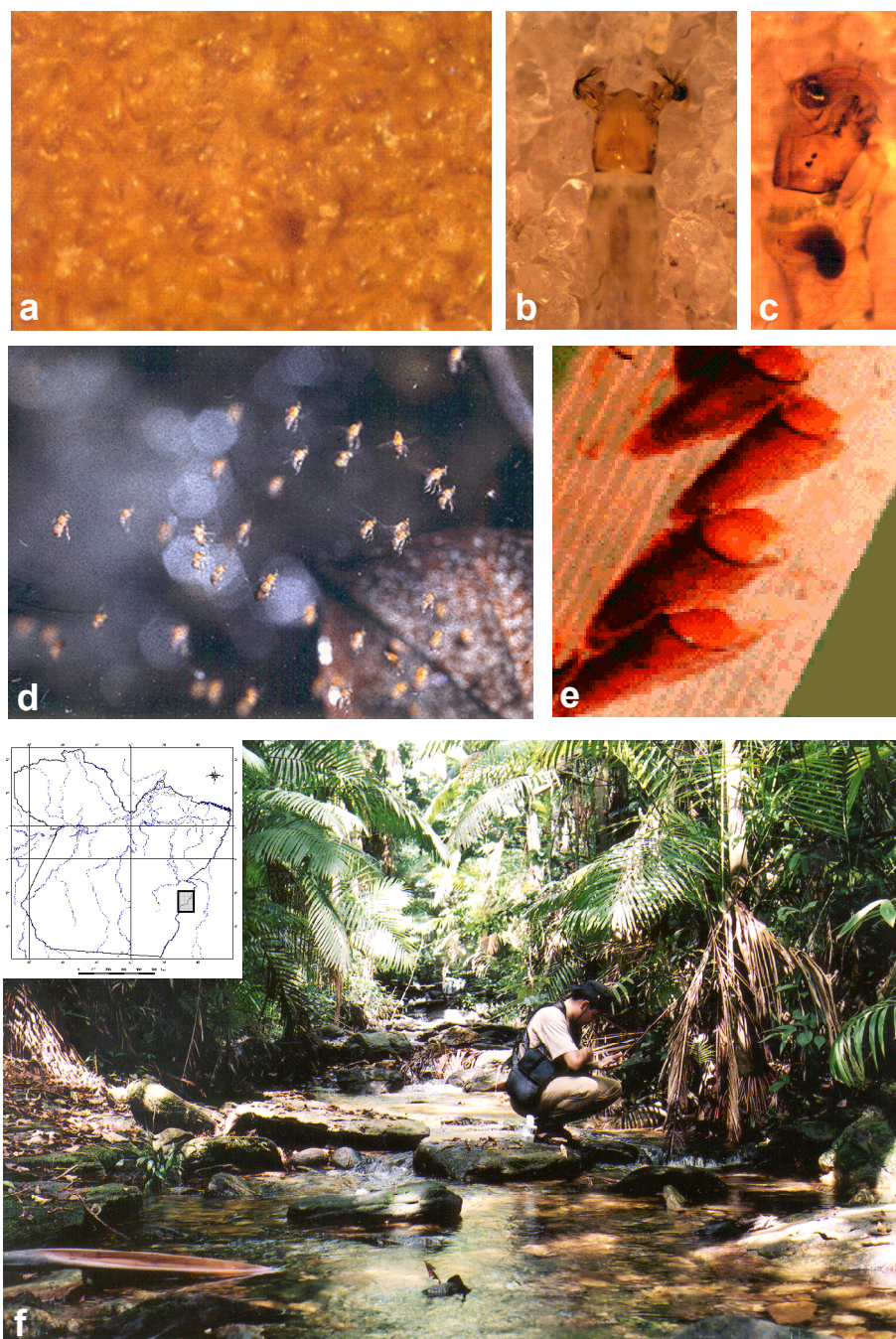


Figura 1.1. Simuliidae. **a** - Massa de ovos; **b** e **c** - Vista dorsal e lateral de uma larva; **d** - Adultos fêmeas em pleno vôo para ovopostura; **e** - Pupas em substrato natural; **f** - Ambiente característico de criadouros de piuns na corredeira São Félix, na Serra das Andorinhas (Fotos: I.S. Gorayeb).

## 1.1. Introdução

Os simulídeos são conhecidos vulgarmente no Brasil como “borrachudos” e “piuns”. Pertencem a ordem Diptera e sub-ordem Nematocera, que contém aproximadamente 2.072 espécies válidas no mundo (incluindo 12 espécies fósseis), sendo 93 registradas no Brasil, as quais 88 pertencem ao gênero *Simulium* Latreille, 1802, 4 ao gênero *Lutzsimulium* d’Andretta & d’Andretta, 1947 e 1 ao gênero *Araucnephia* Wygodzinsky & Coscarón, 1973. Na Amazônia Legal Brasileira são registradas 55 espécies (Adler & Crosskey, 2009). Os estudos desenvolvidos neste trabalho seguem esta escola taxonômica.

Os simulídeos são holometábolos, ou seja, apresentam os estágios de ovo, larva, pupa e adulto (Figuras 1.1.a-e). Completam seu ciclo biológico em meio terrestre (adultos) e aquático (ovos, larvas e pupas). São amplamente distribuídos no mundo, exceções a alguns desertos, ilhas sem água corrente e ao continente Antártico (Crosskey 1990).

Estes insetos têm importância médica e veterinária, pois as fêmeas, geralmente, têm hábitos hematofágicos, sendo potenciais transmissoras de agentes etiológicos, tais como bactérias, helmintos, protozoários e vírus (Pinto, 1931; Lane, 1949; Dalmat, 1955; Anderson, 1961; Cerqueira, 1967; Hamada, 1993).

Blacklock (1926), Hoffman (1930) e Strong (1931a,b) incriminaram algumas espécies de simulídeos como vetor da oncocercose, uma doença parasitária crônica, exclusiva de humanos (com notificação compulsória), causada pelo verme *Onchocerca volvulus*, caracteriza-se pelo aparecimento de nódulos

subcutâneos fibrosos em várias regiões do corpo. Os nódulos são indolores e móveis e neles se alojam os vermes adultos. Estes eliminam microfírias que, ao se desintegrarem na pele, causam manifestações cutâneas, que podem ser agudas e crônicas. A migração das microfírias pode atingir os olhos, provocando lesões oculares variadas, podendo levar à cegueira. A maior parte das pessoas infectadas é assintomática. No entanto, com o passar do tempo os sintomas e sinais podem aparecer, constando basicamente de: nódulos no corpo ou na cabeça; lesões na pele; doença dos olhos. A prevalência da oncocercose é influenciada pela proximidade dos rios e afluentes, que se constituem o local de desenvolvimento das larvas deste vetor, por essa razão a doença é conhecida como “cegueira dos rios”. Há registro de que *Simulium incrustatum* seja a principal espécie de Simuliidae na transmissão desta doença na região Amazônica.

Deane (1949), Cerqueira (1959) e Shelley & Shelley (1976) citam a existência da mansonelose transmitida por simulídeos ao ser humano. Pinheiro *et al.* (1974) sugeriram que a “síndrome hemorrágica de Altamira”, Pará, seria uma virose transmitida por simulídeos. Entretanto, hoje considera-se o mecanismo de desencadeamento da síndrome desconhecido, possivelmente relacionado a uma hipersensibilidade às substâncias contidas na saliva de piuns. Há suspeitas de que *S. nigrimanum* seja também responsável pelo pênfigo foliáceo (Shelley *et al.*, 2000). Outras características destas doenças estão melhor descritas no capítulo II desta Tese.

A ausência de dentes no cibário dos simulídeos não parece ser uma hipótese determinante na eficiência de transmissão de doenças ao homem,

principalmente quando se trata da Oncocercose (comunicação pessoal de Neusa Hamada).

As características dos habitats, precipitações, temperaturas, velocidades, níveis e tamanhos dos cursos d'água podem influenciar diretamente na composição e riqueza de espécies de simúlídeos (Hamada *et al.*, 2002; Gomes & Py-Daniel, 2002; Hamada & McCreddie, 1999; Grillet & Barrera, 1997; Coscarón *et al.*, 1996; McCreddie & Colbo, 1991, 1992; Colbo & Moorhouse, 1979; Lewis & Bennett, 1975; Carlsson, 1967).

Existem poucos trabalhos versando sobre a identificação de formas imaturas de simúlídeos amazônicos: Hamada *et al.* (2003) elaboraram uma chave para identificação de 15 espécies do Estado do Amapá, baseada em caracteres de larvas e pupas; Hamada & Adler (2001) elaboraram uma chave para identificação de imaturos e adultos de 12 espécies na Amazônia Central; e Hamada & Grillet (2001) apresentaram outra chave, para identificação de imaturos de 21 espécies do gênero *Simulium* da região de Savana (Parque Nacional Canaima), sul da Venezuela, e outra parte da Serra Pacaraima, no Brasil.

Outros grupos de insetos aquáticos e semi-aquáticos serão abordados neste trabalho. Estes insetos podem ser importantes no controle biológico de muitas formas imaturas de simúlídeos, e garantir a funcionalidade nos ecossistemas aquáticos estudados. As ordens mais representativas neste estudo foram Diptera (Chironomidae), Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera e Megaloptera.

Estima-se que Chironomidae apresente entre 10.000 e 25.000 espécies no mundo, no Brasil são conhecidas apenas 208 espécies (Mendes *et al.*, 2007).

Trichoptera, tem mais de 12.000 espécies no mundo (Spies, 2005), sendo que 378 ocorrem no Brasil e 130 na região Norte (Paprocki *et al.*, 2004; Prather, 2003; Flint Jr. *et al.*, 1999).

Ephemeroptera tem aproximadamente 2.000 espécies no mundo e 166 no Brasil (Salles *et al.*, 2004).

Plecoptera tem cerca de 2.000 espécies no mundo e 140 no Brasil (Lecci & Froehlich, 2006; Froehlich, 1999).

Odonata tem 5.000 espécies no mundo e 1200 no Brasil (Bridges, 1994).

Heteroptera, na América do Sul tropical são conhecidas cerca de 800 espécies, compreende 81 gêneros em 16 famílias, destacando-se Corixidae, Notonectidae, Belostomatidae e Gerridae (Souza *et al.*, 2007).

Megaloptera são conhecidas 300 espécies no mundo (Riek, 1979; Theischinger, 1991), 54 na região Neotropical. No Brasil, há duas famílias de Corydalidae e Sialidae, a primeira contém os gêneros *Corydalus* e *Chloronia*, e a segunda, o gênero *Protosialis*. Recentemente, foi registrada a subfamília Chauliodinae em São Paulo, o que representa um gênero adicional no Brasil (Azevêdo & Hamada, 2008).

Os invertebrados respondem a diferenças mais sutis tanto de hábitat quanto de intensidade de impacto (Oliver *et al.*, 1998). Em geral, os invertebrados apresentam

respostas demográficas e dispersivas mais rápidas do que os organismos com ciclos de vida mais longos. A preservação destes grupos depende da conservação de habitats e de uma compreensão mais apurada de seus papéis na manutenção dos processos ecossistêmicos (Lewinsohn *et al.*, 2005).

## **1.2. Objetivo**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

- Estudar os simúlideos (Diptera: Nematocera) das bacias do leste do Estado do Pará, com ênfase na Serra dos Martírios-Andorinhas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Registrar a distribuição geográfica e novas ocorrências de simúlideos para Estado do Pará e Amazônia Oriental;
- Elaborar uma chave para identificação de pupas das espécies do leste do Pará;
- Comparar e estimar riqueza de espécies de simúlideos de duas regiões do leste paraense (Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia).

## **1.3. Metodologia**

### **1.3.1. Área de Estudo**

As amostras foram realizadas nas bacias hidrográficas dos rios Guamá-Capim, Tauá, Tocantins, Araguaia (Figura 1.2), Gurupi e os principais rios e afluentes que vertem para o Oceano Atlântico (rios Tracuateua, Canaruquara,

Quatipuru, Caeté, Jeju, Emboraí e Piriá), localizados no interflúvio Araguaia-Tocantins e Gurupi, limitado ao Norte pelo Atlântico (Figura 1.2), no leste do Estado do Pará. Neste trabalho foi dada ênfase a segunda área amostrada que incluiu os afluentes do rio Araguaia, localizados no Parque Estadual Serra dos Martírios-Andorinhas e seu entorno: igarapé Santa Cruz, corredeira Toninho, cachoeira Altos Montes, cachoeira Água Bonita, corredeira Isidório, cachoeira Caldeirão, corredeira São Félix, ribeirão Sucupira, localizados no município de São Geraldo do Araguaia, Estado do Pará (Figura 1.3). Uma terceira área incluiu os afluentes do rio Parauapebas, localizados na Serra dos Carajás, no município de Canaã dos Carajás.

Os dados dos imaturos de simúlideos do município de Santo Antônio do Tauá (igarapés do Tubo, Castanheira, Riacho Doce e Matupiri) foram extraídos do artigo Monteiro-Santos & Gorayeb (2005).

A Tabela 1.1. apresenta 56 pontos de coletas e suas respectivas coordenadas geográficas de localidades obtidas de diferentes municípios do leste paraense. A plotagem dos pontos no mapa será realizada na etapa seguinte de publicação deste capítulo no formato de artigo científico.

As bacias situadas nas regiões Tocantins-Araguaia e áreas contíguas à Costa Atlântica-Nordeste, incluem as seguintes sub-regiões: Moju-Capim, Atlântico e Gurupi (Figura 1.4). Estas regiões e sub-regiões estão descritas abaixo, com base em estudos prévios realizados para o Nordeste e Sudeste paraense (Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005), além de informações do Núcleo de Hidrometeorologia da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará (NHM-SECTAM-PA, 2001).

*Sub-Região Moju-Capim:* destaca-se pela presença de importantes bacias que compõem o cenário do Norte-Nordeste paraense: Guamá, Capim, Moju e Acará. A bacia do rio Guamá tem área de drenagem de 87.389,542 km<sup>2</sup>, que equivale a 7% da área do Estado, abrangendo vários municípios como, por exemplo, ao Centro-Sul, Goianésia do Pará, Rondon do Pará, Paragominas, Tailândia, Breu-Branco, Tomé-Açu e Ipixuna do Pará. No Centro-Norte, os municípios de Colares, Vigia, São João da Ponta, Magalhães Barata, São João de Pirabas, Augusto Corrêa, Benevides e Igarapé-Açu, entre outros. Esta sub-região situa-se entre os paralelos 01°11'04" e 05°06'08" de latitude Sul e os meridianos de 46°40'48" e 49°13'17" de longitude Oeste, no Estado do Pará. O principal acidente geográfico da região é o rio Guamá, que corre no sentido Sul-Norte e serve de limite natural entre vários municípios. Depois de banhar a sede municipal de Ourém segue em direção Leste-Oeste, indo desaguar na baía de Guajará. Seus afluentes mais importantes pela margem esquerda são os rios Capim, Acará e Moju. O rio Capim nasce no município de Rondon do Pará, atravessa os municípios de Goianésia e Aurora do Pará, faz limite natural entre os municípios de Ipixuna e Paragominas e, antes de desaguar no rio Guamá, banha a sede municipal de São Domingos do Capim. Os afluentes do rio Capim são: Surubiu, Arurandeua e Camaoi, além do Igarapé Grande. O rio Acará nasce no município de Tailândia, correndo no sentido Sul-Norte e cortando o município de Acará, banhando sua sede municipal pela margem esquerda, indo desembocar na confluência do rio Moju com o rio Guamá; seus principais afluentes são: Aiu-açu, Acará-miri e Tomé-açu. O rio Moju nasce no município de Rondon do Pará, atravessa os municípios de Goianésia, Breu-Branco e Moju, e faz limite natural entre os municípios de Abaetetuba e Moju, seu afluente principal é o rio Camarí.

*Sub-Região do Atlântico:* localizada no Nordeste paraense, com área de 18.524,22 km<sup>2</sup>, correspondendo a 1,5% do Estado do Pará. Abrange os municípios de Colares, Vigia, São Caetano de Odivelas, Santo Antônio do Tauá, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará, Benevides, São João da Ponta, São Francisco do Pará, Castanhal, Terra Alta, Curuçá, Marapanim, Magalhães Barata, Maracanã, Salinópolis, Santarém Novo, Igarapé-Açu, Nova Timboteua, Santa Maria do Pará, Bonito, Peixe-Boi, São João de Pirabas, Primavera, Capanema, Tracuateua, Santa Luzia do Pará, Bragança, Quatipuru e Augusto Corrêa. As coordenadas geográficas desta bacia estão entre 00°30'07" e 01°37'08" de latitude Sul e 46°19'04" e 48°37'12" de longitude Oeste. Limita-se ao Norte pelo Oceano Atlântico, ao sul pela bacia do rio Guamá-Moju, a Leste pela bacia do rio Gurupi e a Oeste pela baía do Marajó. A hidrografia desta bacia posiciona-se no sentido Sul-Norte, desaguando no Oceano Atlântico. Os rios mais importantes são: Piriá, Emboraí, Caeté, Pirabas, Quatipuru, Caripi, Barreta, Mojuim, Mocajuba, Maracanã e Tauá. O rio Tauá nasce no município de Santa Isabel, corre na direção Sudeste-Noroeste, servindo de limite entre os municípios de Benevides e Sto. Antônio do Tauá, desde a foz do igarapé São Francisco até a Baía do Sol. Tem como afluente principal o igarapé Santo Antônio.

*Sub-Região do Gurupi:* apresenta as coordenadas geográficas entre 00°55'28" e 04°36'00" S de latitude e 46°01'47" e 47° 45'16"O de longitude. Limita-se ao Norte pelo Oceano Atlântico, ao Sul pelos municípios de Ulianópolis e Dom Eliseu, a Leste pelo Estado do Maranhão e a Oeste pela bacia do Guamá-Capim. Sua área total soma 20.074,094 km<sup>2</sup> que corresponde a 1,6% da área do Estado. O rio de maior importância é o Gurupi, que nasce em território maranhense. Seus principais afluentes encontram-se na margem esquerda

(território paraense), seu curso apresenta 719 km de extensão e sua bacia hidrográfica está contida aproximadamente 70% no Estado do Maranhão e 30% no Estado do Pará. É o divisor natural entre os dois Estados. Após o recebimento do Gurupi-Mirim, o rio Gurupi tem sua largura de 40 m alterada, alcançando 250 m e, antes da Vila de São José do Gurupi, essa largura pode atingir até 2 km. Sua profundidade, de cerca de 5m nas primeiras rochas, chega a ser quase insignificante nas áreas sedimentares, atingindo pouco mais de meio metro. Além do Gurupi-Mirim recebe o Guajará, o Rolim, o Coaraci-Paraná e o Uraim. A cerca de 10 Km da foz há mais intensidade de água entre o igarapé das Cobras (canal natural) e o rio Carutapera, ambos no lado maranhense, ligação essa que se torna importante por conectar Viseu, no Estado do Pará, a Carutapera, no Estado do Maranhão. Logo depois encontra-se sua foz no Oceano Atlântico.

*Região Tocantins-Araguaia:* localiza-se entre as coordenadas 01°42'00" e 09°49'06"S de latitude e 48° 05'24" e 51° 06'07"O de longitude. Limita-se ao Norte com o rio Pará (através dos municípios de Bagre, Oeiras do Pará e Limoeiro de Ajurú), ao Sul com o Estado de Mato Grosso (através dos municípios de Santana do Araguaia), ao Leste com o Estado de Tocantins (através dos rios Araguaia e Tocantins) e com as bacias dos rios Guamá e Capim; e a Oeste com as bacias dos rios Xingu e Pacajá. Sua área é de 123.988,875 km<sup>2</sup>, correspondente a 9,9% da área do Estado. Os principais rios desta bacia são o Tocantins e o Araguaia, com seus formadores localizando-se nos Estados do Mato Grosso e Tocantins, respectivamente. O rio Tocantins possui afluentes importantes, como o rio Itacaiúnas e seus tributários, são eles: os rios Repartimento, Pium, Catete, Ariri, Cinzento, Tapirapé, Parauapebas, Vermelho e Sororó (com nascentes nas Serras dos Carajás, da Seringa e dos Gradaús). Os

principais afluentes do rio Araguaia que fazem parte do Estado do Pará, são: ribeirão Santana, ribeirão Jabuti, rio Campo Alegre, ribeirão Acampamento, rio Taquarí, ribeirão Sucupará, ribeirão Sucupira e rio Preto. Essa região destaca-se pelo potencial hidrelétrico, dado seu grande volume de água. Apresenta uma vazão média de 68.400 m<sup>3</sup>/s, em uma área de 758.000 km<sup>2</sup>. No rio Tocantins já se encontra instalada a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, com potencial de 4.245 MW, além disto, está projetada para ser construída no rio Araguaia a Usina Hidrelétrica de Santa Isabel, com potencial para gerar aproximadamente 1.087 MW. O rio Araguaia, um dos mais importantes do Estado, caracteriza a cidade de São Geraldo do Araguaia (PA), em riquezas naturais, como serras, praias, balneários, cachoeiras. É a principal via de comunicação e transporte na região. Alguns afluentes do rio Araguaia, onde se destacam: ribeirão Sucupira e os igarapés riacho Fundo, São Félix, Santa Cruz e Xambioá (cachoeira Três Quedas), que possuem o fundo dos leitos constituídos de rochas quartzíticas e arenito predominante e águas cristalinas. Estes cursos d'água apresentam percursos em áreas de cerrado, florestas ombrófila densa e aberta.

### 1.3.2. Clima

O clima do leste paraense é descrito por Köppen (1948) como tropical chuvoso, permanentemente quente e úmido.

Na região Costa Atlântica-Nordeste a precipitação média anual varia de 2.300 a 2.500 mm, relativamente elevada nos meses de janeiro a junho (período mais seco de julho a dezembro). A temperatura média anual é de 27°C, apresentando a média máxima de 37°C e mínima de 20,5°C. A umidade relativa do ar é elevada, apresentando oscilações entre o período mais seco e o mais

chuvoso entre 75 e 95%, respectivamente, sendo a média de 85% (NHM-SECTAM, 2001; Costa, 2001).

Na região Tocantins-Araguaia, a precipitação pluviométrica foi dividida em três faixas. A faixa do Norte possui precipitação entre 2.500 e 3.000 mm ao ano, e o trimestre mais chuvoso é o de fevereiro a abril (o trimestre mais seco é o de agosto a outubro). Na faixa do meio, a precipitação soma anualmente de 2.000 a 2.500 mm e no Sul desta região o acúmulo é de 1.500 a 2.000 mm ao ano, sendo o trimestre mais chuvoso o de janeiro a março (o trimestre mais seco é o de junho a agosto). A temperatura média anual é de 26°C, apresentando a média máxima de 32°C e mínima de 21°C. A umidade relativa do ar é elevada, apresentando oscilações entre o período mais seco e o mais chuvoso, entre 52 e 98%, respectivamente, sendo a média de 75% (NHM-SECTAM, 2001; Costa, 2001).

### 1.3.3. Vegetação

A vegetação da região Costa Atlântica-Nordeste é caracterizada predominantemente como Floresta Ombrófila Aberta, com fragmentação de Floresta Ombrófila Densa, sendo que as áreas de formações pioneiras com influência marinha e fluviomarinha se caracterizam com vegetação de Restinga, Manguezal e Campo Salino. Na região Tocantins-Araguaia ocorre vegetações de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta (predominante) e o Cerrado, constituindo nesta região uma área de Tensão Ecológica (IBGE, 2005).

A Serra dos Martírios-Andorinhas inclui oito diferentes tipos de ecossistemas terrestres, sendo eles: cerrado-cerradão, floresta mista, floresta densa, floresta semidecídua, floresta de galeria, parque, campo

litológico e floresta de várzea (Maurity *et al.*, 1999). Amaral *et al.* (2002) já registraram um total de 104 espécies, pertencentes a 41 famílias de plantas nesta área. Cada família (Myrtaceae, Annonaceae e Rubiaceae) foi representada por mais de cinco espécies.

#### 1.3.4. Relevo e Geomorfologia

A estrutura geológica da região Costa Atlântica-Nordeste é constituída pelos sedimentos areno-argilosos não consolidados, de origem continental, do terciário que constituem a Formação Barreiras, ocupando a maior distribuição espacial do leste paraense, cujas datações fossilíferas lhe posicionam no Mioceno Inferior. A Formação Pirabas, uma unidade carbonática, disseminada em alguns trechos litorâneos no Estado do Pará, é de grande importância econômica na industrialização de cimento. Ao longo do leste paraense, predominam sedimentos de idade Quaternária que compõem as áreas de praias e zonas inundáveis, bem como trechos tabuliformes nas regiões do Terciário Barreiras. No contexto regional, seus relevos estão inseridos nas unidades morfo-estruturais definidos como Planalto Rebaixado da Amazônia (Zona Bragantina) e litoral de "Rias" (Távora & Perreira, 2007; Santos-Junior, 2002; Sioli, 1973).

A região Tocantins-Araguaia é formada a Nordeste por fragmentos da cobertura paleozóica da Bacia Amazônica. O lado Leste é ocupado pelos sedimentos neoproterozóicos do cinturão Araguaia. No Sudoeste encontram-se os riolitos continentais, sedimentos clásticos e granitos do Supergrupo Uatumã de idade paleoproterozóica. No setor Centro-Sudeste

se encontra as rochas metamórficas e os granitóides arqueanos, que formam o embasamento do Cráton Amazônico (Teixeira, 2006).

A Serra dos Martírios-Andorinhas é bastante singular. Tem a forma de uma ferradura, com as extremidades voltadas para o Sul, encerrando um grande vale em sua porção central, cortado pelo ribeirão Sucupira. Seu ponto culminante está a uma altura de 594 m acima do nível do mar. Além disso, a Serra impõe um desvio no curso do rio Araguaia, do qual sofre uma relevante influência ecológica. Esta área faz parte do Cinturão Araguaia (Hasui *et al.*, 1984) que compreende uma unidade geotectônica formada no Neoproterozóico. O Cinturão Araguaia tem cerca de 1.200 Km de comprimento e em torno de 100 Km de largura, e uma orientação estrutural geral submeridiana. O Oeste é limitado pelo Cráton Amazônico, sendo parcialmente coberto por sedimentos quaternários. Ao Norte, Nordeste e Leste, o Cinturão é coberto pelas seqüências Fanerozóicas da Bacia do Parnaíba; e o Sul e Sudeste têm contato com o terreno Paleoproterozóico do Maciço de Goiás, que compreende gnaisses e granulitos da região do Paraíso do Tocantins e Porto Nacional (Gorayeb, 1996).

#### 1.3.5. Desenho amostral e distribuição geográfica de simulídeos

Neste estudo, foram analisados pontos aleatórios de duas regiões que caracterizam o leste paraense. A região Tocantins-Araguaia foi representada pelos pontos 1 até 20 (Tabela 1.1); e a região Costa Atlântica-Nordeste foi

representada pelos pontos 21 até 56 (Tabela 1.1). A partir do desenho amostral foi possível obter bons dados de índice de diversidade e ecológicos. Analisou-se um número igual a 20 localidades para cada região. Em cada localidade foi obtida uma amostra e uma réplica, totalizando ao final deste trabalho mais de 100 amostras. A amostragem destes organismos seguiu um Protocolo de Avaliação Rápido (Rapid Assessment Program - PAR), percorrendo um curso d'água (margens direita e esquerda) por um transecto de 15 m (Figura 1.5.), padronizando o tempo de coleta para cada amostra por 30 minutos. As coletas foram realizadas com rede entomológica aquática (943 cm<sup>2</sup> de arco; 2 mm<sup>2</sup> de malha) para a varredura dos sistemas aquáticos. Todas as larvas coletadas foram conservadas em álcool etílico a 80 %. As pupas coletadas e seus respectivos substratos foram acondicionados em sacos plásticos de 3 e/ou 4 Kg, com água do igarapé (sem excesso) e ar. Este material foi colocado em vasilhames térmicos com gelo ao fundo, que possibilitou a sobrevivência dos imaturos até a chegada ao laboratório. Neste, realizou-se a seleção das pupas vivas e de seus respectivos substratos que foram colocados em pequenos tubos de ensaio, contendo tiras de papel umedecidas, fechados com pequenos chumaços de algodão. A observação do desenvolvimento pupal no laboratório perdurou até a emergência dos adultos.

Outra parte de captura dos adultos de simúlideos foi realizada com auxílio de aspiradores entomológicos e tubos de ensaio. As fêmeas foram

separadas em intervalos de 30 minutos de acordo com a metodologia de Monteiro-Santos & Gorayeb (2004). Estes adultos foram conservados a seco (montagem em alfinetes e triângulos entomológicos) e outra parcela em etanol.

Desenvolveram-se quatro campanhas nos seguintes sistemas aquáticos (1ª, 2ª e 3ª ordem) na Serra das Andorinhas: igarapé Santa Cruz, corredeira Toninho, cachoeira Altos Montes, cachoeira Água Bonita, corredeira Isidório, cachoeira Caldeirão, corredeira São Félix, ribeirão Sucupira a montante da Escola da Fundação Serra das Andorinhas, curso médio do ribeirão Sucupira (localizado na estrada entre São Geraldo do Araguaia e Sta. Cruz) e ribeirão Sucupira a jusante do cerrado Sucupira, nos meses de janeiro, abril, agosto, e dezembro de 2006, cobrindo os períodos chuvoso e seco. Marcou-se 10 pontos de amostragem de simuliídeos em coordenadas geográficas com o auxílio de um Sistema de Posicionamento Global (GPS - Garmin 76). Na Serra dos Carajás foram realizadas três campanhas, nos seguintes sistemas aquáticos (1ª, 2ª e 3ª ordem): rios Fumaça e Araras, igarapés da Base do Níquel Vermelho, dos Lagos e Rafael, localizados no município de Canaã dos Carajás (PA), nos meses de maio e outubro de 2004 e novembro de 2005, cobrindo os períodos chuvoso e seco. No primeiro semestre de 2007, coletaram-se exemplares de simuliídeos nos ecossistemas aquáticos dos municípios de Tracuateua [rio Tracuateua (1ª e 2ª ordem)], Bonito [rios Caeté, Taciáteua e Guamá (1ª, 2ª e 3ª ordem)], Santa Maria do Pará [rio Taciáteua (ritral)] e Viseu (afluentes e nascentes dos rios Piriá, Gurupi

e Guamá). As coletas se estenderam a outros pontos da região leste do Estado do Pará, buscando cobrir as bacias do Emboraí, Piriá e Gurupi do município de Viseu.

Os registros de simulídeos de anos anteriores (de 1996 a 2001), já realizadas nos sistemas aquáticos dos municípios de Belém (cabeceira da Lagoa Água Preta), Santa Izabel do Pará (igarapé Porangaba), Castanhal (igarapés Cipó e Cupiúba), Bom Jesus do Tocantins (igarapé de Jacundá), São Francisco do Pará (igarapé da Valéria), Bujaru (igarapé Bujaru), Acará (igarapés Itá e Jupaúba), Terra Alta (igarapé do Km 28) e Ulianópolis (igarapé da estrada Jamaica), foram utilizados apenas na chave e nos registros de distribuição geográfica.

Outros registros de distribuição de simulídeos no leste do Pará e outras localidades do Brasil e América Sul foram levantados com base na literatura publicada em livros e periódicos científicos.

O material biológico coletado está incorporado à coleção de Entomologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém-PA.

#### 1.3.6. Chave para identificação dos simulídeos do leste paraense

As espécies de simulídeos foram identificadas e nomeadas com seus respectivos gêneros, subgêneros e autoria com base nos trabalhos de Adler & Crosskey (2009), Hernández *et al.* (2007) e Shelley *et al.* (2006), além do apoio

da Dra. Neusa Hamada, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-AM).

Os adultos do gênero *Simulium* podem ser identificados pela coloração, geralmente do amarelo (Figura 1.1.d) ao negro; possui o escudo homogêneo ou exibindo ornamentação variável; antena com 11 segmentos; asa sem célula basal, costa com setas espiniformes e cerdas, setor basal do rádio com ou sem cerdas, subcosta com ou sem cerdas; pernas com pedissulco presente; calcipala geralmente presente. As fêmeas apresentam a porção basal do cibário variável, de liso e claro até denteado e bem esclerotizado; unhas com ou sem dentes subbasais; gonapófise variável em longitude e disposição de margens internas, com ou sem cerdas; paraproctos com largura que pode chegar ao dobro de seu comprimento; espermateca com cólon não esclerotizado. Os machos são holópticos; com distímero curto ou o dobro da largura do basímero, de forma e número variáveis de setas, placa basal com morfologia variável (Coscarón, 1991).

As larvas do gênero *Simulium* podem ser identificadas pela cabeça normal ou ligeiramente alargada (Figuras 1.1.b e c); leques cefálicos presentes; apódema cefálico com ornamentação variável; abertura gular de profunda a quase imperceptível; mandíbulas com dentes pré-apicais de tamanhos iguais ou decrescendo do primeiro ao terceiro; mandíbulas serreadas, geralmente em número de 1-2; terceiro artícolo antenal menos comprido que o primeiro e o segundo juntos; hipostômio com pouca variação em sua denteação; esclerito anal em forma de X; brânquias anais de simples até mais de dez divertículos em cada lóbulo; tegumento do corpo liso, porém pode ter setas (Coscarón, 1991).

As pupas do gênero *Simulium* podem ser identificadas pelo casulo em forma de “chinelos” (chineliforme) ou “sapatos” (sapatiforme), protegendo ou não as brânquias, com tecido em trama grossa ou fina (Figura 1.1.e); as brânquias são filiformes, em sua maioria, porém podem ser grossas e assimétricas; tórax com tricomas simples ou ramificados; esternitos e térgitos abdominais com pouca esclerotização; esternitos abdominais V-VII, e às vezes VIII, distribuídos longitudinalmente para áreas membranosas, estriadas e medianas; tergitos VI-VIII bífidos ou trífidos; tergitos VIII e IX sem setas especiais; setas terminais do abdômen pouco desenvolvidas (Coscarón, 1991).

Foi possível elaborar uma chave dicotômica para identificação de pupas de simúlídeos do Leste do Pará, com base na morfologia e quantidades de filamentos branquiais e tricomas cefálicos (Figura 1.6).

#### 1.3.7. Estatística

A diversidade de simúlídeos foi determinada através dos índices de diversidade Chao 1 e 2, Jakcniffe 1 e 2, Shannon-Waeaver e Simpson do programa EstimateS 752 (Colwell, 2005).

### 1.4. Resultado e Discussão

Do material coletado no leste paraense, foram identificadas 14 espécies incluídas em 7 subgêneros e um gênero, seguindo a classificação de Adler & Crosskey (2009), Hernández *et al.* (2007) e Shelley *et al.* (2006). São elas: *Simulium* (*Trichodagmia*) *nigrimanum* Macquart, 1838; *Simulium*

(*Psaroniocompsa*) *incrustatum* Lutz, 1910; *Simulium* (*Psaroniocompsa*) *minusculum* Lutz, 1910; *Simulium* (*Psaroniocompsa*) *quadrifidum* Lutz, 1917; *Simulium* (*Psaroniocompsa*) *limbatum* Knab, 1915; *Simulium* (*Psilopelmia*) *perflavum* Roubaud, 1906; *Simulium* (*Psilopelmia*) *iracouboense* Floch & Abonnenc, 1946 ; *Simulium* (*Psilopelmia*) *rorotaense* Floch & Abonnenc, 1946 ; *Simulium* (*Chirostilbia*) *spinibranchium* Lutz, 1910; *Simulium* (*Chirostilbia*) *subpallidum* Lutz, 1910; *Simulium* (*Chirostilbia*) *pertinax* Kollar, 1832; *Simulium* (*Inaequalium*) *subnigrum* Lutz, 1910; *Simulium* (*Hemicnetha*) *brachycladum* Lutz & Pinto, 1932; *Simulium* (?) *S. goeldii* Cerqueira & Nunes de Mello, 1967.

A seguir, as espécies são descritas individualmente, informando as localidades de coletas, os números de exemplares analisados (larvas, pupas e/ou adultos), datas, coletores, caracterização dos ambientes aquáticos, distribuição geográfica conhecida para cada espécie e as possíveis observações de atividade hematofágica.

#### 1.4.1. *S. nigrimanum*

Registraram-se 14 pupas e 14 larvas no ribeirão Sucupira, 31-I-2006, 19-VIII-2006, 07-XII-2006; 2 larvas na cachoeira Spanner, 28-I-2006; 6 pupas e 1 larva na cachoeira Altos Montes, 24-I-2006 e 27-IV-2006, Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia, coletores (cols.): Monteiro-Santos, Emerson & Gorayeb, Inocência de Sousa.

O ambiente aquático dessa espécie foi caracterizado, predominantemente, como aberto, margem dos cursos d'água com vegetação de cerrado, fundo do leito de rocha e cascalhos, água clara e com bastante correnteza. Os poucos exemplares desta espécie foram encontrados aderidos a cascalhos e folhas em decomposição. Foi coletada também encontrada associada a outras espécies de simulídeos, como *S. spinibranchium*, *S. subpallidum*, *S. rorotaense*, *S. minusculum*, *S. perflavum*, *S. iracouboense*, *S. subnigrum*, *S. goeldii* e *S. pertinax*.

Esta espécie possui uma boa distribuição nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, como no Distrito Federal (DF), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Goiás (GO), São Paulo (SP), Espírito Santo (ES) e Paraná (PR). No Norte do Brasil é registrada somente no Tocantins. É também registrada em outros países da América do Sul, como Argentina, Colômbia, Paraguai e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Shelley *et al.*, 2000; Coscarón, 1991).

Há suspeitas de que *S. nigrimanum* possa ser vetor do “fogo selvagem”, que compromete o tecido cutâneo (ver detalhes no cap. II) (Aoki *et al.*, 1998; Shelley *et al.*, 2000).

#### 1.4.2. *S. incrustatum*

As análises registraram 9 exemplares adultos, 43 larvas e 20 pupas no igarapé da Estrada Nova (afluente do rio Gurupi), localizado na PA-242

(trecho entre Curupaiti e a sede do município de Viseu), 22-VI-2007; 32 larvas e 2 pupas no igarapé Gurupi (afluente do rio Gurupi), localizado na PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá), 22-VI-2007; 30 larvas e 19 pupas no igarapé Piriá (afluente do rio Piriá), localizado PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá), 22-VI-2007; 4 larvas no igarapé da Fazenda EMA (afluente do rio Piriá), 24-VI-2007; 30 larvas no igarapé da Basília (afluente do rio Piriá), localizado na Serra do Piriá, 24-VI-2007, no município de Viseu, cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Trindade, Rosimeire Lopes. Foram coletadas 2 pupas no igarapé Jacundá, afluente do rio Tocantins, no município de Bom Jesus do Tocantins, 18-VI-2001, cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Jauffret, Pierre. Registraram-se 8 larvas e 10 pupas no Igarapé Cipó, afluente do rio Apeú, no município de Castanhal, 26-V-1997; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis.

Esta espécie é amplamente distribuída no nordeste paraense, já foi registrada nos igarapés de Santo Antônio e Matupiri, município de Santo Antônio do Tauá (Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005). No nordeste paraense, *S. incrustatum* predominou em ambiente aquático aberto, margem dos cursos d'água com parcial sombreamento devido a uma escassa presença de vegetação ripário, fundo do leito de areia, água clara com baixa correnteza. Os exemplares foram encontrados aderidos às folhas de vegetação marginal (gramíneas) e associados a *S. perflavum*, *S. quadrifidum* e *S. limbatum*. As fêmeas adultas foram observadas e coletadas atacando o homem e o cavalo.

Essa espécie possui ampla distribuição no Brasil: Bahia (BA), Minas Gerais (MG), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Santa Catarina (SC), Rio de Janeiro (RJ) e Rio Grande do Sul (RS), MS, SP, PR. No Norte do Brasil é registrado no Pará (PA), Amapá (AP), Roraima (RR) e Amazonas (AM). Há também registros em outros países da América do Sul, como Argentina, Equador, Paraguai e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Pepinelli, 2003; Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Grillet 2001; Shelley *et al.*, 1997; Coscarón, 1987, 1991; Coscarón & Wygodzinsky, 1972).

Coscarón (1991) registrou *S. incrustatum* atacando seres humanos e é considerada, depois de *S. pertinax*, a espécie de maior interesse em Saúde Pública na região Sudeste do Brasil.

#### 1.4.3. *S. minusculum*

Foram coletadas 205 larvas e 189 pupas no ribeirão Sucupira (afluente do rio Araguaia), 26 e 31-I-2006, 27 a 28-IV-2006, 16 e 17-VIII-2006, 07 e 08-XII-2006, Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis.

Pela primeira vez registraram-se fêmeas de *S. minusculum* atacando o homem (78 indivíduos), na localidade conhecida como Altos Montes, Serra das Andorinhas, 27-I-2006, 25-IV-2006, 18-VIII-2006 e 06-XII-2006; cols.: Monteiro-Santos, Emerson; Gorayeb, Inocêncio de Sousa; Pimentel, Terezinha Chaves;

Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis, Cardoso, Luís Edinelson Cardoso & Silva, José Lopes.

O ambiente aquático desta espécie é similar ao de *S. nigrimanum* (já descrito acima). Os exemplares foram encontrados aderidos a macrófitas aquáticas da família Podostemaceae e a dois tipos de gramíneas. Associada predominantemente à *S. subpallidum* e *S. nigrimanum*. As fêmeas adultas foram observadas e coletadas atacando somente o homem. Esta espécie é comum no Brasil e registrada também na Argentina e possivelmente no Paraguai (Coscarón, 1991, 1987). Shelley *et al.* (2000) citam que esta espécie é altamente antropófila.

#### 1.4.4. *S. quadrifidum*

Foram registrados 1 adulto e 22 larvas no rio Emboraí (deságua no Atlântico), localizado na PA-242 (trecho entre Bragança e Curupaiti), 21-VI-2007; 14 larvas no igarapé Curupaiti (afluente do rio Piriá), localizado na PA-242 próximo a vila de Curupaiti, 21-VI-2007; 1 adulto, 5 larvas e 1 pupa no igarapé da Vila Cardoso (afluente do rio Piriá), localizado PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá), 22-VI-2007; 1 adulto, 3 larvas e 2 pupas no igarapé Piriá (afluente do rio Piriá), localizado PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá), 22-VI-2007; 3 larvas no rio Itacupim a montante da COSANPA, 23-VI-2007, município de Viseu; 1 adulto e 58 larvas no igarapé afluente do rio Gurupi, localizado na PA-242 (trecho entre Curupaiti e sede do município de Viseu), 23-VI-2007, município de Viseu; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Trindade, Rosimeire Lopes. Foram

também coletadas: 1 larva e 3 pupas no rio Jeju, afluente do rio Taciategua, município de Santa Maria do Pará, 01-III-2007; 3 larvas no igarapé da Estiva, afluente do rio Guamá, município de Bonito, 28-II-2007; 1 larva e 5 pupas no igarapé Jacundá, afluente do rio Tocantins, PA-070, no município de Bom Jesus do Tocantins, 18-VI-2001; 5 larvas e 5 pupas no igarapé do Km 28, PA-138, município de Terra Alta, 26-V-1997; 8 larvas e 1 pupa no igarapé Valéria, afluente do rio Guamá, que se localiza ao longo da Estrada São Francisco, 15-V-1997; 4 larvas, 1 pupa e 2 adultos fêmeas no igarapé Itá, afluente do rio Acará, município do Acará, 15-V-1997; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis.

É provável que se distribua para outras localidades do nordeste paraense e para a sub-região Moju-Capim, devido à similaridade e uniformidade dos ambientes aquáticos. Foi registrada nos igarapés de Santo Antônio e Matupiri, município de Santo Antônio do Tauá (Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005). No nordeste paraense, *S. quadrifidum* predominou em ambiente aquático com margens dos cursos d'água sombreadas devido à presença de vegetação ripário, fundo do leito de areia e cascalho, água escura e clara com moderada correnteza. Os imaturos foram encontrados aderidos às folhas de vegetação marginal (gramíneas) e associados a *S. goeldii* e *S. perflavum*. Sem evidência de ataque das fêmeas ao homem.

Recentemente, foi registrado criadouro da espécie na bacia do rio Capim (PA-256, trecho entre Paragominas e Tomé-Açu) (comunicação pessoal de Neusa Hamada).

Possui uma restrita distribuição para o Brasil: Amazônia (Rondônia, AM, PA, AP e RR). Há registro em outros países da América do Sul: Bolívia,

Equador, Guiana, Guiana Francesa, Colômbia, Suriname e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Fouque, 2001; Shelley *et al.*, 1997; Coscarón, 1991; Py-Daniel, 1983; Ramírez Pérez, 1983; Coscarón & Wygodzinsky, 1972). Coscarón (1991) registrou esta espécie no rio Uriboca, município de Marituba, Pará. Shelley *et al.* (2000) citam que esta espécie é exclusivamente zoófila.

#### 1.4.5. *S. limbatum*

Foram registrados 1 adulto e 2 pupas no igarapé da Vila Cardoso (afluente do rio Piriá), localizado na PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá), 22-VI-2007; 1 pupa no igarapé Piriá (afluente do rio Piriá), localizado na PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá), município de Viseu; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis.

O ambiente dos imaturos desta espécie é bem similar ao encontrado para as espécies *S. incrustatum* e *S. quadrifidum*. Não parece ser uma espécie típica da região da Costa Atlântica-Nordeste.

Há registro desta espécie em área de savana em Roraima (Brasil), Guianas e Venezuela (Shelley *et al.*, 2004; Coscarón, 1991). Shelley *et al.* (1987) mostram que esta espécie ataca o homem, podendo ser transmissora de agentes etiológicos que causam a Oncocercose e a Mansonelose.

#### 1.4.6. *S. perflavum*

Foram registradas 5 larvas no rio Emboraí (deságua no Atlântico), localizado na PA-242 (trecho entre Bragança e Curupaiti), 21-VI-2007; 2 larvas no igarapé da Estrada Nova (afluente do rio Gurupi), localizado na

PA-242 (trecho entre Curupaiti e a sede do município de Viseu), 22-VI-2007; 49 larvas no rio Itacupim (deságua no Atlântico) a montante da COSANPA, 23-VI-2007; 3 larvas no igarapé da Fazenda EMA (afluente do rio Piriá), 24-VI-2007; 40 larvas no igarapé Jutai (afluente do rio Piriá), localizado na Serra do Piriá, 24-VI-2007; 17 larvas no igarapé da Basília (afluente do rio Piriá), localizado na Serra do Piriá, 24-VI-2007, município de Viseu; 28 larvas e 32 pupas na nascente do rio Caeté, município de Bonito, 28-II-2007; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis. 58 larvas e 7 pupas no igarapé Maracajá, município de Bonito, 28-II-2007. 56 larvas e 2 pupas no rio Tracuateua, município de Tracuateua, 27-II-2007; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Trindade, Rosimeire Lopes. 78 larvas e 129 pupas no igarapé Santa Cruz, 24-I-2006, 28-IV-2006, 15-VIII-2006, 02-XII-2006; 3 larvas 1 pupa na corredeira São Félix, 28-IV-2006, 16-VIII-2006; 1 pupa no ribeirão Sucupira a jusante do cerrado Sucupira, 28-IV-2006, Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Silva, José Lopes. 6 larvas e 3 pupas no Igarapé Rafael, afluente do rio Araras, 29-XI-2005, município de Canaã dos Carajás; 10 larvas e 9 pupas no rio Parauapebas, 26-XI-2005; 20 larvas e 1 pupa no Igarapé da Caverna, afluente do rio Araras, Serra dos Carajás, município de Canaã dos Carajás, 26-XI-2005; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Valente, Roberta. 9 larvas no Igarapé Jacundá, afluente do rio Tocantins, PA-070, município de Bom Jesus do Tocantins, 18-VI-2001; 16 larvas e 5 pupas no Igarapé Gurupi-Mirim, afluente do rio Gurupi, estrada Jamaica, município de Ulianópolis, 16-VI-2001, cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Jauffret,

Pierre. 18 larvas e 10 pupas no Igarapé Cupiúba, afluente do rio Apeú, município de Castanhal, 16-V-1999; 12 larvas e 4 pupas no igarapé Jupaúba, município do Acará, 10-VI-1997; 36 larvas, 6 pupas e 11 adultos no igarapé Bujaru, ao longo da estrada PA-140, município de Bujaru, 06-VI-1997; 42 larvas e 11 pupas no igarapé do Km 28, PA-138 (trecho entre Castanhal e Terra Alta), município de Terra Alta, 26-V-1997; 10 larvas e 8 pupas no igarapé Porangaba, afluente do rio Guamá, município de Santa Izabel do Pará, 14-XII-1996; e 37 larvas e 4 pupas na cabeceira da lagoa Água Preta, Parque Ambiental de Belém, 09-I-1996; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis.

