

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA**

DOCE E PESCA INTERIOR-BADPI

**Diversidade dos metazoários parasitos de peixes
carnívoros: *Serrasalmus altispinis* (Merckx, Jégu
e Santos, 2000); *Rhaphiodon vulpinus* (Spix &
Spix, 1829), e *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch,
1794) de lagos de várzea da Amazônia.**

GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY

Manaus, Amazonas

Abril 2017

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA

DOCE E PESCA INTERIOR-BADPI

Diversidade dos metazoários parasitos de

peixes carnívoros: *Serrasalmus altispinis*
(Merckx, Jégu e Santos, 2000); *Rhaphiodon*
vulpinus (Spix & Spix, 1829), e
Acestrorhynchus falcatus (Bloch, 1794) de
lagos de várzea da Amazônia.



GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY

Manaus, Amazonas

Abril 2017

GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY

Diversidade dos metazoários parasitos de peixes carnívoros: *Serrasalmus altispinis* (Merckx, Jégu e Santos, 2000); *Rhaphiodon vulpinus* (Spix & Spix, 1829), e *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794) de lagos de várzea da Amazônia.

ORIENTADOR : José Celso de Oliveira Malta, Dr.

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, Amazonas

Abril 201

Sinopse

Este trabalho faz parte do projeto PIATAM (Inteligência Socioambiental Estratégica da Indústria do Petróleo na Amazônia), projeto que estuda os efeitos da mineração do petróleo e de seu transporte entre os municípios de Manaus e Coari no Estado do Amazonas. As coletas dos peixes para as análises parasitológicas foram realizadas entre março a dezembro de 2013. Foram coletados e identificadas 43 espécies parasitas em três hospedeiros: 35 em *Serrasalmus altispinis*, 06 em *Raphiodon vulpinus* e 08 em *Acestrorhynchus falcatus*. Do total das espécies 20 foram específicas para *S. altispinis*, 03 para *R. vulpinus* e 05 para *A. falcatus*. Todas as espécies identificadas em *S. altispinis* constituem os primeiros registros parasitários em este peixe. Em *R. vulpinus* e *A. falcatus* foram registradas novas ocorrências parasitárias. Os índices parasitológicos e descritores ecológicos calculados, bem como a análise estatística consideraram os lagos de várzea como ambientes de baixa diversidade, com a possibilidade de estar sendo afetadas por algum fator antropogênico. Dos três peixes estudados neste trabalho, *S. altispinis* mostrou ser a melhor espécie a ser considerada como bioindicadora dos lagos de várzea. Isto, devido a sua abundância nestes locais, fácil captura, e alta riqueza de espécies parasitas. Adicionalmente nos cálculos realizados utilizando o método Valor Indicador (IndVal), foi a única espécie hospedeira com espécies parasitas estatisticamente consideradas como bioindicadoras, as quais podem ser utilizadas para alertar possíveis mudanças ambientais nos lagos de várzea estudados.

Palavras-chave: bioindicadores ambientais, metazoários parasitas, parasitismo, peixes carnívoros.

*A minha mãe Victoria Morey Rios,
minha amada Rubicita Nájjar Reátegui, meu filho Giulianno Teseo,
a minha avô Miguechita e meus avos (Víctor, Conchita e Panchito. In memoriam)*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e conhecimento;

A minha mãe pelo apoio ao longo destes quatro anos. Obrigado pelos conselhos e ânimos para nunca desistir e nunca deixar nada inconcluso. Obrigado por ter me inculcado sempre a fazer as coisas bem feitas;

A Rubí Nájjar Reátegui, minha amada e fiel companheira. Obrigado pelo amor, companhia, conselhos, fortaleza e sacrifício. Obrigado por ter ficado do meu lado ao longo de esta jornada. Obrigado por ser mãe do meu amado filho Giuliano Teseo. Sem você não teria conseguido;

Ao meu orientador Dr. José Celso de Oliveira Malta pelo contínuo aprendizado, apoio, e principalmente confiança por ter me aceitado como orientado, mesmo sem me conhecer. Obrigado por ser mais que um orientador, obrigado por ser um amigo;

A doutora Angela Varella pelo apoio e pelos conhecimentos brindados.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e ao Programa em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pela infraestrutura concedida;

A CAPES pela bolsa de doutorado concedida;

Ao Projeto PIATAM pela infraestrutura e suporte financeiro para viabilização desse estudo;

A minha irmã Milagros Murrieta Morey pelo apoio financeiro nos momentos que mais precisei, pelos conselhos e carinho. Obrigado a minha avó Miguelina Rios Marín por ser minha segunda mãe. Por ser uma fonte inesgotável de histórias e conselhos;

Obrigado aos meus avós Víctor Morey, Consuelo (Conchita) Cabrejos e Francisco (Panchito) Murrieta, sei que desde o céu me iluminaram para conseguir atingir meus objetivos.

A meu pai Germán Augusto Murrieta Cabrejos pela vida e pelo apoio, a todos os membros da minha família Morey e Murrieta (Tia Selva, Tía Dolly, Tio Pepe, Tio Luis conjuntamente com seus filhos e netos).

A minha prima Rosita, Christian Lui e Jorge Panduro pelas facilidades dadas para utilizar os espaços do Aquarium Panduro, à família Nájjar Reátegui.

A toda a equipe do Laboratório de Parasitologia de peixes do INPA: seu Edilson Silva, meus colegas de trabalho Adria da Costa Moreira, Camila Anjos, Fernando Attroch, Hellen Paredio, José Vital, Natasha Nascimento, José Chissua Dumbo, Franciele (Fran), Nathalia Rocha, Aprigio Mota, Felipe, minhas orientadas Thais e Patrícia. Obrigado a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	11
Capítulo I.....	12
Os metazoários parasitos de <i>Serrasalmus altispinis</i> (Merckx, Jégu e Santos, 2000) e seu uso como bioindicadores de qualidade ambiental.	
Resumo.....	13
Abstract.....	14
1. Introdução.....	15
2. Material e métodos.....	26
2.1.Área de estudo e coleta dos dados.....	26
2.2.Coleta, identificação e transporte dos peixes.....	27
2.3.Tamanho das amostras.....	28
2.4.Coleta, preparação e fixação dos parasitos.....	33
2.5.Obtenção dos desenhos e morfometria dos parasitos.....	34
2.6.Identificação dos parasitas.....	34
2.7. Análise dos dados.....	34
2.8. Índices.....	34
3. Resultados.....	43
4. Discussão.....	104
5. Conclusões.....	121
6. Referências Bibliográficas.....	121
Capítulo II.....	135
Os metazoários parasitas de <i>Raphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829 e seu uso como bioindicadores de qualidade ambiental.	
Resumo.....	136
Abstract.....	136
1. Introdução.....	138
2. Material e métodos.....	140
3. Resultados.....	140
4. Discussão.....	161
5. Conclusões.....	169

6. Referências Bibliográficas.....	170
Capítulo III.....	174
Os metazoários parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794) e seu uso como bioindicadores de qualidade ambiental.	
Resumo.....	175
Abstract.....	176
1. Introdução.....	177
2. Material e métodos.....	179
3. Resultados.....	179
4. Discussão.....	205
5. Conclusões.....	214
6. Referências Bibliográficas.....	215
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 223
Resultados.....	223
 PRINCIPAIS CARACTERES MORFOLÓGICOS PARA DIFERENCIAS AS ESPÉCIES PARASITAS DE <i>Serrasalmus altispinis</i>, <i>Raphiodon vulpinus</i> E <i>Acestrorhynchus falcatus</i> PROVENIENTES DE LAGOS DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	 221
 PRINCIPAIS ESTRUTURAS MORFOLÓGICAS UTILIZADAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES PARASITAS DOS DIFERENTES GRUPOS PARASITÁRIOS REGISTRADOS EM <i>Serrasalmus altispinis</i>, <i>Raphiodon vulpinus</i> E <i>Acestrorhynchus falcatus</i>.....	 226

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1.** Localização dos lagos de várzea dos rios Solimões e Purus na Amazônia brasileira; Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Fonte: Marinho (2005).....27
- Figura 2.** O hospedeiro *Serrasalmus altispinis* Merckx, Jégu & Santos, 2000.....28
- Figura 3.** Captura dos peixes utilizando redes de pesca.....28
- Figura 4.** Equipe da expedição científica em trabalho de campo para a coleta, preparação e fixação das espécies parasitas.....29
- Figura 5.** Espécies de *Amphithecium* parasitas de *Serrasalmus altispinis*. a – g. *Amphithecium diclonophallum*: a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, c. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. h – m. *Amphithecium falcatum*: h. Complexo copulatório, i. Barra ventral, j. Barra dorsal, k. Âncora ventral, l. Âncora dorsal, m. Espinhos. Escala da barra a: 100 µm. b – m: 25 µm.....45
- Figura 6.** Complexo copulatório e espinhos das espécies de *Anacanthorus* registradas em *S. altispinis*. A. vista ventral do corpo de *Anacanthorus sciponophallus*. Escala A: 100 µm. B. complexo copulatório e espinhos de *A. amazonicus*. C. *A. cintus*. D. *A. cladophallus*. E. *A. crytocalus*. F. *A. gravihamulatus*. G. *A. jegui*. H. *A. lepyrophallus*. I. *A. mesocondylus*. J. *A. peryphallus*. K. *A. prodigiosus*. L. *A. sciponophallus*. M. *A. serrasalmi*. N. *Anacanthorus* sp. Escala B – N: 25 µm.....49
- Figura 7.** *Anacanthorus* sp. A. Vista ventral do corpo. Escala: 100 µm, B. Complexo copulatório. Escala: 30 µm, C. Ganchos. Escala: 10 µm.....50
- Figura 8.** *Calpidothecium crescentis* parasita de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. Escala da barra a: 100 µm. b – g: 25 µm.....51
- Figura 9.** *Enallothecium aegidatum* parasita de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. Escala a: 100 µm; Escalas b – g: 25 µm.....53
- Figura 10.** *Myramothecium wittingtoni* parasita de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. Escala a: 100 µm; Escalas, b – g: 25 µm.....54
- Figura 11.** Espécies de *Notothecium* parasitas de *Serrasalmus altispinis*. a – g. *N. cyphophallum*. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, c. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. h – m. *N. deleastoideum*: h. Complexo copulatório, i. Barra ventral, j. Barra dorsal, k. Âncora ventral, l. Âncora dorsal, m. Espinhos. Escala a: 100 µm. Escala b – m: 25 µm.....56
- Figura 12.** Espécies de *Notozothecium* parasitas de *Serrasalmus altispinis*. a – f. *N. euzeti*. a. Complexo copulatório, b. Âncora ventral, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora dorsal, f. Espinhos. g – m. *N. minor*. g. Vista ventral do corpo, h. Complexo copulatório, i. Barra ventral, j. Barra dorsal, k. Âncora ventral, l. Âncora dorsal, m. Espinhos. Escala a – e: 25µm; Escala g: 100 µm; Escalas h – m: 25 µm.....58
- Figura 13.** *Rhinoxenus piranhus* parasita das narinas de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Vagina, c. Complexo copulatório, d. Barra ventral, e. Espinho haptorial dorsal, f. Âncora ventral, g. Espinhos. Escala a: 200 µm, Escalas b – f: 25 µm.....59
- Figura 14.** Metacercária de *Clinostomum marginatum*. v. Ventosa oral, f. Faringe, ac. Acetábulo, ci. Ceco intestinal, u. útero, ta. Testículo anterior, ov. Ovário, tp. Testículo posterior.....63

Figura 15. <i>Procamallaunus (Spirocamallanus) inopinatus</i> . A. Vista ventral do corpo de uma fêmea grávida, B. Cápsula bucal, C. Cauda da fêmea, D. Região ventral mostrando as larvas em desenvolvimento. E. Parte posterior do corpo.....	65
Figura 16. <i>Procamallaunus (Spirocamallanus) inopinatus</i> . A. Vista ventral do corpo de um macho. cb = Cápsula bucal, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, i = intestino. B. Cápsula bucal do macho. e = espirais da cápsula bucal, C. Cauda do macho. es = espículas.....	66
Figura 17. <i>Philometra nattereri</i> . A. extremidade anterior do corpo. an. Anel nervoso, ge. Glândula esofágica, u. Útero, eg. Esôfago glandular, em. Esôfago muscular, ao. Ovario anterior. B. Parte posterior do corpo. op. Ovario posterior.....	68
Figura 18. Larva do terceiro estágio de <i>Pseudoproleptus</i> sp. A. Parte anterior do corpo, B. Terminação anterior do corpo, C. Parte posterior do corpo. pd. Pseudolábio, pt. Protrusões terminais do pseudolábio f. Faringe, na. Anel nervoso, pe. Poro excretor, em. Esôfago muscular, eg. Esôfago glandular, a. cloaca.....	70
Figura 19. Larva de terceiro estágio de <i>Anisakis</i> sp. A. Região anterior, B. Extremidade anterior, C. Extremidade posterior. dl. Dente larval, an. Anel nervoso, em. Esôfago muscular, v. Ventrículo, eg. Esôfago glandular, c. Cloaca, m. Mucron.....	72
Figura 20. Larva de terceiro estágio de <i>Contracaecum</i> sp. tipo 3. A. Região anterior do corpo, B. Extremidade posterior. dl. Dente larval, na. Anel nervoso, em. Esôfago muscular, ci. Ceco intestinal, v. Ventrículo, av. Apêndice ventricular. ga. Glândula anal, anûs.....	73
Figura 21. <i>Amplexibranchius bryconis</i> Thatcher e Paredes 1995. A= Vista ventral; B= Antena mostrando os quatro segmentos; C= Fechamento das antenas; D= Extensão cuticular que cobre parcialmente o terceiro segmento da antena; E= Primeiro endopodito e exopodito.....	76
Figura 22. <i>Ergasilus jaraquensis</i> Thatcher e Robertson, 1982. A= Vista ventral do corpo; B= Antena com os quatro segmentos; C= Primeiro endopodito e exopodito.....	78
Figura 23. Vista ventral de <i>Gamidactylus jaraquensis</i> Thatcher e Boeger, 1984. re = retroestiletos.....	80
Figura 24. <i>Rhinergasilus piranhus</i> Boeger e Thatcher, 1988 A. Corpo completo mostrando as massas de ovos, B. Antena, C. Primeiro par de pernas.....	82
Figura 25. <i>Argulus chicomendesi</i> Malta e Varella, 2000. A. Vista dorsal, B. Vista ventral.....	83
Figura 26. <i>Serrasalmus altispinis</i> parasitado por <i>Anphira. Branchialis</i> Thatcher, 1993. A e B fêmea parasitando a cavidade branquial. i = isopoda (<i>A. branchialis</i>). Escalas A= 3 cm, B = 1 cm.....	85
Figura 27. <i>Anphira branchialis</i> Thatcher, 1993. A. Vista dorsal da fêmea. B. Vista ventral da fêmea. C. Vista dorsal do macho, D. Vista ventral do macho. Escalas 5 mm.....	85
Figura 28. <i>Anphira branchialis</i> Thatcher, 1993. A. Vista lateral mostrando as placas coxais nos sete perionitos, Escala da barra: 5 mm. B. Esquema das placas coxais. Escala: 2 mm.....	86
Figura 29. Vista dorsal do macho de <i>Vanamea symetrica</i> (Van Name, 1925).....	88
Figura 30. Porcentagem dos grupos parasitos de <i>Serrasalmus altispinis</i> de seis lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	88
Figura 31. Abundância e número de espécies parasitas registradas em nos órgãos de <i>Serrasalmus altispinis</i>	89
Figura 32. Comparação entre a intensidade (I), intensidade média (IM) e abundância média (AM) das espécies ectoparasitas e endoparasitas e entre espécimes adultos e larvas utilizando a prova de Mann & Whitney. Z(U) = valor de Mann & Whitney, p = probabilidade.....	92
Figura 33. Média da abundância parasitária das espécies parasitas de <i>Serrasalmus altispinis</i> coletadas na enchente e vazante.....	93

Figura 34. Número total de espécies ectoparasitas e endoparasitas de <i>Serrasalmus altispinis</i> registradas em lagos de várzea da Amazônia brasileira nas fases de enchente e vazante.....	94
Figura 35. Número de indivíduos de cada grupo parasita registrados em <i>Serrasalmus altispinis</i> nas fases de enchente e vazante.....	95
Figura 36. Abundância parasitária de <i>Serrasalmus altispinis</i> coletadas em diferentes lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	96
Figura 37. Número de indivíduos e número de espécies parasitas registradas em <i>Serrasalmus altispinis</i> coletadas em cinco lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	98
Figura 38. Análises do Coeficiente de correlação de Spearman (<i>rs</i>). A. Número. de <i>Rinergasilus piranhus</i> x comprimento (<i>rs</i> = 0,64; <i>p</i> = 0,001). B. Número. de <i>R. piranhus</i> x peso (<i>rs</i> = 0,51; <i>p</i> = 0,01) C. Número. de <i>Gamidactylus jaraquensis</i> x comprimento (<i>rs</i> = -0,70; <i>p</i> = 0,02). D. Número de <i>G. jaraquensis</i> x peso (<i>rs</i> = -0,64; <i>p</i> = 0,04).....	101
Figura 39. Número de espécies ectoparasitas e endoparasitas registradas em <i>Serrasalmus altispinis</i> coletadas em cinco lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	102

Capítulo II

Figura 40. Vista lateral de <i>Raphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829 coletado em lagos de várzea do rio Solimões da Amazônia, Brasil.....	140
Figura 41. <i>Notozothecium lamotheargumedei</i> Cohen & Kohn, 2008. A. vista ventral do corpo. cc = complexo copulatório, h = haptor; B. complexo copulatório. ci = cirrus, pa = peça acessória; C. Haptor. bv = barra ventral com projeção anteromedial.....	141
Figura 42. <i>Rhinoxenus piranhus</i> Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988. A. vista ventral do corpo, B. Parte anterior do corpo. cc = complexo copulatório, v = vagina; C. Haptor. ad = âncora dorsal modificada, av = âncora ventral, bv = barra ventral.....	142
Figura 43. Metacercária de Diplostominae parasita das narinas de <i>R. vulpinus</i>	143
Figura 44. Larvas L3 de <i>Anisakis</i> sp. parasitas de <i>Rhaphiodon vulpinus</i> . A. terminação anterior. dl = dente larval; B. Região média do corpo. v = ventrículo; C. terminação posterior. m = mucron.....	145
Figura 45. <i>Pseudoproleptus</i> sp. A. Corpo inteiro. B e C. Terminação anterior do corpo. pl = pseudolábios.....	146
Figura 46. <i>Ergasilus</i> sp. n.. A. Vista dorsal; B. Detalhe da PernaV.....	149
Figura 47. <i>Miracetyma kawa</i> Malta, 1993. A. Vista ventral do corpo inteiro, B. Antena, C. Perna I.....	151
Figura 48. Táxons como o número de espécimens parasitos de <i>Rhaphiodon vulpinus</i> coletados em lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....	152
Figura 49. Número de indivíduos e de espécies coletadas em diferentes órgãos do <i>Rhaphiodon. vulpinus</i> capturados em lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira. (in interior do intestino; ex = exterior do intestino).....	154
Figura 50. Comparação entre a intensidade (I), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de espécies ectoparasitas e endoparasitas utilizando a método de Mann & Whitney. Z(U) = valor de Mann & Whitney, p = probabilidade.....	155

Figura 51. ANOVA – Teste de Friedman comparando a abundância de parasitas entre os lagos pares.....156

Figura 52. Análises do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o número de espécies ectoparasitas do *Rhaphiodon vulpinus* e o seu comprimento padrão. $rs = 0,59$; $p = 0,04$160

Figura 53. Número de espécies ectoparasitas e endoparasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....160

Capítulo III

Figura 54. *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794) coletado em lagos de várzea da Amazônia brasileira.....179

Figura 55. *Diaphorocleidus* sp. A. Vista ventral; B. Complexo copulatório (CC); C. CC. pa = peça acessória, c = cirrus; escala da barra = 20 μ m; D. Vagina. v = vagina, o = ovo; escala da barra = 20 μ m; E = Haptor; F = barra ventral; G. âncora ventral; H. âncora dorsal; I = barra dorsal; J = gancho; escala da barra = 20 μ m.....183

Figura 56. Metacercaria de *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) parasita de *A. falcatus*.....183

Figura 57. *Quadrigyryus torquatus* Van Cleave, 1920. A. Vista ventral do corpo; B. Terminação anterior mostrando a probóscide dentro do receptáculo da probóscide, pev = probóscide invaginada; C. Parte anterior do corpo mostrando a probóscide evaginada, p = probóscide, g = ganchos, e = espinhos, l = lemniscos, rp = receptáculo da probóscide; D = terminação posterior do corpo.....184

Figura 58. *Anisakis* sp. A. Larvas L3 de *Anisakis* sp. sob microscópio estereoscópio (Aumento 0,8X); B. Parte anterior do corpo de *Anisakis* sp. Escala = 4 mm.....186

Figura 59. *Pseudoproleptus* sp. A. Larvas L3 de *Pseudoproleptus* sp. sob microscópio estereoscópio (aumento 0,8X); B. Parte anterior de *Pseudoproleptus* sp.....187

Figura 60. *Procamallanus (S.) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928. A. Esquema mostrando as principais estruturas: cb = cápsula bucal, an = anel nervoso, pe = poro excretor, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, i = intestino. Escala da barra = 500 μ m; B = terminação posterior do macho mostrando as 6 papilas anais (pa): 4 pré anais e 6 pós anais, es = espículos; C = estrutura cefálica, pb = papilas bucais, dm = dentes medianos.....189

Figura 61. *Travassosnema travassosi paranaensis* Costa, Moreira & Oliveira, 1991. A. Parte anterior do corpo, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, l = larvas; Escala da barra = 200 μ m; B. Terminação anterior do corpo. an = anel nervoso; Escala da barra = 50 μ m; C. Terminação posterior do corpo (cauda). u = útero, a = anus, Escala da barra = 100 μ m.....190

Figura 62. *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes 1995. A. Vista ventral do corpo, escala = 400 μ m; B. Antenas mostrando o mecanismo de fechadura, escala = 250 μ m s = segmentos da antena, g = garra; C. Perna I. en = endopodito, ex = exopodito, escala = 30 μ m.....192

Figura 63. A. Antena de *Acusicola pellowidis*. S = segmento, g = garra, escala da barra = 150 μ m; B. Antenas mostrando o mecanismo de fechadura, escala da barra = 150 μ m; C. Perna I. en = endopodito; ex = exopodito, escala da barra = 30 μ m.....194

Figura 64. *Argulus amazonicus* Malta & Silva, 1986. A. vista dorsal do corpo; B = abdômen; C. Hastes quitinosas; D = Antênula; E = segunda maxila; F = detalhe dos espinhos do segundo segmento; G = perna 1; H = perna 2; I = perna 3; J = perna 4. (Desenhos originais de Malta & Silva, 1986).....195

Figura 65. Número de indivíduos de cada táxon, parasitos de *Acestrorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....196

Figura 66. Porcentagem de parasitismo de cada táxon parasito de *A. falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....196

Figura 67. Número de indivíduos de cada espécie parasita de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	197
Figura 68. Número de indivíduos parasitos coletados em cada órgão de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	198
Figura 69. Espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> e os órgãos parasitados por elas.....	198
Figura 70. Comparação entre a intensidade (I), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de espécies ectoparasitas VS endoparasitas e número de parasitas em adultos VS número de parasitas em fase larval de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> utilizando a prova de Mann & Whitney. Z(U) = valor de Mann & Whitney, p = probabilidade.....	200
Figura 71. Número de indivíduos e número de espécies parasitas coletadas em <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de seis lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	201
Figura 72. Análises do coeficiente de correlação de Spearman (<i>rs</i>) entre o número de espécies ecto e endoparasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> e o comprimento padrão dos hospedeiros. <i>rs</i> = 0,34; <i>p</i> = 0,008.....	204
Figura 73. Análises do coeficiente de correlação de Spearman (<i>rs</i>) entre o número de espécies ecto e endoparasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> e o peso dos hospedeiros. <i>rs</i> = 0,28; <i>p</i> = 0,03.....	205
Figura 74. Número de espécies ecto e endoparasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de seis lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	205

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 75. Número total das espécies registradas em <i>S. altispinis</i> , <i>R. vulpinus</i> e <i>A. falcatus</i> coletadas em lagos de várzea da Amazônia, Brasil.....	221
Figura 76. Número de espécies parasitas específicas de <i>S. altispinis</i> distribuídas em diferentes taxa.....	222
Figura 77. Número de espécies parasitas específicas de <i>R. vulpinus</i> distribuídas em diferentes taxa.....	222
Figura 78. Número de espécies parasitas específicas de <i>A. falcatus</i> distribuídas em diferentes taxa.....	223

Principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação das espécies parasitas dos diferentes grupos parasitários registrados em *Serrasalmus altispinis*, *Raphiodon vulpinus* E *Acestrorhynchus falcatus*.

Figura 79. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação das espécies de Monogenoidea. C. cabeça. oc = órgãos cefálicos, o = olhos, gc = glândulas cefálicas, f = faringe, e = esôfago; T. tronco. ci = cecos intestinais, cc = complexo copulatório, vs = vesícula seminal, rp = reservatório prostático, v = vagina, rs = receptáculo seminal, t = testículos, g = germarium; P. pedúnculo; H. háptor.....	236
Figura 80. Esquema com as partes de uma âncora e espinhos utilizados para a identificação das espécies de Monogenoidea. a. âncora. rs = raiz superficial, rp = raiz profunda, l = lâmina, p = ponta; g = gancho. pt = ponta, p = polegar, f = filamento, l = lâmina; g 4A. ganchos 4A.....	237
Figura 81. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação das espécies de Digenea: <i>Clinostomum marginatum</i> . vo = ventosa oral, f = faringe, ci = cecos intestinais, a = acetábulo, u = útero, ta = testículo anterior, o = ovário, tp = testículo posterior.....	238

Figura 82. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Acantocephala. A. estruturas morfológicas de um exemplar macho. p = probóscide, rp = receptáculo da probóscide, l = lemniscos, t = testículos, gc = glândula de cimento, rgc = reservatório da glândula de cimento, p = pênis, bc = Bursa copulatória. B. Probóscide (p), g = ganchos, e = espinhos. C. Terminação posterior do macho. bc = Bursa copulatória. D. estruturas morfológicas de um exemplar fêmea. o = ovos, u = útero, v = vagina.....239

Figura 83. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Nematoda. A. Parte anterior do corpo. cb = cápsula bucal, an = anel nervoso, pe = poro excretor, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, i = intestino; B. Terminação posterior indivíduo macho. pg = papilas genitais, e = espículas; C. Terminação posterior fêmea. a = anus, m = mucrom.....240

Figura 84. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Copepoda. A. Vista ventral do corpo. a = antena, al = antênula, cs = cefalossomo, ms = metassomo, us = urossomo, rc = ramos caudais, sc = setas caudais. B. Antena. s = segmento. C. Partes da perna. Ba = basipodito, ex = exopodito, en = endopodito.....241

Figura 85. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Branchiura: *Argulus*. A1 = primeira antena; A2 = segunda antena; AR = área respiratória, A = Abdômen, B = boca; DMX = dentes maxilares; E = Estilete; EX = exopodito, EM = Endopodito; FL = flagelo; MX1 = primeira maxila; MX2 = segunda maxila; P1 - 4 = pernas 1 - 4; PA = papila abdominal; RS = receptáculo seminal.....242

Figura 86. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Isopoda.....243

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Matriz das medidas dos caracteres morfométricos das espécies de Monogenoidea encontradas em *Serrasalmus altispinis* (medidas em μm).....60

Tabela 2. Medidas em μm de 10 fêmeas de *Amplexibranchius bryconis* Thatcher e Paredes 1995 coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.....75

Tabela 3. Medidas em μm de 10 fêmeas de *Ergasilus jaraquensis* Thatcher e Robertson, 1982 coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.....78

Tabela 4. Medidas em μm de 10 fêmeas de *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher e Boeger, 1984 coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.....80

Tabela 5. Medidas em μm de uma fêmea de *Rhinergasilus piranhus* Boeger e Thatcher, 1988 coletada em um lago de várzea da Amazônia brasileira.....82

Tabela 6. Índices parasitários, índice de dominância, status comunitário e constância de espécies dos parasitas registrados em *S. altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia, Brasil.....91

Tabela 7. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies parasitas (Ecto e Endoparasitas) de *Serrasalmus altispinis* coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.....97

Tabela 8. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies endoparasitas de *Serrasalmus altispinis* coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.....97

Tabela 9. Comparação da riqueza de espécies parasitas de *Serrasalmus altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia brasileira. C = Número de espécies comuns nos lagos, CSs = Coeficiente de similaridade qualitativo de Sorensen, CJ = Coeficiente de associação de Jaccard, ISquant = Coeficiente de similaridade quantitativo de Sorensen.....98

Tabela 10. Dominância das espécies parasitas de *Serrasalmus altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....99

Tabela 11. Índice de dispersão (ID), índice de Green (IG) e grau de agregação dos parasitas registrados em *Serrasalmus altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....100

Tabela 12. Espécies parasitas de *Serrasalmus altispinis* com seus respectivos IndVal.....103

Capítulo II

Tabela 1. Espécies parasitas citadas para *Raphiodon vulpinus*. M = Monogenoidea, C = Cestoda, D = Digenea, A = Acantocéfala, N = Nematoda, P = Pentastomida, CP = Copepoda, B = Branchiura, fi = Fase imatura.....139

Tabela 2. Medidas em micrômetros de 10 fêmeas adultas de *Ergasilus* sp. n.....148

Tabela 3. Medidas em micrômetros da antênula e antena de 10 exemplares de *Ergasilus* sp.....148

Tabela 4. Relação dos espinhos (algarismos romanos) e setas (algarismos arábicos) das pernas de *Ergasilus* sp. n.....149

Tabela 5. Índices parasitários, status comunitário, índice de dominância e constância de espécies das espécies parasitas de *Rhaphiodon vulpinus* capturados em lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....153

Tabela 6. Número de indivíduos e número de espécies parasitas de *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....156

Tabela 7. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies parasitas de *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....157

Tabela 8. Comparação da riqueza de espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....158

Tabela 9. Dominância das espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira. DA% = índice de dominância.....158

Tabela 10. Índice de dispersão (ID), índice de Green (IG) e grau de agregação das espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.....159

Tabela 11. Análises de correlação de Spearman (r_s) e/ou Pearson (r) entre o número de indivíduos de algumas espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* e o comprimento, peso e fator de condição relativo (Kn).....159

Tabela 12. Espécies parasitas de *Raphiodon vulpinus* com seus respectivos IndVal.....161

Capítulo III

Tabela 5. Lista das espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> , local de coleta e os respectivos autores dos trabalhos.....	178
Tabela 6. Estruturas morfológicas e as medidas de <i>Diaphorocleidus</i> sp. parasitando as brânquias.....	180
Tabela 7. Relação de espinhos e setas nas pernas de <i>Acusicola pellonidis</i> Thatcher & Boeger, 1983. Espinhos em números romanos; setas em números arábicos.....	192
Tabela 8. Índices parasitários, status comunitário, índice de dominância e constância das espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia, brasileira.....	198
Tabela 9. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	201
Tabela 10. Comparação da diversidade e riqueza das espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de diferentes lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	201
Tabela 11. Dominância das espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia, brasileira. DA% = índice de dominância.....	202
Tabela 12. Índice de dispersão (ID), índice de Green (IG) e grau de agregação das espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	202
Tabela 13. Análises de correlação de Spearman (<i>r_s</i>) entre diferentes abundância VS o comprimento e o peso dos espécimes de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> de lagos de várzea da Amazônia brasileira.....	203
Tabela 14. Espécies parasitas de <i>Acestrorhynchus falcatus</i> com seus respectivos IndVal.....	205

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tabela 15. Espécies parasitas registradas em <i>Serrasalmus altispinis</i> , <i>Raphiodon vulpinus</i> e <i>Acestrorhynchus falcatus</i> provenientes de lagos de várzea de Amazônia, Brasil.....	224
--	-----

RESUMO GERAL

Foram estudados 60 espécimes de *Serrasalmus altispinis*, 12 de *Raphiodon vulpinus* e 56 de *Acestrorhynchus falcatus* capturados durante quatro expedições, nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2013 em seis lagos de várzea da Amazônia Central: Baixo, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá e Maracá. Os pontos de coletas estão situados entre os municípios de Manaus e Coari, no estado do Amazonas em um trajeto de aproximadamente 400 km que é rota do transporte de petróleo e gás na Amazônia Central, Portanto, sensível a acidentes decorrentes desse transporte. Os objetivos deste trabalho foram descrever taxonomicamente a fauna de metazoários parasitas dos três peixes acima citados, por meio de métodos qualitativos, quantitativos (índices parasitários e descritores ecológicos). Foram coletados e identificadas 3.378 indivíduos correspondentes a 43 espécies parasitas nos três hospedeiros: 1.122 indivíduos e 35 espécies em *Serrasalmus altispinis*, 1.963 indivíduos e 06 espécies em *Raphiodon vulpinus* e 263 indivíduos e 08 espécies em *Acestrorhynchus falcatus*. As espécies parasitas corresponderam aos taxons Monogenoidea, Digenea, Acantocephala, Nematoda, Copepoda, Branchiura e Isopoda. Todas as espécies identificadas em *S. altispinis* constituem os primeiros registros parasitários em este peixe. Em *R. vulpinus* e *A. falcatus* foram registradas novas ocorrências parasitárias. Os índices parasitológicos e descritores ecológicos calculados, bem como a análise estatística consideraram os lagos de várzea como ambientes de baixa diversidade, com a possibilidade de estar sendo afetadas por algum fator antropogênico. Dos três peixes estudados, *S. altispinis* mostrou ser a melhor espécie a ser considerada como bioindicadora dos lagos de várzea. Isto, devido a sua abundância nestes locais, fácil captura, e alta riqueza de espécies parasitas. Adicionalmente nos cálculos realizados utilizando o método Valor Indicador (IndVal), foi a única espécie hospedeira com espécies parasitas estatisticamente consideradas como bioindicadoras, as quais podem ser utilizadas para alertar possíveis mudanças ambientais nos lagos de várzea estudados.

Capítulo I

**OS METAZOÁRIOS PARASITOS DE *Serrasalmus altispinis*
(MERCCKX, JÉGU E SANTOS, 2000) E SEU USO COMO
BIOINDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL.**

Resumo

Neste trabalho é descrita a fauna parasitária de *Serrasalmus altispinis* capturados em lagos de várzea da Amazônia Central e seu uso como bioindicadora de qualidade ambiental. Todas as espécies parasitas registradas constituem os primeiros registros parasitários para este peixe. Foram adicionadas informações as descrições originais das espécies já descritas. Os lagos estudados foram: Baixio, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá e Maracá, localizados entre as cidades de Manaus e Coari na Amazônia Central, em um trecho de aproximadamente 400 km. Foram coletados e examinados 60 *S. altispinis* durante quatro excursões de campo nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2013. Os peixes mediam em média $13,3 \pm 3,6$ cm de comprimento padrão e pesavam $60,3 \pm 35,9$ g de peso total. O fator de condição relativo foi de $1,14 \pm 0,95$. Foram coletados e identificados 1.122 parasitos pertencentes a três filos e seis grupos taxonômicos distintos: Filo Platyhelminthes: Monogeneoidea (818) e Digenea (22); Filo Nematoda (70), e Filo Arthropoda: Copepoda (196), Branchiura (01) e Isopoda (15). Os descritores ecológicos como os índices de diversidade de Margalef e Simpson mostraram alta diversidade nos lagos de várzea estudados com exceção do Lago Baixio que apresentou valores que o consideraram como um lago de diversidade média. No entanto, o cálculo dos índices de diversidade aplicado só para os endoparasitos registrados em *S. altispinis* mostraram um quadro diferente. Os baixos valores nos descritores ecológicos consideraram os lagos estudados como locais de baixa diversidade. Todos os lagos apresentaram maior número de espécies ectoparasitas que endoparasitas. Das espécies analisadas, *Anacanthorus jegui*, *A. peryphallus*, *A. sciponophallus*, *Enallothecium aegidatum*, *Clinostomum marginatum*, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*, *Anisakis* sp e *Amplexibranchius bryconis* apresentaram IndVal maior que 70% significativo ($p < 0,05$), sendo consideradas como espécies bioindicadoras e característica dos lagos de várzea estudados. A grande diversidade de espécies parasitas que utilizam *S. altispinis* como hospedeira indica o importante papel que essa espécie de peixe possui para a manutenção da biodiversidade nos lagos de várzea da Amazônia central brasileira.

Palavras – chave: descritores ecológicos, ectoparasitas, endoparasitas, índices parasitários, piranha.

Abstract

This work describes the parasitic fauna of *Serrasalmus altispinis* caught in Central Amazonia floodplain lakes and its use as a bioindicator of environmental quality. All registered parasite species are first records for this fish species. Additional information to the original descriptions of the parasite species already described were added. The studied lakes were: Baixio, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá and Maracá, located between the cities of Manaus and Coari in Central Amazonia, in a stretch of approximately 400 km. Sixty *S. altispinis* were collected and examined during four field trips in the months of March, June, September, and December 2013. Fish averaged standard length was 13.3 ± 3.6 cm and 60.3 ± 35.9 g of total weight. The relative condition factor was 1.14 ± 0.95 . One thousand one hundred and twenty two (1122) parasites belonging to three phylum and six different taxonomic groups were collected and identified: Phylum Platyhelminthes: Monogeneoidea (818) and Digenea (22); Phylum Nematoda (70), and Phylum Arthropoda: Copepoda (196), Branchiura (01) and Isopoda (15). Ecological descriptors such as the Margalef and Simpson diversity indexes showed high diversity in the lakes, except for Lake Baixio, which presented values that considered it as a lake of medium diversity. However, when the calculation of diversity indices was applied only to endoparasites, they showed a different picture: the low values in the ecological descriptors considered the studied lakes as places of low diversity. All lakes had more ectoparasites than endoparasites. The species *Anacanthorus jegui*, *A. peryphallus*, *A. sciponophallus*, *Enallothecium aegidatum*, *Clinostomum marginatum*, *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*, *Anisakis* sp and *Amplexibranchius bryconis* presented IndVal significant greater than 70% ($p < 0.05$) being considered as characteristic species in the floodplain lakes studied. The great diversity of parasite species that use *S. altispinis* as host indicates the important role that this fish species has for the maintenance of biodiversity in floodplain lakes of Brazilian Central Amazonia.

Key words: Ecological descriptors, ectoparasites, endoparasites, parasitic index, piranha.

1. Introdução

Aproximadamente 14% das espécies do mundo são encontradas no Brasil (Lewinsohn e Prado 2002). Essa extraordinária biodiversidade ainda é, no entanto, pobremente conhecida (Agostinho *et al.* 2005). O Brasil lidera o número de peixes de água doce, possuindo 2.122 espécies catalogadas que corresponde a cerca de 20% das espécies do mundo (Buckup e Menezes 2003). O número estimado apenas para a região amazônica é de 2.000 espécies (Agostinho *et al.* 2005)

Provavelmente 30 a 40% da fauna de peixes neotropicais de águas interiores ainda não foram descritas. Um número mais realista para as águas brasileiras pode ser de 5.000 espécies (Reis *et al.* 2003). A região Amazônica compreende uma imensa área de 7,9 milhões de km² em que 300.000 km² são de áreas alagáveis associadas aos grandes rios da bacia. Estas áreas são submetidas a flutuações no nível das águas que influenciam as características limnológicas, biológicas e ecológicas dos corpos d'água (Junk *et al.* 1989)

Na bacia Solimões-Amazonas as planícies são localmente denominadas de várzea, que é um sistema complexo de lagos de planícies inundáveis, canais, diques e ilhas. A vazante começa em agosto prosseguindo até a seca em outubro (nível de água mais baixo). O período de seca prolonga-se até janeiro, dependendo da conexão do lago com o rio, sendo que em lagos mais distantes à água começa a entrar no final de janeiro. Na seca, alguns lagos tornam-se bastante reduzidos em área e volume, mas nem todos ficam isolados do rio nesse período (Goulding *et al.* 2003).

Na seca a disponibilidade de frutos e sementes como recurso alimentar para peixes diminui drasticamente, mas para as espécies carnívoras, a chance de encontro com uma presa aumenta, visto que o volume do rio diminui (Aráujo-Lima e Goulding 1997). Na enchente, a água do rio entra nos lagos interiores por diferentes canais de conexão. No pico da cheia, grande parte da região é inundada e quase todos os lagos ficam conectados entre si e com o rio (Goulding *et al.* 2003).

Os peixes, em especial, são bastante adaptados ao ecossistema amazônico, com espécies de variados tamanhos, formas e estratégias de vida. Esta elevada diversidade adaptativa é o resultado da enorme complexidade ambiental desse universo aquático, distribuída em uma área de milhões de quilômetros quadrados (Goulding *et al.* 2003).

Parasitismo em peixes

Os peixes são os vertebrados mais parasitados por serem os mais antigos na terra. São o substrato vivo com o maior tempo de exposição e de adaptação para os organismos simbiontes, além de viverem em ambientes aquáticos que facilitam transmissão e a dispersão dos parasitas (Malta 1984).

As espécies parasitas correspondem a um dos grupos de organismos mais abundantes do mundo. O corpo de plantas e animais representam ambientes que foram e continuam sendo colonizados por outros seres vivos através da história e da evolução. A forma de vida das espécies parasitas obteve tanto êxito que evoluiu independentemente em quase todos os filos de plantas e animais (Dogiel 1961).

Não só o hospedeiro, mas também o ambiente do hospedeiro formam o ambiente do parasito. O ambiente das espécies parasitas tem duas denominações: o "microambiente", que é o habitat direto utilizado, no caso o hospedeiro; e o "macroambiente", que é o habitat do hospedeiro e os parasitados estão ligados por relações indiretas (Dogiel 1961).

Os peixes são hospedeiros definitivos quando dentro deles o parasita atinge a maturidade e acontece a reprodução sexual. Hospedeiros intermediários são aqueles requeridos para completar uma fase de desenvolvimento do ciclo de vida do parasita, o hospedeiro é necessário para as metamorfoses do parasita. Este tipo de hospedeiro é um vínculo necessário na transmissão do parasita ao próximo hospedeiro. Os hospedeiros paratênicos são hospedeiros opcionais que podem ser envolvidos no ciclo de vida, mas não são requeridos para ser completados. O hospedeiro acidental é aquele que pode adquirir a infecção, mas não está envolvido na transmissão ou reprodução do parasita. Este tipo de hospedeiro constitui a morte do parasita, podendo a infecção trazer graves consequências para os hospedeiros (Marcogliese 1995).

O ciclo de vida das espécies parasitas pode ser muito variável. Os mais simples utilizam apenas um hospedeiro, ciclo direto ou monóxeno. Os mais complexos; necessitam de um ou mais hospedeiros intermediários, ciclo indireto ou heteroxeno (Pavanelli *et al.* 2002).

Cada espécie parasita que vive no hospedeiro causa certo grau de influência no peixe. Esta influência pode resultar em mudanças extensas em órgãos individuais ou tecidos, ou pode causar um efeito geral. Em cada caso o parasito que causa estas mudanças é considerado como patogênico. Por outro lado, sua influência pode ser muito

leve ao ponto de não produzir sinais externos, neste caso é considerado não patogênico (Dogiel 1961).

A influência do hábito alimentar na transmissão de parasitas

A dieta dos peixes influencia fortemente a composição da fauna parasitária dos mesmos. A ocorrência de certas espécies de parasitas em peixes com hábitos alimentares pouco conhecidos pode proporcionar boas pistas para entender a composição da dieta do hospedeiro (Dogiel 1961).

As espécies parasitas são componentes onipresentes da maioria dos ecossistemas. Elas ocorrem em praticamente todas as cadeias alimentares e em todos os níveis tróficos. A maioria das espécies que habita o planeta serve como hospedeiras de uma ou mais espécies de parasitas. O parasitismo é também cada vez mais reconhecido por um importante papel na estruturação nas comunidades de animais (Mouritsen e Poulin 2002; Marcogliese 2004).

As espécies parasitas são sempre negligenciadas em estudos de cadeias alimentares e ecossistemas, a despeito do fato de que elas podem regular as populações de hospedeiros e influenciar a estrutura da comunidade. No entanto, a própria natureza do parasitismo torna uma adequada e apropriada indicadora de estresse ambiental, da cadeia alimentar e da biodiversidade (Marcogliese 2003).

Espécies parasitas podem ter ciclos de vida heteroxenos (complexos) e depender da presença de vários hospedeiros intermediários e de várias relações predador-presa para completarem seus ciclos de vida. A ocorrência de uma espécie parasita em um organismo hospedeiro não reflete somente a presença de outro organismo que participa do ciclo de vida da espécie parasita, mas também os caminhos tróficos que o hospedeiro participa tanto para baixo quanto para cima na cadeia alimentar (Marcogliese 2003).

As espécies parasitas e os modos de vida parasitários são excepcionalmente adequados para avaliar as estruturas das cadeias alimentares e as interações tróficas, incluindo as ligações nas fronteiras aquático-terrestres (Marcogliese 2003). As espécies parasitas possuem outras vantagens, dentro de uma única assembleia elas representam uma variedade de linhagens filogenéticas. Principalmente aquelas que possuem diferentes padrões de histórias de vidas e respondem diferentemente aos fatores de estresse ambiental e não são tendenciosas as restrições filogenéticas (Marcogliese 2003).

O impacto do parasitismo vai além das populações de seus hospedeiros. Ele se propaga através das cadeias tróficas por meio das interações entre as populações dos

hospedeiros, seus predadores, suas presas e seus competidores (Minchella e Scott 1991). A transmissão trófica induzida pelas espécies parasitas pode aumentar as populações de predadores e os vínculos das cadeias tróficas que poderiam ser extremadamente raros ou não existirem na ausência do parasito (Lafferty e Morris 1996; Lafferty 1999).

As espécies parasitas de uma infra-comunidade ou de um componente da comunidade, usualmente pertencem a muitos filos. Elas representam diversas linhagens que são filogeneticamente independentes. Consequentemente, suas respostas às perturbações ambientais não serão filogeneticamente limitadas. Outra vantagem inclui o rápido crescimento das gerações no tempo, comparado aos seus hospedeiros, sejam invertebrados ou vertebrados (Marcogliese 2003).

A ausência de parasitos de um hospedeiro em um hábitat particular indica que um ou mais dos hospedeiros requeridos para completar seu ciclo de vida, não estão presentes naquele local (Overstreet 1997). Uma espécie parasita que é transmitida em grandes quantidades através dos caminhos tróficos reflete a densidade dos hospedeiros intermediários naquele ambiente (Overstreet 1997).

Dependendo da complexidade do ciclo biológico, um parasito usualmente requer dois a quatro hospedeiros (Marcogliese 2003). Cada espécie parasita torna-se uma boa ferramenta que pode ser utilizada como indicador de múltiplos hospedeiros que representam diferentes níveis tróficos, diferentes taxons, diferentes alianças e diferentes relações entre predadores-presas dentro das comunidades (Marcogliese 2003).

Ao estudar os parasitos das espécies hospedeiras em diferentes habitats, torna-se possível comparar o papel que desempenham em suas diferentes comunidades (Marcogliese 2003). As comunidades de parasitos podem ser utilizadas para comparar cadeias tróficas e estruturas de comunidades através de habitats, podendo ser indicadoras de diversidade de ecossistemas como também de diversidade de espécies (Marcogliese 2003).

A dieta do hospedeiro determina a aquisição, acumulação e níveis de infecção geral de parasitos numa comunidade de peixes. A estrutura e dinâmica das interações em cadeias tróficas podem ser importantes determinantes de infecções de helmintos em peixes hospedeiros definitivos (Marcogliese 2002). Com níveis de infecção parasitária dependendo do consumo da presa hospedeira intermediária infectada (Lagrue *et al.* 2011).

