

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA

CAUNESP

VARIAÇÃO TEMPORAL E SAZONAL DE LARVAS DE
Simulium sp. **NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO**
PAULO.

ANDREA DE BARROS PINTO VIVIANI CUNHA

Bióloga

Jaboticabal -São Paulo

2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CENTRO DE AQUICULTURA

CAUNESP

VARIAÇÃO TEMPORAL E SAZONAL DE LARVAS DE
Simulium sp. **NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO**
PAULO.

ANDREA DE BARROS PINTO VIVIANI CUNHA

ORIENTADOR : PROF. Dr. ANTONIO FERNANDO MONTEIRO CAMARGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Aqüicultura do centro de aqüicultura da UNESP, campus de Jaboticabal, Área de concentração: Aqüicultura em Águas Continentais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Jaboticabal -São Paulo

2004

Qualquer momento não
dedicado ao amor foi perdido.

Tasso (1544-1595)

Aos meus amores: marido
e filho dedico este
trabalho que é de vocês
também.

AGRADECIMENTOS

Com carinho e respeito agradeço a todas as pessoas que acreditaram no meu potencial e que compartilharam essa etapa da minha vida. Agradeço.....

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo por ter me dado principalmente o incentivo nas horas em que mais precisei durante o desenvolvimento desse trabalho. Muito obrigada mesmo!

Aos funcionários do laboratório de Simulídeo de Caraguatatuba/SUCEN que merecem destaque pelo empenho no auxílio deste; tanto em campo como em laboratório, bem como pelo incentivo diante das dificuldades encontradas para a finalização deste: o Técnico de Apoio a Pesquisa, Paulo Frugoli dos Santos, e a Agente de Apoio a Pesquisa, Sueli Setsuko Suzuki e também a equipe de Apoio a Pesquisa;

Aos colegas da UNESP/Rio Claro, pela elucidação das minhas dúvidas e principalmente ao técnico Carlos Fernando Sanches pelas análises de laboratório e por ter me apoiado durante o meu tempo de permanência em Rio Claro. Sou muito grata!

Ao Roberto Leung, pelo auxílio na parte estatística, e pela paciência;

À Maria Eduarda Faria, da SUCEN, pelas referências bibliográficas encaminhadas;

Aos amigos Gerson Delgado, Erico de Brito e Alessandro Clistenes Thosi, Seção de informática/SUCEN/SP pelo auxílio na montagem das fotos e pelo incentivo;

À bióloga Ana Carolina dos Santos Valente, do Laboratório de Referencia Nacional em Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ, pela identificação dos exemplares de simulídeos;

Ao Dr. Marcos Aparecido Pizzano/UNESP e Dra Ana Eliza B. Leonardo/CAUNESP pelas sugestões;

Ao Sr. Thadeu Luciano Marcondes Penido, Diretor Presidente, e funcionários da Fazenda Serra Mar, pela permissão do desenvolvimento do trabalho de campo;

Ao Pqc. Carlos Araújo Coutinho, SUCEN, por ser o “pai” da minha formação e sempre me incentivar a não desistir dos meus sonhos, por quem tenho muito respeito, carinho e admiração, não só por ser um ótimo profissional, mas também como amigo;

Às amigas Dra. Regiane M. Tirone de Menezes, laboratório de entomologia SUCEN/SP e Mariza Cristina de A. Guimarães laboratório de Malacologia SUCEN/SP, pelo otimismo, pela garra e pela confiança;

Ao Pqc. Victor Py - Daniel do laboratório de Filariose e Vetores do INPA/ Manaus pelos momentos alegres e descontraídos e pela oportunidade profissional que me concedeu e ao Pqc. Jasen F. de Medeiros pelas sugestões e amizade;

Aos amigos do CAUNESP pelos momentos alegres e divertidos, pela troca de conhecimento para que pudesse desenvolver meu trabalho, principalmente a minha amiga Fabiana Pilarski e Cláudia a quem dedico meu trabalho com muito amor e carinho;

Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado. A minha tia Déa Viviani Malheiros por me ensinar o significado de amor ao próximo, tenho muito orgulho de ser sua sobrinha; a minha mãe e avó pelo incentivo e apoio em minha vida, sem os quais esse trabalho não seria realizado. Agradeço por tudo que aprendi com vocês;

Ao amigo de sempre Onofre Santos Neto pelo apoio e

Ao meu pai pelos seus ensinamentos durante minha vida, pela participação no meu trabalho e por compartilhar os momentos desta etapa de minha vida. Muito obrigada!

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	i
Lista de Tabelas.....	iii
Introdução Geral.....	01
Referências Bibliográficas.....	03
Capítulo 1 . Distribuição e abundância de larvas de espécies do gênero <i>Simulium</i> em córregos do litoral norte do estado de São Paulo com diferentes níveis de poluição orgânica.	
Resumo.....	04
Abstrat.....	05
Introdução	06
Material e Métodos.....	07
Resultados.....	10
Discussão.....	23
Conclusão.....	26
Referências Bibliográficas.....	27
Capítulo 2 . Variação temporal da abundância de larvas de espécies do gênero <i>Simulium</i> em córregos do litoral norte do estado de São Paulo.	
Resumo.....	30
Abstrat.....	31
Introdução	32
Material e Métodos.....	33
Resultados.....	36
Discussão.....	42
Conclusão.....	44
Referências Bibliográficas.....	45

Lista de Figuras

Capítulo 1

- Figura 1. Ordenação dos córregos estudados em diferentes datas de coleta em função dos componentes principais (PC1 e PC2). As setas indicam o aumento do valor das variáveis abióticas. Pau d'alho (P), Boissucanga (B), São Francisco (S), Calhetas (C), Enseada (E); verão (V) e inverno (I); Nutrientes: ND (mg.L^{-1}), NT (mg.L^{-1}), NA ($\mu\text{g.L}^{-1}$), N-NO₂ ($\mu\text{g.L}^{-1}$), P-PO₄ ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PD ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$). PC1 explica 53,4 % da variância dos dados e PC2, 14,2 %.....13
- Figura 2. Proporção relativa das espécies de simúlídeos/ m^2 coletados em todos os locais de coleta.....15
- Figura 3. Proporção de espécies de simúlídeos/ m^2 coletados nos diferentes pontos de amostragem. Os números correspondem à quantidade de indivíduos/ m^2 de cada espécie nos córregos.....16
- Figura 4. Proporção de substratos com ou sem simúlídeos nos diferentes córregos.....17
- Figura 5. Histograma das amostras com presença e ausência de simúlídeos em relação à função discriminante 1. As setas indicam o sentido de aumento dos valores das variáveis abióticas, O₂ (oxigênio), NT (nitrogênio total), PT (fósforo total), NA (nitrogênio amoniacal) e Condutividade.18

Figura 6. Gráfico resultante da análise de correspondência canônica. Apenas o eixo 1 foi significativo e explicou 80,3 % da variância dos dados. Quanto maior a distância da variável abiótica da origem, maior o peso dela para explicar a distribuição das espécies nos pontos amostrados, Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O₂), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrato (NO₃), ortofosfato (PO₄), fósforo total (PT) , vazão e velocidade (veloc.).....20

Capítulo 2

Figura 1. Abundância de larvas de *S. pertinax* e *S. inaequale* nos diferentes dias de amostragem no verão e inverno.....39

Figura 2. Primeiro eixo da análise de correspondência canônica dos dados de verão. Condutividade - Cond., nitrogênio amoniacal - NA, nitrato - NO₃, fósforo total - PT, oxigênio - O₂, velocidade de corrente - Vel., temperatura - Temp., pH, ortofosfato - PO₄ e nitrogênio total - NT.....41

Figura 3. Primeiro eixo da análise de correspondência canônica dos dados de inverno. Condutividade - Cond., nitrogênio amoniacal - NA, nitrato - NO₃, fósforo total - PT, oxigênio - O₂, velocidade de corrente - Vel., temperatura - Temp., pH, ortofosfato - PO₄ e nitrogênio total - NT.....41

Lista de Tabelas

Capítulo 1

- Tabela 1. Correlação entre as variáveis abióticas dos pontos de coletas, Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O_2), alcalinidade (Alcal.), nitrogênio dissolvido (ND), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrito (N- NO_2), nitrato (N- NO_3), ortofosfato (P- PO_4), fósforo dissolvido (PD), fósforo total (PT), vazão e velocidade (veloc.).....12
- Tabela 2. Média e desvio padrão de variáveis abióticas nos pontos de coleta no verão (v) e inverno (i). Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O_2), alcalinidade (Alcal.), nitrogênio dissolvido (ND), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrito (N- NO_2), nitrato (N- NO_3), ortofosfato (P- PO_4), fósforo dissolvido (PD), fósforo total (PT) , vazão e velocidade (veloc.).....14
- Tabela 3. Mediana, valor máximo (Max.) e mínimo (Min.) dos simulídeos por m^2 existentes nos córregos trabalhados.....15
- Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis abióticas e a função discriminante 1. NA (nitrogênio amoniacal), O_2 (oxigênio), NT (nitrogênio total), Cond. (condutividade) e PT (fósforo total).....18
- Tabela 5. Matriz de classificação da primeira função discriminante.....19

Tabela 6. Correlação entre as variáveis abióticas e o eixo 1 (*intraset correlations*, Ter Braak, 1986), Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O₂), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrato (N-NO₃), ortofosfato (P-PO₄), fósforo total (PT), vazão e velocidade.....21

Tabela 7. Posição dos pontos de amostragem em diferentes datas de coletas em relação ao eixo 1 da análise de correspondência canônica, Pau d'algo(P), Boissucanga (B), São Francisco (S), Calhetas (C), Enseada (E); a segunda letra a estação do ano: verão (v) e inverno (i).22

Capítulo 2

Tabela 1. Média e desvio padrão do número de larvas de simulídeos/m² encontrado nos córregos no verão (v) e inverno (i).....37

INTRODUÇÃO GERAL

Em sentido lato, limnologia é o estudo das relações funcionais e de produtividade das comunidades de água doce e do efeito nelas causada pelo seu ambiente, físico, químico e biológico (Wetzel, 1983).

No litoral norte do Estado de São Paulo encontra-se a Serra do Mar constituída de uma cobertura vegetal densa, contendo um grande número de rios e córregos, envolvendo os municípios de Ilha Bela, Caraguatatuba, Ubatuba e São Sebastião. Nela encontra-se vivendo nos ambientes lóticos, diferentes larvas da família Simuliidae classificados como sendo filtradores não seletivos, ingerindo partículas em suspensão na água para sua alimentação (Wallace & Merrit, 1980). Devido a essa característica, determina-se esta fase como sendo a mais suscetível deste inseto para as ações de controle de sua população.

Objetivando tanto reduzir a presença dos simulídeos bem como diminuir o impacto causado nos recursos hídricos pelos métodos utilizados para o controle deste inseto, implantou-se na região, em 1990, o Programa de Controle de Simulídeos pela SUCEN (Superintendência de Controle de Endemias) com a utilização do larvicida biológico a base de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, apresentando alta especificidade, como foi observado por Araújo - Coutinho (1995), atingindo as larvas por meio da sua ingestão.

A importância dos simulídeos adultos é reconhecida, principalmente, pelo fato de constituírem pragas em algumas regiões e vetores de organismos patogênicos como protozoários e filárias (Dellome Filho, 1983). Dos agentes patogênicos transmitidos ao homem, através de suas picadas, o mais importante é a filária *Oncocerca volvulus* causadora da oncocercose ou cegueira dos rios, doença endêmica na África, Ásia (Yêmen) e Américas (Central e do Sul) (OEPA, 1998).

No Brasil, a transmissão ocorre no extremo norte de Roraima (Moraes & Chaves, 1974) e há ocorrência de um caso em Goiás (Gerais & Ribeiro, 1986). Como praga, suas

picadas causam no homem lesões de pele (nódulos e pápulas) acompanhadas de intenso prurido local.

No litoral norte de São Paulo, o crescimento populacional desordenado tem levado ao desmatamento e a ocupação de áreas próximas aos criadouros, ocasionando uma maior exposição do homem ao simulídeo bem como alterando, através do excessivo lançamento de despejos domésticos, as características físico - químicas dos recursos hídricos.

O estudo da biologia dos simulídeos e dos parâmetros físico – químicos dos criadouros é básico para a determinação dos métodos de controle eficazes (Hamada, 1993). Vale lembrar de trabalhos como o de Dellome Filho (1983) que fez considerações sobre os fatores físico - químicos de criadouros de *S. goeldii* na Amazônia Brasileira; de Hamada (1993) com bioecologia sobre piuns como base de controle de Oncocercose e Mansonelose na Amazônia Brasileira e de Araújo - Coutinho *et al.* (2003) em Parati /RJ que estudaram o impacto ambiental de atividade de controle de simulídeo com *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti).

Este trabalho foi desenvolvido em cinco córregos dos Municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, com o objetivo de se conhecer melhor as características de criadouros submetidos a diferentes níveis de impacto antrópico e a influência destes na população de simulídeos. Os resultados obtidos são apresentados em dois capítulos na forma de artigos científicos:

Capítulo 1. Distribuição e abundância de larvas de espécies do gênero *Simulium* em córregos do litoral norte do estado de São Paulo com diferentes níveis de poluição orgânica.