Há registro desta espécie nos igarapés de Santo Antônio e Matupiri, município de Santo Antônio do Tauá (Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005).

É a espécie mais comum no Leste paraense. Os imaturos predominaram em igarapés com o fundo do leito constituído de areia ou de cimento, água clara e disponibilidade de muitos substratos naturais, como folhas de vegetação marginal (gramíneas), gravetos, musgo, raízes, e não naturais, como sacos plásticos fixos e à deriva. Encontrou-se esta espécie dominando em ambiente completamente aberto, em igarapés, riachos, rios e tubulações que cruzam as estradas do leste paraense e em áreas desmatadas para fins agrícolas e de pastagem. Parece estar bem adaptada aos ambientes da Costa Atlântica-Nordeste, com uma significativa alteração da vegetação promovida pelo homem. Encontrada mais densamente associada com *S. quadrifidum* e *S. incrustatum* do que com *S. spinibranchium*, *S. subpallidum*, *S. rorotaense*, *S. minusculum*, *S.*

*iracouboense*, *S. subnigrum*, *S. goeldii* e *S. pertinax*. Hábitos hematofágicos não foram observados.

Possui ampla distribuição no Brasil (MS, SP, BA, MG, SC, RJ, PE, ES e GO). No Norte do Brasil é registrado no PA, AP e AM. Também registrada em outros países da América do Sul: Argentina, Paraguai e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Pepinelli, 2003; Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Grillet 2001; Hamada, 1998; Shelley *et al.*, 1997; Coscarón, 1991). Coscarón (1991) cita esta espécie atacando cavalo.

#### 1.4.7. *S. iracouboense*

Foram registradas 23 larvas e 1 pupa no igarapé Santa Cruz, 24-I-2006, 28-IV-2006, 15-VIII-2006; 2 larvas na cachoeira Altos Montes, 27-IV-2006; 1 larva na cachoeira Caldeirão, 30-XI-2006, localizados na Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Silva, José Lopes; e 1 larva foi registrada no Igarapé da Caverna, afluente do rio Araras, Serra dos Carajás, município de Canaã dos Carajás, 26-XI-2005, cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Valente, Roberta.

No Brasil, é registrada em RR, PA e AP. É também registrada na Guiana Francesa, Suriname e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Grillet 2001; Shelley *et al.*, 1997; Ramírez Pérez, 1983).

Na Serra das Andorinhas, predominou em ambiente aquático com margens dos cursos d'água bem sombreado devido à presença de vegetação arbórea, fundo do leito de cascalhos, água clara com moderada correnteza. Os exemplares foram encontrados aderidos às folhas de vegetação marginal (gramíneas) e em decomposição e nas raízes, associados a *S. spinibranchium*, *S. rorotaense*, *S.*

*perflavum*, *S. iracouboense*, *S. subnigrum*, *S. goeldii* e *S. pertinax*. As fêmeas adultas não foram observadas atacando o homem ou outro animal. Shelley *et al.* (1997) registraram *S. iracouboense* em ambientes de rios largos, como o Mucajá (RR). Monteiro-Santos (dados não publicados) tem registrado esta espécie também em rios com grandes larguras, como os rios Bacajá e Xingu, localizados nos municípios de Altamira e Vitória do Xingu, Oeste do Pará.

#### 1.4.8. *S. rorotaense*

Foram registradas 2 larvas e 1 pupa na corredeira Toninho, 12-VIII-2006; 26 larvas e 23 pupas na cachoeira Altos Montes, 31-I-2006, 27-IV-2006, 12-VIII-2006, 01-XII-2006; 17 larvas e 13 pupas na cachoeira Água Bonita, 25-I-2006, 27-IV-2006, 14-VIII-2006, 04-XII-2006; 14 larvas e 4 pupas na corredeira Isidório, 25-I-2006, 27-IV-2006, 15-VIII-2006, 02-XII-2006; 2 larvas e 4 pupas na cachoeira Caldeirão, 26-I-2006; 90 larvas e 6 pupas na corredeira São Félix, 28-I-2006, 28-IV-2006, 16-VIII-2006, Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Silva, José Lopes.

No Brasil, é registrada no AM e AP. É também registrada nas Guianas e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Grillet 2001; Shelley *et al.*, 1997; Ramírez Pérez, 1983; Gorayeb, 1981; Smart, 1940).

Na Serra das Andorinhas *S. rorotaense* predominou em ambiente aquático aberto, margem dos cursos d'água bem sombreados devido à presença de vegetação ripário e de cerrado, fundo do leito rochoso, água clara e boa correnteza. Os imaturos desta espécie foram encontrados aderidos às folhas de vegetação marginal (gramíneas) em decomposição, associados em alta densidade com *S. spinibranchium*, *S. subpallidum* e *S. subnigrum*. Pela primeira

vez registraram-se fêmeas adultas de *S. rorotaense* atacando o homem (162 indivíduos), na localidade de Altos Montes, Serra das Andorinhas, coletados em 27-I-2006, 25-IV-2006, 18-VIII-2006 e 06-XII-2006, Cols.: Monteiro-Santos, Emerson; Gorayeb, Inocêncio de Sousa; Pimentel, Terezinha Chaves; Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis, Cardoso, Luís Edinelson Cardoso & Silva, José Lopes. Esta espécie foi registrada atacando o homem na Venezuela (Ortiz, 1957) e na Guiana Francesa (Floch & Abonnenc, 1946).

Inocêncio Gorayeb (comunicação pessoal) informa que esta espécie da Serra das Andorinhas certamente é distinta daquelas tratadas por ele como *Simulium fulvinotum* Cerqueira & Nunes de Mello, 1967 no Amazonas. Py-Daniel (1982) descreve *S. fulvinotum* como sinônimo de *S. rorotaense*.

#### 1.4.9. *S. spinibranchium*

Foram registradas 166 larvas e 8 pupas na cachoeira Altos Montes, 24-I-2006, 27-IV-2006, 12-VIII-2006; 57 larvas e 99 pupas na cachoeira Água Bonita, 25-I-2006, 04-XI-2006; 70 larvas e 14 pupas na corredeira Isidório, 25-I-2006, 27-IV-2006, 15-VIII-2006; 47 larvas e 12 pupas na cachoeira Caldeirão, 26-I-2006, 26-IV-2006; 184 larvas e 16 pupas na corredeira São Félix, 28-I-2006, 28-IV-2006, 16-VIII-2006, Serra das Anodorinhas, São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Silva, José Lopes. Foram também coletadas 2 larvas no Igarapé da Caverna, afluente do rio Araras, no município de Canaã dos Carajás, 26-XI-2005; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Machado, Diego Ramon da Silva.

Há registro no Brasil (BA, DF, GO, MT, SP, RJ, RR e RS), Bolívia, Guiana e Venezuela (Hernández *et al.*, 2007; Crosskey & Howard, 2004; Shelley *et al.*, 2004;

Hamada & Grillet 2001; Strieder, 1992; Coscarón, 1991; Ramírez Pérez, 1983; Py-Daniel & Shelley, 1980).

Na Serra das Andorinhas *S. spinibranchium* predominou em ambiente aquático fechado ou parcialmente fechado, margem dos cursos d'água moderadamente sombreado por vegetação ripário ou paredões rochosos, fundo do leito rochoso, água clara e boa correnteza de cachoeiras. Os imaturos foram encontrados aderidos preferencialmente a rochas, seguidos de folhas em decomposição, associados em alta densidade com *S. subpallidum*, *S. rorotaense*, *S. nigrimanum* e *S. subnigrum*. As fêmeas adultas não foram observadas atacando o homem.

#### 1.4.10. *S. subpallidum*

Foram registradas 137 larvas e 191 pupas na cachoeira Altos Montes, 24-I-2006, 27-IV-2006, 12-VIII-2006, 01-XII-2006; 149 larvas e 34 pupas na cachoeira Água Bonita, 25-I-2006, 27-IV-2006, 14-VIII-2006, 04-XII-2006; 1 pupa na cachoeira Isidório, 25-I-2006; 359 larvas e 304 pupas no ribeirão Sucupira, 26 e 28-I-2006, 28 e 29-IV-2006, 15 e 16-VIII-2006, 07 e 08-XII-2006, Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis. Foram também coletadas 2 larvas e 2 pupas no rio Araras, 30-XI-2005; 10 larvas e 5 pupas no igarapé Rafael, 29-XI-2005; 11 larvas e 13 pupas no igarapé Fumaça, 28-XI-2005; 35 larvas e 2 pupas no rio Parauapebas, 26-XI-2005; e 26 larvas no igarapé da Caverna, afluente do rio Araras, no município de Canaã dos Carajás, 26-XI-2005; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Machado, Diego Ramon da Silva.

Possui ampla distribuição no Brasil (MS, SP, BA, MG, PE e ES); na região Norte é registrada no PA, AP, RR e AM. É também registrado na Argentina, Paraguai e Venezuela (Hernández *et al.*, 2007; Crosskey & Howard, 2004; Pepinelli, 2003; Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Grillet 2001; Coscarón, 1987; Coscarón & Wygodzinsky, 1972).

Na Serra das Andorinhas *S. subpallidum* predominou em ambiente aquático aberto ou parcialmente fechado, margem dos cursos d'água com pouco sombreamento por vegetação de cerrado, fundo do leito rochoso, água clara e elevada correnteza de pequenas cachoeiras. Imaturos da espécie foram encontrados aderidos a macrófitas aquáticas da família Podostemaceae e a gramíneas, associados em alta densidade com *S. minusculum*, *S. spinibranchium*, *S. rorotaense* e *S. nigrimanum*. Pepinelli (2003) registrou imaturos de *S. subpallidum* em corpos d'água com correnteza elevada no Estado de São Paulo.

Shelley *et al.* (2000) registraram *S. subpallidum* como espécie exclusivamente zoófila. Entretanto, neste trabalho, foram registrados três exemplares de fêmeas atacando o homem em Altos Montes, Serra das Andorinhas, e 17 exemplares antropófila na Serra dos Carajás. Esta espécie foi identificada como *S. acarayense* Coscarón & Wygodzinsky, 1972, mas foi colocada em sinonímia com *S. subpallidum* por Hernández *et al.* (2007).

#### 1.4.11. *S. pertinax*

Foram registradas 17 larvas no igarapé Santa Cruz; 24-I-2007; 63 larvas e 167 pupas na cachoeira Altos Montes, 24-I-2006, 27-IV-2006, 12-VIII-2006, 01-XII-2006, Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis. Foram também

coletadas 19 larvas e 4 pupas no igarapé Jôa, afluente do rio Xingu, município de Altamira, 27-II-2002; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & alunos de Biologia da UFPA (Campus de Altamira).

Pela primeira vez foram registradas fêmeas desta espécie atacando o homem (411 indivíduos), em Altos Montes, Serra das Andorinhas, coletadas em 27-I-2006, 25-IV-2006, 18-VIII-2006 e 06-XII-2006; cols.: Monteiro-Santos, Emerson; Gorayeb, Inocência de Sousa; Pimentel, Terezinha Chaves; Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis; Cardoso, Luís Edinelson Cardoso & Silva, José Lopes.

Ocorre nos estados RS, SC, PR, MS, SP, RJ, MG, RO, MT e BA. Há registros desta espécie na Argentina e Paraguai (Crosskey & Howard, 2004; Gil-Azevedo *et al.*, 2004; Coscarón, 1991). Como constitui importante espécie antropófila no País, os novos registros na Amazônia são relevantes para a Saúde Pública.

#### 1.4.12. *S. subnigrum*

Foram registradas 62 larvas e 6 pupas no igarapé Santa Cruz, 24-I-2006, 28-IV-2006, 15-VIII-2006, 02-XII-2006; 127 larvas e 32 pupas na corredeira Toninho, 23-I-2006, 27-IV-2006, 12-VIII-2006, 30-XI-2006; 8 larvas e 15 pupas na cachoeira Altos Montes, 24-I-2006, 27-IV-2006, 12-VIII-2006, 01-XII-2006; 4 larvas e 11 pupas na cachoeira Água Bonita, 25-I-2006, 14-VIII-2006, 04-XII-2006; 133 larvas e 23 pupas na corredeira Isidório, 25-I-2006, 27-IV-2006, 15-VIII-2006, 02-XII-2006; 42 larvas e 2 pupas na cachoeira Caldeirão, 26-IV-2006, 11-VIII-2006, 30-XI-2006; 54 larvas e 20

pupas na corredeira São Félix, 28-I-2006, Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Silva, José Lopes.

Na Serra das Andorinhas, *S. subnigrum* predominou em ambiente aquático com margem dos cursos d'água de floresta ombrófila densa ou cerradão bem sombreados, fundo do leito de cascalhos e areia, água clara com moderada correnteza. Os exemplares foram encontrados aderidos às folhas de vegetação marginal (gramíneas) em decomposição e nas raízes, associada à maioria das espécies de simulídeos na Serra, excetuando-se *S. minusculum*. As fêmeas adultas não foram encontradas atacando o homem ou outro animal.

Há registro desta espécie nos seguintes Estados: MT, MS, PR, RS, SC, SP, RJ, MG e BA. E em outros países da América do Sul, como Argentina, Paraguai, Colômbia e Venezuela (Crosskey & Howard, 2004; Coscarón, 1991). Não se conhece o hábito alimentar das fêmeas.

#### 1.4.13. *S. brachycladum*

Na Serra dos Carajás foram coletadas 9 larvas e 1 pupa no Igarapé Rafael, afluente do rio Araras (que desemboca no rio Parauapebas), 29-XI-2005; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Valente, Roberta.

A espécie predominou em ambiente aquático alterado, aberto, margem dos cursos d'água sem vegetação ripário, moderada correnteza proporcionada pelo represamento do igarapé para a formação de açude, água clara, fundo do leito de

cimento e cascalho. Imaturos foram encontrados aderidos à gramíneas, associados a *S. subpallidum*.

Há registro desta espécie nos seguintes Estados: PE, BA, ES, MG, PB e SP. Não há registros para outros países da América do Sul (Crosskey & Howard, 2004; Coscarón, 1991). Também não se conhece o hábito alimentar das fêmeas.

#### 1.4.14. *S. goeldii*

Foram registradas 10 larvas e 2 pupas no ribeirão Sucupira a montante da escola da Fundação Serra das Andorinhas, 26-I-2006; 32 larvas e 1 pupa no igarapé Santa Cruz, 24-I-2006; 23 larvas, na cachoeira Toninho, Serra das Andorinhas, 23-I-2006; cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Silva, José Lopes. Registraram-se também 33 larvas e 2 pupas na nascente do rio Caeté, município de Bonito, 28-II-2007; Cols.: Monteiro-Santos, Emerson & Guimarães, Domingos Dalcides dos Reis. É provável que esteja distribuída em outras localidades do nordeste paraense, como já registrado nos igarapés de Santo Antônio e Matupiri, município de Santo Antônio do Tauá (Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005).

Predominou em ambiente aquático com margens dos cursos d'água bem sombreado por floresta ombrófila densa (predominante) ou por fragmentos de florestas, fundo do leito de cascalho e areia, água clara com baixa a moderada correnteza. Foram encontrados aderidos às folhas de vegetação marginal (gramíneas) e em decomposição e associados em baixa densidade com *S. quadrifidum*, *S. subnigrum*, *S. rorotaense* e *S. spinibranchium*. As fêmeas adultas não foram observadas atacando o homem.

*S. goeldii* é endêmica da região amazônica, encontrada em RR, AP, AM, RO e PA. Também registrada na Venezuela e Guiana Francesa (Hamada *et al.*, 2003; Hamada & Grillet, 2001; Hamada & Fouque, 2001; Shelley *et al.*, 1997; Ramírez-Perez, 1983; Dellome-Filho, 1983; Cerqueira & Nunes de Mello, 1967). Recentemente, foi encontrado criadouro no Norte de Goiás (comunicação pessoal de Neusa Hamada). Shelley *et al.* (1997) registraram que a espécie *S. goeldii* é exclusivamente zoófila.

Observou-se, de um modo geral, que os subgêneros *Psilopelmia* e *Psaroniocompsa* apresentaram ampla distribuição no leste paraense, ocorrendo em localidades de baixa altitude (planície). Os subgêneros *Trichodagmia* e *Chirostilbia* foram observados nas Serras das Andorinhas e Carajás, em altas altitudes (500 a 600 m). O subgênero *Inaequalium* foi registrado apenas na Serra das Andorinhas e o subgênero *Hemicnetha* somente em Carajás.

As espécies de simulídeos com novos registros no leste paraense foram: *S. nigrimanum*, *S. minusculum*, *S. limbatum*, *S. rorotaense*, *S. spinibranchium*, *S. pertinax*, *S. subnigrum*, *S. brachycladum*.

Os resultados também indicam que existe uma limitação na ocorrência de algumas espécies de simulídeos nas duas regiões estudadas (Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia) do leste paraense. A distribuição destes insetos nos sistemas aquáticos pode estar relacionada aos gradientes de fatores físicos, tais como profundidade, largura, velocidade, vazão, temperatura e entropia dos sistemas aquáticos (Vannote *et al.*, 1980), além de alguns fatores históricos (alterações ambientais e climáticas). Colbo & Moorhouse (1979) descreveram que a velocidade d'água foi o mais

importante fator para a distribuição de *Austrosimulium bancrofti* Taylor, 1918 e *Simulium nicholsoni* Mackerras & Mackerras, 1948 no Sudeste de Queensland, Austrália, com altitudes entre 100 a 600 m.

#### 1.4.15. Chave para identificação de pupas das espécies de *Simulium* do leste do Estado do Pará

A chave está baseada em caracteres de pupas e no trabalho de Hamada & Grillet (2001). Esta chave poderá ser ilustrada na futura publicação em artigo científico, ou no formato de cartilha ao Laboratório de Entomologia Médica da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Estado do Pará.

1 - Brânquias com 4 filamentos .....	<i>S. quadrifidum</i>
1' - Brânquias com mais de 4 filamentos .....	2
2 - Brânquias com 6 filamentos .....	3
2' - Brânquias com mais de 6 filamentos .....	5
3 - Bifurcação dos filamentos na mesma distância em relação a base; próximo à base. Filamentos menores que o tamanho do corpo da pupa .....	<i>S. minusculum</i>
3' - Bifurcação dos filamentos em diferentes distância em relação a base; próximo e distante da base. Filamentos maiores que o tamanho do corpo da pupa .....	4
4 - Extremidade apical dos filamentos branquiais pontiaguda .....	<i>S. subnigrum</i>
4' - Extremidade apical dos filamentos branquiais digitiforme .....	<i>S. incrustatum</i> e <i>S. limbatum</i>
5 (2') – Brânquias com 8 filamentos .....	6
5' - Brânquias com 18 a 20 filamentos .....	12
6 - Filamentos branquiais rugosos e extremidades distais afiladas .....	<i>S. brachycladum</i>

6' - Filamentos branquiais sem rugosidade e extremidades distais digitiformes. .....	7
7 - Pupas grandes (corpo >2,0 mm) e sapatiformes .....	8
7' - Pupas pequenas e médias (corpo de 1 a 2 mm) e chineliformes .....	9
8 - Filamentos grossos na base, sem tecido compacto e tramas visíveis .....	<i>S. spinibranchium</i>
8' - Filamentos uniformes desde a base até o ápice, com tecido compacto e sem tramas visíveis .....	<i>S. pertinax</i>
9 - Casulo com projeção mediano-dorsal. Filamentos com bifurcações secundárias nas mesmas distâncias em relação a base; afastados da base .....	<i>S. goeldii</i>
9' - Casulo sem projeção mediano-dorsal. Filamentos diferentes como descrito anteriormente .....	10
10 - Filamentos com ramificações primárias basais .....	<i>S. perflavum</i>
10' - Filamentos com bifurcações secundárias em diferentes distâncias em relação a base; próximas à base .....	11
11 - Tricomas cefálicos curtos e simples .....	<i>S. iracouboense</i>
11' - Tricomas cefálicos bífidios ou trifídios .....	<i>S. subpallidum</i>
12 (5') - Pupas chineliformes, casulo com projeções laterais vazadas; ramificações dos filamentos próximas à base .....	<i>S. rorotaense</i>
12' - Pupas sapatiformes, casulo sem projeções laterais vazadas, ramificações secundárias dos filamentos distantes da base .....	<i>S. nigrimanum</i>

Pela primeira vez elaborou-se uma chave para identificação de imaturos de simulídeos do leste paraense. Os dados são inéditos e as espécies de interesse em saúde pública, tais como, *S. incrustatum*, *S. limbatum*, *S. rorotaense*, *S. minusculum*, *S. nigrimanum* e *S. pertinax*, foram encontradas em diversos ambientes, com ampla distribuição e registros de novas ocorrências no Pará e na Amazônia Oriental.

#### 1.4.16. Levantamento de Simuliidae e entomofauna aquática associada, na região da Costa Atlântica-Nordeste

Na Costa Atlântica-Nordeste foi registrada uma proporcionalidade entre a abundância da simuliofauna e o total da entomofauna aquática associada, diferenciando-se nas diversas localidades estudadas desta região. Nas amostras estudadas, o igarapé Matupiri apresentou a maior abundância de simulídeos e entomofauna aquática associada, e o igarapé Estiva a menor (Figura 1.7).

Os resultados qualitativos das coletas de insetos aquáticos e semi-aquáticos desta região indicaram a ocorrência das seguintes ordens: Diptera, Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Heteroptera, Odonata, Megaloptera, Coleoptera e Lepidoptera. A ordem melhor representada foi Diptera em torno de 92,2 % (1.918 indivíduos), seguida de Trichoptera com 4,2 % (87 indivíduos) e Ephemeroptera com 1,8 % (38 indivíduos) (Figura 1.8). Registrou-se um total de 2.080 indivíduos, pertencentes a 23 famílias. A família melhor representada foi Simuliidae com 56,0 % (1.168 indivíduos), seguida de Chironomidae com 35,9 % (747 indivíduos) (Figura 1.9 - que apresenta apenas as áreas de estudos mais representativas). *S. perflavum* foi representada nos sistemas aquáticos desta região por 24,8 % (total = 516; média = 25,8; desvio padrão = 28,3), seguida de *S. quadrifidum* com 19,5 % (406; 20,3 ± 61,5), *S. incrustatum* com 9,5 % (200; 10,0 ± 19,0), *S. goeldii* com 1,9 % (39; 2,0 ± 7,8) e *S. limbatum* com 0,3 % (7; 0,4 ± 1,3) (Tabela 1.2).

Nos invertebrados aquáticos, geralmente, a família mais abundante é a de Chironomidae. Neste trabalho, esta família não foi representada como o grupo mais abundante, provavelmente pelo uso de rede de malha de 2 mm, não permitindo uma coleta mais específica deste grupo.

#### 1.4.17. Levantamento de Simuliidae e entomofauna aquática associada, na região Tocantins-Araguaia

Na Serra das Andorinhas foi registrada uma proporcionalidade entre a abundância de simúlideos e o total da entomofauna aquática associada, diferenciando-se pouco nas diversas localidades estudadas desta Serra. A cachoeira Altos Montes apresentou a maior abundância de simúlideos e entomofauna aquática associada, e a cachoeira Caldeirão a menor (Figura 1.10).

Os resultados qualitativos das coletas de insetos aquáticos e semi-aquáticos da Serra das Andorinhas, nos períodos de chuva e seca, indicaram a ocorrência das seguintes ordens: Diptera, Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Heteroptera, Odonata, Megaloptera, Coleoptera e Lepidoptera.

No período de chuva, a ordem melhor representada na Serra das Andorinhas foi Diptera em torno de 88,1 % (2.273 indivíduos), seguida de Trichoptera com 4,7 % (120 indivíduos) e Ephemeroptera com 3,9 % (100 indivíduos). Registrou-se um total de 2.579 indivíduos, pertencentes 20 famílias. A família melhor representada foi Simuliidae com 82,3 % (2.124 indivíduos), seguida de Chironomidae com 5,7 % (147 indivíduos). *S. subpallidum* foi representada por 23,2 % (total = 599; média = 59,9; desvio padrão = 84,8), seguida de *S. spinibranchium* com 22,8 % (588; 58,8 ± 71,1), *S. minusculum* 12,9 % (332; 33,2 ± 79,3), *S. subnigrum* 9,4 % (242; 24,2 ± 28,6), *S. rorotaense* 5,0 % (128; 12,8 ± 25,7), *S. pertinax* 4,9 % (126; 12,6 ± 34,3), *S. goeldii* 3,1% (81; 8,1 ± 13,1), *S. nigrimanum* 0,4 % (11; 1,1 ± 2,3), *S. perflavum* 0,4 % (11; 1,1 ± 2,1) e *S. iracouboense* 0,2 % (6; 0,6 ± 1,3) (Tabela 1.3).

No período seco, a ordem melhor representada na Serra das Andorinhas foi Diptera com 72,8 % (1.696 indivíduos), seguida de Heteroptera 10,7 % (249 indivíduos), Trichoptera com 7,3 % (170 indivíduos) e Ephemeroptera com 4,3 %

(100 indivíduos). Registrou-se um total de 2.329 indivíduos, pertencentes a 24 famílias. A família melhor representada foi Simuliidae com 59,7 % (1.391 indivíduos), seguida de Chironomidae com 12,7 % (295 indivíduos). *S. subpallidum* foi representada por 21,5 % (total = 501; média = 50,1; desvio padrão = 69,3), seguida de *S. subnigrum* 12,4 % (289; 28,9 ± 35,5), *S. perflavum* 8,6 % (201; 20,1 ± 63,2), *S. pertinax* 5,2 % (121; 12,1 ± 38,3), *S. spinibranchium* 3,8 % (88; 8,8 ± 13,7), *S. minusculum* 3,4 % (79; 7,9 ± 15,0), *S. rorotaense* 3,3 % (78; 7,8 ± 12,5), *S. nigri-manum* 0,7 % (17; 1,7 ± 4,1), *S. goeldii* 0,6 % (13; 1,3 ± 2,3), e *S. iracouboense* 0,2 % (4; 0,4 ± 1,0) (Tabela 1.4).

Em ambos os períodos do ano (chuva e seca), a ordem melhor representada na Serra das Andorinhas foi Diptera com 80,9 % (3.969 indivíduos), seguida de Trichoptera com 5,9 % (290 indivíduos), Heteroptera 5,4 % (267 indivíduos) e Ephemeroptera com 4,1 % (200 indivíduos) (Figura 1.11). Registrou-se um total de 4.908 indivíduos, pertencentes a 27 famílias. A família melhor representada foi Simuliidae com 71,6 % (3.515 indivíduos), seguida de Chironomidae com 9,0 % (442 indivíduos) (Figura 1.12). *S. subpallidum* foi representada por 22,4 % (total = 1.100; média = 110,0; desvio padrão = 144,9), seguida de *S. spinibranchium* 13,8 % (676; 67,6 ± 82,0), *S. subnigrum* 10,8 % (531; 53,1 ± 59,4), *S. minusculum* 8,4 % (411; 41,1 ± 90,0), *S. pertinax* 5,0 % (247; 24,7 ± 72,3), *S. perflavum* 4,3 % (212; 21,2 ± 64,6), *S. rorotaense* 4,2 % (206; 20,6 ± 31,4), *S. goeldii* 1,9 % (94; 9,4 ± 14,0), *S. nigri-manum* 0,6 % (28; 2,8 ± 5,7) e *S. iracouboense* 0,2 % (10; 1,0 ± 2,2) (Tabela 1.5).

A sazonalidade das espécies de simulídeos também foi analisada na Serra das Andorinhas. No igarapé Sta. Cruz, *S. goeldii* predominou no período de chuva (janeiro/2006), seguido de *S. subnigrum* (abril/2006); *S. perfavum* foi registrada

como a espécie mais abundante e prevaleceu no período seco (agosto e dezembro/2006) (Figura 1.13). Na corredeira Toninho, *S. goeldii* também predominou no período de chuva (janeiro/2006); *S. subnigrum* foi registrada como a espécie mais abundante e predominou em parte no período de chuva (abril/2006) e em todo o período seco (agosto e dezembro/2006) (Figura 1.14). Na cachoeira Altos Montes, *S. subpallidum* foi registrada como a espécie mais abundante e predominou em parte no período de chuva (janeiro/2006) e parte no seco (dezembro/2006); *S. spinibrachium* prevaleceu na outra parte do período de chuva (abril/2006); *S. pextinax* predominou em parte do período seco (agosto/2006) (Figura 1.15). Na cachoeira Água Bonita, *S. spinibrachium* predominou em parte do período de chuva (janeiro/2006) e parte do seco (dezembro/2006); *S. subpallidum* foi registrada como a espécie mais abundante e predominou em parte do período de chuva (abril/2006) e parte do seco (agosto/2006) (Figura 1.16). Na corredeira Isidório, *S. spinibrachium* predominou no período de chuva (janeiro/2006), seguido de *S. subnigrum* (abril/2006) que também prevaleceu no período seco (agosto e dezembro/2006), além de ser registrada como a espécie mais abundante (Figura 1.17). Na cachoeira Caldeirão, *S. spinibrachium* predominou em todo o período de chuva (janeiro/2006), registrada como a espécie mais abundante; *S. subnigrum* predominou em todo o período seco (agosto e dezembro/2006) (Figura 1.18). Na corredeira São Félix, *S. spinibrachium* predominou em parte do período de chuva (janeiro/2006), registrada como a espécie mais abundante; *S. subnigrum* predominou em parte do período de chuva (abril/2006) e em todo o período seco (agosto e dezembro/2006) (Figura 1.19). No ribeirão Sucupira a montante da escola da Fundação Serra das Andorinhas (06°13'56.58"S; 48°29'34.26"O), *S. goeldii* predominou em todo o período de chuva

(janeiro e abril/2006); *S. subpallidum* foi registrada como a espécie mais abundante e predominou em parte no período seco (agosto/2006), e *S. minusculum* na outra parte deste período (dezembro/2006) (Figura 1.20). No ribeirão Sucupira, curso médio (onde corta a estrada entre São Geraldo do Araguaia e Sta. Cruz), *S. subpallidum* foi registrada como a espécie mais abundante e predominou em parte no período de chuva (janeiro/2006) e parte do seco (agosto/2006); *S. minusculum* predominou em parte do período de chuva (abril/2006) e parte do seco (dezembro/2006); (Figura 1.21). No ribeirão Sucupira a jusante do cerrado Sucupira, *S. subpallidum* predominou em parte do período de chuva (janeiro/2006) e em todo o período seco (agosto e dezembro/2006), além de ser registrada como a espécie mais abundante; *S. minusculum* predominou em parte do período de chuva (abril/2006) (Figura 1.22).

Este trabalho corrobora com estudos de Hamada (1993) que registrou *S. goeldii* predominantemente no período de chuva, na Amazônia Central.

Na Serra dos Carajás, também localizada na região Tocantins-Araguaia, foi registrada uma proporcionalidade entre a abundância da simuliófauna e o total da entomofauna aquática associada, diferenciando-se nas diversas localidades estudadas desta Serra. No material biológico analisado, o igarapé da base do níquel vermelho e o rio Fumaça apresentaram a maior abundância de simúlídeos e entomofauna aquática associada, respectivamente; já o rio Parauapebas apresentou o menor registro de simúlídeos, enquanto o igarapé dos Lagos o menor número de exemplares capturados da entomofauna aquática (Figura 1.23).

Os resultados qualitativos das coletas de insetos aquáticos e semi-aquáticos da Serra dos Carajás, nos períodos de chuva e seca, indicaram a ocorrência das seguintes ordens: Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata,

Heteroptera, Coleoptera, Lepidoptera e Plecoptera. Em ambos os períodos do ano (chuva e seco), a ordem melhor representada na Serra dos Carajás foi Diptera com 65,5 % (3.255 indivíduos), seguida de Trichoptera 16,5 % (820 indivíduos), Ephemeroptera 10,1 % (501 indivíduos) e Odonata 3,7 % (182 indivíduos) (Figura 1.24). Registrou-se um total de 4.971 indivíduos, pertencentes a 34 famílias. A família melhor representada foi Simuliidae com 41,3 % (2.026 indivíduos), seguida da Chironomidae com 24,5 % (1.217 indivíduos) (Figura 1.25). *S. subpallidum* foi representada por 23,2 % (total = 1.153; média = 192,2; desvio padrão = 152,5), seguida de *S. perflavum* 17,5 % (870; 145,0 ± 190,3), *S. spinibranchium* 0,4 % (2; 0,3 ± 0,8) e *S. iracouboense* 0,2 % (1; 0,2 ± 0,4) (Tabela 1.6).

Em todas as áreas estudadas, a família Chironomidae não foi representada como o grupo mais abundante, provavelmente pelo uso de rede de malha de 2 mm, não permitindo uma coleta específica deste grupo.

Os tricópteros, efemerópteros, plecópteros, odonatas, heterópteros e dípteros, foram encontrados com uma significativa representatividade nos ambientes aquáticos destas regiões estudadas. Dentre as formas imaturas de insetos aquáticos importantes em termos de amplitude de habitats que ocupa, diversidade de hábitos alimentares e estratégias adaptativas, estão os efemerópteros, plecópteros, tricópteros, megalópteros e dípteros (Azêvedo & Hamada, 2008; Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005; Merrit & Cummins, 1984). Muitos destes táxons são excelentes na indicação de condições ambientais particulares e a proporção que são mantidos na comunidade pode ser usada em estudos de avaliação ambiental e biomonitoramento (Strixino & Trivinho-Strixino, 1998).

#### 1.4.18. Diversidade de simuliídeos da região Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia

O cálculo dos índices de diversidade e construção da curva cumulativa foi obtido de 60 amostras em 20 pontos marcados para o registro do levantamento de Simuliidae, tanto da região Costa Atlântica-Nordeste (30 amostras) como do Tocantins-Araguaia (30 amostras). Nestas regiões, a diversidade estimada mostrou-se muito próxima do esperado, com Chao 1 e 2 em torno de  $5 \pm 0,02$ , e  $5 \pm 0,50$  de Jack 1 e  $5 \pm 0,61$  de Jack 2 (Tabela 1.7). As curvas para os índices de diversidade Chao 1 e 2, Jack 1 e 2, observou-se uma tendência a assíntota (Figuras 1.26 e 1.27).

Outros índices como Shannon-Waever e Simpson também foram gerados, observando uma maior diversidade na região Tocantins-Araguaia, com valores estimados de Shannon em torno de 1,89 e Simpson de 5,53, e uma menor diversidade na região Costa Atlântica-Nordeste, expressa através dos índices de Shannon 0,82 e Simpson 1,90 (Tabela 1.7). Observou-se uma diferença significativa de diversidade entre estas duas regiões ( $t=3,024$ ;  $p=0,010$ ). Registrando, desta forma, uma diminuição na diversidade dos simuliídeos à medida que se aproxima da costa Amazônica. Esta é uma questão a ser discutida, refere-se ao fato de que muitas são as variáveis que proporcionam esta diferença de diversidade de simuliídeos, tais como, a formação geológica das regiões estudadas, clima, parâmetros físicos e químicos dos cursos d'água e os ambientes impactados por atividades antrópicas, dentre outras (Monteiro-Santos & Gorayeb, 2007 a-b; Monteiro-Santos & Gorayeb, 2005).

### 1.5. Conclusão

Neste trabalho foram registradas 11 espécies (*S. perflavum*, *S. goeldii*, *S. pertinax*, *S. spinibranchium*, *S. subpallidum*, *S. rorotaense*, *S. nigrimanum*, *S. iracouboense*, *S. brachycladum* e *S. subnigrum*) na região Tocantins-Araguaia, e apenas 5 (*S. perflavum*, *S. goeldii*, *S. incrustatum*, *S. limbatum* e *S. quadrifidum*) na região Costa Atlântica-Nordeste.

Na região Costa Atlântica-Nordeste, registrou-se uma média de 2 espécies de simulídeos por curso d'água, sendo os mais diversos, com 3 espécies nos igarapés Piriá e Matupiri. Na região Tocantins-Araguaia, registrou-se uma média de 4 espécies por curso d'água, sendo o mais diverso, com 8 espécies na corredeira Altos Montes, na Serra das Andorinhas, tanto no período seco como chuvoso.

Pela primeira vez elaborou-se uma chave para identificação de imaturos de simulídeos e novas ocorrências no Pará e na Amazônia Oriental.

Este trabalho é difícil de ser comparado em termos de números devido a diferenças nas metodologias de coletas utilizados por outros autores da Amazônia a São Paulo, mas fazer registro de que a maior diversidade dos simulídeos está à medida que se afasta da costa, é aceitar a idéia de que existe um padrão para este grupo. Na Amazônia, também se registra espécies não autóctone, como o *S. pertinax* (espécie de suma importância em Saúde Pública) e *S. nigrimanum*, mas que passa a coexistir com outras espécies em áreas alteradas pelo homem.

A associação das espécies e abundâncias de simulídeos com outras formas aquáticas de insetos podem estar bem relacionados aos tipos de

ambientes, microclimas, microhabitats e parâmetros físicos onde coexistem (ver detalhes no capítulo III).

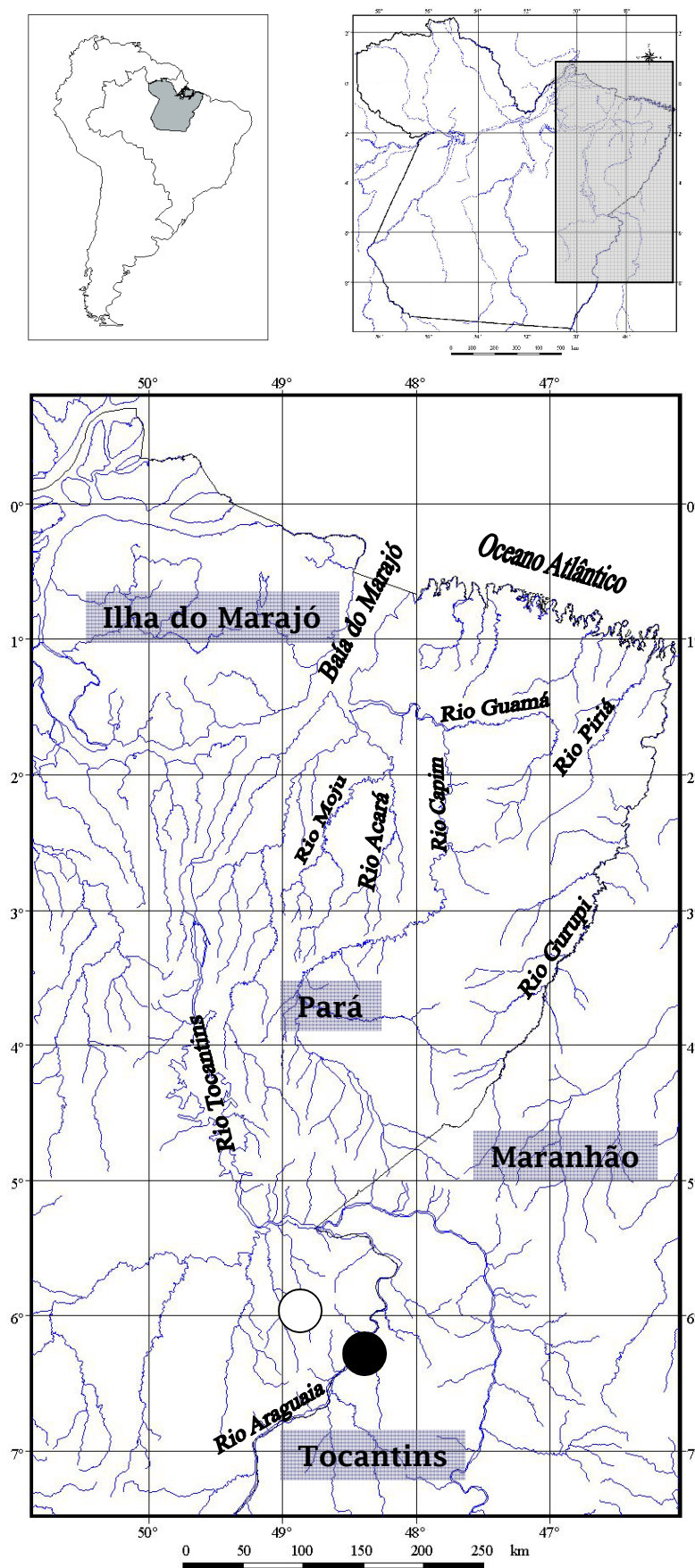


Figura 1.2. Área de Estudo. Mapa hidrográfico mostrando as bacias do leste paraense. O círculo negro indica a localização da Serra dos Martínrios-Andorinhas e o branco, a Serra dos Carajás (IBGE, 2003).

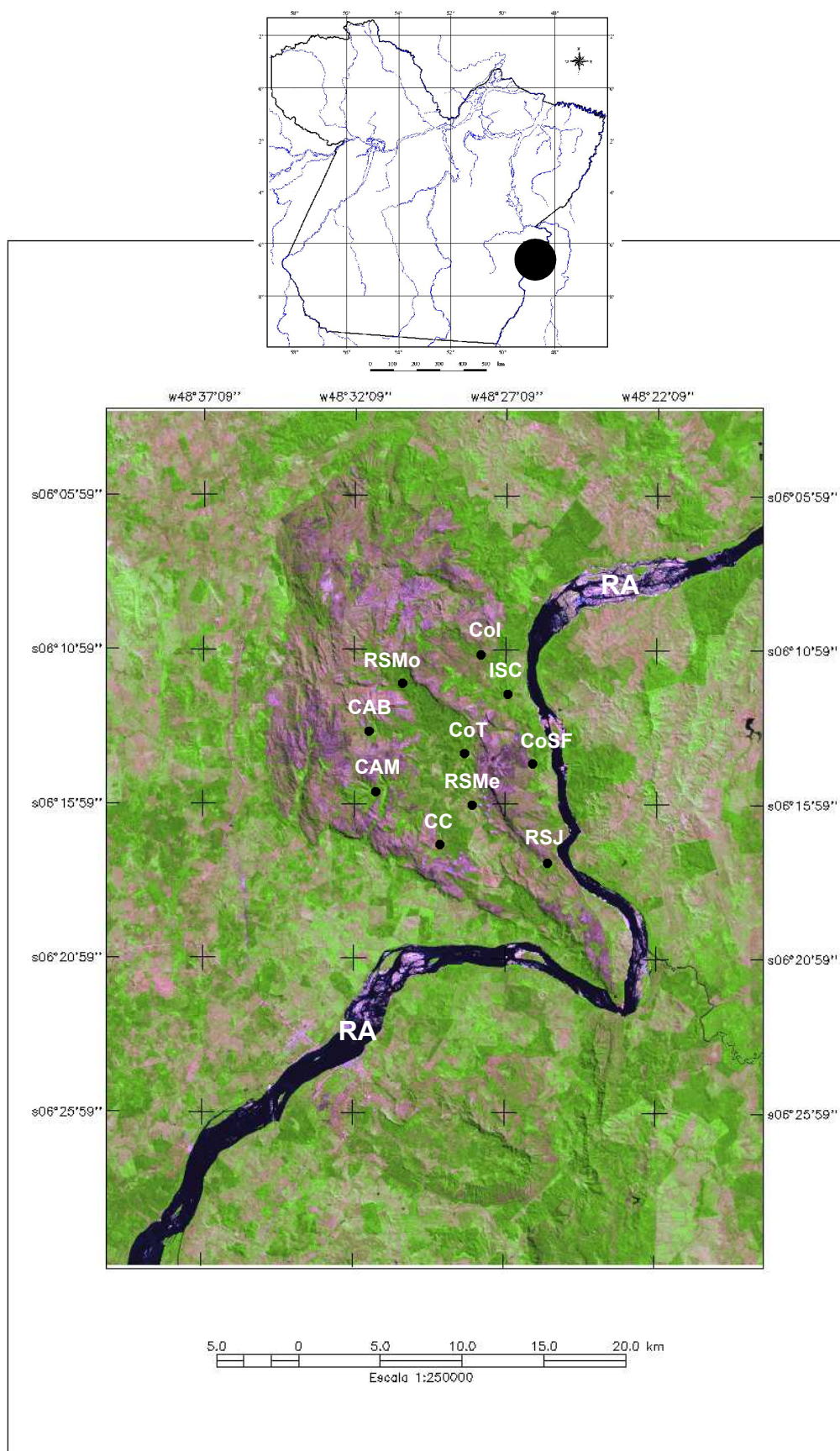


Figura 1.3. Área de estudo. Corte de imagem do satélite Landsat ETM. O círculo negro indica a localização da Serra das Andorinhas. **I.S.C.** - Igarapé Santa Cruz; **Co.I.** - Corredeira Isidório; **Co.S.F.** – Corredeira São Félix; **Co.T.** - Corredeira Toninho; **C.C.** - Cachoeira Caldeirão; **C.A.M.** - Cachoeira Altos Montes; **C.A.B.** - Cachoeira Água Bonita; **R.S.Mo.** - Ribeirão Sucupira, Montante; **R.S.Me.** - Curso Médio do ribeirão Sucupira; **R.S.J.** - Ribeirão Sucupira, Jusante; **R.A.** - Rio Araguaia.

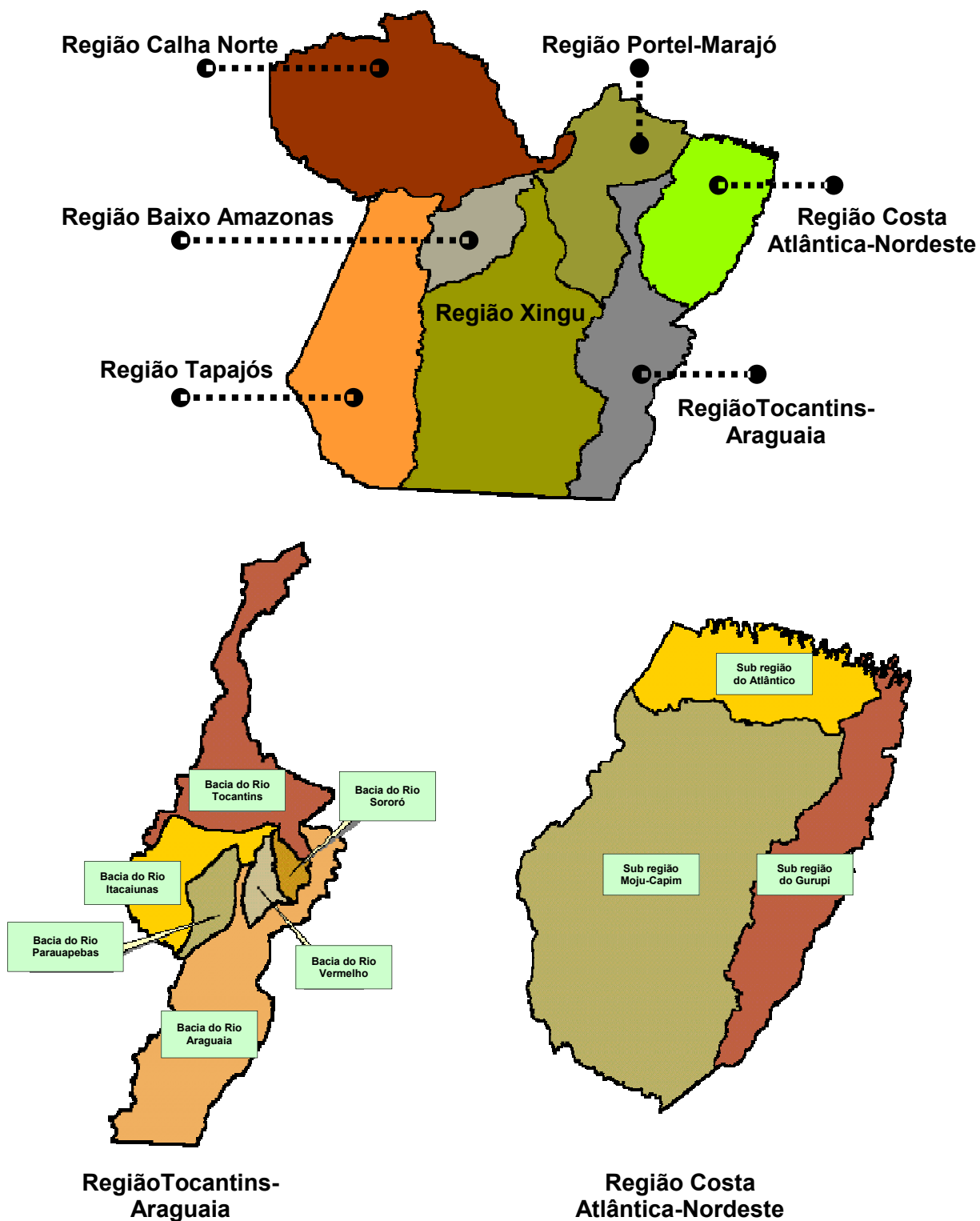


Figura 1.4. Área de Estudo. Mapa das principais bacias do Estado do Pará, representadas por regiões. Destaque para as regiões Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste (NHM-SECTAM/PA, 2001).