O hábito alimentar do hospedeiro contribui, em certa medida, para os padrões de infecção de helmintos em populações naturais de peixes. A dieta do peixe hospedeiro e a

compatibilidade entre o hospedeiro e o parasita contribuem para a distribuição dos helmintos na comunidade de peixes (Lagrue *et al.* 2011)

Helmintos podem colonizar novos hospedeiros se eles têm os mesmos hábitos alimentares que os hospedeiros originais (Poulin 2005). É muito bem conhecido que a dieta tem um papel fundamental na composição das comunidades de helmintos, particularmente aqueles que se fixam no intestino (Dogiel 1961).

A riqueza da helmintofauna é mais alta em peixes com dieta carnívora mista (invertebrados e peixes). Seguida dos consumidores de invertebrados e a menor quantidade de parasitas ocorre em peixes com outros hábitos alimentares. Isto porque os carnívoros tem maior exposição a helmintos ao consumir presas como invertebrados e peixes menores que são hospedeiros intermediários de diferentes grupos de parasitos (Choudhury e Dick 2000).

Estima-se que hospedeiros de grande porte, como a maioria dos peixes carnívoros, têm mais nichos disponíveis para a colonização por espécies parasitas incluindo áreas de superfície maiores para ectoparasitos. Hospedeiros com maior massa corporal consomem mais alimentos e podem ingerir mais endoparasitas (Morand 2000).

Peixes carnívoros de grande porte têm história de vida mais lenta. Eles podem mudar os padrões de riqueza das espécies parasitas devido às taxas mais baixas de mortalidade. Isto aumenta a capacidade das espécies parasitas se estabelecerem nos hospedeiros (Altizer e Augustine 1997). Hospedeiros com vida mais longa encontram mais espécies parasitas através do seu ciclo de vida (Bell e Burt 1991).

Em populações de peixes carnívoros muitos parasitos se propagam diretamente de um hospedeiro a outro sem a necessidade de um estágio intermediário de desenvolvimento em outro hospedeiro, como é o caso dos monogênios branquiais (Funk *et al.* 2001). Hospedeiros que vivem em altas densidades que têm frequentes contatos intraespecíficos podem acumular maior número de espécies parasitas por ter taxas mais elevadas de encontro com outros indivíduos (Poulin e Morand 2014).

Dentro dos grupos parasitários que se transmitem pela via trófica estão os trematódeos digenéticos. Eles podem penetrar nos peixes diretamente ou podem ser adquiridos ao ingerir moluscos infetados, larvas de Odonata e Chironomidae ou predando peixes menores infetados (Olsen 1986; Marcogliese 1995).

Espécies de Cestoda são transmitidas pela ingestão de espécies de Annelida (Tubificidae), de Copepoda de vida livre ou de peixes menores infetados. As de Acantocephala por Ostracoda, Copepoda de vida livre e peixes menores infetados.

Espécies de Nematoda por Copepoda de vida livre, Annelida, camarões e de peixes menores infetados (Olsen 1986; Marcogliese 1995).

Diversos fatores podem influenciar a dieta dos peixes como. A plasticidade trófica, variação ontogenética, ecomorfologia e as variações espaciais e temporais (Abelha *et al.* 2008). A relação da plasticidade trófica com o parasitismo está no consumo de alimento, peixes de diferentes grupos tróficos possuem uma fauna parasitária diferente. Peixes onívoros e carnívoros têm a diversidade mais alta de parasitas por estar situados no meio da teia trófica, com um maior acesso a diferentes espécies de presas. Isto resulta em uma maior diversidade de espécies parasitas. No entanto peixes herbívoros e detritívoros possuem uma diversidade menor (Abelha *et al.* 2008).

A variação ontogenética influencia na composição da fauna parasitaria dos peixes. Porque às mudanças no hábito alimentar no decorrer da vida do peixe, repercute diretamente nos tipos de parasitos transmitidos via cadeia trófica (Amudsen *et al.* 2003).

As análises combinadas de caracteres ecomorfológicos em peixes brindam informações muito importante no comportamento e hábitos alimentares. Características como a agilidade natatória, tamanho potencial e tipo de presa, posição do peixe na coluna da água entre outros podem ser adquiridos mediante este tipo de análises. Com estas informações é possível determinar as diferenças na composição da fauna parasitária de peixes do mesmo hábito alimentar ou entre espécies simpátricas (Cussac *et al.* 2002)

Áreas alagáveis apresentam alterações na dinâmica populacional da fauna autóctone, principalmente na fauna ictiológica, tendo reflexos diretos na estrutura e composição das espécies parasitas, tamanho das infrapopulações e conseqüentemente em seu ciclo de vida (Pavanelli *et al.* 1997). Mudanças sazonais no ambiente podem causar modificações na relação parasita-hospedeiro. A presença ou abundância de parasitos é diretamente influenciada tanto pelo ambiente dentro do hospedeiro como pela condição do ecossistema (Kadlec *et al.* 2003).

Os parasitas como bioindicadores de qualidade ambiental

Há uma ligação direta entre a riqueza parasitária e a riqueza de espécies de vida livre, resultando na possibilidade de indicar mudanças nos ecossistemas (Lafferty 2012). Isto é causado por diferentes vias de infecção dos diferentes grupos de parasitos. No ciclo de vida de Digenea envolvem moluscos como primeiros hospedeiros

intermediários e uma série de outros organismos, crustáceos, outros invertebrados e vertebrados, como segundo hospedeiros intermediários (Cribb *et al.* 2001).

Os hospedeiros intermediários são necessários para completar a ontogenia do parasito (Poulin e Cribb 2002). O primeiro hospedeiro é normalmente uma espécie definida ou um pequeno grupo de parentes próximos (MacKenzie 1999). Com a perda dos hospedeiros primários, por exemplo, causada pela mudança ambiental ou a poluição, o parasito também desaparecerá (Lafferty 1997).

Em geral, o impacto da contaminação é mais forte para os parasitos em comparação com seus hospedeiros (Möller 1987). Muitas vezes, o hospedeiro definitivo pode se adaptar às novas condições e ainda ocorrer, enquanto a espécie parasita pode desaparecer (Lafferty 2013). Uma redução dos hospedeiros intermediários altera a fauna de endoparasitos do hospedeiro final (Palm 2011). Vários hospedeiros são característicos no ciclo de vida de endoparasitos, no entanto, no geral, os ectoparasitas têm ciclos de vida diretos sem a presença de hospedeiros intermediários (Marcogliese 2005b). Os ciclos de vida diretos podem resultar em aumento das taxas de infestação de ectoparasitos em ambientes poluídos (MacKenzie 1999).

Os helmintos endoparasitos frequentemente diminuem, enquanto os ectoparasitos aumentam seus números em cenários crescentes de poluição (MacKenzie 1999). Este conhecimento pode ser usado para avaliar o estado de saúde dos ecossistemas aquáticos e foi aplicado para as espécies de águas costeiras da Indonésia nos últimos anos (Rückert *et al.* 2009; Palm e Rückert 2009; Palm *et al.* 2011; Kleinertz *et al.* 2014; Kleinertz e Palm 2015).

A ocorrência de parasitos de peixes está intimamente relacionada com a distribuição de seus hospedeiros definitivos e intermediários (Hine e Kennedy 1974). Sua abundância também é influenciada por outros factores bióticos e abióticos, como ecologia, hábito alimentar (Palm *et al.* 1998), temperatura da água (Rohde *et al.* 1995), profundidade da água e da poluição do ambiente (Palm 1999)

A estreita relação de uma altamente diversificada fauna parasitaria com seus hospedeiros e o meio ambiente abre a oportunidade de utilizar estes organismos como indicadores biológicos. Parasitos de peixes já foram utilizados para indicar a ecologia de seus hospedeiros, alimentação; migração e recrutamento (Palm 1999). As condições do ambiente, por exemplo, a qualidade da água, (Galli *et al.* 2001). A poluição, (Sures e Reimann 2003) o estresse ambiental, (Landsberg *et al.* 1998).

Por causa da grande diversidade, em termos de número de espécies, mas também por causa das estratégias utilizadas ao longo da sua história de vida. Há um interesse crescente no uso das espécies parasitas como indicadores biológicos ou ecológicos das condições de vida dos seus hospedeiros (Marcogliese 2005).

Globalmente, os resultados indicam que populações de parasitos podem aumentar ou diminuir quando enfrentam mudanças ambientais. Estressores ambientais, como águas residuais ou poluentes industriais podem resultar em um aumento de parasitos de peixes devido a diminuição nas defesas imunológicas e uma menor resistência às infecções (MacKenzie *et al.* 1995).

Alguns trabalhos relatam que a poluição pode resultar em uma diminuição da abundância e prevalência de espécies parasitas. Este tem sido o caso principalmente de parasitos com ciclo de vida heteroxeno onde a ausência local ou uma abundância muito baixa dos hospedeiros intermediários são geralmente apresentadas como prováveis explicações (MacKenzie *et al.* 1995).

As espécies parasitas heteroxenas não só revelam a sua própria abundância, mas também a presença local dos seus hospedeiros intermediários e definitivos. Elas podem também refletir ameaças no nível do ecossistema como, por exemplo, para detectar poluição por metais pesados e eutrofização (Lafferty 1997). Um dos principais critérios para a utilização de indicadores biológicos é que as espécies indicadoras devem ser simples, facilmente obtidas e sensíveis ao estresse (MacKenzie *et al.* 1995; Williams e MacKenzie 2003).

O hospedeiro *Serrasalmus altispinis* Merckx, Jégu e Santos, 2000.

Serrasalminae é formada por peixes com o corpo profundamente comprimido lateralmente. Com uma série de espinhos ventrais abdominais e um espinho anteriormente dirigido pouco antes da nadadeira dorsal. Algumas espécies possuem apenas uma fila de dentes em cada maxila. Estes dentes são interligados, afiados, pontudos e tricúspide em *Pygocentrus* Müller e Troschel, 1844; *Pristobrycon* Eigenmann, 1915 e *Serrasalmus* Lacépède 1803 (Jégu 2003).

Serrasalmus altispinis Merckx, Jégu & Santos, 2000 foi descrita para o Rio Pitinga na Bacia do Rio Uatumã no Estado do Amazonas e ocorre na Bacia do Rio Amazonas. Pode alcançar até 19 cm de comprimento padrão. Tem uma faixa preta na parte terminal da cauda. A cor dos flancos é escura e a mancha umeral negra é bem definida. Os peixes vivos a coloração é prata e a cabeça do adulto tem uma coloração laranja em toda parte inferior (Merckx *et al.* 2000).

Serrasalmus altispinis é uma espécie simpátrica com *S. rhombeus*. Em *S. altispinis* o corpo é levemente mais comprimido e profundo que em *S. rhombeus*. *Serrasalmus altispinis* é caracteriza-se por possuir a serra mais profunda que a de *S. rhombeus*. O nome *altispinis* provem do latim *altus* (altura) e *spina* (espinho), faz referência à altura da serra observada nesta espécie (Merckx *et al.* 2000).

Serrasalmus altispinis habita os lagos de rios de água branca, sendo capturada juntamente com *S. rhombeus* próximo à vegetação aquática e floresta alagada. O focinho pontudo é similar a *S. elongatus*, o que indica uma dieta de peixes inteiros, escamas, e nadadeiras. Por ser uma espécie recentemente descrita, ainda são escassas informações sobre sua biologia e até a atualidade não existe estudo sob sua fauna parasitária (Claro-Jr. 2003)

Para a utilização de parasitos de peixes como indicadores de contaminação ou alteração ambiental cada espécie parasita e hospedeira deve preencher os seguintes critérios (Overstreet 1997; Madi 2005).

Critérios relacionados ao hospedeiro:

1. A área onde vive o peixe deve ser restrita: devem residir em uma área pequena ou bem definida onde passam a maior parte do tempo. Peixes que fazem grandes migrações e têm o habitat menos definido fica muito difícil avaliar a saúde do ambiente, pois não se sabe em que local os parasitos foram adquiridos;

2. O peixe deverá ser capaz de servir como hospedeiro para um grande número de espécies parasitas: preferivelmente, pelo menos várias dessas espécies devem incorporar uma grande variedade de hospedeiros adicionais (intermediários, paratênicos e definitivos) em seus ciclos de vida;

3. O peixe deve ser comum, de fácil captura e identificação: uma vantagem adicional é ser pequeno. Que facilita os processos de captura, exame, necropsia e coleta dos parasitos. Peixes grandes são difíceis de serem capturados, se gasta mais tempo para examiná-los e demandam mais trabalho para obter dados histológicos.

Critérios relacionados a espécie parasita:

1. Riqueza de espécies parasitas heteroxênicas: parasitos que incluem mais de um hospedeiro em seu ciclo de vida geralmente ocorrem em, relativamente, baixos números em ambientes contaminados. Estes resultados podem decorrer da redução ou eliminação de hospedeiros, intermediários ou definitivos, ou do efeito toxico direto sobre o parasito;

2. Informações biológicas e epidemiológicas sobre o ciclo de vida do parasito para indicar a biodiversidade: o comportamento racional dessa ferramenta é similar ao do critério #1(acima) que é restrito ao número de espécies. Essa ferramenta requer conhecimento adicional sobre a biologia dos parasitos. Valores de prevalência e intensidade média de um específico parasito em diferentes localidades indicam diferente natureza dos habitats em termos de associações de invertebrados de vida livre e de hospedeiros vertebrados.

3. Informações epidemiológicas sobre os parasitos que reproduzem dentro (internamente) ou sobre (externamente) o hospedeiro: essa ferramenta e a do critério #4 (abaixo) consistem em valores de dados, onde os hospedeiros apresentaram índices parasitários muito maiores nos ambientes altamente contaminados do que naqueles sem contaminantes. A razão dessas altíssimas infestações envolve um decréscimo da resistência ou imunidade do hospedeiro, um aumento na fonte de nutrição do parasito ou em uma interação com outra infecção por um agente microbiano.

4. Alterações histológicas relativas à infestação por parasito se o estresse causado pela substância contaminante: como indicado no critério #3 (acima) o contaminante pode reduzir a resistência do hospedeiro permitindo ao parasito reproduzir-se e desenvolver-se. Isto pode causar necroses ou alguma outra condição patológica no tecido do hospedeiro, os quais podem se tornar uma fonte adicional de nutrientes para o parasito reproduzir ainda mais. Alguns desses parasitos são externos, mas muitos são protozoários histozóicos e outros são internos.

Em adição ao uso dos critérios relacionados a espécie parasita (quatro itens acima): para amostragens simples e em apenas um ponto de amostra da saúde ambiental, o monitoramento, *stricto sensu* deve ser conduzido em áreas cuidadosamente selecionadas. Deve-se ter conhecimento dos dados da rotina básica do local para servir como referência, para poder comparar com as mudanças do parasitismo, da qualidade da água ou efluentes e também as mudanças no tempo (Madi 2005).

Os hospedeiros devem conter indivíduos adultos e juvenis. As capturas devem ser periódicas para estimativa do período de aquisição do parasito (Overstreet 1997). Muitos dos fatores complicadores que envolvem os parasitos como bioindicadores são inter-relacionados ou associados com o critério estabelecido para um bom modelo de peixe hospedeiro. Sete fatores são listados (Overstreet 1997).

1. Utilizar um ou mais locais de referência, apropriado para comparação. Utilizar o mesmo peixe hospedeiro e, se possível, os mesmos fatores para comparação (mesma área geral, salinidade, profundidade da água, vegetação) e outras características comparáveis. Os locais devem ser amostrados ao mesmo tempo ou tão próximo quanto possível.

2. Flutuações sazonais normais do parasito podem produzir dados enganosos, em especial, quando o parasito possui curto ciclo de vida e a biota está sendo avaliada. Se apenas uma coleta for planejada é ideal que seja no período sazonal em que a abundância do parasito esteja alta no local escolhido. Além disso, fatores como efluentes antropogenicamente aquecidos podem resultar no aumento de estágios infecciosos para o peixe, quando comparados com uma área normalmente não aquecida.

3. Condições ambientais extremas ou atípicas, tais como inundações, furacões, congelamento atípico, prolongado períodos de chuvas ou secas podem produzir resultados enganosos, especialmente quando comparados com dados obtidos em longo prazo ou anualmente.

4. O efeito de algumas toxinas em situações específicas sobre um peixe pode aumentar, ou influenciar a presença de uma espécie de parasito ou vice-versa, como indicado acima. A interação normal das condições ambientais para este relacionamento também pode influenciar grandemente a saúde do hospedeiro e do parasito.

5. A inter-relação entre as espécies de parasitos pode produzir um aumento ou diminuição do número de indivíduos ou espécies.

6. O modelo deverá ser adequado para acomodar uma grande riqueza de espécies parasitas, levando em conta se os dados epidemiológicos devem ser considerados como indicadores.

7. Se o hospedeiro possui uma vasta dispersão, poderia adquirir ou perder alguns parasitos distantes dos locais das amostras.

De acordo com os critérios relacionados ao hospedeiro, *S. altispinis* é uma espécie de peixe que atende a todos os itens propostos por Overstreet (1997):

1. *Serrasalmus altispinis* vive em uma área restrita, nos lagos de várzea da bacia amazônica;

2. É hospedeira de um número grande de espécies parasitas. Várias dessas espécies parasitas utilizam uma grande variedade de hospedeiros: intermediários; paratênicos e definitivos para completar seus ciclos de vida;

3. É um peixe muito comum, de fácil captura e identificação. Não é um peixe de grande porte, o que facilita os processos de captura, exame, necropsia e coleta dos parasitos.

Uma vez que a presença de parasitos em hospedeiros vertebrados é diretamente dependente do grau de diversidade do habitat. A análise da comunidade parasitária dos peixes de um local pode ser um bom indicativo do estresse ambiental e da biodiversidade (Overstreet 1997).

Conhecendo as espécies parasitas e suas relações com *S. altispinis*, ter-se-á o retrato da situação atual destas espécies nos lagos de várzea da Amazônia Central. Também será conhecido o número de seres vivos que dependem de *S. altispinis* para existirem. E cada espécie parasita que preencher os critérios para ser utilizada como bioindicadora de integridade ambiental será indicada.

Na Amazônia os rios são fundamentais, pois são, na maioria das vezes, a única via de acesso à maioria dos municípios. No caso do rio Solimões além desse papel na navegação comercial e transporte de passageiros é também rota de transporte de petróleo. Estas atividades apresentam um grande risco para desastres ambientais.

Serrasalmus altispinis carece de informações basais sobre sua fauna parasitária, dessa forma, o presente trabalho objetivou identificar a fauna parasitária de *S. altispinis* em lagos de várzea da Amazônia Central ao longo de um ano, identificando novas ocorrências e espécies que utilizam esse peixe como hospedeiro intermediário, paratênico ou definitivo fornecendo assim, subsídios para outros estudos posteriores.

Este trabalho também teve como objetivo ampliar o conhecimento da biodiversidade das espécies de parasitos de *S. altispinis* e analisar quantitativamente e qualitativamente sua comunidade parasitária através de índices, coeficientes e estimativas indicando espécies como bioindicadoras da integridade nos lagos de várzea estudados.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo e coleta dos dados

Os lagos amostrados foram: Baixio (03°17'27,2''S/ 60°04'29,6''O) e Preto (03°21'17,1''S/ 60°37'28,6''O) no município de Iranduba. Ananá (03°53'54,8''S/ 61°40'18,4''O) em Anori. Araçá (S03°45' 04,3" S/ 62°21' 25,9" O) em Codajás. Maracá (03°50'32,8''S/ 62°34'32,4''O). São Tomé, no Rio Purus no município de Coari (03°49' 39,0"S/ 61°25' 24,6" O). Todos os lagos estão localizados em um trecho de

aproximadamente 400km, de extensão no rio Solimões entre as cidades de Coari e Manaus (Figura 1).

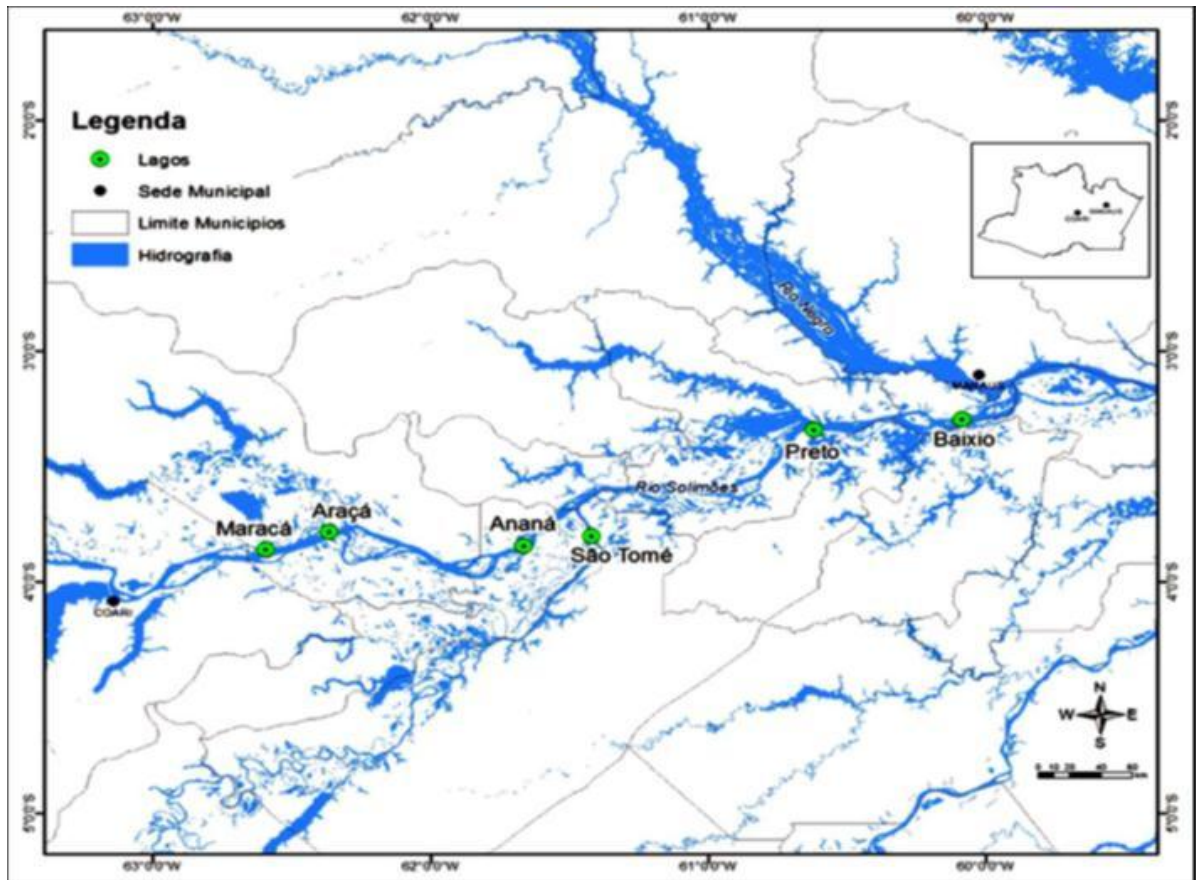


Figura 87. Localização dos lagos de várzea dos rios Solimões e Purus na Amazônia brasileira; Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Fonte: Marinho (2005).

2.2. Coleta, identificação e transporte dos peixes.

As capturas de *S. altispinis* para as análises parasitológicas foram realizadas nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2013, compreendendo respectivamente os períodos de enchente, cheia, vazante e seca na região (Figura 2).



Figura 88. O hospedeiro *Serrasalmus altispinis* Merckx, Jégu & Santos, 2000

As redes de pesca mediam 20 m de comprimento por 2 m de altura e os tamanhos das malhas eram 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mm entre nós adjacentes. O tempo de permanência das redes na água foi de aproximadamente 10 horas por lago, período diurno, com duas despescas ao longo deste tempo. O esforço de pesca foi padronizado por meio do uso de redes de espera, dispostas aleatoriamente. (Figura 3). Todos os pontos de coleta foram fixados com a utilização de um GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmin e-Trex.



Figura 89. Captura dos peixes utilizando redes de pesca

2.3. Tamanho das amostras

Como se trata de exemplares de populações naturais o efetivo populacional é desconhecido e, conseqüentemente não é estatisticamente possível estabelecer um grau de confiança para detectar pelo menos um exemplar parasitado para um determinado grau de prevalência. Dessa forma o tamanho da amostra foi o maior possível levando em conta as possibilidades de pesca, armazenamento e processamento.

2.4. Coleta, preparação e fixação dos parasitos.

Os peixes capturados foram identificados em campo com auxílio de chaves de identificação e de especialistas. A seguir os dados biométricos peso (g) e comprimento padrão (cm) foram registrados em fichas de necropsias individuais (Figura 4).



Figura 90. Equipe da expedição científica em trabalho de campo para a coleta, preparação e fixação das espécies parasitas.

As espécies parasitas encontradas foram imediatamente coletadas, fixadas e conservadas de acordo com o grupo para posterior identificação no “Laboratório de Parasitologia de Peixes (LPP)” do Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas (INPA). Os parasitos encontrados foram coletados com finos pincéis, estiletes e pinças e utilizando o método específico para cada grupo de parasitos. Os procedimentos de coleta, preparação e conservação foram:

Monogenoidea: a coleta dos espécimes iniciou-se no campo, onde as brânquias e narinas foram retiradas, colocadas em frascos de vidro e adicionada a solução formol 1:4.000. Depois se agitou o frasco de 50-70 vezes e posteriormente foi adicionado formol puro até obter a concentração de 5% (Amato *et al.* 1991). Os Gyrodactilídeos não foram coletados porque os peixes fornecidos pelo grupo da ictiofauna já vinham misturados com peixes de outras espécies.

Posteriormente, no “Laboratório de Parasitologia de Peixes” do INPA, a brânquia foi colocada em placa de Petri. Cada arco branquial foi individualizado cortando as extremidades dorsal e ventral e coberto com água. Cada filamento foi examinado sob microscópio estereoscópico e com o auxílio de pincéis e finos estiletes os espécimes de Monogenoidea foram coletados e fixados em formol 5%.

Para o exame das fossas nasais, sob estereomicroscópio com iluminação superior e inferior cada cavidade olfativa foi submetida a uma sequência de lavagens consecutivas com jatos de água de uma pisseta. Posteriormente foram expostas por incisão da pele circundante e novas lavagens foram feitas até a retirada total do muco e examinadas minuciosamente. A seguir a roseta olfativa foi retirada, lavada sucessivamente e cada dobra examinada. A água utilizada em cada lavagem foi

cuidadosamente examinada a cada procedimento. Todos os espécimes de Monogenoidea coletados foram fixados e conservados em formol a 5% (Varella, 1994; Varella e Malta 1995; 2001).

Para o estudo das características morfológicas e anatômicas dos órgãos internos dos espécimes de Monogenoidea foram feitas lâminas permanentes utilizando o método de Tricrômico de Gomori. Cada espécime foi colocado em água por alguns minutos; os exemplares foram transferidos para uma pequena gota de corante no centro de uma placa de Petri para a coloração por 1 a 3 minutos; inundou-se a placa de Petri com etanol absoluto e foram adicionadas algumas gotas de água para diferenciar; os espécimes foram transferidos para outra placa de Petri contendo etanol absoluto para desidratar por 1 a 5 minutos. Finalmente foram colocados em creosoto de faia para clarificar e depois foram montados no bálsamo do Canadá (Amato *et al.* 1991).

Para o estudo das características morfológicas e anatômicas das estruturas esclerotizadas (ganchos, âncoras e barras do haptor e órgão copulatório masculino) dos espécimes de Monogenoidea foram feitas lâminas permanentes utilizando o método de Gray & Wess e Hoyer (Amato *et al.* 1991).

A identificação das espécies de Monogenoidea foi baseada nas características morfológicas e anatômicas principalmente: o formato do corpo; a forma e estrutura dos ganchos, âncoras e barras do haptor, o complexo copulatório e a disposição dos órgãos internos (Boeger e Viana 2006).

Digenea: para a coleta foram examinados o trato digestivo a procura de adultos; as brânquias, o fígado, o tegumento, o mesentério, a cavidade e o humor vítreo a procura de metacercárias encistadas ou livres (Eiras *et al.* 2006). Cada órgão foi colocado em uma placa de Petri, aberto, coberto com soro fisiológico 0,85% e o conteúdo examinado sob microscópio estereoscópio (Amato *et al.* 1991).

As espécies de Digenea encontradas foram coletadas com pincéis finos, estiletos e fixadas com ou sem compressão em AFA (95 partes de etanol 70° GL, 3 partes de formalina comercial (37-40%) e 2 partes de ácido acético glacial). Quando submetidas à compressão em AFA, o tempo variou de 24 até 48 horas.

Na compressão o digenético morto foi montado em gota de soro fisiológico entre lâmina e lamínula. Foram passadas gotas de AFA de um lado para o outro da lamínula e, ao mesmo tempo, retirando-se a água do outro lado com um pedaço de papel de filtro. Em seguida as lâminas montadas foram dispostas em uma placa de Petri grande onde foi adicionado AFA até cobrir totalmente as lâminas e com um peso em cima do

espécime durante 24 a 48 horas. Terminada a compressão, os parasitos foram retirados e conservados em AFA e depois de dez horas foram transferidos para álcool 70% (Thatcher 1993).

Para o estudo das características morfológicas e anatômicas das espécies de Digenea foram feitas lâminas permanentes utilizando o método de Carmim Alcoólico de Langeron. Os digenéticos foram colocados em etanol 70° GL por 15 minutos. A seguir passaram para corar no Carmim em tempo variável e foi feita uma lavagem rápida em etanol a 30° GL e imediatamente colocados em álcool clorídrico a 0,5% por tempo variável para diferenciá-los. A seguir passaram por desidratação em etanol a 70o GL, 80o GL, 90o GL e dois banhos de álcool absoluto por 15 minutos cada. Finalmente foram clarificados em Eugenol e montados entre lâmina e lamínula em bálsamo do Canadá (Amato *et al.* 1991; Eiras *et al.* 2006).

A identificação das espécies de Digenea foi baseada nas características morfológicas principalmente: número, forma, tamanho e posição das ventosas, características e posição da faringe e dos órgãos internos (ovário, útero, testículo, vitelária e bolsa de cirro) (Travassos *et al.* 1969; Thatcher 1993; 2006; Eiras *et al.* 2006).

Nematoda: para a coleta dos espécimes o trato digestivo foi aberto e colocado em placa de Petri, coberto com água destilada. Os nematóides encontrados foram coletados com pincéis finos, estiletos e pinças. Também foram examinadas as cavidades do corpo como a órbita ocular a procura de nematóides adultos, o mesentério e intestino atrás de larvas e adultos. Os órgãos foram colocados separadamente em placas de Petri contendo solução salina a 0,85% (Moravec 1998).

Os espécimes de Nematoda encontrados foram transferidos para outra placa de Petri contendo solução salina a 0,85%, para a limpeza dos parasitos com auxílio de pincéis e estiletos. Os exemplares foram transferidos para frascos contendo etanol 70° GL com glicerina a 5%, onde foram conservados (Amato *et al.* 1991).

Para estudo das características morfológicas e anatômicas, os espécimes de Nematoda foram clarificados, utilizando Lactofenol entre lâmina e lamínula (Moravec 1998). Para aqueles espécimes de Nematoda cuja identificação necessitava observar as estruturas cefálicas foram feitos cortes da extremidade anterior do nematóide. Estes foram clarificados com lactofenol, lavados em água, desidratados em etanol 100%, colocados em creosoto e montados em bálsamo do Canadá entre lâminas e lamínulas.

A identificação das espécies de Nematoda foi baseada nas características morfológicas principalmente: forma do corpo, ornamentação da cutícula, forma da boca e lábios, forma e tamanho da cápsula bucal, espículos e esôfago, forma da cauda, posição da vulva e poro excretor e número de papilas caudais nos machos (Moravec 1998).

Copepoda: para a coleta dos espécimes foram examinadas as nadadeiras, as narinas e os filamentos branquiais. As brânquias dos hospedeiros foram retiradas, colocadas em placas de Petri, cobertas com água e cada filamento examinado sob microscópio estereoscópio. Todos os copépodes coletados foram fixados e conservados em formol 5% ou álcool 70% (Malta 1993a; 1994a; 1994b; et al e Varella 1996; Varella 1994; Varella e Malta 1995; 2001).

Para o estudo da morfologia dos espécimes de Copepoda foram feitas lâminas permanentes a partir de montagem total dos exemplares pelo método do fenol-bálsamo. Cada copépode se estivesse em solução aquosa (formol 5%) foi colocado em álcool 70% por no mínimo cinco minutos. A seguir transferidos para solução corante Eosina e Orange-G até atingirem coloração de intensidade equivalente ao de um chá forte (mantidos nesta solução de 3 a 10 minutos) (Malta 1993a; 1994a; 1994b; Malta e Varella 1996).

Posteriormente os copépodes foram colocados em fenol puro (cristais de fenol liquefeitos em álcool 95%) para diafenizar, desidratar e descolorir o excesso durante alguns segundos. Em seguida transferidos para creosoto de faia ou para Eugenol para interromper o processo de descoloração, montados no bálsamo do Canadá entre lâmina e lamínula, rotuladas e colocadas em estufa a 56° C para secar (Malta 1993a; 1994a; 1994b; Malta e Varella 1996; Varella 1994; Varella e Malta 1995; 2001).

A identificação das espécies de Copepoda foi baseada nas características morfológicas principalmente: forma e proporções do corpo; número e forma dos somitos torácicos; medidas do corpo, dos somitos, dos apêndices e dos segmentos; número de segmentos das antenas; número de setas em cada segmento dos exopoditos, endopoditos e uropodo; número, posição e tamanho de espinhos nos apêndices (Malta 1993a; 1994a; 1994b; Malta e Varella 1996).

Branchiura: para a coleta dos espécimes de Branchiura foram examinadas a superfície do corpo, a base das nadadeiras, as cavidades branquial e bucal, as narinas e os filamentos branquiais. As brânquias e narinas foram examinadas segundo Malta (1984; 1993a); (1994a); (1994b); Malta e Varella (1996). Os parasitas foram coletados

com pincéis e pinças finas e flexíveis, fixados e conservados em álcool 70% com glicerina (Malta 1982; Malta e Varella 2000).

Para estudo da morfologia dos espécimes de Branchiura foram feitas lâminas provisórias em 50% de glicerina e 50% de álcool, deixando o álcool evaporar e montados entre lâmina e lamínula. Alguns espécimes foram clarificados em hipoclorito de sódio (NaOCl) 10% e montados com bálsamo do Canadá entre lâmina e lamínula (Malta 1982; Malta e Varella 2000).

A identificação das espécies de Branchiura foi baseada nas características morfológicas: tamanho, forma, cores e proporções do corpo; número de apêndices cobertos pela carapaça; forma das maxilas; forma e número dos dentes maxilares, dos somitos torácicos e das áreas respiratórias; medidas e relações do corpo, dos somitos, dos apêndices e dos segmentos; número e ornamentações dos segmentos das antenas; número e formato de cada segmento dos exopoditos, endopoditos e urópodo; número, posição e tamanho de espinhos, setas nos apêndices e nos somitos; formato, posição e ornamentações das primeiras e segundas maxilas (Malta 1981;1982; Malta e Varella 2000).

Isopoda: a coleta dos indivíduos foi feita examinando a superfície externa do corpo, nadadeiras, cavidade bucal e branquial, parede interna do opérculo e aberturas no abdômen dos hospedeiros foram examinadas. Os isópodes encontrados foram coletados com pincéis finos, estiletos e pinças, e fixados e conservados em etanol 70° GL glicerinado a 10%. Para o estudo de Isopoda os apêndices foram dissecados com estiletos, clarificados com fenol puro e lâminas provisórias foram feitas (Malta e Varella, 2000).

2.5. Obtenção dos desenhos e morfometria dos parasitos

Os desenhos foram feitos a partir de montagens totais de exemplares em lâminas permanentes e provisórias. Utilizou-se uma câmara clara acoplada ao microscópio de luz com contraste de fase Olympus BH-2 e Zeiss Axioscope 2 plus e digitalizados por meio de uso de canetas Nanquins. Todas as pranchas apresentadas são originais.

A morfometria dos indivíduos foi feita utilizando uma ocular micrométrica acoplada ao microscópio de luz. Todas as medidas foram apresentadas em milímetros (mm). A escala foi feita com o auxílio do programa “Imagem J”. As medidas morfométricas foram expressas pelos valores mínimos, máximos e médias apresentadas entre parênteses.

2.6. Identificação dos parasitas

Para identificar as espécies parasitas encontradas em *S. altispinis* foram utilizadas características morfológicas e anatômicas, as descrições originais e bibliografias específicas: Monogenoidea: Boeger e Kritsky (1988); Kritsky, Boeger e Thatcher (1988a); Boeger e Thatcher (1988b); Kritsky, Boeger e Jégu (1997). Digenea: Travassos et al. (1969). Nematoda: Moravec e Thatcher (1997); Moravec (1998); Moravec et al. (1997); Moravec e Santos (2009); Cárdenas et al. (2012). Copepoda: Thatcher e Robertson (1982); Thatcher e Paredes (1985); Thatcher e Boeger (1984) e Boeger e Thatcher (1988); (Varella, 1992). Branchiura: Malta e Varella, (2000). Isopoda: Thatcher (1993).

2.7. Análise dos dados

Primeiramente foi realizada uma análise da comunidade parasitária componente de *S. altispinis* com o intuito de avaliar a dinâmica das infrapopulações parasitárias, examinando seus relacionamentos com alguns fatores bióticos interespecíficos como o comprimento padrão, peso, fator de condição e a diversidade das respectivas infracomunidades parasitárias.

Os descritores ecológicos utilizados na análise dos dados foram divididos em grupos de acordo com sua finalidade. A dinâmica populacional dos parasitos durante as fases da enchente e vazante foram analisadas por meio de índices parasitários, índices de diversidade e coeficientes de associação.

O termo infracomunidade se refere à comunidade de parasitos de um indivíduo da espécie hospedeira, enquanto comunidade componente é referente à comunidade de parasitos de uma população de hospedeiros (Bush *et al.* 1997). Para análise das espécies com potencial bioindicador foi aplicado o Método Valor Indicador (Indicator Value Method – IndVal) (Dufrene e Legendre 1997).

2.8. Índices

2.8.1. Índices parasitários.

A abordagem quantitativa foi feita em nível de infrapopulações parasitárias, sendo calculados e analisados os índices parasitários da prevalência (P), Intensidade (I); Intensidade média de infestação (IMI) e a Abundância média de infestação (AM) (Bush *et al.* 1997).

Prevalência (%) - $P = \frac{NP}{NE} \times 100$

Onde:

NP = número de peixes infectados por uma determinada espécie de parasita.

NE = número total de peixes examinados.

Intensidade; expresso como variação numérica (número total de parasitos encontrados).

Intensidade média de Infestação (IMI) - $IMI = \frac{N_{sp1}}{NP_{sp1}}$

Onde:

N_{sp1} = número de indivíduos de uma determinada espécie parasita.

NP_{sp1} = número de peixes infectados por uma determinada espécie parasita.

A intensidade média foi considerada de muito baixa quando $IM < 10$; baixa quando $10 \leq IM \leq 50$; média quando $50 < IM \leq 100$ e alta quando $IM > 100$ (Bilong Bilong e Njine 1998).

Abundância média ou densidade relativa: expresso como variação numérica

$$AM = \frac{NTP}{NPE}$$

Onde:

NTP = número total de parasitos de uma determinada espécie.

NPE = número total de peixes examinados (parasitados e não parasitados) na amostra.

Para analisar a estrutura da comunidade de parasitos de *S. altispinis*, cada espécie de parasito (infrapopulação) foi classificada de acordo com a hipótese de Bush e Holmes (1986b) que consiste em classificar as espécies em centrais e satélites baseando-se na prevalência, em:

2.8.2.

I. Espécies centrais: aquelas que estão presentes em mais de 2/3 (prevalência maior que 66%) dos hospedeiros examinados;

II. Espécies secundárias: aquelas presentes em 1/3 a 2/3 (prevalência entre 33 a 66%) dos hospedeiros examinados;

III. Espécies satélites: aquelas não comuns, presentes em menos que 1/3 (prevalência menor que 33%) dos hospedeiros examinados.

2.8.3. Índice de Dominância (DA)

Foi calculado o Índice de Dominância (DA) para verificar o grau de dominância de cada componente nas infracomunidades de parasitos de *S. altispinis* nos lagos estudados.

Este índice é calculado a partir da dominância relativa média (número de espécimes de uma espécie/número total de espécimes de todas as espécies de cada infracomunidade) e expresso em porcentagem (Rohde *et al.* 1995).

$$DA = \frac{N_A}{N_A + N_B + N_C + \dots N_N} \times 100$$

Onde:

N_A = dominância da espécie A

$N_A + N_B + N_C + \dots N_N$ = número de indivíduos das espécies A, B, C, ..., N

As espécies parasitas encontradas foram classificadas de acordo com Thul *et al.* (1985), a partir do cálculo do valor de importância de Bush (I) para cada espécie:

$$I_j = M_j \frac{A_j B_j}{\sum_{i=1}^{40} A_i B_j} \times 100$$

Onde: I_j = valor de importância de Bush da espécie j . M_j = fator de maturidade da espécie e assume o valor 1 quando pelo menos um indivíduo da espécie é adulto e valor 0 quando é o caso contrário; A = número de parasitos da espécie; B = número de hospedeiros infectados. Se $I \geq 1,0$, a espécie j foi considerada dominante, indicando que ela é fortemente característica daquela comunidade parasitária.

Se $0,01 \leq I < 1,0$, a espécie j foi considerada de codominante, indicando que ela também contribui para a caracterização da parasitofauna deste hospedeiro na região, mas em menor grau do que as espécies dominantes. Se $0 < I < 0,01$, então, a espécie j é subordinada, isto é, pode desenvolver-se e atingir a fase adulta em *S. altispinis*, mas não ocorre frequentemente e não contribui de forma significativa para a caracterização da parasitofauna. Se $I=0$, a espécie j é pioneira não sucedida, tem acesso ao hospedeiro, mas não atinge a fase adulta indicando que ela é característica de outro hospedeiro.

A constância das espécies parasitas foi avaliada segundo Dajoz (1973).

$$C = p / P \times 100$$

Onde:

p = número de coletas contendo a espécie estudada

P = número total de coletas efetuadas

Foram consideradas: espécies constantes = C > 50%; espécies comuns = C entre 10 e 50%; espécies raras C < 10%.

2.8.4. Medidas de diversidade, riqueza de espécies e equitatividade.

Diversidade parasitária

A diversidade parasitária de cada infracomunidade em cada lago e período hidrológico foi calculada através do índice de diversidade de Shannon (H') (Pielou 1975). Este índice assume que os indivíduos foram aleatoriamente amostrados de uma população indefinidamente grande, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (Pe)(\ln Pe)$$

Sendo que:

$$Pe = \frac{ne}{N}$$

Onde:

H' = índice Shannon;

S = número de espécies;

Pe = abundância relativa da espécie;

ne = número de indivíduos da espécie e;

N = número total de indivíduos

O cálculo da diversidade com base na dominância de uma ou mais espécies parasitas na estrutura da comunidade foi realizado através do índice Berger-Parker que expressa a importância proporcional da espécie mais abundante (Berger e Parker 1970).

$$d = \frac{n_{max}}{N}$$

Onde:

n_{max} = número de indivíduos da espécie mais abundante;

N = número de indivíduos presentes na amostra.

Como estimativa de diversidade, é comum o uso do complemento ou do recíproco do índice de Berger-Parker, 1-d ou 1/d, a fim de que o valor apresentado tenha correlação direta e positiva com a diversidade.

O índice de Simpson C

O índice de Simpson C foi calculado para determinar a concentração para dominância na comunidade parasitária. A concentração para dominância é assumida quando $C \geq 0,25$ (Stone e Pence 1978).

$$C = \sum_{i=1}^S \left(\frac{ni (ni - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Onde: ni é o número de exemplares da espécie parasita i e N é o número total de exemplares de todas as espécies parasitas.

Riqueza

Para se estimar a riqueza de parasitos em *S. altispinis* em cada ponto de coleta por época do ano foi utilizado o índice de diversidade de Margalef que analisa a relação entre o número total de espécies e o número total de indivíduos observados (Ludwig e Reynolds 1988).

$$Dmg = \frac{S - 1}{\text{Ln}(n)}$$

Onde:

S = Número total de espécies parasitas na amostra.

n = Número total de indivíduos parasitas na amostra.

Equitatividade

A equitatividade das espécies que equivale à proporção entre a diversidade observada e a máxima diversidade foi calculada pela equitatividade de Pielou (J) baseado no índice de Shannon-Wiener (Magurran 2004).

$$J = \frac{H'}{\text{Ln } S}$$

Onde:

H' = é o índice de diversidade de Shannon;

S = é o número de espécie presentes na amostra.

A equitatividade mede o quanto às proporções das espécies está igualmente distribuída. Pode assumir valores de 0 (dominância total de 1 espécie) a 1 (todas as espécies com a mesma proporção).

Todos os índices foram calculados utilizando o software Palaeontological Statistics /PAST (Hammer *et al.* 2001).

2.8.4. Índice de Dispersão e Agregação

Utilizaram-se os índices de Dispersão (ID) e de agregação de Green (IG) a fim de verificar o tipo de dispersão e o grau de agregação das espécies.

O índice de dispersão (ID) foi calculado para cada espécie de parasito com o intuito de determinar seu padrão de distribuição em relação à população hospedeira (Rabinovich 1980).

$$ID = \left(\frac{S^2}{\bar{X}} \right)$$

Onde:

s² = variância da abundância;

x = abundância parasitária média.

O Índice de Dispersão (ID) serve para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade. Valores iguais à unidade indicam uma disposição espacial ao acaso ou aleatoriedade. Valores menores que a unidade indicam uma disposição espacial regular ou uniforme. Valores significativamente maiores que a unidade indicam uma disposição agregada ou contagiosa (Rabinovich 1980).

O grau de agregação ou superdispersão foi obtido através do cálculo do Índice de Green (IG) (Ludwig e Reynolds, 1988).

$$IG = \frac{(S^2/\bar{X}) - 1}{\sum X - 1}$$

Onde:

S² = variância amostral

\bar{X} = média amostral

$\sum x$ = somatória do número de indivíduos na amostra

O índice de Green (1966) baseia-se na relação variância/média, e mostra o quão agrupados os indivíduos se encontram na população. O IG varia de 0 para distribuições aleatórias até 1 para máxima agregação (Ludwig e Reynolds 1988; Krebs 1999)

2.8.5. Coeficiente de associação

Foi calculado o coeficiente de associação de Jaccard para verificar a independência de associação entre as espécies parasitas.

Este método visou estabelecer o grau de semelhança entre as áreas de coleta. O intervalo para este índice varia de 0 quando não há espécies compartilhadas entre os dois locais, a 1 quando os dois locais têm a mesma composição de espécies (Krebs 1989).

$$C_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Onde:

C_j = coeficiente de Jaccard;

c = número de espécies comuns às duas amostras

a = número de espécies presentes somente na amostra A;

b = número de espécies que ocorrem somente na amostra B.

2.8.6. Coeficiente de Similaridade de Sorensen (CSs) (qualitativo)

O coeficiente de similaridade avalia o grau de semelhança da riqueza de espécies entre os locais. Foi calculado o coeficiente de similaridade de Sorensen para verificar o grau de similaridade entre os pares de lagos. Este índice apresenta alta sensibilidade e leva em consideração as espécies comuns e não comuns entre lagos. É expresso por:

$$CSs = \frac{2C}{(n1 + n2)}$$

Onde: CSs = coeficiente de similaridade;

C = número de espécies comuns aos lagos;

$n1$ = número de espécies em um lago;

$n2$ = número de espécies em outro lago (Serra-Freire 2002).