Capítulo 2. Variação temporal da abundância de larvas de espécies do gênero *Simulium* em córregos do litoral norte do estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo - Coutinho, C.J.P.C. (1995). Biological control program against Simuliida in the state of São Paulo, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, RJ, 90 (1):131- 133.
- Araújo - Coutinho, C.J.P.C.; Viviani, A.B.P.; Serra - Freire, N.M. & Mello, R.P. (2003). Evaluation of the Impact of *Bacillus thuringiensis* Serovar israelensis and Temephos, Used for the Control of *Simulium* (Chirostilbia) *pertinax* Kollar, 1832 (Díptera, Simuliidae) on the Associated Entomofauna, Paraty, State of Rio de Janeiro, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, RJ, 98 (5): 697-702, July.
- Dellome Filho, J. (1983). Considerações sobre os fatores físicos - químicos dos criadouros de *Simulium goeldii* Cerqueira & Nunes de Mello, 1967 (Díptera: Simuliidae). Rev. Bras. Entomol. 27: 155-160.
- Gerais, B.B. & Ribeiro, T.C. (1986). Relatos de casos de oncocercose: primeiro caso autóctone da região centro-oeste do Brasil. Ver. Da Soc. Brás. Méd. Trop. 19(2): 105-107.
- Hamada, N. (1993). Abundância de larvas de *Simulium goeldii* (Díptera: Simuliidae) e caracterização do seu habitat em uma floresta de terra firme, na Amazônia Central. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sèr. Zool. 9(2): 203 - 218.
- Moraes, M.A.P. & Chaves, G.M. (1974) Um caso de oncocercose no território de Roraima, Brasil. Vet. Inst. Méd. São Paulo, 16(2): 110-113.
- OEPA (Programa para eliminação da Oncocercose nas Américas), (1998). O que você deve conhecer sobre a oncocercose ou cegueira dos rios. Noti – Oncocercose, Guatemala, 4 pp.
- Wallace, J. & Merrit, R. (1980). Filtering ecology of aquatic insects. Annu. Rev. Entomol. 25: 103-132.
- Wetzel, R.G. (1983). Limnology. Phyladelphia: W. B. Saunders. 743p.

Cap. 1. Distribuição e abundância de larvas de espécies do gênero *Simulium* em córregos do litoral norte do estado de São Paulo com diferentes níveis de poluição orgânica.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição e a abundância de espécies do gênero *Simulium* em 5 córregos do litoral norte paulista, com diferentes níveis de poluição. Larvas de simulídeos e amostras de água de cada córrego foram coletadas quinzenalmente no verão e inverno/2001. Para a amostragem das larvas foram colocados substratos artificiais em triplicata. A cada intervalo de 15 dias as larvas foram retiradas com auxílio de pinças entomológicas, acondicionadas em frascos de vidro com álcool 70% e transportados ao laboratório de simulídeo de Caraguatatuba SUCEN/SP e Oncocercose da FIOCRUZ/RJ para triagem, contagem e identificação. Nos locais da coleta foram obtidos valores de temperatura, oxigênio, condutividade, pH da água e vazão do córrego. No Laboratório de Ecologia Aquática/ UNESP-Rio Claro, as amostras de água foram analisadas, obtendo-se valores de nitrogênio total e dissolvido, N-amoniaco, N-nitrito, N-nitrato, ortofosfato, fósforo total e dissolvido. Pode-se observar que a poluição foi um fator determinante tanto para a distribuição como para a abundância das espécies. *S. pertinax* ocorreu em ambientes mais limpos, *S. inaequale* nos mais poluídos e *S. incrustatum* nos intermediários. A espécie predominante foi *S. pertinax* com 57,5% de presença total nos criadouros, *S. inaequale* com 42,1% e *S. incrustatum* com pouca representatividade, 0,4% de presença nas amostras. Além disso, nos ambientes não poluídos ou pouco poluídos a abundância de larvas foi maior do que nos ambientes mais poluídos.

Palavras Chaves: *Simulium*, larvas, poluição orgânica, córregos.

ABSTRACT

Distribution and abundance of *Simulium* larval species in streams of the north coastal region of the state of São Paulo (Brazil) with different levels of organic pollution.

The aim of this work was to determine the distribution and abundance the species of *Simulium*: in 5 streams of the north coastal region of the state of São Paulo. *Simulium* larval and water samples were collected every 2 weeks in summer and winter/2001. The larval were collected on artificial substrates (triplicate) preserved in alcohol (70%) and after analysed quantitative and qualitative in the laboratories of SUCEN in the municipality of Caraguatatuba/SP and in the Laboratório de Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ/RJ. From the streams the values of temperature, dissolved oxygen, conductivity, pH and stream discharge were measured. The contents of total nitrogen and dissolved nitrogen, ammoniacal nitrogen, nitrate, nitrite, orthophosphate, dissolved phosphorus and total phosphorus were determined in the Laboratório de Ecologia Aquática/ UNESP-Rio Claro. The level of pollution has great influence in the distribution and abundance of the species. *S. pertinax* was more abundant in streams without or with low levels of pollution, *S. inaequale* in streams more polluted and *S. incrustatum* in intermediary levels of pollution. *S. pertinax* was the species more abundant with 57.5% of presence in the samples, the second more abundant was *S. inaequale* with 42.1% of presence and *S. incrustatum* was rare with 0.4% of presence. Ad to that, in no polluted or lower polluted environments, the abundance of larval was higher than that in more polluted environments.

Key Words: *Simulium*, larval, organic pollution, stream.

1. INTRODUÇÃO

Simulídeos são dípteros da família Simuliidae, conhecidos como piuns ou borrachudos, de ampla distribuição ao longo do maciço da Serra do Mar do estado de São Paulo (Viviani & Araújo - Coutinho, 1999a), esta constituída por uma cobertura vegetal densa contendo um grande número de córregos e rios. São insetos holometábolos que têm, como sítio de criação dos imaturos, os ambientes lóticos de águas claras e limpas, com baixo grau de contaminação (Coscarón, 1981).

A oviposição é realizada pelas fêmeas em substratos como galhos, folhas e pedras localizados próximos à superfície da água. A eclosão das larvas inicia-se, normalmente após o terceiro dia da oviposição, podendo este período variar em decorrência do fator temperatura (Viviani & Araújo - Coutinho, 1999b). Fixam-se em locais com grande fluxo de água para a captura de alimento através dos abanos cefálicos, sendo filtradoras não seletivas incluindo na sua alimentação elementos orgânicos, que vão desde algas ou bactérias a restos de outros organismos superiores, quase sempre associados a elementos inorgânicos. Devido à capacidade de metabolizar as mais diversas substâncias, cumprem um importante papel na degradação e síntese de materiais (Coscarón, 1981). Em função desta característica biológica a fase larvária é determinada como alvo para a atividade de controle deste inseto pela aplicação de larvicidas.

Dependendo da espécie, as larvas passam para pupas em torno de 9 a 15 dias e, para o estágio adulto, de 2 a 4 dias (Coscarón, 1981). Os simulídeos adultos vivem em ambiente aéreo: os machos se alimentam de suco vegetal; as fêmeas são hematófagas realizando o repasto sanguíneo logo após a emergência. Dependendo da espécie as fêmeas apresentam hábitos antropofílicos ou zoofílicos.

Os borrachudos são reconhecidos, principalmente, pelo incômodo de sua presença causado pelas reações e lesões secundárias associadas as suas picadas e pela transmissão de

agentes patogênicos ao homem (Crosskey, 1990). Entretanto estudos relacionados aos simúldeos no Brasil são escassos, principalmente quando se referem a espécies incriminadas como vetores. Vale salientar o trabalho realizado por Gomes & Py - Daniel (2002) os quais relataram as características físico-químicas de dois criadouros de larvas de *Thyrsopelma guianenses* da Amazônia Brasileira. Dellome Filho (1983) aborda os aspectos físicos - químicos dos criadouros de *Simulium goeldii* na região amazônica e Araújo - Coutinho (1993) verificou a abundância sazonal de formas imaturas de *S. pertinax* em Paraty, RJ.

No litoral norte de São Paulo, sua presença é considerada um problema de saúde pública, embora não haja transmissão de patógenos. O conhecimento sobre sua ecologia, tais como abundância e distribuição dos imaturos é necessário para uma melhor adequação da metodologia dos programas de controle (Viviani & Araújo - Coutinho, 1999b).

Este trabalho teve como objetivo determinar a distribuição e abundância de espécies de simúldeos em córregos com diferentes níveis de poluição no litoral norte paulista.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em dois municípios do litoral norte do estado de São Paulo, Caraguatatuba (23°37'18,12"S, 45°24'38,96"O) com cerca de 70.000 habitantes fixos e São Sebastião (23°21'20"S, 45°21'00"O) localizado a 27 km de Caraguatatuba, com aproximadamente 57.000 habitantes fixos. A principal atividade econômica da região é o turismo, especialmente nos meses de verão, quando a população dos dois municípios aumenta em até quatro vezes.

O clima da região é classificado como tropical quente e úmido, com temperatura média anual em torno de 20 °C e pluviosidade bastante elevada, variando de 1.600 a 3.000 mm/ano. O verão (dezembro a março) é conhecido como estação chuvosa e o índice

pluviométrico médio no período estudado foi de 202,4 mm nos meses de dezembro/2000 a fevereiro/2001 e de 41,50 mm no inverno (junho a agosto/2001) (IPT, 2001). A região possui grande quantidade de pequenos cursos d'água com nascentes na Serra do Mar e que formam pequenas bacias hidrográficas que deságuam no Oceano Atlântico.

O trabalho foi desenvolvido em cinco diferentes córregos. Em Caraguatatuba o córrego escolhido foi o “Pau d'alho” (23°38'36”S, 45°31'08”O) situado no bairro Jardim Britânia, a 3 km do centro da cidade. No município de São Sebastião foram escolhidos os córregos “Boissucanga” (23°47'01”S, 45°36'56”O) no bairro Boissucanga, a 35 km do centro; o “São Francisco” (23°45'36”S, 45°24'44”O), situado no bairro São Francisco, a 2 km do centro; o “Calhetas” (23°49'33”S, 45°31'08”O) no bairro Calhetas, a 30 km do centro e o “Enseada” (23°44'06”S, 45°25'54”O), situado no bairro da “Enseada”, a 7 km do centro. Esses córregos foram selecionados por caracterizarem criadouros de larvas de simuliídeos em locais que recebem dejetos orgânicos em maior ou menor proporção, provenientes de moradias próximas às suas margens, com exceção do córrego Pau d'alho, que está situado em uma área bem preservada de uma fazenda de gado de leite e corte, sem a presença de residências.

2.2 Variáveis limnológicas e coleta de larvas de simuliídeos

As amostras foram coletadas em intervalos quinzenais no verão (dezembro/2000 a fevereiro/2001) e no inverno (junho a agosto/2001) totalizando 150 amostras.

Para a obtenção das larvas de simuliídeos foi colocado substrato artificial em cada córrego em triplicata, consistindo este de uma placa de fibra de vidro de 0,20 X 0,30 m (Araújo - Coutinho *et al.*, 2003) adaptada do modelo utilizado por Lewis & Bennett (1974), disposta submersa em local de água corrente, presa à margem com auxílio de arame galvanizado.

Em intervalos quinzenais, as larvas foram removidas do substrato com pinça entomológica e acondicionadas em frascos de vidro de 10 ml contendo álcool a 70 %, etiquetados com as datas de coleta e identificação do córrego. Após a remoção das larvas, o substrato foi recolocado no mesmo local para nova colonização. As amostras foram transportadas ao Laboratório de Simulídeos de Caraguatatuba/SUCEN para triagem e contagem e ao Laboratório de Referência Nacional em Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ/RJ para identificação.

Nos locais das coletas das larvas de simulídeos foram obtidos os valores de temperatura da água - temp. (°C), utilizando-se um termômetro digital HORIBA; potencial hidrogeniônico - pH, utilizando-se um aparelho portátil digital – MP120 – pH METTER; oxigênio dissolvido - O₂ (mg.L⁻¹) por meio de um medidor de oxigênio marca HORIBA modelo OM 12-2; condutividade elétrica - Cond. (µS.cm⁻¹) com um aparelho digital Conductivity Mettler Toledo MC 126. A alcalinidade - Alcal. (mg.L⁻¹) foi obtida por titulação (Mackereth *et al.*, 1978). A velocidade de corrente da água (m/s) foi obtida com 10 repetições por meio de um flutuador e cronômetro. A profundidade (m) do local foi medida com o auxílio de uma baliza milimetrada e a largura e comprimento do trecho do córrego (m) com o auxílio de uma trena. A vazão (m³/min) foi calculada utilizando-se os valores de comprimento, largura, profundidade e velocidade de corrente.