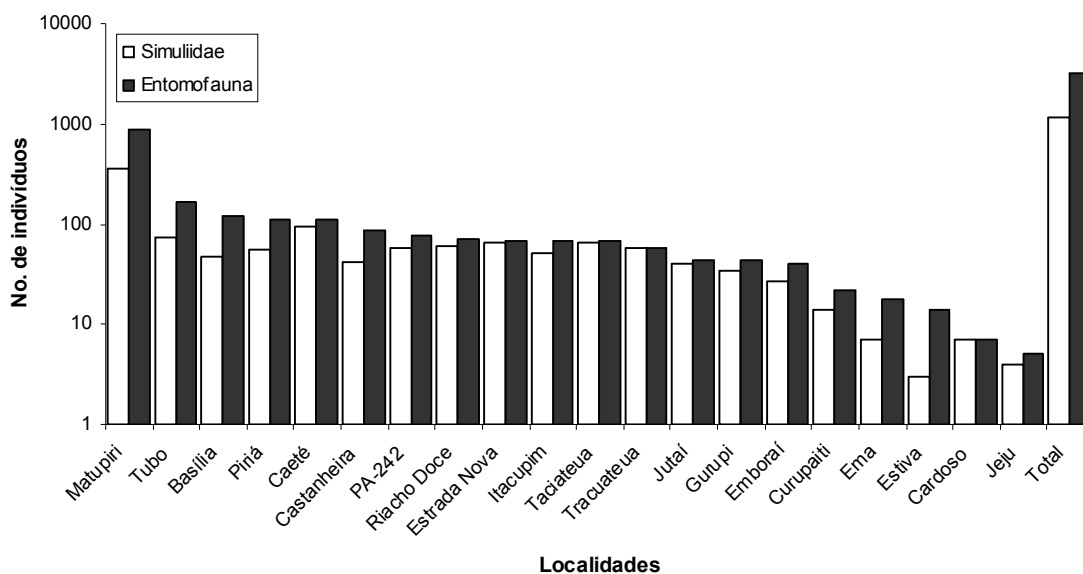


Figura 1.7. Abundância de simúlídeos e entomofauna aquática associada nos diferentes pontos de amostragem da Costa Atlântica-Nordeste.

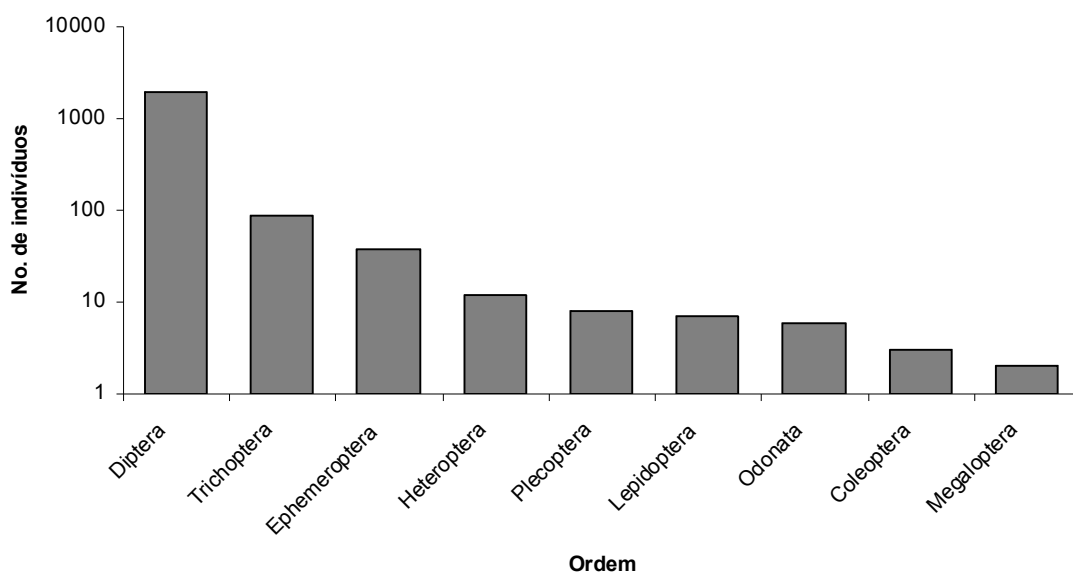


Figura 1.8. Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas ordens amostradas da Costa Atlântica-Nordeste.

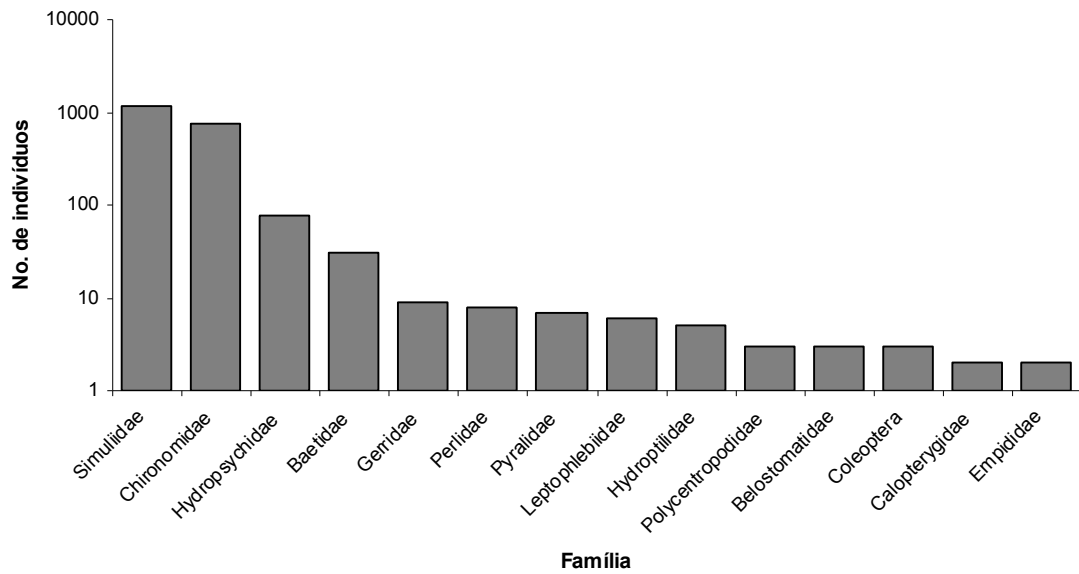


Figura 1.9. Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas famílias amostradas da Costa Atlântica-Nordeste.

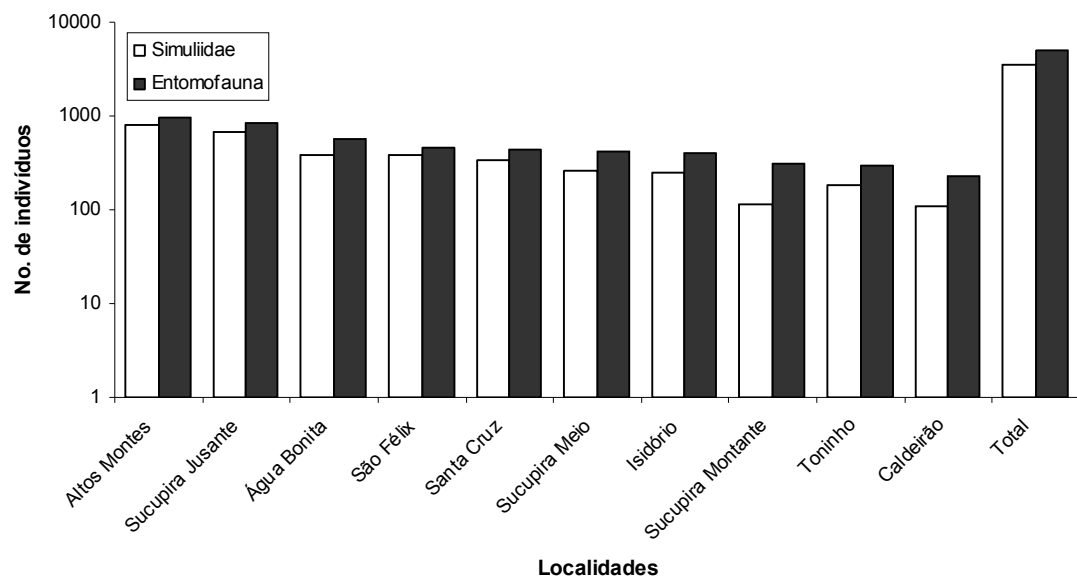


Figura 1.10. Abundância de simúlídeos e entomofauna aquática associada nos diferentes pontos de amostragem da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia).

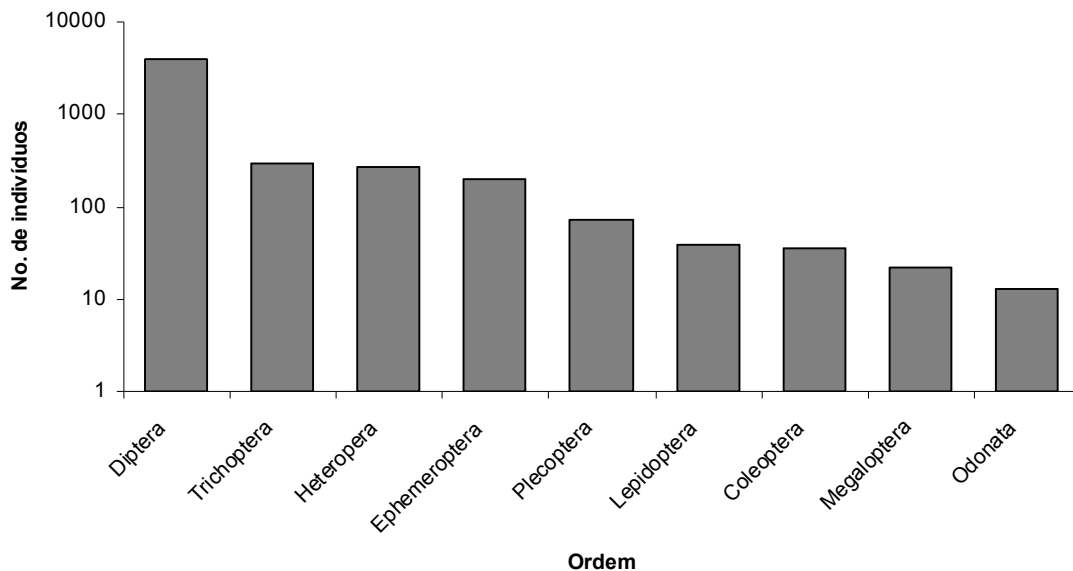


Figura 1.11. Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas ordens amostradas da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia).

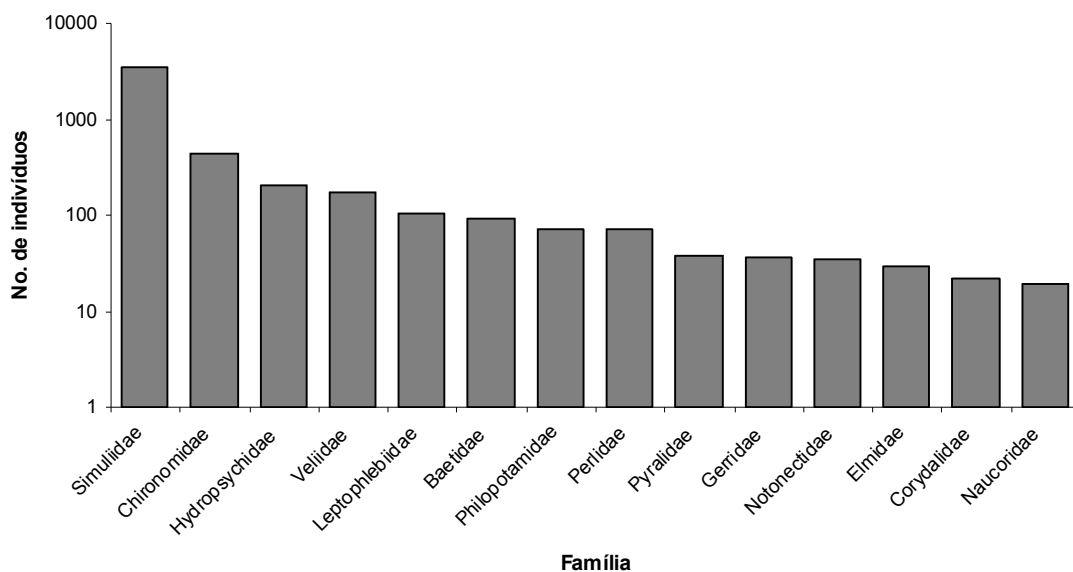


Figura 1.12. Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas famílias amostradas da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia).

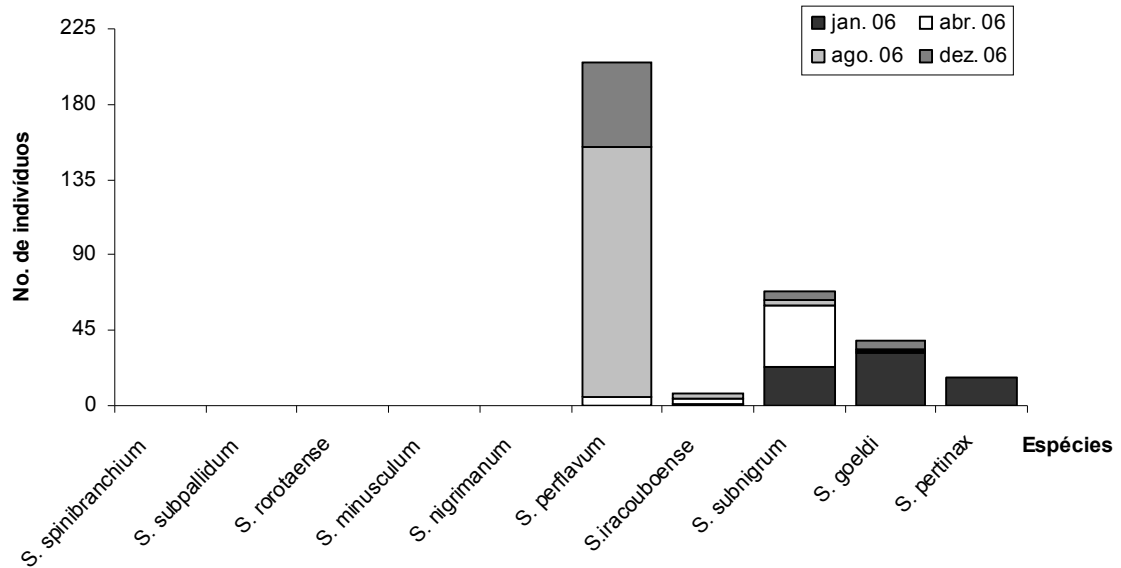


Figura 1.13. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), igarapé Santa Cruz, Serra das Andorinhas.

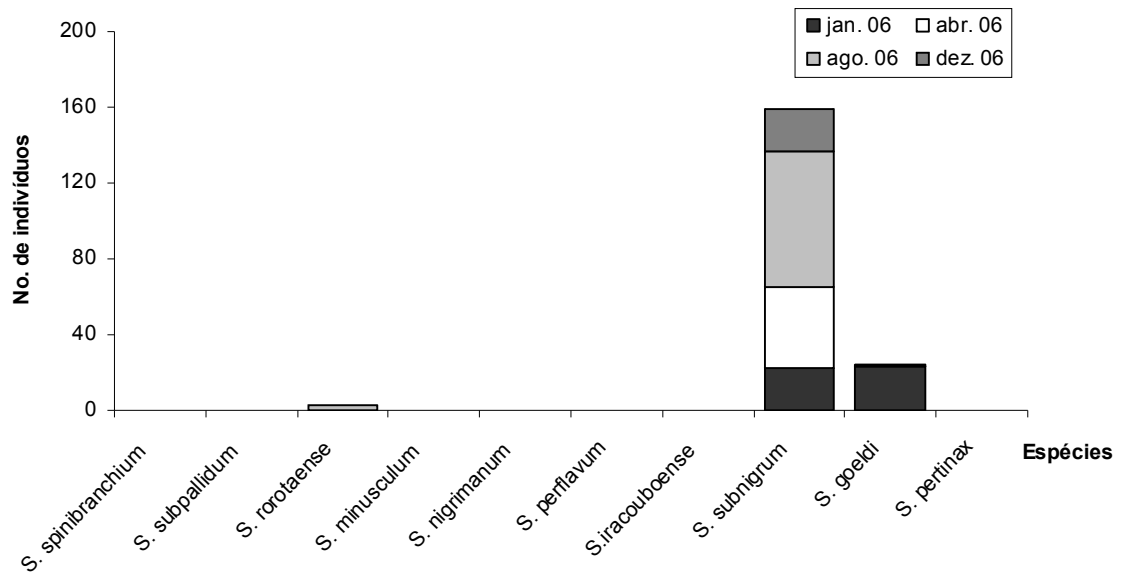


Figura 1.14. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), corredeira Toninho, Serra das Andorinhas.

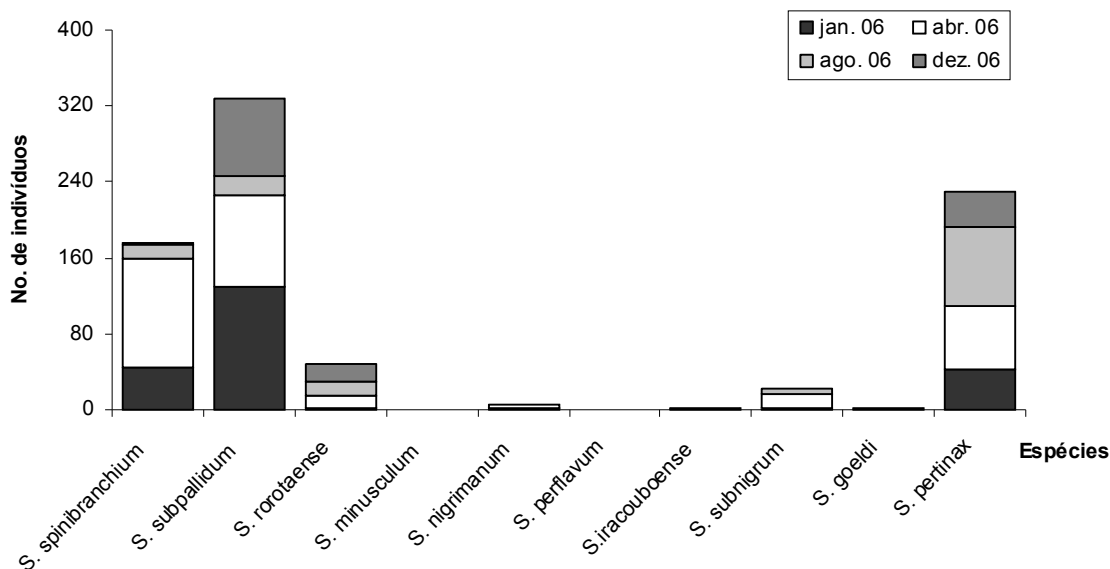


Figura 1.15. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), cachoeira Altos Montes, Serra das Andorinhas.

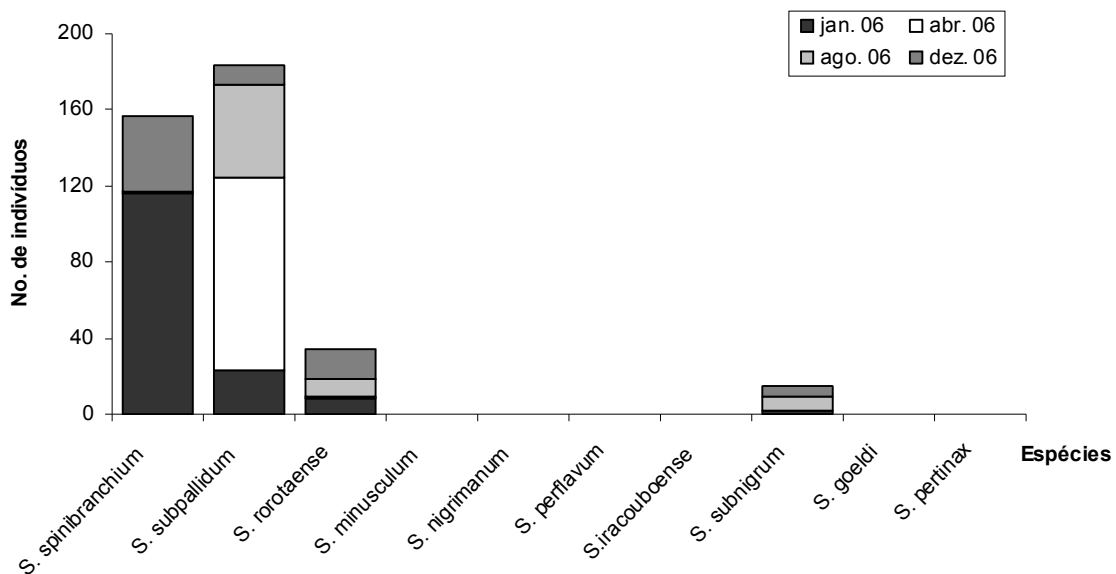


Figura 1.16. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), cachoeira Água Bonita, Serra das Andorinhas.

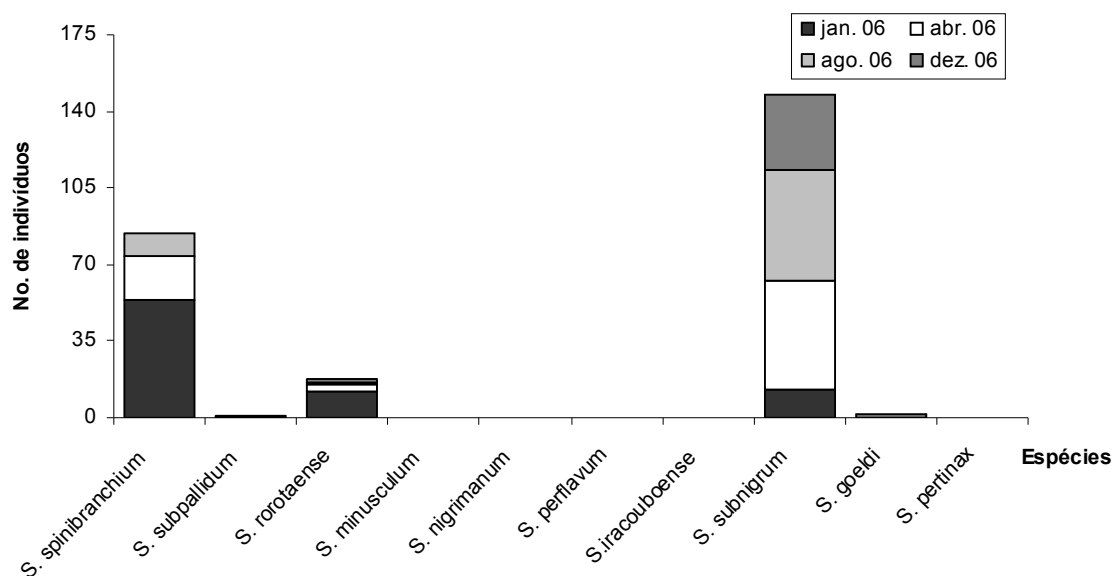


Figura 1.17. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), corredeira Isidório, Serra das Andorinhas.

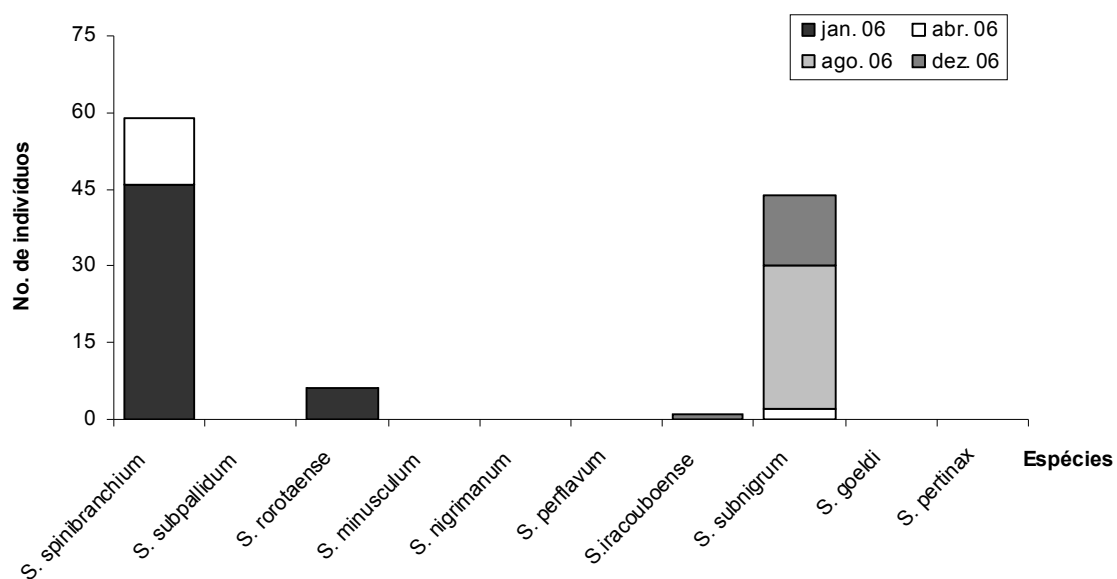


Figura 1.18. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), cachoeira Caldeirão, Serra das Andorinhas.

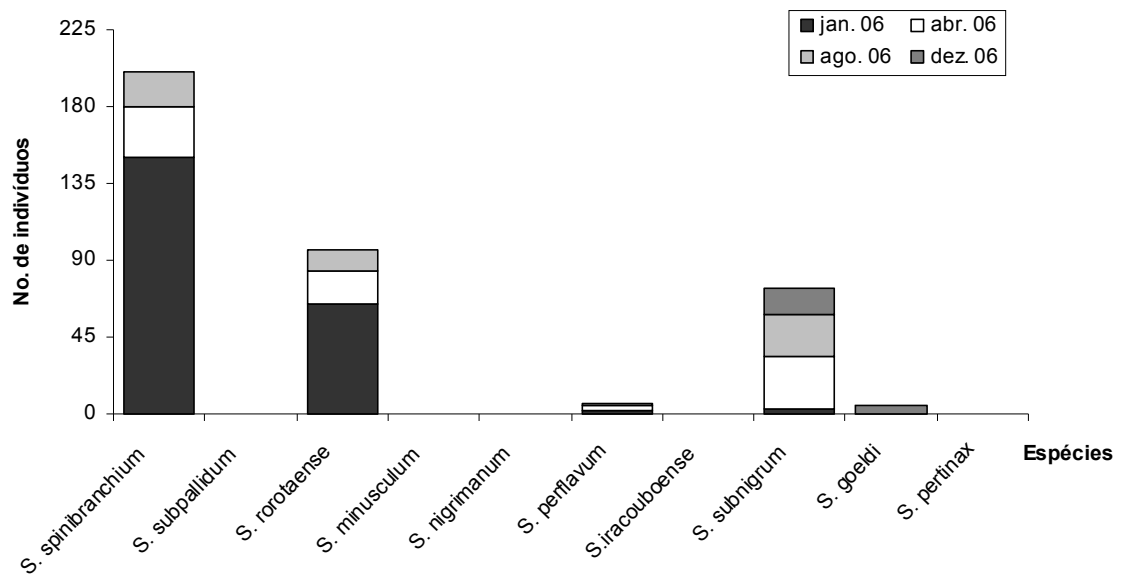


Figura 1.19. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), corredeira São Félix, Serra das Andorinhas.

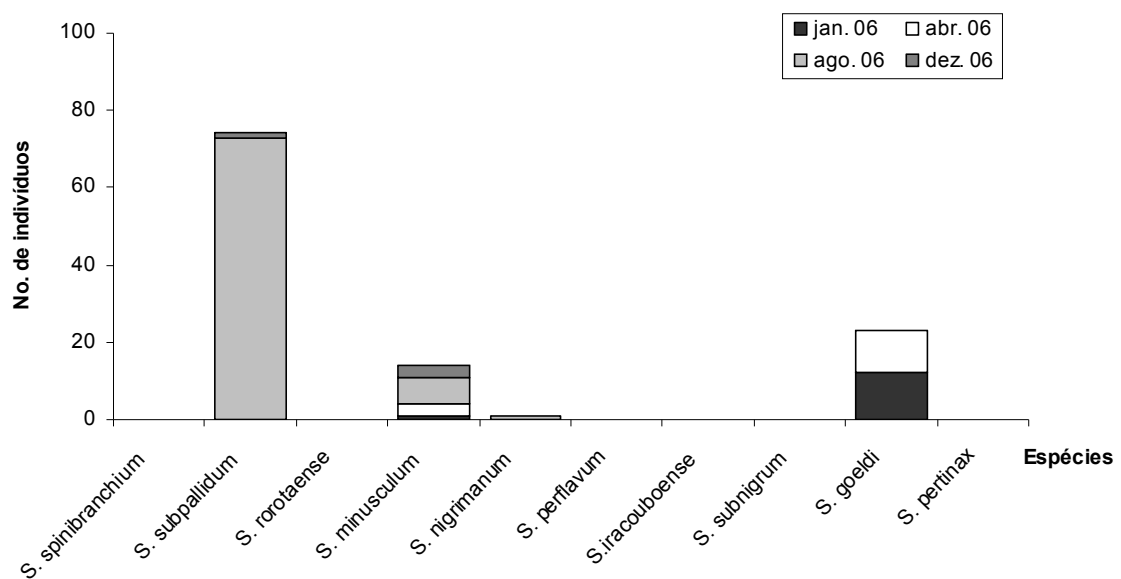


Figura 1.20. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), ribeirão Sucupira a montante da escola da Fundação Serra das Andorinhas.

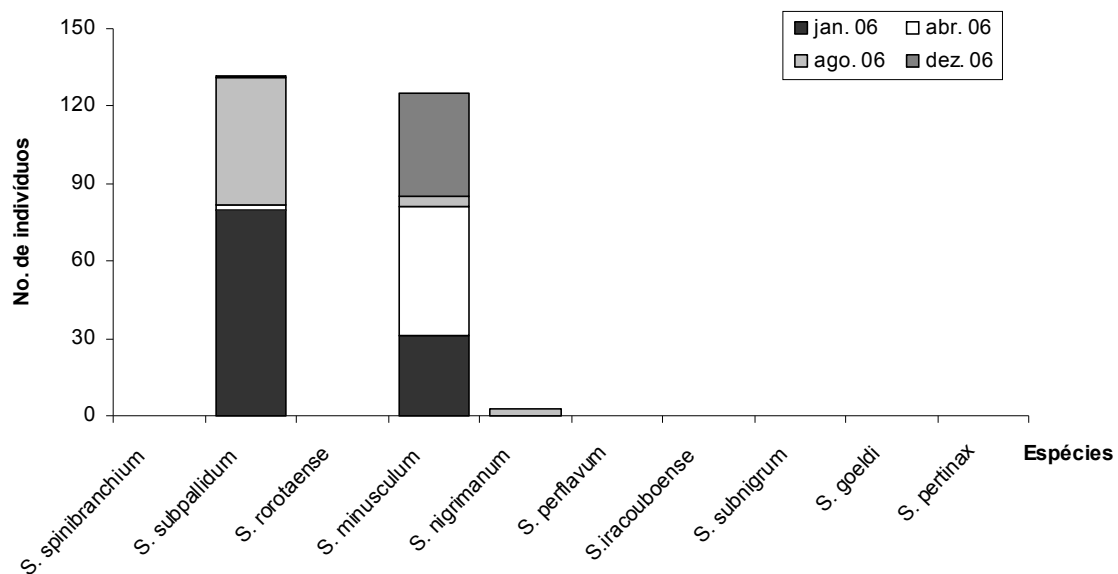


Figura 1.21. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), curso médio do ribeirão Sucupira (situado na estrada entre São Geraldo do Araguaia e Sta. Cruz), Serra das Andorinhas.

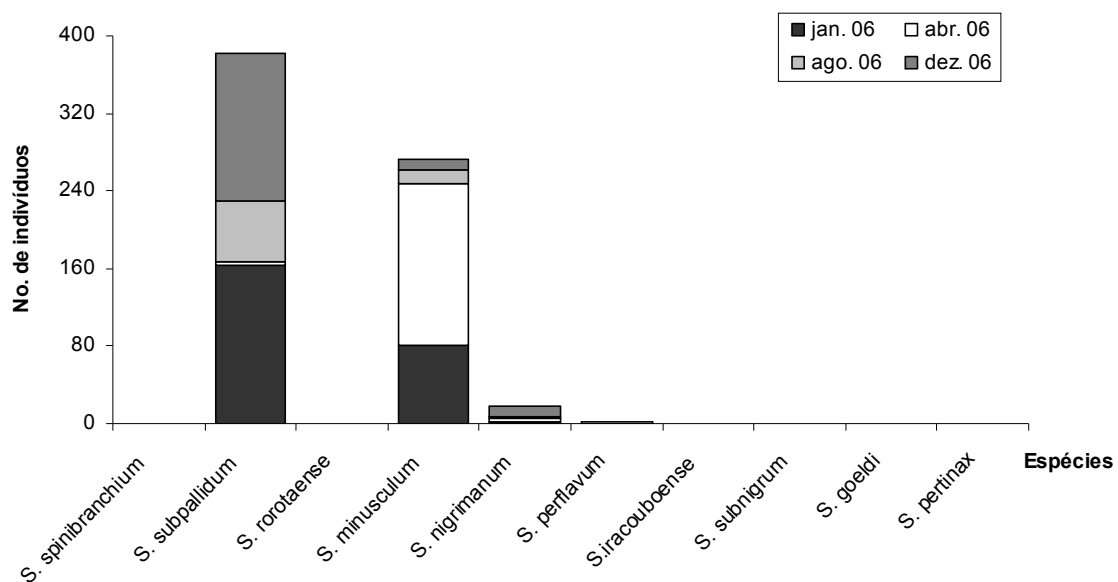


Figura 1.22. Abundância relativa das espécies de simúlídeos por um período sazonal (janeiro, abril, agosto e dezembro/2006), ribeirão Sucupira jusante do cerrado Sucupira, Serra das Andorinhas.

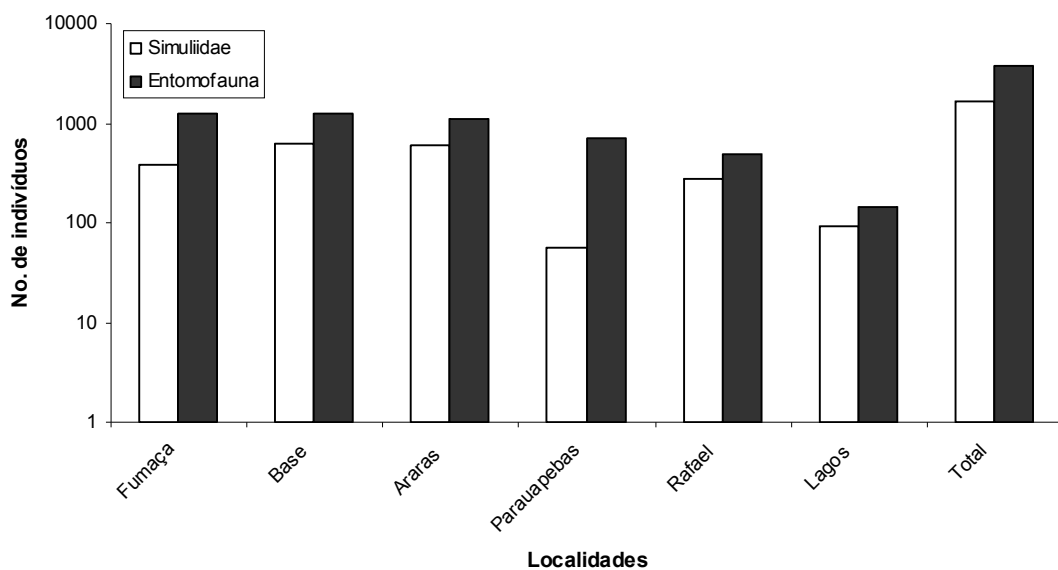


Figura 1.23. Abundância de simúlídeos e entomofauna aquática associada nos diferentes pontos de amostragem da Serra dos Carajás (região Tocantins-Araguaia).

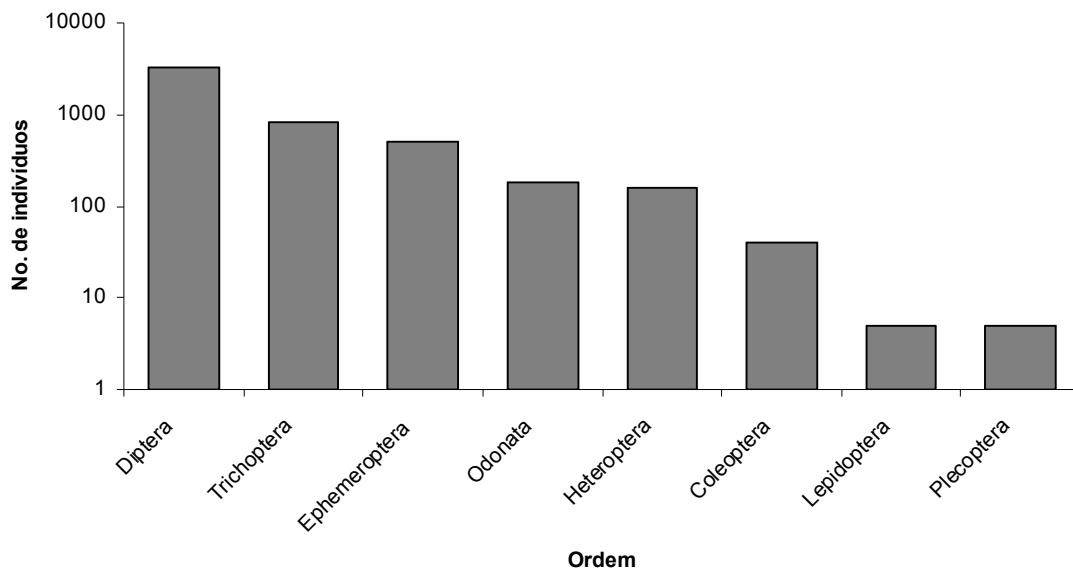


Figura 1.24. Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas ordens amostradas da Serra dos Carajás (região Tocantins-Araguaia).

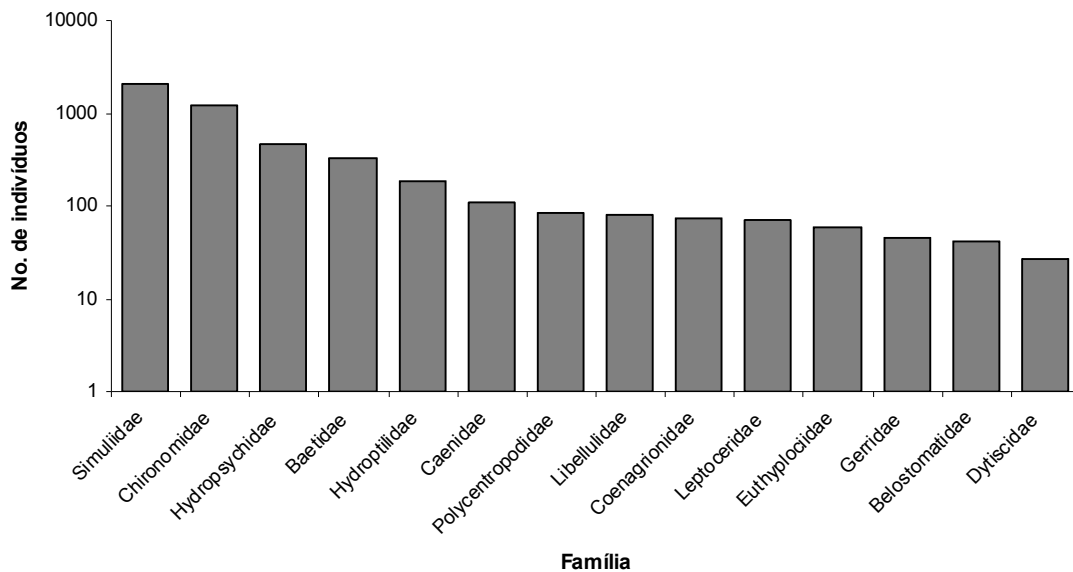


Figura 1.25. Abundância de insetos aquáticos e semi-aquáticos e suas respectivas famílias amostradas da Serra dos Carajás (região Tocantins-Araguaia).

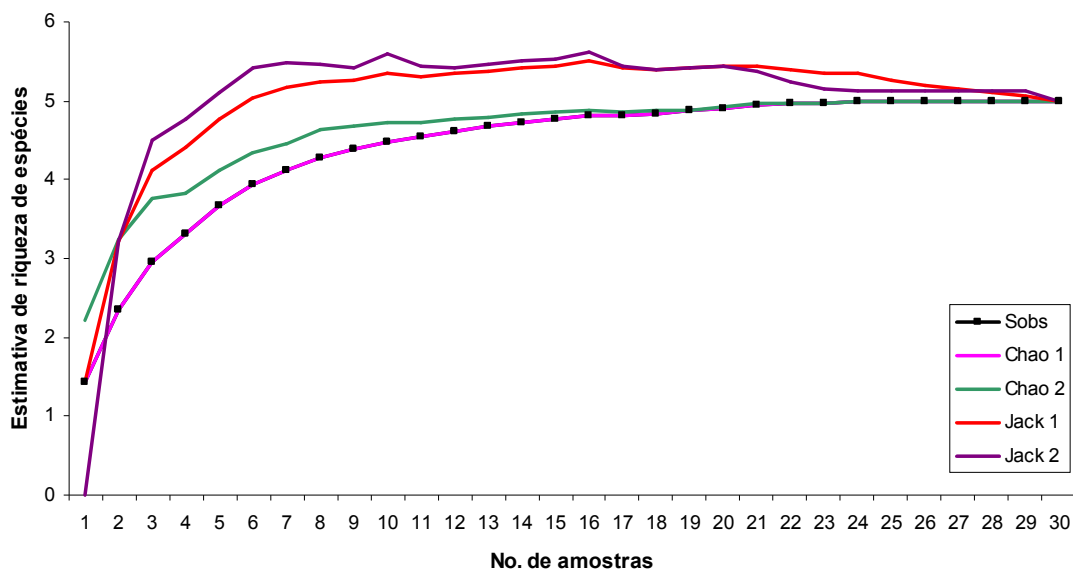


Figura 1.26. Curva de acumulação dos índices da estimativa da riqueza de espécies de simuliídeos por número de amostras da região Costa Alântica-Nordeste.

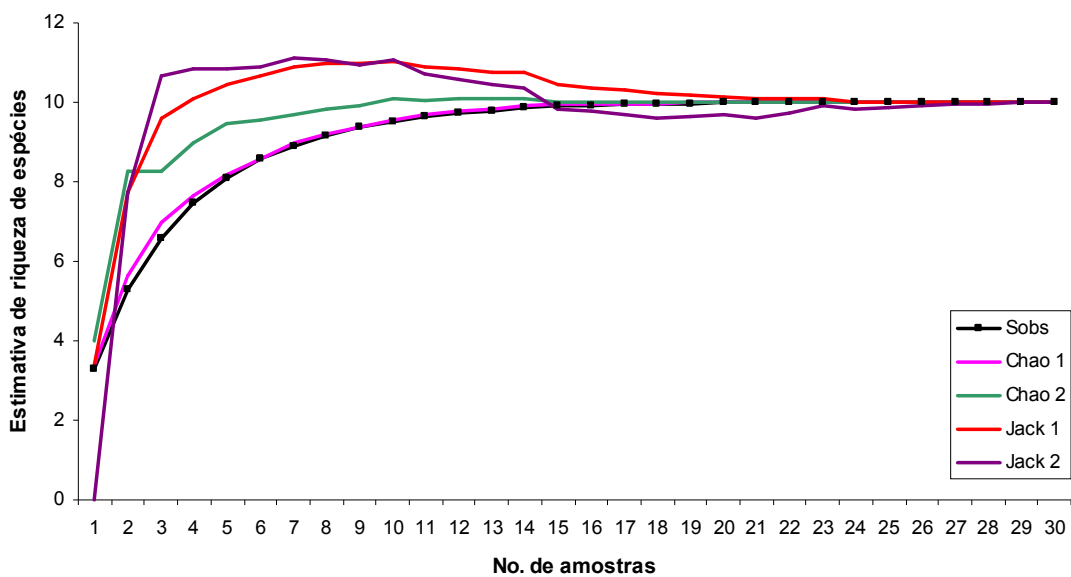


Figura 1.27. Curva de acumulação dos índices da estimativa da riqueza de espécies de simúldeos por número de amostras coletadas na região Tocantins-Araguaia.

Tabela 1.1. Pontos, coordenadas geográficas, localidades de coletas de simulídeos e insetos aquáticos associados do leste paraense.

Ponto	Latitude	Longitude	Localidade	Município
1	06°13'17.88"	48°26'16.80"	Igarapé Santa Cruz (afluente do rio Araguaia), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
2	06°14'21.12"	48°28'03.42"	Corredeira Toninho (afluente do ribeirão Sucupira), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
3	06°15'27.84"	48°30'56.76"	Cachoeira Altos Montes (afluente do ribeirão Sucupira), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
4	06°13'23.40"	48°31'59.16"	Cachoeira Água Bonita (afluente do ribeirão Sucupira), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
5	06°12'42.78"	48°27'26.04"	Corredeira Isidório (afluente do rio Araguaia), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
6	06°17'21.30"	48°29'13.32"	Cachoeira Caldeirão (afluente do ribeirão Sucupira), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
7	06°14'25.24"	48°25'40.20"	Corredeira São Félix (afluente do rio Araguaia), localizado na Serra das Andorinhas	São Geraldo do Araguaia
8	06°11'51.06"	48°31'04.70"	Ribeirão Sucupira a montante da base física da Fundação Serra das Andorinhas (afluente do rio Araguaia)	São Geraldo do Araguaia
9	06°13'56.58"	48°29'34.26"	Ribeirão Sucupira a montante da Escola da Fundação Serra das Andorinhas (afluente do rio Araguaia)	São Geraldo do Araguaia
10	06°16'17.82"	48°28'26.04"	Curso médio do ribeirão Sucupira, localizado na estrada entre São Geraldo do Araguaia e Santa Cruz (afluente do rio Araguaia)	São Geraldo do Araguaia
11	06°17'54.66"	48°25'29.04"	Ribeirão Sucupira a jusante do cerrado Sucupira (afluente do rio Araguaia)	São Geraldo do Araguaia
12	06°24'13.78"	48°32'52.60"	Rio Araguaia a montante da Serra das Andorinhas (desemboca no rio Tocantins)	São Geraldo do Araguaia
13	06°10'42.08"	48°26'00.17"	Rio Araguaia a jusante da Serra das Andorinhas (desemboca no rio Tocantins)	São Geraldo do Araguaia
14	06°29'16.71"	49°51'15.16"	Igarapé da Base do Níquel Vermelho (afluente do rio Araras)	Canaã dos Carajás
15	06°26'55.86"	49°52'37.19"	Rio Fumaça (afluente do rio Araras)	Canaã dos Carajás

Continuação da Tabela 1.1.