2.8.7. Coeficiente de Similaridade de Sorensen (I_{Scuant}) (quantitativo)

$$I_{Scuant} = 2pN / (aN + bN)$$

Onde: I_{Scuant} = coeficiente de similaridade quantitativo

pN = somatória da abundância mais baixa de cada uma das espécies compartilhadas em ambos locais.

aN = número total de indivíduos no local A.

bN = número total de indivíduos no local B (Magurran 1988).

2.8.8. Proporção ecto-endoparasitas

Este valor foi calculado dividindo o número de espécies ectoparasitas entre o número de espécies endoparasitas (Rückert *et al.* 2009). Esta proporção é utilizada para indicar se o número de ectoparasitas é maior que o número de endoparasitas

2.8.9. Testes paramétricos

Coefficiente de correlação

Para as correlações foram utilizados dois testes estatísticos: teste de Spearman, não paramétrico, quando pelo menos uma variável apresentou distribuição de Poisson ou binomial negativa; e o teste de Pearson quando as duas variáveis apresentaram distribuição normal (Lo *et al.* 1998).

2.8.10. Fator de condição relativo (Kn)

Valores de comprimento padrao (Ls) e de peso total (Wt) de cada hospedeiro foram ajustados à curva da relação Wt/Ls ($Wt = a.Lt^b$) e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão a e b. Os valores de a e b foram utilizados nas estimativas dos valores esperados de peso (We), utilizando a equação: $We = a.Lt^b$. Foi calculado, então, o fator de condicao relativo (Kn) que corresponde ao quociente entre peso observado e peso esperado para determinado comprimento ($Kn = Wt/We$) (Le Cren 1951). Em condicoes normais, o valor teoricamente esperado e $Kn = 1$ e qualquer evento que interfira na saude ou bem-estar do peixe, como o parasitismo, pode produzir variacoes neste valor.

2.8.11. Análise de bioindicadores

Método Valor Indicador (Indicator Value Method – IndVal)

Para encontrar espécies que caracterizam os lagos de várzea nos diferentes períodos hidrológicos se utilizou o Método Valor Indicador (Indicator Value Method – IndVal) (Dufrêne e Legendre 1997). Este método baseia-se no grau de especificidade de uma espécie (exclusividade a um habitat particular) e a fidelidade (frequência de ocorrência dentro do mesmo habitat), ambos medidos de maneira independente para cada espécie e que é expressa como porcentagem (McGeoch *et al.* 2002).

Através deste método é possível não apenas identificar as espécies características, as quais são indispensáveis para diagnósticos, mas também as espécies detectoras, que são mais úteis no monitoramento (McGeoch *et al.* 2002).

Na aplicação do IndVal cada espécie recebeu uma codificação diferente, e os ambientes, também codificados, foram confrontados diante da matriz geral de espécies coletadas. Esta análise de espécies indicadoras emite um valor de 0 a 100%, onde zero equivale à não-indicação da espécie como bioindicadora para determinado ambiente e

100 indica que a ocorrência de determinada espécie é característica do ambiente. Foi então realizada uma análise estatística de significância usando o teste de Monte Carlo. Foram realizadas 1.000 randomizações para determinar a significância estatística dos indicadores ($p < 0,05$).

$$\text{IndVal}_{ij} = (A_{ij} \times B_{ij}) \times 100$$

Onde:

$$A_{ij} = \frac{N_{\text{indiv}_{ij}}}{N_{\text{indiv}_i}}$$

A_{ij} = medida da especificidade;

$N_{\text{indiv}_{ij}}$ = número médio de indivíduos da espécie i em todos os locais do grupo j

N_{indiv_i} = é a soma da média dos indivíduos da espécie i em todos os grupos

$$B_{ij} = \frac{N_{\text{locais}_{ij}}}{N_{\text{locais}_j}}$$

B_{ij} = medida de fidelidade

$N_{\text{locais}_{ij}}$ = número de locais no grupo j onde a espécie i está presente,

N_{locais_j} = número total de locais nesse grupo

As espécies parasitas com IndVal estatisticamente diferente do acaso ($p < 0,05$) e maior que 70% foram consideradas como características do habitat em questão. Já aqueles com IndVal significativo, mas menores que 70% foram indicadas como detectoras (Van Rensburg *et al.* 1999; McGeoch *et al.* 2002).

Os testes estatísticos foram aplicados para as infrapopulações que apresentaram prevalência igual ou superior a 10%, para eliminar casos de infecções acidentais no hospedeiro examinado (Bush *et al.* 1990).

As diferenças entre o número de parasitas totais, número de ecto e endoparasitas e o número de indivíduos de cada grupo parasitário nas fases da enchente e vazante, foi utilizado o ANOVA com o teste não paramétrico de *Friedman* (Fr).

Para comparar a abundância e intensidade entre endo-helminhos larvas e adultos foi utilizada a prova de Mann & Whitney (U) unilateral. A intensidade de espécies ectoparasitas e endoparasitas, intensidade de larvas e de adultos endoparasitos na infracomunidade parasitária foram comparadas pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney para variáveis independentes, dadas as variâncias serem desiguais.

Todos os valores que correspondem à média da variável são acompanhados do seu respectivo desvio padrão. As comparações estatísticas foram realizadas no BioEstat 5.0. O nível de significância estatística adotado foi $P < 0,05$.

3. Resultados

3.1. Metazoários parasitas de *S. altispinis*

Foram coletados e examinados 60 *S. altispinis* capturadas em seis lagos de várzea da Amazônia Central. Os peixes mediam em média $13,3 \pm 3,6$ cm de comprimento padrão e pesavam $60,3 \pm 35,9$ g de peso total. O fator de condição relativo foi de $1,14 \pm 0,95$. Foram coletados e identificados 1.122 parasitos pertencentes a três filos e seis grupos taxonômicos distintos: Filo Platyhelminthes: Monogenoidea (818) e Digenea (22); Filo Nematoda (70), e Filo Arthropoda: Copepoda (196), Branchiura (01) e Isopoda (15).

Monogenoidea

Foram coletados 818 espécimes de Monogenoidea de 22 espécies incluídas em sete gêneros: duas espécies de *Amphithecium* Boeger & Kritsky, 1998; treze de *Anacanthorus* Mizelle & Price, 1965; uma de *Calpidothecium* (Mizelle & Price, 1965) uma de *Enallothecium* Boeger & Kritsky, 1988; uma de *Myramothecium* Kritsky, Boeger & Jegú, 1996; duas de *Nothothecium* Boeger & Kritsky, 1988; duas de *Notozothecium* Boeger & Kritsky, 1988 e uma de *Rhinoxenus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988 (Figura 5).

As medidas das espécies de Monogenoidea encontradas nesse trabalho são semelhantes às de: Boeger e Kritsky (1988); Kritsky et al. (1988) Kritsky, et al. (1992); Kritsky et al. (1996); Kritsky et al. (1997a); Kritsky et al. (1997b); Kritsky et al. (1998) e Vianna (2007) principalmente em relação às medidas das dimensões corporais e estruturas esclerotizadas (Tabela 1).

Taxonomia

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Sub-classe Monogenoidea Bychowsky, 1937

Ordem Dactylogiridea Bychowsky, 1937

Família Dactylogiridae Bychowsky, 1933

Subfamília Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Gênero *Amphithecium* Boeger & Kritsky, 1998

Duas espécies ocorreram parasitando *S. altispinis*: *Amphithecium diclonophallum* Kritsky, Boeger & Jegú (Figura 5), 1997; *A. falcatum* Boeger & Kritsky, 1988 (Figura 5). (Material depositado na coleção: INPA 620, 621)

O carácter determinante do gênero é a presença de duas vaginas bilaterais, não esclerotizadas, dilatadas cada uma dando uma volta ao redor do respectivo ceco intestinal, abrindo-se nas superfícies dorso laterais.

Diagnose genérica: corpo fusiforme ou achatado dorso-ventralmente; compreendendo região cefálica, pescoço, pedúnculo e háptor. Tegumento fino, liso, com escamas ou com papilas. Dois terminais, dois bilaterais lobos cefálicos; órgãos da cabeça, glândulas cefálicas unicelulares presentes. Quatro olhos, par anterior raramente ausente, grânulos alongados e ovais. Boca subterminal, ventral mediana; faringe muscular, glandular; esôfago curto; dois cecos intestinais, confluentes e posteriores aos testículos, sem divertículos. Gônadas intercecais sobrepondo-se; testículo dorsal ao germário. Vaso deferente dando uma volta no ceco intestinal esquerdo (CEO esquerdo); vesícula seminal uma dilatação sigmóide do canal deferente. Dois reservatórios prostáticos; a próstata compreende duas áreas bilaterais glandulares situadas dorsais a porção anterior dos cecos. Poro genital ventral mediano próximo ao nível da bifurcação cecal. Complexo copulatório compreendendo uma peça acessória articulando a base do órgão copulatório tubular por um processo de articulação proximal, flexível e variável. Presença de duas vaginas bilaterais, não esclerotizadas, dilatadas cada uma dando uma volta ao redor do respectivo ceco intestinal, abrindo-se nas superfícies dorso laterais, receptáculo seminal geralmente ausente. Háptor sub hexagonal, sete pares de ganchos similares com distribuição *Ancyrocephalinae*. Ganchos similares; cada um com ponta delicada, polegar projetando-se truncado, haste expandida compreendendo duas sub-unidades, sub unidade proximal com comprimento variável entre os pares de ganchos. Volta FH extendendo até a união das subunidades do haste. Parasitos das brânquias de serrasalmídeos.

Comentários: as diferenças nas espécies do gênero *Amphithecium* são baseadas na morfologia das âncoras, ganchos e barras (Boeger & Kritsky, 1988; Kritsky, Boeger & Jégu, 1997). Os mesmos autores descreveram as duas espécies encontradas nesse trabalho. *Amphithecium calcynum* é a espécie tipo para o gênero. Todas as espécies do gênero possuem uma terminação em forma de gancho na peça acessória do cirrus a exceção de *Amphithecium brachycirrum* conforme observado por Boeger & Kritsky (1988). Outras diferenças específicas nas espécies encontradas no trabalho estão de acordo com as determinadas por Boeger & Kritsky (1988) e Kritsky, Boeger & Jégu, (1997).

Amphithecium diclonophallum se assemelha a *A. speirocamarotum* na morfologia da peça acessória. *A. diclonophallum* é diferente nas âncoras com eixos curtos, uma terminação bulbosa do primeiro ramo do órgão copulatório, e um ramo secundário agudo e alongado do órgão copulatório.

Amphithecium falcatum se assemelha a *A. calcynum* nas estruturas esclerotizadas do háptor possuindo terminações em forma de gancho ou foice da peça acessória. Porém a *A. calcynum* possui terminação de cirrus espatulada enquanto essa estrutura em *A. falcatum* é aguda.

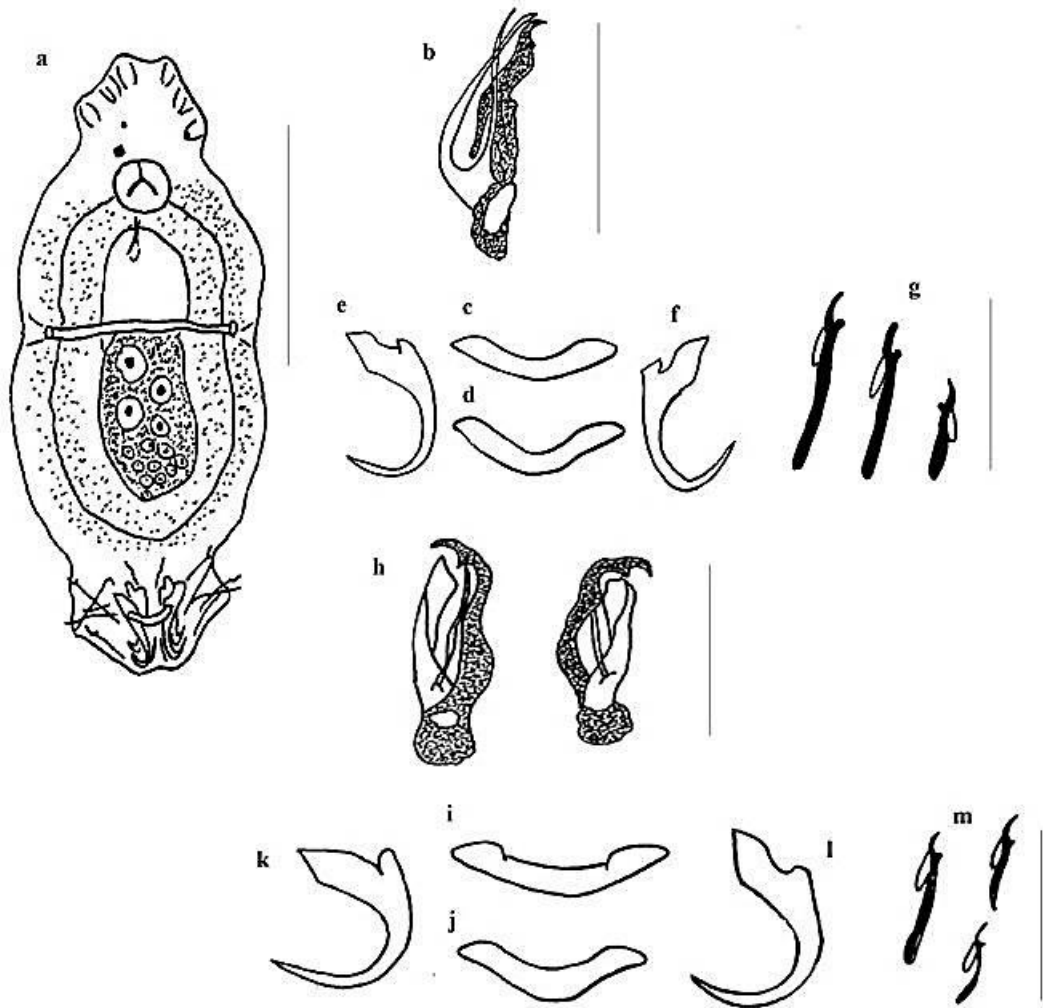


Figura 91. Espécies de *Amphithecium* parasitas de *Serrasalmus altispinis*. a – g. *Amphithecium diclonophallum*: a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. h – m. *Amphithecium falcatum*: h. Complexo copulatório, i. Barra ventral, j. Barra dorsal, k. Âncora ventral, l. Âncora dorsal, m. Espinhos. Escala da barra a: 100 μ m. b – m: 25 μ m.

Anacanthorus Mizelle & Price, 1965

Treze espécies de *Anacanthorus* Mizelle & Price, 1965 ocorreram parasitando *S. altispinis*: *Anacanthorus amazonicus* Kritsky & Boeger 1995; *A. cintus* Van Every &

Kritsky, 1992, *A. cladophallus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. crytocaulus* Van Every & Kritsky, 1992 (2); *A. gravihamulatus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. jegui* Van Every & Kritsky, 1992; *A. lepyrophallus* Kritsky, Boeger & Van Every 1992; *A. mesocondylus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. peryphallus* Kritsky, Boeger & Van Every 1992; *A. prodigiosus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. sciponophalus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. serrasalmi* Van Every & Kritsky, 1992, *Ancanthorus* sp. (Material depositado na coleção: INPA 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634)

O carácter determinante do gênero é o háptor bilobado, armado com sete pares de ganchos sendo 4 ventrais e 3 dorsais, além da ausência de âncoras e barras, características.

Diagnose genérica: corpo fusiforme, dividido em região cefálica, tronco e pedúnculo e háptor. Tegumento fino, liso; região peduncular ondulada. Quatro lobos cefálicos, sendo 2 terminais e 2 bilaterais; órgãos cefálicos presentes; duas glândulas cefálicas compreendendo dois grupos bilaterais de células situados postero lateralmente, dorsal a faringe. Manchas oculares presentes. Faringe muscular, glandular; esôfago presente; dois cecos intestinais, confluindo posteriormente ao testículo, sem divertículo. Gônadas enfileiradas ou com partes levemente sobrepostas, intercecais, poro genital comum meio ventral. Testículo pós-ovariano; vaso deferente expandido-se em vesícula seminal fusiforme, com volta anterior antes da entrada da base do cirrus, contornado o ceco esquerdo ou não. Cirrus esclerotizado presente; peça acessória presente ou ausente. Ovário próximo ao meio do corpo (no sentido do comprimento); oviduto curto; útero bem desenvolvido, com região terminal consistindo de parede interna espessada, variavelmente esclerotizada. Duas bandas bilaterais de vitelino coextensivo com os cecos intestinais; comissura do vitelino (viteloduto) anterior ao ovário, ventral (Figura 5).

Comentários: as diferenças observadas entre as espécies identificadas nesse trabalho estão na morfologia do cirrus.

Anacanthorus amazonicus (Figura 6B) se assemelha a *A. lepyrophallus* e *A. xaniophallus* na morfologia do cirrus e espinhos. É facilmente diferenciada de *A. xaniophallus* por possuir um cirrus mais robusto e uma ponta na porção distal da peça acessória. *A. amazonicus* difere de *A. lepyrophallus* pela ausência de uma abertura subterminal da ponta do cirrus. O nome da espécie refere-se à bacia Amazônica onde os espécimes foram coletados.

Anacanthorus cintus (Figura 6C) é uma espécie irmã de *A. cryto calus*. *A. cintus* difere desta espécie pela ausência de um laço subterminal na peça acessória e a falta de “penas” no cirrus. *A. cintus* difere de outras espécies de *Anacanthorus* por ter o tamanho do ovário quase o dobro dos testículos. O nome da espécie vem do Latim (*cintus* = cinto) que se refere à superfície do tegumento do pedúnculo.

Anacanthorus cladophalus (Figura 6D) é uma espécie irmã com *A. ramosissimus*. Difere desta espécie por possuir uma expansão terminal mais curta do haste nos pares 3 e 4 dos espinhos. O nome da espécie vem do Grego (*klados* = ramo + *phallos* = pênis).

Anacanthorus cryto calus (Figura 6E) é uma espécie irmã de *A. cintus*. Facilmente diferenciada pela presença de “penas” no cirrus e à ausência de um pedúnculo ondulado. O nome da espécie vem do Grego (*cryto* = curvado + *caulis* = haste) e se refere à curvatura da peça acessória.

Anacanthorus gravihalmulatus (Figura 6F) é uma espécie irmã com *A. mastigophallus*. *A. gravihalmulatus* se diferencia desta espécie por possuir um cirrus simples em forma de J com a abertura basal direcionada anteriormente (*A. mastigophallus* tem um cirrus enrolado secundariamente derivado com uma abertura dirigida posteriormente) e também por ter significativamente espinhos mais longos. O nome da espécie vem do Latim (*gravis* = sobrecarregado + *hamulatus* = pequeno espinho) que se refere a os espinhos do haptor.

Anacanthorus jegui (Figura 6G) se assemelha a *A. serrasalmi* na morfologia do complexo copulatório e espinhos. *A. jegui* se diferencia desta espécie pela presença de uma expansão submedia da peça acessória que se origina de ambas margens. Esta espécie foi denominada por Michel Jégu quem coletou e identificou a maioria dos hospedeiros para o estudo da espécie.

Anacanthorus lepyrophallus (Figura 6H) é uma espécie cujo nome provem do Grego (*lepyron* = pele + *phallus* = pênis) e se refere ao apêndice “em forma de pena” no cirrus.

Anacanthorus mesocondylus (Figura 6I) é uma espécie irmã com *A. cladophallus*, *A. ramosissimus* e *A. reginae*. *A. mesocondylus* é facilmente diferenciada destas espécies pela presença de uma borda pontiaguda na base do cirrus, e uma protuberância media arredondada bem visível na peça acessória. O nome da espécie vem do Grego (*mesos* = middle + *kondylus* = protuberância) e se refere ao ponto de articulação submedial da peça acessória.

Anacanthorus periphallus (Figura 6J) difere significativamente de outros *Anacanthorus* que infestam hospedeiros da família Serrasalmidae por possuir a peça acessória envolta ao redor do eixo do cirrus. O nome da espécie vem do Grego (*peri* = ao redor + *phallos* = pênis) e se refere a volta da peça acessória ao redor do cirrus.

Anacanthorus prodigiosus (Figura 6K) é uma espécie similar a *A. lepyrophallus*. É diferenciada de *A. lepyrophallus* por apresentar uma larga expansão subterminal da peça acessória e uma borda estendida bipartida na terminação distal do cirrus. O nome da espécie vem do Latin (*prodigiosus* = extraordinário)

Anacanthorus sciponophallus (Figura 6L) se assemelha a *A. serrasalmi* na morfologia do complexo copulatório e os espinhos. *A. sciponophallus* é facilmente diferenciada desta espécie por possuir uma base do cirrus menor e mais oval e uma peça acessória mais reta com uma ponta ligeiramente recurvada. O nome da espécie vem do Grego (*skiponos* = grupo + *phallus* = pênis) e se refere à morfologia do complexo copulatório.

Anacanthorus serrasalmi (Figura 6M) é similar a *A. scapanus* e *A. gravihalmulatus* na morfologia do complexo copulatório. *A. serrasalmi* é diferenciada de *A. scapanus* por possuir uma peça acessória mais robusta com uma curvatura angular perto do comprimento médio. É diferenciada de *A. gravihalmulatus* na forma dos espinhos. O nome da espécie é derivada do nome genérico do hospedeiro.

Anacanthorus sp. (Figura 6N, Figura 7).

Corpo alongado, fusiforme, 532,26 (432,92 – 597,09; n = 10) de comprimento, 128,72 (108,85 – 162,16; n = 10) de largura. Quatro lobos cefálicos bem desenvolvidos, dois terminais, dois bilaterais; três pares de órgãos da cabeça. Glândulas cefálicas postero-laterais à faringe. Quatro olhos; olhos anteriores frequentemente menores que os olhos posteriores; grânulos dos olhos ovais; grânulos acessórios frequentemente espalhados na região cefálica. Faringe esférica, 47,02 (39,45 – 49,12; n = 10) de diâmetro. Pedúnculo conspícuo. Háptor 59 (41 - 62; n = 10) de comprimento, 122 (84 - 148; n = 10) de largura. Sete pares de ganchos similares entre si, 25,85 (19,64 – 29,47; n = 30) de comprimento; ganchos com lâmina e ponta continuamente curvas, haste proximal dilatada, polegar depresso; filamento do gancho 10.70 (8,90 – 12,51; n = 30) de comprimento; ganchos 4A similares, 6 (4 - 8; n = 30) de comprimento.. Órgão copulatório masculino (OCM), peça acessória não articulada. OCM 88,87 (79,32 – 100,15; n = 10) de comprimento, esclerotizado, na forma de J, região proximal mais

estreita que a região distal. Peça acessória 60,71 (47,29 – 69,39; n = 30) de comprimento, forma de faca, região mediana angular, extremidade distal aguda.

Comentários *Anacanthorus* sp. assemelha-se a *A. serrasalmi* pela morfologia do órgão copulatório masculino, curvas angulares na região mediana da peça acessória. Entretanto, *Anacanthorus* sp. o OCM apresenta a peça acessória em forma de faca com região mediana angular, extremidade distal aguda.

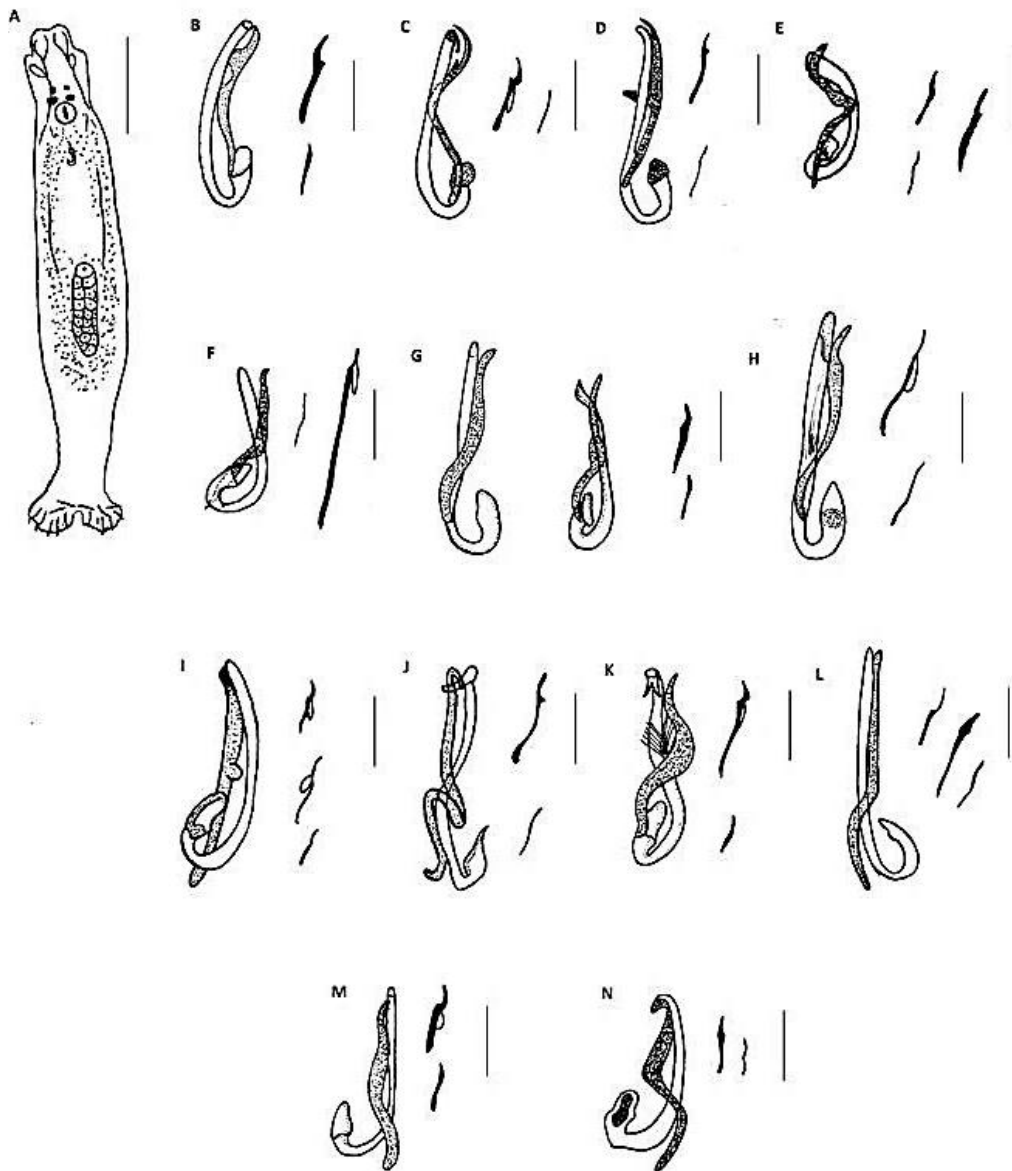


Figura 92. Complexo copulatório e espinhos das espécies de *Anacanthorus* registradas em *S. altispinis*. A. vista ventral do corpo de *Anacanthorus sciponophallus*. Escala A: 100 μ m. B. complexo copulatório e espinhos de *A. amazonicus*. C. *A. cintus*. D. *A. cladophallus*. E. *A. crytoalus*. F. *A. gravihamulatus*. G. *A. jegui*. H. *A. lepyrophallus*. I. *A. mesocondylus*. J. *A. peryphallus*. K. *A. prodigosus*. L. *A. sciponophallus*. M. *A. serrasalmi*. N. *Anacanthorus* sp. Escala B – N: 25 μ m

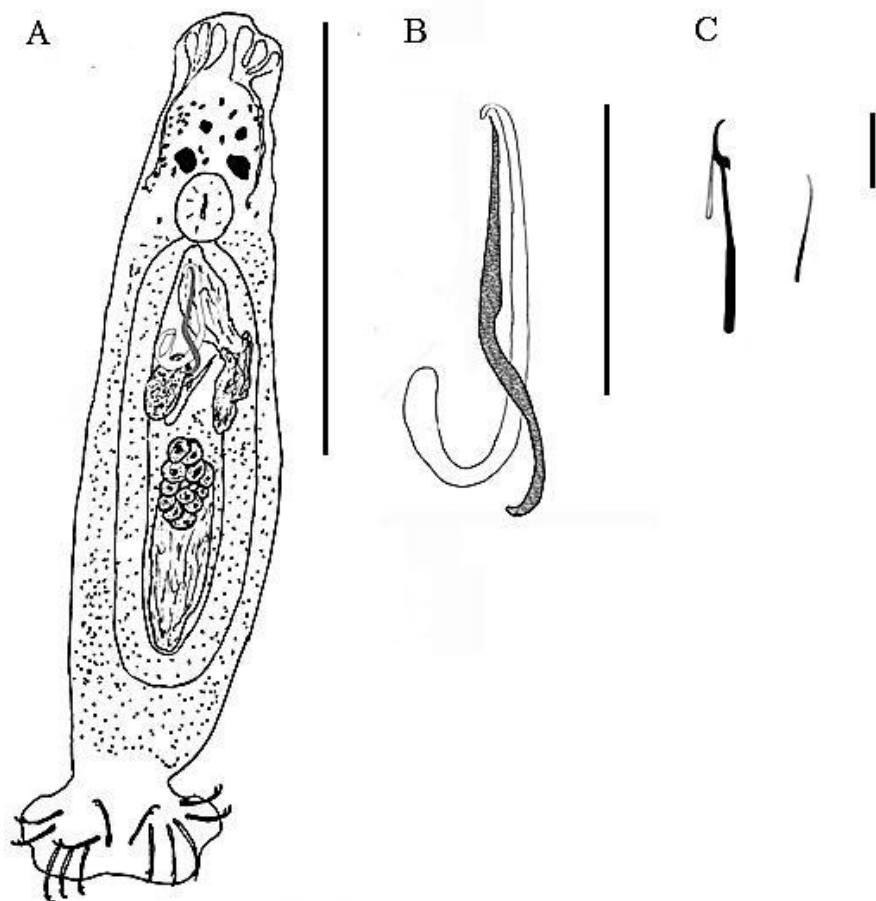


Figura 93. *Anacanthorus* sp. A. Vista ventral do corpo. Escala: 100 μ m, B. Complexo copulatório. Escala: 30 μ m, C. Ganchos. Escala: 10 μ m.

Calpidothecium (Mizelle & Price, 1965)

Uma espécie ocorreu parasitando *S. altispinis*, *Calpidothecium crescentis* (Figura 8). (Material depositado na coleção: INPA 635)

Diagnose genérica: Corpo fusiforme, compreendendo a região cefálica, tronco, pedúnculo e haptor. Tegumento fino, liso e sem anulações. Dois lobos cefálicos terminais bilaterais; glândulas unicelulares cefálicas presentes. Olhos anteriores ausentes, infreqüentemente apresentados por um grupo de grânulos, grânulos alongados e ovas. Boca subterminal, faringe muscular, glandular, esôfago curto, dois cecos intestinais confluentes posteriormente aos testículos, ausência de divertículos. Gônadas intercecais, sobrepondo-se. Testículo dorsal ao germário. Vaso deferente dando volta no ceco intestinal esquerdo, vesícula seminal dando volta no vaso deferente direito, com músculos circulares na parede. Dois reservatórios prostáticos que compreendem uma roseta de áreas glandulares que encontram-se no campo dorsal do tronco anterior. Complexo copulatório compreendendo um cirrus articulado; peça acessória. Órgão copulatório na forma de um tubo, ramo simples com abertura terminal ou

subterminalmente, haste distal da peça acessória com terminações digitais, processo de articulação terminal presente. Abertura vaginal sinistrodorsal, vagina dilatada, não esclerotizada. Háptor subhexagonal armado com pares de âncoras dorsal e ventral, barras dorsal e ventral, sete pares de ganchos com distribuição Ancyrocephalinae.

Comentários: *Calpidothecium* é caracterizada pela presença de uma simples abertura vaginal sinistrolateral, um par de olhos, gônadas sobrepostas, vesícula seminal com volta dextral no vaso deferente e um haste distal d peça acessória com ramos terminais.

A espécie tipo é *C. crescentis*, a qual foi colocada anteriormente no gênero *Urocleidus* por Mizelle e Price (1965). Difere de *C. serrasalmus* por possuir uma terminação bifurcada do haste distal da peça acessória.

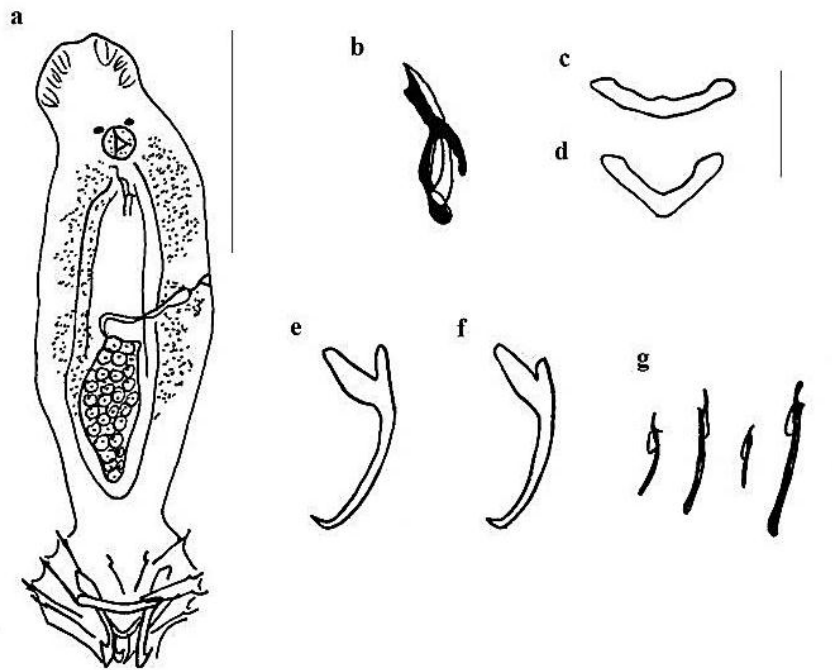


Figura 94. *Calpidothecium crescentis* parasita de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. Escala da barra a: 100 μ m. b – g: 25 μ m.

Enallotecium Boeger & Kritsky, 1988

Uma espécie ocorreu parasitando *S. altispinis*, *Enallotecium aegidatum* Boeger & Kritsky, 1988 (Figura 9). (Material depositado na coleção: INPA 636)

Diagnose genérica: corpo dorsoventralmente achatado dividido em região cefálica, pescoço, pedúnculo e háptor. Tegumento fino, liso ou com anulações. Dois lobos cefálicos terminais bilaterais; órgãos cefálicos presentes, glândulas cefálicas unicelulares laterais ou posterolaterais a faringe. Olhos pouco desenvolvidos ou

ausentes. Boca subterminal, médio ventral. Faringe muscular, glandular; esôfago curto ou ausente; dois cecos intestinais, confluindo posteriormente as gônadas, sem divertículos. Gônadas intercecais, sobrepondo-se. Testículo dorsal ao ovário; vaso deferente dando volta no ceco intestinal esquerdo; a vesícula seminal é uma dilatação do vaso deferente, em forma de C, estendendo-se até a metade direita do tronco. Dois reservatórios prostáticos. Complexo copulatório compreendendo um cirrus articulado; peça acessória. Órgão copulatório na forma de um tubo curto com abertura diagonal. Receptáculo seminal ausente; vagina sinistrodorsal, dilatada, não esclerotizada dando uma volta no lado esquerdo do ceco; poro genital médio ventral, próximo ao nível da bifurcação cecal. Vitelinos coextensivos com o intestino. Háptor subhexagonal armado com pares de âncoras dorsal e ventral, barras dorsal e ventral, sete pares de ganchos com distribuição Ancyrocephalinae.

Comentários: *Enallothecium aegidatum* foi originalmente descrita como *Notothecium aegidatum* por Boeger e Kritsky (1988) parasitando as brânquias de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1958) e colocada em *Enallothecium* gen. n. por Kritsky et al. (1998).

Enallothecium aegidatum possui baixa especificidade parasitária foi citada para nove espécies de hospedeiros dos gêneros: *Prystobrycon*, *Pygocentrus* e *Serrasalmus*. Embora não relatados na descrição original. *Enallothecium aegidatum* possui uma projeção pequena tipo guarda-chuva fracamente esclerotizada na peça acessória Kritsky, Boeger e Jégu (1998).

Enallothecium aegidatum difere de *E. cornutum* e *E. umbelliferum* por ter âncoras com eixos alongado e pontos de curta duração. *Enallothecium aegidatum* difere de *E. variabilum* por possuir uma haste mais robusta e distal, uma projeção menos desenvolvida na peça acessória e a âncora dorsal é ligeiramente menor do que o âncora ventral.

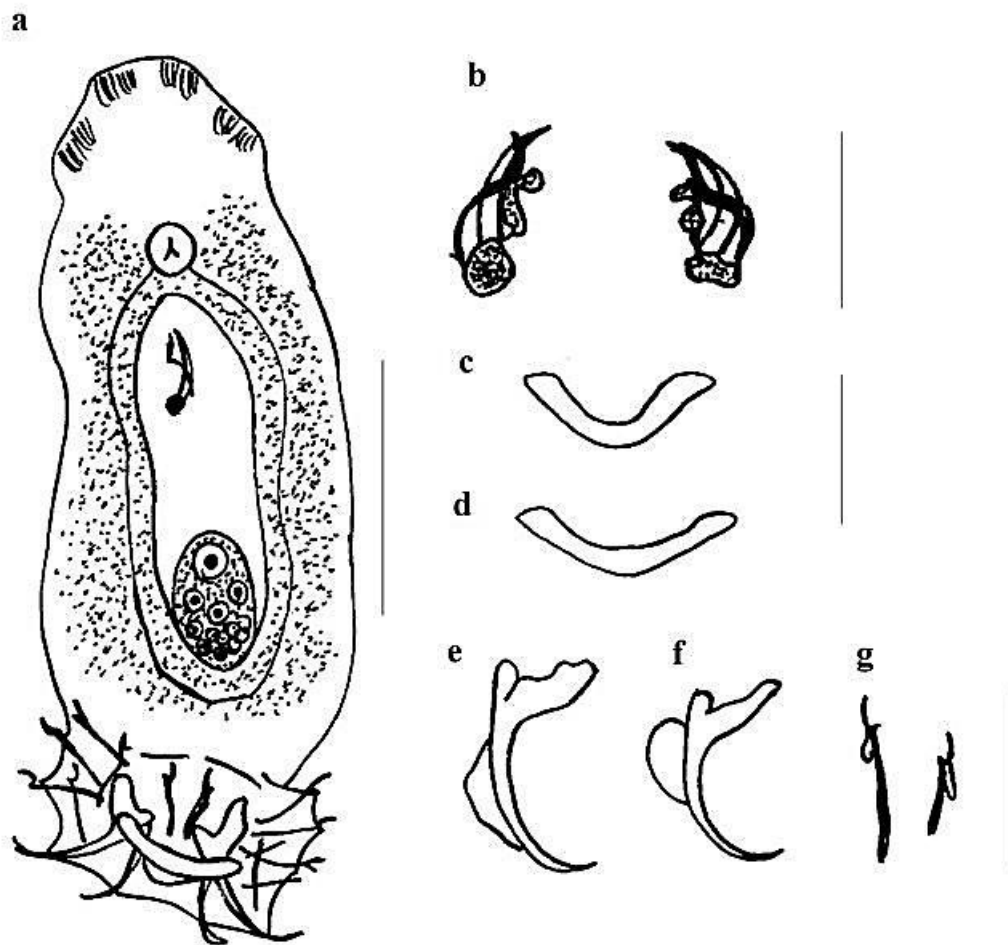


Figura 95. *Enallothecium aegidatum* parasita de *Serrsalminus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. Escala a: 100 µm; Escalas b – g: 25 µm.

Myramothecium Kritsky, Boeger & Jégu, 1996

Uma espécie ocorreu parasitando *S. altispinis*, *Myramothecium whittingtoni* (Figura 10). (Material depositado na coleção: INPA 637)

Diagnose genérica: Corpo fusiforme, compreendendo região cefálica, pescoço, pedúnculo e haptor. Tegumento fino, liso ou com anulações. Dois lóbulos cefálicos terminais, bilaterais, órgãos cefálicos e glândulas cefálicas unicelulares presentes. Olhos em número de 4, grânulos ovais. Boca subterminal, média ventral, faringe muscular, glandular; esôfago curto, dois cecos intestinais confluindo posterior ao testículo, sem divertículos. Gônadas intercecais, sobreponde-se, testículos dorsais ao germário. Vaso deferente aparentemente dando a volta no ceco esquerdo; a vesícula seminal é uma dilatação sigmoide do vaso deferente. Dois reservatórios prostáticos; próstata compreendendo áreas glandulares situadas dorsal a porção anterior ao ceco. Poro genital

médio ventral próximo à bifurcação cecal. Complexo copulatório compreendendo um órgão copulatório articulado, peça acessória consistindo de um processo de articulação proximal curto, haste distal. Vagina não esclerotizada, dilatada, abrindo-se nas superfícies médio dorsal, dextrodorsal ou dextroventral próximo a metade do tronco; receptáculo seminal ausente. Háptor subhexagonal armado com pares de âncoras dorsal e ventral, barras dorsal e ventral, sete pares de ganchos com distribuição Ancyrocephalinae. Barra ventral com projeção anteromediana. Ganchos similares; cada um com uma ponta delicada; polegar projetando-se truncado, haste expandida compreendendo 2 sub unidades; sub unidade proximal variável em comprimento entre os pares de ganchos.

Comentários: *Myramothecium* parece com *Notozothecium* por incluir espécies com processo anteromedial na barra ventral e abertura vaginal na parte direita do tronco. A diferença entre estes gêneros é na ausência de um órgão copulatório enrolado e vagina esclerotizada (presente em *Notozothecium*)

Myramothecium wittingtoni se diferencia dos seus congêneres por possuir uma abertura vaginal dextroventral.

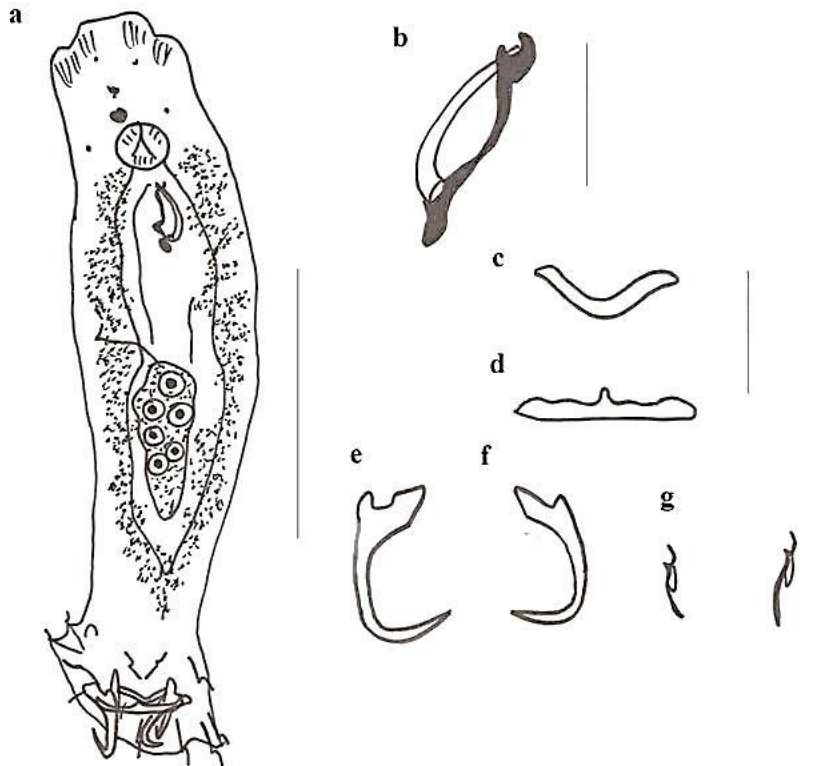


Figura 96. *Myramothecium wittingtoni* parasita de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. Escala a: 100 µm; Escalas, b – g: 25 µm.

Nothotecium Boeger & Kritsky, 1988

Duas espécies ocorreram parasitando *S. altispinis*, *Nothotecium cyphophallum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998 e *N. deleastoideum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998.

(Material depositado na coleção: INPA 638, 639)

Diagnose genérica: corpo dividido em região cefálica, pescoço, pedúnculo e háptor. Tegumento fino, com anelações. Dois lobos cefálicos terminais bilaterais; órgãos cefálicos presentes, glândulas cefálicas unicelulares laterais ou posterolaterais à faringe. Olhos ausentes. Boca subterminal, médio ventral. Faringe muscular, glandular; esôfago curto ou ausente; dois cecos intestinais, confluindo posteriormente as gônadas, sem divertículos. Gônadas intercecais, sobrepondo-se. Testículo dorsal ao ovário; vaso deferente dando volta no ceco intestinal esquerdo; a vesícula seminal é uma dilatação do vaso deferente, em forma de C, dando uma volta dextralmente. Complexo copulatório compreendendo um cirrus articulado; peça acessória presente. Receptáculo seminal presente; vagina sinistrodorsal, dilatada, dando uma volta no lado esquerdo do ceco; poro genital médio ventral, próximo ao nível da bifurcação cecal. Vitelinos coextensivos com os cecos. Háptor armado com pares de âncoras dorsal e ventral, barras dorsal e ventral, sete pares de ganchos com distribuição Ancyrocephalinae. Ganchos com hastes em duas partes distintas.

Comentários: *Nothotecium* é separado de *Enallothecium* pela ausência de uma umbela na peça acessória, uma papila na abertura vaginal, uma abertura diagonal da ponta do ramo primário do órgão copulatório. *Nothotecium* pode ser confundido também com *Calpidothecium*, mas a diferença está em que as espécies deste carecem da volta de ceco intestinal esquerdo (abertura vaginal na margem lateral izquierda do tronco em espécies de *Calpidothecium*).

Nothotecium cyphophallum (Figura 11) é facilmente separada das outras espécies do gênero pela morfologia do órgão copulatório e sua abertura diagonal alongada. O nome da espécie vem do Grego (*kyphos* = curvado + *phallos* = pênis) e se refere à forma do órgão copulatório.