Amostras de água foram coletadas em triplicata, em frascos de polietileno de 500 ml na superfície dos pontos de coleta e etiquetadas como não filtrada com a especificação da localidade. Estes foram colocados em caixa de isopor contendo gelo para o transporte ao Laboratório de Simulídeos de Caraguatatuba. No mesmo dia procedeu-se à filtração de 200 ml destas amostras, por meio de microfiltro de fibra de vidro de 47 nm de diâmetro de poro sob vácuo, sendo posteriormente os frascos resultantes etiquetados como filtrada e congelados em freezer para posterior determinação das variáveis químicas no Laboratório de Ecologia

Aquática (Depto.de Ecologia/IBRC, Unesp).

Das amostras de água filtrada foram obtidas as concentrações de nitrogênio orgânico dissolvido - ND (mg.L^{-1}) determinado pelo método Kjeldahl conforme descrito em Mackereth *et al.* (1978); nitrogênio amoniacal - NA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) pelo método descrito em Koroleff (1976); fósforo dissolvido - PD ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e ortofosfato - P- PO_4 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) segundo Golterman *et al.* (1978); N-nitrato - N- NO_3 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e N-nitrito - N- NO_2 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) segundo o método descrito por Strickland & Parsons (1960).

As amostras de água não filtradas foram utilizadas para a obtenção das concentrações de nitrogênio total - NT (mg.L^{-1}) pelo método Kjeldahl descrito em Mackereth *et al.* (1978) e fósforo total - PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$) determinado pelo método de Golterman *et al.* (1978).

2.3 Análise dos Resultados

A análise dos resultados foi realizada em duas etapas. Na primeira, os dados foram submetidos a uma análise exploratória a fim de evidenciar a estrutura dos dados através de:

- a) matriz de correlação entre as variáveis abióticas;
- b) variabilidade dos dados descrita através da análise de componentes principais (Hair *et al.*, 1998);
- c) abundância das diferentes espécies de simulídeos nos córregos foram apresentados em gráficos de barra e em setogramas produzidos segundo Sokal & Rohlf (1995).

Na segunda etapa, foram aplicadas as seguintes análises:

- a) análise discriminante *stepwise* para determinar os parâmetros da água relacionados com a presença ou ausência dos simulídeos (Hair *et al.*, 1998);
- b) análise de correspondência canônica para determinar os fatores abióticos correlacionados com a abundância das espécies de simulídeos (Ter Braak, 1986).

3. RESULTADOS

3.1 Análise Exploratória

A análise exploratória buscou caracterizar os pontos de coleta quanto às variáveis ambientais e biológicas. A matriz de correlação entre as variáveis mostrou que a condutividade e a alcalinidade ($R= 0,97$) foram altamente correlacionadas, correlação maior em valor absoluto maior que 0,90, da mesma forma ocorreu com o nitrogênio total e o nitrogênio dissolvido ($R= 0,96$), o fósforo total e o fósforo dissolvido total ($R= 0,98$) (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação entre as variáveis abióticas dos pontos de coletas, Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O₂), alcalinidade (Alcal.), nitrogênio dissolvido (ND), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrito (N-NO₂), nitrato (N-NO₃), ortofosfato (P-PO₄), fósforo dissolvido (PD), fósforo total (PT), vazão e velocidade (veloc.).

	Temp.(°C)	pH	Cond.	O ₂	Alcal.	ND	NT	NA	N-NO ₂	N-NO ₃	P-PO ₄	PD	PT	Vazão
pH	0,28													
Cond. (µS.cm ⁻¹)	-0,06	0,27												
O ₂ (mg.L ⁻¹)	0,20	0,00	-0,65											
Alcal (mg/ L ⁻¹)	0,04	0,34	0,97	-0,62										
ND (mg.L ⁻¹)	-0,17	0,11	0,83	-0,65	0,83									
NT (mg.L ⁻¹)	-0,13	0,12	0,88	-0,65	0,88	0,96								
NA (µg.L ⁻¹)	0,28	0,20	0,61	-0,46	0,67	0,59	0,63							
N-NO ₂ (µg.L ⁻¹)	0,13	0,18	0,78	-0,59	0,80	0,77	0,81	0,87						
N-NO ₃ (µg.L ⁻¹)	0,22	0,15	0,53	-0,42	0,53	0,49	0,52	0,47	0,64					
P-PO ₄ (µg. ⁻¹)	-0,06	0,11	0,71	-0,52	0,78	0,68	0,71	0,62	0,63	0,25				
PD (µg.L ⁻¹)	0,10	0,24	0,74	-0,54	0,79	0,65	0,67	0,67	0,72	0,42	0,84			
PT (µg.L ⁻¹)	0,10	0,22	0,74	-0,54	0,80	0,67	0,69	0,68	0,73	0,41	0,84	0,98		
Vazão (m ³ /min)	0,49	0,08	-0,28	0,34	-0,17	-0,18	-0,15	0,04	-0,01	-0,02	-0,15	-0,16	-0,16	
Veloc. (m/s)	0,25	-0,10	-0,04	-0,07	0,05	-0,10	-0,01	0,33	0,13	-0,13	0,27	0,13	0,15	0,47

A análise de componentes principais mostrou que o córrego Pau d'alto foi o menos poluído com uma menor concentração de nutrientes (nitrogênio dissolvido, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, ortofosfato, fósforo dissolvido, fósforo total), menor alcalinidade e condutividade, e maior concentração de oxigênio dissolvido. O córrego São Francisco é mais poluído que os demais devido aos maiores valores de concentração de nutrientes, maior alcalinidade e condutividade, e menor concentração de oxigênio dissolvido. Os demais córregos apresentaram características intermediárias a estes dois (Figura 1).

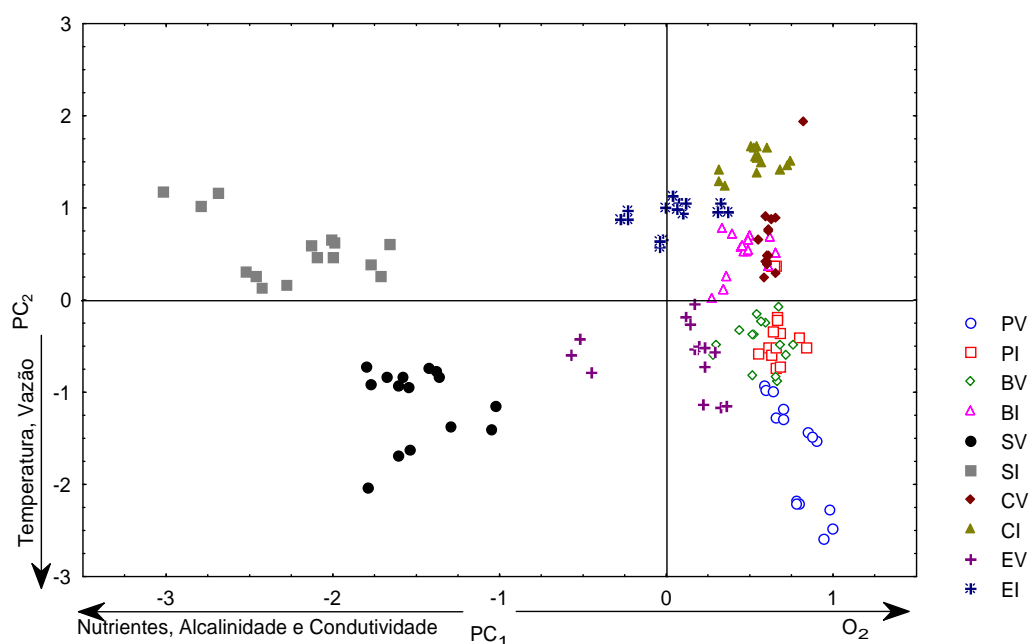


Figura 1. Ordenação dos córregos estudados em diferentes datas de coleta em função dos componentes principais (PC1 e PC2). As setas indicam o aumento do valor das variáveis abióticas. Pau d'alto (P), Boissucanga (B), São Francisco (S), Calhetas (C), Enseada (E); verão (V) e inverno (I); Nutrientes: ND (mg.L^{-1}), NT (mg.L^{-1}), NA ($\mu\text{g.L}^{-1}$), N-NO₂ ($\mu\text{g.L}^{-1}$), P-PO₄ ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PD ($\mu\text{g.L}^{-1}$), PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$). PC1 explica 53,4 % da variância dos dados e PC2, 14,2 %.

A Tabela 2 apresenta os valores médios e o desvio padrão das variáveis abióticas nos pontos de coleta no verão e no inverno.

Tabela 2. Média e desvio padrão de variáveis abióticas nos pontos de coleta no verão (v) e inverno (i). Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O₂), alcalinidade (Alcal.), nitrogênio dissolvido (ND), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrito (N-NO₂), nitrato (N-NO₃), ortofosfato (P-PO₄), fósforo dissolvido (PD), fósforo total (PT), vazão e velocidade (veloc.).

	Temp. (°C)		pH		Cond. ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)		O ₂ (mg.L^{-1})		Alcal (mg.L^{-1})		ND (mg.L^{-1})		NT (mg.L^{-1})	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Pau d'alho - v	26,8	2,0	6,9	0,2	356,3	42,7	5,3	1,5	0,2	0,02	0,2	0,03	0,4	0,1
Pau d'alho - i	23,1	1,4	7,0	0,1	383,4	34,5	4,9	0,5	0,2	0,02	0,3	0,10	0,4	0,1
Boissucanga - v	24,7	1,2	6,9	0,1	501,0	58,6	4,8	0,7	0,2	0,01	0,3	0,06	0,3	0,1
Boissucanga - i	20,0	1,6	7,0	0,2	524,2	58,6	4,6	0,6	0,2	0,01	0,6	0,22	0,5	0,2
São Francisco - v	26,6	1,3	7,1	0,1	1495,4	151,4	3,5	0,8	0,9	0,11	1,1	0,21	1,4	0,2
São Francisco - i	21,3	1,5	6,9	0,1	2304,6	303,5	2,5	0,4	1,3	0,17	1,7	0,40	2,2	0,4
Calhetas - v	24,1	1,0	6,4	0,5	540,6	73,9	4,3	0,5	0,2	0,04	0,2	0,03	0,4	0,1
Calhetas - i	19,3	1,3	6,4	0,2	600,8	92,5	4,1	0,4	0,2	0,02	0,5	0,16	0,6	0,2
Enseada - v	26,1	1,3	7,4	0,1	1122,7	130,5	4,6	0,9	0,6	0,02	0,2	0,04	0,4	0,1
Enseada - i	20,1	1,2	7,0	0,1	1249,7	99,1	4,2	0,4	0,6	0,03	0,6	0,22	0,8	0,3

	NA ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		N-NO ₂ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		N-NO ₃ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		P-PO ₄ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		PD ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		Vazão (m^3/min)		Veloc. (m/s)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Pau d'alho - v	23,2	15,2	5,8	1,3	66,6	29,9	5,0	0,1	7,9	4,4	15,2	9,1	8,4	2,2	0,5	0,07
Pau d'alho - i	5,0	0,0	5,2	0,4	27,5	17,6	6,7	2,0	13,6	5,8	21,0	6,7	2,7	0,8	0,3	0,04
Boissucanga - v	37,1	16,1	8,6	3,4	148,3	149,3	5,3	0,7	19,8	4,5	28,6	7,7	2,0	0,3	0,3	0,07
Boissucanga - i	7,6	6,4	5,8	1,3	52,6	22,5	12,7	7,8	35,7	21,4	47,1	25,9	0,7	0,5	0,3	0,10
São Francisco - v	224,5	60,3	149,0	33,8	276,8	198,6	106,5	78,9	226,9	44,4	268,2	58,6	2,6	1,0	0,4	0,07
São Francisco - i	130,8	74,6	135,5	33,0	284,1	151,2	208,2	126,1	264,3	142,1	308,3	159,7	1,1	0,5	0,4	0,14
Calhetas - v	24,8	17,9	8,6	3,2	100,1	67,1	7,1	3,2	22,6	5,6	46,9	15,2	0,5	0,1	0,4	0,06
Calhetas - i	5,0	0,0	5,2	0,5	32,7	22,3	20,3	15,4	39,2	28,3	45,8	27,4	0,4	0,2	0,3	0,06
Enseada - v	25,4	20,2	10,5	4,0	130,7	51,1	22,8	18,5	111,6	131,9	123,8	140,4	1,0	0,3	0,3	0,05
Enseada - i	5,3	0,5	7,0	2,1	40,3	13,7	39,9	25,8	64,3	32,0	80,1	39,0	0,4	0,1	0,3	0,05

A abundância das espécies/m² de simuliídeos nos córregos foi demonstrada na Tabela 3 com valores da mediana, valor máximo e mínimo encontrados.

Tabela 3. Mediana, valor máximo (Max.) e mínimo (Min.) dos simuliídeos/ m² existentes nos córregos trabalhados .