<b>Ponto</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Localidade</b>	<b>Município</b>
16	06°30'25.28"	49°55'18.52"	Rio Araras (afluente do rio Parauapebas)	Canaã dos Carajás
17	06°26'31.97"	50°02'01.99"	Rio Parauapebas afluente do rio Itacaiúnas (desemboca no rio Tocantins)	Canaã dos Carajás
18	06°28'31.34"	49°51'01.34"	Igarapé Rafael (afluente do rio Araras)	Canaã dos Carajás
19	06°29'03.28"	49°52'55.69"	Igarapé dos Lagos (afluente do rio Araras)	Canaã dos Carajás
20	06°28'41.12"	49°54'17.44"	Igarapé da Caverna (afluente do rio Araras)	Canaã dos Carajás
21	01°09'06.45"	48°06'40.89"	Igarapé do Tubo (afluente do rio Sto. Antônio do Tauá)	Sto. Antônio do Tauá
22	01°10'02.27"	48°08'10.05"	Igarapé Castanheira (afluente do rio Sto. Antônio do Tauá)	Sto. Antônio do Tauá
23	01°07'46.36"	48°07'00.80"	Riacho Doce (afluente do rio Sto. Antônio do Tauá)	Sto. Antônio do Tauá
24	01°06'53.43"	48°06'16.57"	Igarapé Matupiri (afluente do rio Matupiri)	Sto. Antônio do Tauá
25	01°01'13.08"	46°58'36.30"	Rio Quatipuru (desemboca no Atlântico)	Tracuateua
26	01°03'02.52"	46°56'18.54"	Igarapé Canaruquara (afluente do rio Tracuateua)	Tracuateua
27	01°04'00.47"	46°54'41.50"	Rio Tracuateua (desemboca no Atlântico)	Tracuateua
28	01°23'58.24"	47°16'00.11"	Rio Caeté (desemboca no Atlântico), nascente sem vegetação ripário	Bonito
29	01°26'06.66"	47°17'19.98"	Rio Caeté (desemboca no Atlântico), nascente com vegetação ripário	Bonito
30	01°22'26.03"	47°17'57.76"	Rio Taciuateua (desemboca no Atlântico)	Bonito

Continuação da Tabela 1.1.

<b>Ponto</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Localidade</b>	<b>Município</b>
31	01°30'29.34"	47°15'18.36"	Igarapé da Estiva (afluente do rio Guamá)	Ourém
32	01°20'18.62"	47°32'38.21"	Rio Jeju (afluente do rio Tacianteua, desemboca no Atlântico)	Santa Maria do Pará
33	01°15'10.98"	46°35'20.04"	Rio Emboraí (desemboca no Atlântico), localizado na PA-242 (trecho entre Bragança e Curupaiti)	Viseu
34	01°22'02.94"	46°31'22.14"	Igarapé Curupaiti (afluente do rio Piriá), localizado na PA-242 próximo a vila de Curupaiti	Viseu
35	01°22'32.04"	46°17'40.80"	Igarapé da Estrada Nova (afluente do rio Gurupi), localizado na PA-242 (trecho entre Curupaiti e a sede do município de Viseu)	Viseu
36	01°37'22.56"	46°25'18.30"	Igarapé Gurupi (afluente do rio Gurupi), localizado na PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá)	Viseu
37	01°35'58.74"	46°24'18.18"	Igarapé da Vila Cardoso (afluente do rio Piriá), localizado PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá)	Viseu
38	01°29'24.90"	46°21'30.30"	Igarapé Piriá (afluente do rio Piriá), localizado PA-102 (trecho entre Curupaiti e Cachoeira do Piriá)	Viseu
39	01°10'57.78"	46°12'26.28"	Igarapé Biteua (afluente do rio Itacupim)	Viseu
40	01°11'53.28"	46°10'59.28"	Rio Itacupim (deságua no Atlântico) a montante da COSANPA	Viseu
41	01°24'18.54"	46°19'13.74"	Igarapé afluente do rio Gurupi, localizado na PA-242 (trecho entre Curupaiti e sede do município de Viseu)	Viseu
42	01°26'37.92"	46°21'57.48"	Igarapé da Fazenda EMA (afluente do rio Piriá)	Viseu
43	01°12'06.30"	46°17'43.02"	Igarapé Jutai (afluente do rio Piriá), localizado na Serra do Piriá	Viseu
44	01°11'39.36"	46°19'40.56"	Igarapé da Basília (afluente do rio Piriá), localizado na Serra do Piriá	Viseu
45	01°26'03.06"	46°28'07.44"	Rio Piriá (desemboca no Atlântico), localizado na PA-242	Viseu

Continuação da Tabela 1.1.

<b>Ponto</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Localidade</b>	<b>Município</b>
46	01°24'11.03"	48°24'51.44"	Cabeceira da Lagoa Água Preta (Parque Ambiental de Belém)	Belém
47	01°18'42.08"	48°07'00.97"	Igarapé Porangaba (afluente do rio Guamá)	Santa Izabel do Pará
48	01°21'36.00"	48°01'36.00"	Igarapé Valéria (afluente do rio Guamá)	Santa Izabel do Pará
49	00°02'35.40"	47°54'38.93"	Igarapé do Km 28 (desemboca no Atlântico), localizado na PA-138 (trecho entre Castanhal e Terra Alta)	Terra Alta
50	01°34'28.72"	48°01'52.05"	Igarapé Bujaru (afluente do rio Guamá), localizado na PA-140 (trecho entre Sta. Izabel e Bujaru)	Bujaru
51	01°06'54.43"	47°13'31.08"	Igarapé Jupaúba (afluente do rio Guamá)	Acará
52	01°53'12.00"	48°06'48.00"	Igarapé Itá (afluente do rio Guamá)	Acará
53	01°18'45.27"	47°53'06.77"	Igarapé Cupiúba (afluente do rio Apeú)	Castanhal
54	01°19'60.00"	47°49'36.00"	Igarapé Cipó (afluente do rio Apeú)	Castanhal
55	03°57'37.60"	47°32'12.64"	Igarapé Gurupi-Mirim (afluente do rio Gurupi)	Ulianópolis
56	05°05'24.67"	48°42'56.43"	Igarapé Jacundá, PA-070 (afluente do rio Tocantins)	Bom Jesus do Tocantins

Tabela 1.2. Taxocenose de simulídeos e entomofauna aquática associada na Costa Atlântica-Nordeste. ITU = Igarapé do Tubo; ICA = Igarapé Castanheira; IRD = Igarapé Riacho Doce; IMA = Igarapé Matupiri; RTR = Rio Tracuateua; RCA = Rio Caeté; IES = Igarapé da Estiva; RTA = Rio Tacianteua; RJE = Rio Jeju; REM = Rio Emboraí; RCU = Rio Curupaiti; IEN = Igarapé Estrada Nova.

Ordem	Família/Espécie	ITU	ICA	IRD	IMA	RTR	RCA	IES	RTA	RJE	REM	RCU	IEN
Díptera	<i>S. quadrifidum</i>	20	1	0	275	0	0	3	0	4	22	14	0
	<i>S. perflavum</i>	54	40	40	82	58	61	0	65	0	5	0	2
	<i>S. incrustatum</i>	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	63
	<i>S. goeldii</i>	0	0	0	4	0	35	0	0	0	0	0	0
	<i>S. limbatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	43	39	10	484	0	3	6	0	0	6	0	0
	Culicidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Hydropsychidae	41	1	1	4	0	3	1	3	1	1	0	2
	Hydroptilidae	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	Leptoceridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	<i>Anacroneuria</i> sp.	0	0	0	5	0	1	0	0	0	1	0	0
Ephemeroptera	Baetidae	0	1	1	13	0	0	3	0	0	1	2	1
	Caenidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Leptophlebiidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Heteroptera	Naucoridae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Gerridae	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	0
	Belostomatidae	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	Corduliidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Libellulidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Megaloptera	Corydalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera	Coleóptera	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Lepidoptera	Pyralidae	1	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0
		<b>163</b>	<b>87</b>	<b>72</b>	<b>875</b>	<b>65</b>	<b>109</b>	<b>14</b>	<b>68</b>	<b>5</b>	<b>40</b>	<b>22</b>	<b>69</b>

Tabela 1.2. Continuação. IGU = Igarapé Gurupi; IVC = Igarapé Vila Cardoso; IPI = Igarapé Piriá; IITA = Igarapé Itacupim; IPA = Igarapé PA-242; IFE = Igarapé Fazenda EMA; IJU = Igarapé Jutaí; e IBA = Igarapé da Basília. Total de exemplares coletados, média e desvio padrão (DP).

Ordem	Família/Espécie	IGU	IVC	IPI	IITA	IPA	IFE	IJU	IBA	Total	Média	DP
Díptera	<i>S. quadrifidum</i>	0	1	5	3	58	0	0	0	406	20,3	61,5
	<i>S. perflavum</i>	0	0	0	49	0	3	40	17	516	25,8	28,3
	<i>S. incrustatum</i>	34	0	49	0	0	4	0	30	200	10,0	19,0
	<i>S. goeldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	39	2,0	7,8
	<i>S. limbatum</i>	0	6	1	0	0	0	0	0	7	0,4	1,3
	Chironomidae	6	0	53	15	11	10	3	58	747	37,4	106,8
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
	Empididae	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,1	0,4
Trichoptera	Hydropsychidae	0	0	0	1	4	0	0	15	78	3,9	9,4
	Hydroptilidae	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0,3	0,9
	Polycentropodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,2	0,7
	Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
Plecoptera	<i>Anacroneuria</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0,4	1,1
Ephemeroptera	Baetidae	0	0	4	1	3	0	0	1	31	1,6	2,9
	Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
	Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,3	1,0
Heteroptera	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
	Gerridae	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0,5	1,1
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,1	0,4
Odonata	Corduliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
	Libellulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
	Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,1	0,3
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,1	0,2
	Polythoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
Megaloptera	Corydalidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,2
Coleóptera	Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,2	0,5
Lepidoptera	Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,4	1,1
	<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>8</b>	<b>112</b>	<b>69</b>	<b>77</b>	<b>18</b>	<b>43</b>	<b>121</b>	<b>2.080</b>		

Tabela 1.3. Taxocenose de simúlídeos e entomofauna aquática associada no período de chuva, Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia. ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante. DP = Desvio Padrão.

Ordem	Família	Espécie	ISC	COT	CAM	CAB	COI	CC	COSF	RSMO	RSME	RSJ	Total	Média	DP	
Díptera	Simuliidae	<i>S. spinibranchium</i>	0	0	159	116	74	59	180	0	0	0	588	58,8	71,1	
		<i>S. subpallidum</i>	0	0	225	124	1	0	0	0	0	82	167	599	59,9	84,8
		<i>S. rorotaense</i>	0	0	14	9	15	6	6	84	0	0	0	128	12,8	25,7
		<i>S. minusculum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	81	247	332	33,2	79,3
		<i>S. nigrimanum</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	5	11	1,1	2,3
		<i>S. perflavum</i>	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	11	1,1	2,1
		<i>S. iracouboense</i>	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,6	1,3
		<i>S. subnigrum</i>	60	65	16	2	63	2	34	0	0	0	0	242	24,2	28,6
		<i>S. goeldii</i>	33	24	1	0	0	0	0	0	23	0	0	81	8,1	13,1
		<i>S. pertinax</i>	17	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	126	12,6	34,3
	Chironomidae		19	8	26	16	14	12	2	21	16	13	147	14,7	6,7	
	Empididae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	
	Tipulidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	
	Ceratopogonidae		1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0,2	0,4	
Trichoptera	Hydropsychidae		10	4	33	12	3	21	1	2	1	14	101	10,1	10,4	
	Hydroptilidae		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,1	0,3	
	Philopotamidae		0	0	0	0	0	0	0	7	3	4	14	1,4	2,5	
	Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	
	Helichopsychidae		0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0,4	1,3	
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	1	1	2	2	1	5	0	1	1	0	14	1,4	1,4	
		<i>Macrogynoplax</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,2	0,4
Ephemeroptera	Euthyplociidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	
	Baetidae		0	0	11	36	8	1	1	2	6	8	73	7,3	10,8	
	Leptophlebiidae		1	1	3	2	1	2	0	0	2	13	25	2,5	3,8	
	Leptohiphidae		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,2	0,6	

Continuação da Tabela 1.3.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>ISC</b>	<b>COT</b>	<b>CAM</b>	<b>CAB</b>	<b>COI</b>	<b>CC</b>	<b>COSF</b>	<b>RSMO</b>	<b>RSME</b>	<b>RSJ</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Heteroptera	Naucoridae		2	0	0	1	0	4	0	0	0	0	7	0,7	1,3
	Veliidae		9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	1,0	2,8
	Notonectidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
	Gerridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
	Belostomatidae		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,3
Odonata	Polythoridae		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,3
	Libellulidae		0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	4	0,4	0,7
	Coenagrionidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,1	0,3
Megaloptera	Corydalidae		0	0	2	2	6	0	0	0	3	0	13	1,3	2,0
Coleoptera	Elmidae		1	0	1	0	2	3	0	1	1	0	9	0,9	1,0
	Gyrinidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
Lepidoptera	Pyralidae		0	0	0	7	0	0	0	0	0	17	24	2,4	5,6
<b>Total</b>			<b>163</b>	<b>105</b>	<b>612</b>	<b>330</b>	<b>189</b>	<b>116</b>	<b>309</b>	<b>67</b>	<b>197</b>	<b>491</b>	<b>2.579</b>		

Tabela 1.4. Taxocenose de simúlideos e entomofauna aquática associada no período seco, Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia. ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante. DP = Desvio Padrão.

Ordem	Família	Espécie	ISC	COT	CAM	CAB	COI	CC	COSF	RSMO	RSME	RSJ	Total	Média	DP	
Díptera	Simuliidae	<i>S. spinibranchium</i>	0	0	17	41	10	0	20	0	0	0	88	8,8	13,7	
		<i>S. subpallidum</i>	0	0	103	59	0	0	0	0	74	50	215	501	50,1	69,3
		<i>S. rorotaense</i>	0	3	35	25	3	0	0	12	0	0	0	78	7,8	12,5
		<i>S. minusculum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	44	25	79	7,9	15,0
		<i>S. nigrimanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	13	17	1,7	4,1
		<i>S. perflavum</i>	200	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	201	20,1	63,2
		<i>S. iracouboense</i>	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0,4	1,0
		<i>S. subnigrum</i>	8	94	7	13	85	42	40	0	0	0	0	289	28,9	35,5
		<i>S. goeldii</i>	6	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	13	1,3	2,3
		<i>S. pertinax</i>	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	0	121	12,1	38,3
	Chironomidae		32	14	23	14	35	28	29	45	44	31	295	29,5	10,6	
	Empididae		1	0	1	0	1	3	0	0	0	0	6	0,6	1,0	
	Tipulidae		1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	4	0,4	0,7	
	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	
Trichoptera	Hydropsychidae		4	13	6	17	6	16	12	15	3	12	104	10,4	5,2	
	Hydroptilidae		0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	4	0,4	0,7	
	Philopotamidae		0	2	1	3	6	0	3	14	11	16	56	5,6	5,9	
	Leptoceridae		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0,2	0,4	
	Helichopsychidae		0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4	0,4	1,0	
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	2	5	7	13	8	5	8	4	0	4	56	5,6	3,6	
		<i>Macrogynoplax</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,1	0,3
Ephemeroptera	Euthyplociidae		0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	5	0,5	1,1	
	Baetidae		1	0	0	1	2	1	2	7	1	2	17	1,7	2,0	
	Leptophlebiidae		0	1	1	1	1	3	4	23	32	12	78	7,8	11,1	
	Leptohiphidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	

Continuação da Tabela 1.4.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>ISC</b>	<b>COT</b>	<b>CAM</b>	<b>CAB</b>	<b>COI</b>	<b>CC</b>	<b>COSF</b>	<b>RSMO</b>	<b>RSME</b>	<b>RSJ</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Heteroptera	Naucoridae		1	1	0	0	1	0	2	5	0	2	12	1,2	1,5
	Veliidae		0	32	0	40	51	0	0	14	29	0	166	16,6	19,7
	Notonectidae		1	18	0	2	0	0	0	10	0	4	35	3,5	6,0
	Gerridae		14	6	1	1	1	0	0	8	5	0	36	3,6	4,6
	Belostomatidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
Odonata	Polythoridae		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,1	0,3
	Libellulidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,1	0,3
	Coenagrionidae		0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	5	0,5	1,1
Megaloptera	Corydalidae		0	1	2	0	4	0	0	1	0	1	9	0,9	1,3
Coleoptera	Elmidae		1	2	1	1	0	3	2	8	0	2	20	2,0	2,3
	Gyrinidae		0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	7	0,7	1,5
Lepidoptera	Pyralidae		0	0	2	0	0	7	0	1	0	4	14	1,4	2,4
<b>Total</b>			<b>275</b>	<b>197</b>	<b>330</b>	<b>235</b>	<b>218</b>	<b>110</b>	<b>149</b>	<b>247</b>	<b>224</b>	<b>344</b>	<b>2.329</b>		

Tabela 1.5. Taxocenose de simúlídeos e entomofauna aquática associada nos períodos chuvoso e seco, Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia. ISC = Igarapé Santa Cruz; COT = Corredeira Toninho; CAM = Cachoeira Altos Montes; CAB = Cachoeira Água Bonita; COI = Corredeira Isidório; CC = Cachoeira Caldeirão; COSF = Corredeira São Félix; RSMO = Ribeirão Sucupira, Montante; RSME = Ribeirão Sucupira, Curso Médio; e RSJ = Ribeirão Sucupira, Jusante. DP = Desvio Padrão.

Ordem	Família	Espécie	ISC	COT	CAM	CAB	COI	CC	COSF	RSMO	RSME	RSJ	Total	Média	DP	
Diptera	Simuliidae	<i>S. spinibranchium</i>	0	0	176	157	84	59	200	0	0	0	676	67,6	82,0	
		<i>S. subpallidum</i>	0	0	328	183	1	0	0	74	132	382	1100	110,0	144,9	
		<i>S. rorotaense</i>	0	3	49	34	18	6	96	0	0	0	206	20,6	31,4	
		<i>S. minusculum</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	125	272	411	41,1	90,0	
		<i>S. nigrimanum</i>	0	0	6	0	0	0	0	1	3	18	28	2,8	5,7	
		<i>S. perflavum</i>	205	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	212	21,2	64,6
		<i>S. iracouboense</i>	7	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	10	1,0	2,2
		<i>S. subnigrum</i>	68	159	23	15	148	44	74	0	0	0	0	531	53,1	59,4
		<i>S. goeldii</i>	39	24	1	0	2	0	5	23	0	0	0	94	9,4	14,0
		<i>S. pertinax</i>	17	0	230	0	0	0	0	0	0	0	0	247	24,7	72,3
	Chironomidae		51	22	49	30	49	40	31	66	60	44	442	44,2	13,8	
	Empididae		1	0	1	0	1	3	0	0	0	0	6	0,6	1,0	
	Tipulidae		1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	4	0,4	0,7	
	Ceratopogonidae		1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0,2	0,4	
Trichoptera	Hydropsychidae		14	17	39	29	9	37	13	17	4	26	205	20,5	11,8	
	Hydroptilidae		0	2	0	0	1	1	0	1	0	0	5	0,5	0,7	
	Philopotamidae		0	2	1	3	6	0	3	21	14	20	70	7,0	8,2	
	Leptoceridae		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0,2	0,4	
	Helichopsychidae		0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	8	0,8	2,2	
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i> sp.	3	6	9	15	9	10	8	5	1	4	70	7,0	4,1	
		<i>Macrogynoplax</i> sp.	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0,3	0,5	
Ephemeroptera	Euthyplociidae		0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	5	0,5	1,1	
	Baetidae		1	0	11	37	10	2	3	9	7	10	90	9,0	10,7	
	Leptophlebiidae		1	2	4	3	2	5	4	23	34	25	103	10,3	12,1	
	Leptohiphidae		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,2	0,6	

Continuação da Tabela 1.5.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>ISC</b>	<b>COT</b>	<b>CAM</b>	<b>CAB</b>	<b>COI</b>	<b>CC</b>	<b>COSF</b>	<b>RSMO</b>	<b>RSME</b>	<b>RSJ</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Heteroptera	Naucoridae		3	1	0	1	1	4	2	5	0	2	19	1,9	1,7
	Veliidae		9	32	0	40	51	0	0	15	29	0	176	17,6	19,1
	Notonectidae		1	18	0	2	0	0	0	10	0	4	35	3,5	6,0
	Gerridae		14	6	1	1	1	0	0	8	5	0	36	3,6	4,6
	Belostomatidae		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0,3
Odonata	Polythoridae		0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,2	0,4
	Libellulidae		0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	5	0,5	0,8
	Coenagrionidae		0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	6	0,6	1,1
Megaloptera	Corydalidae		0	1	4	2	10	0	0	1	3	1	22	2,2	3,0
Coleoptera	Elmidae		2	2	2	1	2	6	2	9	1	2	29	2,9	2,6
	Gyrinidae		0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	7	0,7	1,5
Lepidoptera	Pyralidae		0	0	2	7	0	7	0	1	0	21	38	3,8	6,7
<b>Total</b>			<b>438</b>	<b>302</b>	<b>942</b>	<b>565</b>	<b>407</b>	<b>226</b>	<b>458</b>	<b>314</b>	<b>421</b>	<b>835</b>	<b>4.908</b>		

Tabela 1.6. Taxocenose de simúlidos e entomofauna aquática associada, Serra dos Carajás, região Tocantins-Araguaia. Dados de três campanhas (mai. - out./04 e nov./05). IBNV = Igarapé da Base do Níquel Vermelho; RF = Rio Fumaça; RA = Rio Araras; RP = Rio Parauapebas; IR = Igarapé Rafael; e IL = Igarapé dos Lagos. DP = Desvio Padrão.

Ordem	Família	Espécie	IBNV	RF	RA	RP	IR	IL	Total	Média	DP
Diptera	Simuliidae	<i>S. subpallidum</i>	357	363	121	37	249	26	1153	192,2	152,5
		<i>S. perflavum</i>	257	16	485	19	25	68	870	145,0	190,3
		<i>S. spinibranchium</i>	0	0	2	0	0	0	2	0,3	0,8
		<i>S. iracouboense</i>	0	0	1	0	0	0	1	0,2	0,4
	Chironomidae		454	209	318	82	130	24	1217	202,8	160,2
	Culicidae		3	0	1	7	1	0	12	2,0	2,7
Trichoptera	Hydropsychidae		40	162	51	182	32	3	470	78,3	74,5
	Hydroptilidae		13	10	15	148	1	0	187	31,2	57,6
	Polycentropodidae		2	16	0	62	0	4	84	14,0	24,3
	Leptoceridae		0	66	3	0	0	0	69	11,5	26,7
	Xiphocentronidae		2	0	0	0	0	0	2	0,3	0,8
	Philopotamidae		0	8	0	0	0	0	8	1,3	3,3
Ephemeroptera	Baetidae		6	187	21	79	19	9	321	53,5	70,6
	Caenidae		2	100	1	2	5	0	110	18,3	40,0
	Euthyplociidae		0	26	1	32	0	0	59	9,8	15,0
	Leptophlebiidae		0	10	0	1	0	0	11	1,8	4,0
Odonata	Libellulidae		11	31	34	1	1	1	79	13,2	15,5
	Aeshnidae		1	2	0	0	0	0	3	0,5	0,8
	Coenagrionidae		14	23	21	11	3	0	72	12,0	9,3
	Corduliidae		0	0	18	1	1	1	21	3,5	7,1
	Protoneuridae		0	0	0	0	0	1	1	0,2	0,4
	Calopterygidae		0	0	0	0	0	1	1	0,2	0,4
	Pseudostigmatidae		0	5	0	0	0	0	5	0,8	2,0
Plecoptera	Perlidae		0	1	0	4	0	0	5	0,8	1,6
Heteroptera	Notonectidae		8	1	5	4	3	5	26	4,3	2,3
	Naucoridae		4	16	1	1	0	0	22	3,7	6,2

Continuação da Tabela 1.6.

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>IBNV</b>	<b>RF</b>	<b>RA</b>	<b>RP</b>	<b>IR</b>	<b>IL</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Heteroptera	Corixidae		1	1	5	0	0	0	7	1,2	1,9
	Belostomatidae		18	0	12	3	8	0	41	6,8	7,2
	Gerridae		43	0	0	1	1	0	45	7,5	17,4
	Veliidae		0	0	0	0	1	0	1	0,2	0,4
	Hydrometridae		0	0	0	0	6	0	6	1,0	2,4
	Mesoveliidae		4	3	0	7	0	0	14	2,3	2,9
Coleoptera	Noteridae		0	0	0	1	1	0	2	0,3	0,5
	Gyrinidae		3	5	1	0	0	0	9	1,5	2,1
	Hydrophilidae		0	2	0	1	0	0	3	0,5	0,8
	Dytiscidae		0	0	0	27	0	0	27	4,5	11,0
Lepidoptera	Pyralidae		0	0	0	2	0	3	5	0,8	1,3
<b>Total</b>			<b>1243</b>	<b>1263</b>	<b>1117</b>	<b>715</b>	<b>487</b>	<b>146</b>	<b>4.971</b>		

Tabela 1.7. Índice de Diversidade (Colwell, 2005) de Simuliidae, com média e desvio padrão, região da Costa Atlântica-Nordeste e Tocantins-Araguaia.

<b>Índices</b>	<b>Atlântica-Nordeste</b>	<b>Tocantins-Araguaia</b>
Sobs	5,00±0,00	10,00±0,00
Chao 1	5,00±0,02	10,00±0,00
Chao 2	5,00±0,02	10,00±0,02
Jackknife 1	5,00±0,50	10,00±1,00
Jackknife 2	5,00±0,61	10,00±1,05
Shannon	0,82±0,00	01,89±0,00
Simpson	1,90±0,00	05,53±0,00

## 1.6. Referências Bibliográficas

- Adler, P.H. & Crosskey, R. W. 2009. World Black Flies (Diptera: Simuliidae): a Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory. 109 p.  
[www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/tem.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/tem.php). Obtido em: 05/05/2009.
- Amaral, D.D.; Bastos, M.N.C. & Santos, J.U.M. 2002. Flora arbórea da Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia, Pará, Brasil. Recife: **53º Cong. Nac. Bot.**, 1 p.
- Anderson, G.R. 1961. Isolation of virus from Diptera in Wisconsin. **Mosq. News**, 21: 224-228.
- Aoki, V.; Rivitti; E.A. & Sampaio, S.A.P. 1998. Characterization of black fly species (Diptera-Simuliidae) on an amerindian reservation with a high prevalence of fogo selvagem to neighboring disease-free sites in the state of Mato Grosso, Brazil. **Jour. Med. Ent.**, 35 (2): 120-131.
- Azevêdo, C.A.S. & Hamada, N. 2008. Megaloptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.).  
[www.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline](http://www.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline). Obtido em: 01/12/2008.
- Azevêdo, C.A.S. & Hamada, N. 2006. Description of last-instar larva of *Corydalus nubilus* Erichson, 1848 (Megaloptera: Corydalidae) and notes on its bionomics. **Zootaxa**, 1.177: 57-68.
- Blacklock, D.B. 1926. The development of *Onchocerca volvulus* in *Simulium damnosum*. **Ann. Trop. Med. Paras.**, 20: 1-48.

- Bridges, C.A. 1994. **Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Odonata of the world (third edition)**. USA: The Author: Urbana, 951 p.
- Carlsson, G. 1967. Environmental factors influencing blackfly populations. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, 37: 139-150.
- Cerqueira, N.L. 1959. Sobre a transmissão de *Mansonella ozzardi*. **Jor. Bras. Med.**, 1: 885-914.
- Cerqueira, N.L. & Nunes Mello, J.A. 1967. Simuliidae da Amazônia II. Descrição de *Simulium goeldii* sp. n. **Amazoniana**, 1 (2):125-130.
- Colbo, M.H. & Moorhouse, D.E. 1979. The ecology of pre-imaginal Simuliidae (Diptera) in South-East Queensland, Australia. **Hidrobiología**, 63 (1): 63-79.
- Colwell, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 752.  
[www.purl.oclc.org/estimates](http://www.purl.oclc.org/estimates). Obtido em: 02/02/2007.
- Coscarón, S. 1987. **El género *Simulium* Latreille en la región Neotropical: análisis de los grupos supraespecíficos, especies que los integran y distribución geográfica (Simuliidae, Diptera, Insecta)**. Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, 111 p.
- Coscarón, S. 1991. **Fauna de agua de la República Argentina**. Fund. Educ. Cien. y Cult., 384 p.
- Coscarón, S. & Wygodzinsky, P. 1972. Notas sobre simúlidos neotropicales III. Sobre tres especies de jevenes con hembras de color claro, del SE del

- Paraguay del NE de la Argentina (Simuliidae, Diptera). **Rev. Mus. de La Plata**, 11: 209-231.
- Coscarón, S.; Sarandon, C.L.; Coscarón-Arias C. & Drago, E. 1996. Analisis de factores ambientales que influyen en la distribución de los Simuliidae (Diptera: Insecta) en el cono Austral de America del Sur. **Rev. Acad. Colombiana de Cienc. Exact. Y Natur.**, 20: 549-573.
- Costa, J.P.R. 2001. **Estudos hidrometereológicos na bacia ribeirão Sucupira - Serra dos Martírios-Andorinhas**. Sectam, 17 p.
- Crosskey, R.W. 1990. **The natural history of blackflies**. Chichester: John Wiley & Sons, 711 p.
- Crosskey, R.W. & Howard, T.M. 2004. **A revised taxonomic and geographical Inventory of World Blackflies (Diptera: Simuliidae)**. London: Nat. Hist. Mus. 82 p.
- Dalmat, H.T. 1955. **Black flies (Diptera, Simuliidae) of Guatemala and their role as vectors of onchocerciasis**. Smith. Miscell. Collect., 425 p.
- Deane, M.P. 1949. Sobre a incidência de filárias humanas em Manaus, Estado do Amazonas. **Rev. Sesp**, 2: 849-858.
- Dellome-Filho, J. 1983. Considerações sobre os fatores físico-químicos dos criadouros de *Simulium goeldii* Cerqueira & Mello, 1967 (Diptera-Simuliidae). **Rev. Bras. Ent.**, 27 (2): 155-160.
- Flint-Jr., O.S.; Holzenthal, R.W. & Harris, S.C. 1999. **Catalog of the Neotropical Caddisflies (Insecta: Trichoptera)**. Ohio Biol. Surv., 239 p.

- Floch, H. & Abonnenc, E. 1946. Simulides de la Guyane Française. *S. guianense* Wise, 1911, *S. rorotaense* n. sp., *S. iracouboense* n. sp., *S. maroniense* n. sp. **Publ. Inst. Pasteur Guyane Franc et Terr. de L'Inini**, 136: 1-20.
- Froehlich, C.G. 1999. Insetos plec6pteros (p. 159-160). In: **D. Ismael, W.C. Valentini, T. Matsumura-Tundisi & O. Rocha (orgs.). Biodiversidade do Estado de S6o Paulo, Brasil: invertebrados de 6gua doce. Fund. Amp. Pesq. S.P., 200 p.**
- Gil-Azevedo, L.H.; Santos-Mallet, J.R. & Maia-Herzog, M. 2004. Caracteres Diagn6sticos de *Simulium (Chirostilbia) pertinax* Kollar (Diptera: Simuliidae). **Neot. Ent.**, 33 (4): 433-437.
- Gomes, S.A.G. & Py-Daniel, V. 2002. Caracteriza76o f6sico-qu6mica de dois criadouros de larvas de *Thyrsopelma guianense* (Wise, 1911) (Diptera, Culicomorpha, Simuliidae) da Amaz6nia brasileira. **Ent. y Vect.**, 9 (4): 443-465.
- Gorayeb, I.S. 1981. Comportamento de ovoposi76o e ciclo evolutivo de *Simulium fulvnotum* Cerqueira & Mello, 1968. **Acta Amazonica**, 11 (3): 595-604.
- Gorayeb, P.S.S. 1996. **Petrologia e evolu76o crustal das rochas de alto grau de Porto Nacional (TO)**. UFPA, 262 p.
- Grillet, M.E. & Barrera, R. 1997. Spatial and temporal abundance, substrate partitioning and species co-occurrence in a guild of Neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae). **Hydrobiologia**, 345: 197-208.
- Hamada, N. 1998. Bionomics of *Simulium perflavum* Roubaud (Diptera: Simuliidae) in Central Amazonia, Brazil. **Rev. Bras. Ent.**, 41 (2-4): 523-526.
- Hamada, N. 1999. Cytotaxonomy of four species in the *Simulium perflavum* species group (Diptera: Simuliidae) from Brazilian Amazonia. **Syst. Ent.**, 24: 273-288.

- Hamada, N. 1993. Estudos Bioecológicos sobre piuns (Diptera: Simuliidae) como base para o controle de oncocercose e mansonelose na Amazônia Brasileira (p. 135-140). In: **E.J.G. Ferreira, G.M. Santos, E.L.M. Leão & L.A. Oliveira. Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia, 200 p.**
- Hamada, N. & Adler, P.H. 2001. Bionomia e chave para imaturos e adultos de *Simulium* (Diptera: Simuliidae) na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, 31 (1): 109-132.
- Hamada, N. & Fouque, F. 2001. Black flies (Diptera: Simuliidae) of French Guiana: cytotaxonomy and a preliminary list of species. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 96 (7): 955-959.
- Hamada, N. & Grillet, M.E. 2001. Black flies (Diptera: Simuliidae) of the Gran Sabana (Venezuela) and Pacaraima Region (Brazil): Distributional data and identification keys for larvae and pupae. **Entomotropica**, 16 (1): 29-49.
- Hamada, N. & McCreddie, J.W. 1999. Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. **Hydrobiologia**, 397: 71-78.
- Hamada, N.; Ale-Rocha, R. & Luz, S.L.B. 2003. Description of *Simulium damascenoi* (Diptera: Simuliidae) male and the Black-Fly Species from the State of Amapá, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 98 (3): 353-360.
- Hamada, N.; McCreddie, J.W. & Adler, P.H. 2002. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. **Fresh. Biol.**, 47: 31-40.

- Hasui, Y.; Costa, J.B.S. & Abreu, F.A.M. 1984. Província Tocantins. Setor setentrional. In: **F.F.A. Almeida & Y. Hasui (orgs.). O Precambriano do Brasil. Edgar Blücher, 137-204.**
- Hernández, L.M.; Shelley, A.J.; Luna-Dias, A.P.A. & Maria-Herzog, M. 2007. New specific synonymies and taxonomic notes on Neotropical black flies (Diptera: Simuliidae) belonging to the subgenera *Chirostilbia* Enderlein, *Hemicnetha* Enderlein, *Inaequalium* Coscarón & Wygodzinsky, *Psaroniocompsa* Enderlein and *Psilopelmia* Enderlein. **Zootaxa**, 1506: 1-80.
- Hoffmann, C.C. 1930. Nuevas investigaciones acerca de la transmisión de la oncocercosis de Chiapas. **Rev. Mex. Biol.**, 10 (6): 131-140.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. Mapas temáticos: vegetação. IBGE, 1 p.  
**[www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/tem.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/tem.php)**. Obtido em: 05/07/2008.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia, con un estudio de los climas de la tierra.** Fund. Cult. Econ., 478 p.
- Lane, J. 1949. Dados sobre os simulídeos de localidades onde ocorreram casos de pênfigo foliáceo. **Arq. Hig. Saúde Publ. SP**, 3 (1): 53-54.
- Lecci, L.S. & Froehlich, C.G. 2006. Plecoptera. In: Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta aquáticos de sistemas lóticos do Estado de São Paulo.  
**[www.ffclrp.usp.br/aguadoce/plecoptera/plecindex.htm](http://www.ffclrp.usp.br/aguadoce/plecoptera/plecindex.htm)**. Obtido em: 04/04/2007.
- Lewinsohn, T.M.; Freitas, A.V. & Prado, P.I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, 1 (1): 62-69.

- Lewis, D.J. & Bennett, G.F. 1975. The blackflies (Diptera: Simuliidae) of insular Newfoundland iii. Factors affecting the distribution and migration of larval simuliids in small streams on the Avalon Peninsula. **Can. J. Zool.**, 53: 114-123.
- Maurity, C.W.; Atzingen, N.V. & Crescêncio, G. 1999. Estudos espeleológicos na Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia, Pará, Brasil. **Bol. Inf. Cas. Cult. Mab.**, 42-62.
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W., 1984. **An introduction the aquatic insects of North America** (2<sup>a</sup> ed.). Kindall/Hunt, Dubuque, 772 pp.
- McCreadie, J.W. & Colbo, M.H. 1991. Spatial distribution patterns of larval cytotypes of the *Simulium venustum/verecundum* complex (Diptera: Simuliidae) on the Avalon Peninsula, Newfoundland: factors associated with occurrence. **Can. J. Zool.**, 69: 2651-2659.
- McCreadie, J.W. & Colbo, M.H. 1992. Spatial distribution patterns of larval cytotypes of the *Simulium venustum/verecundum* complex (Diptera: Simuliidae) on the Avalon Peninsula, Newfoundland: factors associated with cytotype abundance and composition. **Can. J. Zool.**, 70: 1389-1396.
- Mendes, H.F.; Andersen, T. & PINHO, L.C. 2007. Taxonomic research on Brazilian Orthoclaadiinae (Diptera: Chironomidae) during the last decade. In: **E.G. Estrada-Venegas, A. Equihua-Martínez, C. Luna-León, J.L. Rosas-Acevedo (orgs.). Ent. Mex.**, 6: 1.173-1.177.
- Monteiro-Santos, E. & Gorayeb, I.S. 2005. Criadouros de Simuliidae (Diptera: Nematocera) e entomofauna associada em igarapés do nordeste do Estado do Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, 1 (2): 241-270.

- Monteiro-Santos, E. & Gorayeb, I.S. 2007a. Ecologia aquática: alterações nos rios e igarapés (p. 69-71). In: **I.S. Gorayeb (org.). Amazônia. Jor. "O Liberal"-Vale, 384 p.**
- Monteiro-Santos, E. & Gorayeb, I.S. 2007b. Serra das Andorinhas: Paisagem e Conservação (p. 9-13). In: **I.S. Gorayeb (org.). Amazônia. Jor. "O Liberal"-Vale, 384 p.**
- Núcleo de Hidro-Meteorologia da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará (NHM-SECTAM), 2001. Divisão do Estado em regiões hidrográficas segundo a proposta de gerenciamento dos recursos hídricos do Estado do Pará.  
**www.para30graus.pa.gov.br/Rec\_Hidricos**. Obtido em: 13/02/2007.
- Oliver, L.; Beattic, A. & York, A. 1998. Spatial fidelity of plant, vertebrate and invertebrate assemblages in multiple use forest in eastern Australia. **Cons. Biol.**, 12: 822-835.
- Ortiz, I. 1957. Nuevos representantes hematófagos de los gêneros *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) y *Simulium* (Diptera: Simuliidae) de Venezuela. **Bol. Ven. Lab. Clin.**, 2: 161-168.
- Paprocki, H.; Holzenthal, R.W. & Blahnik, R.J. 2004. Checklist of the Trichoptera (Insecta) of Brazil I. **Biota Neotropica**, 4: 1-22.
- Pepinelli, M. 2003. **Diversidade de Simuliidae (Diptera: Nematocera) em córregos do estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação de mestrado, UFSCar, 92 p.
- Pinheiro, F.P.; Bensabath, G.; Costa, D.Jr.; Maroja, O.M.; Lins, Z.C. & Andrade, A.H.P. 1974. Haemorrhagic syndrome of Altamira. **The Lancet**, 13: 639-642.

- Pinto, C. 1931. Simuliidae da América Central e do Sul (Diptera). **Sep. Reun. Soc. Arg. Pat. Reg. Norte**, 661-763.
- Prather, L.A. 2003. Revision of the Neotropical caddisfly genus *Phylloicus* (Trichoptera: Calamoceratidae). **Zootaxa**, 275: 1-214
- Py-Daniel, V. 1983. Caracterização de dois novos subgêneros em Simuliidae (Diptera: Culicomorpha) Neotropicais. **Amazoniana**, 8: 159-223.
- Py-Daniel, V. 1982. Prosimuliini (Diptera: Simuliidae) Neotropical 1-*Kempfsimulium* V. Py-Daniel & J.A. Nunes de Mello n. gen.; *K. simplicicolor* (Lutz, 1910) n. comb.; *Lutzsimulium flavopubescens* (Lutz, 1910) n. comb.; *Mayacnephia muzquicensis* (Díaz Nájera, 1971) n. comb. **Amazoniana**, 3: 293-333.
- Py-Daniel, V. & Shelley, A.J. 1980. Revisão do *Simulium spinibranchium* Lutz, 1910 (Diptera: Simuliidae), com a primeira descrição dos adultos e larva, e redescricao da pupa. **Acta Amazonica**, 10: 213-223.
- Ramírez-Pérez, 1983. **Los jejenes de Venezuela. Simpósio de oncocercosis americana**. Caicet., 156 p.
- Riek, E. F. 1979. Megaloptera (Alderflies). In *Insects of Australia*, Melbourne **University Press, Canberra**, 465-471.
- Salles, F.F.; Silva, E.R.; Hubbard, M.B. & Serrão, J.E. 2004. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota Neotropica**, 4: 1-3.
- Santos-Junior, A.E.A. 2002. **Reconstrução paleoambiental e estratigráfica de depósitos cretáceos e terciários expostos na borda Sudeste da sub-bacia de Cameté, Norte do Brasil**. UFPA, 131 p.

- Shelley, A.J. & Sheley, A. 1976. Further evidence for the transmission of *Mansonella ozzardi* by *Simulium amazonicum* in Brazil. **Ann. Trop. Med. Paras.**, 70 (2): 213-217.
- Shelley, A.J.; Hernández, L.M. & Davies, J.B. 2004. Blackflies (Diptera: Simuliidae) of Southern Guyana with Keys for the Identification of Adults and Pupae - A Review. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 99 (5): 443-470.
- Shelley, A.J.; Lowry, C.A.; Maia-Herzog, M.; Luna-Dias, A.P.A.; Garritano, P.R.; Shelley, A.; Camargo, M. & Carter, H.G. 2000. The Simuliidae (Diptera) of the secondary onchocerciasis focus at Minaçu in Central Brazil. **Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Ent.)**, 69 (2): 171-221.
- Shelley, A.J.; Hernández, L.M.; Maria-Herzog, M.; Luna-Dias, A.P.A. & Luz, S.B. 2006. An interpretation of the morphological variation in the *Simulium amazonicum* species group (Diptera: Simuliidae) of Latin America. **Zootaxa**, 1274: 1-68.
- Shelley, A.J.; Lowry, C.A.; Maria-Herzog, M.; Luna-Dias, A.P.A. & Moraes, M.A.P. 1997. Biosystematic studies on the Simuliidae (Diptera) of the Amazonia onchocerciasis focus. **Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Ent.)**, 66 (1): 1-121.
- Shelley, A.J.; Luna-Dias, A.P.A.; Moraes, M.A.P. & Procnier, W.S. 1987. The status of *Simulium oyapockense* and *S. limbatum* as vectors of human onchocerciasis in Brazilian Amazonia. **Med. Vet. Paras.**, 1: 219-234.
- Sioli, H.F.L. 1973. Principais biótopos de produção nas águas da Amazônia. **Bol. Geogr.**, 32 (236): 1-142.
- Smart, J. 1940. Simuliidae (Dipt.) from British Guiana and the Lesser Antilles. **Trans. Roy. Ent. Soc. Lond.**, 90: 1-11.

- Souza, T.F.; Conte, C.O. & Favero, S. 2007. Diversidade de Heteroptera aquáticos em um Corixo e uma baía do Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul. Caxambu: **VIII Cong. Ecol. do Brasil**, 2 p.
- Spies, M.R. 2005. **Estudo da comunidade de larvas de Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta) no curso médio do rio Jacuí e alguns tributários, RS**. USP, 76 p.
- Strieder, M.N. 1992. Espécies de simulídeos (Diptera, Nematocera, Simuliidae) no Rio Grande do Sul, Brasil: distribuição geográfica. **Ent. y Vect.**, 1: 113-143.
- Strixino, G. & Trivinho-Strixino, S., 1998. Povoamento de Chironomidae (Diptera) em lagos artificiais. 141-154. In Nessimian, J.L. & A.L. Carvalho (eds). Ecologia de insetos aquáticos. **Series Oecologia Brasiliensis**, vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.
- Strong, R.P. 1931a. Onchocerca investigations in Guatemala. Report of Harvard Expedition. **N. Engl. Jour. Med.**, 204: 916-920.
- Strong, R.P. 1931b. Onchocerciasis in Guatemala. **Science**, 73: 593-594.
- Távora, V.A. & Pereira, L.C. 2007. A Formação Pirabas (p. 169-173). In: Gorayeb, I.S. (org.). **Amazônia**. Jor. "O Liberal"-Vale, 384 p.
- Teixeira, J.B.G. 2006. **Carajás: geologia e ocupação humana**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, 470 p.
- Theischinger, G. 1991. Megaloptera (Alderflies, Dobsonflies). In: C.S.I.R.O. (Ed.). **The insects of Australia**. Vol. I. Cornell University Press, Carlton, Australia. 516-520.
- Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 37: 130-137.

## CAPÍTULO II

### ATIVIDADES HEMATOFÁGICAS DE TRÊS ESPÉCIES DE SIMULIIDAE (DIPTERA: NEMATOCERA) EM RELAÇÃO AOS FATORES CLIMÁTICOS NA SERRA DAS ANDORINHAS, PARÁ, BRASIL



Figura 2.1. Área de estudo. **a** - Vegetação ripária, leito do córrego e a localidade do experimento de atividade antropófila; **b** - Córrego Altos Montes; **c** - Alteração do ambiente para residência e introdução de vegetais não autóctones da Serra das Andorinhas (Fotos: I. S. Gorayeb, jan./06).

## 2.1. Introdução

As fêmeas adultas de simulídeos estão entre os hematófagos mais incômodos para o ser humano e outros animais. Picam áreas corporais descobertas e, quando em grande quantidade, podem penetrar no saco conjuntival, canal auricular e narícula (Dellome-Filho, 1992). Estes insetos têm importância médica e veterinária, pois as fêmeas, geralmente, têm hábito hematofágico, sendo potencial transmissoras de agentes etiológicos, tais como bactérias, helmintos, protozoários e vírus (Pinto, 1931; Lane, 1949; Dalmat, 1955; Anderson, 1961; Cerqueira, 1967; Hamada, 1993).

Blacklock (1926), Hoffman (1930) e Strong (1931a,b) incriminaram algumas espécies de simulídeos como vetor da microfilária *Onchocerca volvulus* Leuckart, 1893 ao homem. A oncocercose foi registrada entre os índios Yanomami, no extremo Norte do Brasil, junto à fronteira com a Venezuela, numa área que compreende parte dos Estados do Amazonas e de Roraima (Moraes *et al.*, 1973; Moraes & Chaves, 1974; Moraes & Fraiha, 1976).