Nothotecium deleastoideum (Figura 11) é uma espécie similar a *N. reduvium* e *N. deleastum* na morfologia do órgão copulatório masculino. Diferença-se de *N. reduvium* por apresentar um menor afunilamento do órgão copulatório e pelo tamanho das âncoras, barras e espinhos (menores em *N. reduvium*). Diferença-se de *N. deleastum* por apresentar um órgão copulatório curto. Em *N. deleastum*, a bolsa vaginal subterminal é fechada (aberta em *N. deleastoideum*)

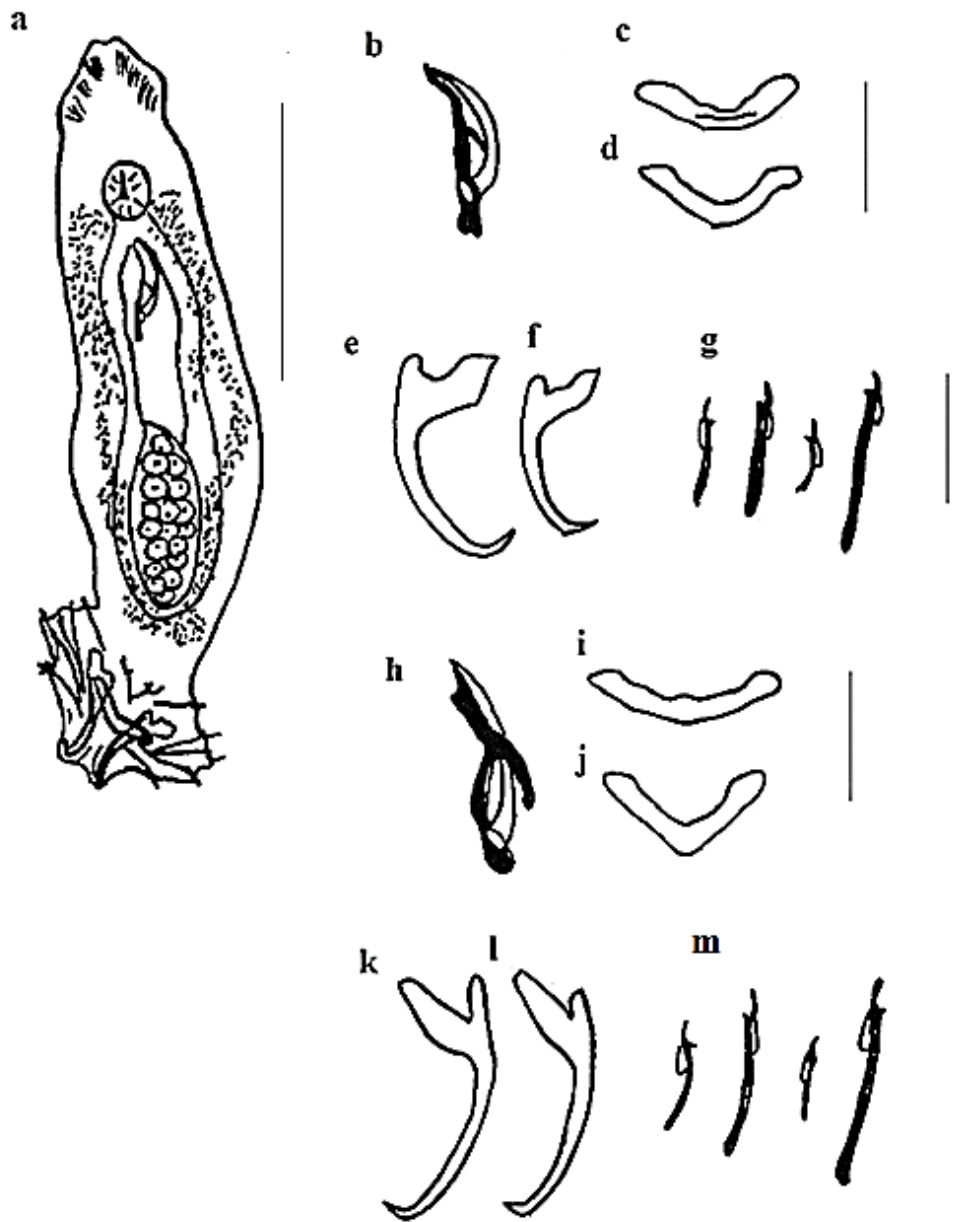


Figura 97. Espécies de *Notothecium* parasitas de *Serrasalmus altispinis*. a – g. *N. cyphophallum*. Vista ventral do corpo, b. Complexo copulatório, c. Barra ventral, c. Barra dorsal, e. Âncora ventral, f. Âncora dorsal, g. Espinhos. h – m. *N. deleastoideum*: h. Complexo copulatório, i. Barra ventral, j. Barra dorsal, k. Âncora ventral, l. Âncora dorsal, m. Espinhos. Escala a: 100 μ m. Escala b – m: 25 μ m.

Notozothecium Boeger & Kritsky, 1988

As espécies pertencentes ao gênero *Nothozothecium* encontradas foram *N. euzeti* Kritsky, Boeger & Jegú, 1996 e *N. minor* Boeger & Kritsky, 1988. (Material depositado na coleção: INPA 640. 641)

Diagnose específica: corpo foliforme, com tegumento liso. Os lóbulos cefálicos pouco desenvolvidos; lateral cefálica das glândulas da faringe. Pares de olhos anteriores próximos do que os pares posteriores; grânulos pequenos e ovados. Pendúnculo largo e afilado; háptor globoso. Âncoras similares com grandes raízes e pontas bulbosas; barra ventral e dorsal pequenas. Cirrus longo dando uma volta; peça acessória longa e articulada ao cirrus. Vitellaria densa.

Comentários: *Nothozothecium euzeti* (Figura 12) diferencia das demais espécies do gênero por possuir uma âncora ventral com uma raiz superficial exagerada com ponta truncada.

Nothozothecium minor (Figura 12) diferencia das demais espécies do gênero por duas curvaturas próximo ao comprimento médio do haste distal da peça acessória.

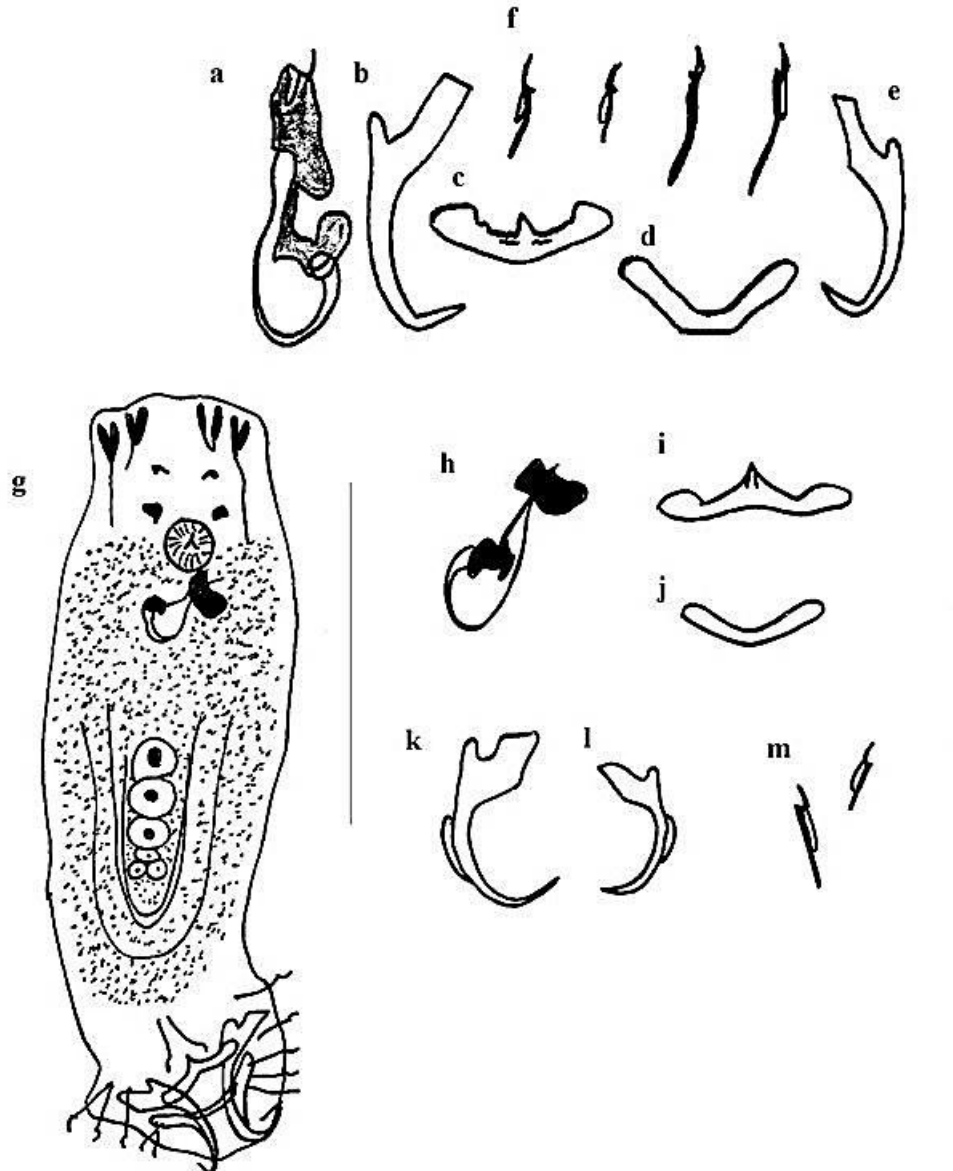


Figura 98. Espécies de *Notozothecium* parasitas de *Serrasalmus altispinis*. a – f. *N. euzeti*. a. Complexo copulatório, b. Âncora ventral, c. Barra ventral, d. Barra dorsal, e. Âncora dorsal, f. Espinhos. g – m. *N. minor*. g. Vista ventral do corpo, h. Complexo copulatório, i. Barra ventral, j. Barra dorsal, k. Âncora ventral, l. Âncora dorsal, m. Espinhos. Escala a – e: 25µm; Escala g: 100 µm; Escalas h – m: 25 µm.

Rhinoxenus Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988

A espécie encontrada parasitando *S. altispinis* foi *Rhinoxenus piranhus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988 (Figura 13). (Material depositado na coleção: INPA 642)

Diagnose específica: Corpo longo, fusiforme, ligeiramente achatado dorsoventralmente; lobos cefálicos pouco desenvolvidos, 2 terminais e 2 bilaterais; glândulas cefálicas unicelulares, bilateral, posterolateral ao esôfago. Olhos normalmente equidistantes, ovais, granulosos e pequenos. Faringe oval com modificação distal. Háptor trapezoidal, âncora ventral longa com a raiz superficial modificada em protuberâncias ventro-mediais servindo como ponto de articulação para a barra. Âncora

com filamento conpíscuo, basal. Espinho háptorial dorsal, longo com final delgado. Cirrus enovelado com 2 ½ voltas; base com lobos bilaterais esclerotizados, peça acessória espatulada distalmente. Ovário alongado, oviduto curto; oótipo, útero não observados. Poro genital posterior a bifurcação do intestino. Vagina com cavidade dupla distal a partir da qual surge um tubo simples.

Comentários: *Rhinoxenus piranhus* possui como características marcantes a presença da âncora dorsal modificada em um esclerito tipo espinho e a ausência de uma barra dorsal. *Rhinoxenus piranhus* se assemelha com *R. arientinus* pela presença de somente barras ventrais e da âncora dorsal modificada, porém diferenciam-se na presença de dois pares de ganchos localizados em dois lóbulos laterais do tronco e duas bases esclerotizadas presentes somente em *R. arientinus*.

Rhinoxenus piranhus é específico de narinas e as características morfológicas e estruturais estão de acordo com a espécie determinada por Kritsky *et al.* (1988). Segundo esses autores as modificações do háptor em *R. piranhus* assim como nas outras espécies do gênero, aparentemente estão relacionados com as necessidades de fixação na superfície das narinas.

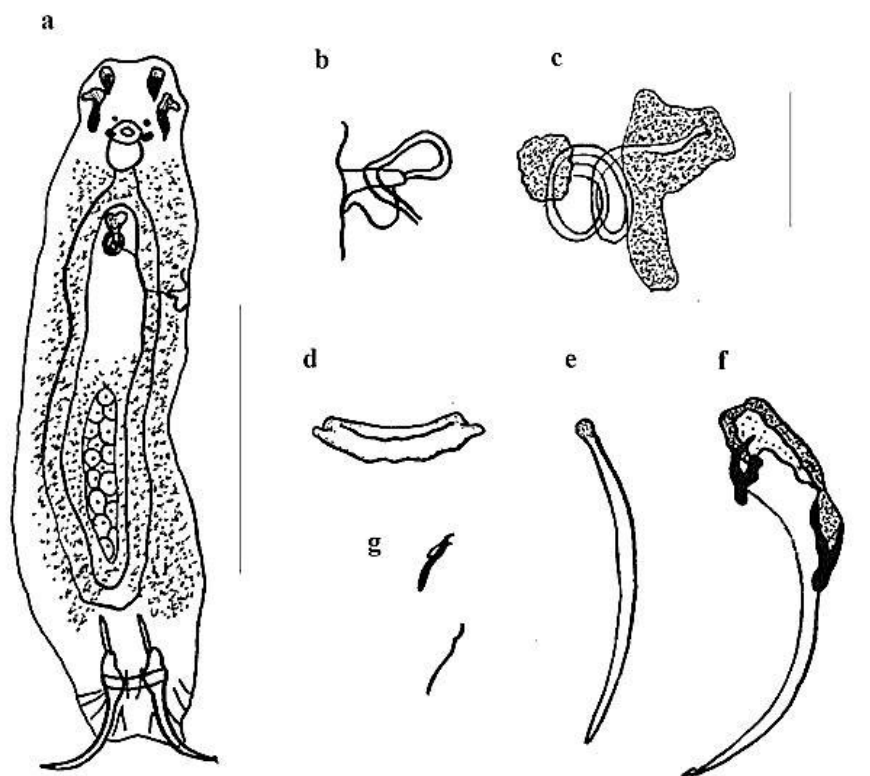


Figura 99. *Rhinoxenus piranhus* parasita das narinas de *Serrasalmus altispinis*. a. Vista ventral do corpo, b. Vagina, c. Complexo copulatório, d. Barra ventral, e. Espinho haptorial dorsal, f. Âncora ventral, g. Espinhos. Escala a: 200 µm, Escalas b – f: 25 µm.

Tabela 1. Matriz das medidas dos caracteres morfométricos das espécies de Monogenoidea encontradas em *Serrasalmus altispinis* (medidas em μm).

Espécie	Comprimento do corpo	Largura máxima do corpo	Comprimento haptorial	Largura haptorial	Comprimento da âncora ventral	Comprimento âncora dorsal	Barra ventral	Barra dorsal	Comprimento do cirrus	Peça acessória	Espinho Dorsal
<i>Amphithecium diclonophallum</i>	230 (222-237)	100 (94-106)	51 (49-62)	75 (69-80)	30 (31-34)	33 (32-36)	31 (30-33)	28 (27-30)	30 (26-33)	18 (16-20)	-
<i>Amphithecium facatum</i>	250 (218-290)	80 (65-86)	54 (50-60)	76 (70-80)	27 (24-29)	31 (29-36)	28 (26-33)	26 (24-27)	40 (37-42)	33 (31-36)	-
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	365 (300 – 403)	90 (80-99)	40 (36-42)	75 (70-79)	-	-	-	-	62 (59-73)	50 (47-55)	-
<i>Anacanthorus cintus</i>	460 (312-583)	85 (76-91)	30 (28-38)	73 (65-88)	-	-	-	-	52 (46-54)	50 (39-53)	-
<i>Anacanthorus cladophallus</i>	360	80	40	65	-	-	-	-	54	50	-
<i>Anacanthorus cryptocalus</i>	400	68	40	81	-	-	-	-	43	45	-
<i>Anacanthorus gravihamulatus</i>	538	110	88	73	-	-	-	-	60	58	-
<i>Anacanthorus jegui</i>	483 (463-506)	80 (73-94)	34 (33-38)	73 (54-88)	-	-	-	-	48 (44-54)	39 (34-40)	--
<i>Anacanthorus lepyrophallus</i>	410 (280-529)	88 (72-100)	43 (34-49)	74 (61-79)	-	-	-	-	58 (50-66)	48 (43-55)	-
<i>Anacanthorus mesocondylus</i>	418 (362-490)	99 (96-110)	42 (38-44)	79 (70-89)	-	-	--	-	76 (69-83)	78 (70-79)	-
<i>Anacanthorus periphallus</i>	320 (240-379)	109 (88-139)	47 (40-58)	90 (67-102)	-	-	-	-	53 (49-59)	50 (44-53)	-
<i>Anacanthorus prodigosus</i>	470 (440-530)	106 (89-128)	48 (44-53)	88 (82-93)	-	-	-	-	68 (67-71)	55 (52-60)	-
<i>Anacanthorus sciponophalus</i>	384 (332-487)	83 (60-95)	34 (30-43)	72 (66-80)	-	-	-	-	80 (73-88)	75 (68-83)	-

<i>Anacanthorus serrasalmi</i>	530 (528-532)	102 (98-105)	46 (40-48)	78 (72-80)	-	-	-	-	62 (59-65)	59 (55-59)	-
<i>Ancanthorus sp</i>	532 (433-597)	129 (109-162)	59 (41-62)	122 (84-148)	-	-	-	-	89 (79-100)	61 (47-69)	-
<i>Calpidothecium crescentis</i>	280	75	78	88	47	39	40	33	30	36	-
<i>Enallothecium aegidatum</i>	218 (180-238)	89 (86-97)	60 (55-66)	94 (88-97)	40 (38-43)	34 (29-34)	35 (33-41)	31 (33-37)	25 (22-27)	20 (18-25)	-
<i>Myramothecium whittingtoni</i>	358	99	75	76	33	30	40	30	47	17	-
<i>Notothecium cyphophallum</i>	230 (225-232)	110 (98-114)	69 (55-70)	104 (98-109)	51 (47-53)	44 (43-48)	40 (38-41)	36 (29-37)	44 (39-48)	30 (26-31)	-
<i>Notothecium deleastoideum</i>	262 (225-300)	99 (89-104)	56 (53-60)	99 (74-111)	45 (43-48)	44 (41-46)	33 (32-37)	46 (41-46)	37 (33-40)	31 (29-34)	-
<i>Notozothecium euzeti</i>	274	80	62	76	36	30	32	29	70	65	-
<i>Notozothecium minor</i>	249 (239-250)	88 (84-90)	76 (68-76)	81 (76-83)	44 (40-46)	33 (29-34)	43 (40-44)	28 (28-32)	55 (52-59)	30 (29-34)	-
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	712 (390-749)	233 (179-288)	187 (165-210)	102 (77-105)	100 (97-103)	-	52 (49-54)	-	179 (173-181)	49 (44-55)	119 (115-125)

Digenea

Somente exemplares de digenéticos na fase de metacercária livres e encistados foram encontrados parasitando as brânquias de *S. altispinis*. Os cistos e formas livres foram morfológicamente identificados como cistos de metacercárias de *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) Braun, 1899

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cercomeridea Brooks, O'Grady & Glen, 1985

Infraclasse Trematoda Rudolphi, 1808

Subclasse Digenea Carus, 1863

Família Clinostomatidae Luehe, 1901

Subfamília Clinostomatinae Pratt, 1902

Gênero *Clinostomum* Leidy, 1856

Uma espécie ocorreu parasitando *S. altispinis*, *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) Braun, 1899.

Diagnose específica: corpo côncavo ventralmente convexo dorsalmente. Ventosa anterior rudimentar, situada no centro de uma dilatação circular do corpo. Acetábulo pré-equatorial, conspícua, próximo da ventosa oral. Cecos intestinais largos de contorno irregular. Poro genital mediano e pós-acetabular. Testículos situados no mesmo campo e com zonas afastadas. Ovário intertesticular e pós-equatorial. Útero intercecal, pré-testicular e pós-acetabular. Vitelinos constituídos por folículos pequenos, pós-acetabulares, intra e extracecais (Figura 13).

Comentários: dez metacercárias foram medidas. Medidas em milímetros: comprimento, 2,5-6,6 (4,4); largura 0,8-2,0 (1,4); comprimento da ventosa oral 0,2-0,5 (0,3); comprimento da faringe 0,06-0,09 (0,8). Acetábulo (ventosa ventral) com 0,4-0,8 (0,6); de comprimento. As medidas dos caracteres morfológicos de *C. marginatum* estão de acordo com a variação registrada em Travassos *et al.* (1969). Material depositado: INPA 689 a-b

Clinostomum marginatum foi registrado pela primeira vez em 1856 encistados nas brânquias do peixe *Eupomotis vulgaris* Braun, 1900 perto da Filadélfia nos Estados Unidos. Posteriormente foi registrado também nas brânquias de *Perca flavescens* (Mitchill, 1814) em Toronto. Os primeiros espécimes adultos foram registrados na ave piscívora *Botaurus minor* autor, ano a qual foi atribuído como o hospedeiro definitivo (Osborn 1911).

As metacercárias de *C. marginatum* utilizam os peixes como hospedeiros intermediários, sendo as formas adultas encontradas na boca e esôfago de aves piscívoras. Este parasita tem uma ampla distribuição encontrando-se em todos os continentes (Bullard e Overstreet 2008).

Para o Brasil foram citadas três espécies: *Clinostomum marginatum*, *C. dentrucatum* Braunn 1899 e *C. heluans* Braunn, 1899 (Travassos *et al.* 1969). Em peixes amazônicos *C. marginatum* foi registrada encistada nas brânquias de *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831 (Thatcher 1981; Paredio 2013); na pele e nadadeiras de *Crenicichla* sp (Thatcher 1981); na musculatura de *S. insignis* (Castelo 1984); nas brânquias de *Pterophyllum scalare* Schultze, 1823 (Alves *et al.* 2001), na musculatura de *P. nattereri* (Morais *et al.* 2011), e na cavidade visceral, olho, cavidade branquial, narinas, intestino e fígado Neste trabalho as metacercárias de *C. marginatum* parasitavam a cavidade branquial *S. altispinis*.

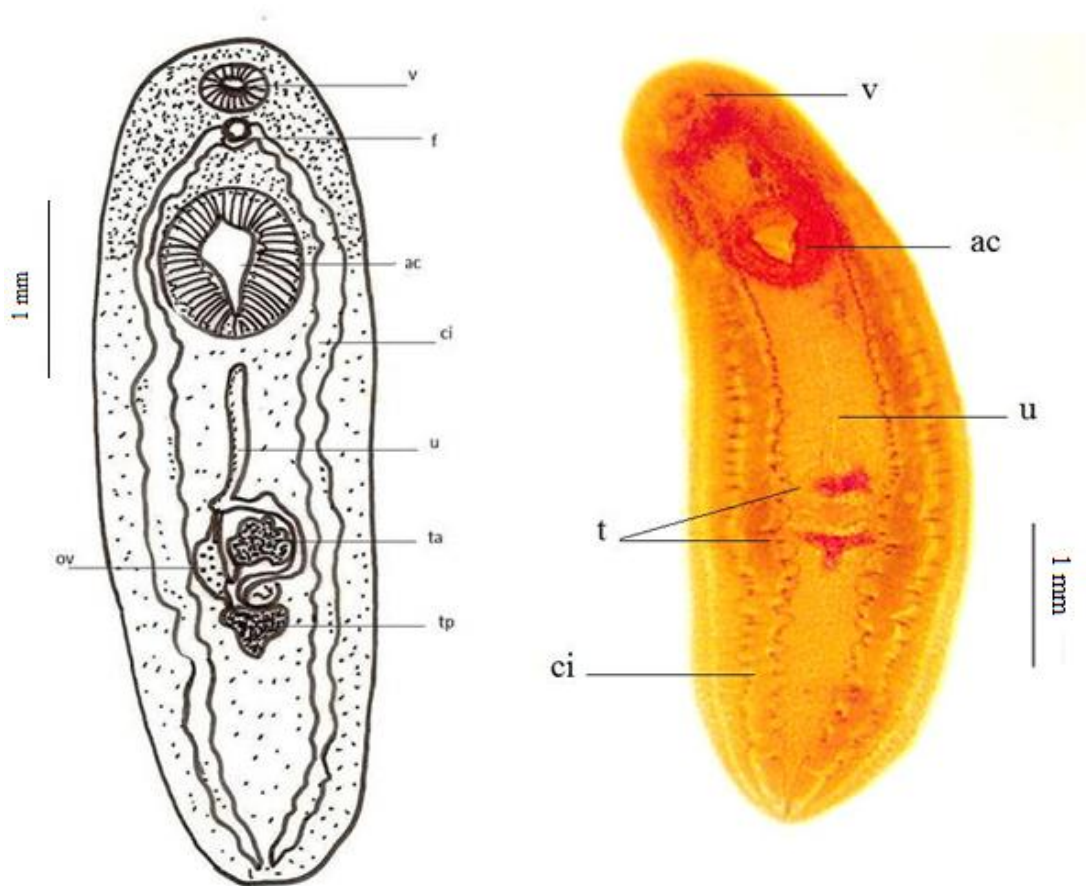


Figura 100. Metacercária de *Clinostomum marginatum*. v. Ventosa oral, f. Faringe, ac. Acetábulo, ci. Ceco intestinal, u. útero, ta. Testículo anterior, ov. Ovário, tp. Testículo posterior.

Nematoda

Foram encontradas cinco espécies do Filo Nematoda em *S. altispinis*: *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas e Pereira, 1958; *Philometra nattereri* Cárdenas, Moravec, Fernández e Morais 2011; larvas de *Pseudoproleptus* sp.; *Contracaecum* sp e *Anisakis* sp. As medidas foram apresentadas em mm e os valores: mínimo-máximo (média).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Classe Secernentea Linstow, 1905

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Superfamília Camallanoidea Railliet & Henry, 1915

Família Camallanidae Railliet & Henry, 1915

Subfamília Camallaninae Railliet & Henry,
1915

Gênero *Procamallanus* Baylis, 1923

Uma espécie ocorreu parasitando *S. altispinis*, *Procamallanus (S.) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928.

Diagnose específica: abertura oral arredondada. Cápsula bucal contínua, sua superfície interior lisa ou com espessamentos em espiral; usualmente com seis elevações rudimentares distribuídas ao longo da margem anterior da cápsula. Oito papilas cefálicas arranjadas em dois círculos e um par de anfídeos presentes. Esôfago dividido na porção anterior muscular e na posterior glandular. Asa caudal presente no macho. Espículos usualmente desiguais; gubernáculo presente ou ausente. Numerosas papilas pré-anais e pós-anais presentes. Ovário posterior não desenvolvido. Ovovivíparos.

Dez fêmeas medidas em milímetros (Figura 15): corpo 11,00-32,35 (23,64) comprimento, por 0,522-0,975 (0,752) largura máxima; abertura oral circular rodeada por 4 a 8 papilas cefálicas e dois anfídeos. Dois dentes medianos, um dorsal e outro ventral; cápsula bucal incluindo anel basal com 0,118- 0,165 (0,159) de comprimento, por 0,151-0,183 (0,161) de largura máxima; 19-22(19) estrias na cápsula bucal. Esôfago muscular 0,54-0,61 (0,51) comprimento por 0,20-0,23 (0,20) de largura máxima; esôfago glandular com 0,80-0,95 (0,90) comprimento, por 0,20- 0,31 (0,29) largura máxima, largura; distância do anel nervoso e à extremidade anterior, 0,02-0,10 (0,05). Cauda cônica.



Figura 101. *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*. A. Vista ventral do corpo de uma fêmea grávida, B. Cápsula bucal, C. Cauda da fêmea, D. Região ventral mostrando as larvas em desenvolvimento. E. Parte posterior do corpo.

Dez machos medidos em milímetros (Figura 16): corpo com 4,80-6,4 (5,30) comprimento, por 0,222-0,362 (0,274) largura máxima; abertura oral circular rodeada por 4 a 8 papilas cefálicas e dois anfídeos; cápsula bucal incluindo anel basal 0,060-0,140 (0,120) de comprimento, 0,050-0,120 (0,090 mm) de largura máxima; 13-19(16) estrias na cápsula bucal; comprimento do esôfago muscular com 0,260-0,360 (0,310) e largura 0,080-0,165 (0,145); comprimento do esôfago glandular com 0,460-0,632 (0,518) e largura 0,080-0,185 (0,165) distância do anel nervoso à extremidade anterior, 0,002-0,013 (0,007); ala caudal ausente; 10 pares de papilas caudais sendo 4 pares pré-anais e 6 pares pós-anais; espículos 0,15-0,17 (0,15); gubernáculo ausente; cauda cônica curvada com ponta quase arredondada. Local de infecção: ceco intestinal e intestino. Material depositado: INPA 79, 80

Comentários: o número médio de espirais bem como as medidas dos demais caracteres encontrados neste trabalho tanto para macho quanto para as fêmeas, estão de

acordo com os valores encontrados por Pinto *et al.* (1976), Moravec (1998), Morais (2012) e Dumbo (2014).

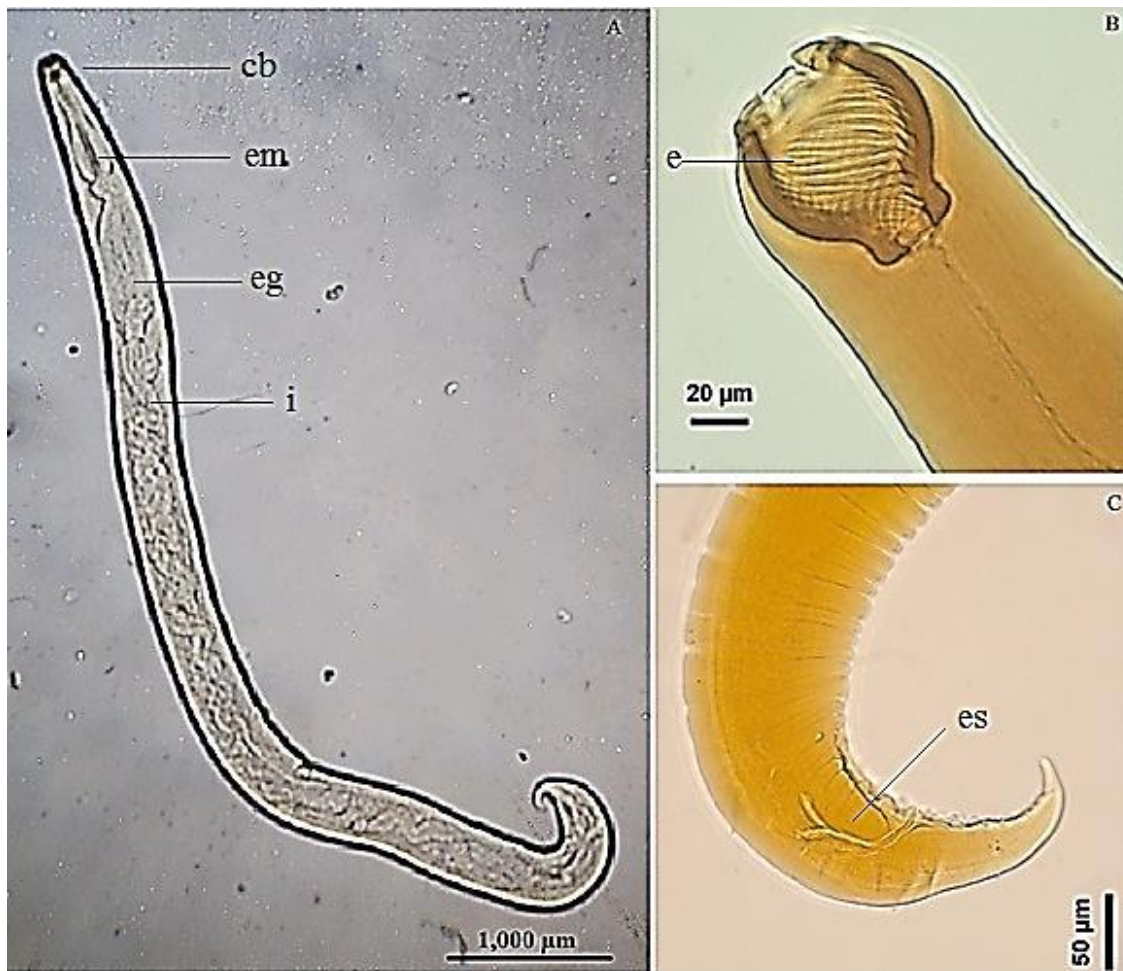


Figura 102. *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus*. A. Vista ventral do corpo de um macho. cb = Cápsula bucal, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, i = intestino. B. Cápsula bucal do macho. e = espirais da cápsula bucal, C. Cauda do macho. es = espículas.

Super família Dracunculoidea Railliet & Henry, 1915

Família Philometridae Baylis & Daubney, 1926

Gênero *Philometra* Costa, 1845

Diagnose genérica: corpo das fêmeas alongados, cilíndricos, com porção final abruptamente arredondado. Cutícula suave. Papila cefálica, se presente, em dois círculos: papila externa dupla ou em par, papila interna 4 ou 6 ou ausente. Esôfago curto, cilíndrico, anteriormente expandido, com glândula esofágica e pequenos ventrículos ou ausentes, Vulva e ânus em fêmeas grávidas atrofiados. Ambos os ovários na parte terminal do corpo. Vivíparos. Machos consideravelmente menores que as fêmeas. Machos com caudas abruptas ou arredondadas com ou sem lobos. Cloaca terminal ou subterminal. Dois espículos delgados e gubernáculo presente.

Philometra nattereri Cárdenas, Moravec, Fernández e Morais 2011 (Figura 17).

Descrição de fêmea (baseada em um indivíduo), medidas em milímetros. Corpo alongado, esbranquiçada, filiforme, com 48,50 de comprimento e 0,31 de largura. Cutícula lisa. Extremidade anterior do corpo arredondada. Papilas cefálicas pequenas. Abertura oral oval ou quase circular, com três setores lobulares do esôfago. Abertura oral cercada por dois anfídios laterais e papilas cefálicas pequenas dispostas em dois círculos, círculo interno e externo cada um com quatro papilas submedianas. Círculo externo formado por quatro papilas cefálicas externas submedianas, duas curtas (uma dorsal e ventral) e duas alongadas (uma dorsal e outra ventral). Dois anfídios laterais dispostos em um círculo externo.

Extremidade anterior do esôfago muscular formando bulbo conspícuo oval e fortemente muscular, bem separado da parte cilíndrica do esôfago; bulbo 66 de comprimento e 62 de largura. Entre o bulbo e a porção posterior do esôfago, há uma constrição formando uma estrutura tipo pescoço com 27 de comprimento e 32 de largura.

Extremidade posterior do esôfago medindo 1,25 de comprimento; glândula esofágica bem desenvolvida, estendendo desde constrição anterior ao esôfago até ao ventrículo pequeno medindo 1,01. Anel nervoso a 200 mm mais distante da extremidade anterior. Extremidade posterior do corpo arredondada. Vagina e vulva ausentes. Macho: desconhecido

Comentários: O gênero *Philometra* inclui um grande número de espécies parasitas da cavidade abdominal e de vários tecidos do corpo de peixes de água doce, águas salobras e peixes marinhos em todo o mundo (Moravec 2006).

O primeiro registro deste gênero e esta espécie parasitando um peixe da família Serrasalmidae foi reportado por Morais (2012) em *P. nattereri* coletadas em lagos de várzea de Amazônia. Neste trabalho é feito o segundo registro de *P. nattereri* para um hospedeiro da família Serrasalmidae.

Material depositado: INPA 81

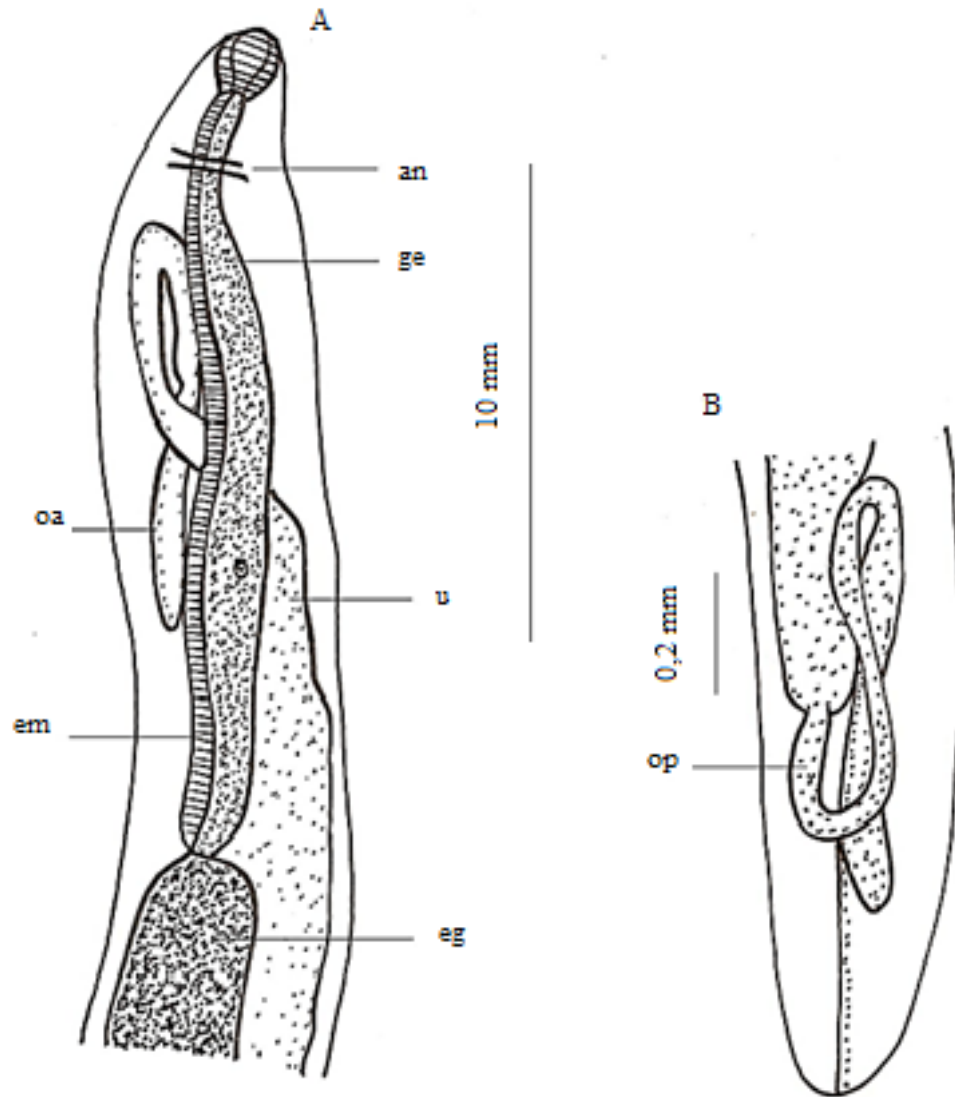


Figura 103. *Philometra nattereri*. A. extremidade anterior do corpo. an. Anel nervoso, ge. Glândula esofágica, u. Útero, eg. Esôfago glandular, em. Esôfago muscular, oa. Ovario anterior. B. Parte posterior do corpo. op. Ovario posterior.

Classe Secernentea Linstow, 1905

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Superfamília Habronematoidea Chitwood & Weha, 1932

Família Cystidicolidae Skrjabin, 1946

Gênero *Pseudoproleptus* Khera, 1956

Diagnose genérica: boca com dois lábios laterais, cada um tendo um dente truncado e duas papilas medianas. Colar cefálico presente. Cápsula bucal cilíndrica, com paredes transversalmente estriadas. Esôfago longo e não dividido.

Pseudoproleptus sp.

Larvas de 3º estágio (seis medidas). Comprimento do corpo em milímetros. Foram encontradas nos cecos pilóricos de *S. altispinis*. Corpo filiforme amarelado com 43,55-78,70 mm (58,6) de comprimento e 145-147 µm (146) de largura. Cutícula espessa com estrias transversais. Região anterior do corpo com estrutura cefálica, semelhante a um capacete de 33-35 µm (34) de comprimento. Região cefálica anterior arredondada, com dois distintos cônicos pseudolabial. Protrusão terminal.

Abertura oral semelhante a uma fenda, com vestíbulo longo 170,5-180,5 (185,5 µm), seguido por um esôfago subdividido em região muscular 700- 695 (695,5) e região glandular 2,60-4,20 (3,40 µm). Anel nervoso dista 260- 280 (260,5 µm) da extremidade anterior, o poro excretor 5000-540 (520,00 µm). Cauda cônica com pequena projeção similar a um botão na extremidade distal. Distância do ânus à ponta da cauda 100-140 (130,00 µm).

Local de infecção: intestino. Material depositado: INPA 82

Comentários: a família Cystidicolidae inclui 24 gêneros e diversas espécies (Moravec e Klimpel 2009). As espécies são caracterizadas por estruturas da boca que geralmente só podem ser observadas utilizando microscopia de varredura (Moravec 2007). Estas são semelhantes tanto nas larvas infectantes como nos adultos da mesma espécie (Frantová e Moravec 2003; 2004). *Pseudoproleptus* sp. foi registrado em lagos de várzea da Amazônia central por Morais (2012) em *P. nattereri* e por Dumbo (2014) em *A. falcirostris*

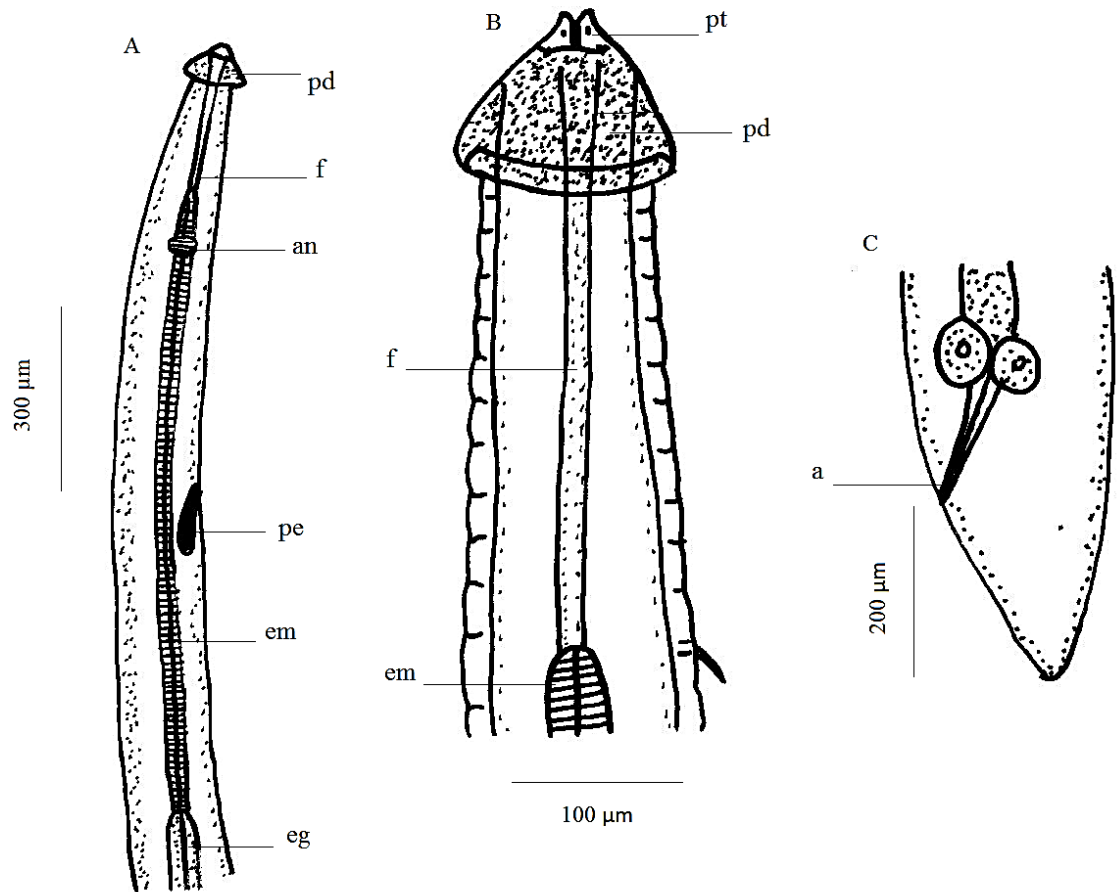


Figura 104. Larva do terceiro estágio de *Pseudoproleptus* sp. A. Parte anterior do corpo, B. Terminação anterior do corpo, C. Parte posterior do corpo. pd. Pseudolábio, pt. Protrusões terminais do pseudolábio f. Faringe, na. Anel nervoso, pe. Poro excretor, em. Esôfago muscular, eg. Esôfago glandular, a. cloaca.

Família Anisakidae Railliet & Hentry, 1912

Gênero *Anisakis* Dujardin, 1945

Diagnose genérica: lábios com fileiras de dentículos. Interlábios ausentes. Esôfago com ventrículo posterior glandular oblongo, sem apêndice ventricular ou ceco intestinal. Machos de cauda abruptamente cônica, com um grande número de papilas pré-anais em cada lado. Espículos aproximadamente iguais ou desiguais, curtos ou em forma de barra ou longos e afilados, espiralados ou não. Fêmeas com cauda longa ou arredondada ou algumas vezes com uma constrição em sua porção média e contendo uma proeminência cônica; vulva na metade anterior do corpo. Ovos pequenos, subglobulares, não segmentados ou segmentados com pequeno número de blastômeros quando da eliminação.

Anisakis sp. (larva de 3º estágio)

Descrição baseada em 10 larvas de 3º estágio (medidas em mm) não encapsuladas foram encontradas no intestino de *S. altispinis*. Corpo com 6,5-12,5 (9,5) de comprimento; largura máxima do corpo 0,24-0,28 (0,26). Cutícula com estrias transversais finas. Boca triangular. Extremidade anterior com lábio dorsal e dois lábios ventrolaterais pouco desenvolvidos. Seis papilas cefálicas sendo um par no lábio ventral e o restante nos lábios ventro laterais. Dente larval presente localizado entre a abertura oral e o poro excretor. Poro excretor ventral, localizado logo abaixo entre os lábios ventrolaterais. Esôfago com 0,15-0,95 (0,75) de comprimento. Ventrículo com 0,1-0,25 (0,2) de comprimento, 0,04-0,09 (0,1) de largura. Apêndice ventricular e ceco intestinal ausentes. Distância da extremidade anterior ao anel nervoso de 0,12-0,24 (0,12); Duas glândulas retais aproximadamente esféricas. Cauda em formato cônico com 0,018-0,04 (0,029) de comprimento com mucrón terminal.

Local de infecção: Intestino.

Material depositado: INPA 77-78

Comentários: três espécies do gênero *Anisakis*: *A. simplex* (Rudolphi, 1809); *A. typica* (Diesing, 1860) e *A. physeteris* Baylis, 1923 foram reconhecidas por Davey (1971) e Moravec (1998). *Anisakis* sp. foi registrado em lagos de várzea da Amazônia

ccentral por Morais (2012) em *P. nattereri* e por Dumbo (2014) em *A. falcirostris*.

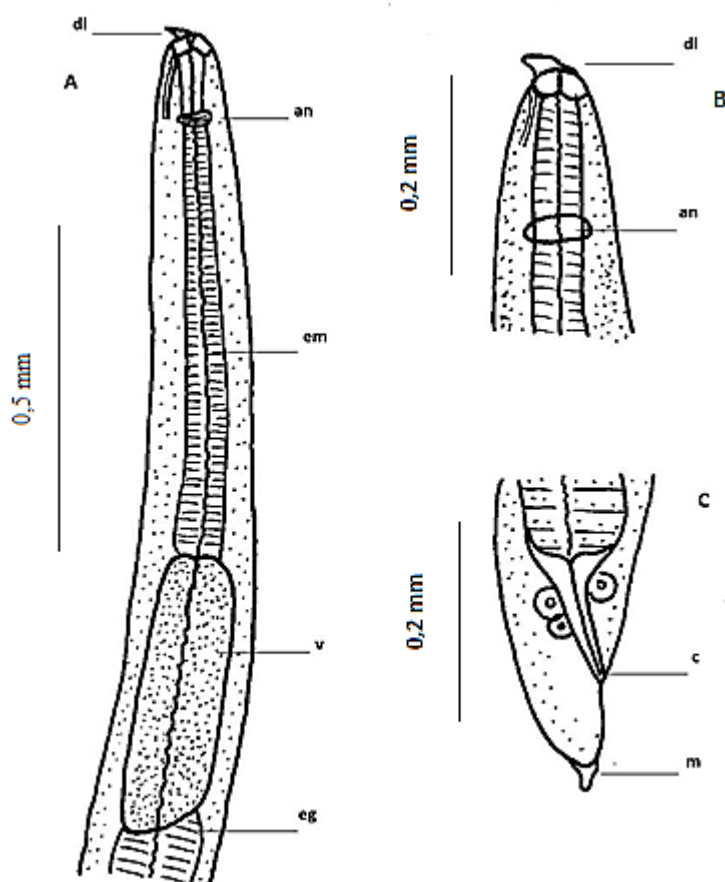


Figura 105. Larva de terceiro estágio de *Anisakis* sp. A. Região anterior, B. Extremidade anterior, C. Extremidade posterior. dl. Dente larval, an. Anel nervoso, em. Esôfago muscular, v. Ventrículo, eg. Esôfago glandular, c. Cloaca, m. Mucron.