	<i>S. pertinax</i>			<i>S. incrustatum</i>			<i>S. inaequale</i>		
	Mediana	Max.	Min.	Mediana	Max.	Min.	Mediana	Max.	Min.
Pau d'algo	1458	34983	0	0	500	0	0	0	0
Boissucanga	0	183	0	0	0	0	183	2600	0
São Francisco	0	0	0	0	0	0	0	400	0
Calhetas	0	933	0	0	250	0	1483	11117	0
Enseada	0	10100	0	0	67	0	475	10467	0

A Figura 2 mostra a proporção relativa das três espécies/m² em todos os locais de coleta, sendo a espécie mais presente o *S. pertinax*, logo após o *S. inaequale* e por fim o *S. incrustatum* com pouca representatividade.

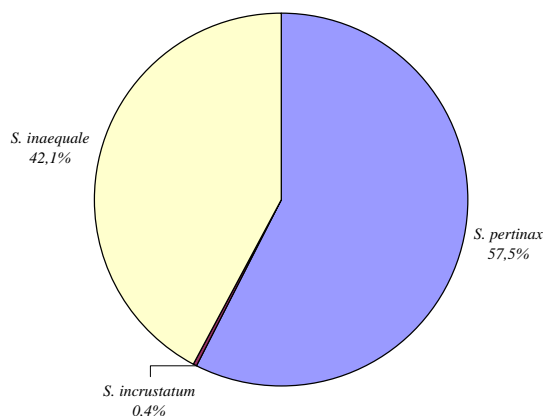


Figura 2. Proporção relativa das espécies/m² de simuliídeos coletados em todos os locais de coleta.

A Figura 3 mostra a proporção relativa das três espécies/m² nos cinco locais de coleta, observa-se que *S. pertinax* foi a espécie mais abundante no córrego Pau d'alto, enquanto que *S. inaequale* teve mais representatividade nos demais córregos. Já o *S. incrustatum* teve pouca representatividade.

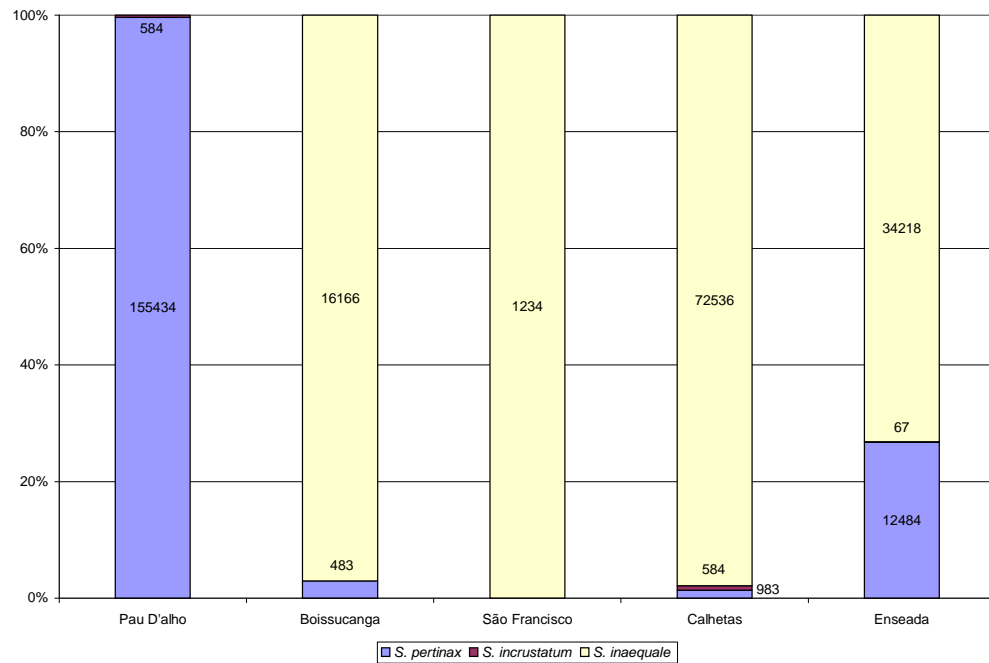


Figura 3. Proporção de espécies de simuliídeos/m² coletados nos diferentes pontos de amostragem. Os números correspondem à quantidade de indivíduos/ m² de cada espécie nos córregos.

Em relação à presença e ausência de simuliídeos nos substratos, observou-se que o córrego São Francisco apresentou 70% dos substratos sem larvas. Nos demais córregos, 77 a 97% dos substratos apresentaram larvas de simuliídeos (Figura 4).

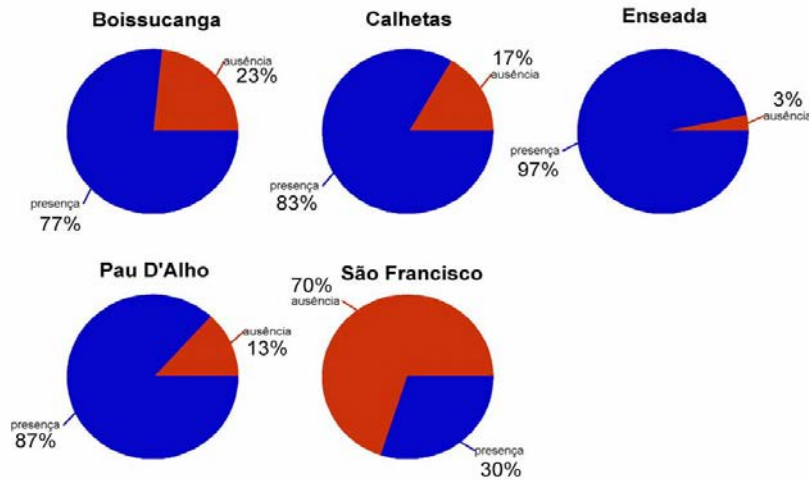


Figura 4. Proporção de substratos com ou sem simulídeos nos diferentes córregos.

3.2 Análise Discriminante

A análise discriminante foi altamente significativa (distância de Mahalanobis² = 2,4; $F_{(6;143)}=10,6$; $p<0,001$), demonstrando que a presença ou ausência dos simulídeos esteve relacionada com as variáveis abióticas. Apenas a primeira função discriminante foi significativa na separação dos pontos com ou sem simulídeos ($R=0,56$; $\chi^2_{(6)}=53,6$; $p<0,001$), isto é, as variáveis abióticas associadas com a primeira função discriminante explicam a presença ou ausência dos simulídeos. Estas variáveis foram, nitrogênio amoniacal, oxigênio, nitrogênio total, condutividade e fósforo total (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis abióticas e a função discriminante 1. NA (nitrogênio amoniacal), O₂ (oxigênio), NT (nitrogênio total), Cond. (condutividade) e PT (fósforo total).

Correlação	
Variável Abiótica	Função Discriminante 1
NA (µg.L ⁻¹)	-0,801
O ₂ (mg.L ⁻¹)	0,576
NT (mg.L ⁻¹)	-0,688
Cond. (µS.cm ⁻¹)	-0,544
PT (µg.L ⁻¹)	-0,702

As variáveis pH, N-NO₃, P-PO₄, vazão e velocidade de corrente não foram significativas para explicar a presença ou ausência das larvas de simulídeos. As coletas com presença e ausência de simulídeos, em relação à função discriminante 1, são apresentadas na Figura 5.

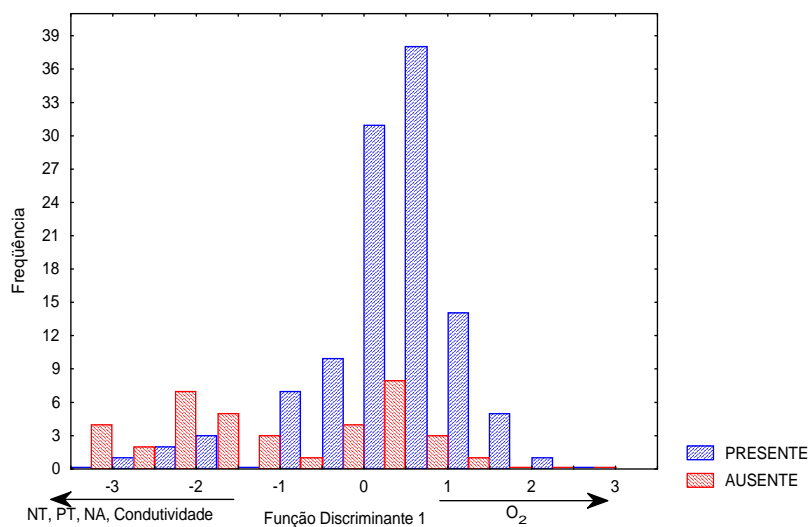


Figura 5. Histograma das amostras com presença e ausência de simulídeos em relação à função discriminante 1. As setas indicam o sentido de aumento dos valores das variáveis abióticas, O₂ (oxigênio), NT (nitrogênio total), PT (fósforo total), NA (nitrogênio amoniacal)

e Condutividade.

Verifica-se que os pontos com presença de simúlídeos estão concentrados à direita do gráfico onde a concentração de O₂ é maior e de nutrientes (nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, fósforo total) é menor, ou seja, em águas menos poluídas. A matriz de classificação é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Matriz de classificação da primeira função discriminante.

Larvas de simúlídeo	Total de Amostras	Classificação da F. Discriminante		% Correta
		Acerto	Erro	
Ausente	38	21	17	55,3
Presente	112	106	6	94,6

A primeira função discriminante calculada classifica corretamente 55,3% dos pontos com ausência de simúlídeos e 94,6% dos pontos com presença de simúlídeos, mostrando que as variáveis abióticas analisadas prevêm muito melhor a presença dos simúlídeos. A matriz de classificação mostrou que o modelo estatístico se ajustou melhor aos dados de presença do que os dados de ausência de larvas de simúlídeos.

3.3 Análise de Correspondência Canônica (CCA).

Os resultados da análise de correspondência canônica demonstrou que houve um padrão de distribuição das espécies de simúlídeos em relação às características da água. O primeiro par de eixos canônicos explicou 80,3% da variância dos dados, sendo suficiente para analisar a estrutura da comunidade de simúlídeos encontrados nos córregos.

A Figura 6 mostra a distribuição das espécies de simúlídeos em função dos gradientes ambientais. *S. pertinax* ocorreu com maior abundância em ambientes com maior

vazão, temperatura, oxigênio e pH, enquanto que *S. inaequale* foi mais abundante em ambientes com maior condutividade. *S. incrustatum* foi uma espécie rara que ocorreu em maior abundância em ambientes intermediários em relação ao nível de poluição.

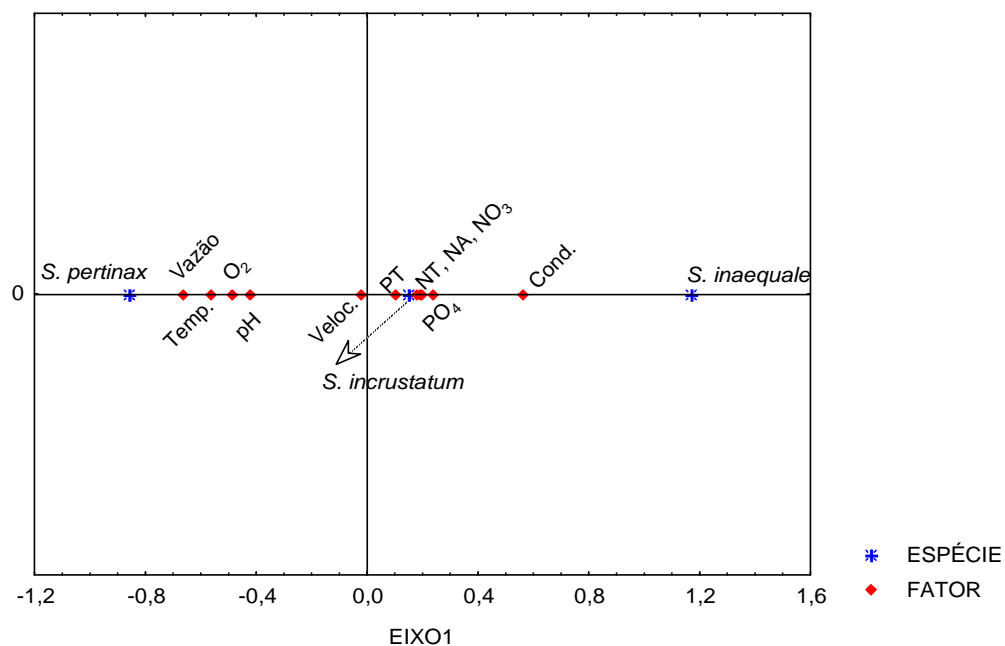


Figura 6. Gráfico resultante da análise de correspondência canônica. Apenas o eixo 1 foi significativo e explicou 80,3 % da variância dos dados. Quanto maior à distância da variável abiótica da origem, maior o peso dela para explicar a distribuição das espécies nos pontos amostrados, Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O₂), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrato (NO₃), ortofosfato (PO₄), fósforo total (PT), vazão e velocidade (veloc.).