Deane (1949), Cerqueira (1959) e Shelley & Shelley (1976) citam a existência de outra microfilária transmitida por simulídeos ao homem, a *Mansonella ozzardi* Manson, 1897 causadora da mansonelose.

No estado do Pará, Pinheiro *et al.* (1974) sugerem que a “síndrome hemorrágica de Altamira” (uma doença endêmica, caracterizada por púrpura petequiral, esquimoses e sufusões hemorrágicas, além de sangramento da mucosa oral e gastrointestinal) seja uma virose transmitida por simulídeos. Entretanto, hoje considera-se o mecanismo de desencadeamento da síndrome desconhecido, possivelmente relacionado a uma hipersensibilidade às

substâncias contidas na saliva de piuns. No período de janeiro de 1972 a dezembro de 1993 foram reportados, aproximadamente, 320 casos desta doença na região de Altamira (Costa Júnior *et al.*, 1997).

O pênfigo foliáceo ou fogo selvagem é considerado uma doença crônica de caráter auto-imune, endêmica em algumas regiões do mundo (Delmontes *et al.*, 2001; Sampaio & Rivitti, 2007). Esta doença incide, predominantemente em adultos jovens e adolescentes que vivem próximo a córregos e rios, em áreas rurais e em algumas tribos indígenas, sem predileção por sexo ou raça (Silvestre & Netto, 2005; Metry *et al.*, 2002; Campbell *et al.*, 2001; Sampaio & Rivitti, 2007; Braun Falco *et al.*, 1995). Há suspeitas de que *S. nigrimanum* seja responsável pela doença, que implica o comprometimento cutâneo e algumas vezes mucoso, e que tem como característica comum a presença de bolhas intra-epiteliais. Sua patogênese pode estar relacionada à saliva do piun (Aoki *et al.*, 1998; Shelley *et al.*, 2000).

Em certas áreas da Amazônia os simulídeos atacam em alta densidade, em determinadas épocas do ano, causando incômodo ao homem e prejuízos pela diminuição da capacidade de trabalho ao ar livre e aumentando o estresse (Gorayeb & Pinger 1978; Gorayeb, 1981). As populações de simulídeos que atacam o homem têm aumentado, em consequência das ações antrópicas no meio ambiente, prejudicando a produtividade agrícola e o turismo (Dellome-Filho, 1991, 1992).

Estudos importantes sobre as atividades antropófila de simulídeos foram realizados em diversas localidades do Brasil. Dellome-Filho (1991) estudou a simuliofauna no Paraná, tendo as espécies *S. incrustatum*, *S. lutzianum* Pinto, 1932 (= *S. lewisi*), *S. pertinax*, *S. orbitale* Lutz, 1910, *S. inaequale* Paterson &

Shannon, 1927 e *S. subnigrum* exibido picos bimodais, com aumento expressivo da população de adultos antropófilos durante o verão. Strieder & Corsenil (1992), em estudo conduzido no Rio Grande do Sul, evidenciaram atividade alimentar diária bimodal para *S. incrustatum*, com maior incidência em novembro. Na Amazônia, Lacey (1981) estudou a atividade antropófila de *Simulium guianense* s.l. Wise, 1911 e *Simulium sanguineum* s.l. Knab, 1915 no Parque Nacional do Tapajós, com registros de dois picos diários de ataque ao homem, em ambos períodos do ano. Shelley *et al.* (1997) estudaram a atividade antropófila de simúlideos em Auaris, Catrimani, Toototobi (norte do Estado do Amazonas), tendo observado picos pouco definidos e outros bem evidentes pela parte da tarde. Medeiros & Py-Daniel (1999) observaram parâmetros microclimáticos influenciando a atividade de ataque da espécie *Cerqueirellum oyapockense* (= *Simulium oyapockense* Floch & Abonnenc, 1946) em Xitei/Xidea/Roraima. Andrezza *et al.* (2002) estudaram a atividade hematofágica diária de fêmeas nulíparas de *Psaroniocompsa incrustata* (= *S. incrustatum*) em Xitei/Xidea, área indígena Yanomami, Roraima, Brasil.

## 2.2. Objetivo

Estudar a hematofagia de *S. rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* no homem, com o intuito de acrescentar informações sobre atividades diurnas e sazonalidade dessas espécies na região Amazônica.

Estudar a relação dos fatores microclimáticos nas atividades hematofágicas de *S. rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* no homem, na Serra das Andorinhas.

As três espécies antropófilas foram selecionadas com base em sua importância na área de estudo e sua dominância.

## **2.3 Metodologia**

### **2.3.1. Área de Estudo**

Este trabalho foi realizado em Altos Montes (6°15'27.84"S/48°30'56.76"O), Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia. A área escolhida para a realização deste trabalho caracterizou-se como antropizada, com floresta de encosta contígua à mancha de cerrado, às margens do córrego Altos Montes (Figura 2.1, no início deste capítulo).

### **2.3.2. Captura de simúlideos**

A atividade hematofágica de fêmeas de *S. rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* no homem (pesquisador como voluntário), segue as normas da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), foi realizada nos dias: 27/I/06, 25/IV/06, 18/VIII/06, 06/XII/06, com início às 06:00h e término às 18:00h, em dois períodos do ano (chuvoso e seco). A captura de simúlideos em humanos foi realizada com auxílio de aspiradores entomológicos e tubos de ensaio. As fêmeas foram separadas em intervalos de 30 minutos de acordo com a metodologia de Monteiro-Santos & Gorayeb (2004). Em quatro campanhas de campo na Serra das Andorinhas, foram coletadas 50 amostras no período chuvoso e outras 50 no período seco, totalizando 100 amostras relativas ao ano de 2006.

A atividade de ataque dos simulídeos por parte corpórea do homem (membros inferiores e superiores, tórax, peito e costa), seguiu a mesma metodologia de captura de simulídeos e já descrita neste trabalho.

Os fatores abióticos analisados neste estudo foram a temperatura e a umidade relativa do ar e a luminosidade, em intervalos de 30 minutos e concomitantes às coletas de simulídeos.

A chuva é outro fator climático que pode afetar a atividade hematofágica das espécies de simulídeos, mas neste trabalho foi difícil mensurar a precipitação local, devido a ausência de um posto meteorológico na Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia, Pará.

### 2.3.3. Tratamento dos dados

Aplicou-se o Modelo Linear Generalizado (LGM) para verificar o efeito dos fatores sobre a atividade hematofágica das três espécies de simulídeos, em diferentes períodos do ano. O objetivo do modelo é avaliar o efeito de uma ou mais variáveis (explicativas ou independentes) sobre uma variável de interesse (variável explicativa, endógena ou resposta). No tratamento dos dados foi utilizado o programa Systat 10 (Wilks, 2000).

## 2.4. Resultado e Discussão

### 2.4.1. Atividades hematofágicas das espécies de simulídeos no período de chuva e de seca

Foi coletado um total de 651 espécimes em ambos os períodos do ano. Durante o período chuvoso, a abundância de *S. rorotaense* foi de 124 espécimes (média = 62,0 e o desvio padrão = 2,8); de *S. minusculum* foi 64 espécimes

(32,0±32,5); e de *S. pertinax* foi 228 espécimes (114,0±70,7). Durante o período seco, a abundância de *S. rorotaense* foi de 38 espécimes (19,0±8,5); de *S. minusculum* foi 14 espécimes (7,0±5,7); e de *S. pertinax* foi 183 espécimes (91,5±44,5) (Tabelas 2.1 e 2.2). Observou-se que a abundância média de ataque dos simulídeos diminuiu sensivelmente durante o período seco.

*S. rorotaense* foi registrada, no período chuvoso, pela manhã, um maior pico de ataque às 06:30h, outro menor às 08:00h, e sem atividade antropófila nos horários entre 10:00-10:30h; e pela tarde, um maior ataque às 15:00h, outro menor às 14:00h, e sem atividade entre 12:00-13:30h, às 14:30h e de 17:30 às 18:00h. No período seco, pela manhã foi registrado um maior ataque às 06:00h, outro menor às 08:00h, e sem atividade antropófila a partir das 09:00h até às 16:30h; pela tarde, observou-se um maior ataque às 17:30h, e sem atividade a partir das 18:30h (Figura 2.2). A partir destes dados, pode-se observar que a abundância de ataque desta espécie difere nos dois períodos do ano. No período seco, observou-se uma atividade antropófila meia hora mais cedo pela manhã, um longo período sem atividade hematofágica e um deslocamento do maior pico vespertino para o final da tarde.

Quanto a *S. minusculum*, no período chuvoso não foi registrado um pico definido de ataque durante a manhã; e pela tarde, um maior ataque aconteceu às 13:30h, outro menor às 16:00h, e sem atividade nos horários de 06:00, 08:00, 09:00 às 10:00h e a partir das 17:30h. No período seco também não foi registrado um pico definido de ataque por esta espécie durante a manhã, e não foi observada atividade nos horários entre 06:00 e 07:00, 08:00 e entre 10:30 e 11:30h; pela tarde, o maior pico de ataque ficou entre 12:30-13:00h, outro menor às 15:00h, e sem atividade 12:00, 14:30, 15:30 às 16:30, e de 17:30 às 18:00h

(Figura 2.2). Observou-se uma maior frequência de atividade hematofágica no início da tarde, tanto no período chuvoso como no seco.

A espécie *S. pertinax* foi registrada, no período chuvoso, pela manhã, com um maior pico de ataque às 07:00h, outro menor às 10:30h; e, pela tarde, um maior ataque aconteceu às 14:00h, outro menor às 13:00h, e sem atividade a partir das 17:30h. No período seco, pela manhã foi registrado um maior pico de ataque às 06:00h, outro menor às 09:30h, e sem atividade às 11:30h; pela tarde, um maior ataque às 17:30h, outro menor às 13:00h, e sem atividade entre 12:00 e 12:30h; 13:30 e 14:30h (Figura 2.2). No período seco, observou-se uma atividade antropófila bem mais cedo pela manhã e um deslocamento do maior pico vespertino no final da tarde.

Os dados obtidos de atividades hematofágicas dessas espécies de simulídeos também foram analisados em separados para os meses de janeiro, abril, agosto e dezembro de 2006.

No mês de janeiro, pela manhã, *S. rorotaense* foi registrada com um maior pico de ataque às 11:00h, e outro menor às 08:00h; e pela tarde, um maior ataque aconteceu às 17:00h, e outro menor às 15:00h. Para *S. minusculum*, pela manhã foi registrado um maior pico de ataque às 07:00h, e outro menor às 08:30h; e pela tarde, um maior ataque às 13:30h, e outro menor às 17:00h. *S. pertinax*, apresentou pela manhã um maior pico de ataque às 09:30h, e outro menor às 06:30h; pela tarde, maior ataque às 17:00h, e outro menor às 14:00h (Figura 2.3). As atividades de hematofagia foram diferentes para as três espécies durante o experimento deste mês.

No mês de abril, pela manhã, *S. rorotaense* apresentou o maior pico de ataque entre as 06:30 e 7:00h, e o menor às 08:30h; pela tarde, o maior ataque

aconteceu às 15:00h, e outro às 17:00h. *S. minusculum*, pela manhã apresentou apenas uma atividade às 08:30h, e a tarde, um maior ataque às 16:00h, e outros menores estabilizados nos horários entre as 12:30 e 14:00h. *S. pertinax*, pela manhã apresentou maior pico às 07:00h, e outros menores às 09:00h e 10:30h; pela tarde, um maior ataque às 14:00h, e outro menor às 16:30h (Figura 2.4). *S. rorotaense* e *S. pertinax* registraram horários similares de maior atividade hematofágica pela manhã. Quase não se observou atividade de *S. minusculum* no período matinal.

No mês de agosto, *S. rorotaense* apresentou maior pico de ataque às 07:30h, e outro menor às 08:30h; pela tarde, um único pico de ataque aconteceu às 17:30h. *S. minusculum* apresentou duas atividades de ataque pela manhã, às 07:30h e às 09:30h; pela tarde, um única atividade às 17:00h. *S. pertinax* apresentou maior pico de ataque pela manhã, às 07:00h, e outro menor às 08:30h; pela tarde, um único pico às 17:30h (Figura 2.5). As atividades hematofágicas foram similares entre as espécies *S. rorotaense* e *S. pertinax*. Entretanto, observou-se um modelo bimodal bem definido para as três espécies, além de registrar-se um longo horário (10:00 às 16:30h) sem atividade antropófila de simúlideos.

No mês de dezembro, *S. rorotaense* apresentou um pico de ataque às 06:00h, e outro menor às 07:00h; pela tarde, um único pico de ataque aconteceu às 17:30h. *S. minusculum* apresentou três atividades de ataque, às 08:30h, 09:00h e 10:00h; pela tarde, maior atividade entre 12:30 e 13:00h. *S. pertinax*, apresentou um maior pico de ataque às 06:00h, e menor às 07:30h; pela tarde, maior pico às 17:00h, e menor às 16:00h (Figura 2.6). Os maiores picos de atividades hematofágicas foram similares entre as espécies *S. rorotaense* e *S.*

*pertinax*, durante a manhã. Para *S. minusculum* observou-se uma baixíssima atividade e preferência pelos horários de maior temperatura e menor umidade do dia.

Neste trabalho foi possível registrar dois picos expressivos de atividades antropófilas de *S. rorotaense* e *S. pertinax*, mas não tão evidentes na espécie *S. minusculum*. Este trabalho corrobora com os estudos desenvolvidos por Monteiro-Santos & Gorayeb (2004) que registraram pico bimodal para a espécie *S. incrustatum* em Santo Antônio do Tauá e Castanhal, Pará, Brasil. Certamente, em regiões com outras condições climáticas atuarão diferentemente nas atividades hematofágicas dos simulídeos, mas tendendo, na maioria dos casos, a picos bimodais como observado por Lacey (1981) que estudou a atividade antropófila de *S. guianense* s.l. e *S. sanguineum* s.l. no Parque Nacional do Tapajós, evidenciando dois picos de ataque ao homem, um pela manhã e outro pela tarde, nos dois períodos do ano.

#### 2.4.2. Relação dos fatores abióticos com a atividade hematofágica durante o período chuvoso

No período matutino, a maior atividade hematofágica da espécie *S. rorotaense* se deu com a umidade relativa de 97,5 (média) e  $\pm 0,7\%$  (desvio padrão), temperatura de  $26,0 \pm 4,2^\circ\text{C}$  e luminosidade de  $1.008,7 \pm 1.426,6\text{lux}$ ; no período vespertino, registrou-se umidade de  $79,5 \pm 23,3\%$ , temperatura de  $27,8 \pm 4,6^\circ\text{C}$  e luminosidade de  $3.392,5 \pm 4.324,0\text{lux}$  (Tabela 2.1). Entretanto, registrou-se estatisticamente uma boa relação da umidade ( $r=0,352$ ;  $p=0,012$ ) e temperatura ( $r=-0,312$ ;  $p=0,027$ ) com a atividade hematofágica (Tabela 2.3), ou

seja, um significativo aumento da atividade antropófila desta espécie quando os valores de umidade aumentavam e diminuían os da temperatura.

Para *S. minusculum*, durante o período matutino, não há uma maior atividade hematofágica definida, foram registrados picos de ataque com uma umidade relativa de  $97,5\pm 0,7\%$ ,  $83,0\pm 4,2\%$ ,  $67,0\pm 2,8\%$ , temperatura de  $26,5\pm 3,5^{\circ}\text{C}$ ,  $27,8\pm 1,8^{\circ}\text{C}$ ,  $30,8\pm 1,1^{\circ}\text{C}$ , e luminosidade de  $1.252,5\pm 1.771,3\text{lux}$   $11.237,5\pm 15.892,2\text{lux}$ ,  $6.662,5\pm 9.422,2\text{lux}$ ; e no período vespertino, registrou-se umidade de  $60,5\pm 7,8\%$ , temperatura de  $32,3\pm 2,5^{\circ}\text{C}$  e luminosidade de  $22.350,0\pm 4.949,7\text{lux}$  (Tabela 2.1). Entretanto, registrou-se uma inversão na associação com a umidade ( $r=-0,335$ ;  $p=0,017$ ) e temperatura ( $r=0,422$ ;  $p=0,002$ ) na atividade hematofágica (Tabela 2.4), ou seja, quanto menor a umidade e maior a temperatura, maior se registrou a atividade antropófila desta espécie.

Para *S. pertinax*, durante o período matutino, a maior atividade hematofágica se deu com a umidade relativa de  $97,5\pm 0,7\%$ , temperatura de  $26,5\pm 3,5^{\circ}\text{C}$  e luminosidade de  $1.252,5\pm 1.771,3\text{lux}$ ; no período vespertino, registrou-se à umidade de  $61\pm 4,2\%$ , temperatura de  $31,5\pm 0,7^{\circ}\text{C}$  e luminosidade de  $11.162,5\pm 1.856,2\text{lux}$  (Tabela 2.1). Entretanto, registrou-se correlação negativa com a temperatura ( $r=-0,338$ ;  $p=0,016$ ) (Tabela 2.5).

Uma forte correlação foi observada entre a temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade (Tabela 2.6). Estes parâmetros são tratados como independentes. Registrou-se que a temperatura, seguida da umidade, apresentaram correlação significativa com as atividades hematofágicas destas três espécies de simúlídeos na Serra das Andorinhas, durante o período de chuva. Entretanto, em período de bastante chuva, com temperatura abaixo de

22°C e tendência a 100% de umidade do ar, estas atividades diminuem expressivamente, tendendo a quase inatividade.

Os valores máximos, mínimos (diferente de zero), médias e desvio padrão de temperatura, umidade relativa e luminosidade foram também registrados nos meses de janeiro e abril de 2006.

No mês de janeiro, a temperatura foi registrada com um valor médio de 30,7°C e desvio padrão de 1,55, máximo de 33,5°C e mínimo de 29,0°C. A umidade relativa foi registrada com um valor médio de 75,8±14,50%, máximo de 98% e mínimo de 55%. Registrou-se luminosidade com um valor médio de 11.233,4±10.038,35lux, máximo de 28.050,0lux e mínimo de 345,0lux (Figura 2.3).

No mês de abril, a temperatura foi registrada com um valor médio de 26,9±3,02°C, máximo de 31,0°C e mínimo de 23,0°C; umidade relativa média de 83,4±14,74%, máximo de 98,0% e mínimo de 64,0%; luminosidade média de 9.327,9±9.850,47lux, máximo de 31.400,0lux e mínimo de 25,5lux (Figura 2.4).

Os maiores valores de temperatura e luminosidade e os menores valores de umidade foram registrados no mês de janeiro; entretanto, as maiores variações de temperatura e umidade ocorreram no mês de abril.

#### 2.4.3. Relação dos fatores abióticos com a atividade hematofágica durante o período seco

No período matutino, a maior atividade hematofágica para as espécies *S. rorotaense* e *S. pertinax* se deu com a umidade relativa de 94,5 (média) e ±3,5%

(desvio padrão), temperatura de  $21,8 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$  e luminosidade de  $768,5 \pm 504,2\text{lux}$ ; no período vespertino, registrou-se umidade de  $64,5 \pm 19,1\%$ , temperatura de  $28,5 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  e luminosidade de  $2.337,5 \pm 1.502,6\text{lux}$  (Tabela 2.2). Com relação à atividade hematofágica de *S. rorotaense*, registrou-se uma significativa correlação com a umidade ( $r=0,511$ ;  $p<0,001$ ), temperatura ( $r=-0,515$ ;  $p<0,001$ ) e luminosidade ( $r=-0,496$ ;  $p<0,001$ ) (Tabela 2.3). Com *S. pertinax*, também registrou-se uma significativa correlação entre a umidade ( $r=0,493$ ;  $p<0,001$ ), temperatura ( $r=-0,503$ ;  $p<0,001$ ) e luminosidade ( $r=-0,466$ ;  $p=0,001$ ) com a atividade hematofágica (Tabela 2.5). Observou-se um significativo aumento da atividade antropófila destas espécies, com o aumento da umidade, diminuição da temperatura e luz, na localidade estudada.

*S. minusculum*, durante o período matutino, apresentou a maior atividade hematofágica com a umidade relativa entre  $46,0 \pm 11,3$  e  $82,5 \pm 3,54\%$ , temperatura entre  $24,0 \pm 2,8$  e  $31,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  e luminosidade entre  $3.026,3 \pm 1.274,6$  e  $22.912,5 \pm 2.669,3\text{lux}$ ; no período vespertino, registrou-se à umidade de  $37,5 \pm 10,6$ ,  $37,0 \pm 12,7$  e  $53,0 \pm 24,0\%$ , temperatura de  $35,5 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ ,  $35,8 \pm 2,5$  e  $30,3 \pm 1,70$  e luminosidade de  $21.687,5 \pm 2.810,7$ ,  $22.237,5 \pm 1.467,2$  e  $2.226,3 \pm 1.030,6\text{lux}$  (Tabela 2.2). Para esta espécie, no período de estiagem, não se registrou correlação entre a atividade antropófila e os fatores microclimáticos analisados. A baixa densidade desta espécie nos diversos criadouros da Serra pode ser a explicação para este fato.

Uma boa correlação foi observada entre a temperatura, luz e umidade relativa do ar (Tabela 2.6). Registrou-se que a temperatura, seguida da umidade, apresentou correlação significativa com as atividades hematofágicas de *S. pertinax* e *S. rorotaense* na Serra das Andorinhas, durante o período seco.

Entretanto, em período de extrema estiagem, com temperatura acima de 38°C e umidade do ar abaixo de 40%, estas atividades diminuem expressivamente, tendendo a quase inatividade.

Os valores máximos, mínimos (diferente de zero), médias e desvio padrão de temperatura, umidade relativa e luminosidade foram também registrados nos meses de agosto e dezembro de 2006.

No mês de agosto, registrou-se a temperatura média de 31,3°C e desvio padrão de 5,8, máximo de 37,5°C e mínimo de 21,0°C. A umidade relativa apresentou um valor médio de 46,4±23,74%, máximo de 97,0% e mínimo de 28,0%. A luminosidade apresentou uma média de 12.708,1±9.277,9lux, máxima de 24.800,0lux e mínima de 290,0lux (Figura 2.5).

No mês de dezembro, a temperatura apresentou um valor médio de 30,6°C±3,9, máximo de 35,4°C e mínimo de 22,5°C. A umidade relativa apresentou uma média de 60,8±16,7%, máxima de 92,0% e mínima de 43,0%. A luminosidade apresentou uma média de 13.056,0±10.135,3lux, máxima de 26.250,0lux e mínima de 412,0lux (Figura 2.6).

Os maiores valores de umidade e luminosidade, e menores valores de temperatura foram registrados no mês de dezembro; entretanto, as maiores variações de temperatura e umidade ocorreram no mês de agosto.

O fator abiótico mais relacionado à atividade hematofágica das espécies de simulídeos na Serra das Andorinhas foi a temperatura do ar, seguido da umidade relativa do ar. A luminosidade atuou como um fator secundário para *S. rorotaense* e *S. pertinax*, detectando-se correlação significativa somente durante o período seco. Este trabalho corrobora com os estudos já desenvolvidos por Monteiro-Santos & Gorayeb (2004) que registraram a correlação da temperatura ( $r = - 0,494$ ;  $p = 0,012$ ), com a

atividade antropófila de *S. incrustatum* em Santo Antônio do Tauá, no nordeste paraense. E as variações na atividade hematofágica de simulídeos podem estar relacionadas às variações da temperatura e umidade relativa (Medeiros *et al.*, 2006; Monteiro-Santos & Gorayeb, 2004; Andreazze *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 1994; Peterson & Wolfe, 1956).

Neste experimento, observou-se um modelo bimodal para a abundância de atividades hematofágicas de *S. rorotaense* e *S. pertinax*, e um modelo unimodal para *S. minusculum*.

#### 2.4.4. Atividade de ataque de *S. pertinax*, *S. rorotaense* e *S. minusculum* por região corpórea do homem

Observou-se também a atividade de ataque de *S. pertinax*, *S. rorotaense* e *S. minusculum* nas diferentes regiões corpóreas de um homem, comparando as incidências de ataque entre os períodos de chuva e de seca (Figura 2.7). Nestes períodos, observou-se que os membros inferiores foram as áreas corpóreas mais atacadas por fêmeas de *S. pertinax* ( $107 \pm 73,5$  indivíduos, no período de chuva;  $91,0 \pm 45,2$ , no período seco), seguida de *S. rorotaense* (chuva,  $37,5 \pm 0,7$ ; seca,  $11,5 \pm 10,6$ ) e *S. minusculum* (chuva,  $28 \pm 31,1$ ; seca,  $6,5 \pm 6,4$ ). Observou-se que as pernas/pés (membros inferiores) foram as regiões preferidas das três espécies, entretanto, a espécie *S. rorotaense* apresenta preferência secundária pelas costas, independente do período do ano.

Em janeiro, observou-se que os maiores ataques aos membros inferiores foram de *S. pertinax* (55 espécimes), seguida de *S. minusculum* (50) e *S. rorotaense* (37). Nas costas, foi *S. rorotaense* (15), seguida de *S. minusculum* (5) e *S. pertinax* (4) (Figura 2.8a). Em abril, observou-se que os maiores ataques aos membros inferiores foram de

*S. pertinax* (159 espécimes), seguida de *S. rorotaense* (38), *S. minusculum* (6). Nas costas, a prevalência foi de *S. rorotaense* (18), seguida de *S. minusculum* (2) e *S. pertinax* (2) (Figura 2.8b). Em agosto, observou-se que os maiores ataques aos membros inferiores foram de *S. pertinax* (59 espécimes), seguida de *S. rorotaense* (4) e *S. minusculum* (2). Nas costas, a prevalência foi de *S. rorotaense* (8) (Figura 2.9a). Em dezembro, observou-se que os maiores ataques aos membros inferiores foram de *S. pertinax* (123 espécimes), seguida de *S. rorotaense* (19) e *S. minusculum* (11). Nas costas, a preferência foi de *S. rorotaense* (6) (Figura 2.9b).

Este trabalho corrobora com o trabalho Monteiro-Santos & Gorayeb (2004) que registraram os membros inferiores com a área corpórea preferencial de picadas de *S. incrustatum*, mas discordante com o trabalho de Medeiros & Py-Daniel (2002) que observaram a preferência corpórea de picadas de *C. argentiscutum* (= *S. argentiscutum*) foi o tórax/pescoço, seguida da região perna/pés.

Foi observado *S. subpallidum*, atacando os membros inferiores do homem às 13:30h (abril/06; 1 exemplar) e às 18:00h (agosto/06; 2 exemplares) na Serra das Andorinhas. Entretanto, Shelley *et al.* (2000) citam que *S. subpallidum* possui uma atividade exclusivamente zoófila e não há registro desta espécie atacando o homem.

## 2.5. Conclusão

As espécies de atividades antropófilas registradas apenas na região Tocantins-Araguaia foram *S. rorotaense*, *S. minusculum*, *S. pertinax*, *S. nigrimanum* e *S. subpallidum*, não sendo observadas na região da Costa Atlântica-Nordeste. As espécies antropófilas registradas na região da Costa Atlântica-Nordeste foram *S. incrustatum* e *S. limbatum*.

A atividade antropófila de *S. rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* foi estudada pela primeira vez no Pará e na Amazônia Oriental. *S. rorotaense* e *S. pertinax* apresentaram dois picos diários, um pela manhã e outro à tarde. *S. minusculum* apresentou picos maiores somente no início da tarde. Os ataques intensos foram registrados aos membros inferiores do homem.

O fator abiótico mais correlacionado à atividade hematofágica das espécies de simulídeos na Serra das Andorinhas foi a temperatura do ar, seguido da umidade relativa. A luminosidade atuou como um fator secundário na correlação com a abundância diária de *S. rorotaense* e *S. pertinax*. Certamente, em regiões com outras condições climáticas atuarão diferentemente nas atividades hematofágicas dos simulídeos.

Na área de estudo não se registraram doenças relacionadas à atividade antropófila de simulídeos, entretanto, propõe-se que as atividades de trabalho sejam planejadas de maneira a evitar o período mais chuvoso (janeiro a abril) e os horários de picos de ataque de *S. pertinax*, *S. rorotaense* e *S. minusculum*. Os ataques destas espécies acontecem em todos os meses do ano, em diversas localidades da Serra das Andorinhas. Causa grande incômodo ao homem do campo e ao turista.

Devido aos registros de espécies potenciais vetores de doenças e a intensa migração da população na Amazônia, uma política de interesse de Saúde Pública por parte da Secretaria de Vigilância a Saúde ou delegada por ela, do Ministério da Saúde, deverá ser planejada nas regiões estudadas.

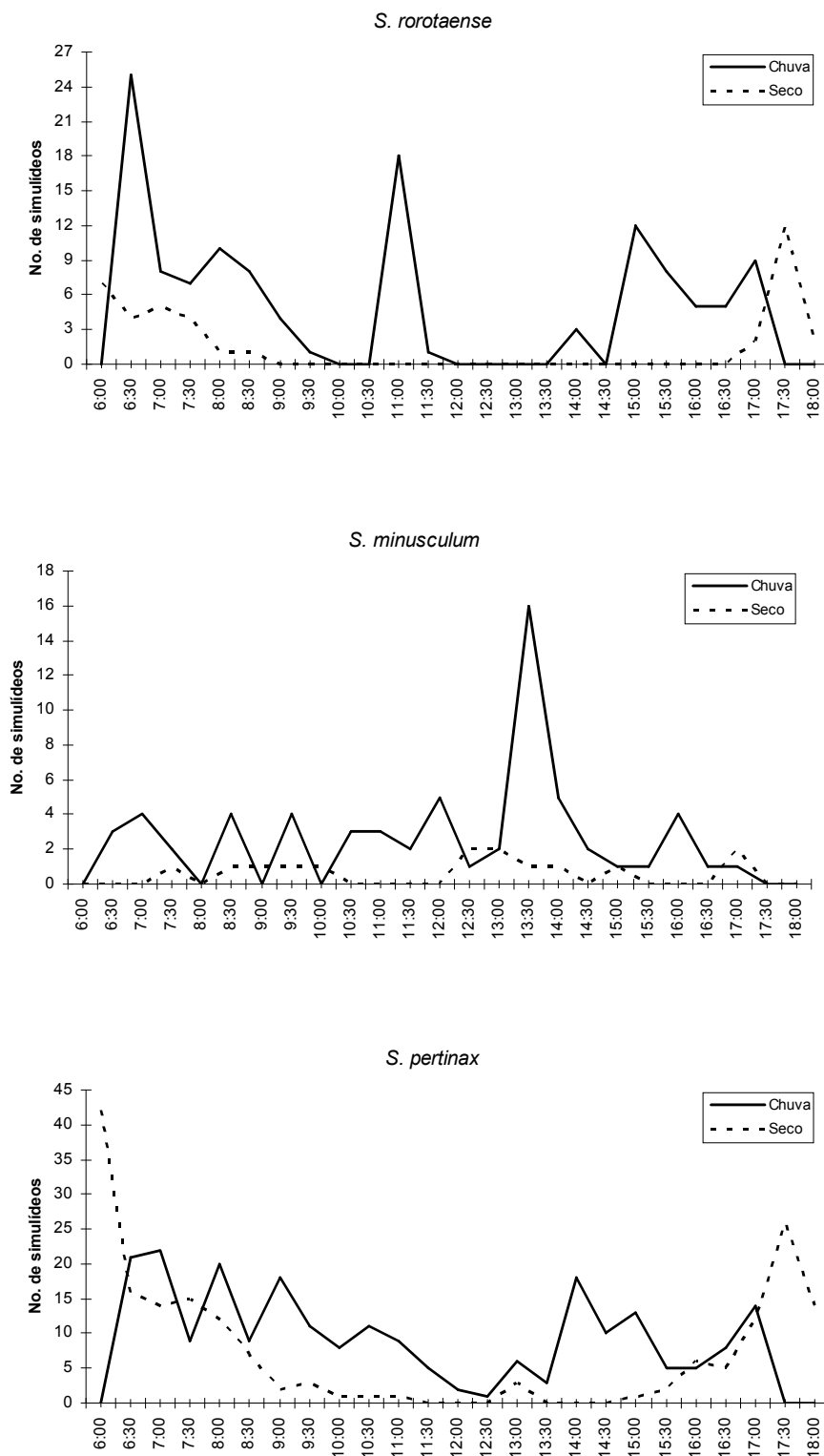


Figura 2.2. Atividade hematofágica média, diurna, de *Simulium rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* nos períodos chuvoso e seco, em Altos Montes, Serra das Andorinhas, Pará, Amazônia Oriental.

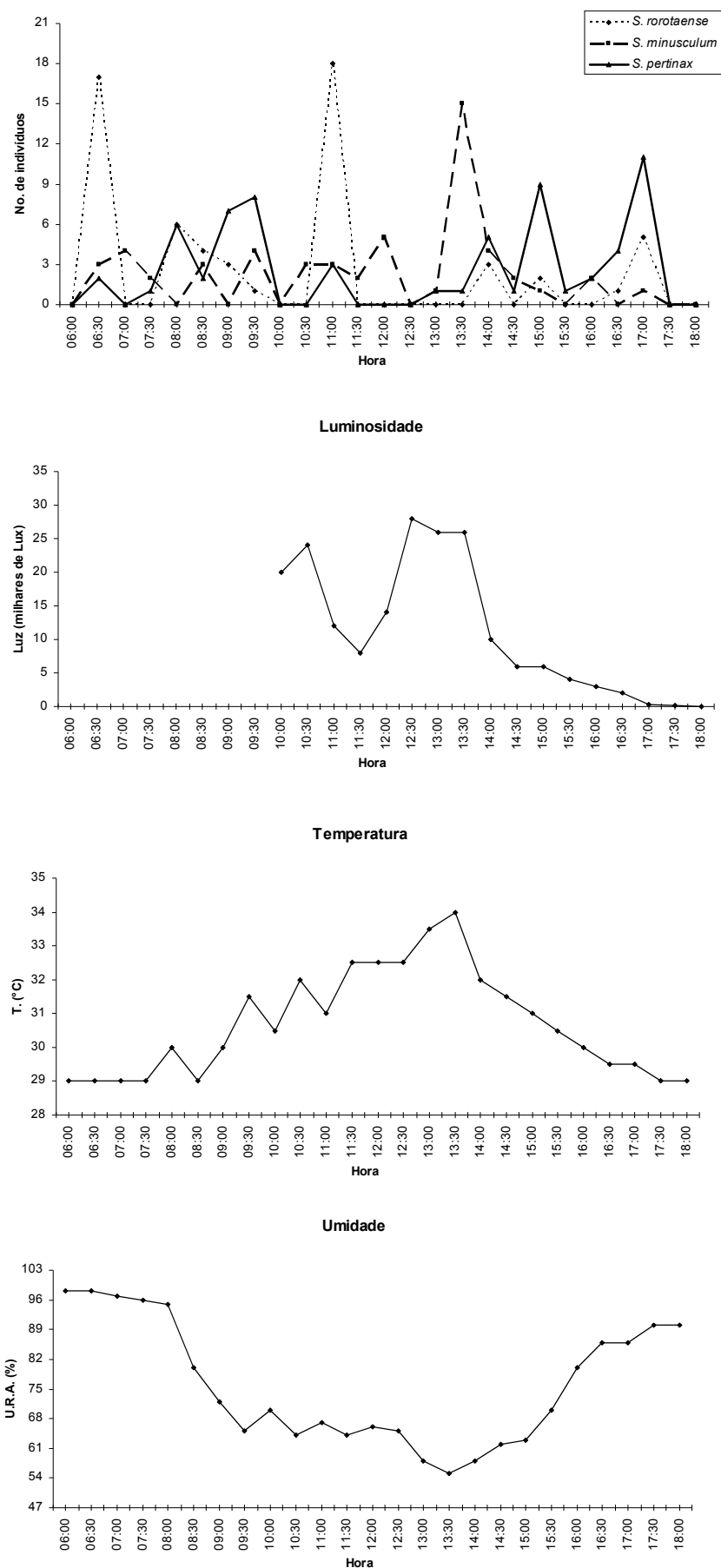


Figura 2.3. Atividade antropófila de *Simulium rorotaense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* por horas do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período chuvoso), na Serra das Andorinhas (PA). 27/II/2006.

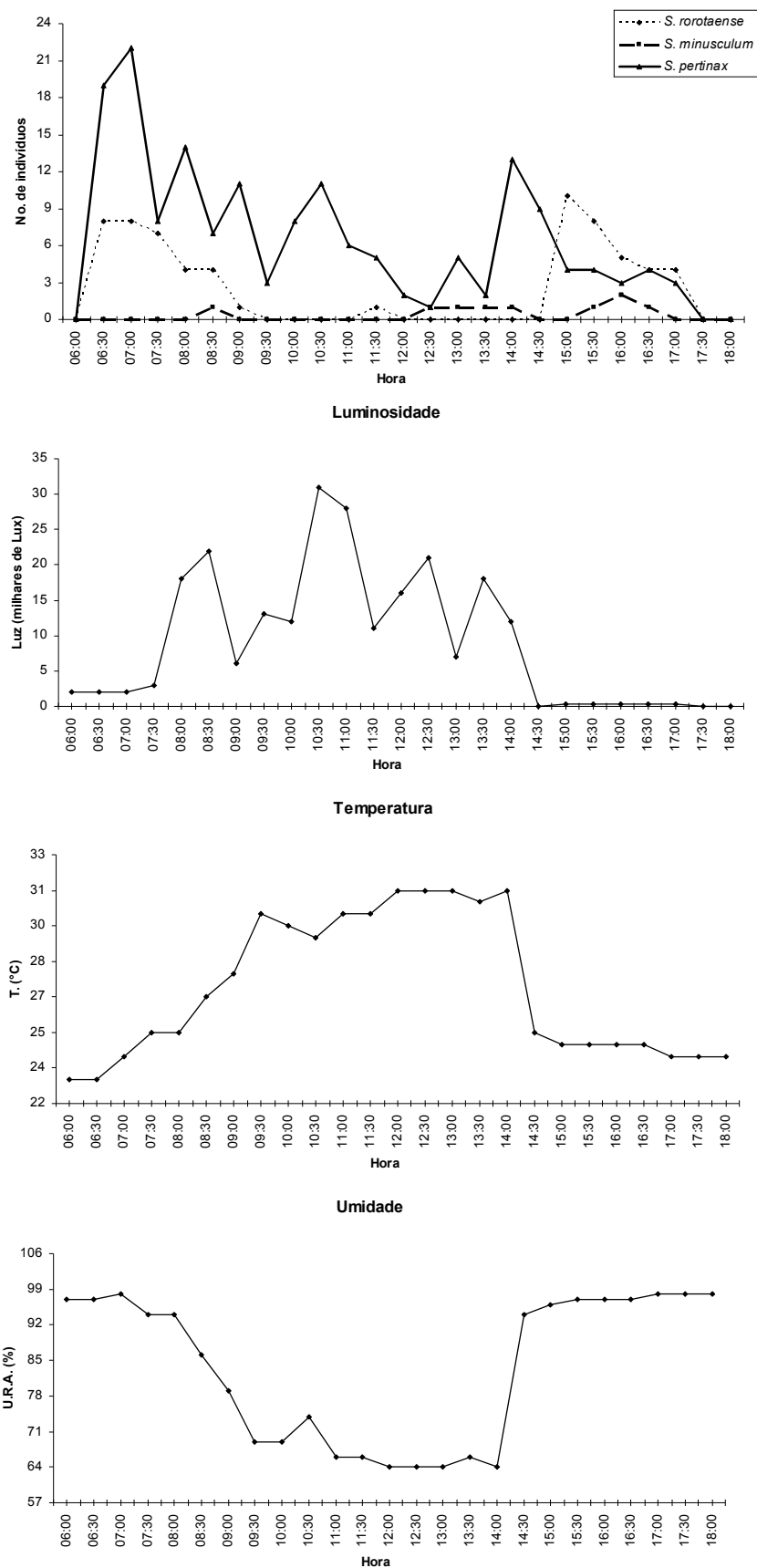


Figura 2.4. Atividade antropófila de *S. rostrataense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* por hora do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período chuvoso), na Serra das Andorinhas (PA). 25/IV/2006.

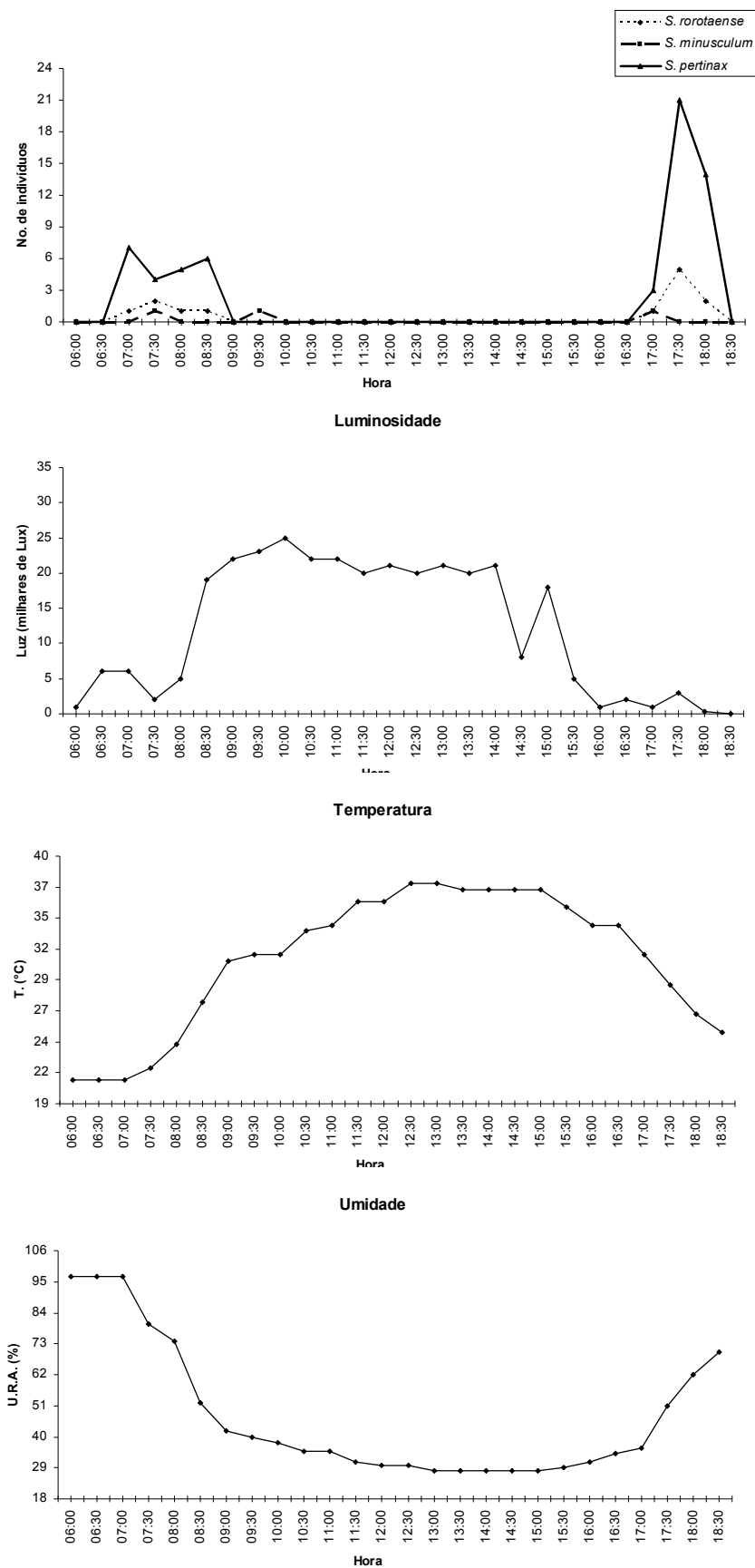


Figura 2.5. Atividade antropófila de *S. rorotense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* por horas do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período seco), na Serra das Andorinhas (PA). 18/VIII/2006.

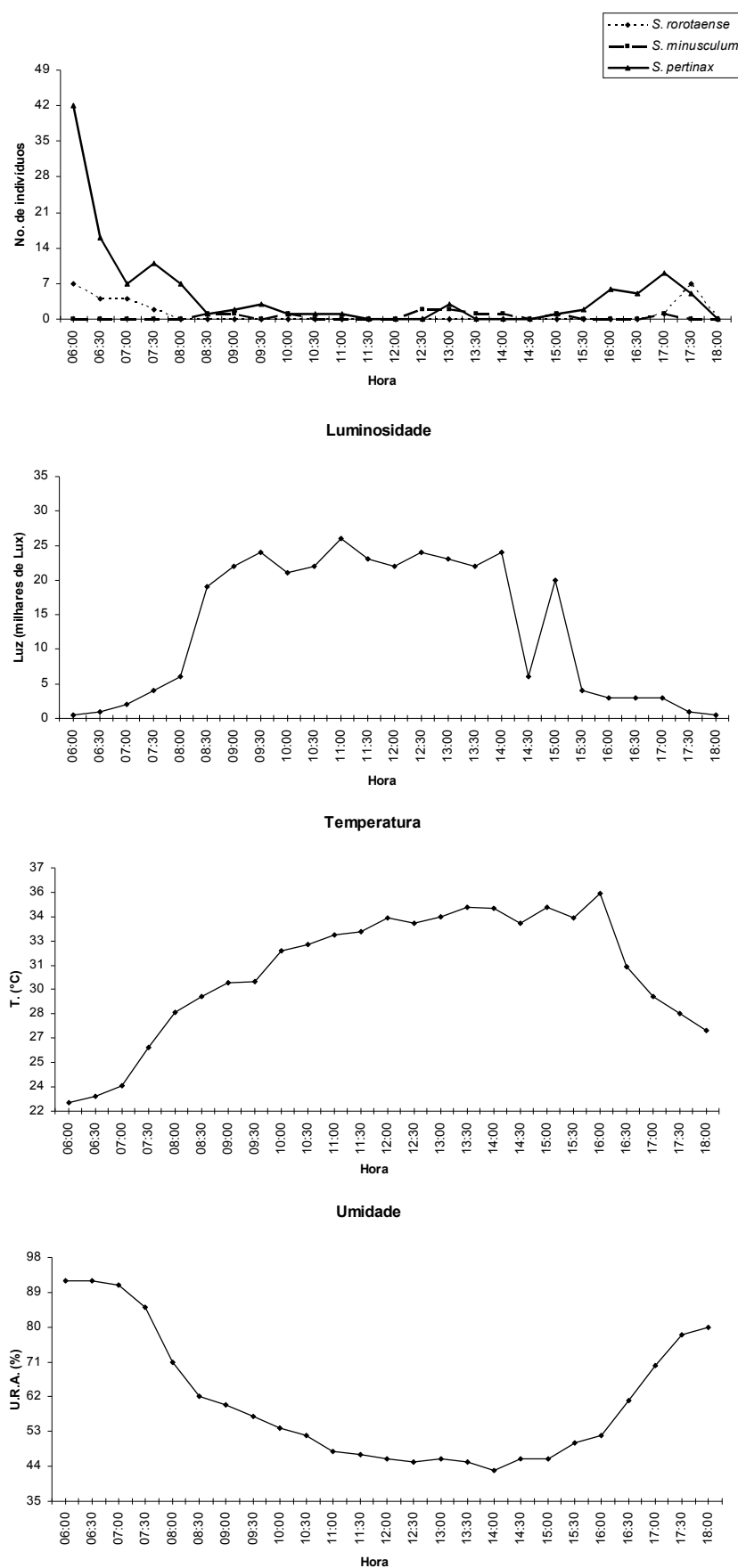


Figura 2.6. Atividade antropófila de *S. rorataense*, *S. minusculum* e *S. pertinax* por hora do dia e registros de fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar no final do período seco), na Serra das Andorinhas (PA). 06/XII/2006.