Gênero *Contracaecum* Railliet & Henry, 1915

Contracaecum sp. larva tipo 3 de Moravec, Prouza & Royero, 1977

Diagnose baseada em dois indivíduos. Corpo com 4,8 de comprimento e 0,17 de largura máxima. Cutícula com finas estrias transversais. Extremidade anterior com um dente larval pequeno. Esôfago estreito com 0,6 de comprimento. Anel nervoso 0,0052 de comprimento e dista a 0,182 da extremidade anterior. Ventrículo situado a 0,62 da extremidade anterior. Ceco intestinal, comprimento 0,4 e largura 0,073. Apêndice ventricular 0,31 de comprimento inicia no ventrículo e direcionado para região posterior. Cloaca a 0,022 da extremidade posterior. Cauda cônica com 0,031 de comprimento. Poro excretor abaixo do dente larval.

Comentários: As larvas de *Contracaecum* sp. tipo 3 diferem de *Contracaecum* sp. tipo 1 e tipo 2, principalmente pela presença de um dente cefálico e ceco intestinal maior que apêndice ventricular. As espécies conhecidas são: *C. microcephalum* Rudolphi, 1819; *C. multipapillatum* Drasche, 1882; *C. micropapillatum* Stossich, 1890;

C. cabelleri Bravo Hollis, 1939; *C. plagiaticum* Lent & Freitas, 1948 (Moravec *et al.* 1995).

As larvas de *Contracaecum* spp. utilizam os peixes como hospedeiros intermediários ou paratênicos e os adultos parasitam aves piscívoras e mamíferos (Torres *et al.* 2000). Em um ciclo, várias espécies de peixes podem atuar como hospedeiros intermediários e/ou paratênicos, indicando a baixa especificidade ao hospedeiro intermediário (Moravec 1998).

As larvas de *Contracaecum* sp. tipo 3 (L4) tinham medidas morfométricas similares aos de Kanarek e Bohdanowicz (2009) e Dumbo (2014). Mas estas medidas foram inferiores a Moravec *et al.* (1997). As medidas morfométricas podem variar de acordo com o estágio larval em que se encontra e certos estágios do ciclo de vida do *Contracaecum* sp. são desconhecidos (Moravec 1998). Material depositado: INPA 83

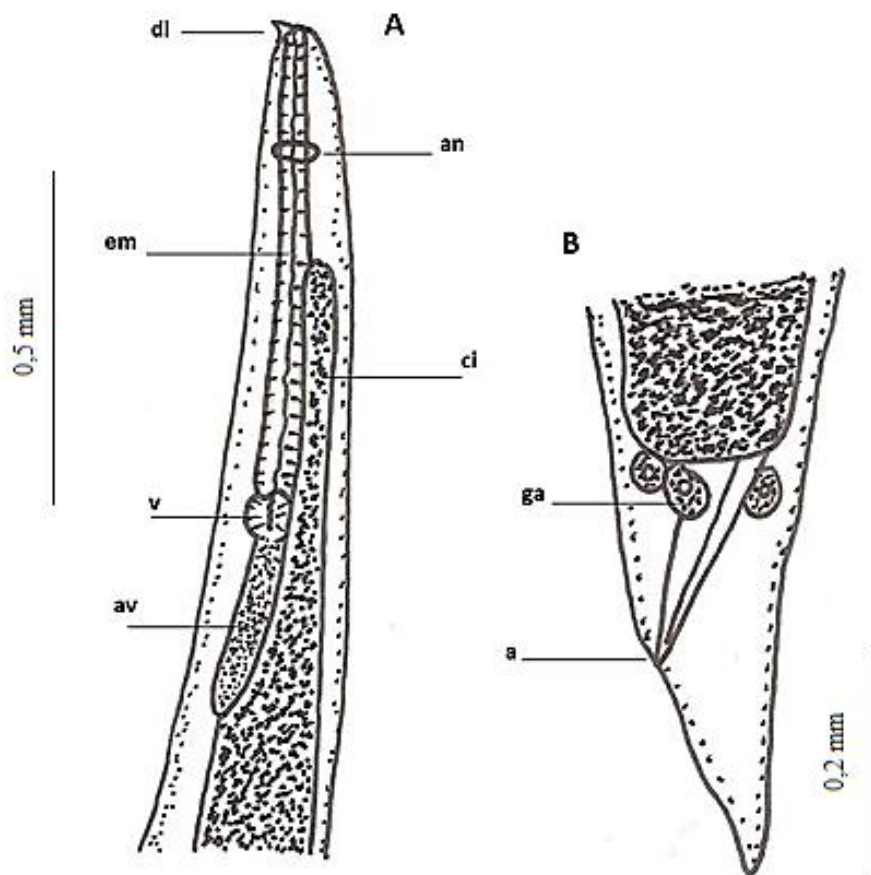


Figura 106. Larva de terceiro estágio de *Contracaecum* sp. tipo 3. A. Região anterior do corpo, B. Extremidade posterior. dl. Dente larval, na. Anel nervoso, em. Esôfago muscular, ci. Ceco intestinal, v. Ventrículo, av. Apêndice ventricular. ga. Glândula anal, ânus.

Arthropoda

As espécies do Filo Arthropoda e da Subclasse Copepoda encontradas parasitando *S. altispinis* foram: *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes, 1985; *Ergasilus jaraquensis* Robertson & Thatcher, 1982; *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher & Boeger; e *Rhinergasilus piranhus* Boeger & Thatcher (1988). Branchiura: *Argulus* sp. Da Subclasse Isopoda: *Anphira branchialis*, Thatcher, 1993 e *Vanamea symetrica* Thatcher 1993.

Copepoda

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Bünnich, 1772

Classe Maxillopoda Dahl, 1956

Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834

Família Ergasilidae Von Nordmann, 1832

Gênero *Amplexibranchius* Thatcher &

Paredes 1995

Amplexibranchius bryconis Thatcher & Paredes 1995

Diagnoses genérica: olhos proeminentes, pequenos e azuis. Antenula com cinco segmentos; o primeiro maior que outros; formula setal: 10 : 4 : 4: 2 : 6, em total = 26. Antena com quatro segmentos, o primeiro curto, com espinho terminal; segundo segmento mais de quatro vezes o comprimento dos segmentos 3 e 4 juntos, com sensilio medial e extensão cuticular distal que parcialmente cobre o segmento 3; terceiro segmento profundamente recortado. Quarto segmento com uma garra pequena.

Material depositado: INPA 2236

Tabela 2. Medidas em μm de 10 fêmeas de *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes 1995 coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.

<i>Amplexibranchius bryconis</i>	Comprimento	Largura
Antênula	128 - 210 (152)	12 - 34 (28)
Antena		
Segmento 1	55 - 85 (75)	40 - 60 (50)
2	306 - 432 (410)	30 - 48 (44)
3	60 - 70 (65)	15 - 20 (18)
4 (garra)	10 - 15 (14)	–
	815 - 1110	
Corpo (sem seta caudal)	(970)	260 - 365 (300)
Cefalotórax	335 - 420 (390)	260 - 365 (300)
Somitos torácicos		
II	78 - 145 (116)	155 - 306 (258)
III	71 - 110 (99)	116 - 224 (179)
IV	65 - 105 (80)	90 - 190 (140)
V	45 - 75 (60)	60 - 100 (95)
VI	25 - 50 (30)	50 - 75 (70)
VII (somito genital duplo)	55 - 80 (75)	70 - 105 (100)
Somitos abdominais		
I	10 - 15 (12)	45 - 65 (60)
II	10 - 12 (12)	38 - 63 (58)
III	20 - 30 (25)	40 - 60 (50)
Urópodos	35 - 50 (45)	15 - 20 (20)
Ramos caudais	80 - 100 (95)	–
Saco de ovos	500 - 630 (560)	75 - 90 (80)

Comentários:

Amplexibranchius bryconis é a única espécie do gênero, sua localidade tipo é o rio Amazonas, Iquitos, Peru e o hospedeiro tipo *Brycon cephalus* (Guntner, 1869). Neste trabalho é feito terceiro registro de ocorrência na Amazônia brasileira. O primeiro foi registrado por Morey *et al.* (2015) em *Potamorhina latior* (Spix & Agassiz, 1829), o segundo Dumbo (2014) em *A. falcirostris*. As medidas morfométricas assim como a morfologia dos espécimes analisados estão de acordo com as de Thatcher e Paredes (1985). *Serrasalmus altispinis* é um novo hospedeiro para *A. bryconis* e é ampliada a sua distribuição geográfica para a o rio Solimões, Amazônia brasileira.

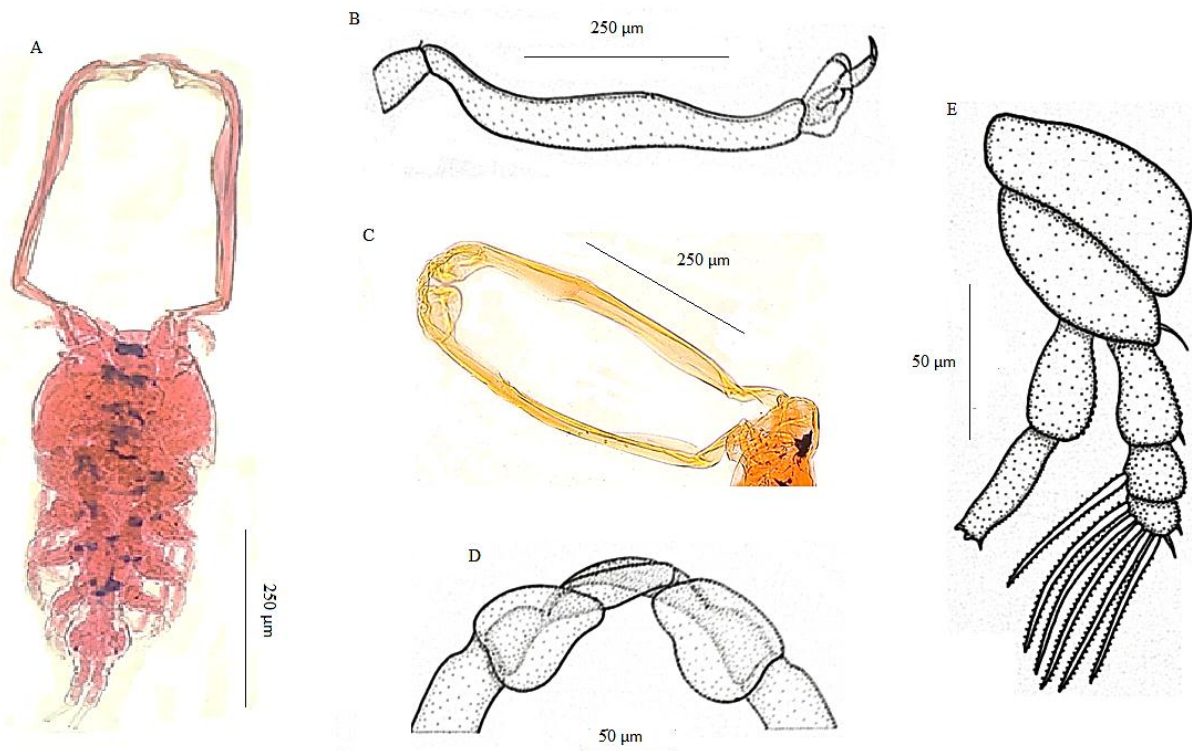


Figura 107. *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes 1995. A = Vista ventral; B = Antena mostrando os quatro segmentos; C = Fechamento das antenas; D = Extensão cuticular que cobre parcialmente o terceiro segmento da antena; E = Primeiro endopodito e exopodito.

Ergasilus jaraquensis Thatcher & Robertson, 1982

Cefalotórax subtriangular, arredondado anteriormente. A fusão entre a cabeça e o primeiro somito torácico é completa. Ocelos visíveis bifurcados posteriormente e de cor azul. O corpo inteiro com pigmentação da mesma cor, estendendo-se até os primeiros dois segmentos da antena.

Tórax com seis somitos livres. O primeiro é quase tão largo como o cefalotórax, os outros três são progressivamente menores. Somito genital subrectangular e um pouco mais largo que longo. Abdômen com três somitos. Cada urópodo possui uma seta terminal longa e outra curta. Saco de ovos alongado e com 16 a 40 ovos. Peças bucais são similares a outros ergasilídeos.

Material depositado: INPA 2235

As medidas das partes do corpo são apresentadas na tabela 3.

Comentários: *Ergasilus jaraquensis* é similar a *E. bryconis* mas a diferença entre estas espécies está na forma do cefalotórax. Em *E. jaraquensis* é mais arredondado e menos projetada, possui duas setas caudais (não três), dois espinhos no terceiro segmento da antena, a perna V é maior e mais densa.

Aparentemente *E. jaraquensis* é específica para o *S. insignis* (Thatcher e Robertson 1982). De fato esta é uma das espécies com menor especificidade parasitária já foi encontrada em *P. latior* (Morey *et al.* 2015) e neste trabalho em *S. altispinis*.

Tabela 3. Medidas em μm de 10 fêmeas de *Ergasilus jaraquensis* Thatcher & Robertson, 1982 coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira

<i>Ergasilus jaraquensis</i>	Comprimento	Largura
Antênula	145 - 170 (165)	25 - 30 (25)
Antena		
Segmento 1	60 - 75 (70)	40 - 60 (50)
2	172 - 228 (196)	40 - 45 (44)
3	126 - 141 (136)	20 - 29 (27)
4 (garra)	51 - 71 (61)	–
Corpo (sem seta caudal)	668 - 744 (724)	234 - 272 (256)
Cefalotórax	244 - 304 (268)	234 - 272 (256)
Somitos torácicos		
II	82 - 105 (98)	227 - 263 (246)
III	42 - 86 (63)	180 - 222 (210)
IV	48 - 66 (56)	117 - 178 (156)
V	30 - 65 (50)	100 - 125 (115)
VI	10 - 15 (12)	85 - 100 (88)
VII (somito genital duplo)	56 - 88 (74)	70 - 100 (90)
Somitos abdominais		
I	15 - 22 (18)	50 - 60 (55)
II	12 - 18 (16)	40 - 59 (52)
III	20 - 32 (29)	35 - 50 (50)
Urópodos	38 - 44 (42)	15 - 18 (17)
Ramos caudais	250 - 300 (275)	–
Saco de ovos	255 - 300 (280)	70 - 80 (75)

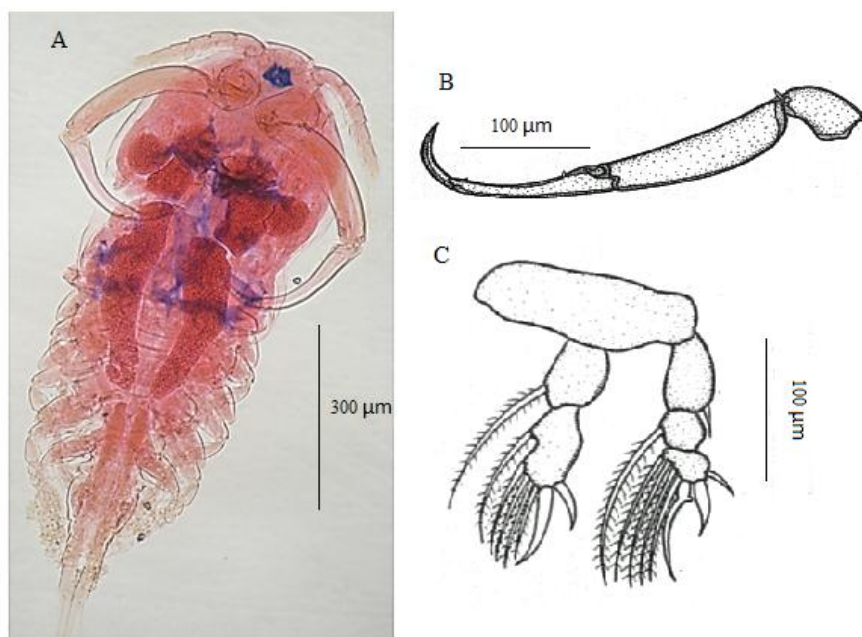


Figura 108. *Ergasilus jaraquensis* Thatcher & Robertson, 1982. A= Vista ventral do corpo; B= Antena com os quatro segmentos; C= Primeiro endopodito e exopodito.

Gênero *Gamidactylus* Thatcher & Boeger, 1984

Gamidactylus jaraquensis Thatcher & Boeger, 1984

Diagnose genérica: fêmea; Cefalotórax em forma de “bala”, cabeça fusionada com os primeiros dois somitos torácicos. Olhos proeminentes, pigmentação azul amplamente dispersa pelo corpo. Retroestiletes longos projetados posterior e lateralmente do primeiro somito torácico até o terceiro somito. Com cinco somitos torácicos. O penúltimo somito hemisférico dorsalmente e carrega a quinta perna que consiste em duas setas simples. Somito genital sub-rectangular. Abdômen com três somitos, previstos com espinhos ventralmente estendidos ao longo das bordas laterais até a parte dorsal. Urópodo com uma seta longa e uma pequena. As medidas das partes do corpo são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Medidas em μm de 10 fêmeas de *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher & Boeger, 1984 coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.

<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	Comprimento	Largura
Antênula	70 - 100 (90)	14 - 19 (18)
Antena		
Segmento 1	35 - 65 (63)	22 - 38 (34)
2	61 - 88 (66)	14 - 24 (17)
3	25 - 45 (35)	10 - 14 (12)
4 (garra)	25 - 35 (30)	8 - 10 (9)
Corpo (sem seta caudal)	350 - 510 (438)	104 - 167 (139)
Cefalotórax	160 - 230 (120)	104 - 167 (139)
Retroestilete	90 - 150 (125)	—
Somitos torácicos		
III	38 - 79 (47)	102 - 126 (112)
IV	32 - 60 (43)	52 - 109 (86)
V	29 - 56 (42)	49 - 108 (87)
VI	13 - 25 (20)	25 - 60 (45)
VII (somito genital duplo)	38 - 40 (38)	50 - 58 (56)
Somitos abdominais		
I	10 - 19 (16)	33 - 44 (42)
II	10 - 16 (14)	32 - 44 (39)
III	09 - 14 (12)	30 - 36 (33)
Ramos caudais	15 - 24 (21)	13 - 16 (14)
Saco de ovos	100 - 230 (178)	25 - 40 (36)

Material depositado: INPA 2234

Comentários: A espécie tipo do gênero *Gamidactylus* foi descrita das fossas nasais de *S. insignis*. Em peixes da família Serrasalminidae foi citada pela primeira vez por Boeger e Thatcher (1988) nas fossas nasais de *P. nattereri* juntamente com *R. piranhus*. O gênero *Gamidactylus* distingue-se do gênero *Vaigamus* por ter uma antena com duas garras e por faltar o espinho no rostro. *Gamidactylus jaraquensis* já foi registrada em peixes das famílias: Serrasalminidae, Prochilodontidae e Hemiodontidae, demonstrando assim a ausência de especificidade parasitaria.

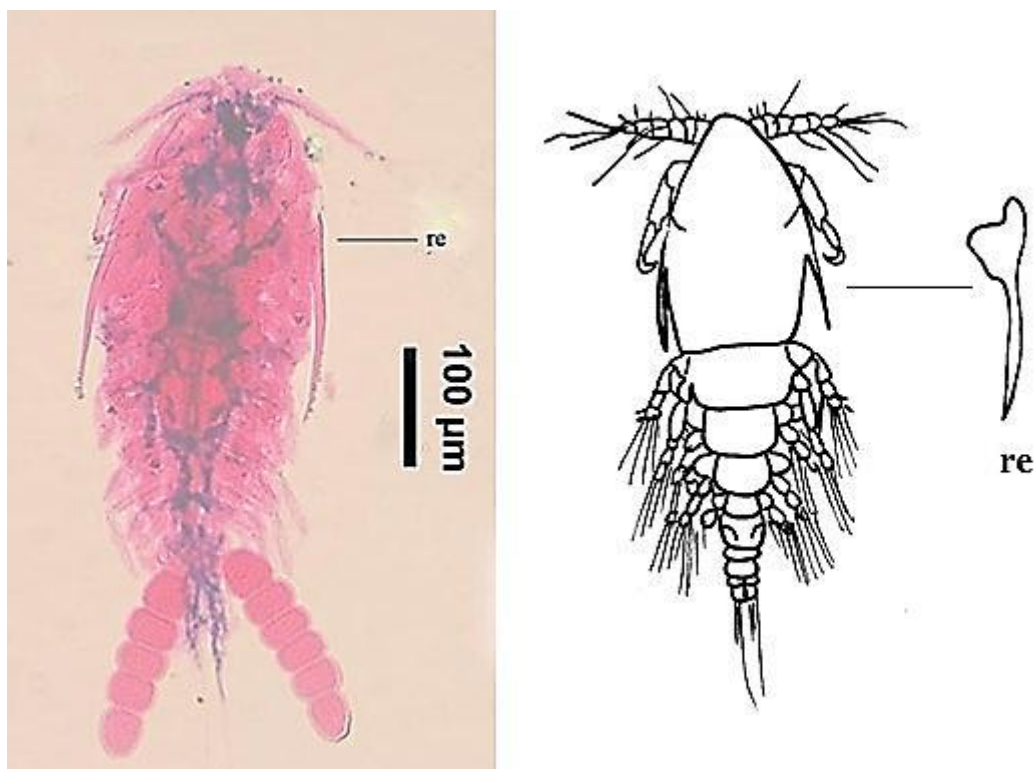


Figura 109. Vista ventral de *Gamidactylus jaraquensis* Thatcher & Boeger, 1984. re = retroestiletos

Gênero *Rhinergasilus* Boeger & Thatcher, 1988

Diagnose genérica: fêmea; antênula com 6 segmentos; antena com 4 segmentos. Somitos torácicos V e VI reduzidos; pernas 4 e 5 reduzidas a um única seta. Parasitos das fossas nasais de peixes. Machos desconhecidos.

Rhinergasilus piranhus Boeger & Thatcher, 1988 (Figura 24)

Descrição baseada em um espécimen (fêmea adultas) coletada e medida em μm : cefalotórax em forma de uma bala; cabeça fundida com dois somitos torácicos. Pigmento azul distribuídos em faixas longitudinais anteriores fundidos, que se estende do cefalotórax para os somitos IV e V; pigmentação irradiando para as pernas.

Tórax possuindo 5 somitos livres; somitos III e IV com a linha de espinhos ventrais na margem posterior; somitos V e VI reduzidos. Antênlulas com 6 segmentos, cada um com cerdas simples. Segunda antena com 4 segmentos: somitos torácicos V reduzido; cinco pares de pernas sendo as pernas 4 e 5 reduzidas a uma seta. Local de fixação: narinas. As medidas das partes do corpo são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5. Medidas em μm de uma fêmea de *Rhinergasilus piranhus* Boeger & Thatcher, 1988 coletada em um lago de várzea da Amazônia brasileira.

<i>Rhinergasilus piranhus</i>	Comprimento	Largura
Antênula	49	10
Antena		
Segmento 1	34	22
2	47	16
3	20	12
4 (garra)	39	7
Corpo (sem seta caudal)	240	100
Cefalotórax	128	100
Somitos torácicos		
III	30	80
IV	25	50
V	10	25
VI	6	24
VII (somito genital duplo)	25	32
Somitos abdominais		
I	10	24
II	10	22
III	10	20
Urópodos	26	11
Saco de ovos	102	33

Material depositado: INPA 2233

Comentários: *Rhinergasilus piranhus* é semelhante às espécies do gênero *Ergasilus* parasitos de filamentos branquiais. Difere por ter o V somito torácico e quarto par de pernas reduzidos, o segmento terminal do endopodito sem espinhos e apresentar duas cerdas plumosas (Boeger e Thatcher, 1988). Neste trabalho as medidas morfométricas assim como a morfologia do espécimen analisado de *R. piranhus* estão de acordo com os apresentados por Boeger e Thatcher (1988) coletados de *P. nattereri* capturados no rio Solimões, em lagos na ilha da Marchantaria, estado do Amazonas.

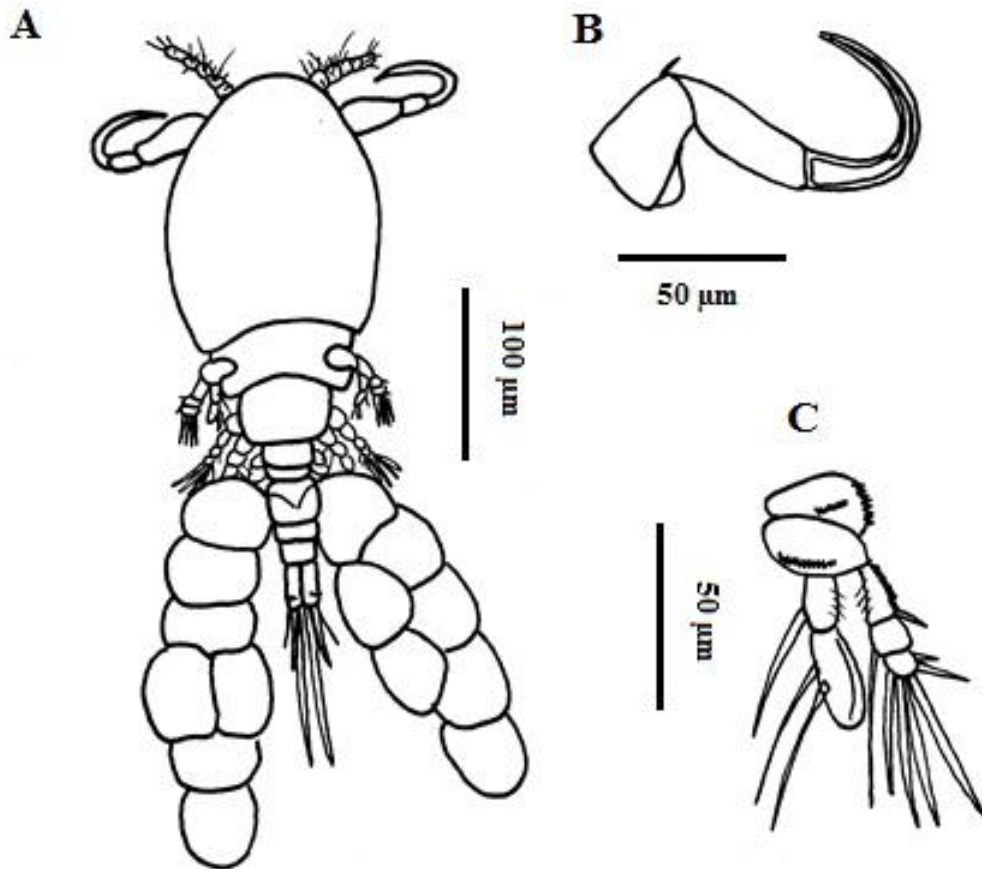


Figura 110. *Rhinergasilus piranhus* Boeger & Thatcher, 1988 A. Corpo completo mostrando as massas de ovos, B. Antena, C. Primeiro par de pernas.

Branchiura

A espécie de Branchiura encontrada parasitando as narinas de *S. altispinis* foi: *Argulus chicomendesi* Malta e Varella, 2000.

Subclasse Branchiura Thorell, 1864

Ordem Arguloidea Yamaguti, 1963

Família Argulidae Lech, 1819

Gênero *Argulus* Muller, 1785

Argulus chicomendesi Malta & Varella, 2000 (Figura 25)

Descrição baseada em uma fêmea jovem coletada e medida em mm: comprimento total 3,8. Superfície dorsal de cor levemente esbranquiçada com desenhos formados por pontos de pigmento castanho. Carapaça em forma de coração mais larga que longa com comprida. Comprimento da carapaça 1,6 e 1,8 de largura. Lobos laterais da carapaça cobrem os simpóditos. Região frontal suavemente proeminente e bem delimitada pelos sulcos antero-laterais e cefálico posterior. Costelas inter-ocularis bem definidas.

Olhos compostos grandes, bem definidos, localizados na junção entre a região frontal e a porção principal da carapaça. Olho de náuplios claramente visível na linha mediana do corpo. Região frontal da carapaça contendo pequenos espinhos. Metassoma (péon) bem definido, com quatro somitos não individualizados. Urossoma (pléon) curto, de forma sub-retangular com comprimento de 0,3 e 0,4 de largura. Local de Infestação: narinas. Material depositado: INPA 2231

Comentários:

Neste trabalho a morfologia do espécimen de *A. chicomendesi* está de acordo com os apresentados por Malta e Varella (2000). Esse é o segundo registro de *A. chicomendesi* parasitando um peixe da família Serrasalminidae capturada em um lago de várzea do Rio Solimões.

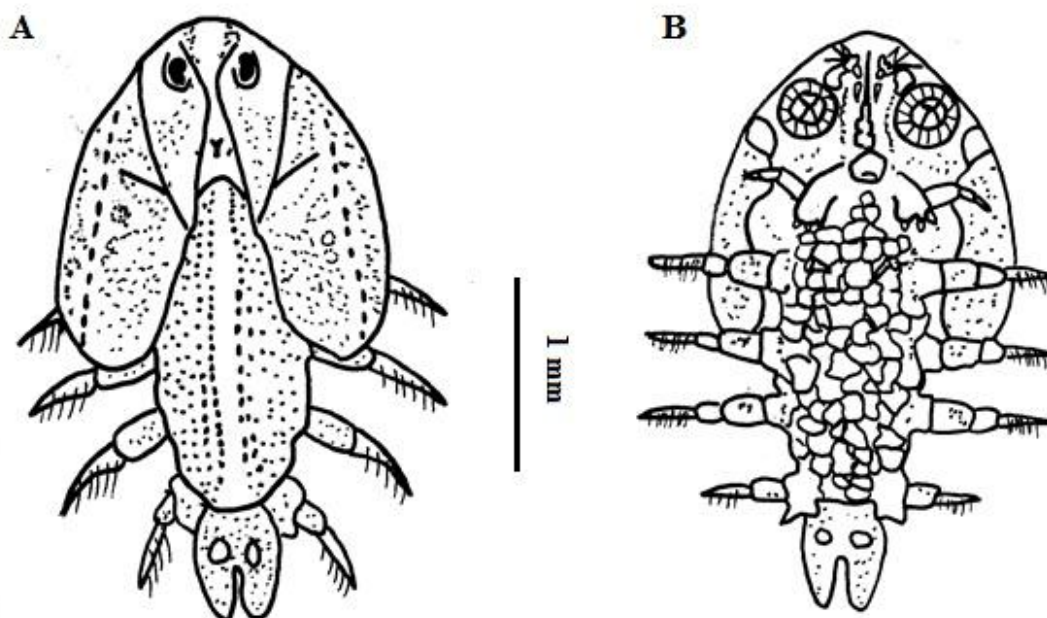


Figura 111. *Argulus chicomendesi* Malta & Varella, 2000. A. Vista dorsal, B. Vista ventral.

Isopoda

Duas espécies da Subclasse Eumalacostraca, ordem Isopoda foram encontradas parasitando as brânquias de *S. altispinis*, *Anphira branchialis*, Thatcher, 1993 e *Vanamea symmetrica* (Van Name, 1925).

Classe Malacostraca Latreille, 1802

Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892

Ordem Isopoda Latreille, 1817

Família Cymothoidae Leach, 1814

Gênero *Anphira* Thatcher, 1993

Anphira branchialis, Thatcher, 1993 (Figura 26 e 27).

Descrição: baseada em sete fêmeas coletadas e medidas em mm: comprimento do corpo variando entre 11,47-15,61 (13,60) e largura de 7,09- 8,91 (7,79). Corpo mais comprido que largo, pereonito 4 o mais largo. Dorso do pereon altamente convexo, cor variando do quase branco ao marrom escuro, melanóforos pequenos. Cefalon imerso no pereonito 1, com rotação ventral, margem frontal arredonda, olhos proeminentes.

Antênulas e antenas subiguais em comprimento, antênulas suavemente comprimidas, com 8 segmentos; antenas subcilíndricas com 9 segmentos. Labro projetando ventralmente sobre a mandíbula; mandíbula romba, arredondada em forma de pé, sem incisivo, lábio com lobo anexados a mandíbula. Maxílula com 3 espinhos recurvados terminais e 2 subterminais. Maxila bilobada com um espinho recurvado em cada lobo. Palpo do maxilípede com 2 espinhos recurvados 1 terminal e 1 subterminal.

Pereonitos 1 cerca de duas vezes o comprimento do 2-6, o 7 metade do comprimento do 6. Coxa 7 estendendo para o pleotelson cobrindo todos os pleonitos lateralmente. Pereiópodos curtos, 2-6 subiguais em comprimento, sendo o número 1 o menor e o número 7 o maior, todos terminados em uma garra curva semelhante a um dátilo.

Urópodo delgado, ramos pontudos, subiguais, não atingindo a margem posterior do pleotelson. Pleópodos lamelares com extremidades arredondadas. Pleotelson sem quilha, arredondados posteriormente. Pleotelson bastante arredondado posteriormente, medindo de 2,84-3,50 (3,26) de comprimento por 4,27-5,03 (4,67) de largura.

Macho: Descrição baseada em nove indivíduos coletados e medidos em mm. Similares à fêmea mais de menor tamanho e menos convexo dorsalmente. Urópodos mais curtos e mais arredondados. Comprimento do corpo variando entre 7,52-10,43 (9,08) e largura de 3,89- 5,41 (4,63). Pleotelson medindo de 1,44-2,70 (2,13) de comprimento por 2,85-3,40 (3,18) de largura.

Local de fixação: brânquias. Material depositado: INPA 2229

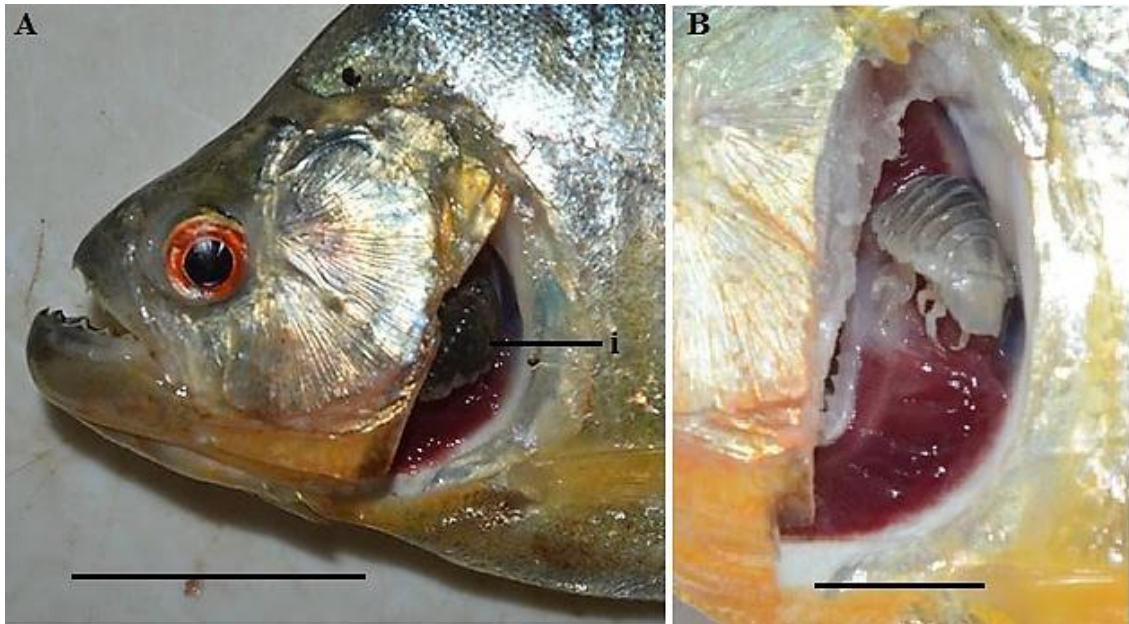


Figura 112. *Serrasalmus altispinis* parasitado por *Anphira. Branquialis* Thatcher, 1993 . A e B fêmea parasitando a cavidade branquial. i = isopoda (*A. branchialis*). Escalas A= 3 cm, B = 1 cm.

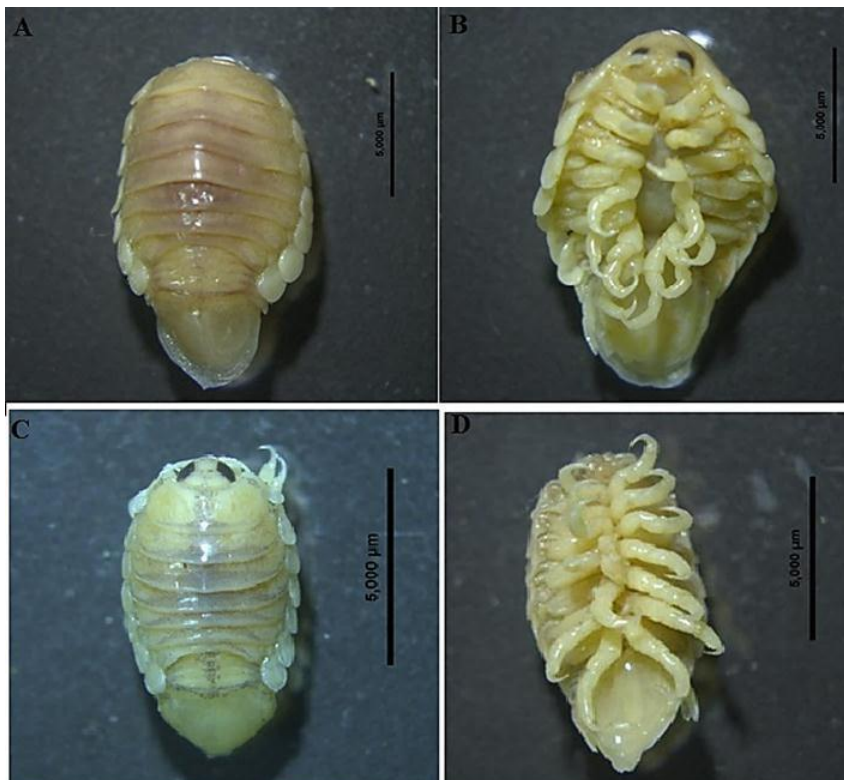


Figura 113. *Anphira branchialis* Thatcher, 1993. A. Vista dorsal da fêmea. B. Vista ventral da fêmea. C. Vista dorsal do macho, D. Vista ventral do macho. Escalas 5 mm.

Comentários: neste trabalho a morfometria e a morfologia dos espécimes analisados de *A. branchialis* estão de acordo com os descritos em Thatcher (1993). *Anphira branchialis* é distinguida de outros gêneros e espécies de Cymothoidae pela presença de grandes placas coxais sobrepostas em todos os sete pereonitos que

normalmente, não ocorrem no primeiro pereonito para membros desta família (Thatcher, 1993) (Figura 28).

Anphira branchialis provavelmente se alimenta do epitélio do filamento branquial e células do sangue de *S. altispinis*, portanto, deve ser considerado patogênico. *Anphira branchialis* ocupa a cavidade branquial local que formalmente é ocupado pelos filamentos branquiais, causando danos como desenvolvimento de tumores e perda e fusão de filamentos, podendo afetar a capacidade respiratória e a eficiência metabólica do hospedeiro (Thatcher 1993).

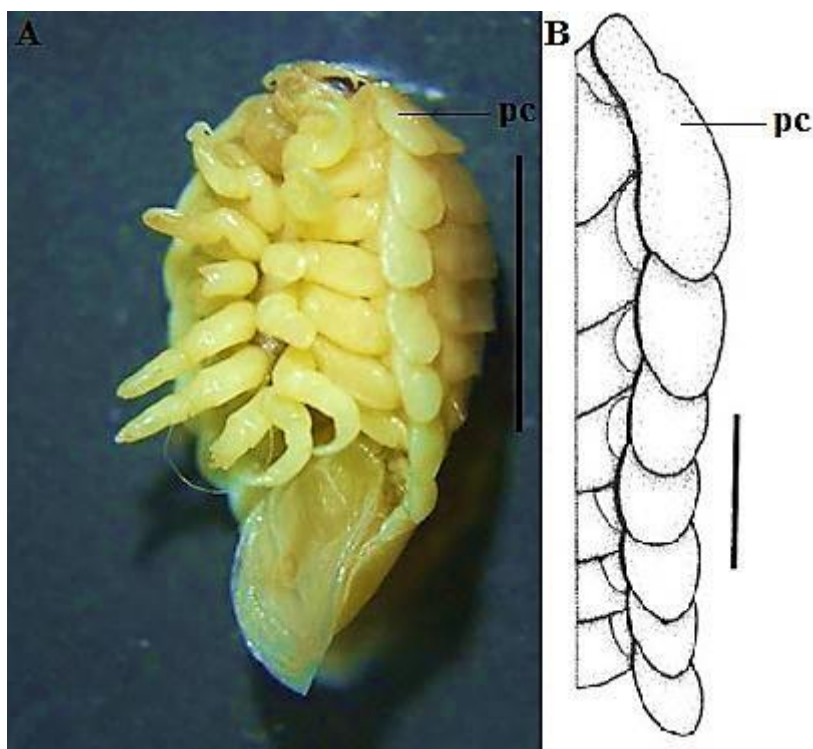


Figura 114. *Anphira branchialis* Thatcher, 1993. A. Vista lateral mostrando as placas coxais nos sete pereonitos, Escala da barra: 5 mm. B. Esquema das placas coxais. Escala: 2 mm.

Gênero *Vannamea* Thatcher, 1993

Diagnose genérica: Corpo alongado, simétrico, péreon com pouca curvatura. Cefalón não imerso no pereonito 1. Placas coxais pequenas, não ultrapassando a margem do respectivo pereonito 1. Pléon não imerso no pereonito 7; pleonitos subiguais em comprimento; pleópodos bilaminados, com os lobos laterais pedunculados. Antênula mais curta que a antena, com grande separação na base. Mandíbula pediforme, faltando o processo de corte e o incisivo. Pereópodos aumentando em comprimento do 1-7, dácilios maiores nos pereópodos 5-6, e menores no pereópodo 7. Pleotelso inflado anteriormente e medianamente. Macho similar à

fêmea, porém menor. Parasitas da cavidade oral de peixes de água doce (Thatcher, 2001).

Vanamea symmetrica (Van Name, 1925) (Figura 29). Material depositado: INPA 2230

Descrição baseada em um macho encontrado na cavidade branquial: Corpo longo, simétrico, comprimento ultrapassa duas vezes a largura, cor amarelado. Comprimento do corpo: 10,34 mm, largura: 4.51. Cefalón não imerso no pereonito 1; pereonito 4 mais alto e mais largo que os demais; pereonito 1 mais comprido que os demais, com projeções anteriores. Peças bucais: mandíbula pediforme, serrilhada medianamente, processo de corte longo, com comprimento correspondente aos dois primeiros artículos do palpo; maxilípede com lóbulos laterais provido de cerdas pectinadas. Pereópodos de todas as pernas, e no carpo da perna 7; dátilo da perna 7 menor que os demais. Pleón em forma de língua; pleonitos bem evidentes; pleotelso mais largo que longo, inflado, quilhado dorsal e medianamente. Urópodo menor ou igual ao comprimento do pleotelso. Comprimento do pleotelso: 2,48 e largura: 2.91. Endopodito menor que o exopodito e com cerdas.

Comentários: *Vanamea symmetrica* foi descrita no género *Livoneca* por Van Name (1925). Posteriormente Bruce (1990) retirou a espécie *Livoneca symmetrica* do género *Livoneca*. E atualmente está no género *Vanamea* proposto por Thatcher (1993). *Vanamea symmetrica* é diferenciada das espécies de outros géneros principalmente pela forma do corpo, os peréopodos alongados e o pleotelso inflado. Neste trabalho a morfologia dos espécimes analisados de *A. branchialis* estão de acordo com os descritos em Thatcher (1993). Quanto à morfometria, o comprimento e largura dos indivíduos analisados foram menores que os de Thatcher (1993).



Figura 115. Vista dorsal do macho de *Vanamea symetrica* (Van Name, 1925)

Dinâmica populacional

Sessenta *S. altispinis* foram capturados em seis lagos de várzea. Todos peixes estavam parasitados por pelo menos uma espécie de metazoário. Um total de 1.122 espécimes de parasitos pertencentes a 36 espécies foram coletadas e analisadas. Eram 1.029 ectoparasitos (91,71%) e 93 endoparasitos (8,28%). Monogenoidea foi o táxon majoritário com 72,90%, seguido de Copepoda com 17,46%, Nematoda com 6,23%, Digenea com 1,96%, Isopoda com 1,33% e Branchiura com 0,08% (Figura 30).

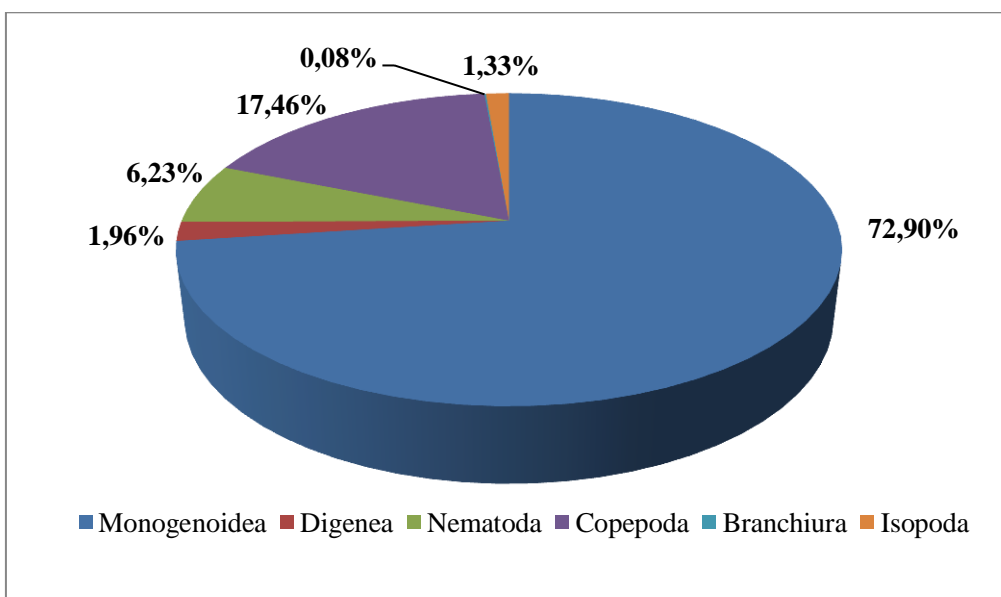


Figura 116. Porcentagem dos grupos parasitos de *Serrasalmus altispinis* de seis lagos de várzea da Amazônia brasileira.

A maioria dos espécimes parasitos de *S. altispinis* eram adultos (96,16%), os estágios larvais corresponderam a 3,83%. *Anacanthorus jegui* teve a maior prevalência (50%). *Amplexibranchius bryconis* a maior intensidade e abundância média (Tabela 2). Todas as espécies parasitas apresentaram uma intensidade média muito baixa (IM < 10). *Amplexibranchius bryconis* foi a espécie dominante dentro da comunidade parasitária, seguido de *Notothecium deleastoideum*. Das 36 espécies identificadas sete foram espécies secundárias e as outras espécies satélite. Nenhuma espécie foi considerada espécie central (Tabela 2).

O índice de constância (C%) de espécies mostrou que das 36 espécies de parasitos de *S. altispinis* só *P. (S.) inopinatus* foi considerada espécie constante, 21 espécies foram comuns e 14 foram espécies raras (Tabela 6). O órgão que apresentou maior número abundância de indivíduos e de espécies foi as brânquias, seguido das narinas, intestino, cecos pilóricos e órbita ocular (Figura 31).