A correlação *intraset* entre as variáveis ambientais e o eixo 1 é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Correlação entre as variáveis abióticas e o eixo 1 (*intraset correlations*, Ter Braak, 1986). Temperatura (Temp), pH, condutividade (cond), oxigênio (O₂), nitrogênio total (NT), nitrogênio amoniacal (NA), nitrato (N-NO₃), ortofosfato (P-PO₄), fósforo total (PT), vazão e velocidade.

Correlação	
Variável Abiótica	Eixo 1
Temp (°C)	-0,557
pH	-0,442
Cond . ((μS.cm ⁻¹)	0,639
O ₂ (mg.L ⁻¹)	-0,478
NT (mg.L ⁻¹)	0,222
NA (μg.L ⁻¹)	0,203
N-NO ₃ (μg.L ⁻¹)	0,217
P-PO ₄ (μg.L ⁻¹)	0,272
PT (μg.L ⁻¹)	0,116
Vazão (m ³ /min)	-0,755
Velocidade (m/s)	-0,023

As correlações destacadas em negrito contribuíram com maior peso para distinção das espécies nos locais coletados. Pode-se afirmar que *S. pertinax* tendeu a ocorrer com maior abundância em ambientes menos poluídos, enquanto que *S. inaequale* em ambientes mais poluídos.

A ordenação dos pontos de amostragem em relação aos mesmos gradientes ambientais representados pelo eixo 1 é apresentada na Tabela 7, sendo os locais amostrados ordenados dos menos poluídos para os mais poluídos.

Tabela 7. Posição dos pontos de amostragem em diferentes datas de coletas em relação ao eixo 1 da análise de correspondência canônica, Pau d’alho (P), Boissucanga (B), São Francisco (S), Calhetas (C), Enseada (E); a segunda letra a estação do ano: verão (v) e inverno (i).

Local	Eixo1	Local	Eixo1	Local	Eixo1
Pv	-1,3	Bi	0,0	Ei	0,9
Pv	-1,3	Bv	0,0	Ei	0,9
Pv	-1,1	Bi	0,0	Ev	0,9
Pv	-1,1	Bi	0,1	Ev	0,9
Pv	-1,1	Bi	0,2	Cv	0,9
Pv	-1,1	Bi	0,2	Cv	0,9
Pv	-1,0	Bi	0,2	Ci	1,0
Pi	-1,0	Bi	0,2	Ei	1,0
Pi	-1,0	Bi	0,3	Cv	1,0
Pv	-0,9	Bi	0,3	Ei	1,0
Pv	-0,9	Ev	0,3	Ev	1,0
Pi	-0,9	Bv	0,4	Sv	1,0
Pi	-0,9	Bv	0,5	Ci	1,0
Pi	-0,9	Ev	0,5	Ev	1,0
Pv	-0,8	Cv	0,5	Cv	1,0
Pv	-0,7	Ci	0,6	Ei	1,1
Bi	-0,7	Cv	0,6	Ci	1,1
Ev	-0,6	Bv	0,6	Ei	1,1
Bi	-0,6	Ev	0,6	Ev	1,1
Pi	-0,5	Ev	0,6	Ei	1,1
Ev	-0,5	Ci	0,7	Ei	1,2
Pi	-0,5	Ci	0,7	Ci	1,2
Pi	-0,5	Bv	0,7	Cv	1,2
Pi	-0,5	Cv	0,7	Ei	1,2
Pv	-0,5	Ci	0,7	Ei	1,4
Pi	-0,4	Ei	0,8	Ei	1,5
Bi	-0,4	Ev	0,8	Sv	1,6
Pi	-0,4	Ci	0,8	Ei	1,6
Bi	-0,3	Ci	0,8	Sv	1,6
Bi	-0,3	Ei	0,8	Sv	1,7
Pi	-0,2	Ei	0,8	Cv	1,8
Pi	-0,2	Cv	0,8	Sv	2,7
Ev	-0,1	Ev	0,8	Si	2,9
Pi	-0,1	Ci	0,8	Si	3,0
Bv	-0,1	Cv	0,9	Si	3,3
Bv	-0,1	Ci	0,9	Si	3,5
Bv	0,0	Cv	0,9		

O córrego Pau d'alto foi o menos poluído, conforme os valores de *scores* (*posição* do ponto ao longo do eixo que pode ser interpretado em relação às variáveis ambientais), enquanto que o córrego São Francisco foi o mais poluído. Os demais córregos foram intermediários a estes dois. Quanto maior o valor no eixo 1 do ponto amostrado, mais à direita se localizaria no gráfico da Figura 6, caso fosse plotado, e maior seria o nível de poluição.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram as diferenças das características abióticas dos locais de amostragem. O córrego Pau d'alto pode ser classificado como menos poluído pois apresentou maiores concentrações de oxigênio e menores de nutrientes. Por outro lado, o córrego São Francisco apresentou características de ambiente eutrofizado artificialmente. Os córregos Enseada, Boissucanga e Calhetas podem ser classificados como córregos com níveis intermediários de poluição orgânica.

A eutrofização artificial das águas continentais está diretamente relacionada com o aumento da população humana, da industrialização, do uso de fertilizantes químicos na agricultura e com a produção, desde 1945, de produtos de limpeza contendo compostos polifosfatados (Esteves, 1998). Para justificar essas diferenças entre os córregos levou-se em conta a sua localização. O córrego Pau d'alto situa-se dentro de uma fazenda, não recebendo influência de dejetos orgânicos provenientes de residências. Por outro lado, o córrego São Francisco localiza-se em um bairro com elevada densidade populacional e com residências construídas às suas margens, sendo submetido diariamente ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento prévio. Os córregos com níveis intermediários de poluição encontram-se em locais com menor densidade populacional e poucas moradias.

Os resultados da análise de correspondência canônica mostraram a correlação dos fatores: temperatura, condutividade, oxigênio e vazão com a distribuição, dessa forma houve

uma relação positiva entre a distribuição de *S. pertinax* e maiores valores de oxigênio, vazão, pH e temperatura, e menores valores de condutividade, sendo o contrário apresentado para *S. inaequale*, demonstrando que a primeira espécie citada tem preferência a águas limpas ao contrário da segunda espécie. Já o *S. incrustatum* foi encontrado em níveis de poluição intermediária. Autores como Gordon & Cupp (1980) em estudo com *S. vernustum*, observaram ausência de correlação entre a abundância de larvas e as concentrações de oxigênio. Chutter (1968) também não observou correlação para temperatura e oxigênio no sul da África com população de simúldeos.

Apesar da velocidade de corrente não apresentar correlação com a distribuição neste trabalho, é uma variável importante para o desenvolvimento dos simúldeos, visto que condiciona a oferta alimentar (Peterson, 1956). A ausência de correlação entre a abundância de larvas e a variável velocidade de corrente, foi também observada no sul da África por Chutter (1968).

Como as diferentes espécies de simúldeos têm provavelmente limites ótimos distintos de sobrevivência, os valores além desses limites que permitem o seu desenvolvimento devem ser melhor estabelecidos para se determinar os tipos de criadouros prováveis para cada espécie.

Infere-se que o nível de poluição seja o fator mais importante para a determinação da abundância das espécies nos diferentes criadouros. Verificou-se que *S. pertinax* apresentou maior densidade em águas limpas como no Pau d'álho, mas foi encontrado também nos córregos com níveis intermediários de poluição, embora em menor quantidade, e totalmente ausente no São Francisco, demonstrando, assim, que é uma espécie preferencialmente de águas mais limpas. O *S. incrustatum* ocorreu em proporção semelhante nos córregos Pau d'álho e Calhetas, em menor número no Enseada e foi totalmente ausente no S. Francisco, evidenciando que esta espécie prefere ambientes com níveis intermediários de poluição. *S.*

inaequale ocorreu em maior densidade nos córregos com níveis intermediários de poluição, com grande densidade no Calhetas, mas também esteve presente no São Francisco e foi totalmente ausente no Pau d'alto. Apesar desta última espécie apresentar preferência pelos córregos com características distintas ao habitado por *S. pertinax*, os dados sugerem que toleram águas poluídas, podendo sobreviver, embora em baixa densidade, em águas com alto grau de poluição como no córrego S. Francisco.

Araújo - Coutinho (1993) relatou que um dos fatores abióticos que possivelmente tem maior influência nos imaturos de *S. pertinax* é a poluição. Castex *et al.* (1988), estudando a distribuição de larvas de *Simulium quadrivittatum* em ambientes com diferentes níveis de poluição em Cuba, observaram o desenvolvimento destas em criadouros sem contaminação orgânica, em menor densidade em águas ligeiramente contaminadas e ausentes quando os níveis de poluição foram elevados, sendo os resultados semelhantes aos observados no presente trabalho em relação a *S. pertinax*. A poluição provoca o enriquecimento do ambiente com conseqüente aumento da quantidade de alimento, favorecendo o crescimento de larvas de simúlídeos, contudo a disponibilidade de alimento não é o único fator que governa sua abundância, em níveis maiores de poluição, outras variáveis, como concentração de oxigênio, podem desfavorecê-las.

Carlsson (1962), em trabalho experimental, observou que larvas de simúlídeos são capazes de tolerar grandes variações nos níveis de oxigênio, ao contrário dos relatados por Wu (1930), Grenier (1953), que demonstraram que menores concentrações de oxigênio dissolvido podem exercer efeito negativo na população de larvas de simúlídeos. Os resultados obtidos no presente estudo também evidenciaram menor abundância de larvas no córrego S. Francisco em concentrações de oxigênio dissolvido entre 2,5-3,5 mg.L⁻¹ e maior abundância no córrego Pau d'alto com valores de oxigênio entre 4,9-5,3 mg.L⁻¹.

No presente trabalho obteve-se diferenças na proporção das espécies, sendo *S.*

pertinax encontrada em maior proporção em relação a todos os córregos, *S. inaequale* apresentou como a segunda mais abundante e *S. incrustatum* a menor proporção encontrada.

Os valores obtidos neste estudo não podem ser considerados como limites absolutos, contudo nos mostram indicações das condições que são igualmente requisitos para se tentar uma estabilidade dessas larvas em cultura no laboratório. Além disso, as características ecológicas dos habitats em que se encontram as espécies podem ser úteis para se prever a distribuição das espécies nos sítios de criação visando uma melhor adequação das metodologias de controle.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos concluí-se que:

- As diferenças nos níveis de poluição dos criadouros influenciaram na distribuição e abundância das espécies de simuliídeos.
- *S. pertinax*, *S. incrustatum* e *S. inaequale*, possuem tolerância diferente aos níveis de poluição. *S. inaequale* é mais tolerante a águas poluídas, pois pode sobreviver, embora em baixa densidade, em águas com alto nível de poluição como o encontrado no S. Francisco. Apesar dessa diferença na preferência a maior abundância e frequência de ocorrência foi em ambientes com maiores concentrações de oxigênio e menores de nutrientes, indicando que estes ambientes são criadouros mais importantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Técnicos Carlos Fernandes Sanches/UNESP e Paulo Frugoli dos Santos/SUCEN pela assistência no campo e no laboratório. Ao agrônomo Roberto Leung pelo auxílio na parte estatística, a bióloga Ana Carolina dos Santos Valente do laboratório de Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ, pela identificação dos exemplares de

simulídeos. Ao Prof. Dr. Marcos Aparecido Pizzano e Dra. Ana Eliza Baccarin Leonardo pelas sugestões.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo - Coutinho, C.J.P.C. (1993). Abundância sazonal da população de formas imaturas de *Simulium pertinax* Kollar, 1832 (Díptera: Simuliidae) e da Entomofauna associada, no município de Paraty, RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado. 81 pp.
- Araújo - Coutinho, C.J.P.C.; Viviani, AB.P.; Serra - Freire, N.M. & Mello, R.P. (2003). Evaluation of the Impact of *Bacillus thuringiensis* Serovar israelensis and Temephos, Used for the Control of *Simulium* (Chirostilbia) *pertinax* Kollar, 1832 (Díptera, Simuliidae) on the Associated Entomofauna, Paraty, State of Rio de Janeiro, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 98(5): 697-702, July.
- Carlsson, G. (1962). Studies on Scandinavian black flies (Fam. Simuliidae Latr.). Opus. Entomol. Suppl. 21: 1-279.
- Castex, M.; Fuentes, O. & Marquest, M.C. (1988). Algunas observaciones sobre los sitios de cria Del *simulium quadrivittatum* loew, 1862 (Díptera: Simuliidae) en isla de la juventud. Rev. Cubana Méd. Trop. 40(3): 60-67.
- Chutter, F.M. (1968). On the ecology of the fauna of stone in the current in a South African river supporting a very large *simulium* population. J. Appl. Ecol. 5: 531-561.
- Coscarón, S. (1981). Insecta Díptera Simuliidae. Fascículo 1. Fauna de agua dulce de la Republica Argentina. FECIC, Buenos Aires. 151 pp.
- Crosskey, R.W. (1990). The history of blackflies. Chichester, Wiley, 711 pp.
- Dellome Filho, J. (1983). Considerações sobre os fatores físicos - químicos dos criadouros de *Simulium goeldii* Cerqueira & Nunes de Mello, 1967 (Díptera: Simuliidae). Rev.