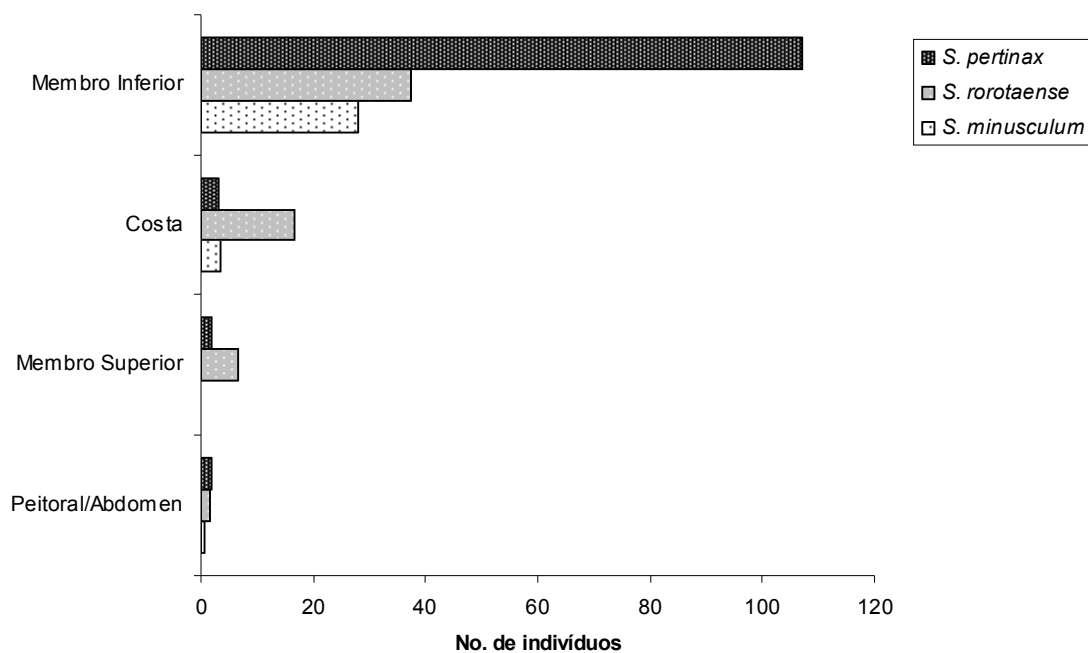
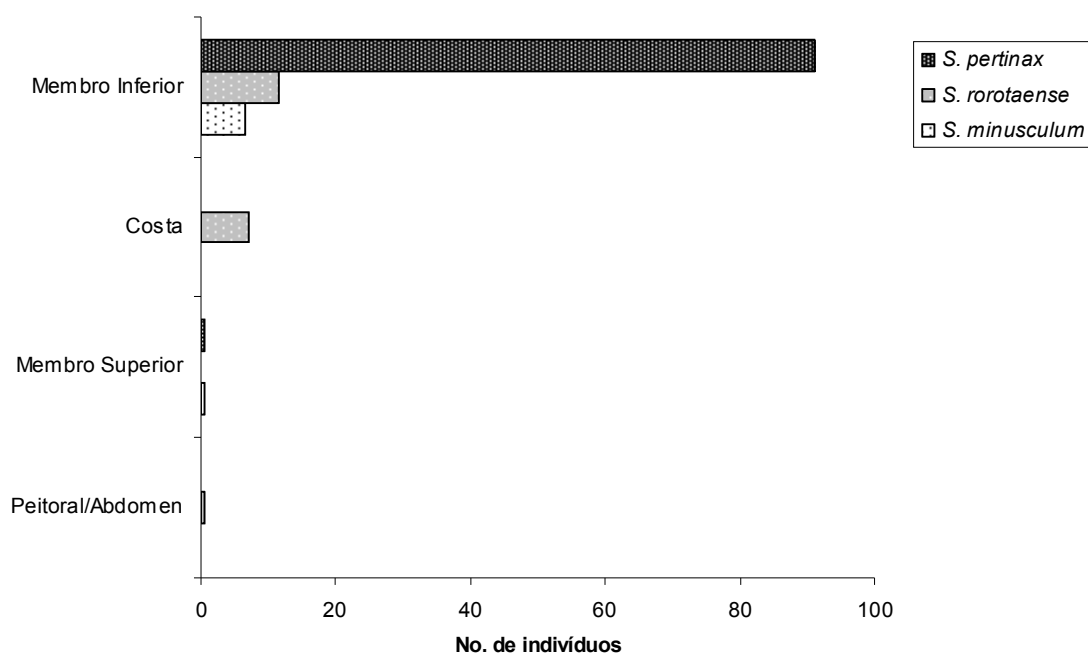
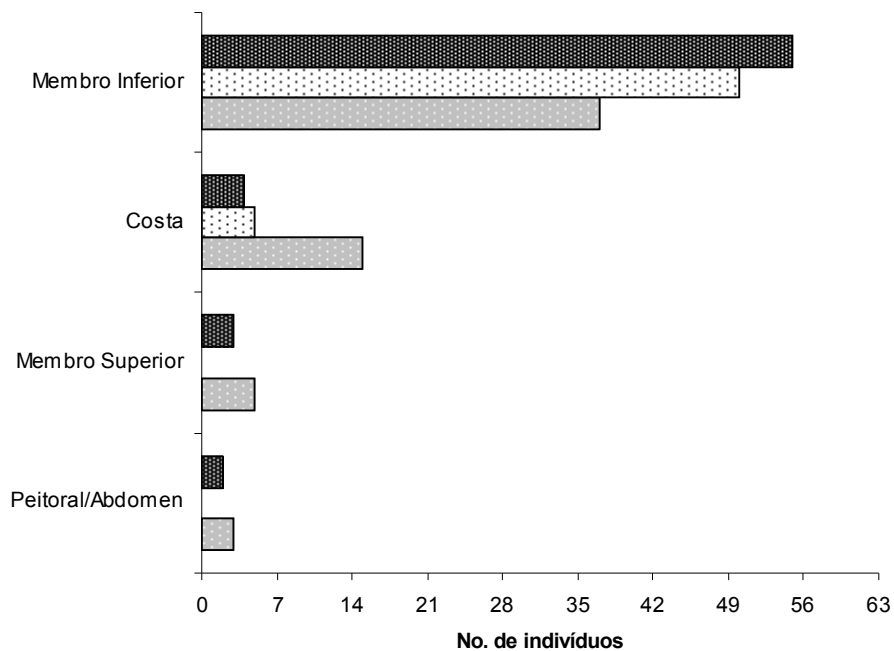
**(a)****(b)**

Figura 2.7. Atividade hematofágica média de *S. pertinax*, *S. rorotaense* e *S. minusculum* por área corpórea, na Serra das Andorinhas (PA). **(a)** - Chuva; **(b)** - Seca.

(a)



(b)

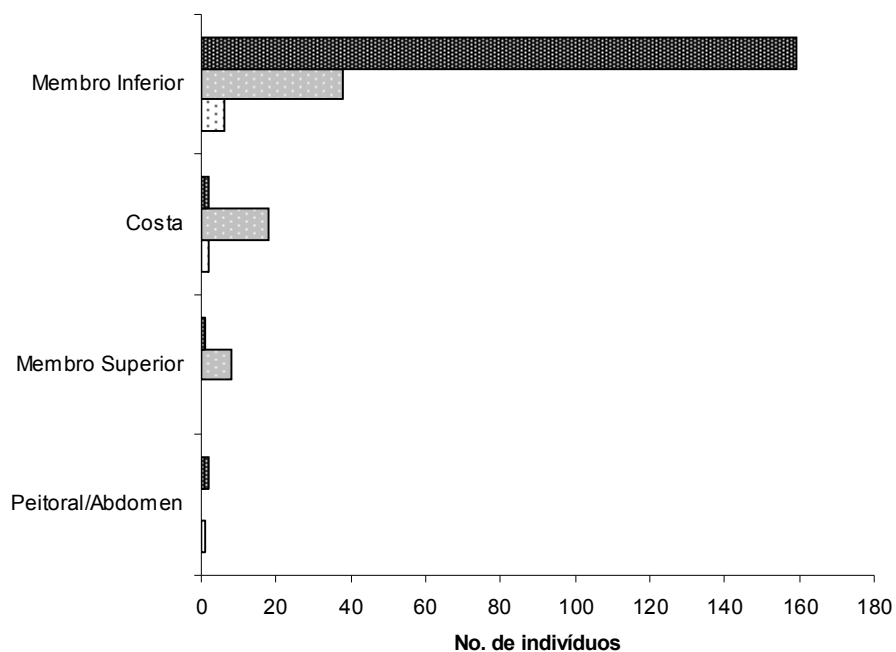
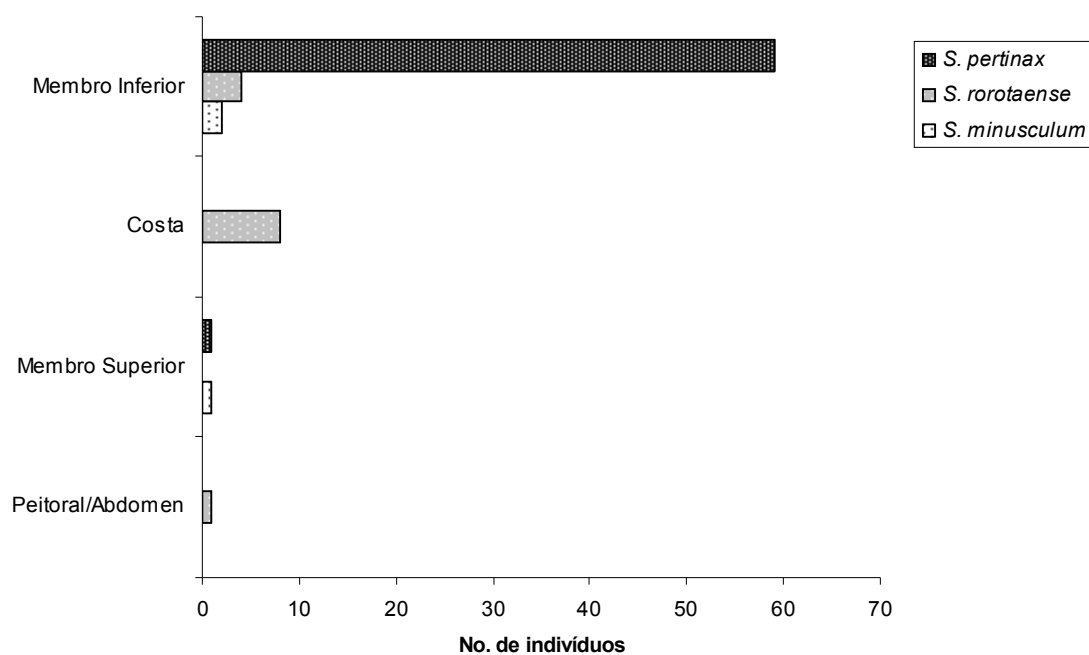


Figura 2.8. Atividade hematofágica total de *S. pertinax*, *S. minusculum* e *S. rorotaense* por área corpórea, na Serra das Andorinhas (PA). (a) - Janeiro/06; (b) - Abril/06.

(a)



(b)

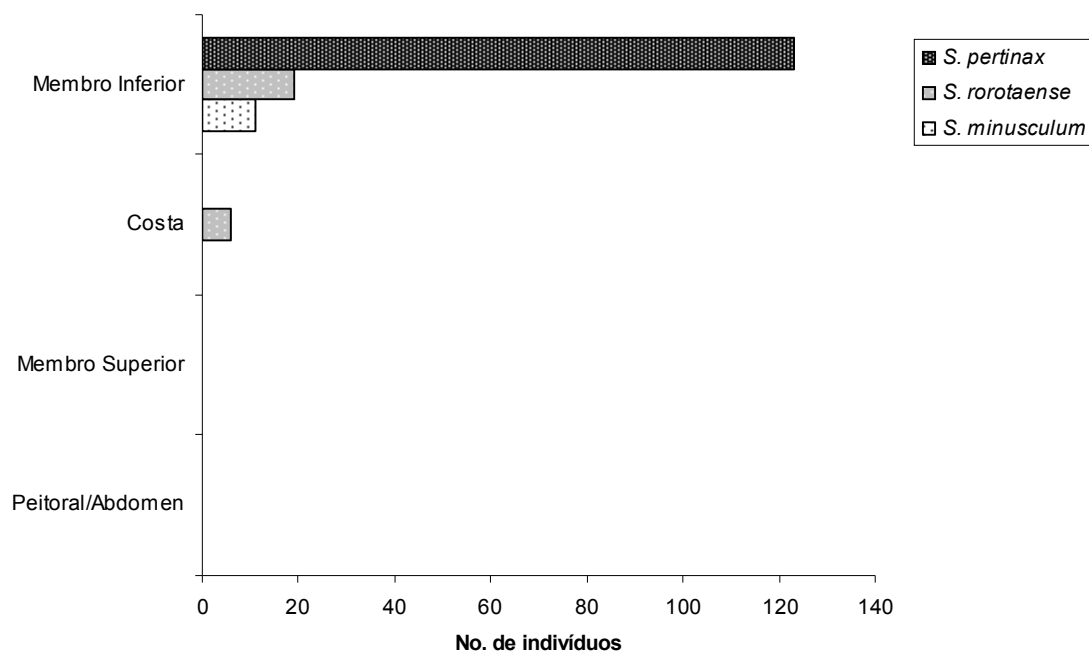


Figura 2.9. Atividade hematofágica total de *S. pertinax*, *S. minusculum* e *S. rorotaense* por área corpórea, na Serra das Andorinhas (PA). (a) - Agosto/06; (b) - Dezembro/06.

Tabela 2.1. Atividades antropófilas das espécies de simuliídeos por horário do dia, totais e médias, por parâmetro microclimático médio, no período chuvoso. Luz = Luminosidade; Temp. = Temperatura do ar; U.R.A. = Umidade relativa do ar; e DP = Desvio padrão. N=50.

Hora	<i>S. rorotaense</i>	Média	DP	<i>S. minusculum</i>	Média	DP	<i>S. pertinax</i>	Média	DP	Luz (lux)	DP	Temp. (°C)	DP	U.R.A.(%)	DP
6:00	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1143,8	1617,5	26,0	4,2	97,5	0,7
6:30	25	12,5	6,4	3	1,5	2,1	21	10,5	12,0	1008,8	1426,6	26,0	4,2	97,5	0,7
7:00	8	4,0	5,7	4	2,0	2,8	22	11,0	15,6	1252,5	1771,3	26,5	3,5	97,5	0,7
7:30	7	3,5	4,9	2	1,0	1,4	9	4,5	4,9	1743,8	2466,0	27,0	2,8	95,0	1,4
8:00	10	5,0	1,4	0	0,0	0,0	20	10,0	5,7	9300,0	13152,2	27,5	3,5	94,5	0,7
8:30	8	4,0	0,0	4	2,0	1,4	9	4,5	3,5	11237,5	15892,2	27,8	1,8	83,0	4,2
9:00	4	2,0	1,4	0	0,0	0,0	18	9,0	2,8	3275,0	4631,5	28,8	1,8	75,5	4,9
9:30	1	0,5	0,7	4	2,0	2,8	11	5,5	3,5	6662,5	9422,2	30,8	1,1	67,0	2,8
10:00	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	8	4,0	5,7	16137,5	5356,3	30,0	0,7	69,5	0,7
10:30	0	0,0	0,0	3	1,5	2,1	11	5,5	7,8	27812,5	5073,5	30,5	2,1	69,0	7,1
11:00	18	9,0	12,7	3	1,5	2,1	9	4,5	2,1	20600,0	11738,0	30,5	0,7	66,5	0,7
11:30	1	0,5	0,7	2	1,0	1,4	5	2,5	3,5	10062,5	1926,9	31,3	1,8	65,0	1,4
12:00	0	0,0	0,0	5	2,5	3,5	2	1,0	1,4	15150,0	1767,8	31,8	1,1	65,0	1,4
12:30	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	1	0,5	0,7	24925,0	4419,4	31,8	1,1	64,5	0,7
13:00	0	0,0	0,0	2	1,0	0,0	6	3,0	2,8	16550,0	13930,0	32,3	1,8	61,0	4,2
13:30	0	0,0	0,0	16	8,0	9,9	3	1,5	0,7	22350,0	4949,7	32,3	2,5	60,5	7,8
14:00	3	1,5	2,1	5	2,5	2,1	18	9,0	5,7	11162,5	1856,2	31,5	0,7	61,0	4,2
14:30	0	0,0	0,0	2	1,0	1,4	10	5,0	5,7	2982,4	4126,1	28,3	4,6	78,0	22,6
15:00	12	6,0	5,7	1	0,5	0,7	13	6,5	3,5	3392,5	4324,0	27,8	4,6	79,5	23,3
15:30	8	4,0	5,7	1	0,5	0,7	5	2,5	2,1	2089,4	2560,6	27,5	4,2	83,5	19,1
16:00	5	2,5	3,5	4	2,0	0,0	5	2,5	0,7	1543,9	1776,4	27,3	3,9	88,5	12,0
16:30	5	2,5	2,1	1	0,5	0,7	8	4,0	0,0	1265,3	1321,9	27,0	3,5	91,5	7,8
17:00	9	4,5	0,7	1	0,5	0,7	14	7,0	5,7	304,3	57,6	26,8	3,9	92,0	8,5
17:30	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	118,4	76,5	26,5	3,5	94,0	5,7
18:00	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	45,3	27,9	26,3	3,2	94,0	5,7
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>62,0</b>	<b>2,8</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>32,5</b>	<b>228</b>	<b>114,0</b>	<b>70,7</b>	<b>10282,6</b>	<b>1350,1</b>	<b>29,1</b>	<b>3,0</b>	<b>79,6</b>	<b>5,4</b>

Tabela 2.2. Atividades antropófilas das espécies de simúlideos por horário do dia, totais e médias, por parâmetro microclimático médio, no período seco. Luz = Luminosidade; Temp. = Temperatura do ar; U.R.A. = Umidade relativa do ar; e DP = Desvio padrão. N=50.

Hora	<i>S. rorotaense</i>	Média	DP	<i>S. minusculum</i>	Média	DP	<i>S. pertinax</i>	Média	DP	Luz (lux)	DP	Temp. (°C)	DP	U.R.A.(%)	DP
6:00	7	3,5	4,9	0	0,0	0,0	42	21,0	29,7	768,5	504,2	21,8	1,1	94,5	3,5
6:30	4	2,0	2,8	0	0,0	0,0	16	8,0	11,3	3918,8	3466,6	22,0	1,3	94,5	3,5
7:00	5	2,5	2,1	0	0,0	0,0	14	7,0	0,0	4210,0	3054,7	22,3	1,8	94,0	4,2
7:30	4	2,0	0,0	1	0,5	0,7	15	7,5	4,9	3026,3	1274,6	24,0	2,8	82,5	3,5
8:00	1	0,5	0,7	0	0,0	0,0	12	6,0	1,4	5125,0	707,1	26,1	2,9	72,5	2,1
8:30	1	0,5	0,7	1	0,5	0,7	7	3,5	3,5	18862,5	300,5	28,3	1,1	57,0	7,1
9:00	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	2	1,0	1,4	22150,0	530,3	30,5	0,8	51,0	12,7
9:30	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	3	1,5	2,1	23450,0	1096,0	30,8	1,1	48,5	12,0
10:00	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	1	0,5	0,7	22912,5	2669,3	31,7	0,3	46,0	11,3
10:30	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	21850,0	777,8	32,9	0,8	43,5	12,0
11:00	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	24287,5	2775,4	33,5	0,8	41,5	9,2
11:30	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	21812,5	2386,5	34,6	2,1	39,0	11,3
12:00	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	21250,0	1060,7	35,0	1,5	38,0	11,3
12:30	0	0,0	0,0	2	1,0	1,4	0	0,0	0,0	21687,5	2810,7	35,6	2,8	37,5	10,6
13:00	0	0,0	0,0	2	1,0	1,4	3	1,5	2,1	22237,5	1467,2	35,8	2,5	37,0	12,7
13:30	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	0	0,0	0,0	21225,0	1131,4	35,8	1,7	36,5	12,0
14:00	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	0	0,0	0,0	22862,5	1926,9	35,8	1,8	35,5	10,6
14:30	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	7012,5	1431,9	35,3	2,4	37,0	12,7
15:00	0	0,0	0,0	1	0,5	0,7	1	0,5	0,7	19087,5	724,8	35,8	1,7	37,0	12,7
15:30	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	1,0	1,4	4550,0	459,6	34,7	1,1	39,5	14,8
16:00	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	6	3,0	4,2	2500,0	1520,3	34,7	1,0	41,5	14,8
16:30	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	5	2,5	3,5	2262,5	724,8	32,5	2,2	47,5	19,1
17:00	2	1,0	0,0	2	1,0	0,0	12	6,0	4,2	2226,3	1030,6	30,3	1,7	53,0	24,0
17:30	12	6,0	1,4	0	0,0	0,0	26	13,0	11,3	2337,5	1502,6	28,5	0,7	64,5	19,1
18:00	2	1,0	1,4	0	0,0	0,0	14	7,0	9,9	438,8	210,4	26,8	0,4	71,0	12,7
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>19,0</b>	<b>8,5</b>	<b>14</b>	<b>7,0</b>	<b>5,7</b>	<b>183</b>	<b>91,5</b>	<b>44,5</b>	<b>12882,0</b>	<b>246,0</b>	<b>31,0</b>	<b>0,5</b>	<b>53,6</b>	<b>10,1</b>

Tabela 2.3. Modelo Linear de atividade hematofágica de *S. rorotanesi* em relação aos fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas.

<b>Chuva</b>						
<b>Fator</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>r</b>	<b>P</b>
Umidade relativa do ar	734,297	15,298	1	6,810	0,352	0,012
Temperatura do ar	756,801	15,767	1	5,180	-0,312	0,027
Luz	777,811	16,204	1	3,744	-0,269	0,059
Modelo Geral	731,057	15,893	46	2,253	0,311	0,095
Estimativa de Erro	3,987					
<b>Seca</b>						
Umidade relativa do ar	105,689	2,202	1	17,000	0,511	<0,001
Temperatura do ar	105,118	2,190	1	17,353	-0,515	<0,001
Luz	107,922	2,248	1	15,655	-0,496	<0,001
Modelo Geral	95,544	2,077	46	7,635	0,507	<0,001
Estimativa de Erro	1,441					

GL = Grau de Liberdade

Tabela 2.4. Modelo Linear de atividade hematofágica de *S. minusculum* em relação aos fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas.

<b>Chuva</b>						
<b>Fator</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>r</b>	<b>P</b>
Umidade relativa do ar	250,338	5,215	1	6,086	-0,335	0,017
Temperatura do ar	231,812	4,829	1	10,409	0,422	0,002
Luz	272,188	5,671	1	1,744	0,187	0,193
Modelo Geral	231,313	5,029	46	3,365	-0,315	0,026
Estimativa de erro	2,242					
<b>Seca</b>						
Umidade relativa do ar	14,034	0,292	1	0,158	-0,057	0,693
Temperatura do ar	13,990	0,291	1	0,308	0,080	0,582
Luz	12,996	0,271	1	4,005	0,277	0,051
Modelo Geral	12,773	0,278	46	1,569	-0,138	0,210
Estimativa de Erro	0,527					

GL = Grau de Liberdade

Tabela 2.5. Modelo Linear de atividade hematofágica de *S. pertinax* em relação aos fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas.

<b>Chuva</b>						
<b>Fator</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>r</b>	<b>p</b>
Umidade relativa do ar	1230,835	25,642	1	1,072	0,148	0,306
Temperatura do ar	1114,559	23,220	1	6,191	-0,338	0,016
Luz	1256,585	26,179	1	0,066	-0,037	0,798
Modelo Geral	1028,288	22,354	46	3,430	0,174	0,025
Estimativa de erro	4,728					
<b>Seca</b>						
Umidade relativa do ar	1920,906	40,019	1	15,451	0,493	<0,001
Temperatura do ar	1896,134	39,503	1	16,279	-0,503	<0,001
Luz	1988,854	41,434	1	13,283	-0,466	0,001
Modelo Geral	1763,938	38,346	46	6,739	0,487	0,001
Estimativa de Erro	6,192					

GL = Grau de Liberdade

Tabela 2.6. Correlação de Pearson (r) entre os fatores abióticos (umidade relativa do ar, temperatura do ar e luminosidade) no período de chuva e de seca, em Altos Montes, Serra das Andorinhas.

<b>Fatores</b>	<b>Chuva</b>		<b>Seca</b>	
	<b>R</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	<b>P</b>
Umidade x Temperatura	-0,972	<0,001	-0,986	<0,001
Umidade x Luz	-0,791	<0,001	-0,633	<0,001
Temperatura x Luz	0,827	<0,001	0,586	0,002

## 2.6. Referência Bibliográfica

- Anderson, G.R. 1961. Isolation of virus from Diptera in Wisconsin. **Mosq. News**, 21: 224-228.
- Andreazze, R.; Py-Daniel, V. & Medeiros, J.F. 2002. Influência dos fatores climáticos na atividade hematofágica de *Psaroniocompsa incrustata* (Lutz, 1910) (Diptera, Simuliidae) vetor de *Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) em Xitei/Xidea, área indígena Yanomami, Roraima, Brasil. **Ent. & Vect.**, 9 (4): 559-577.
- Aoki, V.; Rivitti, E.A. & Sampaio, S.A.P. 1998. Characterization of black fly species (Diptera-Simuliidae) on an amerindian reservation with a high prevalence of “fogo selvagem” to neighboring disease-free sites in the state of Mato Grosso, Brazil. **Jour. Med. Ent.**, 35 (2): 120-131.
- Blacklock, D.B. 1926. The development of *Onchocerca volvulus* in *Simulium damnosum*. **Ann. Trop. Med. Paras.**, 20: 1-48.
- Braun-Falco, O.; Plewig, G.; Wolff, H.H. & Winkelmann, R.K. 1995. Enfermedades vesiculosas y ampollosas. In: **O. Braun-Falco, G. Plewig, H.H. Wolff, R.K. Winkelmann (orgs.). Dermatología. Barcelona: Sprin. Verl. Ibéria, 479-514.**
- Campbell, I.; Reis, V.; Aoki, V.; Cunha, P.; Hans-Filho, G. & Alves, G. 2001. Pênfigo foliáceo endêmico/Fogo Selvagem. **An Bras Derm.**, 76: 13-31.
- Cerqueira, N.L. 1967. Simuliidae da Amazônia III: Sobre o Gênero “*Simulium*” Latreille, 1802 (Diptera, Nematocera). **Atas Simp. Biota Amaz.**, 5 (Zool): 127-139.
- Cerqueira, N.L. 1959. Sobre a transmissão de *Mansonella ozzardi*. **Jor. Bras. Med.**, 1: 885-914.
- Costa-Júnior, D.; Pinheiro, F.P.; Rosa, A.P.A.T.; Fraiha, H. & Lainson, Z.C.L. 1997. Síndrome Hemorrágica de Altamira, 6: 107-112. In: R.N.Q. Leão. (org.).

- Doenças Infecciosas e Parasitárias: Enfoque Amazônico.** CEJUP/UEPA/IEC, 886 p.
- Dalmat, H.T. 1955. **Black flies (Diptera, Simuliidae) of Guatemala and their role as vectors of onchocerciasis.** Smith. Miscell. Collect., 425 p.
- Davis, J.R.; Wasserman, S.S. & Trpis, M. 1994. Diurnal biting activity and transmission of *Onchocerca volvulus* (Filariata, Onchocercidae) by *Simulium yahense* (Diptera: Simuliidae) in Liberia. **Jour. Med. Ent.**, 31 (2): 217-224.
- Deane, M.P. 1949. Sobre a incidência de filárias humanas em Manaus, Estado do Amazonas. **Rev. Sesp**, 2: 849-858.
- Dellome-Filho, J. 1991. Simuliofauna do Rio Morumbi, Morretes (PR). I Coleta e criação; dados meteorológicos e físico-químicos do criadouro; adultos (Diptera, Simuliidae). **Acta Biol. Par.**, 20 (1, 2, 3, 4): 145-156.
- Dellome-Filho, J. 1992. Simuliofauna do Rio Morumbi, Morretes (PR). II Substratos naturais e artificiais dos imaturos e fauna associada (Diptera, Simuliidae). **Acta Biol. Par.**, 21 (1, 2, 3, 4): 77-88.
- Delmontes, S.; Kanitakis, J.; Cozzani, E.; Parodi, A. & Rebora, A. 2001. Diagnosing pemphigus foliaceus: a retrospective analysis of clinical, histological and immunological criteria. **Dermatology**, 203: 289-293.
- Gorayeb, I.S. 1981. Comportamento de ovoposição e ciclo evolutivo de *Simulium fulvotum* Cerqueira e Mello, 1968. **Acta Amazonica**, 11 (3): 595-604.
- Gorayeb, I.S. & Pinger, R.R. 1978. Detectação de predadores naturais das larvas de *Simulium fulvotum* Cerqueira e Mello, 1968 (Diptera, Nematocera). **Acta Amazonica**, 8 (4): 629-637.
- Hamada, N. 1993. Estudos Bioecológicos sobre piuns (Diptera: Simuliidae) como base para o controle de oncocercose e mansonelose na Amazônia Brasileira (p. 135-140).

**In: E.J.G. Ferreira, G.M. Santos, E.L.M. Leão & L.A. Oliveira. Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia, 200 p.**

Hoffmann, C.C. 1930. Nuevas investigaciones acerca de la transmisión de la oncocercosis de Chiapas. **Rev. Mex. Biol.**, 10 (6): 131-140.

Lacey, L.A. 1981. Anthropophilic black flies (Diptera: Simuliidae) in the Amazon National Park (Tapajós) with reference to their effects on man. **Bol. Sanit. Panam.**, 90 (4): 326-338.

Lane, J. 1949. Dados sobre os simulídeos de localidades onde ocorreram casos de pênfigo foliáceo. **Arq. Hig. Saúde Publ. SP**, 3 (1): 53-54.

Medeiros, J.F. & Py-Daniel, V. 1999. Atividade hematofágica e infecção natural de três espécies de Simuliidae (Diptera: Culicomorpha) em Xitei/Xidea, área indígena Yanomami, Roraima, Brasil. **Ent. & Vect.**, 6 (3): 210-226.

Medeiros, J.F. & Py-Daniel, V. 2002. Estado fisiológico e preferências de picadas de *Cerqueirellum argentiscutum* (Shelley & Lunas-Dias, 1980) (Diptera: Simuliidae), vetor de *Mansonela ozzardi* (Manson, 1897) (Nematoda: Onchocercidae) no Brasil. **Ent. & Vect.**, 9 (4): 505-517.

Medeiros, J.F.; Py-Daniel, V. & Izzo, T.J. 2006. The influence of climatic parameters in the haematophagic daily activity of *Cerqueirellum argentiscutum* (Shelley & Lunas-Dias) (Diptera: Simuliidae) in Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, 36 (4): 563-568.

Metry, D.W.; Hebert, A.A. & Jordan, R.E. 2002. Nonendemic pemphigus foliaceus in children. **Jour. Am. Acad. Derm.**, 46: 419-422.

Monteiro-Santos, E. & Gorayeb, I.S. 2004. Antropofilia de *Simulium (Psaroniocompsa) incrustatum* Lutz, 1910 (Diptera: Simuliidae) no Estado do Pará, Brasil. **Ent. & Vect.**, 11 (2): 269-282.

- Moraes, M.A.P. & Chaves, G.M. 1974. Oncocercose no Brasil. Novos achados entre os índios Yanomamas. **Bol. Sant. Panam.**, 1: 1-5 .
- Moraes, M.A.P. & Fraiha, H. 1976. **Oncocercose**. Belém: SESP/IDESP, 53 p.
- Moraes, M.A.P.; Fraiha, H. & Chaves, G.M. 1973. Onchocerciasis in Brazil. **Bull. Pan Am. Health Org.**, 7 (4): 50-56.
- Peterson, D.G. & Wolfe, L.S. 1956. The biology and control of black flies (Diptera: Simuliidae) in Canada. **Proc. Tenth. Intern. Cong. Ent.**, 3: 551-564.
- Pinheiro, F.P.; Bensabath, G.; Costa, D.Jr.; Maroja, O.M.; Lins, Z.C. & Andrade, A.H.P. 1974. Haemorrhagic syndrome of Altamira. **The Lancet**, 13: 639-642.
- Pinto, C. 1931. Simuliidae da América Central e do Sul (Diptera). **Sep. Reun. Soc. Arg. Pat. Reg. Norte**, 661-763.
- Proença, N.G. 1976. Síndrome Hemorrágica de Altamira, Fogo Selvagem e "Borrachudos". **An. Bras. Derm.**, 51: 251-254.
- Sampaio, S.A.P. & Rivitti, E.A. 2007. **Dermatologia**. Art. Med., 585 p.
- Shelley, A.J.; Lowry, C.A.; Maia-Herzog, M.; Luna-Dias, A.P.A.; Garritano, P.R.; Shelley, A.; Camargo, M. & Carter, H.G. 2000. The Simuliidae (Diptera) of the secondary onchocerciasis focus at Minaçu in central Brazil. **Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Ent.)**, 69 (2): 171-221.
- Shelley, A.J.; Lowry, C.A.; Maia-Herzog, M.; Luna-Dias, A.P.A. & Moraes, M.A.P. 1997. Biosystematic studies on the Simuliidae (Diptera) of the Amazonia onchocerciasis focus. **Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Ent.)**, 66 (1): 1-121.
- Shelley, A.J. & Sheley, A. 1976. Further evidence for the transmission of *Mansonella ozzardi* by *Simulium amazonicum* in Brazil. **Ann. Trop. Med. Paras.**, 70 (2): 213-217.

- Silvestre, M.C. & Netto, J.C. A. 2005. Pênfigo foliáceo endêmico: características sociodemográficas e incidência nas microrregiões do estado de Goiás, baseadas em estudo de pacientes atendidos no hospital de doenças tropicais, Goiânia (GO). **An. Bras. Derm.**, 80 (3): 261-266.
- Strieder, M.N. & Corsenil, E. 1992. Atividade de hematofagia em Simuliidae (Diptera: Nematocera) na picada de verão, Soporanga, RS. Brasil. **Acta Biol. Leopoldensia**, 14 (2): 75-98.
- Strong, R.P. 1931a. Onchocerca investigations in Guatemala. Report of Harvard Expedition. **N. Engl. Jour. Med.**, 204: 916-920.
- Strong, R.P. 1931b. Onchocerciasis in Guatemala. **Science**, 73: 593-594.
- Wilkson, L. 2000. Systat 10: The system for statistics. Systat inc. Illinois. **www.systat.com**. Obtido em: 02/02/2007.

### CAPÍTULO III

## RELAÇÃO DOS FATORES LIMNOLÓGICOS COM POPULAÇÕES DE SIMULIIDAE E ENTOMOFAUNA AQUÁTICA ASSOCIADA NA REGIÃO TOCANTINS-ARAGUAIA E COSTA ATLÂNTICA-NORDESTE, PARÁ, BRASIL



Figura 3.1 - Margem esquerda do rio Araguaia, Serra das Andorinhas. **a** - Área de praia com vista para a Serra; **b** - Vista do rio e mata de encosta; **c** - Rio com água baixa e fundo do leito constituído de rochas (Fotos: I. S. Gorayeb, jun.01).

### 3.1. Introdução

A macrofauna da maioria dos ecossistemas aquáticos é dominada numericamente e em termos de biomassa pela classe Insecta (Ward, 1992). Em geral, as formas imaturas de insetos aquáticos e semi-aquáticos são mais importantes do que os adultos para os ecossistemas lóticos. Pouco se conhece sobre a composição e distribuição das comunidades de insetos aquáticos na Amazônia. Dentre as formas imaturas de insetos aquáticos importantes em termos de amplitude de habitats que ocupam, diversidade de hábitos alimentares e estratégias adaptativas, estão os efemerópteros, plecópteros, tricópteros, megalópteros (Merritt & Cummins, 1984), odonatas e alguns dípteros, como simulídeos e quironomídeos.

Metcalf (1989) fornece informações importantes a respeito dos recursos hídricos, afirmando que as avaliações da qualidade de águas em ecossistemas aquáticos devem ser baseadas nas características físicas, químicas e biológicas.

A saúde de um ecossistema aquático pode ser inferida com base na caracterização de sua estrutura (elementos biológicos e sua interação com parâmetros físicos e químicos) e funcionamento (processos fundamentais à manutenção da biodiversidade, como produção, consumo e decomposição de matéria orgânica) (Callisto *et al.*, 2001).

A flutuação temporal das populações de insetos aquáticos pode ocorrer em conseqüência do distúrbio físico e químico do local ou ser decorrente do próprio ciclo de vida das espécies, com diferenças sazonais na predominância de organismos (Takeda *et al.*, 1991). Distúrbios físicos podem exercer um importante papel na estrutura da comunidade, reduzindo o tamanho da população e abrindo novos espaços para a colonização (Reice, 1985).

Vannote *et al.* (1980) propõem o conceito dos rios contínuos com o intuito de entender as estratégias e dinâmicas biológicas nos sistemas aquáticos com base em gradientes de fatores físicos, tais como profundidade, largura, velocidade, vazão, temperatura e entropia.

As características dos habitats, precipitações, temperaturas, velocidades, níveis e tamanhos dos cursos d'água podem influenciar na composição e riqueza de espécies de simúlideos (Couceiro *et al.*, 2007; Hamada *et al.*, 2002; Gomes & Py-Daniel, 2002; Hamada & McCreadie, 1999; Grillet & Barrera, 1997; Coscarón *et al.*, 1996; McCreadie & Colbo, 1991, 1992; Colbo & Moorhouse, 1979; Lewis & Bennett, 1975; Carlsson, 1967; Sioli, 1965). Odum (1997) ressalta que as concentrações de sais podem ser fatores limitantes para as formas de vidas aquáticas em quase todos os ecossistemas de água doce.

### **3.2. Objetivo**

Estudar os fatores físicos, químicos e meteorológicos relacionados as populações aquáticas de simulídeos e entomofauna aquática associada nas regiões do Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste.

### **3.3. Metodologia**

#### **3.3.1. Área de Estudo**

Já descrita no capítulo I desta Tese (pág. 7).

#### **3.3.2. Métodos de levantamento de simulídeos e entomofauna aquática associada**

As expedições aos ambientes aquáticos da Serra das Andorinhas, com levantamento dos insetos aquáticos associados, foram realizadas em quatro campanhas (20 a 31/I/2006; 17 a 29/IV/2006; 08 a 19/VIII/2006; 27/XI a 08/XII/2006), no período de chuvas e de seca. Neste estudo, foram analisados pontos aleatórios de duas regiões que caracterizam o leste paraense. A região Tocantins-Araguaia foi representada pelos pontos 1 até 20 (Tabela 1.1); e a região Costa Atlântica-Nordeste foi representada pelos pontos 21 até 56 (Tabela 1.1). Analisou-se 20 pontos em cada região. Em cada ponto foi obtida uma amostra e uma réplica, e nesta análise foram realizadas apenas 73 amostras. A amostragem destes organismos seguiu um Protocolo de Avaliação Rápido (PAR), percorrendo um curso d'água (margens direita e esquerda) por um

transecto de 15 m (Figura 1.5.), padronizando o tempo de coleta para cada amostra por 25 minutos. Na coleta de simúlídeos foi utilizada rede entomológica aquática (943 cm<sup>2</sup> de arco; 2 mm<sup>2</sup> de malha) para a varredura dos sistemas aquáticos.

### 3.3.3. Conservação, depósito e identificação do material coletado

Os insetos imaturos foram acondicionados em recipientes de vidro e fixados em álcool etílico a 80 %. O material está incorporado à coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), em Belém, Pará, com algumas duplicatas no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Para a triagem e identificação do material coletado foi utilizado estéreomicroscópio. Os espécimes foram separados em Unidades Taxonômicas Operacionais (UTO) mediante o uso de chaves: Pes *et al.* (2005), Olifiers *et al.* (2004), Hamada & Grillet (2001), Dominguez *et al.* (1992), Buttow *et al.* (1993), Trivinho-Strixino & Strixino (1995), Nieser & Melo (1997) e Stehr (1987a, b). A identificação dos espécimes de plecópteros contou com o apoio do pesquisador M.Sc. Moacir Ferreira Ribeiro, da curadoria da coleção de Invertebrados do INPA.

### 3.3.4. Análises dos fatores limnológicos

Analisou-se um número igual a 20 localidades em cada região. Em cada localidade foi obtida uma média dos três pontos amostrados (distância um do outro de aproximadamente 7,5 m) para os parâmetros físicos (Figura 1.5.), e

um único ponto amostrado para as análises químicas, totalizando ao final deste trabalho 73 amostras de cada parâmetro. As coletas de água na Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia) também foram realizadas em quatro campanhas, nas datas já mencionadas. Os parâmetros físicos e químicos foram obtidos em dois períodos do ano (chuva e seca), sempre nas mesmas localidades e antes de se iniciar as coletas. Em dias com grande incidência de chuva, o que tornava as águas barrentas, optou-se pela suspensão das coletas hídricas, pois o meio apresentava-se muito heterogêneo.

Nas duas regiões estudadas os fatores abióticos mensurados foram: vazão, profundidade, largura, velocidade, temperatura da água, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, cloreto, alcalinidade, cálcio, magnésio, potássio, sódio e ferro. Entretanto, na Costa Atlântica-Nordeste foram analisados todos os parâmetros citados e mais a salinidade. A salinidade é um fator limitante para muitas formas aquáticas de água doce.

A temperatura da água foi obtida por meio de termômetro portátil a álcool, da marca Fisherbrand. A condutividade elétrica, por meio de condutivímetro portátil Lutron CD - 4303 (Figura 3.2 a). Os valores de oxigênio dissolvido, por meio de oxímetro digital Lutron DO - 5510 (Figura 3.2 b). Os valores de pH, mediante pHmetro portátil digital Lutron PH - 206 (Figura 3.2 c). O uso destes aparelhos em campo exigiu

eventuais calibrações e lavagens dos eletrodos com água destilada, com o intuito de minimizar contaminação por resíduos.

As velocidades e vazões da água foram obtidas por meio de um fluxômetro da marca “Electronic Flowmeters, modelo 2031H Series Real-Time”. As profundidades e larguras dos sistemas aquáticos foram obtidas por meio de uma haste e trena.

As coletas de água foram realizadas em recipientes de polietileno de 100 e 500 ml, devidamente esterilizados em ácido nítrico a 10 % e lavados em água destilada. Em campo, as coletas de água foram feitas em recipientes de 100 ml, adicionadas substâncias preservativas das amostras, tais como ácido nítrico [ $\text{HNO}_3$  (50%)] e ácido clorídrico [ $\text{HCl}$  (50%)]. Estes reagentes conservam a água por até 7 meses, tempo hábil para ser utilizada na análise de cálcio, magnésio, potássio, sódio e ferro. Em outros casos, as coletas de água foram feitas em recipientes de 500 ml, sem a adição de reagentes, acondicionadas em caixas térmicas de isopor contendo gelo, permitindo o resfriamento. Posteriormente estas amostras foram repassadas à geladeira de um laboratório improvisado na Fundação da Serras das Andorinhas (Figura 3.3), sediada na cidade de São Geraldo do Araguaia, Pará.

Na análise de nutrientes da água dos sistemas aquáticos das regiões estudadas contou-se com o apoio dos profissionais da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia do Museu Paraense Emílio Goeldi (CCTE/MPEG). Para a alcalinidade total [ $\text{CaCO}_3$  (mg/l)], com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,02N, e cloreto total [Cl (mg/l)] com  $\text{HgNO}_3$  0,01N, foi utilizado o método de Möhr, por

titulometria, segundo Morita & Assumpção (1972). O cálcio (Ca), o magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e o ferro (Fe) foram analisados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica/emissão de chama.

### 3.3.5. Parâmetros meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE, 2007). Os parâmetros mensais analisados foram: o índice pluviométrico, a temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar. Os postos meteorológicos com dados disponíveis foram dos municípios de Canaã dos Carajás (representando a região do Tocantins-Araguaia) e Barcarena (a Costa Atlântica-Nordeste).

### 3.3.6. Estatística

A distribuição das espécies de simúlideos e entomofauna aquática associada foi relacionada aos parâmetros físicos e químicos da água (vazão, profundidade, largura, velocidade, temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, cloreto, alcalinidade, cálcio, magnésio, potássio, sódio e ferro) de duas regiões do leste paraense (Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste) por meio de uma ordenação gerada pela análise de correspondência canônica (CCA). Segundo Ter Braak (1987) este método de ordenação consiste basicamente em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis. No presente caso, variáveis bióticas (espécies) e abióticas (parâmetros físicos e

químicos) foram transformadas em coordenadas correspondentes à sua projeção em cada eixo de ordenação. Como requerido por esta análise, os dados foram organizados em duas matrizes: a de variáveis bióticas e abióticas. Para melhorar a compreensão, o gráfico de ordenação foi separado em dois diagramas, um com a ordenação das espécies da região Tocantins-Araguaia e outra da região Costa Atlântica-Nordeste.

A análise de correspondência canônica foi realizada com a ajuda do programa Past (Hammer *et al.*, 2001). A correlação de Pearson foi usada para correlacionar as variáveis físicas e químicas entre si; vazão, velocidade, profundidade, largura, pH e alcalinidade foram priorizadas e correlacionadas com as demais variáveis. O teste Mantel foi aplicado para reforçar a relação existente entre as variáveis bióticas e abióticas. Nível de significância  $< 0,05$ .

### **3.4. Resultado e Discussão**

#### **3.4.1. Estudo dos fatores bióticos e limnológicos da região Tocantins-Araguaia**

Os resultados qualitativos e quantitativos de simúlideos e entomofauna aquática associada na região Tocantins-Araguaia já foram mencionados com detalhes no capítulo I.

Os valores totais por campanha, mínimos, máximos, médias e desvio padrão, relativos aos fatores físicos e químicos dos sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas (região Tocantins-Araguaia), incluindo o rio Araguaia, podem ser visualizados nas Tabelas 3.1 e 3.2.

O trecho do ribeirão Sucupira a jusante do cerrado Sucupira, apresenta um significativo desnível de altitude recebe toda a descarga de

água com seus nutrientes do ribeirão Sucupira a montante da Escola da Fundação Serra das Andorinhas, cachoeiras Água Bonita, Altos Montes, Caldeirão e da corredeira Toninho, isso, pode explicar as altas velocidades, vazões, condutividades, profundidades, larguras e nutrientes. Já os baixos valores dos fatores abióticos obtidos nas cachoeiras Água Bonita, e corredeiras São Félix e Toninho podem ser explicados pelas proximidades com as nascentes.

Alguns nutrientes não foram registrados nas amostras de água. A explicação pode estar em valores extremamente baixos, sendo impossível sua detecção pelo método empregado neste estudo.

Nas análises estatísticas os resultados indicam uma significativa correlação da vazão com velocidade, profundidade e largura nos sistemas aquáticos da região Tocantins-Araguaia (representado pela Serra das Andorinhas); o pH e a alcalinidade correlacionam-se significativamente entre si e com o oxigênio dissolvido, cloreto, magnésio e o sódio. Os resultados também indicam uma correlação significativa da alcalinidade com o cálcio e o potássio (Tabela 3.4).

Os estudos das variáveis abióticas foram sensivelmente correlacionados com o eixo 1 quando comparada ao eixo 2 na análise de correspondência canônica (Tabela 3.5). Na região Tocantins-Araguaia, essa análise ordenou os sistemas aquáticos em dois grupos. Um grupo com maior relação a vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade

e ferro. E outro grupo com menor relação a estes fatores abióticos (Figura 3.4).

Os simúlideos e entomofauna aquática associada dos sistemas aquáticos que correlacionaram com maior vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro, foram: Leptohyphidae, *S. spinibranchium*, *S. rorotaense*, *Macrogynoplax* sp., Baetidae, Pyralidae, Libellulidae, *S. subpallidum*, *S. minusculum*, *S. pertinax*, Corydalidae e *S. nigrimanum* (ordenação na Tabela 3.6) Os sistemas aquáticos com menor vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro foram correlacionados com Ceratopogonidae, *S. iracouboense*, Belostomatidae, *S. goeldii*, *S. perflavum*, Helicopsychidae, Empididae, Gerridae, Polythoridae, Gyrinidae, Notonectidae e Veliidae (ordenação na Tabela 3.6).