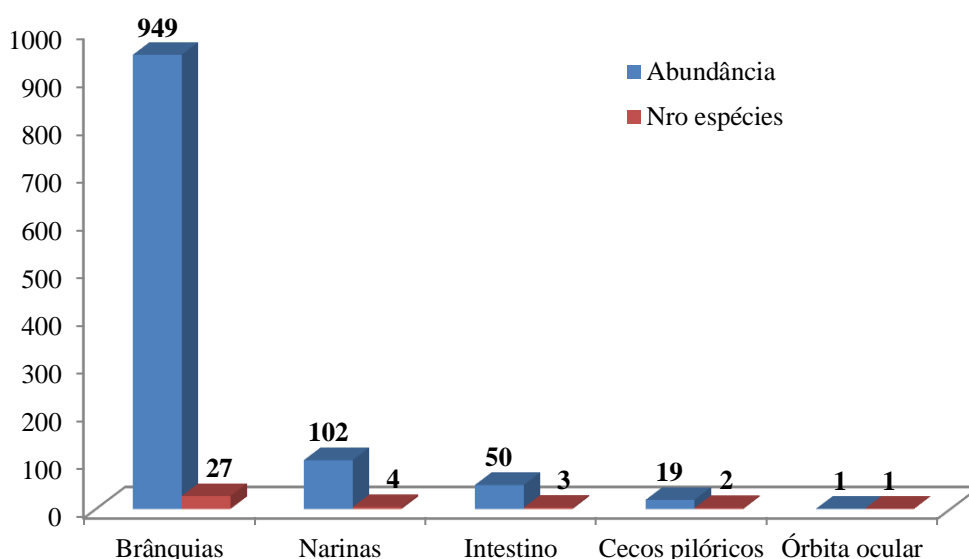


Figura 117. Abundância e número de espécies parasitas registradas em nos órgãos de *Serrasalmus altispinis*

A intensidade, intensidade média e abundância média das espécies ectoparasitas foram maiores que as das endoparasitas. O número de espécies parasitas adultas foi maior que o número delas nas fases larvais (Figura 32).

Tabela 6. Índices parasitários, índice de dominância, status comunitário e constância de espécies dos parasitas registrados em *S. altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia, Brasil.

Espécies	Sítios de fixação/infestação	Estágio de desenvolvimento	PE	PP	P%	Nº total parasitas	I	IM	AM	DA%	VI Bush	I VI Bush	Status comunitário	C %	Constância de espécies
MONOGENOIDEA															
<i>Amphithecium diclonophallum</i>	Brânquias	Adulto	60	7	11.67	12	(1 - 5)	1,71 ± 1,49 ^{mb}	0.20	1.07	0.382	Codominante	Satélite	17	Comum
<i>Amphithecium facatum</i>	Brânquias	Adulto	60	22	36.67	71	(1 - 14)	3,22 ± 3 ^{mb}	1.18	6.33	7.098	Dominante	Secundaria	42	Comum
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	Brânquias	Adulto	60	8	13.33	21	(1 - 13)	2,62 ± 4,20 ^{mb}	0.35	1.87	0.763	Codominante	Satélite	25	Comum
<i>Anacanthorus cintus</i>	Brânquias	Adulto	60	2	3.33	4	(1 - 3)	2 ± 1,41 ^{mb}	0.07	0.36	0.036	Codominante	Satélite	4	Rara
<i>Anacanthorus cladophallus</i>	Brânquias	Adulto	60	1	1.67	1	1	1 ^{mb}	0.02	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara
<i>Anacanthorus crytocealus</i>	Brânquias	Adulto	60	2	3.33	2	2	1 ^{mb}	0.03	0.18	0.018	Codominante	Satélite	8	Rara
<i>Anacanthorus gravihamulatus</i>	Brânquias	Adulto	60	2	3.33	2	2	1 ^{mb}	0.03	0.18	0.018	Codominante	Satélite	8	Rara
<i>Anacanthorus jegui</i>	Brânquias	Adulto	60	30	50.00	104	(1 - 13)	3,46 ± 2,99 ^{mb}	1.73	9.27	14.179	Dominante	Secundaria	46	Comum
<i>Anacanthorus lepyrophallus</i>	Brânquias	Adulto	60	13	21.67	45	(1 - 16)	3,46 ± 4,99 ^{mb}	0.75	4.01	2.658	Dominante	Satélite	38	Comum
<i>Anacanthorus mesocondylus</i>	Brânquias	Adulto	60	18	30.00	34	(1 - 13)	1,88 ± 2,80 ^{mb}	0.57	3.03	2.781	Dominante	Satélite	33	Comum
<i>Anacanthorus peryphallus</i>	Brânquias	Adulto	60	13	21.67	21	(1 - 3)	1,61 ± 0,76 ^{mb}	0.35	1.87	1.241	Dominante	Satélite	33	Comum
<i>Anacanthorus prodigosus</i>	Brânquias	Adulto	60	9	15.00	12	(1 - 3)	1,33 ± 0,70 ^{mb}	0.20	1.07	0.491	Codominante	Satélite	13	Comum
<i>Anacanthorus sciponophalus</i>	Brânquias	Adulto	60	20	33.33	44	(1 - 7)	2,2 ± 1,63 ^{mb}	0.73	4.01	3.999	Dominante	Secundaria	46	Comum
<i>Anacanthorus serralalmi</i>	Brânquias	Adulto	60	3	5.00	4	(1 - 2)	1,33 ± 0,57 ^{mb}	0.07	0.36	0.055	Codominante	Satélite	8	Rara
<i>Ancanthorus sp.</i>	Brânquias	Adulto	60	22	36.67	68	(1 - 5)	3,04 ± 1,60 ^{mb}	1.13	6.06	6.798	Dominante	Secundaria	33	Comum
<i>Calpidothecium crescentis</i>	Brânquias	Adulto	60	1	1.67	1	1	1 ^{mb}	0.02	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara
<i>Enallothecium aegidatum</i>	Brânquias	Adulto	60	16	26.67	54	(1 - 7)	3,31 ± 1,92 ^{mb}	0.90	4.81	3.926	Dominante	Satélite	38	Comum
<i>Myramothecium whittingtoni</i>	Brânquias	Adulto	60	2	3.33	2	2	1 ^{mb}	0.03	0.18	0.018	Codominante	Satélite	8	Rara
<i>Notothecium cyphophallum</i>	Brânquias	Adulto	60	17	28.33	71	(1 - 21)	4,17 ± 5,99 ^{mb}	1.18	6.33	5.485	Dominante	Satélite	33	Comum

<i>Notothecium deleastoideum</i>	Brânquias	Adulto	60	23	38.33	149	(1 - 25)	$6,43 \pm 6,05^{mb}$	2.48	13.28	15.574	Dominante	Secundária	42	Comum
<i>Notothecium euzeti</i>	Brânquias	Adulto	60	1	1.67	1	1	1^{mb}	0.02	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara
<i>Notothecium minor</i>	Brânquias	Adulto	60	12	20.00	16	(1 - 3)	$1,33 \pm 0,77^{mb}$	0.27	1.43	0.873	Codominante	Satélite	29	Comum
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	Narinas	Adulto	60	21	35.00	78	(1-14)	$3,71 \pm 4,05^{mb}$	1.30	6.95	7.444	Dominante	Secundária	21	Comum
DIGENEA															
<i>Clinostomum marginatum</i>	Brânquias	Metacercária	60	10	16.67	22	(1-11)	$2,2 \pm 3,15^{mb}$	0.37	1.96	0.000	Pioneira	Satélite	29	Comum
NEMATODA															
<i>P(S) inopinatus</i>	Intestino/ cecos pilóricos	Adulto	60	33	55	48	(1-6)	$1,45 \pm 1^{mb}$	0.80	4.28	7.198	Dominante	Satélite	54	Constante
<i>Anisakis sp.</i>	Intestino	Larva L3	60	7	11.67	13	(1-6)	$1,86 \pm 1,9^{mb}$	0.21	1.16	0.000	Pioneira	Satélite	21	Comum
<i>Contraecum sp.</i>	Intestino	Larva L3	60	1	1.67	2	2	2^{mb}	0.03	0.18	0.000	Pioneira	Satélite	4	Rara
<i>Pseudoproleptus sp.</i>	Cecos pilóricos	Larva L3	60	2	3.33	6	(1-5)	3^{mb}	0.10	0.53	0.000	Pioneira	Satélite	4	Rara
<i>Philometria nattereri</i>	Órbita ocular	Adulto	60	1	1.67	1	1	$1 \pm 2,82^{mb}$	0.01	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara
COPEPODA															
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	Brânquias	Adulto	60	21	35	163	(1-63)	$7,8^{mb}$	2.72	14.53	15.556	Dominante	Secundária	38	Comum
<i>Ergasilus jaraquensis</i>	Brânquias	Adulto	60	10	17	10	(1-2)	$1,0^{mb}$	0.17	0.89	0.454	Codominante	Satélite	21	Comum
<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	Narinas	Adulto	60	10	17	22	(1-5)	$2,2^{mb}$	0.37	1.96	1.000	Dominante	Satélite	25	Comum
<i>Rhinergasilus piranhus</i>	Narinas	Adulto	60	1	1.67	1	1	$1,00^{mb}$	0.02	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara
BRANCHIURA															
<i>Argulus chicomendesi.</i>	Narinas	Jovem	60	1	1.67	1	1	$1,00^{mb}$	0.02	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara
ISOPODA															
<i>Amphira branchialis</i>	Brânquias	Adulto	60	7	11.67	14	2	2^{mb}	0.23	1.25	0.445	Codominante	Satélite	21	Comum
<i>Vanamea symetrica</i>	Brânquias	Adulto	60	1	1.67	1	1	1^{mb}	0.02	0.09	0.005	Subordinada	Satélite	4	Rara

PE = Peixes examinados, PP = Peixes parasitados, P% = Prevalência, I = Intensidade, IM = Intensidade média (a = IM alta, b = IM baixa, m = IM média, mb = IM muito baixa), AM = abundância média, DA% = Índice de dominância, VI Bush = Valor de importância de Bush, IVI Bush = Interpretação do valor de importância de Bush, C% = Valor da constância de espécies.

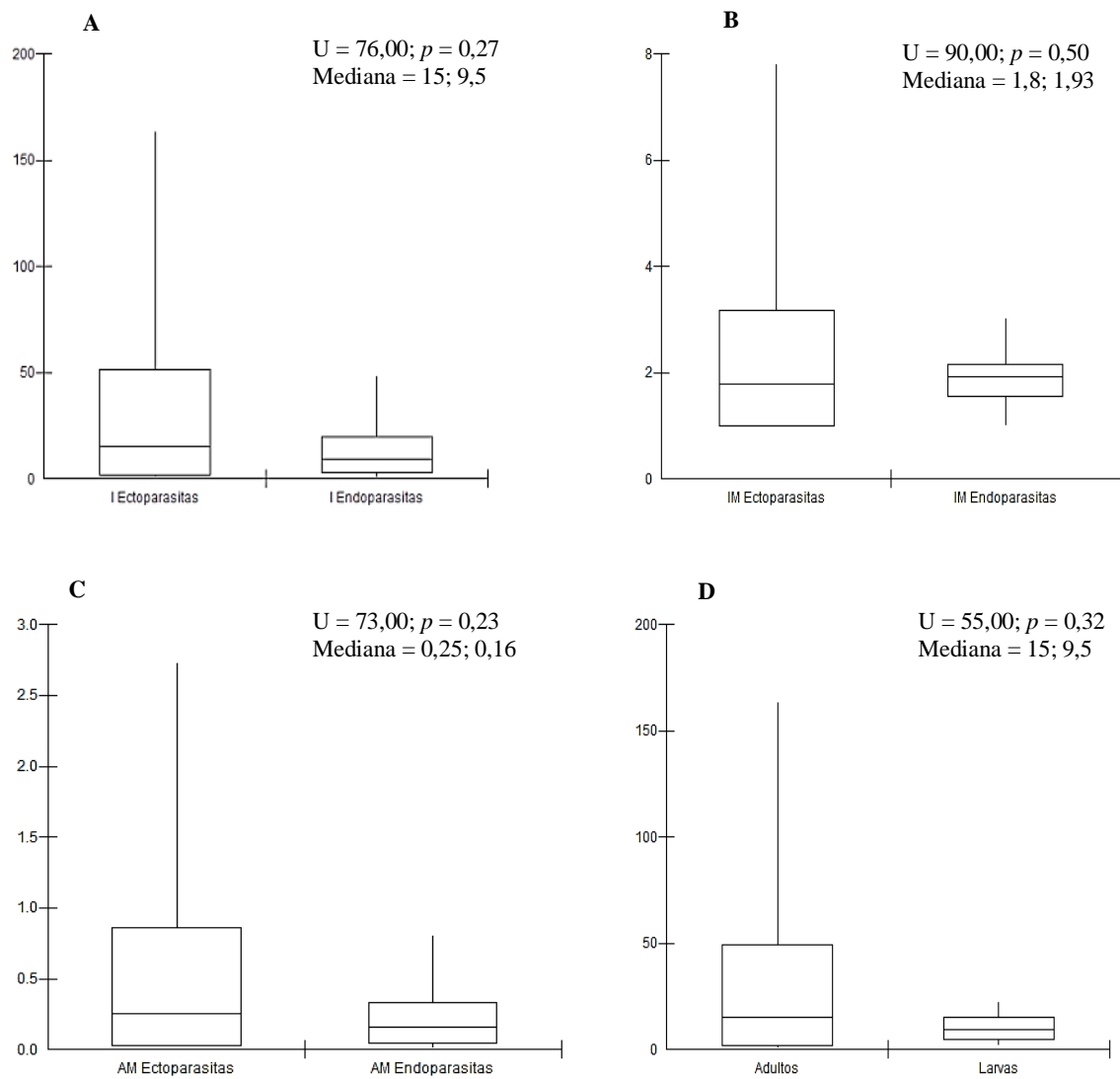


Figura 118. Comparação entre a intensidade (I), intensidade média (IM) e abundância média (AM) das espécies ectoparasitas e endoparasitas e entre espécimes adultos e larvas utilizando a prova de Mann & Whitney. $Z(U)$ = valor de Mann & Whitney, p = probabilidade.

A média da abundância parasitária foi maior na vazante (Figura 33).

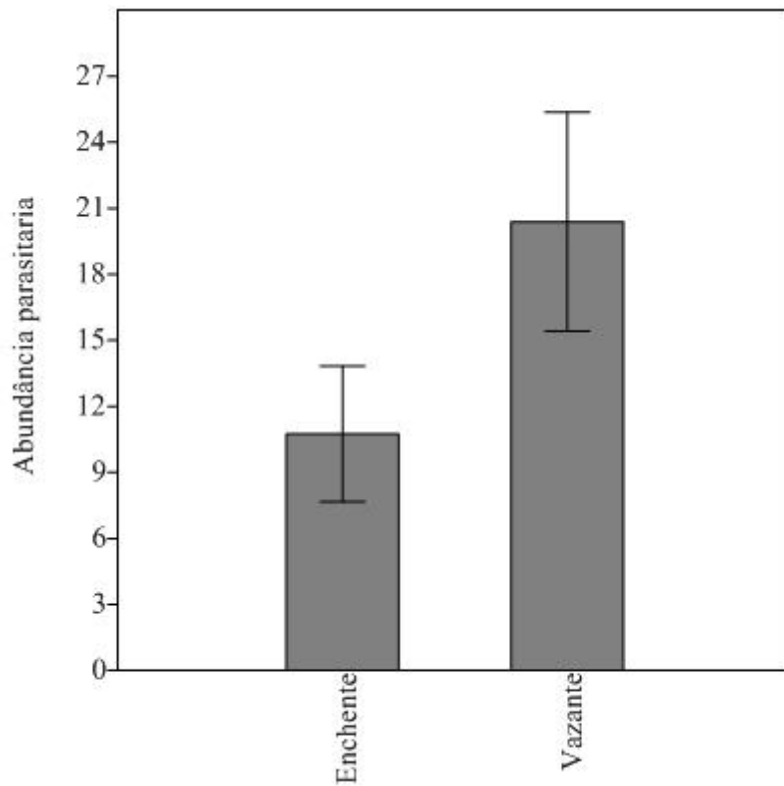


Figura 119. Média da abundância parasitária das espécies parasitas de *Serrasalmus. altispinis* coletadas na enchente e vazante.

O número de espécies ectoparasitas foi maior na vazante registrando 684 indivíduos contra 345 na enchente ($Fr = 6,53$; $p = 0,01$). O número de espécies endoparasitas foi maior na vazante, registrando 50 indivíduos contra 42 na enchente ($Fr = 0,66$; $p = 0,41$). Comparando o número total de espécies parasitas de cada uma identificadas nos períodos de enchente e vazante, registrou-se um maior número de espécimes na vazante: 734 contra 387 na enchente ($Fr = 7,11$; $p = 0,007$) (Figura 34).

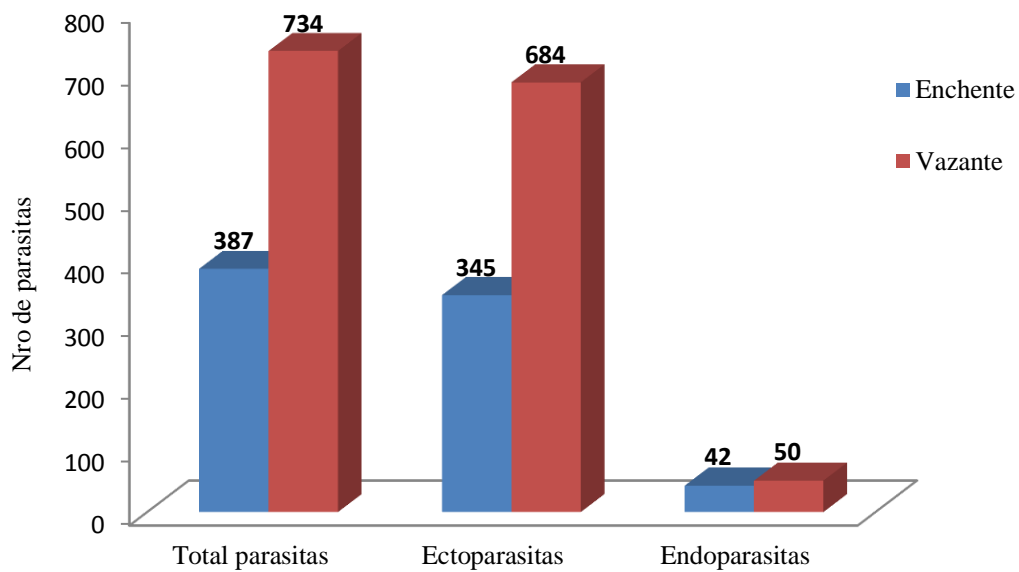


Figura 120. Número total de espécies ectoparasitas e endoparasitas de *Serrsalinus altispinis* registradas em lagos de várzea da Amazônia brasileira nas fases de enchente e vazante.

Comparando o número de espécies parasitas de cada grupo parasitário nas fases de enchente e vazante, só as espécies de Nematoda registraram mais indivíduos na enchente e os outros grupos registraram mais indivíduos na vazante. Monogenoidea foi o único grupo estatisticamente significativo ($Fr = 5,26$; $p = 0,02$) (Figura 35).

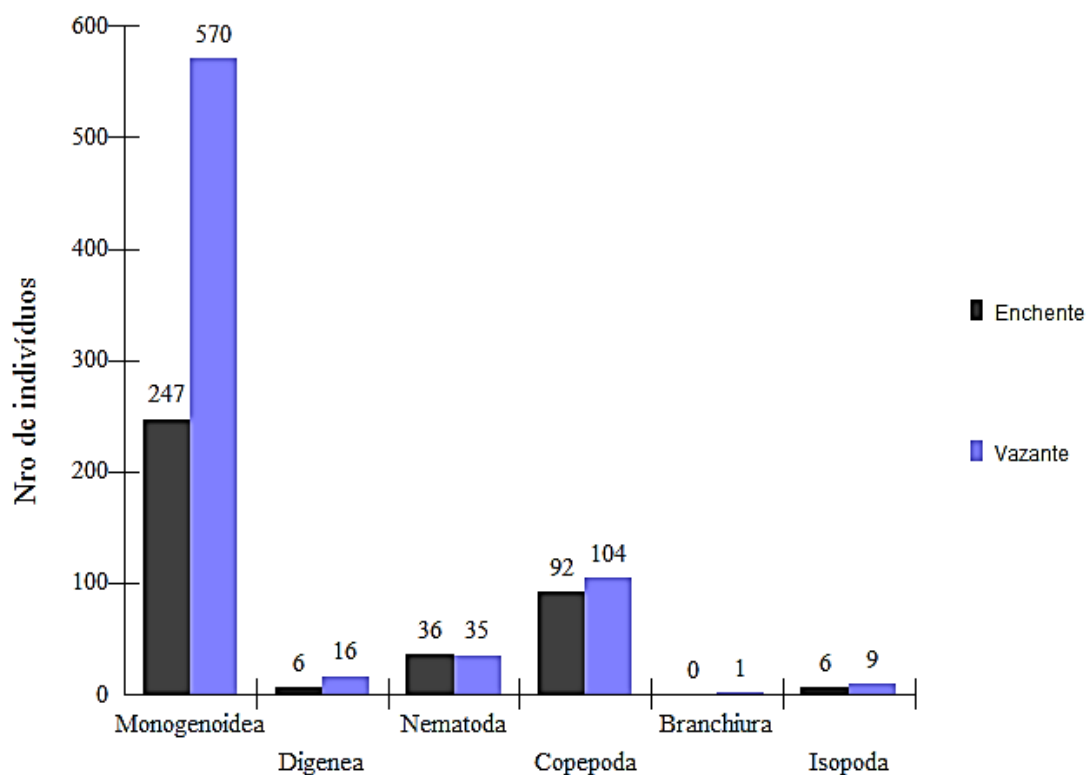


Figura 121. Número de indivíduos de cada grupo parasita registrados em *Serrasalmus altispinis* nas fases de enchente e vazante.

Com relação aos descritores ecológicos das infracomunidades parasitárias de *S. altispinis*, os lagos Ananá e Araçá apresentaram o maior número de espécies (27 em cada lago). O maior número de indivíduos foi registrado no lago Ananá (397). Os descritores de diversidade parasitária como o índice de Simpson, índice de Shannon e o Inverso de Berger Parker foram maiores no lago Araçá. O índice de riqueza parasitária de Margalef foi maior no lago Araçá. Os índices de dominância: Dominância de Simpson e o índice de Berger-Parker foram maiores no lago Baixio, determinando uma maior dominância por uma espécie em relação com as outras. A maior equitatividade determinada pelo índice de Pielou foi registrada no lago São Tomé (Tabela 7). Os descritores ecológicos para as espécies endoparasitas de *S. altispinis* são apresentados na Tabela 8.

Tabela 7. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies parasitas (Ecto e Endoparasitas) de *Serrasalmus altispinis* coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Índices	BAIXIO	PRETO	SÃO TOMÉ	ANANÁ	ARAÇÁ	MARACÁ
Nº espécies	15	20	17	27	27	14
Nº indivíduos	111	242	78	397	229	65
Dominância de Simpson (C)	0,34	0,12	0,09	0,10	0,08	0,14
Índice de Simpson (1-C)	0,66	0,88	0,90	0,90	0,92	0,86
Índice de Shannon (H')	1,75	2,33	2,55	2,62	2,82	2,26
Índice de Margalef (Dmg)	2,97	3,46	3,67	4,34	4,78	3,11
Índice de Pielou (J)	0,65	0,78	0,90	0,80	0,85	0,85
Índice de Berger-Parker (d)	0,57	0,22	0,18	0,17	0,16	0,26
Inverso de Berger-Parker (1/d)	0,43	0,78	0,82	0,83	0,84	0,74

Tabela 8. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies endoparasitas de *Serrasalmus. altispinis* coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Índices	BAIXIO	PRETO	SÃO TOMÉ	ANANÁ	ARAÇÁ	MARACÁ
N espécies	3	1	3	5	3	2
N indivíduos	15	2	15	23	32	6
Dominância (D)	0,45	1,00	0,45	0,46	0,44	0,72
Índice de Simpson (1-D)	0,55	0,00	0,55	0,54	0,56	0,28
Índice de Shannon (H)	0,88	0,00	0,93	1,10	0,88	0,45
Índice de Margalef (Dmg)	0,74	0,00	0,74	1,27	0,58	0,56
Índice de Pielou (J)	0,80	0,00	0,84	0,69	0,80	0,65
Índice de Berger-Parker	0,53	1,00	0,60	0,65	0,47	0,83
Inverso de Berger-Parker (1/d)	1,88	1,00	1,67	1,53	2,13	1,20

A diferença da abundância de parasitas entre os lagos foi significativa (Friedman, Fr = 33,45; $p = <0,0001$). No lago Baixio a média de parasitas foi $3,08 \pm 10,33$; lago Preto: $6,72 \pm 12,56$; São Tomé: $2,16 \pm 3,42$; Ananá: $11,02 \pm 17,84$; Araçá: $6,36 \pm 8,47$ e Maracá: $1,80 \pm 3,62$. O maior número de parasitas foi registrado no lago Ananá (Figura 36).

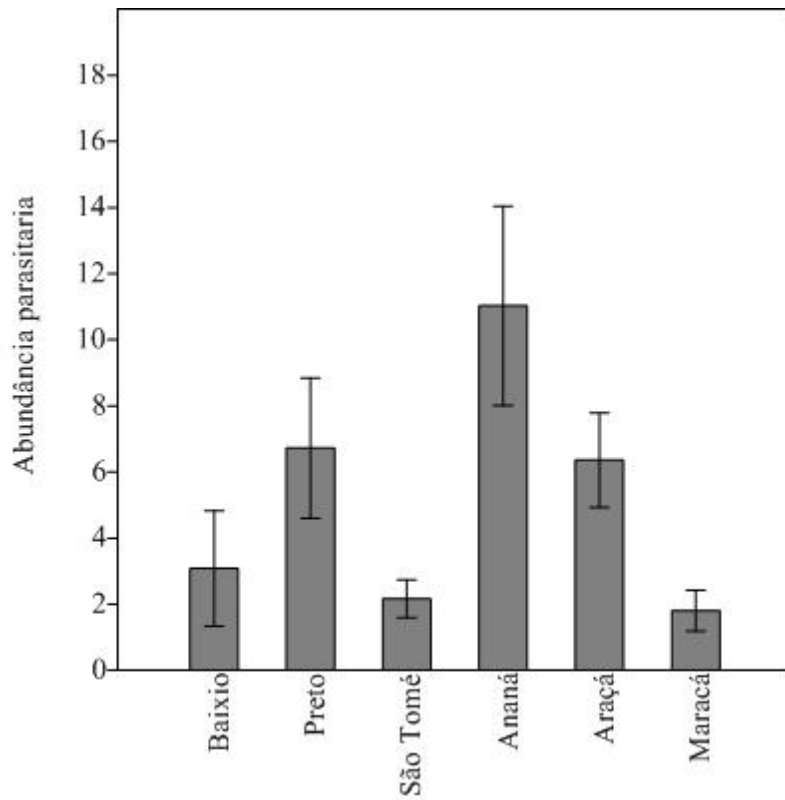


Figura 122. Abundância parasitária de *Serrasalmus altispinis* coletadas em diferentes lagos de várzea da Amazônia brasileira.

O lago que apresentou maior número de indivíduos foi o Ananá. O maior número de espécies foi registrado nos lagos Ananá e Maracá (Figura 37). O Coeficiente de Similaridade qualitativo de Sorensen (CSs) e o coeficiente de associação de Jaccard (CJ) registraram os lagos Ananá e Araçá como os lagos mais semelhantes em riqueza de espécies (Espécies comuns $C = 22$; CSs = 0,81; CJ = 0,73). Com respeito a o número de indivíduos registrados nos diferentes lagos, os lagos Preto e Ananá apresentaram a maior similaridade em número de indivíduos (IScuant = 0,56) (Tabela 9).

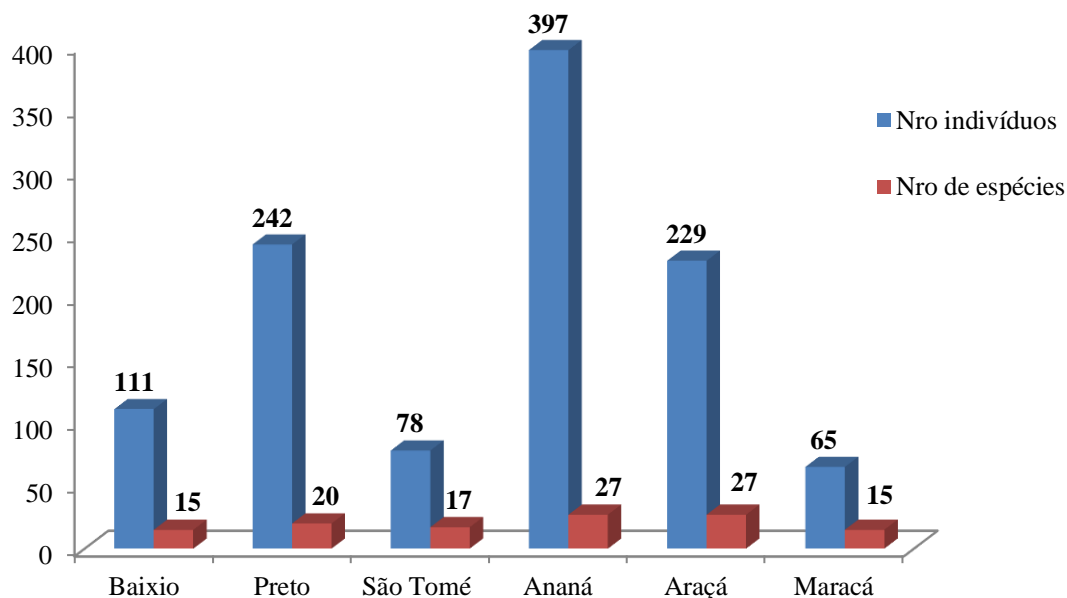


Figura 123. Número de indivíduos e número de espécies parasitas registradas em *Serrasalmus altispinis* coletadas em cinco lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Tabela 9. Comparação da riqueza de espécies parasitas de *Serrasalmus altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia brasileira. C = Número de espécies comuns nos lagos, CSs = Coeficiente de similaridade qualitativo de Sorensen, CJ = Coeficiente de associação de Jaccard, IScuant = Coeficiente de similaridade quantitativo de Sorensen

Lagos	C	CSs	CJ	IScuant
Baixo e Preto	4	0.57	0.40	0.24
Baixo e São Tomé	4	0.57	0.40	0.39
Baixo e Ananá	2	0.18	0.22	0.27
Baixo e Araçá	5	0.67	0.50	0.46
Baixo e Maracá	1	0.22	0.13	0.02
Preto e São Tomé	3	0.50	0.33	0.35
Preto e Ananá	2	0.44	0.29	0.56
Preto e Araçá	5	0.77	0.63	0.32
Preto e Maracá	1	0.29	0.17	0.10
São Tomé e Ananá	2	0.44	0.29	0.50
São Tomé e Araçá	5	0.77	0.63	0.50
São Tomé e Maracá	0	0.00	0.00	0.00
Ananá e Araçá	3	0.60	0.43	0.39
Ananá e Maracá	1	0.50	0.33	0.10
Araçá e Maraca	1	0.25	0.14	0.03

A espécie dominante no lago Baixo e Maracá foi *A. bryconis* (56,76%, 26,15% respectivamente), nos lagos Preto, São Tomé e Araçá foi *N. deleastoideum* (22,31%, 17,95% e 15,72% respectivamente) no lago Ananá foram *R. piranhus* e *A. bryconis* (17,38% ambas espécies) (Tabela 10).

Tabela 10. Dominância das espécies parasitas de *Serrasalmus altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Espécies	DA% por lagos					
	BAIXIO	PRETO	SÃO TOMÉ	ANANÁ	ARAÇÁ	MARACÁ
<i>Amphithecium diclonophallum</i>	1,80	0,41	0,00	2,02	0,44	0,00
<i>Amphithecium facatum</i>	0,90	14,88	5,13	3,27	7,42	0,00
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	0,00	0,41	2,56	0,76	6,11	1,54
<i>Anacanthorus cintus</i>	0,00	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00
<i>Anacanthorus cladophallus</i>	0,00	0,00	1,28	0,00	0,00	0,00
<i>Anacanthorus crytoctalus</i>	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	1,54
<i>Anacanthorus gravihumulatus</i>	0,00	0,41	0,00	0,25	0,00	0,00
<i>Anacanthorus jegui</i>	2,70	11,98	8,97	11,08	3,49	20,00
<i>Anacanthorus lepyrophallus</i>	2,70	7,44	6,41	0,00	6,99	4,62
<i>Anacanthorus mesocondylus</i>	0,00	1,24	2,56	6,55	1,31	0,00
<i>Anacanthorus peryphallus</i>	1,80	2,48	6,41	0,76	0,87	4,62
<i>Anacanthorus prodigiosus</i>	0,00	0,41	0,00	1,01	0,44	9,23
<i>Anacanthorus sciponophalus</i>	3,60	6,20	15,38	1,51	0,87	7,69
<i>Anacanthorus serrasalmi</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,87	0,00
<i>Ancanthorus sp</i>	0,00	12,81	2,56	5,54	4,37	4,62
<i>Calpidothecium crescentis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00
<i>Enallothecium aegidatum</i>	2,70	9,92	2,56	2,02	6,11	4,62
<i>Myramothecium whittingtoni</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00
<i>Notothecium cyphophallum</i>	0,90	3,31	3,85	7,30	13,10	0,00
<i>Notothecium deleastoideum</i>	4,50	22,31	17,95	10,08	15,72	0,00
<i>Notozothecium euzeti</i>	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Notozothecium minor</i>	0,00	2,89	3,85	0,76	1,31	0,00
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	0,00	0,00	0,00	17,38	3,06	3,08
<i>Clinostomus marginatum</i>	0,90	0,00	2,56	0,76	6,55	1,54
<i>P(S) inopinatus</i>	7,21	0,83	5,13	3,78	6,55	7,69
<i>Anisakis sp,</i>	0,00	0,00	11,54	0,50	0,87	0,00
<i>Contracaecum sp,</i>	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00
<i>Pseudopropleptus sp,</i>	5,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Philometria nattereri</i>	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	56,76	0,83	1,28	17,38	4,80	26,15
<i>Ergasilus jaraquensis</i>	0,00	0,41	0,00	0,76	1,75	3,08
<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	4,50	0,00	0,00	2,27	3,06	0,00
<i>Rhinergasilus piranhus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00
<i>Argulus chicomendesi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00
<i>Amphira branchialis</i>	3,60	0,00	0,00	1,76	1,75	0,00
<i>Vanamea symetrica</i>	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00

DA% = índice de dominância.

Os índices de dispersão (ID) e o índice de Green (IG) mostraram que todas as espécies da comunidade parasitaria de *S. altispinis* apresentaram dispersão agregada (ID > 1) com baixo nível de agregação (IG < 1) (Tabela 11).

Tabela 11. Índice de dispersão (ID), índice de Green (IG) e grau de agregação dos parasitas registrados em *Serrasalmus altispinis* provenientes de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Espécies	ID	IG
<i>Amphithecium diclonophallum</i>	2,68	0,15
<i>Amphithecium facatum</i>	4,83	0,05
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	8,29	0,36
<i>Anacanthorus jegui</i>	4,28	0,03
<i>Anacanthorus lepyrophallus</i>	9,47	0,19
<i>Anacanthorus mesocondylus</i>	5,30	0,13
<i>Anacanthorus peryphallus</i>	1,63	0,03
<i>Anacanthorus prodigiosus</i>	1,49	0,04
<i>Anacanthorus sciponophalus</i>	2,60	0,04
<i>Ancanthorus</i> sp,	1,45	0,01
<i>Enallothecium aegidatum</i>	3,47	0,05
<i>Notothecium cyphophallum</i>	11,30	0,15
<i>Notothecium deleastoideum</i>	9,52	0,06
<i>Notozothecium minor</i>	1,48	0,03
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	6,73	0,07
<i>Clinostomum marginatum</i>	5,94	0,23
<i>Procamallanus(Spirocamallanus) inopinatus</i>	1,39	0,01
<i>Anisakis</i> sp,	3,33	0,19
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	28,20	0,17
<i>Ergasilus jaraquensis</i>	6,94	0,66
<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	2,52	0,07
<i>Amphira branchialis</i>	1,82	0,06

Foi registrada uma correlação positiva significativa entre o Monogenoidea *R. piranhus* e o comprimento padrão ($rs = 0,64$; $p = 0,001$) e o peso ($rs = 0,51$; $p = 0,01$) de *S. altispinis* (Figura 38 A y B). Também foi registrada uma correlação negativa significativa entre o Copepoda *G. jaraquensis* e o comprimento padrão ($rs = -0,70$; $p = 0,02$) e o peso ($rs = -0,64$; $p = 0,04$) (Figura 38 C y D).

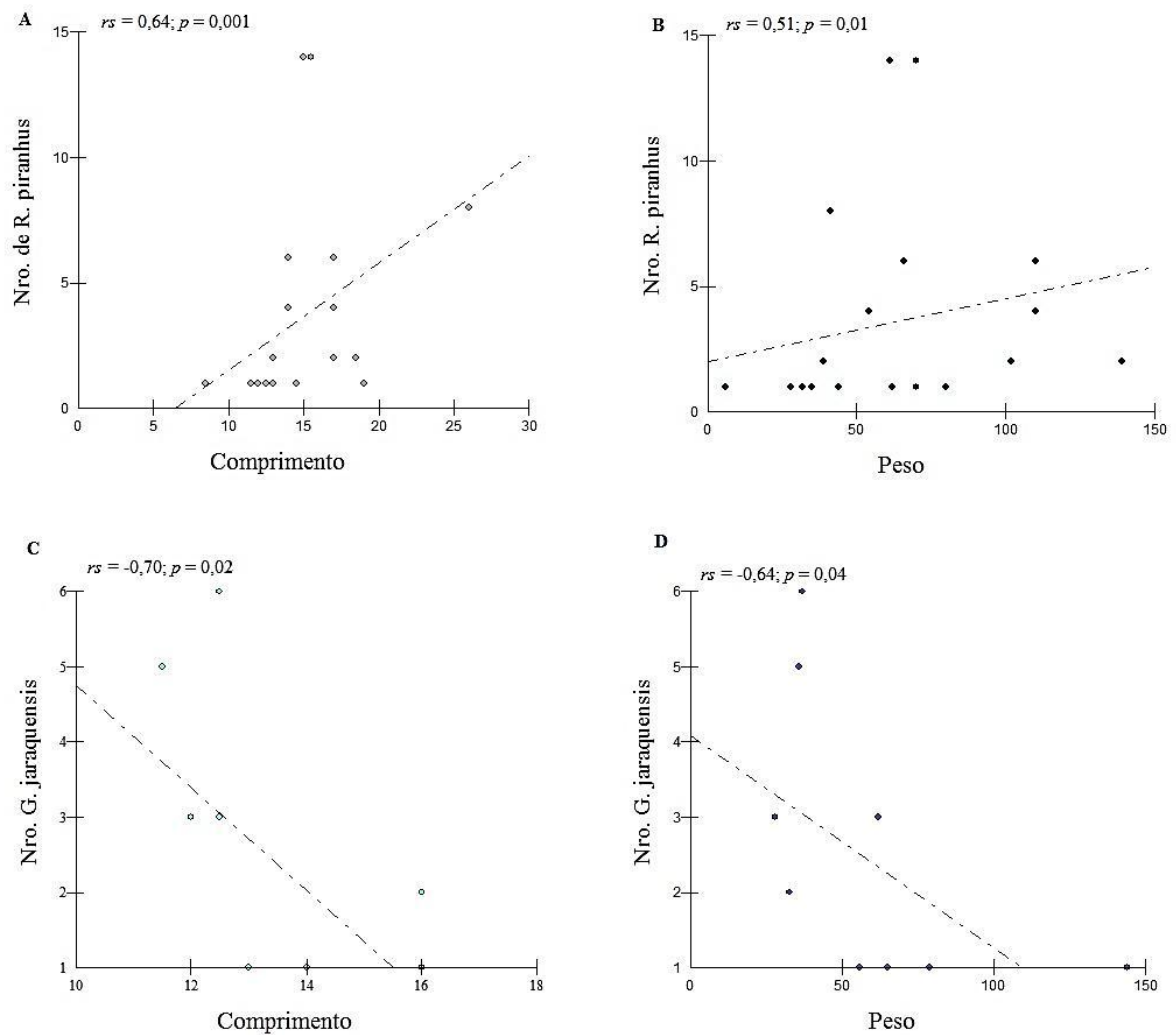


Figura 124. Análises do Coeficiente de correlação de Spearman (r_s). A. Número. de *Rinergasilus piranhus* x comprimento ($r_s = 0,64$; $p = 0,001$). B. Número. de *R. piranhus* x peso ($r_s = 0,51$; $p = 0,01$) C. Número. de *Gamidactylus jaraquensis* x comprimento ($r_s = -0,70$; $p = 0,02$). D. Número de *G. jaraquensis* x peso ($r_s = -0,64$; $p = 0,04$).

Todos os lagos apresentaram maior número de espécies ectoparasitas que endoparasitas (Figura 39). A proporção entre as espécies ectoparasitas e endoparasitas foi: Baixio: 04; Preto: 19; São Tomé: 4,7; Ananá: 4,4; Araçá: 8 e Maracá: 7,5.

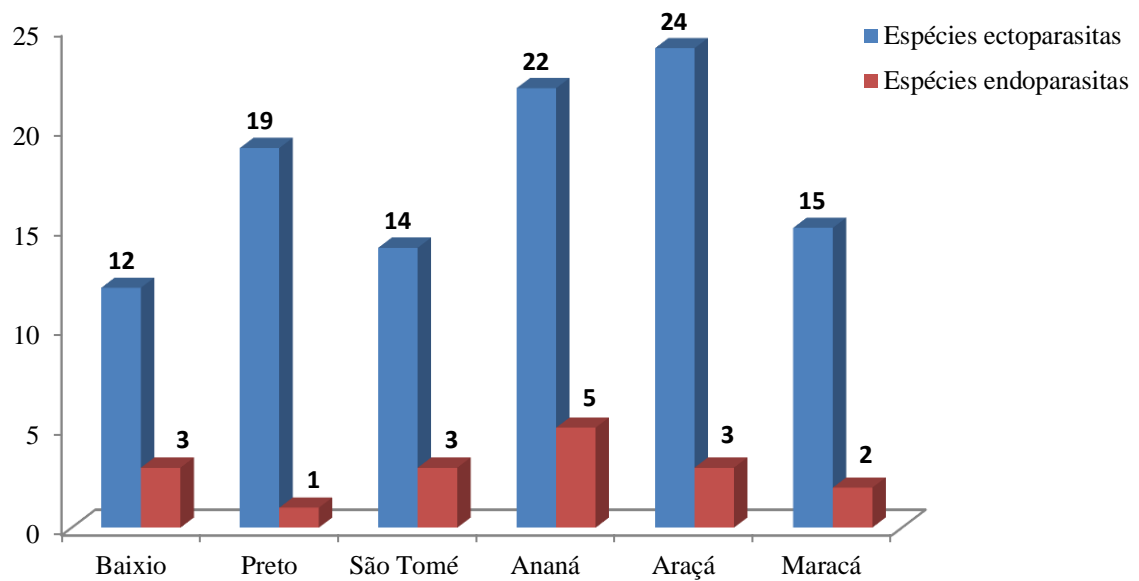


Figura 125. Número de espécies ectoparasitas e endoparasitas registradas em *Serrasalmus altispinis* coletadas em cinco lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Somente as espécies parasitas com prevalência maior de 10% foram analisadas pelo Método Valor Indicador (IndVal). Das espécies analisadas, *Anacanthorus jegui*, *A. peryphallus*, *A. scipionophallus*, *E. aegidatum*, *C. marginatum*, *P. (S.) inopinatus*, *Anisakis* sp e *A. bryconis* apresentaram IndVal maior que 70% significativo ($p < 0,05$) podendo ser consideradas como espécies bioindicadoras e característica dos lagos de várzea estudados (Tabela 12).

Tabela 12. Espécies parasitas de *Serrasalmus altispinis* com seus respectivos IndVal.

Espécies	Local 1	Local 2	Local 3	IndVal	p
<i>Amphithecium diclonophallum</i>	1	1	0	0,96	0,18
<i>Amphithecium falcatum</i>	1	1	0	0,97	0,28
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	1	1	0	0,95	0,46
<i>Anacanthorus jegui</i>	1	1	1	1,00	< 0,05
<i>Anacanthorus lepyrophallus</i>	1	0	1	1,00	0,16
<i>Anacanthorus mesocondylus</i>	1	1	0	0,98	0,08
<i>Anacanthorus peryphallus</i>	1	1	1	1,00	< 0,05
<i>Anacanthorus prodigiosus</i>	1	1	0	0,84	0,63
<i>Anacanthorus sciponophalus</i>	1	1	1	1,00	< 0,05
<i>Ancanthorus sp.</i>	1	1	0	0,98	0,26
<i>Enallothecium aegidatum</i>	1	1	1	1,00	< 0,05
<i>Notothecium cyphophallum</i>	1	1	0	0,98	0,27
<i>Notothecium deleastoideum</i>	1	1	0	0,96	0,27
<i>Notozothecium minor</i>	1	1	0	0,94	0,21
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	0	1	0	0,97	0,29
<i>Clinostomum marginatum</i>	1	1	0	0,91	< 0,05
<i>P.(S.) inopinatus</i>	1	1	1	1,00	< 0,05
<i>Anisakis sp.</i>	1	1	0	0,70	< 0,05
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	1	1	1	1,00	< 0,05
<i>Ergasilus jaraquensis</i>	1	1	0	0,94	0,15
<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	0	1	0	0,79	0,50
<i>Amphira branchialis</i>	0	1	0	0,82	0,45

p = probabilidade; < 0,05 = estatisticamente significativo; 1 = presença 0 = ausência. Local 1 = Lago Baixio e Preto; Local 2 = Lago São Tomé e Ananá; Local 3 = Lago Araçá e Maracá.

4. Discussão

São citadas para *Serrasalmus sp.* 25 espécies de Monogenoidea (Cohen *et al.* 2013). Das 25 espécies citadas para *Serrasalmus sp.* 16 foram encontradas em *S. altispinis*: *A. diclonophallum*, *A. falcatum*, *A. amazonicus*, *A. gravihamulatus*, *A. jegui*, *A. lepyrophallus*, *A. mesocondylus*, *A. periphallus*, *A. prodigiosus*, *A. sciponophallus*, *A. serrasalmi*, *E. aegidatum*, *M. whittingtoni*, *N. cyphophallum*, *N. deleastoideum* e *Notozothecium minor*. Somente cinco espécies de Monogenoidea parasitas de *S. altispinis* não parasitavam *Serrasalmus sp.*: *A. cintus*, *A. cladophallus*, *A. crytocalus*, *C. crescentis* e *N. euzeti*,

Serrasalmus rhombeus (Linnaeus, 1766) é uma espécie simpátrica com *S. altispinis* (Merckx, Jégu e Santos, 2000). São citadas para *S. rhombeus* 20 espécies de Monogenoidea: *A. diclonophallum*, *A. falcatum*, *A. junki*, *A. muricatum*, *A. amazonicus*, *A. gravihamulatus*, *A. jegui*, *A. prodigiosus*, *A. sciponophallus*, *A. serrasalmi*, *E.*

aegidatum, *E. cornutum*, *E. umbelliferum*, *M. dactylosum*, *M. galeolum*, *M. whittingtoni*, *N. cyphophallum*, *N. deleastum*, *N. phyleticum*, *N. teinodendrum* (Cohen *et al.* 2013).