- Bras. Entomol. 27: 155-160.
- Esteves, F.A. (1998). Fundamentos de limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 602 pp.
- Golterman, H.L.; Climo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. (1978). Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. 2nd ed. Oxford: IBP, 213 pp.
- Gomes, S.A.G. & Py - Daniel, V. (2002). Caracterização físico - química de dois criadouros de larvas de *Thyrsopelma guianense* (Wise, 1911) (Díptera, Culicomorpha, Simuliidae) da Amazônia Brasileira. Entomologia y Vectores, 9(4): 443-465.
- Gordon, A.E. & Cupp, E.W. (1980). The Limnological factores associated with cytotypes of the *Simulium (Simulium) venustum/ verecundum* complex (Diptera: Simuliidae) in New York state. Can. Zool. 58: 973-981.
- Grenier, P. (1953). Simuliidae de France et d' Afrique du Nord. Encycl. Entomol. Séc. A. 29: 1-170.
- Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L & Black, W.C. (1998). Multivariate Data Analysis, Prentice Hall, Upper Saddle River, 730 pp.
- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2001). Índice Pluviométrico do Litoral Norte.
- Koroleff, F. (1976). Determination of nutrients. In: Kgrasshoff(ed). Methods of seawater analysis, Verlag Chemie Weinhein, New York: 117-181.
- Lewis, D.J. & Bennett, G.F. (1974). An artificial substrate for the quantitative comparison of densities of larval simuliid (Diptera) populations. Can. J. Zool., 52: 773-775.
- Mackereth, F.J.H.; Heron, J. & Talling, J.F. (1978). Water analysis: some revised methods for limnologists. London: Freshwater Biological Association, 121 pp.
- Peterson, B.V. (1956). Observations on the biology of Utah black flies (Diptera: Simuliidae). Can. Entomol. LXXXVIII: 496-507.

- Strickland, J.D.H. & Parson, J.R. (1960). A manual of Seawater Analysis. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada, 185 pp.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman, New York, 887 pp.
- Ter Braak, C.J.F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-79.
- Viviani, A.B.P. & Araújo - Coutinho, C.J.P.C. (1999a). Período de desenvolvimento ovariano de *Simulium pertinax* Kollar, 1832 (Diptera: Simuliidae) sob condições de laboratório. *Entomologia y Vectores*, Rio de Janeiro, 6(2): 180-189.
- Viviani, A.B.P. & Araújo - Coutinho, C.J.P.C. (1999b). Influência da temperatura no desenvolvimento embrionário de *Simulium pertinax* KOLLAR, 1832 (Diptera: Simuliidae). *Entomologia y Vectores*, Rio de Janeiro, 6(6): 591-600.
- Wu, Y.F. (1930). A contribution to the biology of *Simulium* (Diptera). *Pap. Mich. Acad. Sci. Arts Lett.* 8: 543-594.

Cap.2.Variação temporal da abundância de larvas de espécies do gênero *Simulium* em córregos do litoral norte do estado de São Paulo.

RESUMO

Este trabalho objetivou investigar a variação temporal de três espécies do gênero *Simulium*, em córregos do litoral paulista. Foram escolhidos 5 córregos apresentando diferentes níveis de poluição. Larvas de simulídeos e amostras de água de cada córrego foram coletadas quinzenalmente no verão e inverno/01. Para a amostragem das larvas foram colocados substratos artificiais em triplicata. A cada intervalo de 15 dias as larvas foram retiradas com auxílio de pinças entomológicas acondicionadas em frascos de vidro com álcool 70% e transportados ao laboratório de simulídeo de Caraguatatuba/SP e Oncocercose da FIOCRUZ/RJ para triagem, contagem e identificação. Nos locais da coleta foram obtidos valores de temperatura, oxigênio, condutividade, pH da água e vazão, e no laboratório de Ecologia Aquática/ UNESP-Rio Claro, as amostras de água foram analisadas, obtendo-se valores de nitrogênio total e dissolvido, nitrogênio amoniacal, N-nitrito, N-nitrato, ortofosfato, fósforo total e dissolvido. Através da análise de variância das regressões foi possível verificar que as inclinações das retas não foram significativas ($p>0,05$) não havendo assim, tendência do aumento ou diminuição na abundância de larvas de espécies com maior representatividade nos córregos dentro das estações, apresentando-se constantes ao longo do tempo. A análise de covariância mostrou que não houve diferença na abundância entre as estações do ano ($p>0,05$). Apenas *S. inaequale* no córrego Boissucanga mostrou diferença significativa ($p<0,05$), sendo mais abundante no inverno (967 ± 718 indivíduos/m²) do que no verão (110 ± 175 indivíduos/m²). As espécies se distribuíram com o mesmo padrão, de acordo com o nível de poluição, nas estações.

Palavras Chaves: *Simulium*, variação temporal, larvas.

ABSTRACT

Temporal variation of abundance of *Simulium* larval species in streams of the north coastal region of the São Paulo state, Brazil.

This study evaluate the temporal variation of abundance of three species of *Simulium* in streams, with different levels of organic pollution, of the north coastal region of the state of São Paulo. *Simulium* larval and water were collected every two weeks in summer and winter/2001. The larval were collected on artificial substrates (triplicate) preserved in alcohol (70%) and after analysed quantitative and qualitative in the laboratories of SUCEN in the municipality of Caraguatatuba/SP and in the Laboratório de Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ/RJ. From the streams the values of temperature, dissolved oxygen, conductivity, pH and stream discharge were measured. The contents of total nitrogen and dissolved nitrogen, ammoniacal nitrogen, nitrate, nitrite, orthophosphate, dissolved phosphorus and total phosphorus were determined in the Laboratório de Ecologia Aquática/ UNESP-Rio Claro. The analysis of variance of the regressions showed that there are not tendency of increase or decrease of larval abundance into the seasons. The covariance analysis showed that there are not significantly differences ($p>0.05$) in the abundance of larval between summer and winter. Only in the stream Boissucanga *S. inaequale* was significantly more abundant in winter (967 ± 718 ind./m²) than in summer (110 ± 175 ind./m²). The temporal pattern of distribution of the species is similar, although the level of pollution influenced qualitative and quantitative the occurrence of the three species of larval.

Key Words: *Simulium*, temporal variation, larval.

1. INTRODUÇÃO

A importância dos simuliídeos é reconhecida, principalmente, pelo incômodo de sua presença, pela ação e lesão secundária associada as suas picadas e pela transmissão de agentes patogênicos ao homem (Crosskey, 1990). Na Amazônia, são apontados como vetores de *Oncocerca volvulus* e *Mansonella ozzardi* - agentes da Cegueira dos rios e Mansonelose, respectivamente (Cerqueira, 1959; Rassi *et al.*, 1975).

Nas áreas de maior incidência como, por exemplo, na região de Joinvile (estado de Santa Catarina), são apontados como uma das causas do êxodo rural e da depreciação das propriedades, as quais tornam-se pouco atrativas para a exploração agropecuária e turística (Sato, 1987). No litoral norte de São Paulo, não são considerados vetores de patógenos, mas sim como inseto incômodo que com aumento da sua densidade populacional provoca uma evasão turística e conseqüentemente, um problema para a economia local que depende do turismo.

Muitos avanços foram alcançados no conhecimento dos fatores que determinam a abundância deste inseto em diversos países (Crosskey, 1990). No Brasil, informações sobre sua bioecologia são escassas e referem-se ao tipo de substrato preferido (Hamada, 1989), bem como a identificação dos predadores de larvas e pupas (Py - Daniel, 1984 e Py - Daniel & Moreira, 1989). Hamada (1993) estudou a abundância de larvas de *Simulium goedii* bem como a caracterização do habitat deste imaturo na Amazônia Central e Moreira *et al.* (1994) estudaram os criadouros de *Simulium nogueirai* em Joinvile e verificaram que as densidades de pupas e larvas variaram sazonalmente.

Informações básicas sobre essa família, são importantes para subsidiar futuros projetos de controle populacional deste inseto, portanto o objetivo deste trabalho foi estudar a abundância de larvas de espécies do gênero *Simulium* em duas estações do ano (verão e inverno), bem como investigar se há diferenças nos padrões de distribuição em relação aos fatores abióticos

em córregos do litoral norte do estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em dois municípios do litoral norte do estado de São Paulo, Caraguatatuba (23°37'18,12"S, 45°24'38,96"O) com cerca de 70.000 habitantes fixos e São Sebastião (23°21'20"S, 45°21'00"O) localizado a 27 km de Caraguatatuba, com aproximadamente 57.000 habitantes fixos. A principal atividade econômica da região é o turismo, especialmente nos meses de verão, quando a população dos dois municípios aumenta em até quatro vezes.

O clima da região é classificado como tropical quente e úmido, com temperatura média anual em torno de 20° C e pluviosidade bastante elevada, variando de 1.600 a 3.000 mm/ano. O verão (dezembro a março) é conhecido como estação chuvosa e o índice pluviométrico médio no período estudado foi de 202,4 mm nos meses de dezembro/2000 a fevereiro/2001 e de 41,50 mm no inverno (junho a agosto/ 2001) (IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica, 2001). A região possui grande quantidade de pequenos cursos d'água com nascentes na Serra do Mar e que formam pequenas bacias hidrográficas que deságuam no Oceano Atlântico.

O trabalho foi desenvolvido em cinco diferentes córregos. Em Caraguatatuba o córrego escolhido foi o "Pau d'alho" (23°38'36"S, 45°31'08"O) situado no bairro Jardim Britânia, a 3 km do centro da cidade. No município de São Sebastião foram escolhidos os córregos "Boissucanga" (23°47'01"S, 45°36'56"O) no bairro Boissucanga, a 35 km do centro; o "São Francisco" (23°45'36"S, 45°24'44"O), situado no bairro São Francisco, a 2 km do centro; o "Galhetas" (23°49'33"S, 45°31'08"O) no bairro Galhetas, a 30 km do centro e o "Enseada" (23°44'06"S, 45°25'54"O), situado no bairro da "Enseada", a 7 km do centro. Esses córregos foram selecionados por caracterizarem criadouros de larvas de simuliídeos em

locais que recebem dejetos orgânicos em maior ou menor proporção, provenientes de moradias próximas às suas margens, com exceção do córrego Pau d'alho, que está situado em uma área bem preservada de uma fazenda de gado de leite e corte, sem a presença de residências.

2.2 Variáveis limnológicas e coleta de larvas de simulídeos

As amostras foram coletadas em intervalos quinzenais no verão (dezembro/2000 a fevereiro/2001) e no inverno (junho a agosto/2001) totalizando 150 amostras.

Para a obtenção das larvas de simulídeos foi colocado substrato artificial em cada córrego em triplicata, consistindo este de uma placa de fibra de vidro de 0,20 X 0,30 m (Araújo - Coutinho *et al.*, 2003) adaptada pela utilizada por Lewis & Bennett (1974), disposta submersa em local de água corrente, presa à margem com auxílio de arame galvanizado.

Em intervalos quinzenais, as larvas foram removidas do substrato com pinça entomológica e acondicionadas em frascos de vidro de 10 ml contendo álcool a 70 %, etiquetados com as datas de coleta e identificação do córrego. Após a remoção das larvas, o substrato foi recolocado no mesmo local para nova colonização. As amostras foram transportadas ao Laboratório de Simulídeos de Caraguatatuba/SUCEN para triagem e contagem e ao Laboratório de Referência Nacional em Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ/RJ, para identificação.

Nos locais das coletas das larvas de simulídeos foram obtidos os valores de temperatura da água - temp. (°C), utilizando-se um termômetro digital HORIBA; potencial hidrogeniônico - pH, utilizando-se um aparelho portátil digital – MP120 – pH METTER; oxigênio dissolvido - O₂ (mg.L⁻¹) por meio de um medidor de oxigênio marca HORIBA modelo OM 12-2; condutividade elétrica - Cond. (μS.cm⁻¹) com um aparelho digital Conductivity Mettler Toledo MC 126. A alcalinidade - Alcal. (mg.L⁻¹) foi obtida por titulação

(Mackereth *et al.*, 1978). A velocidade de corrente da água (m/s) foi obtida com 10 repetições por meio de um flutuador e cronômetro. A profundidade (m) do local foi medida com o auxílio de uma baliza milimetrada e a largura e comprimento do trecho do córrego (m) com o auxílio de uma trena. A vazão (m^3/min) foi calculada utilizando-se os valores de comprimento, largura, profundidade e velocidade de corrente.

Amostras de água foram coletadas em triplicata, em frascos de polietileno de 500 ml na superfície dos pontos de coleta e etiquetadas como não filtrada com a especificação da localidade. Estes foram colocados em caixa de isopor contendo gelo para o transporte ao Laboratório de Simulídeos de Caraguatatuba. No mesmo dia procedeu-se à filtração de 200 ml destas amostras, por meio de microfiltro de fibra de vidro de 47 nm de diâmetro de poro sob vácuo, sendo posteriormente os frascos resultantes etiquetados como filtrada e congelados em freezer para posterior determinação das variáveis químicas no Laboratório de Ecologia Aquática (Depto.de Ecologia/IBRC, Unesp).