O teste Mantel reforça as análises destes resultados, quando correlacionam significativamente as variáveis abióticas e bióticas ( $p=0,0012$ ) da região Tocantins-Araguaia.

#### 3.4.2. Estudos dos fatores bióticos e abióticos da região Costa Atlântica-Nordeste

Os resultados qualitativos e quantitativos de simúlideos e entomofauna aquática associada na região da Costa Atlântica-Nordeste também já foram mencionados com detalhes no capítulo I.

Os valores totais relativos aos fatores físicos e químicos dos sistemas aquáticos da Costa Atlântica-Nordeste podem ser visualizados na Tabela 3.3.

Nas análises estatísticas os resultados indicam uma significativa correlação da vazão com profundidade, largura e cloreto nos sistemas aquáticos da região Costa Atlântica-Nordeste (representado pela sub-região do Atlântico); o pH e a alcalinidade correlacionam-se significativamente entre si e com o cálcio, magnésio e o ferro. Estes resultados também indicam uma correlação altamente significativa da alcalinidade com o potássio e o sódio (Tabela 3.7).

As variáveis abióticas foram altamente correlacionadas com o eixo 1 quando comparada ao eixo 2 na análise de correspondência canônica (Tabela 3.5). Na região Costa Atlântica-Nordeste, essa análise ordenou os sistemas aquáticos em dois grupos. Um grupo com maior relação a vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade, pH e ferro. E outro grupo com menor relação com estes fatores abióticos (Figura 3.5).

Os simúlideos e entomofauna aquática associada que foram correlacionados com cursos d'água de menor vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro, foram: *S. perflavum*, *S. quadrifidum*, Leptoceridae, Corydalidae, Corduliidae, Chironomidae, *Anacroneuria* sp., Naucoridae, Pyralidae, Hydroptilidae e Hydropsychidae (ordenação na Tabela 3.8). Os sistemas aquáticos com maior vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro foram correlacionados com *S. limbatum*, Empididae, Polycentropodidae, Caenidae, Belostomatidae, Coenagrionidae, Polythoridae, *S. incrustatum*, Gerridae, *S. goeldii*, Calopterygidae e Culicidae (ordenação na Tabela 3.8). Embora os organismos sejam separados pelos parâmetros citados anteriormente, eles possuem

valores mensurados bem abaixo quando comparados aos da região Tocantins-Araguaia.

O teste Mantel reforça as análises destes resultados, quando correlacionam significativamente as variáveis abióticas e bióticas ( $p=0,0142$ ) da região Costa Atlântica-Nordeste.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com o conceito dos rios contínuos de Vannote *et al.* (1980), onde as estratégias e as dinâmicas biológicas dos sistemas aquáticos se baseiam em gradientes de fatores físicos, tais como profundidade, largura, velocidade, vazão, temperatura e entropia, bem como dos trabalhos de Monteiro-Santos & Gorayeb (2005), Hamada *et al.* (2002) e Hamada & McCreadie (1999). Entretanto, o habitat de cada espécie é selecionado pelos adultos fêmeas de simúldeos, ou seja, procuram ambientes dentro de parâmetros adequados, provavelmente físico, para que realize o processo de oviposição, proporcionando a distribuição deste grupo ao longo de um sistema aquática.

Outros parâmetros foram analisados, tais como oxigenação, cloreto, alcalinidade, cálcio, magnésio, potássio, sódio, ferro e salinidade. Estes parâmetros relacionaram-se, positiva ou negativamente, com as populações de simúldeos e insetos aquáticos estudadas, mas não responderam significativamente a distribuição destes organismos.

Com o intuito de compreender a separação física, química e biológica entre as duas regiões (Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste) do leste paraense, observou-se as espécies de simúldeos, *S. spinibranchium*, *S. rorotaense*, *S. subpallidum*, *S. minusculum*, *S. nigrimanum* e *S. pertinax*, e outras formas aquáticas (Leptohyphidae, *Macrogynoplax* sp., Baetidae, Pyralidade, Libellulidae e

Corydalidae) bem adaptadas aos sistemas aquáticos de fortes correntezas, vazão, moderadas larguras e profundidades, boa quantidade de ferro, alcalinidade e menos acidez na região Tocantins-Araguaia (tempo geológico predominantemente do período Arqueano) quando comparada a Costa Atlântica-Nordeste (tempo geológico do período Terciário). Entretanto, registrou-se *S. perflavum* e *S. goeldii* ocorrendo em ambas as regiões e *S. quadrifidum* ocorrendo na Costa Atlântica-Nordeste em ambientes aquáticos de moderadas correntezas e vazão, de estreitas a moderadas larguras e profundidades, moderada a boa quantidade de ferro, e a ambientes alcalino a ácido. Em uma análise apenas da região Costa Atlântica-Nordeste, observou-se *S. incrustatum* e *S. limbatum*, e outras formas aquáticas (Empididae, Polycentropodidae, Caenidae, Belostomatidae, Coenagrionidae e Polythoridae) bem adaptadas aos sistemas aquáticos de moderadas correntezas, vazão, estreitas a moderadas larguras e profundidades, regular quantidade de ferro e alcalinidade, e ambientes um pouco mais ácido quando comparada a região Tocantins-Araguaia.

#### 3.4.3. Parâmetros meteorológicos

Do banco de dados do CPTEC - INPE (2007) foram obtidos os valores médios mensais e desvios padrões de precipitação, temperatura do ar, pressão barométrica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar no período de janeiro a dezembro de 2006 das regiões Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste (Tabelas 3.9 e 3.10).

Observaram-se os maiores valores de radiação solar, temperatura e pressão atmosférica na Costa Atlântica-Nordeste; os de umidade relativa na região Tocantins-

Araguaia. Enquanto, a precipitação e velocidade do vento apresentaram-se similaridade de valores em ambas as regiões estudadas.

Estas diferentes condições climáticas observadas nas regiões estudadas certamente também estão influenciando as dinâmicas de populações dos simúlideos de uma região para outra e durante um período sazonal (já tratado no cap. I). Estes parâmetros também podem ter certa influência nas diferentes composições bióticas entre as duas regiões estudadas. Estudos devem ser testados, com intuito de entender a dinâmica de distribuição destes importantes organismos, como os simúlideos e insetos aquáticos associados a diferentes ambientes climáticos da Amazônia.

### **3.5. Conclusão**

Pela primeira vez, observou-se uma correlação significativa entre as variáveis abióticas e os simúlideos, insetos aquáticos e semi-aquáticos associados as microbacias da Amazônia Oriental.

Os parâmetros mais relacionados a distribuição dos organismos estudados foram os físicos (vazão, largura, profundidade e velocidade d'água).

Foi possível registrar diferenças nas composições de espécies de simúlideos em ambas as regiões estudadas.

Os fatores climáticos também podem ter influência na distribuição destes organismos.

Os estudos de simúlideos e insetos aquáticos e semi-aquáticos associados e suas relações com os parâmetros físicos e químicos destas duas regiões devem ser

continuados, aprimorados e estendidos a outras localidades, visto os seus importantes e inéditos resultados obtidos de uma Amazônia Oriental ainda pouco conhecida pela ciência.

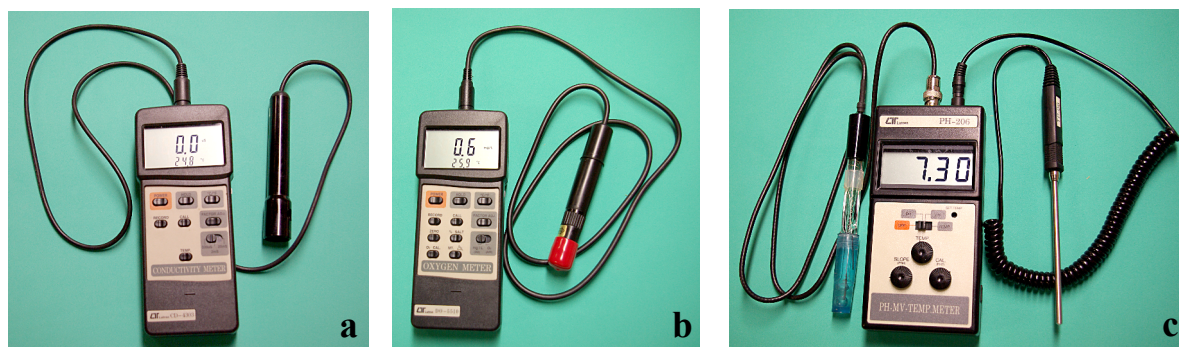


Figura 3.2. Aparelhos para registrar os fatores físicos e químicos d'água nos diversos sistemas aquáticos propostos. a - condutivímetro; b - oxímetro; c - pHmetro.



Figura 3.3. Laboratório improvisado na Fundação Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia (PA), utilizado para tratamento de água e conservação de material biológico coletado.



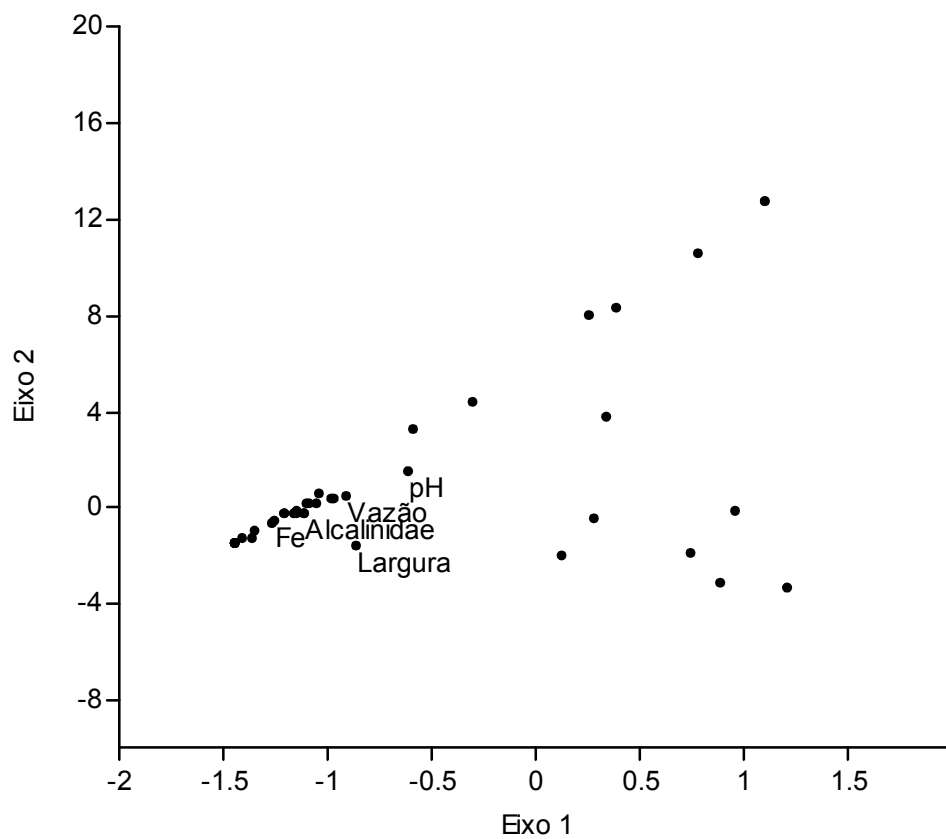


Figura 3.5. Diagrama de ordenação das variáveis bióticas e abióticas da região Costa Atlântica-Nordeste em dois eixos da análise de correspondência canônica. As variáveis bióticas estão representadas pelos pontos pretos.

Tabela 3.1. Localidades estudadas, data, hora e variáveis físicas e químicas com média e desvio padrão, por campanha de campo na Serra das Andorinhas, PA. Temp. = temperatura da água, pH = potencial hidrogeniônico, C.E. = condutividade elétrica, Prof. = profundidade média, Larg. = largura média, Veloc. = velocidade, Vaz. = vazão, O.D. = oxigênio dissolvido, Cl = cloreto, CaCO<sub>3</sub> = alcalinidade, Ca<sup>++</sup> = cálcio, Mg<sup>++</sup> = magnésio, K<sup>+</sup> = potássio, Na<sup>+</sup> = sódio, Fe<sup>++</sup> = ferro.

Primeira Campanha																	
Localidade	Data	Hora	Temp. (°C)	pH	C.E. (uS/cm)	Prof. Média (m)	Larg. Média (m)	Veloc. (m/s)	Vaz. (m <sup>3</sup> /s)	O.D. (mg/l)	Cl (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Igarapé Santa. Cruz	30//2006	16:20	27,0	6,38	68,5	0,17	6,30	0,32	0,33	7,0	3,480	6,060	0,153	0,181	0,574	0,666	0,100
Corredeira Toninho	31//2006	11:30	25,5	5,86	64,8	0,22	5,85	0,60	0,76	7,8	4,280	4,040	0,104	0,112	0,746	0,611	0,120
Cachoeira Altos Montes	31//2006	17:45	27,0	6,63	74,1	0,30	6,40	0,64	1,23	8,5	3,210	6,060	0,509	0,370	0,335	0,643	0,120
Cachoeira Água Bonita	31//2006	17:00	27,5	6,15	72,9	0,15	5,63	0,26	0,22	8,4	4,280	3,030	0,129	0,175	0,307	0,459	0,000
Corredeira Isidório	30//2006	18:00	27,0	6,41	69,6	0,23	6,50	0,42	0,62	8,2	3,740	4,040	0,220	0,269	1,369	0,570	0,120
Corredeira Caldeirão	31//2006	16:45	26,0	6,38	88,6	0,17	1,40	0,51	0,12	8,3	3,210	4,040	0,505	0,446	0,463	0,672	0,110
Corredeira São Félix	30//2006	14:30	27,0	6,66	73,2	0,23	3,50	0,26	0,21	8,5	4,810	2,525	0,443	0,341	0,323	0,666	0,120
Ribeirão Sucupira, Montante	31//2006	13:45	26,5	6,55	118	0,30	13,20	0,35	1,40	7,0	2,940	4,040	0,281	0,321	0,622	0,650	0,000
Ribeirão Sucupira, Jusante	30//2006	13:10	27,0	6,82	79,5	0,49	12,00	0,65	3,83	8,0	5,880	6,060	0,808	0,750	0,912	0,916	0,230
Ribeirão Sucupira, Médio	31//2006	18:30	27,0	6,88	72,8	0,27	11,05	0,52	1,51	7,8	7,490	6,060	0,740	0,729	0,771	0,913	0,190
Rio Araguaia, Montante	31//2006	18:30	30,0	7,15	91,4	--	--	--	--	6,0	5,350	20,200	2,885	1,464	1,503	2,270	0,470
Rio Araguaia, Jusante	30//2006	16:50	30,0	7,12	107,3	--	--	--	--	6,5	2,670	15,150	2,141	1,142	1,247	1,576	0,450
<b>Média</b>			27,3	6,6	81,7	0,3	7,2	0,5	1,0	7,7	4,278	6,775	0,743	0,525	0,764	0,884	0,169
<b>Desvio Padrão</b>			1,4	0,4	16,5	0,1	3,8	0,2	1,1	0,8	1,4	5,3	0,9	0,4	0,4	0,5	0,2
Segunda Campanha																	
Igarapé Santa. Cruz	28/IV/2006	17:32	26,0	4,61	34,80	0,38	6,45	0,80	1,97	9,8	1,450	1,000	0,000	0,088	0,391	0,386	0,000
Corredeira Toninho	27/IV/2006	13:40	26,0	6,42	72,60	0,22	6,73	1,30	1,90	10,4	2,230	4,000	0,458	0,680	0,825	0,823	0,000
Cachoeira Altos Montes	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Cachoeira Água Bonita	27/IV/2006	15:38	27,0	5,72	4,10	0,35	6,50	1,10	2,49	10,4	1,450	0,500	0,000	0,100	0,252	0,329	0,000
Corredeira Isidório	27/IV/2006	11:00	26,0	5,50	6,00	0,15	1,78	0,85	0,22	10,2	1,450	3,000	0,500	0,515	0,388	0,552	0,234
Corredeira Caldeirão	26/IV/2006	11:45	26,0	5,50	7,00	0,38	4,20	1,90	3,07	10,3	1,450	3,000	0,500	0,515	0,388	0,552	0,234
Corredeira São Félix	28/IV/2006	15:22	25,5	5,25	6,10	0,31	3,30	1,35	1,36	10,5	1,450	3,000	0,500	0,515	0,388	0,552	0,234
Ribeirão Sucupira, Montante	26/IV/2006	11:30	25,0	6,53	10,80	0,39	8,93	2,10	7,25	9,0	2,230	4,000	0,728	0,705	0,815	0,789	0,426

Continuação da Tabela 3.1.

Localidade	Data	Hora	Temp. (°C)	pH	C.E. (uS/cm)	Prof. Média (m)	Larg. Média (m)	Veloc. (m/s)	Vaz. (m³/s)	O.D. (mg/l)	Cl (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Ribeirão Sucupira, Jusante	28/IV/2006	15:38	25,0	6,50	10,80	0,31	2,33	1,10	0,79	9,1	2,230	4,000	0,728	0,705	0,815	0,789	0,426
Ribeirão Sucupira, Médio	27/IV/2006	16:30	25,0	5,45	8,70	0,40	10,50	3,05	12,67	10,1	2,230	4,000	0,785	0,595	0,840	0,595	0,769
Rio Araguaia, Montante	29/IV/2006	10:42	29,0	6,25	17,40	--	--	1,70	--	7,9	2,490	6,000	1,774	0,910	0,959	1,301	0,844
Rio Araguaia, Jusante	28/IV/2006	17:45	26,0	6,63	20,40	--	--	1,65	--	6,1	2,230	8,000	1,906	0,920	0,977	1,294	0,911
<b>Média</b>			26,1	6,0	16,4	0,3	5,2	1,6	3,4	9,4	1,944	3,950	0,788	0,616	0,665	0,758	0,408
<b>Desvio Padrão</b>			1,2	0,5	20,4	0,1	3,1	0,6	4,1	1,4	0,4	2,0	0,6	0,2	0,3	0,3	0,3
<b>Terceira Campanha</b>																	
Igarapé Santa. Cruz	15/VIII/2006	17:00	27,0	6,44	11,6	0,13	2,07	0,30	0,08	3,5	15,92	6,105	0,697	0,588	1,200	0,849	0,760
Corredeira Toninho	12/VIII/2006	10:30	24,5	6,88	7,8	0,11	6,67	0,75	0,57	7,0	11,84	2,947	0,223	0,203	1,149	0,783	0,000
Cachoeira Altos Montes	12/VIII/2006	16:10	26,0	6,91	10,1	0,18	9,67	2,00	3,46	8,0	16,94	3,579	0,845	0,959	0,402	0,759	0,236
Cachoeira Água Bonita	14/VIII/2006	13:16	24,0	6,95	4,0	0,26	4,33	2,05	2,34	8,1	15,92	1,053	0,000	0,062	0,000	0,544	0,000
Corredeira Isidório	15/VIII/2006	16:07	25,0	6,65	11,7	0,11	1,33	1,40	0,21	7,2	12,86	5,474	0,397	0,308	1,710	1,011	0,000
Corredeira Caldeirão	11/VIII/2006	13:30	24,0	6,96	11,9	0,28	3,67	1,20	1,25	7,5	13,88	5,300	0,272	0,300	1,500	1,000	0,000
Corredeira São Félix	16/VIII/2006	12:26	25,0	7,01	21,1	0,13	5,30	0,40	0,28	7,2	15,92	13,263	2,197	1,568	0,825	1,356	0,000
Ribeirão Sucupira, Montante	19/VIII/2006	12:00	24,5	6,89	4,6	0,28	7,40	1,95	3,98	7,6	13,88	5,263	0,386	0,413	0,660	0,681	0,000
Ribeirão Sucupira, Jusante	17/VIII/2006	14:40	26,0	6,57	24,6	0,24	6,57	1,10	1,73	7,5	15,92	8,631	1,065	1,015	1,146	1,170	0,000
Ribeirão Sucupira, Médio	16/VIII/2006	17:00	25,0	6,78	19,5	0,37	4,33	2,35	3,79	8,3	10,51	7,158	1,068	0,994	1,056	1,083	0,446
Rio Araguaia, Montante	13/VIII/2006	11:02	30,0	7,16	30,2	--	--	0,45	--	4,8	17,96	14,315	2,471	1,463	1,008	1,611	0,000
Rio Araguaia, Jusante	15/VIII/2006	13:00	32,0	7,15	30,3	--	--	0,45	--	6,6	17,96	14,315	2,464	1,393	1,047	1,611	0,434
<b>Média</b>			26,0	6,9	16,0	0,2	5,6	1,3	1,9	7,3	14,872	7,391	1,035	0,789	0,955	1,055	0,101
<b>Desvio Padrão</b>			2,6	0,2	9,6	0,1	2,3	0,7	1,4	1,0	2,5	4,7	0,9	0,6	0,5	0,4	0,2
<b>Quarta Campanha</b>																	
Igarapé Santa. Cruz	02/XII/2006	12:37	25	6,2	4,1	0,16	4,75	1,65	1,23	6,9	0,880	3,650	2,604	0,588	0,000	0,135	0,204
Corredeira Toninho	30/XI/2006	15:50	26	6,22	1,6	0,13	2,43	1,25	0,39	7,7	0,990	8,320	1,518	0,606	0,000	0,148	0,108
Cachoeira Altos Montes	01/XII/2006	12:13	25,5	6,91	5,6	0,19	5,8	2,1	2,34	8	0,550	4,260	0,865	0,579	0,630	0,407	0,468
Cachoeira Água Bonita	04/XII/2006	12:30	26	5,35	2,46	0,23	3,4	2,05	1,58	7,5	0,660	1,910	0,234	0,497	0,507	0,103	0,098
Corredeira Isidório	02/XII/2006	15:00	25,5	6,22	60,6	0,15	5,08	0,85	0,66	6,5	0,770	3,050	2,574	0,495	0,000	0,180	0,255
Corredeira Caldeirão	30/XI/2006	11:35	25,6	7,92	79,3	0,38	4,2	1,75	2,83	8,1	1,320	4,060	0,632	0,747	0,289	0,727	0,636

Continuação da Tabela 3.1.

Localidade	Data	Hora	Temp. (°C)	pH	C.E. (uS/cm)	Prof. Média (m)	Larg. Média (m)	Veloc. (m/s)	Vaz. (m³/s)	O.D. (mg/l)	Cl (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Corredeira São Félix	07/XII/2006	11:40	27	5,65	34,9	0,09	2,92	0,6	0,16	6,8	0,660	0,810	0,674	0,683	0,000	0,122	0,122
Ribeirão Sucupira, Montante	01/XII/2006	16:25	26	7,04	4	0,31	7,5	2,1	4,93	6,8	0,770	2,840	0,705	0,643	0,000	0,266	0,433
Ribeirão Sucupira, Jusante	02/XII/2006	16:40	26	6,95	98,2	0,28	2,47	1,1	0,75	7,6	0,990	4,670	0,794	0,930	0,284	0,684	0,740
Ribeirão Sucupira, Médio	07/XII/2006	16:20	27	6,31	9,9	0,41	7,62	3,1	9,68	6,7	1,100	5,480	0,730	1,004	0,387	0,806	0,804
Rio Araguaia, Montante	08/XII/2006	09:30	29	7,34	22,3	--	--	0,55	--	6,2	0,990	14,010	3,992	1,215	0,740	2,200	1,480
Rio Araguaia, Jusante	02/XII/2006	13:49	30	7,34	22,3	--	--	0,55	--	6,2	0,660	12,390	2,172	1,976	0,578	2,221	1,188
<b>Média</b>			26,7	6,7	35,6	0,2	4,4	1,5	2,4	7,1	0,860	5,618	1,354	0,852	0,310	0,715	0,576
<b>Desvio Padrão</b>			1,5	0,8	33,4	0,1	2,0	0,8	2,9	0,7	0,2	4,2	1,1	0,4	0,3	0,8	0,5

Tabela 3.2. Localidades de estudos com os períodos climáticos do ano, valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão (DP) registrados para as variáveis físicas e químicas obtidos nos sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas, PA. (Temp. = temperatura da água, pH = potencial hidrogeniônico, C.E. = condutividade elétrica, Veloc. = velocidade, Vaz. = vazão, O.D. = oxigênio dissolvido, Cl = cloreto, CaCO<sub>3</sub> = alcalinidade, Ca<sup>++</sup> = cálcio, Mg<sup>++</sup> = magnésio, K<sup>+</sup> = potássio, Na<sup>+</sup> = sódio, Fe<sup>++</sup> = ferro).

Localidade	Período do ano	Valores	T. Água (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Veloc. (m/s)	Vazão (m³/s)	O.D. (mg/l)	Cloretos (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Igarapé Santa Cruz	Chuva	Mínimo	26,0	4,6	34,8	0,32	0,33	7,0	1,450	1,000	0,000	0,088	0,391	0,386	0,000
		Máximo	27,0	6,4	68,5	0,80	1,97	9,8	3,480	6,060	0,153	0,181	0,574	0,666	0,100
		Média	26,5	5,5	51,7	0,56	1,15	8,4	2,465	3,530	0,077	0,135	0,483	0,526	0,050
		DP	0,7	1,3	23,8	0,3	1,2	2,0	1,4	3,6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
	Seca	Mínimo	25,0	6,2	4,1	0,30	0,08	3,5	0,880	3,650	0,135	0,204	1,200	0,588	0,000
		Máximo	27,0	6,4	11,6	1,65	1,23	6,9	15,920	6,105	0,697	0,588	2,604	0,849	0,760
		Média	26,0	6,3	7,9	0,98	0,66	5,2	8,400	4,878	0,416	0,396	1,902	0,719	0,380
		DP	1,4	0,1	5,3	1,0	0,8	2,4	10,6	1,7	0,4	0,3	1,0	0,2	0,5
Corredeira Toninho	Chuva	Mínimo	25,5	5,9	64,8	0,60	0,76	7,8	2,230	4,000	0,104	0,112	0,746	0,611	0,000
		Máximo	26,0	6,4	72,6	1,30	1,90	10,4	4,280	4,040	0,458	0,680	0,825	0,823	0,120
		Média	25,8	6,2	68,7	0,95	1,33	9,1	3,255	4,020	0,281	0,396	0,785	0,717	0,060
		DP	0,4	0,4	5,5	0,5	0,8	1,8	1,4	0,0	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1
	Seca	Mínimo	24,5	6,2	1,6	0,75	0,39	7,0	0,990	2,947	0,148	0,108	1,149	0,606	0,000
		Máximo	26,0	6,9	7,8	1,25	0,57	7,7	11,840	8,320	0,223	0,203	1,518	0,783	0,000
		Média	25,3	6,6	4,7	1,00	0,48	7,4	6,415	5,634	0,186	0,156	1,334	0,695	0,000
		DP	1,1	0,5	4,4	0,4	0,1	0,5	7,7	3,8	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0
Cachoeira Altos Montes	Chuva	Mínimo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		Máximo	27,0	6,6	74,1	0,64	1,23	8,5	3,210	6,060	0,509	0,370	0,335	0,643	0,120
		Média	27,0	6,6	74,1	0,64	1,23	8,5	3,210	6,060	0,509	0,370	0,335	0,643	0,120
		DP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Seca	Mínimo	25,5	6,9	10,1	2,00	2,34	8,0	0,550	3,579	0,407	0,468	0,402	0,579	0,236
		Máximo	26,0	6,9	56,0	2,10	3,46	8,0	16,940	4,260	0,845	0,959	0,865	0,759	0,630
		Média	25,8	6,9	33,1	2,05	2,90	8,0	8,745	3,919	0,626	0,714	0,634	0,669	0,433
		DP	0,4	0,0	32,5	0,1	0,8	0,0	11,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3

Continuação da Tabela 3.2.

Localidade	Período do ano	Valores	T. Água (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Veloc. (m/s)	Vazão (m³/s)	O.D. (mg/l)	Cloretos (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Cachoeira Água Bonita	Chuva	Mínimo	27,0	5,7	4,1	0,26	0,22	8,4	1,450	0,500	0,000	0,100	0,252	0,329	0,000
		Máximo	27,5	6,2	72,9	1,10	2,49	10,4	4,280	3,030	0,129	0,175	0,307	0,459	0,000
		Média	27,3	5,9	38,5	0,68	1,36	9,4	2,865	1,765	0,064	0,138	0,280	0,394	0,000
		DP	0,4	0,3	48,6	0,6	1,6	1,4	2,0	1,8	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
	Seca	Mínimo	24,0	5,4	2,5	2,05	1,58	7,5	0,660	1,053	0,000	0,062	0,000	0,497	0,000
		Máximo	26,0	7,0	4,0	2,05	2,34	8,1	15,920	1,910	0,103	0,098	0,234	0,544	0,507
		Média	25,0	6,2	3,2	2,1	1,96	7,8	8,290	1,481	0,052	0,080	0,117	0,521	0,254
		DP	1,4	1,1	1,1	0,0	0,5	0,4	10,8	0,6	0,1	0,0	0,2	0,0	0,4
Corredeira Isidório	Chuva	Mínimo	26,0	5,5	6,0	0,42	0,22	8,2	1,450	3,000	0,220	0,269	0,388	0,552	0,120
		Máximo	27,0	6,4	69,6	0,85	0,62	10,2	3,740	4,040	0,500	0,515	1,369	0,570	0,234
		Média	26,5	6,0	37,8	0,64	0,42	9,2	2,595	3,520	0,360	0,392	0,878	0,561	0,177
		DP	0,7	0,6	45,0	0,3	0,3	1,4	1,6	0,7	0,2	0,2	0,7	0,0	0,1
	Seca	Mínimo	25,0	6,2	11,7	0,85	0,21	6,5	0,770	3,050	0,180	0,255	1,710	0,495	0,000
		Máximo	25,5	6,7	60,6	1,40	0,66	7,2	12,860	5,474	0,397	0,308	2,574	1,011	0,000
		Média	25,3	6,4	36,2	1,13	0,44	6,9	6,815	4,262	0,289	0,282	2,142	0,753	0,000
		DP	0,4	0,3	34,6	0,4	0,3	0,5	8,5	1,7	0,2	0,0	0,6	0,4	0,0
Corredeira Caldeirão	Chuva	Mínimo	26,0	5,5	7,0	0,51	0,12	8,3	1,450	3,000	0,500	0,446	0,388	0,552	0,110
		Máximo	26,0	6,4	88,6	1,90	3,07	10,3	3,210	4,040	0,505	0,515	0,463	0,672	0,234
		Média	26,0	5,9	47,8	1,21	1,60	9,3	2,330	3,520	0,502	0,481	0,426	0,612	0,172
		DP	0,0	0,6	57,7	1,0	2,1	1,4	1,2	0,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	Seca	Mínimo	24,0	7,0	11,9	1,20	1,25	7,5	1,320	4,060	0,272	0,300	0,632	0,747	0,000
		Máximo	25,6	7,2	79,3	1,75	2,83	8,1	13,880	5,300	0,727	0,636	1,500	1,000	0,289
		Média	24,8	7,1	45,6	1,48	2,04	7,8	7,600	4,680	0,500	0,468	1,066	0,874	0,145
		DP	1,1	0,2	47,7	0,4	1,1	0,4	8,9	0,9	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2
Corredeira São Félix	Chuva	Mínimo	25,5	5,3	6,1	0,26	0,21	8,5	1,450	2,525	0,443	0,341	0,323	0,552	0,120
		Máximo	27,0	6,7	73,2	1,35	1,36	10,5	4,810	3,000	0,500	0,515	0,388	0,666	0,234
		Média	26,3	6,0	39,7	0,81	0,79	9,5	3,130	2,763	0,471	0,428	0,356	0,609	0,177
		DP	1,1	1,0	47,4	0,8	0,8	1,4	2,4	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1

Continuação da Tabela 3.2.

Localidade	Período do ano	Valores	T. Água (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Veloc. (m/s)	Vazão (m³/s)	O.D. (mg/l)	Cloretos (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Corredeira São Félix	Seca	Mínimo	25,0	5,7	21,1	0,40	0,16	6,8	0,660	0,810	0,122	0,122	0,674	0,683	0,000
		Máximo	27,0	7,0	34,9	0,60	0,28	7,2	15,920	13,263	2,197	1,568	0,825	1,356	0,000
		Média	26,0	6,3	28,0	0,50	0,22	7,0	8,290	7,036	1,160	0,845	0,750	1,020	0,000
		DP	1,4	1,0	9,8	0,1	0,1	0,3	10,8	8,8	1,5	1,0	0,1	0,5	0,0
Ribeirão Sucupira, Montante	Chuva	Mínimo	25,0	6,5	10,8	0,35	1,40	7,0	2,230	4,000	0,281	0,321	0,622	0,650	0,000
		Máximo	26,5	6,6	118,0	2,10	7,25	9,0	2,940	4,040	0,728	0,705	0,815	0,789	0,426
		Média	25,8	6,6	64,4	1,23	4,33	8,0	2,585	4,020	0,504	0,513	0,719	0,719	0,213
		DP	1,1	0,1	75,8	1,2	4,1	1,4	0,5	0,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3
	Seca	Mínimo	24,5	6,9	4,0	1,95	3,98	6,8	0,770	2,840	0,266	0,413	0,660	0,643	0,000
		Máximo	26,0	7,0	4,6	2,10	4,93	7,6	13,880	5,263	0,386	0,433	0,705	0,681	0,000
		Média	25,3	7,0	4,3	2,03	4,46	7,2	7,325	4,052	0,326	0,423	0,683	0,662	0,000
		DP	1,1	0,1	0,4	0,1	0,7	0,6	9,3	1,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Ribeirão Sucupira, Jusante	Chuva	Mínimo	25,0	5,5	8,7	0,65	3,83	8,0	2,230	4,000	0,785	0,595	0,840	0,595	0,230
		Máximo	27,0	6,8	79,5	3,05	12,67	10,1	5,880	6,060	0,808	0,750	0,912	0,916	0,769
		Média	26,0	6,1	44,1	1,85	8,25	9,1	4,055	5,030	0,796	0,673	0,876	0,755	0,500
		DP	1,4	1,0	50,1	1,7	6,3	1,5	2,6	1,5	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4
	Seca	Mínimo	25,0	6,3	9,9	2,35	3,79	6,7	1,100	5,480	0,806	0,804	0,730	1,004	0,387
		Máximo	27,0	6,8	19,5	3,10	9,68	8,3	10,510	7,158	1,068	0,994	1,056	1,083	0,446
		Média	26,0	6,5	14,7	2,73	6,74	7,5	5,805	6,319	0,937	0,899	0,893	1,044	0,417
		DP	1,4	0,3	6,8	0,5	4,2	1,1	6,7	1,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0
Ribeirão Sucupira, Curso Médio	Chuva	Mínimo	25,0	6,5	10,8	0,52	0,79	7,8	2,230	4,000	0,728	0,705	0,771	0,789	0,190
		Máximo	27,0	6,9	72,8	1,10	1,51	9,1	7,490	6,060	0,740	0,729	0,815	0,913	0,426
		Média	26,0	6,7	41,8	0,81	1,15	8,5	4,860	5,030	0,734	0,717	0,793	0,851	0,308
		DP	1,4	0,3	43,8	0,4	0,5	0,9	3,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
	Seca	Mínimo	26,0	6,6	24,6	1,10	0,75	7,5	0,990	4,670	0,684	0,740	0,794	0,930	0,000
		Máximo	26,0	7,0	98,2	1,10	1,73	7,6	15,920	8,631	1,065	1,015	1,146	1,170	0,284
		Média	26,0	6,8	61,4	1,10	1,24	7,6	8,455	6,651	0,875	0,878	0,970	1,050	0,142
		DP	0,0	0,3	52,0	0,0	0,7	0,1	10,6	2,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2

Continuação da Tabela 3.2.

Localidade	Período do ano	Valores	T. Água (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	Veloc. (m/s)	Vazão (m³/s)	O.D. (mg/l)	Cloretos (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)
Sistemas Aquáticos	Chuva	Mínimo	25,0	4,6	4,1	0,26	0,12	7,0	1,450	0,500	0,104	0,088	0,252	0,329	0,110
		Máximo	27,5	6,9	118,0	3,05	12,67	10,5	7,490	6,060	0,808	0,750	1,369	0,916	0,769
		Média	26,3	5,8	61,1	1,66	6,4	8,8	4,470	3,280	0,456	0,419	0,811	0,623	0,440
		DP	1,8	1,6	80,5	2,0	8,9	2,5	4,3	3,9	0,5	0,5	0,8	0,4	0,5
	Seca	Mínimo	24,0	5,4	1,6	0,30	0,08	3,5	0,550	0,810	0,122	0,062	0,402	0,495	0,236
		Máximo	27,0	7,2	98,2	3,10	9,68	8,3	15,920	13,263	2,197	1,568	2,604	1,356	0,760
		Média	25,5	6,3	49,9	1,70	4,9	5,9	8,235	7,037	1,160	0,815	1,503	0,926	0,498
		DP	2,1	1,3	68,3	2,0	6,8	3,4	10,9	8,8	1,5	1,1	1,6	0,6	0,4

Tabela 3.3. Localidades estudadas, data, hora e variáveis físicas e químicas com média e desvio padrão da região Costa Atlântica-Nordeste. (Temp. = temperatura da água, pH = potencial hidrogeniônico, C.E. = condutividade elétrica, Prof. = profundidade média, Larg. = largura média, Veloc. = velocidade, Vaz. = vazão, O.D. = oxigênio dissolvido, Cl = cloreto, CaCO<sub>3</sub> = alcalinidade, Ca<sup>++</sup> = cálcio, Mg<sup>++</sup> = magnésio, K<sup>+</sup> = potássio, Na<sup>+</sup> = sódio, Fe<sup>++</sup> = ferro).

Localidades	Data	Hora	Temp. (°C)	pH	C.E. (uS/cm)	Prof. (m)	Larg. (m)	Veloc. (m/s)	Vaz. (m <sup>3</sup> /s)	O.D. (mg/l)	Cl (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	K <sup>+</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Fe <sup>++</sup> (mg/l)	Salinidade (g/ml)	Altitude (m)
Igarapé do Tubo	18/IV/2000	10:00	25,7	4,5	22,1	1,6	2,8	0,3	1,2	6,3	7,300	6,500	0,540	0,353	0,555	0,978	0,305	0,0	0,0
Igarapé Castanheira	18/IV/2000	10:30	26,5	4,1	24,5	0,7	1,0	0,3	0,1	5,7	14,000	3,100	0,620	0,315	0,640	1,390	0,725	0,0	0,0
Riacho Doce	18/IV/2000	11:00	26,0	4,6	20,5	1,5	3,0	0,6	1,0	6,0	8,625	5,500	0,483	0,340	0,598	1,033	0,285	0,0	0,0
Igarapé Matupiri	18/IV/2000	11:30	25,6	3,9	18,6	1,7	5,0	0,4	1,8	6,1	9,656	4,375	0,361	0,243	0,329	0,768	0,259	0,0	0,0
Rio Quatipuru	27/III/2007	11:15	28,0	5,7	35,8	1,1	11,0	1,2	14,9	9,1	1,727	1,420	1,815	0,937	3,501	0,934	0,858	1,0	14,9
Igarapé Canaruquara	27/III/2007	12:24	26,5	5,6	22,6	0,6	4,7	0,4	1,2	1,4	2,053	2,030	1,452	0,419	2,723	0,397	0,680	1,0	17,1
Rio Tracueteua	27/III/2007	15:37	27,0	5,8	20,8	1,0	6,4	2,1	13,5	4,5	1,629	2,430	1,011	0,510	2,632	0,311	0,777	1,0	16,5
Rio Caeté, Aberto	28/III/2007	10:32	27,0	4,8	24,9	0,2	1,1	1,1	0,2	3,0	1,825	1,820	1,562	0,586	2,234	0,397	0,000	1,0	62,5
Rio Caeté, Mata	28/III/2007	11:37	25,5	5,5	14,1	0,3	2,8	0,8	0,7	5,5	1,401	0,810	0,563	0,380	1,723	0,366	0,000	1,0	67,4
Igarapé da Estiva	28/III/2007	15:20	27,0	5,9	12,6	0,5	3,9	1,3	2,5	6,0	0,423	0,609	0,412	0,414	1,643	0,543	0,000	1,0	42,4
Rio Tacioteua	28/III/2007	16:30	29,0	6,3	14,5	1,1	1,0	1,6	0,2	5,0	0,847	1,827	1,036	0,501	1,472	0,542	0,000	1,0	47,9
Rio Jeju	28/III/2007	12:30	27,5	7,1	25,3	1,4	14,0	0,4	7,3	6,1	0,651	7,910	3,166	0,636	1,922	0,520	0,596	1,0	14,0
Rio Emboraí	21/VI/2007	12:16	25,3	5,1	13,2	0,4	5,4	1,1	2,6	8,3	5,700	12,180	0,218	0,603	0,565	2,160	0,495	1,0	38,1
Igarapé Curupaiti	21/VI/2007	14:02	25,5	6,7	19,3	0,4	8,1	0,7	2,2	3,9	5,700	11,170	1,768	0,790	0,441	2,977	0,806	0,0	21,0
Igarapé Estrada Nova	22/VI/2007	09:50	26,5	6,9	46,8	0,3	1,9	1,0	0,5	4,1	7,330	14,210	3,316	1,852	1,346	2,981	1,412	0,0	16,5
Igarapé Gurupi	22/VI/2007	12:25	27,5	5,9	15,0	0,4	4,0	0,8	1,2	4,8	4,890	7,110	0,718	0,685	0,399	2,760	1,304	0,0	28,3
Igarapé Vila Cardoso	22/VI/2007	13:07	29,0	6,2	17,8	0,2	1,2	0,7	0,2	3,0	4,070	9,140	1,351	0,781	0,876	2,852	1,028	1,0	35,7
Igarapé Piriá	22/VI/2007	14:10	31,0	6,6	28,6	0,2	1,2	1,1	0,3	3,2	4,070	16,240	1,854	1,015	1,026	4,521	2,346	1,0	38,1
Igarapé Biteua	23/VI/2007	10:14	25,0	6,0	22,5	0,7	4,0	0,3	0,7	3,7	4,890	10,150	1,263	0,959	0,140	3,109	0,746	1,0	67,1
Rio Itacupim	23/VI/2007	11:25	25,0	5,8	22,2	0,7	2,8	0,6	1,0	3,4	4,070	13,200	1,046	0,815	0,173	2,996	0,685	1,0	16,8
Igarapé da PA-242	23/VI/2007	14:20	26,0	6,4	19,2	0,3	3,4	0,4	0,3	4,7	4,890	11,170	1,639	1,053	0,410	4,393	1,459	1,0	22,9
Igarapé Fazenda EMA	24/VI/2007	08:49	25,5	6,3	32,0	0,2	3,0	1,2	0,6	3,6	5,700	13,200	1,970	0,874	0,398	5,682	0,952	0,0	24,7
Igarapé Jutai	24/VI/2007	13:35	27,0	4,2	25,6	0,2	1,5	0,7	0,3	3,0	4,070	8,120	1,083	0,837	0,338	3,234	0,000	0,0	26,2
Igarapé da Basília	24/VI/2007	15:25	26,0	5,1	13,7	0,7	6,9	1,7	8,2	3,5	3,260	5,080	0,581	0,508	0,210	2,445	0,306	0,0	12,5
Rio Piriá	25/VI/2007	07:49	26,5	5,9	25,6	2,5	116,8	1,3	376,7	3,2	4,070	13,200	1,372	1,109	0,636	3,167	1,718	1,0	13,7
Média			26,7	5,6	22,3	0,7	8,7	0,9	17,6	4,7	4,514	7,300	1,248	0,701	1,077	2,058	0,710	0,6	25,8
Desvio Padrão			1,4	0,9	7,8	0,6	22,8	0,5	74,9	1,8	3,165	4,858	0,794	0,349	0,925	1,530	0,598	0,5	20,0

Tabela 3.4. Correlação de Pearson (r) entre vazão, velocidade, profundidade, largura, pH, alcalinidade e as demais variáveis abióticas mensuradas nos sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas, região Tocantins-Araguaia.

Variáveis abióticas	Vazão		Velocidade		Profundidade		Largura		pH		Alcalinidade	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	P
Temperatura	-0,142	0,390	-0,435	0,006	0,009	0,955	0,179	0,275	-0,195	0,233	-0,070	0,670
pH	-0,049	0,769	0,018	0,915	-0,031	0,854	0,129	0,433	--	--	0,415	0,009
Condutividade elétrica	-0,286	0,078	-0,536	0,000	0,029	0,861	0,244	0,134	0,255	0,117	0,039	0,814
Vazão	--	--	0,784	< 0,0001	0,655	< 0,0001	0,511	0,001	-0,049	0,769	-0,037	0,824
Velocidade	0,784	< 0,0001	--	--	0,442	0,005	0,116	0,482	0,018	0,915	-0,108	0,514
Profundidade	0,655	< 0,0001	0,442	0,005	--	--	0,459	0,003	-0,031	0,854	-0,103	0,534
Largura	0,511	0,001	0,116	0,482	0,459	0,003	--	--	0,129	0,433	0,059	0,722
Oxigênio dissolvido	0,213	0,193	0,188	0,252	0,421	0,008	0,057	0,731	-0,416	0,008	-0,315	0,051
Cloreto	-0,121	0,465	-0,064	0,697	-0,235	0,149	0,032	0,845	0,429	0,007	0,428	0,007
Alcalinidade	-0,037	0,824	-0,108	0,514	-0,103	0,534	0,059	0,722	0,415	0,009	--	--
Cálcio	-0,003	0,985	0,088	0,595	-0,224	0,171	-0,056	0,736	0,159	0,332	0,453	0,004
Magnésio	0,239	0,143	0,261	0,109	0,085	0,607	0,066	0,691	0,323	0,045	0,633	< 0,0001
Potássio	-0,006	0,972	-0,102	0,538	0,002	0,993	0,075	0,650	0,200	0,223	0,396	0,013
Sódio	0,065	0,693	-0,082	0,622	0,155	0,347	0,150	0,362	0,480	0,002	0,656	< 0,0001
Ferro	0,543	0,000	0,479	0,002	0,359	0,025	-0,014	0,932	0,138	0,402	0,048	0,773
Altitude	-0,297	0,066	-0,050	0,761	-0,243	0,137	-0,291	0,072	0,016	0,922	-0,298	0,066

Tabela 3.5. Correlação entre variáveis abióticas e os eixos 1 e 2 da análise de correspondência canônica das regiões Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste. As variáveis físicas foram as mais significativas.

Variáveis abióticas	Tocantins-Araguaia		Costa Atlântica-Nordeste	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	0,07	-0,01	-0,72	0,06
PH	0,05	-0,13	-0,78	0,01
CE	-0,02	0,80	-0,72	0,07
Profundidade	0,76	-0,20	-0,77	0,12
Largura	0,89	-0,26	-0,93	-0,13
Velocidade	0,65	-0,74	-0,81	0,02
Vazão	1,83	-0,83	-0,83	-0,05
Oxigênio	-0,04	-0,04	-0,67	0,08
Cloreto	0,28	-0,33	-0,45	0,29
Alcalinidade	0,35	-0,31	-0,82	-0,06
Cálcio	-0,13	-0,72	-0,86	-0,06
Magnésio	0,36	-0,47	-0,85	-0,05
Potássio	-0,01	-0,40	-0,82	0,02
Sódio	0,31	-0,17	-0,85	-0,07
Ferro	0,60	-0,80	-0,86	-0,07
Salinidade	0,00	0,00	-0,07	-0,89
Altitude	-0,10	0,04	-0,45	-0,07

Tabela 3.6. Correlação entre variáveis abióticas e os eixos 1 e 2 da análise de correspondência canônica da região Tocantins-Araguaia. O eixo 1 apresenta valores positivos que estão correlacionados com a maior vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade e ferro, enquanto os negativos correlacionam-se aos menores valores destes fatores abióticos. O eixo 2 apresentou uma menor variância.