Das 20 espécies citadas para *S. rhombeus* onze: *A. diclonophallum*, *A. falcatum*, *A. amazonicus*, *A. gravihamulatus*, *A. jegui*, *A. prodigiosus*, *A. sciponophallus*, *A. serrasalmi*, *E. aegidatum*, *M. whittingtonie*, *N. cyphophallum* foram encontradas parasitando *S. altispinis*.

Das espécies parasitas que ocorrem em hospedeiros da família Serrasalmidae, 35 espécies de oito gêneros interagem com mais de uma espécie de hospedeiro. A maioria delas é restrita as espécies do gênero *Serrasalmus* (Braga *et al.* 2014). A habilidade de usar muitos hospedeiros pode estar relacionada às características biológicas e ecológicas tanto da linhagem dos hospedeiros como das espécies parasitas (Agosta *et al.* 2010).

Neste trabalho *S. altispinis* estava parasitada por 23 espécies de oito gêneros de Monogenoidea. Espécies de cinco destes gêneros são específicas de peixes da família Serrasalmidae: *Amphithecium*; *Calpidothecium*; *Enallothecium*; *Myramothecium* e *Notothecium*. Somente três gêneros e suas espécies não são específicas a Serrasalmidae o *Anacanthorus* que parasitam também peixes da família Characidae e Curimatidae, o *Notozothecium* peixes da Cynodontidae e *Rhinoxenus* peixes da Characidae e Cynodontidae.

As treze espécies do gênero *Anacanthorus*: *A. amazonicus*; *A. cintus*; *A. cladophallus*; *A. crytocaulus*; *A. gravihamulatus*; *A. jegu*; *A. lepyrophallus*; *A. mesocondylus*; *A. peryphallus*; *A. prodigiosus*; *A. sciponophalus*; *A. serrasalmi*; *Anacanthorus* sp. E as duas de *Notozothecium*: *N. euzeti* e *N. minor* que parasitavam *S. altispinis* são específicas de peixes da família Serrasalmidae.

Os peixes da família Serrasalmidae têm alta riqueza parasitaria por hospedeiro. Eles são parasitados por muitas espécies de muitos gêneros e também tendem a compartilhar seus parasitos com espécies próximas. As espécies de Monogenoidea parasitas de serrasalmídeos têm maior número de hospedeiros que os de outros grupos de peixes neotropicais (Braga *et al.* 2014). *Serrasalmus altispinis* apresentou também alta riqueza parasitaria com 23 espécies de monogenóideos.

A oportunidade para colonizar novas espécies de hospedeiros está relacionada a disponibilidade dos hospedeiros adequados para uma exitosa colonização. Só os hospedeiros relacionados filogeneticamente ou ecologicamente a um hospedeiro de um parasita que proverá ao parasita as condições necessárias para sua sobrevivência e transmissão (Noble *et al.* 1961).

As espécies de parasitas de *S. altispinis* também parasitam outras espécies de peixes da família Serrasalmidae: *Acnodon normani* Gosline, 1951; *Pristobrycon striolatus* (Steindachner, 1908); *P. nattereri*, *Pygopristis denticulata* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus eigenmanni* Norman, 1929, *S. compressus* Jégu, Leão e Santos, 1991, *S. elongatus* Kner, 1858, *S. gouldingi* Fink e Machado-Allison, 1992, *S. manueli* (Fernández-Yépez e Ramírez, 1967), *S. rhombeus* (Linnaeus, 1766) , *S. spilopleura* Kner, 1858 (Kohn e Cohen 1998; Thatcher 2006).

A presença de espécies satélites é atribuída ao alto grau de especificidade parasitária, ao hábito de forrageio do hospedeiro, e a baixa especificidade (Bush e Holmes 1986b; Esch *et al.* 1990). As espécies satélites também são influenciadas pelos limites de distribuição, a competição com e a degradação do ecossistema nos ambientes não impactados as comunidades parasitárias são sucessionais e geralmente passam de estágios imaturos, com baixa diversidade de espécies para estágios adultos com alta diversidade e grande número de espécies satélites (Cao *et al.* 1998). A população de monogenóides parasitos de *S. altispinis* tinha 23 espécies parasitas. Seis espécies eram secundárias e 17 satélites.

Muitos padrões de correlação entre o tamanho (comprimento) do peixe e a riqueza, a intensidade e a abundância de parasitos têm correlações positivas fracas não significativas ou mesmo correlações negativas (Saad-Farees e Combes 1992). Isto ocorre devido à regulação dependente de intensidade (limitação de tamanho e conteúdo de nutrientes). Essa regulação é mais intensa em peixes de maior tamanho do que nos menores (Poulin 1999).

O acúmulo de parasitos em peixes de maior tamanho é evitado pela regulação dependente de intensidade (Poulin 2007; Bellay *et al.* 2013). Por isso são comuns correlações positivas não significativas ou correlações negativas (Saad-Farees e Combes 1992).

As generalizações devem ser evitadas para correlações. A composição quantitativa de parasitos, não necessariamente aumenta nos peixes maiores por um processo mecânico de acúmulo, mas pelo processo que envolve interação de vários fatores (Price 1987; Saad-Farees e Combes 1992; Luque e Chaves 1999).

As correlações são influenciadas por restrições biológicas (fisiologia e imunologia) e ecológicas (dinâmica de distribuição) das populações hospedeiras, eventos estocásticos e/ou interações bióticas como competição, regulação dependente de intensidade, inimigos naturais e dieta. Tais restrições evitam altas intensidades,

abundância e riqueza de espécies parasitas nos peixes (Case e Cody 1987; Alves e Luque 2006; Bellay *et al.* 2013). Correlação não significativa entre abundância de ectoparasitos e comprimento foi citada por Pérez-del-Olmo *et al.* (2011).

Com as espécies de Monogenoidea parasitas das brânquias de *S. altispinis* houve correlações positivas não significativas entre o comprimento, peso, fator de condição relativo e a abundância de parasitos. Essa correlação pode ser atribuída às estratégias do ciclo de vida de cada espécie, grau de especialização dos órgãos de fixação do parasita e a disponibilidade de formas livres infetantes a determinadas faixas etárias da população hospedeira.

Para espécies ectoparasitas, correlações positivas significativas da abundância e o comprimento foram citadas por Poulin e Rhodes, (1997), Poulin, (1999) e Luque e Poulin, (2004). Nestes casos, os peixes que tinham uma cavidade branquial e/ou superfície corporal maior tiveram maior abundância de parasitos.

O Monogenoidea *Rhinoxenus piranhus* parasita das narinas apresentou correlações positivas significativas entre o comprimento e peso dos hospedeiros e a abundância de parasitas.

Serrasalmus altispinis é hospedeiro de 22 espécies de Monogenoidea que parasitam suas brânquias e uma que parasita suas narinas. A alta diversidade e riqueza de espécies encontradas no hospedeiro aumenta o conhecimento sobre a biodiversidade amazônica com mais seis espécies que a parasitam tornando este hospedeiro como um dos peixes dentro de Serrasalminidae com maior número de espécies de Monogenoidea (Dactylogyridae) até agora registradas.

Clinostomum marginatum foi registrado pela primeira vez em 1856 encistados nas brânquias de *Eupomotis vulgaris* autor, ano perto da Filadélfia nos Estados Unidos. Posteriormente foi registrado também nas brânquias de, *Perca flavescens* autor, ano em Toronto. Os primeiros espécimes adultos foram registrados na ave piscívora *Botaurus minor* autor, ano a qual foi atribuída como o hospedeiro definitivo (Osborn 1911).

A especificidade pelo hospedeiro é um termo relativo que tenta classificar uma espécie de parasita em uma categoria baseada em quantos grupos de hospedeiros infecta. Os grupos podem ser definidos em um contexto filogenético (linhagem de hospedeiros, por exemplo, espécies, gêneros, famílias ou ordens suscetíveis) ou em um contexto ecológico (peixes herbívoros x carnívoros, peixes bentônicos x pelágicos, cardumes x peixes solitários) ou a combinação de ambos (Benz e Bullard 2004).

Um espécie parasita considerada como altamente específica infecta poucos hospedeiros, por exemplo, um parasito que matura só em uma espécie de peixe é altamente específico ao hospedeiro, no entanto um parasita que matura em diversas espécies de peixes tem baixa especificidade (Caira *et al.*, 2003). Muitas espécies de Digenea são conhecidas por infetar peixes com mesmos hábitos alimentares, similares histórias de vida ou que compartilhem um ancestre comum (Cribb *et al.*, 2002)

Para o Brasil foram citadas três espécies: *Clinostomum marginatum*, *C. dentrucatum* Braunn 1899 e *C. heluans* Braunn, 1899 (Travassos *et al.* 1969). Em peixes amazônicos *C. marginatum* foi registrada encistada nas brânquias de *Cichla monoculus* Spix e Agassiz, 1831 (Thatcher, 1981; Paredio 2013); na pele e nadadeiras de *Crenicichla* sp. (Thatcher, 1981); na musculatura de *S. insignis* (Castelo, 1984); nas brânquias de *Pterophyllum scalare* Schultze, 1823 (Alves *et al.* 2001), na musculatura de *P. nattereri* (Morais *et al.* 2011), e na cavidade visceral, olho, cavidade branquial, narinas, intestino e fígado de *Acestrorhynchus falcirostris* (Cuvier, 1819) (Dumbo, 2014). Neste trabalho metacercárias de *C. marginatum* parasitavam a cavidade branquial dos hospedeiros.

Nos mesmos lagos de várzea, que os utilizados neste trabalho, parasitavam a musculatura de *P. nattereri* metacercárias de *C. marginatum* com uma prevalência de 100% e um total de 66 indivíduos coletados em 40 peixes. Também nos mesmos lagos, *A. falcirostris* ocorreram parasitados com metacercárias livres de *C. marginatum* na cavidade visceral, olho, intestinos e encistadas nas narinas e fígado com uma prevalência de 43,04% e um total de 89 parasitas em 79 peixes analisados (Dumbo 2014).

Neste trabalho metacercária livres e encistadas foram encontrados parasitando as brânquias de *S. altispinis* com índices parasitários menores aos dos autores acima citados. A presença de *C. marginatum* em diferentes espécies de peixes e em diferentes órgãos indica baixa especificidade desta espécie pelo segundo hospedeiro intermediário e pelo órgão de fixação.

Parasitas com ciclos de vida heteroxenos têm pequenas probabilidades de sobreviver e completar seus ciclos devido à alta mortalidade que sofrem durante a transmissão entre hospedeiros (Dobson *et al.* 1992). A seleção natural pode favorecer os genótipos dos parasitos que podem compensar estas perdas produzindo mais descendentes ou sendo mais efetivos na infecção dos hospedeiros, conseguindo uma maior eficiência na transmissão (Price 1974). Muitos ciclos de vida heteroxenos

incluem pelo menos uma fase onde o hospedeiro infectado tem que ser ingerido por outro hospedeiro para completar com sucesso a transmissão (Seppala 2004).

Espécies de Digenea geralmente são parasitas do intestino. Porém, numerosas espécies de várias famílias têm adotado novos locais de infecção nos hospedeiros (Cribb et al., 2002). Historicamente, infecções nas brânquias dos peixes por metacercárias de espécies de Digenea não são tão comuns como infecções no trato digestivo. Podem causar no epitélio branquial hiperplasia moderada ou severa, formando cistos rodeados com diversas reações celulares, incluindo células inflamatórias (Eissa *et al.* 2011). Adicionalmente, uma infecção massiva e amplamente distribuída de metacercárias pode causar respostas inflamatórias intensas e em alguns casos pode levar à morte dos peixes (Paperna e Dzikowsky 2006).

Algumas espécies de Digenea induzem em seus segundos hospedeiros intermediários (sejam crustáceos ou peixes) modificações que fazem deles mais vulneráveis à predação pelo hospedeiro definitivo. Isto pode ser logrado ao enfraquecer o hospedeiro ou alterando seu comportamento (Bullard e Overstreet 2008). A presença de *C. marginatum* nas brânquias de *S. altispinis* possivelmente seja uma estratégia da parasita para alterar o metabolismo do peixe ou o comportamento, tornando-o mais suscetível à predação.

Algumas espécies de Digenea são consideradas perigosas para a saúde pública, especialmente em sociedades onde o consumo de peixe cru ou mal cozido é comum. Infecções em humanos resultam do consumo das metacercárias provenientes dos peixes (Bullard e Overstreet, 2008). *Clinostomum marginatum* pode causar danos em humanos ao se alojar na laringe, produzindo laringites (Overstreet 2003).

Embora a metacercária seja frequentemente considerada como uma fase de repouso, investigações recentes indicaram que existem interações fisiológicas entre algumas espécies de Digenea e seus hospedeiros, encistadas ou não, alimentando-se ativamente e migrando a outros órgãos dentro do hospedeiro (Bullard e Overstreet 2008).

A presença de *C. marginatum* nas brânquias de *S. altispinis* não garante que este parasita não migre a outros locais, como por exemplo, à musculatura. Desta forma representa um risco ao ser consumido em pratos que utilizam carne de peixe cru ou mal cozido em sua preparação.

As espécies de Nematoda identificadas neste trabalho, com exceção de *Contraecaecum* sp. foram encontradas também em *P. nattereri* capturadas nos mesmos

lagos de várzea por Morais (2012). *Acestrorhynchus falcirostris*, também dos mesmos lagos, estavam parasitados também pelas espécies de Nematoda, exceto *Philometra nattereri* (Dumbo 2014). A presença destas espécies de Nematoda nos mesmos lagos de várzea e em diferentes espécies de peixes indica a baixa especificidade parasitária destas espécies pelos hospedeiros .

Pygocentrus nattereri apresentou baixas prevalências para as espécies de Nematoda, exceto *P. (S). inopinatus* que teve 100% de prevalência. Já *P. nattereri*; *Pseudoproleptus* sp e *Anisakis* sp. tiveram baixas prevalências (11,83%; 1,4%; 8,63% respectivamente). *Acestrorhynchus falcirostris* apresentou baixas prevalências: *P. (S). inopinatus* 37,97%; *Pseudoproleptus* sp. 8,9%; *Anisakis* sp. 20,25% e *Contracaecum* sp. 32,91% (Dumbo 2014).

O número de espécies presentes nas infracomunidades parasitárias pode ser resultante de dois diferentes processos: (a) o número de espécies presentes em uma localidade particular, e (b) as oportunidades de transmissão e infecção dentro da localidade e, portanto a probabilidade de infecção do hospedeiro (Kennedy 1990).

A diversidade de espécies nas comunidades parasitárias é resultado, entre outros fatores, de interações entre a história evolutiva e a ecologia dos hospedeiros e também está associada à diversidade de hospedeiros intermediários e definitivos (Von Zuben (1997). Os resultados obtidos neste trabalho indicaram que a comunidade de nematódeos de *S. altispinis* é caracterizada pela baixa diversidade e pela presença de espécies com baixa prevalência.

Procamallanus (S.) inopinatus é o nematóide com maior ocorrência parasitaria no Brasil, tendo sido citada como parasita de 51 espécies de peixes (Moravec 1998; Eiras *et al.*, 2010). Neste trabalho, embora sua baixa prevalência dentro das espécies identificadas, apresentou os maiores índices, sendo a única espécie considerada comum dentro da comunidade de nematódeos parasitas. Isto pode ser explicado pela baixa especificidade do parasita com seus hospedeiros definitivos e por ser *S. altispinis* uma espécie abundante nos lagos de várzea do Rio Solimões, aumentando assim as chances de transmissão.

As características próprias de cada ambiente, como as flutuações do ciclo hidrológico, afetam diretamente a dinâmica populacional dos peixes. Estas refletem na estrutura e composição das populações de seus parasitos (Pavanelli *et al.* 2002). A intensidade de consumo de alimento por um peixe pode sofrer variações de acordo com o ambiente e as características das próprias espécies (Bell e Burt 1991).

Mudanças sazonais podem ser relacionadas a fatores que modificam habitats com influência na disponibilidade de recursos alimentares e o sucesso da captura de presas ou com aspetos relacionados ao ciclo vital das espécies. O ambiente pode também influenciar a diversidade de endohelmintos desde que produzam mudanças na composição da fauna dos hospedeiros intermediários (Bell e Burt 1991).

A maioria da fauna parasitária de peixes é formada por uma mistura de indivíduos adultos e de formas larvais. Quase sempre com uma proporção maior para um dos estágios (Poulin e Leung 2011). O hábito alimentar do hospedeiro é uma característica a ser considerada sob o aspecto epidemiológico, pois tem forte relação com a intensidade e riqueza de endoparasitos (Dogiel 1961).

Os peixes carnívoros são expostos às formas larvais de helmintos pela via trófica (Luque e Poulin 2004). Esta infecção ocorre porque se alimentam de peixes, crustáceos, insetos e moluscos que são hospedeiros intermediários ou paratênicos de várias espécies parasitas (Marcogliese 2002). Neste trabalho, a fauna de nematódeos parasitas do *S. altispinis* também foi composta por formas adultas e larvais, com maior proporção de espécies em fase larval.

A presença de formas larvais indica que aquela espécie de peixe é uma presa com uma posição intermediária na cadeia alimentar, é hospedeira intermediária ou paratênica de uma ou várias espécies parasitas (Bellay *et al.* 2013; Poulin e Leung 2011). Nestes casos, outros vertebrados como peixes maiores, anfíbios, répteis, aves e mamíferos serão os hospedeiros definitivos. Neste trabalho foram registradas mais espécies em fase larval, indicando que *S. altispinis* é hospedeiro intermediário ou paratênico para essas espécies. Ela ocupa posição intermediária na teia alimentar quando considerada a biodiversidade total e é presa de outros vertebrados.

A classificação das espécies de uma comunidade parasitária em centrais-satélites é baseada na prevalência (Bush e Holmes 1986). A presença de espécies satélites em um hospedeiro é atribuída a diferentes fatores. Ao alto grau de especificidade parasitária de determinada espécie (Bush e Holmes 1986); a baixa especificidade das espécies daquela comunidade (Esch *et al.* 1990); aos hábitos de forrageio da espécie de peixe hospedeira (Bush e Holmes 1986); aos limites de distribuição da espécie parasita; a competição com espécies similares e a degradação da espécie parasita causada pela alteração do ecossistema (Cao *et al.* 1998).

Outro fator importante é a condição do ambiente. Nos ambientes não impactados as comunidades parasitárias são sucessionais e geralmente passam de estágios imaturos,

com baixa diversidade de espécies para estágios adultos com alta diversidade e grande número de espécies satélites (Cao *et al.* 1998). Neste trabalho todas as espécies de Nematoda encontradas foram satélites e com populações pequenas, indicando baixa disponibilidade de hospedeiros intermediários, resultando em uma baixa taxa de transmissão e complementação do ciclo de vida.

Em lagos de várzea da Amazônia no Brasil larvas L3 de *Anisakis* sp. foram encontradas parasitando *P. nattereri* (Morais 2011); *C. monoculus* (Paredio 2014) e *A. falcirostris* (Dumbo, 2014). Neste trabalho nos mesmos lagos estudados pelos autores acima citados, larvas L3 de *Anisakis* sp. também foram encontradas parasitando *S. altispinis* indicando a sua presença e sua baixa especificidade pelo hospedeiro.

Se peixes pequenos são predados por peixes piscívoros, as larvas de *Anisakis* spp. são capazes de reinfestar estes peixes sem a necessidade de passar por alguma muda, podendo acumular grandes quantidades de larvas atuando assim como hospedeiros paratênicos (Klimpel *et al.* 2004). Na Amazônia não existem estudos sobre o ciclo de vida de *Anisakis* spp., pode ser que *S. altispinis* seja hospedeiro intermediário ou paratênico de *Anisakis* sp.

Larvas de nematóides com importância zoonótica de *Contracaecum* e *Eustrongylides* foram registradas em duas espécies de piranhas: *P. nattereri* e *S. marginatus* do Rio Cuiabá no município de Cuiabá, Estado do Mato Grosso, Brasil (Barros *et al.* 2006). Larvas (L3) de Anisakidae, principalmente do gênero *Anisakis* são importantes agentes etiológicos causadores de doença parasítica aguda no trato gastrintestinal de seres humanos. Estas são denominadas anisakíase ou anisakíose, (Moravec 1998; Barros *et al.* 2006).

Como a anisakíase é uma doença transmitida pelo consumo de peixes crus ou mal cozidos é de se esperar que sua ocorrência deva aumentar com a popularidade crescente de restaurantes com este tipo de alimento no Brasil. Em particular na Amazônia, que consome muito pescado e se vier utilizar as espécies de peixes regionais em seus pratos com o peixe cru ou mal cozido (Barros *et al.* 2006).

O fato das larvas estarem restritas ao intestino, cecos pilóricos, estômago e fígado não impede que elas migrem para a musculatura dos peixes podendo vir a representar um risco de ocorrência de uma zoonose (Morais *et al.* 2011). Neste trabalho, larvas L3 de *Anisakis* sp. parasitavam o intestino de *S. altispinis*. A possibilidade das larvas migrar para a musculatura e a falta do análises do filé nas amostras alerta a

existência de uma situação de risco no consumo deste peixe em comidas que o utilizem cru o mal cozido.

Amplexibranchius bryconis foi descrito dos filamentos branquiais de *Brycon cephalus* (sinonímia de *B. amazonicus* Spix & Agassiz, 1829) da cidade de Iquitos no Peru (Thatcher & Paredes 1985b). O primeiro registro de *A. bryconis*, no Brasil, foi das brânquias de *Potamorhina latior* (Spix & Agassiz, 1829) capturadas no Rio Solimões (Morey *et al.* 2015). Neste trabalho é feito o terceiro registro de ocorrência de *A. bryconis*, o segundo para o Brasil e um novo hospedeiro *S. altispinis*.

Ergasilus jaraquensis foi descrito dos filamentos branquiais de *S. insignis* do Rio Solimões próximo à cidade de Manaus (Thatcher e Robertson, 1982). Posteriormente foi citado para *P. latior* (Morey *et al.* 2015). Neste trabalho *S. altispinis* é um novo hospedeiro para *E. jaraquensis*.

Amplexibranchius bryconis e *E. jaraquensis* de lagos de várzea do Rio Solimões parasitavam as brânquias de *P. latior* (Morey *et al.* 2015). Neste trabalho trabalhando nos mesmos lagos de várzea, as mesmas espécies de Copepoda, *A. bryconis* e *E. jaraquensis*, parasitavam *S. insignis*.

Rhinergasilus piranhus foi citado parasitando as fossas nasais de *P. nattereri* indicando a especificidade do parasita tanto pelo hospedeiro quanto para o local de fixação (Boeger e Thatcher 1988; Varella 1992; Morais 2011). Neste trabalho *R. piranhus* foi registrada também parasitando as fossas nasais de *S. altispinis*, sendo este um novo hospedeiro para este parasita.

Rhinergasilus piranhus ocorre usualmente em seus hospedeiros junto com espécies de *Gamidactylus* e *Gamispatulus* (Varella e Malta 1995). Neste trabalho os dados corroboram com dos autores acima pois *R. piranhus* foi encontrado juntamente com indivíduos de *G. jaraquensis* parasitando *S. altispinis*.

Gamidactylus jaraquensis foi descrito pela primeira vez parasitando as fossas nasais de *S. insignis* do rio Amazonas, próximo a Manaus (Varella, 1992). Posteriormente foi coletado das narinas de *C. macropomum* no Rio Solimões na região de Coari/Tefé (Fischer *et al.* 2003).

Gamidactylus jaraquensis e *R. piranhus* foram coletados nas fossas nasais de peixes da do Rio Paraná, na região Sul do Brasil com baixos índices parasitários (Lacerda *et al.* 2008). Os dados indicaram que *G. jaraquensis* ocorre com números baixos de indivíduos em seus hospedeiros, limitados possivelmente pelo pequeno espaço disponível dentro da narina.

Existem poucas citações de espécies parasitas de Copepoda em peixes da família Serrasalmidae. As espécies citadas são *Brasergasilus bifurcatus* Santos, Thatcher & Brasil-Sato, 2007 em *Pygocentruspiraya* (Cuvier, 1819) e *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875; *Brasergasilus* sp. em *P. piraya*. *Ergasilus yumaricus* Malta & Varella, 1995 em *P. nattereri*, *S. eigenmanni* Norman, 1929 e *S. rhombeus*. *Gamidactylus jaraquensis* em *C. macropomum*. *Gamispatulus schizodontis* Thatcher & Boeger, 1984d em *S. maculatus* Kner, 1858 e *S. marginatus* Valenciennes, 1837 *Miracetyma piraya* Malta, 1993e em *P. nattereri*. *Rhinergasilus piranhus* em *P. nattereri* e *Rhinergasilus* sp. em *P. piraya*. *Amplexibranchius bryconis* e *E. jaraquensis* são citadas pela primeira vez parasitando a *S. altispinis* um peixe da família Serrasalmidae.

As correlações são influenciadas por restrições biológicas (fisiologia e imunologia) e ecológicas (dinâmica de distribuição) das populações hospedeiras, eventos estocásticos e/ou interações bióticas como competição, regulação dependente de intensidade, inimigos naturais e dieta. Tais restrições evitam altas intensidades, abundância e riqueza de espécies parasitas nos peixes (Alves e Luque 2006). Foi encontrada uma correlação negativa não significativa entre o comprimento de *P. latior* e a abundância de copépodes parasitas das brânquias (Morey *et al.* 2015).

Neste trabalho houve correlação negativa significativa entre o comprimento e peso dos hospedeiros e a abundância parasitaria de copépodes parasitas das narinas de *S. altispinis*. No entanto para copépodes parasitas das brânquias, houve correlações positivas não significativas. Esses tipos de correlações podem ser atribuídos às estratégias do ciclo de vida de cada espécie, ao grau de especialização dos órgãos de fixação do parasita e a disponibilidade de formas livres infetantes a determinadas faixas etárias da população hospedeira.

Para peixes da família Serrasalmidae foram citadas *Argulus chicomendesi* (Malta & Varella, 2000) e *A. multicolor* Stekhoven, 1937 (Malta 1983), *Argulus* sp. (Malta 1984) parasitando *C. macropomum*. *Argulus multicolor* e *Argulus* sp. em *P. nattereri* (Malta 1983). *Argulus multicolor* e *A. chicomendesi* para *P. nattereri* provenientes de lagos de várzea (Morais 2012). Neste trabalho um exemplar de *A. chicomendesi* parasitava as narinas de *S. altispinis*, podendo ser considerada como uma infecção acidental.

Em peixes da família Serrasalmidae o Isopoda *A. branchialis* foi citado para *P. nattereri* (Thatcher 1993; Carvalho *et al.* 2004; Vital *et al.* 2011; Morais 2011, Tavares-Dias *et al.* 2015), *S. spilopleura*, *Serrasalmus* sp. (Thatcher 1993, Tavares-Dias *et al.*

2015). *Vanamea symetrica* foi citada para *S. elongatus*, *S. rhombeus*, *S. spilopleura* e em *Serrasalmus* sp. (Thatcher 1993). Neste trabalho *A. branchialis* e *V. symetrica* foram registradas pela primeira vez parasitando as brânquias de *S. altispinis* um novo hospedeiro para estas espécies.

Machos e fêmeas da família Cymothoidae são encontrados frequentemente, juntos no mesmo hospedeiro. Os cymothoideos são protândricos hermafroditas. Dessa forma, o cymothoideo uma vez que tenha se localizado no hospedeiro (peixe) modifica sua morfologia e sexualidade de macho para fêmea. O segundo cymothoideo no momento da fixação permanece com a morfologia do macho quando encontra uma fêmea no hospedeiro (Pavanelli 1999). Neste trabalho em oito hospedeiros parasitados por *A. branchialis*, sete estavam parasitados por um macho e uma fêmea no mesmo hospedeiro, e um peixe estava parasitado por dois indivíduos machos indicando a protandria.

A patogenicidade do isópodo varia de acordo com o seu comportamento alimentar, com seu tamanho e com sua estratégia de ataque no hospedeiro. Quatro áreas de ataque e de fixações podem ser encontradas, como por exemplo, a pele ou as nadadeiras, a cavidade branquial, a boca e a língua e as cavidades ou bolsas que eles produzem dentro da cavidade do corpo. Cada um desses locais sofre modificações com a presença dos isópodos (Brusca e Wilson 1991; Rhode 2005).

Os isópodos que habitam a câmara branquial localizam-se sobre os filamentos branquiais, onde se alimentam, sendo encontrados em seus intestinos, células sanguíneas do hospedeiro. Além da perda de sangue que o isópodo ocasiona no hospedeiro, ocorre também à redução do número de filamentos branquiais, com a diminuição da eficiência respiratória do peixe (Pavanelli 1999). Neste trabalho os isópodos foram registrados parasitando as brânquias de *S. altispinis*, os quais apresentaram perda e redução dos filamentos brânquias, o que pode ser atribuído à infestação por estes parasitas.

Para os peixes, o fator de condição relativo (K_n) é uma medida ou indicador do bem-estar que fornece informações relevantes sobre as condições nutricionais recentes, gastos de reservas, infecções parasitárias e outros (Vazzoler 1996). Tem sido relatado que o peixe parasitado por isópodos terá seu metabolismo, crescimento e reprodução prejudicados (Rhode 2005). Neste trabalho, de acordo com o fator de condição relativo, os peixes parasitados por isópodos apresentaram um fator de condição médio

considerado como normal, descartando alguma influência negativa destes parasitas relacionada com o crescimento, peso ou fator de condição.

As flutuações no nível das águas podem ter um efeito severo nos ecossistemas aquáticos. Elas produzem mudanças no hábitat, no hábito alimentar e aumenta, o stress fisiológico dos peixes, alterando a composição das suas comunidades parasitárias (Kadlec *et al.* 2003).

Em populações de peixes carnívoros muitos parasitos se propagam diretamente de um hospedeiro a outro sem a necessidade de um estágio intermediário de desenvolvimento em outro hospedeiro, como é o caso dos ectoparasitos (Funk *et al.*, 2001). Hospedeiros que vivem em altas densidades e têm maior contato intraespecífico podem acumular maior número de espécies parasitas por ter taxas mais elevadas de encontro com outros indivíduos (Poulin e Morand 2014).

Na enchente as constantes chuvas removem o material orgânico e inorgânico dos lagos, podendo afetar aos monogenóides ao reduzir a capacidade natatória das larvas oncomiracidio, sendo mais difícil encontrar um hospedeiro (Rouf 2010). Na seca, os baixos níveis de oxigênio na água, devido as altas temperaturas e à evapotranspiração podem comprometer o sistema imune dos peixes e conseqüentemente incrementar as taxas de infecções parasitárias (Paperna 1996). No geral, a intensidade parasitária torna-se elevada em peixes sob estresse, onde a imunidade é baixa ou suprimida (Landsberg *et al.* 1998).

Neste trabalho o maior número de ectoparasitos foi constituído por espécies de Monogenoidea, as quais apresentaram maior número de indivíduos na vazante. No geral o número de ectoparasitos foi maior na vazante que na enchente. Isto pode ser atribuído a um maior contato intraespecífico de *S. altispinis* facilitado pela redução do volume da água dos lagos nesta época do ano e a uma possível redução no sistema imune dos peixes devido a maior estresse produzido por diversos fatores físico-químicos, facilitando assim as infecções parasitárias.

O hábito alimentar do hospedeiro contribui para os padrões de infecção de helmintos em populações naturais de peixes (Lagrué *et al.* 2011). A riqueza da helmintofauna é mais alta em peixes com dieta carnívora devido ao consumo de presas como invertebrados e peixes pequenos que são hospedeiros intermediários de diferentes grupos de parasitos (Choudhury e Dick 2000). Neste trabalho o maior número de endoparasitas foi registrado na vazante, isto pode ser devido à concentração de altas

densidades de peixes em espaços reduzidos nesta época, aumentando assim a predação de peixes pequenos por *S. altispinis*.

As espécies parasitas podem ser usadas como bioindicadoras de impactos antropogênicos (Vidal-Martinez *et al.* 2010, Palm 2011). Foi desenvolvido um sistema indicador da qualidade ambiental para ambientes aquáticos, baseados na fauna parasitaria de algumas espécies de peixes. Foram utilizados diferentes parâmetros, critérios e índices (Palm e Rückert 2009); Palm *et al.* 2011); Kleinertz *et al.* 2014); Kleinertz e Palm 2015).

Foram usados a prevalência de algumas espécies parasitárias, destacando as altas prevalências de monogenóideos, a proporção entre ecto e endoparasitas. Os índices: de diversidade de Shannon para determinar a diversidade parasitaria; o de Pielou para determinar a disponibilidade de hospedeiros intermediários; o de Simpson para indicar o sucesso na transmissão dos parasitas, o de dominância de Berger-Parker para determinar a dominância da fauna parasitária em condições poluídas (Palm e Rückert 2009); Palm *et al.* 2011); Kleinertz *et al.* 2014); Kleinertz e Palm 2015).

Índices ecológicos de diversidade como o índice de Shannon, o índice de Margalef e o índice de Simpson são utilizados principalmente para indicar a perda na diversidade de endoparasitas em ambientes afetados (Neubert *et al.* 2016). Espécies parasitas com ciclo de vida heteroxeno podem proporcionar informações sobre as propriedades biológicas de um hábitat específico dentro de um ecossistema já que são dependentes da presença de outros organismos como os hospedeiros intermediários, paratênicos e os definitivos, os quais são indispensáveis para o sucesso no ciclo de vida e transmissão (Galli *et al.* 2001).

As espécies endoparasitas com ciclo de vida heteroxeno são estáveis em ambientes não poluídos, indicando assim a presença dos seus hospedeiros requeridos para completar seu ciclo de vida (Diamant *et al.* 1999). Em contraste, espécies ectoparasitas com ciclos de vida monoxenos podem dominar ambientes empobrecidos. A ocorrência de espécies heteroxenas diminui, no entanto as monoxenas aumentam em ambientes poluídos (Dzikowski *et al.* 2003).

Neste trabalho os valores no índice de Shannon (H') nos lagos estudados foram normais ($2 \geq H' \leq 3$) com uma biodiversidade considerada como média. O Lago Araçá apresentou os maiores valores o qual foi refletido no número de espécies (lago com maior número de espécies). O Lago Baixio apresentou o menor valor de biodiversidade e foi considerado como um lago com baixa diversidade ($H' < 2$).

Os valores dos índices de diversidade de Margalef e Simpson mostraram alta diversidade nos lagos de várzea estudados com exceção do Lago Baixio que apresentou valores que o consideraram como um lago de diversidade média. No entanto, o cálculo dos índices de diversidade aplicado só para os endoparasitos registrados em *S. altispinis* mostraram um quadro diferente. Os baixos valores nos descritores ecológicos consideraram os lagos estudados como locais de baixa diversidade.

O uso da proporção entre ecto e endoparasitos pode descrever condições ambientais. Peixes em condições naturais acumulam a maior carga parasitária possível, que consiste em mais espécies endoparasitas que ectoparasitas, principalmente em peixes predadores de ambientes com baixa ou sem influencia antropogênica. Assim, quanto menor a proporção entre espécies ecto e endoparasitas indica melhores condições naturais e quanto maior a proporção pode indicar ambientes empobrecidos ou contaminados (Rückert *et al.* 2009).

Neste trabalho foi registrado maior número de espécies ectoparasitas que endoparasitas, além, todos os lagos apresentaram maior proporção entre ecto e endoparasitas. Os baixos valores nos índices de diversidade aplicados para endoparasitos conjuntamente com a maior ocorrência de ectoparasitos, principalmente monogenóideos pode indicar que os lagos de várzea estudados tem uma marcada influencia antropogênica.

Esta influencia pode ser atribuída à área de produção petrolífera que transporta petróleo e gás ao longo do Rio Solimões para a refinaria de Manaus. O transporte de petróleo é feito primeiramente por um poliduto de 280 km até o terminal de Coari, e depois, por meio de navios, até Manaus (Oliveira 2007). Além disso, esse rio tem um papel importante na navegação, pois é a única via de acesso a vários municípios do Estado. Os lagos de várzea estudados encontram-se nesta rota sendo muito influenciados por estas atividades.

Um método utilizado para quantificar o "valor de um bioindicador" de diferentes taxa é o método do valor indicador (IndVal) desenvolvido por Dufrene & Legendre (1997). Este método combina medições do grau de especificidade de uma espécie a um tipo de habitat, e sua fidelidade (frequência de ocorrência) dentro desse habitat (Dufrene e Legendre 1997).

Espécies com uma elevada especificidade e alta fidelidade em um determinado habitat terão um elevado valor-indicador. Uma alta fidelidade de uma espécie através dos locais de amostragem é geralmente associada com grande abundância de indivíduos

(Gaston *et al.* 1997). Estas características facilitam a amostragem e monitoramento, que é um requisito importante para ser considerado um bom bioindicador (Kremen *et al.*, 1994).

No método IndVal, as espécies “características” são aquelas típicas de um habitat particular (com elevada especificidade e fidelidade, e apresentam um elevado percentagem no IndVal maior ou igual que 70%. No entanto, as espécies “detectores” não tem alta especificidade e apresentam uma percentagem no IndVal maior ou igual que 50% mas menor que 70% (Dufrière e Legendre 1997).

A abundância (fidelidade) de espécies características pode declinar rapidamente devido a mudanças das condições ambientais de um hábitat em particular. Elas podem chegar ao ponto de serem consideradas espécies vulneráveis, sendo difícil de amostrar, podendo desaparecer rapidamente, e conseqüentemente sendo pouco úteis para monitoramento ambiental. As espécies detectores podem ser mais úteis para monitorar mudanças ambientais, facilitando avaliações em longo prazo, devido à preferência por diferentes habitats. Mudanças na abundância entre os habitats podem indicar em que direção a mudança está acontecendo. Além disso, as espécies detectores são menos propensas a se tornar vulneráveis do que as espécies características (McGeoch *et al.* 2002).

Dezesseis espécies parasitas de *P. nattereri* provenientes de seis lagos de várzea da Amazônia foram consideradas como espécies detectores de lagos de várzea (Morais 2011). Neste trabalho onde foi determinada a composição e a estrutura da comunidade parasitária de *S. altispinis*, foi possível aplicar o método —Valor Indicador (IndVal), o qual indicou a *Anacanthorus jegui*, *A. peryphallus*, *A. sciponophallus*, *Enallothecium aegidatum*, *C. marginatum*, *P. (S.) inopinatus*, *Anisakis* sp. e *Amplexibranchius bryconis* como espécies bioindicadoras características dos lagos de várzea estudados.

As espécies parasitas são utilizadas como bioindicadores das condições de vida dos seus hospedeiros e a qualidade ambiental do habitat, devido à alta diversidade de espécies e diferentes estratégias utilizadas para completar seu ciclo de vida (Marcogliese 2005). As populações de parasitos podem aumentar ou diminuir ao enfrentar mudanças ambientais. Por exemplo, estressores ambientais como resíduos sólidos ou contaminantes industriais podem incrementar o número de parasitos em um determinado hospedeiro, devido a uma diminuição das defesas imunológicas e resistência a infecções dos hospedeiros (MacKenzie *et al.* 1995).

Existem diversas razões para considerar as espécies parasitas como bioindicadores de contaminação ambiental. Primeiro, existem mais espécies parasitas que de vida livre. Segundo, em espécies parasitas com ciclo de vida heteroxeno as diferentes fases de desenvolvimento têm amplos requerimentos, sendo necessário avaliar cada fase separadamente. Terceiro muitas espécies parasitas têm fases de vida livre delicadas, as quais são altamente sensíveis a mudanças ambientais (MacKenzie 1999).

Uma redução nos níveis de infecção serve para alertar mudanças no ambiente. Inversamente, algumas espécies parasitas são altamente resistentes a mudanças ambientais e respondem aumentando seus níveis de infecção, como o caso das espécies ectoparasitas, e outros tendem a diminuir, como o caso das espécies endoparasitas (MacKenzie 1999).

As espécies endoparasitas podem ser afetadas direta ou indiretamente por poluentes. Diretamente por fases de transmissão de vida livre ou formas adultas no trato alimentar que entram em contato direto com o poluente. Ou indiretamente através de efeitos adversos do poluente nos hospedeiros envolvidos no ciclo de vida da espécie parasita. As espécies ectoparasitas estão em constante contato direto com o ambiente externo e ao longo da sua evolução têm adotado flexibilidade e resistência a certas mudanças naturais. Conseqüentemente, muitas espécies ectoparasitas têm demonstrado que são mais tolerantes que seus hospedeiros a certos tipos de mudanças ambientais (MacKenzie 1999).

As espécies de Monogenoidea são consideradas como ótimos bioindicadores de contaminação ambiental (MacKenzie *et al.* 1995; Marcogliese 2005) por causa de sua resposta numérica previsível para a maioria das variáveis de qualidade de água (Khan e Thulin 1991). Sua ocorrência ou abundância podem descrever situações ambientais (Palm e Ruckert 2009). Os monogenóideos tendem a aumentar o número de indivíduos quando são submetidos concentrações baixas ou médias de poluentes, mas diminuem ou desaparecem em altas concentrações (Marcogliese *et al.* 1998).

Neste trabalho as quatro espécies de monogenóideos identificadas como bioindicadores característicos podem ser utilizadas para alertar mudanças ambientais nos lagos de várzea estudados.

As espécies de Digenea são consideradas como boas bioindicadoras, devido à estrita especificidade pelo primeiro hospedeiro intermediário (molusco) (MacKenzie *et al.* 1995). A especificidade é menos restrita para o segundo hospedeiro intermediário e

pode ser ainda menos restrita para o hospedeiro definitivo. Consequentemente a presença destes parasitas indica a presença de todos os outros organismos que formam parte do ciclo de vida (MacKenzie *et al.* 1995).

Neste trabalho, o digenético *C. marginatum* foi considerado como um bioindicador característico dos lagos de várzea estudados, não só pelos resultados nas análises do IndVal, mas também porque apresentou os critérios fundamentais propostos por MacKenzie, (1999) para ser considerado como um bom bioindicador. Assim, *C. marginatum*: ocorre comumente em *S. altispinis*; é facilmente identificada e não confundida com alguma outra espécie; seu ciclo de vida é heteroxeno, são conhecidos seus hospedeiros intermediários e definitivos; a fase larval de miracídio é vulnerável a mudanças ambientais.

5. Conclusões

A baixa diversidade de espécies endoparasitas e a maior proporção de ectoparasitas na composição da fauna de metazoários parasitas de *S. altispinis* pode indicar que os lagos de várzea estudados estão sendo afetados por algum ou alguns fatores, que podem ser atribuídos à alta ação antropogênica nos lagos. Estudos posteriores com *S. altispinis* em ambientes menos influenciados por atividades antropogênicas serão necessários para avaliar a possível variabilidade dos parâmetros e assim, explorar melhor a possibilidade de usar a fauna parasitaria deste peixe como um bioindicador das condições ambientais.

6. Bibliográfica citada

- Abelha, M.C.F.; Agostinho, A.A.; Goulart, E. 2008. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 23:425-434.
- Agosta, S.J.; Janz, N.; Brooks, D.R. 2010. How specialists can be generalists: resolving the "parasite paradox" and implications for emerging infectious disease. *Zoologia* 27:151-162.
- Agostinho, Â.A.; Thomaz, S.M.; Gomes, L.C. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, 1:70-78.
- Altizer, S.M.; Augustine, D.J. 1997. Interactions between frequency-dependent and vertical transmission in host-parasite systems. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 807-814.
- Alves, D.R.; Luque, J.L. 2006. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos de cinco espécies de escombrídeos (Perciformes: Scombridae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 15:167-181.

- Amato, J.F.R.; Boeger, W.A.; Amato, S. B. 1991. *Protocolos para laboratório coleta e processamento de parasitas do pescado*. Imprensa Universitária, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 81 p.
- Amundsen, P.A.; Bøhn, T.; Popova, O. A.; Staldvik, F.J.; Reshetnikov, Y.S.; Kashulin, N.A.; Lukin, A.A. 2003. Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild. *Hydrobiologia*, 497:109-119.
- Araujo-Lima, C.; Goulding, M. 1997. *So fruitful a fish: Ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui*. Columbia University Press.
- Ayres, M.; Ayres Jr. Ayres, D.L.; Santos, A.D. 2007. BioEstat 5.0. *Imprensa Oficial do Estado do Pará*, 323. BIOESTAT
- Barros, L.A.; Moraes Filho, J.; de Oliveira, R.L. 2006. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 13: 55-57
- Bell, G.; Burt, A. 1991. The comparative biology of parasite species diversity: internal helminths of freshwater fish. *The Journal of Animal Ecology*, 1047-1064.
- Bellay, S.; Oliveira, E.F.; Almeida-Neto, M.; Lima Junior, D.P.; Takemoto, R.M.; Luque, J.L. (2013). Developmental stages of parasites influences the structure of fish-parasite networks. *PLoS ONE*, 8: 1-6.
- Benz, G.W.; Bullard, S.A. 2004. Metazoan parasites and associates of chondrichthyans with emphasis on taxa harmful to captive hosts. *The Elamobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays, and their Relatives*. Ohio Biological Survey, Columbus, OH, 416:325-416.
- Berger, W.H.; Parker, F.L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168:1345-1347.
- Bilong Bilong, C.F.; Njine, T. 1998. Dynamics of three populations of Monogeneans parasites of *Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 in Lake City of Youndé and possible interest in intensive fish farming. *Annales de la Faculté des Sciences*, 34: 295-303.
- Boeger, W.A.; Kritsky, D.C. 1988. Neotropical Monogenea. 12. Dactylogyridae from *Serrasalmus nattereri* (Cypriniformes, Serrasalminidae) and aspects of their morphologic variation and distribution in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 55:188-213.
- Boeger, W.A.; Thatcher, V.E. 1988. *Rhinergasilus piranhus* gen. et sp. n. (Copepoda, Poecilostomatoida, Ergasilidae) from the Nasal Cavities of Piranha Caju,

- Sermsalmus nattereri*, in the Central Amazon. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 55:87-90).
- Boeger, W.A.; Vianna, R.T.; Thatcher, V. E. 2006. Monogenoidea. *Amazon fish parasites*. Sofia: Pensoft Publishers, 42-116.
- Braga, M. P.; Araújo, S. B.; Boeger, W. A. 2014. Patterns of interaction between Neotropical freshwater fishes and their gill Monogenoidea (Platyhelminthes). *Parasitology research*, 113:481-490.
- Brusca, R.C.; Wilson, G.D. 1991. A phylogenetic analysis of the Isopoda with some classificatory recommendations. *Memoirs of the Queensland Museum*, 31:143-204.
- Buckup, P.A.; Menezes, N.A. 2003. Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil. URL: <http://www.mnrj.ufrrj.br/catalogo>
- Bush, A.O.; Holmes, J.C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, 64:142-152.
- Bush, A.O.; Aho, J.M.; Kennedy, C.R. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology*, 4:1-20.
- Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M.; Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 575-583.
- Caira, J.N.; Jensen, K.; Holsinger, K.E. 2003. On a new index of host specificity. *Taxonomy, ecology, and evolution of metazoan parasites*, 1:161-201.
- Cao, Y.D.; Williams, D.D.; Williams, N.E. 1998. How important are rare species in aquatic community ecology and bioassessment? *Limnology and Oceanography*, 43: 1403-1409.
- Cárdenas, M.Q.; Fernandes, B.M.M.; Justo, M.C.N.; Santos, A.L.; Cohen, S. 2012. Helminth parasites of *Ctenosciaena gracilicirrhus* (Metzelaar, 1919)(Perciformes: Scianidae) from the coast of Angra dos Reis, Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Mexicana de biodiversida*, 83: 31-35.
- Carvalho, L.N.; Arruda, R.; Del-Claro, K. 2004. Host-parasite interactions between the piranha *P. nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2: 93-98.
- Case, T.J.; Cody, M.L. 1987. Testing theories of island biogeography. *American Scientist*, 75:402-411.