Das amostras de água filtrada foram obtidas as concentrações de nitrogênio orgânico dissolvido – ND (mg.L^{-1}) determinado pelo método Kjeldahl conforme descrito em Mackereth *et al.* (1978); nitrogênio amoniacal - NA ($\mu\text{g.L}^{-1}$) pelo método descrito em Koroleff (1976); fósforo dissolvido - PD ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e ortofosfato - P- PO_4 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) segundo Golterman *et al.* (1978); N-nitrato - N- NO_3 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e N-nitrito - N- NO_2 ($\mu\text{g.L}^{-1}$) segundo o método descrito por Strickland & Parsons (1960).

As amostras de água não filtradas foram utilizadas para a obtenção das concentrações de nitrogênio total - NT (mg.L^{-1}) pelo método Kjeldahl descrito em Mackereth *et al.* (1978) e fósforo total - PT ($\mu\text{g.L}^{-1}$) determinado pelo método de Golterman *et al.* (1978).

2.3 Análise dos Resultados

Para se detectar a existência de tendências de aumento ou diminuição da abundância

de larvas de simúldeos no verão ou no inverno, foi aplicada a análise de regressão linear (Kendall & Ord, 1990). As possíveis diferenças na abundância das larvas de simúldeos entre o verão e inverno foram analisadas através de análise de covariância (Zar, 1996) para as espécies mais abundante em cada córrego: *S. pertinax* no Pau d’alho e *S. inaequale* no Boissucanga, São Francisco, Calhetas e Enseada (Cap.1-pg.16). Os valores de abundância foram transformados por LN (X+1) para normalizar a distribuição dos dados (Zar, 1996), pré-requisito das análises estatísticas empregadas.

A análise de regressão linear múltipla *forward stepwise* foi aplicada aos dados do ponto Boissucanga a fim de verificar quais as variáveis abióticas (Cap.1- pg.14) que poderiam estar correlacionadas com a abundância de *S. inaequale* (Zar, 1996). As variáveis abióticas utilizadas foram temperatura, oxigênio, condutividade, pH, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total, vazão e velocidade de corrente.

A análise de correspondência canônica foi aplicada aos dados de verão e inverno separadamente para verificar se houve diferença na influência das variáveis abióticas na distribuição das espécies. Neste caso foram utilizados os dados dos cinco pontos de coleta, e das seguintes variáveis: temperatura, condutividade, pH, O₂, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo total e velocidade de corrente (Cap.1- pg.14).

3. RESULTADOS

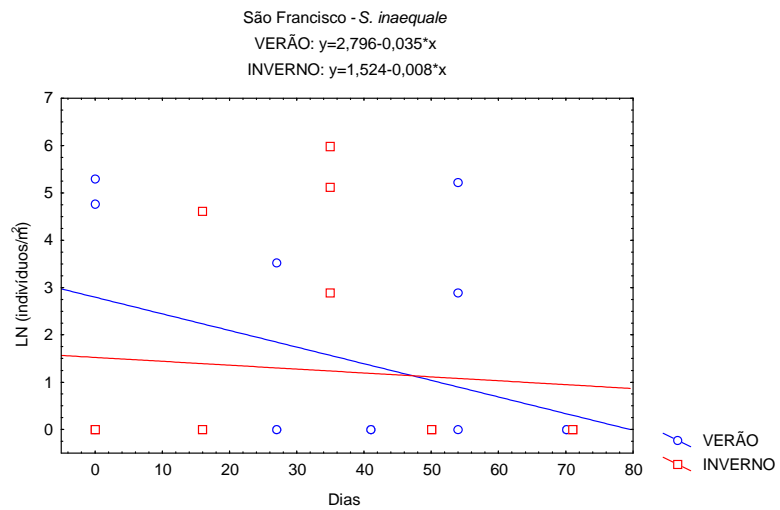
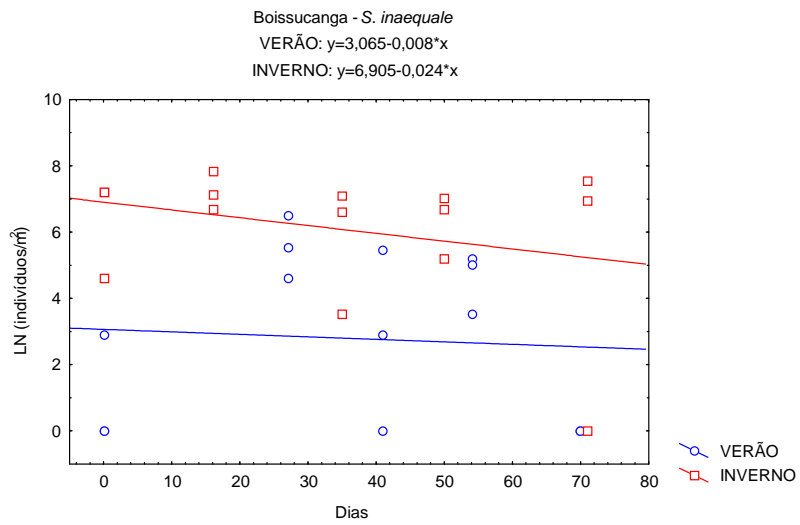
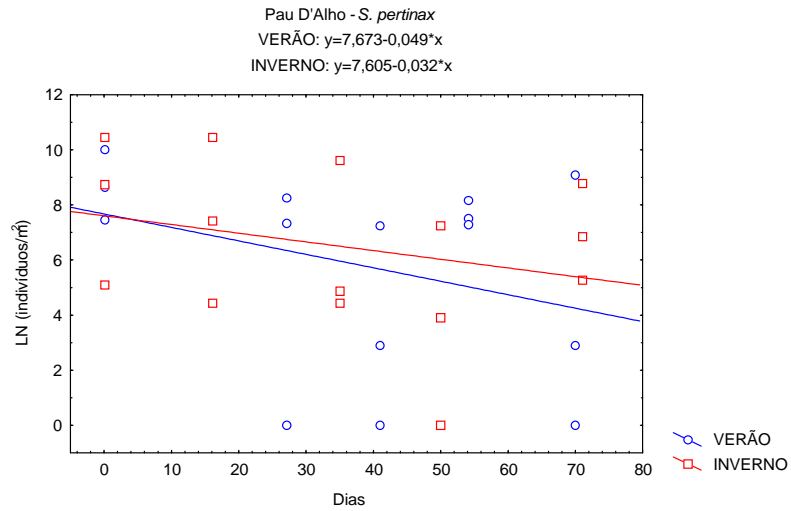
Três espécies de simúldeos foram identificadas nos córregos: *S. pertinax*, *S. incrustatum* e *S. inaequale*. A média e desvio padrão do número de larvas de simúldeos encontrados no verão e inverno nos diferentes córregos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Média e desvio padrão do número de larvas de simulídeos/m² encontrado nos córregos no verão (v) e inverno (i).

	<i>S. pertinax</i>		<i>S. incrustatum</i>		<i>S. inaequale</i>	
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
Pau d'alho - v	3520	5820	33	129	0	0
Boissucanga - v	32	67	0	0	110	178
São Francisco - v	0	0	0	0	37	69
Calhetas - v	66	240	7	15	1403	1197
Enseada - v	824	2576	0	0	1307	2663
Pau d'alho - i	6842	12110	6	10	0	0
Boissucanga - i	0	0	0	0	968	718
São Francisco - i	0	0	0	0	46	109
Calhetas - i	0	0	32	71	3432	3828
Enseada - i	8	30	4	17	975	1539

O *S. pertinax* foi a espécie mais abundante no córrego Pau d'alho, *S. inaequale* foi mais abundante ou exclusiva nos demais pontos, sendo exclusiva no S. Francisco verão e inverno, no Boissucanga inverno e *S. incrustatum* foi rara ou ausente. Portanto, a análise da variação da abundância no tempo foi realizada para a espécie mais abundante em cada ponto: *S. pertinax* em Pau d'alho e *S. inaequale* em Boissucanga, São Francisco, Calhetas e Enseada.

O logaritmo da abundância (indivíduos/m²) foi plotado em função dos dias de amostragem em relação à primeira coleta. O dia zero representa o dia da primeira coleta de inverno ou verão e os demais dias são contados a partir deste. As equações de regressão das retas que passam por entre os pontos são apresentadas também na Figura 1.



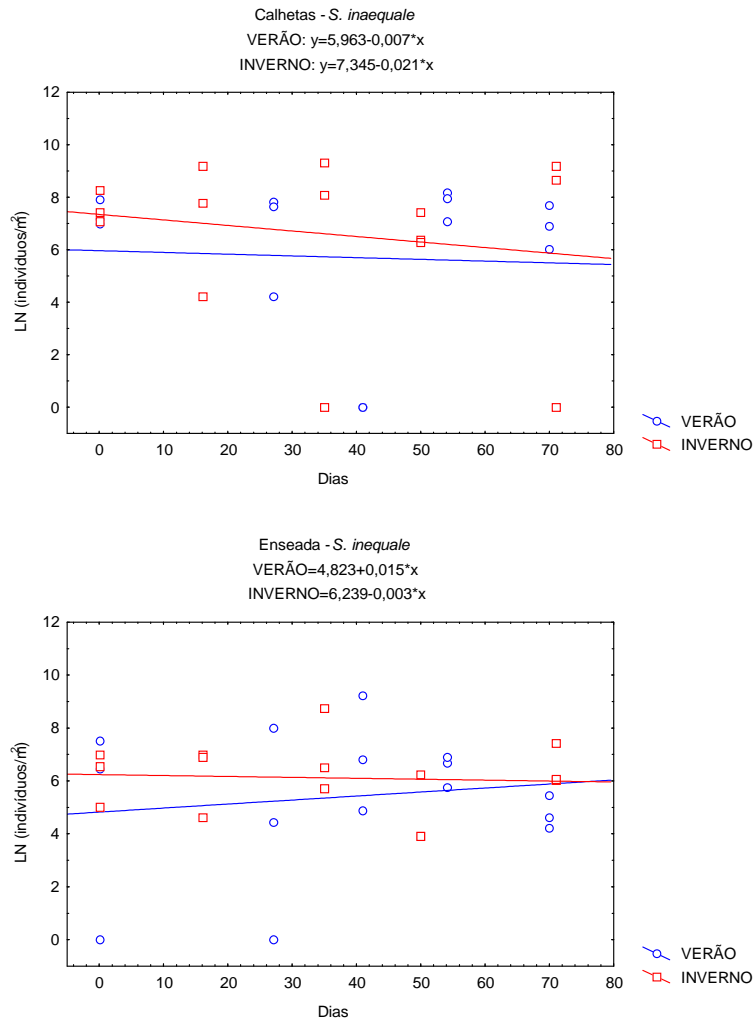


Figura 1. Abundância de larvas de *S. pertinax* e *S. inaequale* nos diferentes dias de amostragem no verão e inverno.

Em todas as séries de dados, a reta de regressão mostrou uma pequena inclinação ao longo do tempo. No entanto, as análises de variância das regressões mostraram que essas inclinações das retas não foram significativas ($p>0,05$). Conclui-se, então, que não houve uma tendência de aumento ou de diminuição na abundância de *S. pertinax* no córrego Pau d' alho no verão ($F_{(1;13)}= 1,67$) e no inverno ($F_{(1;13)}= 1,13$), de *S. inaequale* no córrego Boissucanga no verão ($F_{(1;13)}= 0,07$) e no inverno ($F_{(1;13)}= 1,24$), São Francisco no verão ($F_{(1;13)}= 2,41$) e no inverno ($F_{(1;13)}= 0,12$), Calhetas no verão ($F_{(1;13)}= 0,03$) e no inverno ($F_{(1;13)}= 0,44$) e Enseada

no verão ($F_{(1;13)} = 0,27$) e no inverno ($F_{(1;13)} = 0,06$).

Uma análise de covariância foi realizada para verificar se as retas que representam a abundância das larvas de simúlídeos no verão e no inverno foram distintas. Tanto para *S. pertinax* no córrego Pau d'alto ($F_{(1;27)} = 0,04$, $p > 0,05$) quanto para *S. inaequale* no São Francisco ($F_{(1;27)} = 0,24$, $p > 0,05$), Calhetas ($F_{(1;27)} = 0,57$, $p > 0,05$) e Enseada ($F_{(1;27)} = 0,92$, $p > 0,05$) não houve diferença entre a abundância de larvas de simúlídeos entre verão e inverno. No entanto, em Boissucanga a abundância de *S. inaequale* foi significativamente diferente ($F_{(1;27)} = 14,8$, $p < 0,05$), sendo menor no verão ($110,0 \pm 178,9$ indivíduos/m²) do que no inverno ($967,7 \pm 718,7$ indivíduos/m²).