Taxa	U.T.O.	Eixo 1	Eixo 2	Taxa	U.T.O.	Eixo 1	Eixo 2
Ephemeroptera	Leptohiphidae	14,01	-5,71	Trichoptera	Philopotamidae	-0,88	2,74
Díptera	<i>S. spinibranchium</i>	8,26	-1,63	Trichoptera	Hydroptilidae	-1,02	-2,21
Díptera	<i>S. rorotaense</i>	5,57	-2,31	Coleoptera	Elmidae	-1,02	-0,31
Plecoptera	<i>Macrogynoplax</i> sp.	4,80	-2,83	Plecoptera	<i>Anacroneuria</i> sp.	-1,13	-0,09
Ephemeroptera	Baetidae	4,72	0,95	Trichoptera	Leptoceridae	-1,15	-2,20
Lepidóptera	Pyrilidae	2,13	5,69	Diptera	<i>S. subnigrum</i>	-1,20	-2,02
Odonata	Libellulidae	2,50	9,21	Heteroptera	Veliidae	-1,26	-1,88
Díptera	<i>S. subpallidum</i>	1,48	5,48	Heteroptera	Notonectidae	-1,51	-0,01
Díptera	<i>S. minusculum</i>	1,23	2,27	Coleoptera	Gyrinidae	-1,58	0,52
Díptera	<i>S. pertinax</i>	0,94	2,69	Odonata	Polythoridae	-1,70	-2,07
Megaloptera	Corydalidae	0,69	0,11	Heteroptera	Gerridae	-1,71	-0,30
Díptera	<i>S. nigrimanum</i>	0,49	7,64	Diptera	Empididae	-1,71	-1,73
Odonata	Coenagrionidae	-0,06	2,38	Trichoptera	Helicopsychidae	-1,84	-0,31
Trichoptera	Hydropsychidae	-0,29	1,07	Diptera	<i>S. perflavum</i>	-2,03	-1,99
Ephemeroptera	Euthyplociidae	-0,32	0,34	Diptera	<i>S. goeldii</i>	-2,16	-1,84
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-0,59	2,39	Heteroptera	Belostomatidae	-2,24	-1,95
Díptera	Tipulidae	-0,69	0,10	Diptera	<i>S. iracouboense</i>	-2,24	-1,95
Díptera	Chironomidae	-0,73	0,18	Diptera	Ceratopogonidae	-2,24	-1,95
Heteroptera	Naucoridae	-0,75	-0,48				

U.T.O. = Unidade Taxonômica Operacional

Tabela 3.7. Correlação de Pearson (r) entre vazão, velocidade, profundidade, largura, pH, alcalinidade e as demais variáveis abióticas mensuradas nos sistemas aquáticos da sub-região do Atlântico, região da Costa Atlântica-Nordeste.

Variáveis abióticas	Vazão		Velocidade		Profundidade		Largura		pH		Alcalinidade	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	P
Temperatura	-0,022	0,917	0,299	0,147	-0,232	0,265	-0,041	0,844	0,311	0,130	-0,029	0,889
pH	0,067	0,752	0,201	0,336	-0,263	0,204	0,100	0,636	--	--	0,428	0,033
Condutividade elétrica	0,094	0,656	-0,044	0,836	0,054	0,798	0,091	0,664	0,243	0,241	0,362	0,076
Vazão	--	--	0,206	0,322	0,629	0,001	0,994	< 0,001	0,067	0,752	0,235	0,257
Velocidade	0,206	0,322	--	--	-0,113	0,591	0,185	0,376	0,201	0,336	-0,146	0,487
Profundidade	0,629	0,001	-0,113	0,591	--	--	0,660	0,000	-0,263	0,204	-0,041	0,844
Largura	0,994	< 0,001	0,185	0,376	0,660	0,000	--	--	0,100	0,636	0,235	0,259
Oxigênio dissolvido	-0,154	0,464	-0,001	0,995	0,260	0,210	-0,116	0,580	-0,196	0,347	-0,270	0,192
Cloreto	-0,047	0,823	-0,481	0,015	0,203	0,330	-0,071	0,738	-0,473	0,017	0,250	0,229
Alcalinidade	0,235	0,257	-0,146	0,487	-0,041	0,844	0,235	0,259	0,428	0,033	--	--
Cálcio	0,043	0,840	-0,045	0,831	-0,113	0,592	0,079	0,707	0,700	< 0,0001	0,410	0,042
Magnésio	0,226	0,278	0,074	0,725	-0,196	0,349	0,217	0,298	0,601	0,002	0,690	0,000
Potássio	-0,074	0,725	0,328	0,110	-0,014	0,948	-0,055	0,795	0,179	0,393	-0,566	0,003
Sódio	0,136	0,516	-0,059	0,778	-0,272	0,189	0,118	0,574	0,348	0,088	0,844	< 0,0001
Ferro	0,346	0,090	0,011	0,959	0,052	0,807	0,342	0,094	0,532	0,006	0,686	0,000
Salinidade	0,177	0,399	0,197	0,346	-0,074	0,725	0,182	0,385	0,389	0,055	-0,093	0,658
Altitude	-0,140	0,505	0,168	0,422	-0,573	0,003	-0,163	0,438	0,264	0,203	-0,084	0,691

Tabela 3.8. Correlação entre variáveis abióticas e os eixos 1 e 2 da análise de correspondência canônica da região Costa Atlântica-Nordeste. O eixo 1 apresenta valores positivos que estão correlacionados com a maior vazão, velocidade, profundidade, largura, alcalinidade, pH e ferro, enquanto os negativos correlacionam-se aos menores valores destes fatores abióticos. O eixo 2 apresentou uma menor variância.

Taxa	U.T.O.	Eixo 1	Eixo 2	Taxa	U.T.O.	Eixo 1	Eixo 2
Díptera	<i>S. perflavum</i>	15,27	3,07	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	-0,22	0,90
Díptera	<i>S. quadrifidum</i>	11,90	-0,91	Diptera	Culicidae	-0,33	-1,07
Trichoptera	Leptoceridae	0,91	-0,71	Odonata	Calopterygidae	-0,43	0,66
Megaloptera	Corydalidae	0,83	2,62	Diptera	<i>S. goeldii</i>	-0,63	-0,33
Odonata	Corduliidae	0,83	2,62	Heteroptera	Gerridae	-0,94	-0,16
Díptera	Chironomidae	0,71	-0,04	Diptera	<i>S. incrustatum</i>	-1,00	-0,22
Plecoptera	<i>Anacroneuria</i> sp.	0,66	-0,67	Odonata	Polythoridae	-1,01	-0,29
Heteroptera	Naucoridae	0,58	2,18	Odonata	Coenagrionidae	-1,04	-0,28
Lepidóptera	Pyralidae	0,56	-0,42	Heteroptera	Belostomatidae	-1,07	-0,33
Trichoptera	Hydroptilidae	0,29	1,70	Ephemeroptera	Caenidae	-1,07	-0,33
Trichoptera	Hydropsychidae	0,25	0,76	Trichoptera	Polycentropodidae	-1,07	-0,33
Coleóptera	Coleoptera	0,21	-0,12	Diptera	Empididae	-1,07	-0,33
Odonata	Libellulidae	0,19	1,64	Diptera	<i>S. limbatum</i>	-1,07	-0,33
Ephemeroptera	Baetidae	0,09	-0,43				

U.T.O. = Unidade Taxonômica Operacional

Tabela 3.9. Média e desvio padrão dos parâmetros climáticos (precipitação pluviométrica, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) obtidos por mês, da estação do município de Canaã dos Carajás, Tocantins-Araguaia.

Parâmetros	2006						
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.
<b>Precipitação (mm)</b>	107,7±47,8	151,7±117,6	157,5±95,4	131,6±56,9	70,0±48,9	1,1±0,6	0,4±1,1
<b>Temperatura (°C)</b>	25,6±4,0	24,1±6,1	25,1±3,4	24,7±4,3	24,9±4,2	24,5±5,3	24,9±6,3
<b>Pressão atm (hPa)</b>	980,7±62,7	941,4±204,5	982,0±62,8	968,8±126,9	975,6±108,4	979,9±90,2	988,2±2,1
<b>Umidade (%)</b>	82,6±14,8	81,5±21,5	85,9±13,0	85,3±15,8	85,0±15,4	76,8±19,8	70,4±22,7
<b>Velocidade (m/s)</b>	10,3±2,0	11,7±13,3	10,0±12,8	13,9±13,5	11,7±13,2	11,5±13,4	10,8±12,5
<b>Radiação (mJ/m<sup>2</sup>)</b>	2,1±2,7	2,0±2,8	2,0±2,8	1,9±2,8	1,8±2,5	2,2±2,8	2,3±2,9
	2006						
	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.		
<b>Precipitação (mm)</b>	7,9±33,2	33,3±26,3	42,3±38,6	59,4±68,2	63,9±69,6		
<b>Temperatura (°C)</b>	25,8±6,5	26,0±5,7	26,0±4,4	25,6±3,8	25,0±5,8		
<b>Pressão atm (hPa)</b>	986,75±2,5	977,8±88,8	980,5±62,9	984,6±2,0	959,1±153,4		
<b>Umidade (%)</b>	66,4±23,7	72,3±21,6	78,7±16,9	82,5±14,5	79,8±22,0		
<b>Velocidade (m/s)</b>	3,7±5,4	3,8±6,4	3,9±6,2	10,8±12,5	17,1±13,1		
<b>Radiação (mJ/m<sup>2</sup>)</b>	2,7±3,3	2,2±3,0	2,0±2,7	2,2±2,9	2,1±2,9		

Tabela 3.10. Média e desvio padrão dos parâmetros climáticos (precipitação pluviométrica, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) obtidos por mês, da estação do município de Barcarena, Costa Atlântica-Nordeste.

Parâmetros	2006						
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.
Precipitação (mm)	116,9±74,2	54,2±29,3	103,0±60,4	190,4±120,4	151,5±119,7	2,1±33,2	18,7±47,2
Temperatura (°C)	26,9±2,8	26,4±2,4	26,4±2,4	26,3±2,9	26,5±2,5	27,4±2,7	27,5±2,9
Pressão atm (hPa)	1007,6±1,8	1008,4±2,1	1009,0±1,7	1004,6±65,3	1010,1±1,6	1010,2±5,1	1011,2±1,9
Umidade (%)	68,1±8,17	67,9±8,8	55,7±19,9	54,0±16,8	55,2±22,9	58,6±21,4	60,0±20,5
Velocidade (m/s)	10,2±10,6	9,7±9,8	9,9±9,7	8,6±9,4	9,1±8,8	10,0±8,4	11,4±8,9
Radiação (mJ/m <sup>2</sup> )	2,7±3,4	2,3±3,0	2,4±3,3	2,6±3,5	2,5±3,3	2,8±3,6	2,9±3,6
	2006						
	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.		
Precipitação (mm)	80,2±38,5	14,6±16,4	8,4±10,4	18,2±43,7	27,4±40,6		
Temperatura (°C)	27,6±2,9	27,8±2,8	28,0±2,8	27,6±3,5	26,8±4,9		
Pressão atm (hPa)	1009,6±10,5	1001,3±1,5	1008,3±2,0	1002,4±1,7	983,7±155,6		
Umidade (%)	63,7±17,5	58,5±13,7	56,0±14,0	56,0±14,0	50,9±13,9		
Velocidade (m/s)	12,5±10,1	11,5±10,0	13,2±10,5	13,8±7,0	14,7±10,1		
Radiação (mJ/m <sup>2</sup> )	3,3±4,0	3,3±4,0	3,3±3,9	3,0±3,2	2,7±3,4		

### 3.6. Referência Bibliográfica

- Buttow, N.C.; Takeda, M. & Melo, S.M. 1993. Fauna de Odonata da planície de inundação do alto rio Paraná: Identificação e ocorrência de náíades. **Rev. Unimar**, 15: 83-94.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Rev. Bras. Rec. Hídr.**, 6 (1): 71-82.
- Carlsson, G. 1967. Environmental factors influencing blackfly populations. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, 37: 139-150.
- Colbo, M.H. & Moorhouse, D.E. 1979. The ecology of preimaginal Simuliidae (Diptera) in south-east Queensland, Australia. **Hydrobiologia**, 63: 63-79.
- Coscarón, S.; Sarandon, C.L.; Coscarón-Arias C. & Drago, E. 1996. Analisis de factores ambientales que influyen en la distribucion de los Simuliidae (Diptera: Insecta) en el cono Austral de America del Sur. **Rev. Acad. Colombiana de Cienc. Exact. Y Natur.**, 20: 549-573.
- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B.; Forsberg, B.R. & Pimentel, T.P. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. **Hydrobiologia**, 575 (1): 271-284.
- Dominguez, E.; Hubbard, M.D. & Peters, W.L. 1992. Clave para ninfas y adultos de las familias y genero de Ephemeroptera Sudamericanos. **Biol. Acuát.**, 16: 5-39.
- Gomes, S.A.G. & Py-Daniel, V. 2002. Caracterização físico-química de dois criadouros de larvas de *Thyrsopelma guianense* (Wise, 1911) (Diptera, Culicomorpha, Simuliidae) da Amazônia brasileira. **Ent. y Vect.**, 9 (4): 443-465.

- Grillet, M.E. & Barrera, R. 1997. Spatial and temporal abundance, substrate partitioning and species co-occurrence in a guild of Neotropical blackflies (Diptera: Simuliidae). **Hydrobiologia**, 345: 197-208.
- Hamada, N. & Grillet, M.E. 2001. Black flies (Diptera: Simuliidae) of the Gran Sabana (Venezuela) and Pacaraima Region (Brazil): Distributional data and identification keys for larvae and pupae. **Entomotopica**, 16 (1): 29-49.
- Hamada, N. & McCreadie, J.W. 1999. Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. **Hydrobiologia**, 397: 71-78.
- Hamada, N.; McCreadie, J.W. & Adler, P.H. 2002. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. **Fresh. Biol.**, 47: 31-40.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 9 p.
- [www.palaeo-electronica.org/2001\\_1/past](http://www.palaeo-electronica.org/2001_1/past)**. Obtido em: 31/10/2007.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. 2007. Plataformas de coletas de dados meteorológicos, hidrológicos e ambientais PCDs.
- [www.satelite.cptec.inpe.br/PCD](http://www.satelite.cptec.inpe.br/PCD)**. Obtido em: 13/02/2007.
- Lewis, D.J. & Bennett, G.F. 1975. The blackflies (Diptera: Simuliidae) of insular Newfoundland iii. Factors affecting the distribution and migration of larval simuliids in small streams on the Avalon Peninsula. **Can. J. Zool.**, 53: 114-123.

- McCreadie, J.W. & Colbo, M.H. 1991. Spatial distribution patterns of larval cytotypes of the *Simulium venustum/verecundum* complex (Diptera: Simuliidae) on the Avalon Peninsula, Newfoundland: factors associated with occurrence. **Can. J. Zool.**, 69: 2651-2659.
- McCreadie, J.W. & Colbo, M.H. 1992. Spatial distribution patterns of larval cytotypes of the *Simulium venustum/verecundum* complex (Diptera: Simuliidae) on the Avalon Peninsula, Newfoundland: factors associated with cytotype abundance and composition. **Can. J. Zool.**, 70: 1389-1396.
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W. 1984. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall / Hunt, 722 p.
- Metcalf, J.L. 1989. Biological water quality assessment at running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environ. Pollut.**, 60: 101-139.
- Monteiro-Santos, E. & Gorayeb, I.S. 2005. Criadouros de Simuliidae (Diptera: Nematocera) e entomofauna associada em igarapés do nordeste do Estado do Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, 1 (2): 241-270.
- Morita, T. & Assumpção, R.M.V. 1972. **Manual de soluções reagentes e solventes**. Edgar Blücher, 627p.
- Nieser, N. & Melo, A.L. 1997. **Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais: guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha**. UFMG, 180 p.
- Odum, E.P. 1997. Ecologia de água doce (Cap. 11, pags. 475-517). In: Odum, E.P. 1997. **Fundamentos de Ecologia**. Fund. Calouste Gulbenkian, 927 p.

- Olifiers, M.H.; Dorvillé, L.F.M.; Nessimian, J.L. & Hamada, N. 2004. A key to Brazilian genera of Plecoptera (Insecta) based on nymphs. **Zootaxa**, 651: 1-15.
- Pes, A.M.O.; Hamada, N. & Nessimian, J.L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Rev. Bras. Ent.**, 49 (2): 181-204.
- Reice, S.R. 1985. Experimental disturbance and the maintenance of species diversity in a stream community. **Oecologia**, 67: 90-97.
- Stehr, F.W. 1987a. **Immature Insects**. Dubuque: Kendall / Hunt, vol. 1, 754p.
- Stehr, F.W. 1987b. **Immature Insects**. Dubuque: Kendall / Hunt, vol.2, 975p.
- Sioli, H.F.L. 1965. A Limnologia e sua importância em pesquisas da Amazônia. **Amazoniana**, 1 (1): 11-35.
- Takeda, A.M.; Büttow, N.C. & Melo, A.M. 1991. Zoobentos do canal Corutuba - MS (Alto Rio Paraná-Brasil). **Rev. Unimar**, 13 (2): 353-364.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio, Dordrecht**, 69: 69-77.
- Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G. 1995. **Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros**. UFSCar, 299 p.
- Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 37: 130-137.
- Ward, J.V. 1992. **Aquatic Insect Ecology. Biology and Habitat**. New York: John Wiley and Sons, 438 p.

## CAPÍTULO IV

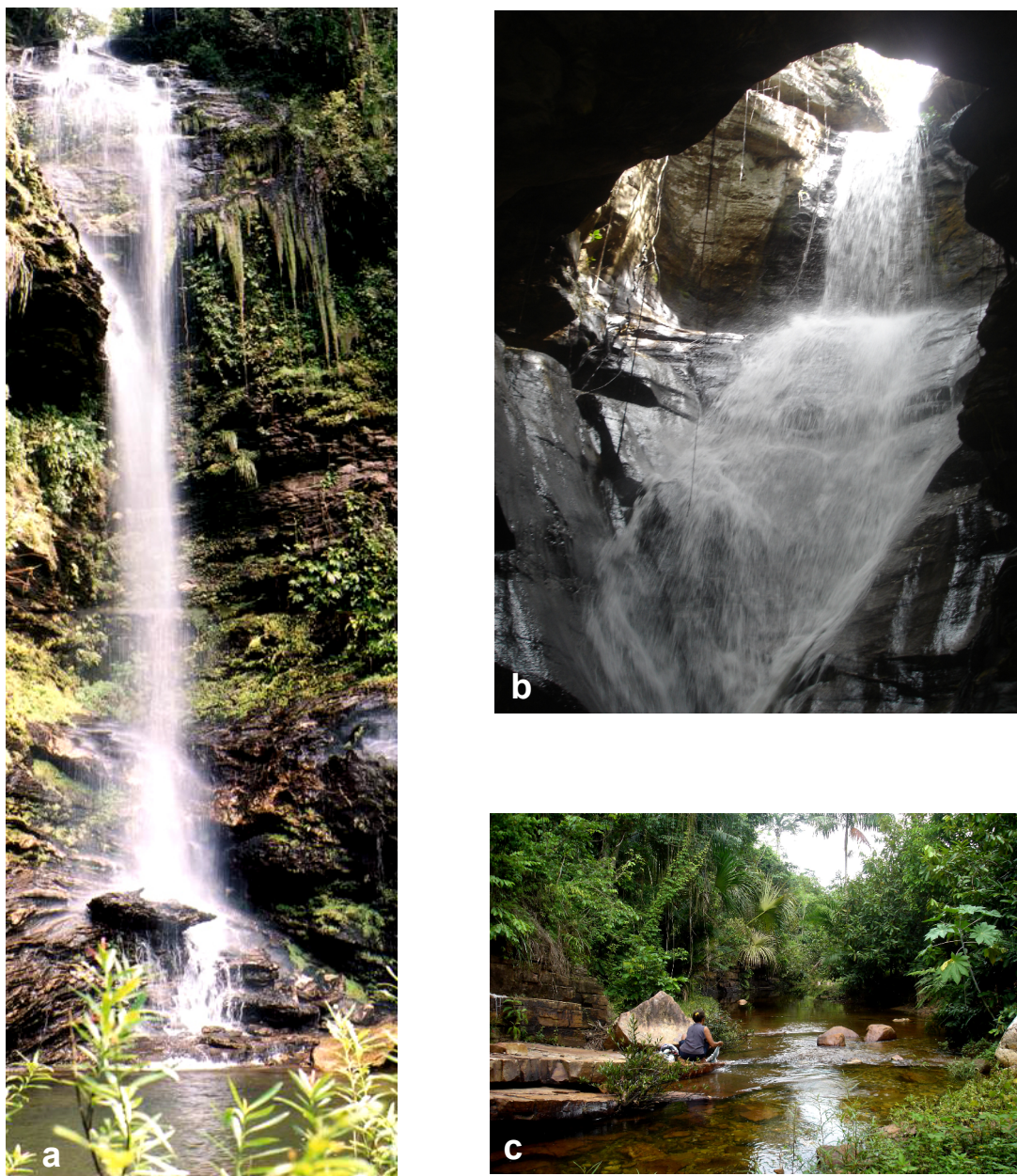
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO HABITAT E SIMILARIDADE ENTRE  
ÁREAS DO LESTE DO PARÁ, COM BASE EM PROTOCOLO  
AMBIENTAL E ESPÉCIES DE SIMULIIDAE

Figura 4.1. Sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas. **a** - Cachoeira Spanner; **b** - Cachoeira Caldeirão; **c** - Ambiente aquático dos Altos Montes (Fotos: I.S. Gorayeb, jan./06).

#### 4.1. Introdução

A região Tocantins-Araguaia, em especial a Serra das Andorinhas, apresenta um importante cenário de diversidade de habitats, sistemas aquáticos e biológicos. Nela encontram-se duas grandes unidades de conservação: o Parque Estadual Serra dos Martírios-Andorinhas (Fig. 1.3), criado pela Lei n. 5.982, de 25/07/1996, com área em forma de polígono irregular de 248,97 Km<sup>2</sup> (24.897,38 ha). Ele tem por objetivo preservar os ecossistemas naturais, conciliando a proteção integral dos recursos naturais e das belezas cênicas com a utilização para fins científicos, culturais, educacionais e recreativos.

A outra unidade é a Área de Proteção Ambiental de São Geraldo do Araguaia, criada pela Lei n. 5.983, de 25/07/1996, de 296,55 Km<sup>2</sup> (29.655,39 ha). Ela tem por objetivo conservar os ecossistemas ou parte destes no entorno do Parque Estadual, visando a melhoria da qualidade de vida das populações locais (SECTAM, 2007).

Na Costa Atlântica-Nordeste existem 13 unidades de conservação: Parque Ambiental de Belém; Parque Ecológico do Município de Belém; Parque Ecológico da Ilha do Mosqueiro; Área de Proteção Ambiental dos Mananciais de Abastecimento de Água de Belém; Área de Proteção Ambiental Algodão-Maiandeuá; Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua; Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu; Reserva Extrativista Marinha de Arai-Peroba; Reserva Extrativista de Gurupi-Piriá; Área de Proteção Ambiental Jabotitua-Jatium; Área de Proteção e Preservação Ambiental da Ilha de Canela; Área de

Proteção Ambiental da Costa de Urumajó; e Reserva Particular do Patrimônio Natural Klagesi (SECTAM, 2007).

A maior ameaça à diversidade biológica é a perda de hábitat (Primack & Rodrigues, 2001). As ameaças aos ecossistemas aquáticos do leste paraense são: o surgimento de cidades e indústrias, sem um tratamento adequado da água; o desmatamento de grandes áreas para agropecuária, a mineração (de minérios de classe I e II); a exploração de madeira; construções de estradas, hidrovias e usinas hidrelétricas; e poluição urbana e rural dos cursos d'água.

Os invertebrados respondem a diferenças mais sutis tanto de hábitat quanto de intensidade de impacto (Oliver *et al.*, 1998). Em geral, os invertebrados apresentam respostas demográficas e dispersivas mais rápidas do que os organismos com ciclos de vida mais longos. Eles também podem ser amostrados em maior quantidade e em escalas mais refinadas do que os organismos maiores. A conservação destes grupos depende da conservação de hábitats inteiros e de uma compreensão mais apurada de seus papéis na manutenção dos processos ecossistêmicos (Lewinsohn *et al.*, 2005).

A avaliação da diversidade de hábitats oferece oportunidade para analisar os níveis de impacto antrópico em trechos de bacias hidrográficas (Galdean *et al.*, 2000), constituindo-se em importante ferramenta aos programas de monitoramento ambiental (Callisto *et al.*, 2001a). Callisto *et al.* (2001b) descrevem que estes estudos podem ser desenvolvidos por observações visuais, com um mínimo de medidas.

## **4.2. Objetivo**

Avaliar a conservação de hábitat com base em um protocolo proposto pela Agência Ambiental de Ohio (EUA) e outro por Hannaford *et al.*, modificado por Callisto *et al.* (2002); com o intuito de caracterizar os trechos das micro-bacias, os níveis de impacto ambiental decorrente de atividades antrópicas e avaliar as condições de conservação dos hábitats estudados.

Identificar similaridade entre áreas, com base nas espécies de simúlideos da Serra das Andorinhas e Carajás (na região Tocantins-Araguaia) e região Costa Atlântica-Nordeste. Nesse capítulo, as regiões foram separadas por área, com intuito de relacionar a influência ou não do estado de conservação na composição de espécies de simúlideos.

## **4.3. Metodologia**

### **4.3.1. Área de Estudo**

Os estudos foram desenvolvidos nos sistemas aquáticos do Parque Estadual Serra dos Martírios-Andorinhas e da Área de Proteção Ambiental de São Geraldo do Araguaia (Figs. 4.1 a 4.3); Serra dos Carajás; e Costa Atlântica-Nordeste (Figs. 4.4 e 4.5), já descritos no cap. I.

### **4.3.2. Métodos**

Na avaliação de conservação foi utilizado protocolo proposto, pela Agência Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, apud Callisto *et al.*, 2002) e outro

por Hannaford *et al.* (apud Callisto *et al.*, 2002), modificado por Callisto *et al.*, 2002 (Tabs. 4.1 e 4.2).

O protocolo adaptado por Callisto *et al.* (2002) foi pontuado de 0 a 4 na Tabela 4.1; e de 0 a 5 na Tabela 4.2. O valor final do protocolo de avaliação foi obtido a partir da somatória dos valores atribuídos a cada parâmetro, independentemente. As pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos das micro-bacias estudadas, onde de 0 a 40 pontos representaram trechos impactados; 41 a 60 pontos representaram trechos alterados; e acima de 61 pontos, trechos naturais.

A similaridade entre áreas foi obtida através da composição de espécies de simúldeos, cujo levantamento segue a metodologia descrita no capítulo I.

#### 4.3.3. Estatística

A similaridade entre áreas foi realizada com base na presença e ausência de simúldeos e o índice de distância e similaridade de Jaccard (IJ) mediante o programa Past (Hammer *et al.*, 2001).

### **4.4. Resultado e Discussão**

#### 4.4.1. Conservação de habitats

Os resultados fornecem uma boa indicação de nível de conservação das características naturais para os sistemas aquáticos da Serra das Andorinhas. Entretanto, foi observada uma acentuada alteração ambiental na maioria dos recursos aquáticos da Costa Atlântica-Nordeste e Serra dos Carajás.

Os trechos das cachoeiras Altos Montes, Água Bonita, corredeira São Félix e no ribeirão Sucupira a montante da escola da Fundação Serra das Andorinhas foram indicados como os mais bem conservados (Tab. 4.3), com áreas de mata ciliar bem desenvolvida e em outras constituídas de vegetação de cerrado, elevada diversidade de micro-habitats aquáticos, favorecendo uma boa diversidade de simúlideos. No rio Araguaia está prevista a construção da Usina Hidrelétrica de Santa Izabel, que certamente agravará o processo de alterações ambientais. As informações científicas obtidas neste trabalho possuem dados básicos importantes para ações de conservação da biodiversidade dos grupos estudados e diversidade de habitats na Serra das Andorinhas.

Na Serra dos Carajás, os trechos do rio Araras e dos igarapés da Base do Níquel Vermelho, Rafael e dos Lagos foram encontrados bastante alterados, devido à implantação da pecuária e extração de minério. Entretanto, para os rios Fumaça e Parauapebas foram registrados moderados estados de conservação (Tab. 4.4). Nos rios Araras e Fumaça estão previstas as construções de dois lagos de rejeitos da usina de tratamento do níquel. As medidas de um plano de controle ambiental de compensação ambiental (como criação de unidades de conservação) devem ser implantadas, com o intuito de amenizar os impactos ambientais.

Na Costa Atlântica-Nordeste, o rio Tacioteua (nascente) foi encontrado bastante impactado, enquanto que os trechos dos rios Tracuateua, Quatipuru, Caeté e Emboraí e os igarapés da Estiva, Estrada Nova, Gurupi, Cardoso, Piriá, Itacupim e Fazenda EMA foram registrados em acentuado estágio de

alteração ambiental (Tabs. 4.5 e 4.6). Muitos desses cursos d'água estão sem a vegetação ripícola devido ao desmatamento para implantação de pasto, agricultura intensiva e construções de piscinas e estradas.

Felizmente, observou-se que a nascente do rio Caeté foi encontrada bem conservada, com boa vegetação ripária, em uma área protegida pela empresa de plantação de Dendê (município de Bonito). Outras localidades conservadas foram os igarapés Curupaiti, Jutai e Basília (Tabs. 4.5 e 4.6).

A vegetação ripícola protege a integridade dos cursos d'água, sua retirada favorece a erosão e o transporte de partículas para o leito dos sistemas aquáticos (Waters, 1995; Lima & Zakia, 2001, Callisto *et al.*, 2001b). Couceiro *et al.* (2007) descrevem que o desmatamento e a poluição dos ambientes aquáticos (representada pela alta concentração de nitrogênio e fósforo) causam redução na riqueza de macroinvertebrados aquáticos e simplifica a estrutura de comunidade dos ecossistemas aquáticos estudados em Manaus (AM). Dudgeon (1996) sugere que a eliminação da vegetação ripícola acarreta a destruição de locais de acasalamento e ovoposição, reduzindo a fecundidade e o sucesso reprodutivo das espécies aquáticas e semi-aquáticas. Segundo Hamada & McCreadie (1999) a modificação do ambiente por ação antrópica, como desmatamento e represamento d'água, pode elevar a riqueza de espécies invasoras, como *S. perflavum*. Monteiro-Santos (2008) acrescenta que as espécies *S. pertinax* e *S. perflavum* ocorrem em cursos d'água que cruzam a rodovia Transamazônica (BR-230), área com significativa redução da floresta ombrófila densa.

Neste trabalho foi possível observar espécies de simulídeos de interesse ecológico, acrescentando informações importantes aos dirigentes de unidades de conservação e a sociedade em geral, para que aumentem esforços no sentido de manter e/ou melhorar as condições de conservação e preservação dos recursos naturais, buscando medidas capazes de reverter ou amenizar o processo de degradação ambiental instalado e já bastante acentuado no leste do Estado do Pará.

#### 4.4.2. Similaridade entre áreas

A maior similaridade na composição das espécies de simulídeos entre áreas foi registrada entre as Serras das Andorinhas (estado de conservação natural) e Carajás (estado de conservação alterado), correspondeu a  $IJ = 0,40$ ; seguida da similaridade entre a Serra das Andorinhas e a Costa Atlântica-Nordeste (estado de conservação alterado), com  $IJ = 0,15$ ; e a menor similaridade, entre a Serra dos Carajás e Costa Atlântica-Nordeste, com  $IJ = 0,11$ .

A Figura 4.6 apresenta um dendrograma de áreas que compõem as regiões Tocantins-Araguaia (Serras das Andorinhas e Carajás) e Costa Atlântica-Nordeste, resultando na evidente formação de dois grupos. Um grupo da região Tocantins-Araguaia, formado pelas seguintes espécies exclusivas: *S. spinibranchium*, *S. subpallidum*, *S. minusculum*, *S. rorotaense*, *S. subnigrum*, *S. nigrimanum*, *S. pertinax* e *S. iracoubense*. E outro, da região da Costa Atlântica-Nordeste, com as seguintes espécies exclusivas: *S. incrustatum*, *S. quadrifidum* e *S. limbatum*. Entretanto, foram também registradas espécies comuns às duas regiões: *S. perflavum* e *S. goeldii*.

A separação de dois grupos exclusivos de simúldeos e de climas e formações geológicas diferentes no leste paraense (tratado em capítulos anteriores), reforça a idéia de que existe uma diferença entre as duas regiões estudadas (Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste).

#### **4.5. Conclusão**

A Serra das Andorinhas apresentou uma boa conservação de seus sistemas aquáticos. Enquanto, os recursos aquáticos da Costa Atlântica-Nordeste e Serra dos Carajás apresentaram acentuadas alterações ambientais.

A composição de espécies de simúldeos foi similar entre as áreas de Serras, mesmo em estado de conservação de habitat diferenciado (natural e alterado). Entretanto, distanciou-se entre as regiões Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica-Nordeste.



Figura 4.2. Ribeirão Sucupira. a - Curso Médio, com vegetação ripário; b - Jusante do Cerrado Sucupira (Fotos: a - I.S. Gorayeb; b - R.L. Trindade, jan./06).



Figura 4.3. Área de Proteção Ambiental de São Geraldo do Araguaia - PA. a - Ambiente de praia; b - Cachoeira Três Quedas (Fotos: a - J.M. Barata, ago./06; b - I.S. Gorayeb, abr./06).



Figura 4.4. Costa Atlântica-Nordeste. a - Vista das margens do rio Jeju, que corta a BR-316; b - Vista das tubulações do rio Tracuateua, criadouro de *S. perflavum* (Fotos: R.L. Trindade, fev./07).



Figura 4.5. Costa Atlântica-Nordeste. a - Igarapé da fazenda EMA; b - Vista do rio da Basília, criadouros de *S. perflavum* e *S. incrustatum* (Fotos: a - R.L. Trindade, fev./07; b - E. Monteiro-Santos, fev./07).

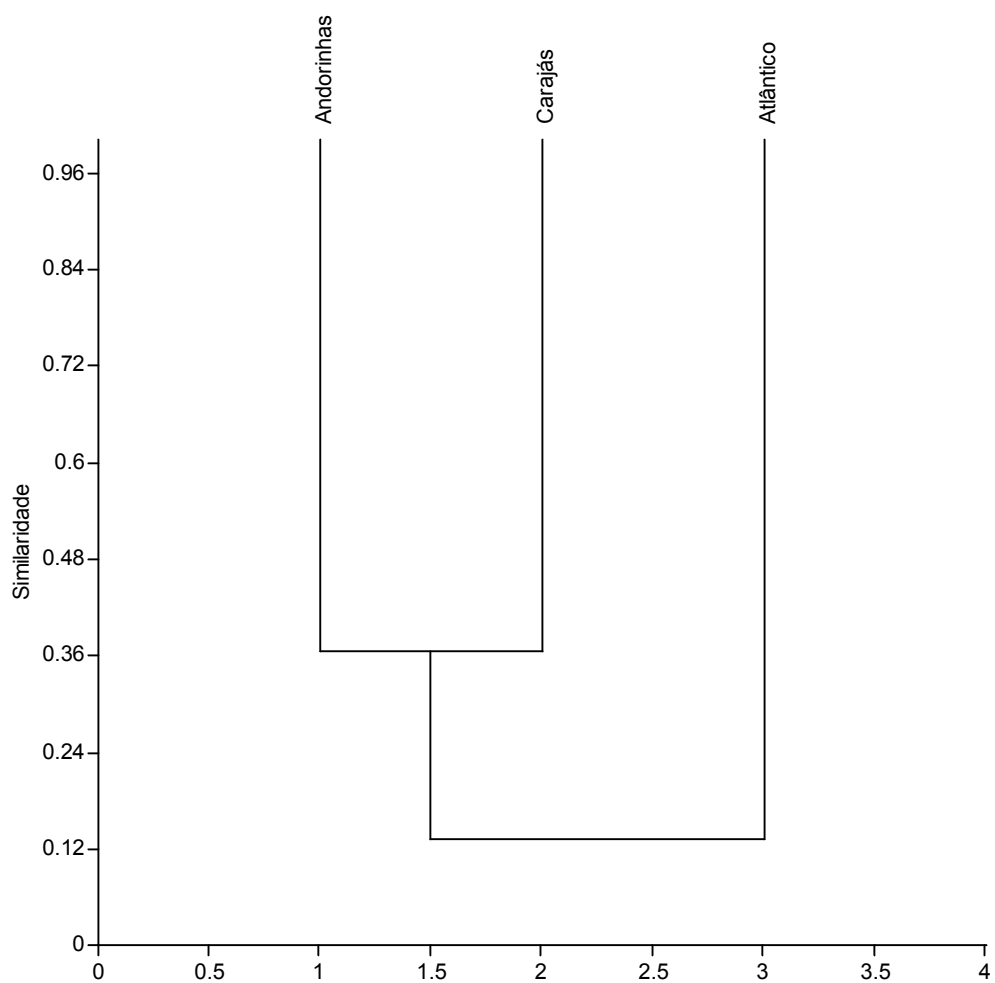


Figura 4.6. Dendrograma de similaridade entre as Serras das Andorinhas e Carajás (Tocantins-Araguaia) e Costa Atlântica-Nordeste, com base na composição de simúlideos.

Tabela 4.1. Avaliação da diversidade de micro-habitats em trechos das micro-bacias estudadas, baseada no protocolo da Agência Ambiental de Ohio (EUA), modificado. Pontuações: 4 ptos. = situação natural; 2 e 0 ptos. = situações leve ou severamente alteradas.

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Tipo de Ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	vegetação natural	campo de pastagem /agricultura/ monocultura/ reflorestamento	residencial/comercial/ industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	turva/cor de chá-forte	opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	esgoto (ovo podre)	óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	pedra/cascalho	lama/areia	cimento/canalizado.

Tabela 4.2. Avaliação da diversidade de micro-habitats em trechos das micro-bacias estudadas, modificado por Callisto *et al.* (2002).

Parâmetros de Habitat	Ótimo (5 pontos)	Sub-ótimo (3 pontos)	Mediano (2 pontos)	Pobre (0 ponto)
11- Tipos de fundos	mais de 50% com habitats diversificados (pedaços de troncos submersos; cascalho) e estáveis.	30 a 50% de habitats estáveis, sem evidência de alteração por erosão ou assoreamento.	10 a 30% de habitat estáveis; substratos frequentemente modificados.	menos de 10% de habitats estáveis; substrato instável ou ausente.
12- Largura dos remansos	rápidos e remansos bem desenvolvidos; remansos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	remansos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	trechos rápidos podem estar ausentes; remansos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	remansos ou rápidos inexistentes.
13- Frequência de remansos (ou curvas)	remansos relativamente frequentes; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	remansos não frequentes; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 7 e 15	remansos ou curvas ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com remansos rasos; pobreza de habitats; distância entre remansos dividida pela largura do rio maior que 25.
14- Tipos de substrato	seixos abundantes (principalmente em nascentes de rios).	seixos abundantes; cascalho comum.	fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	fundo pedregoso; seixos ausentes.
15- Deposição de lama	entre 0 e 25% do fundo coberto por lama (silte e argila).	entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	mais de 75% do fundo coberto por lama.
16- Depósitos sedimentares	menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos; provavelmente, a correnteza arrasta todo o material fino.	alguma evidência de modificação no fundo, principalmente aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	grandes depósitos de lama, margens assoreadas; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes.
17- Alterações no canal do rio	canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	alguma canalização presente, normalmente próxima à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	margens cimentadas; acima de 80% do rio modificado.
18- Características do fluxo das águas	fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	lâmina d'água acima de 75% do canal do rio, ou menos de 25% do substrato exposto	lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato exposto.	lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de vegetação ripária	acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínimas evidências de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	menos de 50 % da vegetação ripária nativa; deflorestamento muito acentuado.

Continuação da Tabela 4.2.

<b>Parâmetros de Habitat</b>	<b>Ótimo (5 pontos)</b>	<b>Sub-ótimo (3 pontos)</b>	<b>Mediano (2 pontos)</b>	<b>Pobre (0 ponto)</b>
20- Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente pequeno potencial para problemas futuros; menos de 5% da margem afetada.	moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes. entre 5 e 30% da margem com erosão.	moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. risco elevado de erosão durante enchentes.	instável; muitas áreas com erosão; freqüentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21- Extensão da vegetação ripária	largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas etc.).	largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22- Presença de plantas aquáticas	pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante.	ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p.ex.:aguapés).



Tabela 4.4. Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da Serra dos Carajás (Tocantins-Araguaia). IBNV = Igarapé da Base do Níquel Vermelho; RF = Rio Fumaça; RA = Rio Araras; RP = Rio Parauapebas; IR = Igarapé Rafael; e IL = Igarapé dos Lagos.

<b>Parâmetros</b>	<b>IBNV</b>	<b>RF</b>	<b>RA</b>	<b>RP</b>	<b>IR</b>	<b>IL</b>
1	2	2	2	2	2	2
2	2	4	0	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2
4	0	4	0	4	0	0
5	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4
7	4	4	2	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4
10	0	4	2	4	4	4
11	3	3	2	5	2	2
12	3	2	2	5	2	2
13	3	3	5	5	5	3
14	2	3	2	3	2	2
15	2	5	5	5	3	3
16	2	5	3	5	3	3
17	2	5	2	5	3	2
18	3	5	3	5	3	3
19	0	3	0	3	0	0
20	2	3	0	3	2	2
21	0	3	0	3	0	0
22	0	3	0	3	0	0
<b>Pontuação</b>	<b>48</b>	<b>79</b>	<b>48</b>	<b>84</b>	<b>55</b>	<b>52</b>
<b>Avaliação</b>	<b>alterado</b>	<b>natural</b>	<b>alterado</b>	<b>Natural</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>

Tabela 4.5. Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da sub-região do Atlântico (Costa Atlântico-Nordeste). RTR = Rio Tracuateua; RQ = Rio Quatipuru; RTA = Rio Taciuteua; RCSVR = Rio Caeté sem vegetação ripária; RCVR = Rio com vegetação ripária; IES = Igarapé da Estiva; RJE = Rio Jeju; REM = Rio Emboraí; e RCU = Rio Curupaiti.

Parâmetros	RTR	RQ	RTA	RCSVR	RCVR	IES	RJE	REM	RCU
1	2	2	2	2	4	2	2	2	4
2	0	2	0	2	4	2	2	2	2
3	2	2	3	2	4	2	2	2	2
4	4	4	0	0	2	0	0	4	4
5	4	2	2	4	4	4	4	4	4
6	4	4	0	4	4	4	4	4	4
7	4	2	2	4	4	4	4	2	4
8	4	2	2	4	4	4	2	4	4
9	4	4	2	4	4	4	4	4	4
10	2	2	2	2	4	2	2	2	2
11	2	2	2	2	5	2	2	2	2
12	3	2	3	2	2	2	2	2	2
13	3	2	2	3	5	3	2	3	3
14	2	2	2	2	3	2	2	0	0
15	3	2	3	3	5	2	3	3	5
16	3	2	2	2	5	2	3	3	3
17	3	3	2	2	5	2	2	5	5
18	3	5	3	2	5	3	5	3	3
19	2	2	0	2	5	2	2	2	3
20	3	2	2	2	5	2	2	2	2
21	2	2	0	0	3	2	0	2	5
22	0	0	2	2	5	3	2	2	5
<b>Pontuação</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	<b>52</b>	<b>91</b>	<b>55</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>72</b>
<b>Avaliação</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>impactado</b>	<b>alterado</b>	<b>natural</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>natural</b>

Tabela 4.6. Resultados da aplicação do protocolo nos sistemas aquáticos da sub-região do Atlântico (Costa Atlântico-Nordeste). IEN = Igarapé Estrada Nova; IGU = Igarapé Gurupi; IVC = Igarapé Vila Cardoso; IPI = Igarapé Piriá; IITA = Igarapé Itacupim; IPA = Igarapé PA-242; IFE = Igarapé Fazenda EMA; IJU = Igarapé Jutaí; e IBA = Igarapé da Basília.

<b>Parâmetros</b>	<b>IEN</b>	<b>IGU</b>	<b>IVC</b>	<b>IPI</b>	<b>IITA</b>	<b>IPA</b>	<b>IFE</b>	<b>IJU</b>	<b>IBA</b>
1	2	2	2	4	0	2	2	4	2
2	2	2	2	2	2	0	0	4	4
3	2	2	2	2	0	2	2	4	2
4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	4	2	2	2	2	4	4	4	2
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	2	2	2	2	0	2	2	4	2
11	2	2	2	2	2	2	2	3	2
12	2	2	2	2	2	2	2	5	2
13	3	3	3	3	3	3	3	5	3
14	0	0	0	0	0	3	2	3	0
15	3	5	3	5	3	5	5	5	5
16	3	3	3	3	3	3	3	5	3
17	5	5	5	5	2	3	5	5	5
18	3	3	3	3	3	5	3	5	3
19	0	0	2	0	2	2	0	3	2
20	2	2	2	2	2	2	2	3	2
21	2	2	2	0	2	2	0	5	2
22	2	2	2	2	2	2	2	5	5
<b>Pontuação</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>50</b>	<b>64</b>	<b>59</b>	<b>90</b>	<b>66</b>
<b>Avaliação</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>alterado</b>	<b>natural</b>	<b>alterado</b>	<b>natural</b>	<b>natural</b>

#### 4.6. Referência Bibliográfica

- Callisto, M.; Ferreira, W.R.; Moreno, P.; Goulart, M. & Petrucio, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnol. Bras.**, 14 (1): 01-08.
- Callisto, M.; Moreno, P. & Barbosa, F.A.R. 2001a. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, 61: 259-266.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. 2001b. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Rev. Bras. Rec. Hídr.**, 6 (1): 71-82.
- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B.; Forsberg, B.R. & Pimentel, T.P. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. **Hydrobiologia**, 575 (1): 271-284.
- Dudgeon, D. 1996. Anthropogenic influences on Hong Kong streams. **Jour. Geo.**, 40 (1-2): 53-61.
- Galdean, N.; Callisto, N. & Barbosa, F.A.R. 2000. Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, Southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrates community. **Aquat. Ecosyst. Health & Manag.**, (3): 545-552.
- Hamada, N. & McCreadie, J.W. 1999. Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. **Hydrobiologia**, 397: 71-78.

Hammer, O.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 9p.

[www.palaeo-electronica.org/2001\\_1/past](http://www.palaeo-electronica.org/2001_1/past). Obtido em: 31/10/2007.

Lewinsohn, T.M.; Freitas, A.V. & Prado, P.I. 2005. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, 1 (1): 62-69.

Lima, W.P. & Zakia, M.J.B. 2001. Hidrobiologia de matas ciliares. In: **R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho (orgs.), Matas ciliares: conservação e recuperação, EDUSP, 33-44.**

Monteiro-Santos, E. 2008. **Diagnóstico de simúlideos (Diptera: Nematocera) e seus criadouros nas áreas diretamente afetadas e de influência do projeto AHE Belo Monte, Pará. Xingu: EIA-RIMA, 29 p.**

Oliver, L.; Beattie, A. & York, A. 1998. Spatial fidelity of plant, vertebrate and invertebrate assemblages in multiple use forest in eastern Australia. **Cons. Biol.**, 12: 822-835.

Primack, R.B. & Rodrigues, E. 2001. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 328 p.

Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM). 2007. Unidades de Conservação da Natureza-Legislação: índice de Leis. Parque Estadual Serra dos Martírios-Andorinhas (3 p.) e Área de Proteção Ambiental de São Geraldo do Araguaia (4 p.).

[www.sectam.pa.gov.br/uc.htm](http://www.sectam.pa.gov.br/uc.htm). Obtido em: 22/03/2007.

Waters, T.F. 1995. **Sediment in streams: sources, biological effects and control**. Am. Fish. Soc. Monog., 252 p.