A análise de regressão linear múltipla *forward stepwise* aplicada aos valores de abundância de *S. inaequale* no córrego Boissucanga foi significativa ($p < 0,001$). As variáveis que entraram no modelo foram temperatura, nitrogênio amoniacal, pH, condutividade, vazão e velocidade de corrente. O coeficiente de correlação múltipla foi 0,83. As variáveis ambientais com maior contribuição para o modelo foram temperatura ($R = -0,64$), nitrogênio amoniacal ($R = -0,60$) e vazão ($R = -0,45$) que foram significativamente correlacionadas ($p < 0,05$) com a abundância de *S. inaequale*, verifica-se que com o aumento destas variáveis houve diminuição na abundância das larvas no córrego Boissucanga.

A análise de correspondência canônica (CCA) foi realizada para as três espécies, *S. pertinax*, *S. incrustatum* e *S. inaequale*, encontradas nos pontos de amostragem. O resultado de verão e inverno é representado nas Figuras 2 e 3.



Figura 2. Primeiro eixo da análise de correspondência canônica dos dados de verão. Condutividade - Cond., nitrogênio amoniacal - NA, nitrato - NO₃, fósforo total - PT, oxigênio - O₂, velocidade de corrente - Vel., temperatura - Temp., pH, ortofosfato - PO₄ e nitrogênio total - NT.

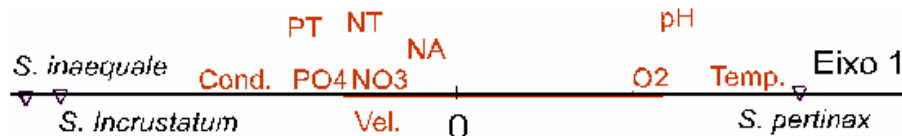


Figura 3. Primeiro eixo da análise de correspondência canônica dos dados de inverno. Condutividade - Cond., nitrogênio amoniacal - NA, nitrato - NO₃, fósforo total - PT, oxigênio - O₂, velocidade de corrente - Vel., temperatura - Temp., pH, ortofosfato - PO₄ e nitrogênio total - NT.

O primeiro eixo da CCA representou 81,3% e 83,2% da variância dos dados de verão e inverno, respectivamente, sendo suficiente para explicar os padrões de distribuição das espécies em relação às variáveis ambientais.

Analisando as Figuras 2 e 3, verificou-se influência das variáveis ambientais na distribuição das espécies no verão e inverno mas o padrão de distribuição foi o mesmo em ambas estações para o *S. pertinax* ocorrendo em ambientes menos poluídos (menor condutividade, menores concentrações de nitrogênio e fósforo e maior concentração de oxigênio), e maiores valores de temperatura, enquanto que *S. inaequale* ocorreu em ambientes com características inversas. Já o *S. incrustatum*, o padrão de distribuição no inverno e verão

foi oposto, no verão tendeu a ocorrer em ambientes semelhantes aos habitados por *S. pertinax*, enquanto que no inverno, ocorreu em ambientes semelhantes aos habitados por *S. inaequale*. A variabilidade do padrão exibido por *S. incrustatum* deve estar relacionada com o fato de ter sido uma espécie mais rara e as poucas ocorrências contribuíram com peso grande em seu resultado, pois a maioria dos dados desta foi nulo.

4. DISCUSSÃO

Neste trabalho, os resultados não evidenciaram variação da abundância de larvas de simúlideos dentro das estações (verão, inverno), apresentando-se constantes ao longo do tempo. Já entre as estações, não se obteve variação da abundância de larvas nos córregos, sendo exceção apenas com *S. inaequale* no córrego Boissucanga. O menor índice de densidade de larvas desta espécie foi encontrada no verão, podendo, provavelmente, estar relacionado com as chuvas repentinas nesta época associada à alta declividade do terreno, com conseqüente desprendimento das larvas dos substratos.

Autores como Moreira *et al.* (1994) relataram resultados contrários ao encontrado neste trabalho, observando maior densidade de larvas e pupas de *S. nogueirai* em Joinvile nos meses de verão (quentes e chuvosos). Araújo - Coutinho (1993) em Paraty, estudando larvas de *S. pertinax*, observou que estas estiveram presentes durante todo o ano, apresentando pico máximo no verão (103,13 exemplares/m²) e mínimo no inverno (4,58 exemplares/m²). Por outro lado, Hamada (1993) não obteve correlação entre a abundância de larvas de *S. goeldii* e a sazonalidade.

No córrego Boissucanga, as variáveis temperatura, vazão e nitrogênio amoniacal correlacionaram-se negativamente com a abundância de *S. inaequale*. Gil *et al.* (1998) relataram que o aumento da temperatura causou diminuição da densidade de simúlideos em São Luiz na Argentina, obtendo valores de temperatura da água 12,25 min. e 17,08 máx.

relacionando a este fato a diminuição do fluxo da água. Alguns autores verificaram a importância da temperatura no ciclo de vida do simuliídeo, sendo ela responsável por variações na densidade populacional, podendo citar o relatado por Viviani & Araújo – Coutinho (1999), da atuação deste fator sobre a eclosão das larvas, em que os ovos tornaram-se inviáveis quando valores de temperatura atingiram 30°C para *S. pertinax* no laboratório em Caraguatatuba/SP. Esta mesma influência foi encontrada por Muirhead - Thomson (1957) na África com *S. damnosum*. Este fator é limitante para os imaturos de simuliídeos, apresentando cada espécie seu ótimo de temperatura. Verificou-se também que, com o aumento da vazão, há uma redução na densidade de larvas de *S. inaequale* neste córrego. No verão a vazão foi maior e a quantidade de larvas menor, podendo essa redução ser atribuída ao fator “varredura” ocasionado pelo aumento do fluxo da água, sendo assim as larvas “carregadas” do local de origem. Em relação ao aumento na concentração de nitrogênio amoniacal resultou no decréscimo da população destas as larvas, sendo assim, encontramos menor número de larvas no verão onde a concentração de NA foi mais alta ($37,1 \pm 16,1$). Autores como Travis & Vargas (1978) destacaram a importância da poluição no decréscimo da população de simuliídeos. A importância desses fatores como mecanismos reguladores precisa ser melhor avaliada no que diz respeito ao *S. inaequale*.

Padrão semelhante foi encontrado, em relação à distribuição das espécies entre as estações do ano. *S. pertinax*, tanto no verão como no inverno, foi encontrado em ambientes menos poluídos e *S. inaequale* em ambientes com maiores concentrações de poluentes. O *S. incrustatum* apresentou uma variabilidade no padrão de distribuição, sendo encontrado tanto em ambientes mais limpos no verão quanto em ambientes mais poluídos no inverno, podendo ser esse fato atribuído ao número reduzido de amostras, necessitando-se de estudos mais aprofundados em relação à espécie para melhor elucidação.

A presença de simuliídeos é considerada como indicadora de água limpa (Branco,

1978), no entanto, os resultados obtidos neste trabalho mostram que diferentes espécies podem se distribuir diferentemente em relação aos níveis de poluição.

O conhecimento das espécies existentes na região do litoral norte, bem como, o padrão de distribuição e abundância nas estações do ano, possibilita uma melhor adequação e eficácia dos métodos de controle deste inseto.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos concluí-se que:

- Não foram observadas tendências de aumento ou diminuição da abundância de larvas de simulídeos no verão ou no inverno, ou seja, apresentaram-se constantes em ambas as estações do ano durante o período trabalhado.

- Entre as estações no período estudado, não se obteve variação da abundância de larvas nos córregos sendo exceção *S. inaequale* no córrego Boissucanga, na qual observou-se menor densidade larval no verão. Esta menor densidade, provavelmente está relacionada com a ocorrência de chuvas intensas e repentinas com conseqüente desprendimento das larvas dos substratos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Técnicos Carlos Fernandes Sanches/UNESP e Paulo Frugoli dos Santos/SUCEN pela assistência no campo e no laboratório. Ao agrônomo Roberto Leung pelo auxílio na parte estatística, a bióloga Ana Carolina dos Santos Valente do laboratório de Simulídeo e Oncocercose da FIOCRUZ, pela identificação dos exemplares de simulídeos. Ao Prof. Dr. Marcos Aparecido Pizzano e Dra. Ana Eliza Baccarin Leonardo pelas sugestões.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo - Coutinho, C.J.P.C. (1993). Abundância sazonal da população de formas imaturas de *Simulium pertinax* Kollar, 1832 (Díptera, Simuliidae) e da Entomofauna associada, no município de Paraty, RJ. Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado, 81 pp.
- Araújo - Coutinho, C.J.P.C.; Viviani, A.B.P.; Serra - Freire, N.M. & Mello, R.P. (2003). Evaluation of the Impact of *Bacillus thuringiensis* Serovar israelensis and Temephos, Used for the Control of *Simulium* (Chirostilbia) *pertinax* Kollar, 1832 (Díptera, Simuliidae) on the Associated Entomofauna, Paraty, State of Rio de Janeiro, Brazil. 98(5): 697-702, July.
- Branco, S.M. (1978). Hidrobiologia aplicada a Engenharia Sanitária - CETESB 2º Ed. CETESB.
- Crosskey, R.W. (1990). The history of blackflies. Chichester, Wiley, 711 pp.
- Cerqueira, N.L. (1959). Sobre a transmissão da *Mansonella ozzardi*. J. Appl. Ecol. 11: 431-438.
- Gil, M.A.; Vallania, E.A. & Corigliano, M.C. (1998). Abundância y distribución Simulidae (Diptera) en arroyos de las sierras de San Luis, Argentina. Rev. Soc. Argent. 57(1-4): 33-38.
- Golterman, H.L.; Climo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. (1978). Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. 2nd ed. Oxford: IBP, 213 pp.
- Hamada, N. (1989). Aspectos bioecológicos de *Simulium goeldii* (Díptera: Simuliidae)-Relação entre substrato e densidade de larvas. Mem do Inst. Osw. Cruz, 84(IV): 263-266.
- Hamada, N. (1993). Abundância de larvas de *Simulium goeldii* (Diptera: Simuliidae) e caracterização do seu habitat em uma floresta de terra firme, na Amazônia Central. Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, ser. Zool. 9(2): 203-218.

- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo. (2001). Índice Pluviométrico do Litoral Norte.
- Kendal, M. & Ord, J.K. (1990). Time Series. Edward Arnold, Sevenoaks, 296 pp.
- Koroleff, F. (1976). Determination of nutrients. In: Kgrasshoff (ed). Methods of seawater analysis, Verlag Chemie Weinheim, New York: 117-181.
- Lewis, D.J. & Bennett, G.F. (1974). An artificial substrate for the quantitative comparison of densities of larval simuliid (Diptera) populations. Can. J. Zool., 52: 773-775.
- Mackereth, F.J.H.; Heron, J. & Talling, J.F. (1978). Water analysis: some revised methods for limnologists. London: Freshwater Biological Association, 121 pp.
- Moreira, G.R.P; Pegoraro, R.A. & Sato, G. (1994). Influência de fatores abióticos sobre o desenvolvimento de *Simulium nogueirai* D'Andretta & Gonzalez em um córrego da mata atlântica. An. Soc. Entomol. Brasil 23 (3): 525-541.
- Muirhead - Thomson, R.C. (1957). Effect of desiccation on the eggs of *Simulium damnosum*, Theobald. Nature, 180: 1432-1433.
- Py - Daniel, V. (1984). Observações sobre *Spatuloricaria evansi* (Boulenger, 1892) (Osteichthyes: Loricariidae) e sua predação em Simuliidae (Díptera: Culicomorpha). Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi. Zool. 1: 207-218.
- Py - Daniel, V. & Moreira, G.R.P. (1989). Simuliidae (Díptera: Culicomorpha) no Brasil. IX. Sobre o *Simulium* (*Inaequalium*) *nogueirai* D'Andreatta & González, 1964. Iheringia, Ser. Zool. 69: 85-95.
- Rassi, E.; Lacerda, N.; Guimarães, J.A.; Vulcano, M.A.; Perez, J.R. & Ramírez, A. (1975) Preliminary report on a new vector on onchocerciasis in the Americas: *Simulium amazonicum* (Goeldi, Lutz, 1910 and 1917). PAHO Bull. 9: 10-12.
- Sato, G. (1987). Identificação de peixes predadores de larvas de simulídeos da região de Joenville, SC. Ci e Cult. 39: 962-966.
- Strickland, J.D.H. & Parson, J.R. (1960). A manual of Seawater Analysis. Ottawa, Fisheries

- Research Board of Canada, 185 pp.
- Travis, B.V. & Vargas, M.V. (1978). Bionomics of black flies (Díptera: Simuliidae) in Costa Rica. VI. Correlations with ecological factors. *Rev. Biol. Trop.* 26(2): 335-345.
- Viviani, A.B.P. & Araújo - Coutinho, C.J.P.C. (1999). Influência da temperatura no desenvolvimento embrionário de *Simulium pertinax* KOLLAR, 1832 (Diptera: Simuliidae). *Entomologia y Vectores*, Rio de Janeiro, 6(6): 591-600.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 662 pp.