- Castelo, F.P. 1984. Ocorrência de *Clinostomum marginatum* Rudolphi, 1819" Yellow-Spot Disease" em filé de jaraqui (*Semaprochilodus insignis* (Jardine, 1841). *Acta amazonica*, 14: 325-326.
- Choudhury, A.; Dick, T.A. 2000. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. *Journal of Biogeography*, 27:935-956.
- Claro Jr, L.H. 2003. *A influência da floresta alagada na estrutura trófica de comunidades de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central*. Tesis de mestrado. INPA-UFAM, Manaus, 61 p.
- Cohen, S.; Justo, M.; Kohn, A. 2013. South American Monogeneoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles. Oficina de Livros, Rio de Janeiro, Brasil. 663 p.
- Cribb, T. H.; Bray, R.A.; Littlewood, D.T.J. 2001. The nature and evolution of the association among digeneans, molluscs and fishes. *International journal for parasitology*, 31: 997-1011.
- Cribb, T.H.; Chisholm, L.A.; Bray, R.A. 2002. Diversity in the Monogenea and Digenea: does lifestyle matter?. *International Journal for Parasitology*, 32: 321-328.
- Cussac, E.V.; Ruzzante, D.; Nalde, S.; Macchi, P.J.; Ojeda, V.; Alonso, M.F.; Denegri, M.A. 2002. Body shape variation of three species of Percichthys in relation to their coexistence in the Limay River basin, in northern Patagonia. *Environmental Biology of Fishes*, 65: 37-45.
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia Geral*. Vozes, São Paulo. 472 p.
- Diamant, A.; Banet, A.; Paperna, I.; Westernhagen, H.V.; Broeg, K.; Krüner, G.; Zander, S. 1999. The use of fish metabolic, pathological and parasitological indices in pollution monitoring. *Helgoland Marine Research*, 53: 195-208.
- Dobson, A.P.; Pacala, S.V.; Roughgarden, J.D.; Carper, E.R.; Harris, E.A. 1992. The parasites of Anolis lizards in the northern Lesser Antilles. *Oecologia*, 91, 110-117.
- Dogiel, V.A. 1961. Ecology of the parasites of freshwater fishes. *Parasitology of fishes*, 1-47.
- Dufrene, M.; Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, 67:345-366.
- Dumbo, J.C. 2014. *Espécies de metazoários parasitos de Acestrorhynchus falcirostris* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Acestrorhynchidae) de lagos de várzea da Amazônia Central. Tese de Mestrado, INPA, Manaus. 150 p.

- Dzikowski, R.; Paperna, I.; Diamant, A. 2003. Use of fish parasite species richness indices in analyzing anthropogenically impacted coastal marine ecosystems. *Helgoland Marine Research*, 57: 220-225.
- Eiras, J.C.; Takemoto R.M.; Pavanelli G.C. 2006. *Métodos de estudos e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª Ed., Eduem, Maringá. 199 p.
- Eissa, G.; Laila, Z.; El-Deen, N. 2011. Field Studies Encysted Metacercariae infested Natural Male Tilapias and Monosex Tilapias in Kafr El-Sheikh Governorate Fish Farms. *Life Science Journal-Acta Zhengzhou University Overseas Edition*, 8: 7-12.
- Fischer, C.; Malta, J.C.D.O.; Varella, A.M.B. 2003. The fauna of parasites of the tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)(Characiformes: Characidae) from middle Solimões River and lower Amazonas River and their potential as biological indicators. *Acta Amazonica*, 33: 651-662.
- Funk, S.M.; Fiorello, C.V., Cleaveland, S.; Gompper, M.E. 2001. *The role of disease in carnivore ecology and conservation*. *Carnivore conservation*. University Press, Cambridge 446 p.
- Galli, P.; Crosa, G.; Mariniello, L.; Ortis, M.; D'amelio, S. 2001. Water quality as a determinant of the composition of fish parasite communities. *Hydrobiologia*, 452: 173-179.
- Gaston, K.J.; Blackburn, T.M.; Lawton, J.H. 1997. Interspecific abundance–range size relationships: an appraisal of mechanisms. *Journal of Animal Ecology*, 66:579–601.
- Goulding, M.; Barthem, R.; Ferreira, E. 2003. *The Smithsonian atlas of the Amazon*. Princeton Editorial Associate, Inc Hong Kong. 253 p.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4.
- Hine, P.M.; Kennedy, C.R. 1974. Observations on the distribution, specificity and pathogenicity of the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis* (Müller). *Journal of Fish Biology*, 6: 521-535.
- Jégu, M. 2003. Subfamily Serrasalminae (pacus and piranhas). p.182-196. In: Reis R.E; Kullander S.O; Ferraris C.J. (Eds.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, 106:110-127.

- Kadlec, D.; Šimková, A.; Jarkovský, J.; Gelnar, M. 2003. Parasite communities of freshwater fish under flood conditions. *Parasitology Research*, 89: 272-283.
- Kennedy, C.R. 1990. Helminth communities in freshwater fish: structured communities or stochastic assemblages?. In *Parasite communities: Patterns and processes*, Springer Netherlands, 131-156.
- Khan, R.A.; Thulin, J. 1991. Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advance in Parasitology*, 30: 201-238.
- Kleinertz, S.; Palm, H.W. 2015. Parasites of the grouper fish *Epinephelus coioides* (Serranidae) as potential environmental indicators in Indonesian coastal ecosystems. *Journal of helminthology*, 89: 86-99.
- Kleinertz, S.; Damriyasa, M.; Hagen, W.; Theisen, S.; Palm, H.W. 2014. An environmental assessment of the parasite fauna of the reef-associated grouper *Epinephelus areolatus* from Indonesian waters. *Journal of helminthology*, 88: 50-63.
- Klimpel, S.; Palm, H.W.; Rückert, S.; Piatkowski, U. 2004. The life cycle of *Anisakis simplex* in the Norwegian Deep (northern North Sea). *Parasitology research*, 94: 1-9.
- Kohn, A.; Cohen, S.C. 1998. South American Monogenea. List of species, hosts and geographical distribution. *International Journal for Parasitology*, 28: 1517-1554.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. 2nd ed. Harper & Row, New York. 624 p.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*, 2nd ed. Addison-Wesley Educational. New York. 620 p.
- Kremen, C.; Merenlander, A.M.; Murphy, D.D. 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conservation Biology*, 8: 388-397.
- Kritsky, D.C.; Boeger, W.A.; Jégu, M. 1997. Neotropical Monogenoidea. 30. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of Piranha and Their Relatives (Teleostei, Serrasalminidae) from Brazil: Species of *Calpidothecium* gen. n., *Calpidothecioides* gen. n., *Odothecium* gen. n., and *Notothecioides* gen. n. *Journal-Helminthological Society Washington*, 64: 208-218.
- Kritsky, D.C.; Boeger, W.A.; Thatcher, V.E. 1988. Neotropical monogenea. II: *Rhinoxenus*, new genus (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) with descriptions of three new species from the nasal cavities of Amazonian Characoidea. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 101: 87-94.

- Lacerda, A.C.F.; Takemoto, R.M.; Lizama, M.; Pavanelli, G.C. 2008. Copépodes parasitos de fossas nasais de cinco espécies de peixes (Characiformes) da planície de inundação do alto rio Paraná, Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 29: 429-435.
- Lafferty, K. D. 1997. Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment?. *Parasitology Today*, 13: 251-255
- Lafferty, K.D. 2012. Biodiversity loss decreases parasite diversity: theory and patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367: 2814-2827.
- Lafferty, K.D.; Morris, A.K. 1996. Altered behavior of parasitized killifish increases susceptibility to predation by bird final hosts. *Ecology*, 77: 1390-1397.
- Lafferty, K.D.; Shaw, J.C. 2013. Comparing mechanisms of host manipulation across host and parasite taxa. *Journal of Experimental Biology*, 216: 56-66.
- Lagrange, C.; Kelly, D.W.; Hicks, A.; Poulin, R. 2011. Factors influencing infection patterns of trophically transmitted parasites among a fish community: host diet, host-parasite compatibility or both? *Journal of fish biology*, 79: 466-48.
- Landsberg, J.H.; Blakesley, B.A.; Reese, R.O.; McRae, G.; Forstchen, P.R. 1998. Parasites of fish as indicators of environmental stress. *Environmental Monitoring and Assessment*, 51: 211-232.
- Le Cren, E.D. 1996. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Lewinsohn, T.; Prado, P.I. 2002. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. Editora Contexto, São Paulo, 176 p.
- Lo, C.M.; Morand, S.; Galzin, R. 1998. Parasite diversity/host age and size relationship in three coral reef-fishes from French Polynesia. *International Journal for Parasitology*, 28: 1695-1708.
- Ludwig, J.A.; Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology: a primer in methods and computing (Vol. 1)*. John Wiley & Sons, New York, 299 p.
- Luque, J.L.; Chaves, N.D. 1999. Ecologia da comunidade de metazoários parasitos da anchova *Pomatomus saltator* (Linnaeus) (Osteichthyes, Pomatomidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 711-723.
- Luque, J.L.; Poulin, R. 2004. Use of fish as intermediate hosts by helminth parasites: a comparative analysis. *Acta Parasitologica*, 49: 353-361.

- Luque, J.L.; Mouillot, D.; Poulin, R. 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*, 128:671-682.
- Mackenzie, K. 1999. Parasites as pollution indicators in marine ecosystems: a proposed early warning system. *Marine Pollution Bulletin*, 38:955-959.
- MacKenzie, K.; Williams, H.H.; Williams, B.; McVicar, A.H.; Siddall, R. 1995. Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in parasitology*, 35: 85-144.
- Madi, R.R. 2005. *Utilização dos helmintos parasitos de Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824) (Cichlidae; Perciformes) como indicadores ambientais*. Tese de Doutorado, Universidade estadual de Campinas, SP. 205 p.
- Magurran, A.E. 2005. Species abundance distributions: pattern or process? *Functional Ecology*, 19: 177-181.
- Malta, J.C.O. 1981. *Os crustáceos Branchiura e suas interações com os peixes do lago Janauacá, AM-Brasil (Crustacea: Argulidae)*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Universidade do Amazonas, Manaus. 88 p.
- Malta, J.C.O. 1982. Os argulídeos (Crustacea: branchiura) da Amazonia Brasileira. Aspectos da ecologia de *Dolops discoidalis*. Bouvier, 1899 e *Dolops bidentata* Bouvier, 1899. Parte de tese. *Acta Amazonica*, 12: 521-528
- Malta, J.C.O. 1984. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (Lago Janauacá, rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amazonica*, 14: 355-372.
- Malta, J.C.O. (1993a) *Brasergasilus guaporensis* sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Leporinus fasciatus* (Bloch, 1890) (Characiformes: Anostomidae) da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 23: 441-447.
- Malta, J.C.O. 1993b. *Miracetyma piraya* sp. n.. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *P. nattereri* (Kner, 1860) (Characiformes: Serrasalminidae) da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 23: 261-269.
- Malta, J.C.O. 1994. *Pindapixara tarira* g. et sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae) da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 24: 153-144
- Malta J.C.O.; Varella A.M. 1996. *Ergasilus turucuyus* sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794) e *A. falcistrostris* (Cuvier,

- 1819) (Characiformes: Characidae) da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 26: 69–76.
- Malta, J.CO.; Varella, A.M.B. 2000. *Argulus chicomendesi* sp. n. (Crustacea: Argulidae) parasita de peixes da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 30: 481-498.
- Marcogliese, D.J. 1995. The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. *Reviews in fish Biology and fisheries*, 5: 336-371.
- Marcogliese, D.J.; Nagler, J.J.; Cyr, D.G. 1998. Effects of exposure to contaminated sediments on the parasites fauna of American plaice (*Hipoglossoides platessoides*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 61: 88-95.
- Marcogliese, D.J. 2002. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, 124: 83-99.
- Marcogliese, D.J. 2003. Food webs and biodiversity: are parasites the missing link. *Journal of Parasitology*, 89: 106-113.
- Marcogliese, D.J. 2004. Parasites: small players with crucial roles in the ecological theater. *EcoHealth*, 1: 151-164.
- Marcogliese, D.J. 2005a. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health?. *International journal for parasitology*, 35: 705-716.
- Marcogliese, D.J. 2005b. Transmission of marine parasites. *Marine parasitology*, 280-286.
- McGeoch, M.A.; Van Rensburg, B.J.; Botes, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39: 661-672.
- Merckx, A.; Jégu, M.; Mendes Dos Santos, G. 2000. Une nouvelle espèce de *Serrasalmus* (Teleostei: Characidae: Serrasalminae), *S. altispinis* n. sp., décrite du rio Uatumã (Amazonas, Brésil) avec une description complémentaire de *S. rhombeus* (Linnaeus, 1766) du plateau Guyanais. *Cybium*, 24: 181-201.
- Minchella, D. J.; Scott, M.E. 1991. Parasitism: a cryptic determinant of animal community structure. *Trends in Ecology & Evolution*, 6: 250-254.
- Møller, A.P. 1987. Intraspecific nest parasitism and anti-parasite behaviour in swallows, *Hirundo rustica*. *Animal Behaviour*, 35: 247-254.
- Morais, A.M.; Varella, A.M.; Fernandes, B.M.M.; Fernandes, B.M.; Malta, J.C. 2011. *Clinostomum marginatum* (Braun, 1899) and *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) metacercariae with zoonotic potencial on *P. nattereri* (Kner, 1858)

- (Characiformes: Serrasalmidae) from central Amazon, Brazil. *Neotropical Helminthology*, 5: 8-15.
- Morais, A.M. 2011. *Biodiversidade de parasitos da piranha vermelha *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes; Serrasalmidae) e sua avaliação como bioindicadores na Amazônia Central*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 234 p.
- Morand, S.; Harvey, P.H. 2000. Mammalian metabolism, longevity and parasite species richness. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 267: 1999-2003.
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*. Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic, 473 p.
- Moravec, F.; Santos, C.P.; 2009. *Dracunculus brasiliensis* sp. n. (Nematoda: Dracunculidae) from the anaconda, *Eunectes murinus* (Ophidia: Boidae). *Parasitology Research*, 104: 589-592.
- Moravec, F.; Thatcher, V.E. 1997. *Procamallanus* (*Denticamallanus* subgen. n.) *dentatus* n. sp. (Nematoda: Camallanidae) from the characid fish, *Bryconops alburnoides*, in the Brazilian Amazon. *Parasite*, 4: 239-243.
- Moravec, F.; Urawa, S.; Coria, C.O. 1997. *Hysterothylacium patagonense* n. sp. (Nematoda: Anisakidae) from freshwater fishes in Patagonia, Argentina, with a key to the species of *Hysterothylacium* in American freshwater fishes. *Systematic Parasitology*, 36: 31-38.
- Morey, G.A.M., Moreira, A.D.C.; Malta, J.C.O. 2015. As espécies de Copepoda (Crustacea: Ergasilidae) parasitas dos filamentos branquiais de *Potamorhina latior* (Spix & Agassiz, 1829) (Characiformes: Curimatidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Folia Amazónica*, 24: 103-108.
- Mouritsen, K.N.; Poulin, R. 2002. Parasitism, community structure and biodiversity in intertidal ecosystems. *Parasitology*, 124: 101-117.
- Neubert, K.; Yulianto, I.; Kleinertz, S.; Theisen, S.; Wiryawan, B.; Palm, H.W. 2016. Parasite fauna of white-streaked grouper, *Epinephelus ongus* (Bloch, 1790) (Epinephelidae) from Karimunjawa, Indonesia. *Parasitology Open*, 2: 1-10.
- Noble, E.R.; Noble, G.A. 1961. Parasitology. The Biology of Animal Parasites. *Parasitology. The Biology of Animal Parasites*. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 644 p.

- Oliveira, M.M.D. 2007. A mobilidade humana na tríplice fronteira: Peru–Colômbia–Brasil e seus reflexos na cidade de Manaus-AM. *Estudos Avançado*, 183-196.
- Olsen, O.W. 1886. *Parasitologia Animal*. II. Platelmintos, acantocéfalos y nematelmintos. O. Wilford Publication: Editorial Aedos, Barcelona. 284 p.
- Overstreet, R.M. 1997. Parasitological data as monitors of environmental health. *Parassitologia*, 39: 169-175.
- Overstreet, R.M. 2003. Flavor Buds And Other Delights. *Journal of Parasitology*, 89(6), 1093-1107.
- Osborn, H. L. (1911). On the distribution and mode of occurrence in the United States and Canada of *Clinostomum marginatum*, a trematode parasitic in fish, frogs and birds. *Biological Bulletin*, 20: 350-366.
- Palm, H.W. 2011. Fish parasites as biological indicators in a changing world: can we monitor environmental impact and climate change?. *Progress in Parasitology*, 5: 223-250
- Palm, H.W.; Dobberstein, R.C. 1999. Occurrence of trichodinid ciliates (Peritricha: Urceolariidae) in the Kiel Fjord, Baltic Sea, and its possible use as a biological indicator. *Parasitology Research*, 85: 726-732.
- Palm, H.W.; Rueckert, S. 2009. A new approach to visualize ecosystem health by using parasites. *Parasitology Research*, 105: 539-553.
- Palm, H.W.; Kleinertz, S.; Rueckert, S. 2011. Parasite diversity as an indicator of environmental change? An example from tropical grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) mariculture in Indonesia. *Parasitology*, 138: 1793-1803.
- Palm, H.W.; Poynton, S.L.; Rutledge, P. 1998. Surface ultrastructure of plerocercoids of *Bombycirhynchus sphyraenaicum* (Pintner, 1930) (Cestoda: Trypanorhyncha). *Parasitology research*, 84: 195-204.
- Paperna, I. 1996. Parasites, infections and diseases of fishes in Africa. An update CIFA Technical paper No. 31 Rome, FAO, 220 p.
- Paperna, I.; Dzikowski, R. 2006. Digenea (*Phylum Platyhelminthes*). p. 345-390. In: Fish Diseases and Disorders, P.T.K. Woo (Eds.). 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K., Vol. 1.
- Paredio H.S. 2014. *A fauna parasitária de Cichla monoculus (Spix & Agassiz, 1831) (Perciformes: Cichlidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil*. Tese de Mestrado, INPA, Manaus. 65 p.

- Pavanelli, G.C.; Eiras, J.D.C.; Takemoto, R.M. 2002. *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 1ª ed. Eduem, Maringá, 169 p.
- Pavanelli, G.C.; Machado, M.H.; Takemoto, R.M.; Vazzoler, A.E.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. 1997. Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. *A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 307-329.
- Pérez-del-Olmo, A.; Morand, S.; Raga, J.A.; Kostadinova, A. 2011. Abundance–variance and abundance–occupancy relationships in a marine host–parasite system: the importance of taxonomy and ecology of transmission. *International journal for parasitology*, 41: 1361-1370.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecology diversity*. J. Wiley and Sons, New York, 165 p.
- Poulin, R. 1999. The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels?. *International journal for parasitology*, 29: 903-914.
- Poulin, R. 2007. Are there general laws in parasite ecology? *Parasitology*, 134: 763-776.
- Poulin, R.; Cribb, T.H. 2002. Trematode life cycles: short is sweet?. *Trends in parasitology*, 18: 176-183.
- Poulin, R.; Leung, T.L.F. 2011. Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia*, 166: 731-738.
- Poulin, R.; Morand, S. 2014. *Parasite biodiversity*. Smithsonian Institution, Washington DC, 376 p.
- Poulin, R.; Rohde, K. 1997. Comparing the richness of metazoan ectoparasite communities of marine fishes: controlling for host phylogeny. *Oecologia*, 110: 278-283.
- Price, P.W. 1974. Strategies for egg production. *Evolution*, 76-84.
- Price, P.W. 1987. Evolution in parasite communities. *International Journal for Parasitology*, 17: 209-214.
- Rabinovich, J.E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. In *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. CECSA, México, 313 p.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, C.J. 2003. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre, 729 p.
- Robertson, B.A.; Thatcher, V. 1982. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon. 3. *Ergasilus jaraquensis* n. sp.(Copepoda, Cyclopoida) from

- the gills of '*Semaprochilodus insignis*(Jardine, 1841). *Revista Brasileira de Biologia*, 515 – 519.
- Rohde, K. 2005. *Marine Parasitology*. Austrália: CSIRO publishing, Collingwood. Victoria CABI. 592 p.
- Rohde, K.; Hayward, C.;Heap, M. 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International journal for parasitology*, 25: 945-970.
- Rouf, A.J.M. 2010. A Monograph, Kenyir Lake: Ecology of Perihpytic Algae. Penerbit UMT. Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu. 141 p.
- Rückert, S.; Klimpel, S.; Al-Quraishy, S.; Mehlhorn, H.; Palm, H.W. 2009. Transmission of fish parasites into grouper mariculture (Serranidae: Epinephelus coioides (Hamilton, 1822)) in Lampung Bay, Indonesia. *Parasitology Research*, 104: 523-532.
- Saad-Fares, A.; Combes, C. 1992. Abundance/host size relationship in a fish trematode community. *Journal of Helminthology*, 666: 187-192.
- Seppälä, O.; Karvonen, A.; Valtonen, E.T. 2004. Parasite-induced change in host behaviour and susceptibility to predation in an eye fluke–fish interaction. *Animal Behaviour*, 68: 257-263.
- Serra-Freire, N.M. 2002. *Planejamento e análise de pesquisas parasitológicas*. Editora da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 199 p.
- Sures, B.; Reimann, N. 2003. Analysis of trace metals in the Antarctic host-parasite system *Notothenia coriiceps* and *Aspersentis megarhynchus* (Acanthocephala) caught at King George Island, South Shetland Islands. *Polar Biology*, 26: 680-686.
- Tavares-Dias, M.; Dias-Júnior, M.B.F.; Florentino, A.C.; Silva, L.M.A.; Cunha, A.C.D. 2015. Distribution pattern of crustacean ectoparasites of freshwater fish from Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 24: 136-147.
- Thatcher, V.E. 1981. Patologia de peixes da Amazonia brasileira, 1: Aspectos gerais. *Acta Amazonica*, 11: 125-140.
- Thatcher, V.E. 1993. *Anphira branchialis* gen. et sp. nov.(Crustacea, Isopoda, Cymothoidae) a gill cavity parasite of piranhas (*Serrasalmus* spp.) in the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 23: 297-307.

- Thatcher, V.E. 2006. Amazon Fish Parasites. In: Adis. J.; Arias, J.R.; Rueda-Delgado, G.; Wantzen, K.M. (Eds.). *Aquatic Biodiversity in Latin America*: 2nd edition, Pensoft Publishers, Praga. 508 p.
- Thatcher, V.E.; Paredes, V. 1985. A parasitic copepod, *Perulernaea gamitanae* gen. et sp. nov.(Cyclopoida: Lernaeyidae), from the nasal fossae of a Peruvian Amazon food fish. *Amazoniana*, 9: 169-175.
- Thatcher, V.E.; Boeger, W.A. 1984. The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon. 5. *Brasergasilus oranus* n. sp. (Copepoda: Cyclopidea) from *Anodus elongatus* Spix. *Revista Brasileira de Biologia*, 44: 395-401.
- Thatcher, V.E. 1993. *Vanamea* gen, nov. for *Livoneca symmetrica* Van Name, 1925, (Crustacea, Isopoda, Cymothoidae) and a redescription of the species based on specimens from Brazilian piranhas. *Acta Amazonica*, 23: 287-296.
- Thul, J.E.; Forrester, D.J.; Abercrombie, C.L. 1985. Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic flyway. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 52: 297-310.
- Travassos, L.; Freitas, J.T.D.; Kohn, A. 1969. Trematódeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 67: 1-886.
- Van Rensburg, B.J.; McGeoch, M.A.; Chown, S.L.; Van Jaarsveld, A.S. 1999. Conservation of heterogeneity among dung beetles in the Maputaland Centre of Endemism, South Africa. *Biological Conservation*, 88: 145-153.
- Varella, A. 1994. *Gamidactylus bryconis* sp. n.(Copepoda, Poecilostomatoida, Vaigamidae) from the nasal fossae of fishes, *Brycon pellegrini*. Holly, 1929 e *B. melanopterus* (Cope, 1872) from the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 24: 145-152.
- Varella, A.M.B.; Malta, J.C.D.O. 2001. *Brasergasilus mamorensis* sp. n.(Copepoda: Ergasilidae) from the Nasal cavities of *Hydrolycus pectoralis* (Guenther, 1866)(Characiformes: Cynodontidae) from the Brazilian Amazon, and considerations about Abergasilinae. *Acta Amazonica*, 31: 323-323.
- Varella, A.; Malta, J.C.O. 1995. *Gamidactylus hopliis* sp. n.(Copepoda, Poecilostomatoida, Vaigamidae) from nasal fossae of *Hoplias maiabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) from the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 25: 281-288.
- Vidal-Martinez, V.M.; Pech, D.; Sures, B.;Purucker, S.T.;Poulin, R. 2010. Can parasites really reveal environmental impact?. *Trends in Parasitology*, 26: 44-51.

- Vital, J.F.; Varella, A.M.B.; Porto, D.B.;Malta, J.C.O. 2011. Sazonalidade da fauna de metazoários de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) no lago Piranha (Amazonas, Brasil) e a avaliação de seu potencial como indicadora da saúde do ambiente. *Biota Neotropical*, 11: 199-204.
- Von Zuben, C.J. 1997. Implications of spatial aggregation of parasites for the population dynamics in host-parasite interaction. *Revista de Saúde Pública*, 31: 523-530.
- Williams, H.H.; MacKenzie, K. 2003. Marine parasites as pollution indicators: an update. *Parasitology*, 126: 27-41.

Capítulo II

OS METAZOÁRIOS PARASITAS DE *Raphiodon vulpinus* SPIX & AGASSIZ, 1829 E SEU USO COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL.

Resumo

Neste capítulo é descrita a fauna parasitária de *Raphiodon vulpinus* capturados em lagos de várzea da Amazônia Central e seu uso como bioindicadora de qualidade ambiental. Das espécies parasitas indenticadas, foram adicionadas informações as descrições originais das espécies já descritas. Os lagos estudados foram: Baixio, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá e Maracá, localizados entre as cidades de Manaus e Coari na Amazônia Central, em um trecho de aproximadamente 400 km. Foram coletados e examinados 12 *R. vulpinus* com comprimento padrão em média de $26,5 \pm 6,2$ cm de e peso $129,5 \pm 60,9$ g. O fator de condição relativo (Kn) foi de $0,42 \pm 1,89$. Foram coletados e identificados 1963 parasitos pertencentes a três filos e seis grupos taxonômicos: Filo Platyhelminthes: Monogenoidea (1100) e Digenea (03), Filo Nematoda (289) e Filo Arthropoda: Copepoda (571). Os parasitas *Anisakis* sp, *Pseudoproleptus* sp e *Ergasilus* sp. n. são registrados pela primeira vez parasitando *R. vulpinus*. Foram registrado baixos valores no índice de Margalef e de Shannon indicando que os lagos estudados são ambientes de baixa diversidade. Em todos os lagos onde foram registradas as espécies parasitas de *R. vulpinus*, houve maior número de espécies ectoparasitas que endoparasitas. Isto conjuntamente com os baixos valores registrados nos índices ecológicos pode indicar algum efeito antropogênico nos lagos que pode estar afetando a biodiversidade nestes ambientes. Nenhuma das espécies parasitas encontradas em *R. vulpinus* foi considerada pelo método do Valor Indicador (IndVal) como uma espécie indicadora. Isto pode ser devido ao baixo número de indivíduos coletados, que podem estar sobrestimando a especificidade e ocorrência das espécies parasitas neste hospedeiro e nestes lagos de várzea.

Palavras – chave: descritores ecológicos, ectoparasitas, endoparasitas, índices parasitários, peixe-cachorro.

Abstract

In this chapter it was describe the parasitic fauna of *Raphiodon vulpinus* captured in Brazilian Central Amazonia floodplain lakes and its use as a bioindicator of environmental quality. Of the identified parasite species, additional informations to the original descriptions were added. The studied lakes were: Baixio, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá and Maracá, located between the cities of Manaus and Coari in Central Amazonia, in a stretch of approximately 400 km. Twelve (12) *R. vulpinus* with average standard length 26.5 ± 6.2 cm and weight 129.5 ± 60.9 g were collected and analized. The relative condition factor (Kn) was 0.42 ± 1.89 . A total of 1963 parasites belonging to three phyla and six taxonomic groups were identified: Phylum Platyhelminthes: Monogenoidea (1100) and Digenea (03), Phylum Nematoda (289) and Phylum Arthropoda: Copepoda (571). The parasites *Anisakis* sp, *Pseudoproleptus* sp and *Ergasilis* sp are for the first time registered parasitizing *R. vulpinus*. Low values were recorded in the Margalef and Shannon index indicating that the studied lakes are low diversity environments. In all the lakes where the parasite species of *R. vulpinus* were registered, there were more ectoparasites than endoparasites. This in conjunction with the low values recorded in the ecological indexes may indicate some anthropogenic effect in the lakes that may be affecting the biodiversity in these environments. None of the parasite species found in *R. vulpinus* was considered by the Indicator Value method (IndVal) as an indicator species. This, may be due to the low number of individuals collected that may be overestimating the specificity and occurrence of the parasite species in this host and in these floodplain lakes.

Key words: Biara, ecological descriptors, ectoparasites, endoparasites, parasitic indexes.

1. Introdução

O hospedeiro *Raphiodon vulpinus* Spix & Agassiz, 1829 e sua diversidade parasitária.

Rhaphiodon vulpinus Spix & Agassiz, 1829 pertence à família Cynodontidae, é uma espécie neotropical facilmente identificada pela boca oblíqua, grandes dentes caninos e nadadeiras peitorais relativamente compridas. Treze espécies são reconhecidas e estão agrupadas em duas subfamílias: Cynodontinae com os gêneros *Cynodon* Agassiz, 1829; *Hydrolycus* Cuvier, 1819; *Raphiodon* Spix & Agassiz, 1829. E, a Roestinae com os gêneros *Gilbertolus* (Steindachner, 1878), e *Roestes* (Kner, 1858) (Lucena e Menezes 1998).

Rhaphiodon vulpinus (Figura 1) tem o corpo muito alongado e hidrodinâmico, com altura contida de 4 a 6 vezes no comprimento padrão. A coloração do corpo é prateada uniforme e mais escura no dorso. As escamas são pequenas. A nadadeira dorsal situa-se na porção posterior do corpo, um pouco atrás da origem da anal. A nadadeira peitoral é longa, larga. A caudal apresenta raios medianos geralmente longos, em forma de filamento. A nadadeira anal tem entre 45-50 raios. A linha lateral possui de 120-150 escamas. Espécie de grande porte atinge 70 cm de comprimento padrão (Saint-Paul *et al.* 2000).

Rhaphiodon vulpinus ocorre nos paranás, lagos e rios de águas brancas, claras e pretas. Nos lagos, os adultos são capturados na área aberta e na floresta alagada. Os jovens são capturados na vegetação aquática (Saint-Paul *et al.* 2000). É um peixe pelágico, migrador, de hábito diurno, piscívoro, nada e caça em cardumes, preda sua presa engolindo-a inteira. Alimenta-se quase exclusivamente de peixes e os jovens de invertebrados (Pouilly *et al.* 2004). As espécies parasitas registradas para *R. vulpinus* provenientes de diferentes localidades são apresentadas na tabela 1.

Tabela 16. Espécies parasitas citadas para *Raphiodon vulpinus*. M = Monogenoidea, C = Cestoda, D = Digenea, A = Acantocéfala, N = Nematoda, P = Pentastomida, CP = Copepoda, B = Branchiura, fi = Fase imatura

Espécies parasitas	Grupo	Local	Referência
<i>Notozothecium lamotheargumedoi</i> Cohen e Kohn, 2008	M	Rio Paraná, Brasil	Cohen e Kohn, 2008
Monogenea gen. sp.	M	Rio Paraná, Brasil	Kohn <i>et al.</i> , 2011
<i>Choanoscolex absicisus</i> (Riggenbach, 1985)	C	Salobra, Mato Grosso, Brasil.	Rego <i>et al.</i> , 1999
<i>Annakohniella travassosi</i> Fernandes, Cohen, Mendonça e Justo, 2013	D	Capivara River, Tocantins, Brasil	Fernandes <i>et al.</i> , 2013
<i>Saccocoelioides nanii</i> Szidat, 1954.	D	Rio Paraná, Brasil	Kohn <i>et al.</i> , 2011
<i>Quadrigyrus</i> sp.	A	Rio Paraná, Brasil	Karling <i>et al.</i> , 2013
<i>Eustrongylides ignotus</i> Jägerskiöld, 1909	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993
<i>Contracaecum</i> sp. 1 Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993.	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993
<i>Contracaecum</i> sp. 2 Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993.	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993 Karling <i>et al.</i> , 2013
<i>Hysterothylacium</i> sp	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993
<i>Goezia</i> sp.	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993
<i>Guyanema raphiodini</i> Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993	N	Rio Paraná, Brasil	Moraveck, Kohn e Fernandes, 1993
<i>Cucullanus</i> sp.	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Kohn <i>et al.</i> , 2011
<i>Rondonia rondoni</i> Travassos, 1920.	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Kohn <i>et al.</i> , 2011
Nematoda sp. 1	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Karling <i>et al.</i> , 2013
Nematoda sp. 2	N(fi)	Rio Paraná, Brasil	Karling <i>et al.</i> , 2013
<i>Sebekia</i> sp.	P	Brasil	Eiras <i>et al.</i> , 2010
<i>Miracetyma kawa</i> Malta, 1993	CP	Rondônia, Brasil	Malta, 1993
<i>Argulus multicolor</i> Stekhoven, 1937	B	Lago Januacá, Brasil	Malta, 1984
<i>Dolops carvalhoi</i> Lemos de Castro, 1949	B	Lago Januacá, Brasil	Malta, 1984



Figura 126. Vista lateral de *Raphiodon vulpinus* Spix & Agassiz, 1829 coletado em lagos de várzea do rio Solimões da Amazônia, Brasil.

2. Materiais e métodos

Os materiais e os métodos utilizados são os mesmos que os utilizados no capítulo I do presente trabalho.

3. Resultados

3.1. Metazoários parasitas do *Rhaphiodon vulpinus*

Foram coletados e examinados 12 *R. vulpinus* capturadas em seis lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira. Os peixes mediam em média $26,5 \pm 6,2$ cm de comprimento padrão e pesavam $129,5 \pm 60,9$ g de peso total. O fator de condição relativo (K_n) foi de $0,42 \pm 1,89$. Foram coletados e identificados 1.963 parasitos pertencentes a três filos e seis grupos taxonômicos: Filo Platyhelminthes (Monogenoidea e Trematoda), Filo Nematoda e Filo Arthropoda (Copepoda).

Monogenoidea

Foram coletados 1.100 espécimes da subclasse Monogenoidea correspondentes a duas espécies incluídas em dois gêneros: *Notozothecium lamotheargumodoi* Cohen e Kohn 2008 parasitando as brânquias e 10 *Rhinoxenus piranhus* Kritsky, Boeger e Thatcher, 1988 parasitando as narinas.

As medidas das espécies de Monogenoidea encontradas nesse trabalho relacionadas com as dimensões corporais e estruturas esclerotizadas são semelhantes às de Cohen e Kohn 2008 e Kritsky *et al.* (1988).

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Subclasse Monogenoidea Bychowsky, 1937

Ordem Dactylogiridea Bychowsky, 1937

Família Dactylogiridae Bychowsky, 1933

Subfamília Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Gênero *Notozothecium* Boeger & Kritsky, 1988

Notozothecium lamotheargumedi Cohen & Kohn, 2008

Mil e noventa (1.090) indivíduos foram registrados parasitando as brânquias do hospedeiro. O caráter dominante da espécie é determinado pela presença de uma projeção anteromedial na barra ventral, um complexo copulatório com um cirrus em espiral à esquerda, uma peça acessória com processo proximal e a vagina em posição dextrodorsal. A complexo copulatório tem forma de “gatilho” (Figura 2). Material depositado: INPA 643

Comentários:

Notozothecium lamotheargumedi foi registrada pela primeira vez em *R. vulpinus* capturados no rio Paraná no Brasil (Cohen e Kohn 2008). Assemelha-se a *N. janauachensis* pela ausência da placa flabelada terminal na peça acessória, mas diferem pela forma das barras, complexo copulatório e pelo tamanho das âncoras ventrais e dorsais que são menores em *N. lamotheargumedi*. As medidas encontradas nesse trabalho relacionadas com as dimensões corporais e estruturas esclerotizadas são semelhantes às de Cohen e Kohn (2008) (Tabela 2).



Figura 127. *Notozothecium lamotheargumedi* Cohen & Kohn, 2008. A. vista ventral do corpo. cc = complexo copulatório, h = haptor; B. complexo copulatório. ci = cirrus, pa = peça acessória; C. Haptor. bv = barra ventral com projeção anteromedial.

Rhinoxenus piranhus Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988 (Figura 3).

Dez indivíduos foram registrados parasitando as narinas de *R. vulpinus*. *Rhinoxenus piranhus* é específico de narinas e as características morfológicas e estruturais estão de acordo com a espécie descrita por Kritsky *et al.* (1988). Segundo esses autores as modificações do háptor em *R. piranhus* assim como nas outras espécies do gênero, aparentemente estão relacionados com as necessidades de fixação na superfície das narinas. Material depositado: INPA 644

Comentários:

Rhinoxenus piranhus foi registrado em três países diferentes só em hospedeiros da família Serrasalmidae. No Brasil em *Pygocentrus nattereri* autor, ano e *Serrasalmus altuvei* autor, ano (Kritsky, *et al.* 1988; Vital *et al.* 2011 e Morais *et al.* 2012). Na Guiana Francesa em *P. nattereri* e *S. spilopleura* autor, ano (Domingues e Boeger 2005). No Peru em *P. nattereri* (Iannacone e Luque 1993). Neste trabalho *R. piranhus* é registrado pela primeira vez nas narinas de um peixe da família Cynodontidae, aumentando assim a ocorrência deste parasita em um novo hospedeiro.



Figura 128. *Rhinoxenus piranhus* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1988. A. vista ventral do corpo, B. Parte anterior do corpo. cc = complexo copulatório, v = vagina; C. Haptor. ad = âncora dorsal modificada, av = âncora ventral, bv = barra ventral.

Digenea

Três exemplares na fase de metacercária livres foram encontrados parasitando as narinas de *R. vulpinus*. As formas livres foram morfológicamente identificados como metacercárias da família Diplostomidae, subfamília Diplostominae (Figura 4).

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cercomeridea Brooks, O'Grady e Glen, 1985

Infraclasse Trematoda Rudolphi, 1808

Subclasse Digenea Carus, 1863

Superfamília Diplostomoidea Poirier, 1886

Família Diplostomidae Poirier, 1886

Subfamília Diplostominae Poirier, 1886

Descrição baseada em três indivíduos: corpo foliáceo, com pseudoventosas próximas à ventosa oral, órgão tribocítico oval em forma de ventosa, situado posterior à ventosa oral, presença de ventosa oral e ventral, faringe presente, esôfago curto, cecos intestinais longos, terminando próximos à extremidade posterior, presença de dois testículos ovais, posicionados um próximo ao outro, sistema genital pouco desenvolvido e vitelária distribuída em todo o corpo.

Material depositado: INPA 689

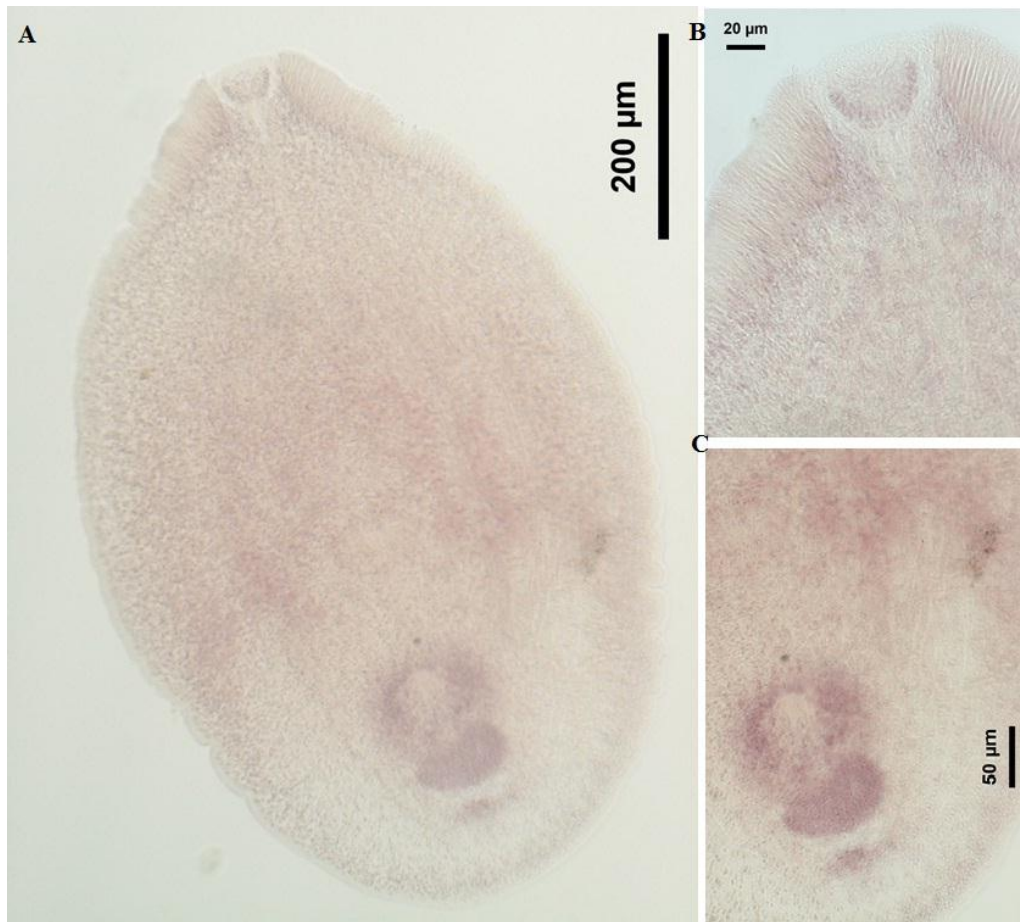


Figura 129. Metacercária de Diplostominae parasita das narinas de *R. vulpinus*

Nematoda

Foram encontradas três espécies do filo Nematoda parasitando *R. vulpinus*: larvas de *Anisakis* sp, *Contracaecum* sp e *Pseudoproleptus* sp.

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Classe Secernentea Linstow, 1905

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Família Anisakidae Raillet & Hentry, 1912

Gênero *Anisakis* Dujardin, 1945

Anisakis sp. foi registrada parasitando o interior do intestino (98) e a parte externa do intestino (48) de *R. vulpinus*.

Anisakis sp. (larva de 3º estágio)

Descrição baseada em 10 larvas livres de 3º estágio (medidas em mm). Corpo com 8,2-14,1 (12,4) de comprimento; largura máxima do corpo 0,36-0,38 (0,36). Cutícula com estrias transversais finas. Boca triangular. Extremidade anterior com lábio dorsal e dois lábios ventro laterais pouco desenvolvidos. Seis papilas cefálicas sendo um

par no lábio ventral e o restante nos lábios ventro laterais. Dente larval presente localizado entre a abertura oral e o poro excretor. Poro excretor ventral, localizado logo abaixo entre os lábios ventro laterais. Esôfago com 0,18-0,98 (0,86) de comprimento. Ventrículo com 0,15-0,35 (0,25) de comprimento, 0,06-0,14 (0,12) de largura. Apêndice ventricular e ceco intestinal ausentes. Distância da extremidade anterior ao anel nervoso de 0,14-0,26 (0,20); Duas glândulas retais aproximadamente esféricas. Cauda em formato cônico com 0,022-0,048 (0,032) de comprimento com mucrón terminal. Material depositado: INPA 84

Comentários

Não há registro, no Brasil, de *Anisakis* spp parasitando espécies de peixe da família Cynodontidae. Neste trabalho é feito o primeiro de *Anisakis* sp. em *R. vulpinus*, ampliando o número de hospedeiros para esta espécie de Nematoda.

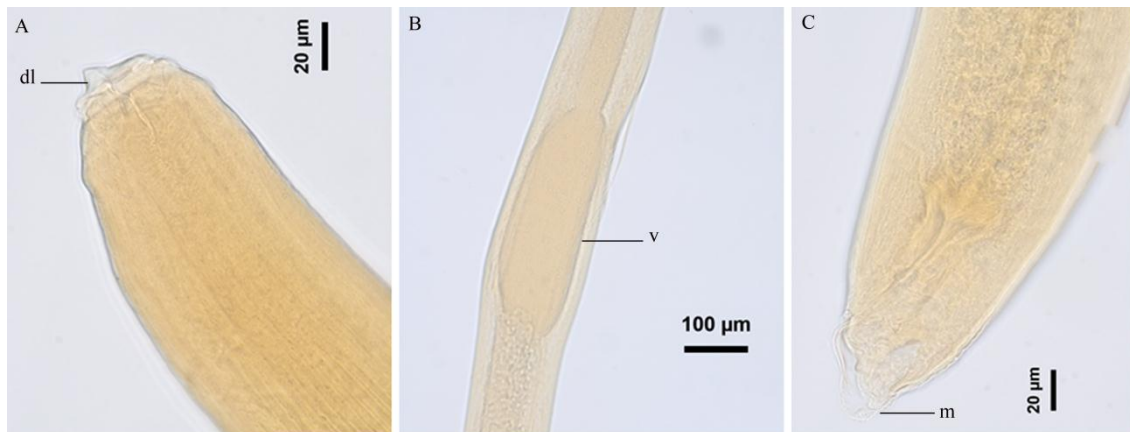


Figura 130. Larvas L3 de *Anisakis* sp. parasitas de *Rhaphiodon vulpinus*. A. terminação anterior. dl = dente larval; B. Região média do corpo. v = ventrículo; C. terminação posterior. m = mucron.

Gênero *Contraecum* Railliet & Henry, 1915

Contraecum sp. larva tipo 3 de Moravec, Prouza & Royero, 1977 (Figura 6) foi registrado parasitando o estômago, intestino, luz intestinal e cecos pilóricos.

Diagnose baseada em dois indivíduos coletados na luz intestinal. Corpo com 5,1 de comprimento e 0,20 de largura máxima. Cutícula com finas estrias transversais. Extremidade anterior com um dente larval pequeno. Esôfago estreito com 0,8 de comprimento. Anel nervoso 0,006 de comprimento e dista a 0,2 da extremidade anterior. Ventrículo situado a 0,70 da extremidade anterior. Ceco intestinal, comprimento 0,6 e largura 0,08. Apêndice ventricular 0,38 de comprimento inicia no ventrículo e direcionado para região posterior. Cloaca a 0,025 da extremidade posterior. Cauda cônica com 0,04 de comprimento. Poro excretor abaixo do dente larval. Material depositado: INPA 85

Comentários

Contracaecum spp. foram registrados parasitando *R. vulpinus* provenientes de um lago de várzea do rio Paraná (Kohn *et al.* 2011; Karling *et al.* 2013). Este é o primeiro de *Contracaecum* spp. na Amazônia, parasitando *R. vulpinus*.

Superfamília Habronematoidea Chitwood & Weha, 1932

Família Cystidicolidae Skrjabin, 1946

Gênero *Pseudoproleptus* Khera, 1956 .

Pseudoproleptus sp. foi registrada parasitando o intestino (64), luz intestinal (4), cecos pilóricos (52) e estômago (18) de *R. vulpinus*.

Dez larvas de 3º estágio foram medidas. Comprimento do corpo em milímetros. Corpo filiforme amarelado com 50,55-82,25 mm (65,25) de comprimento e 150-152 µm (150) de largura. Cutícula espessa com estrias transversais. Região anterior do corpo com estrutura cefálica, semelhante a um capacete de 36-38 µm (36) de comprimento. Região cefálica anterior arredondada, com dois distintos pseudolábios cônicos. Abertura oral semelhante a uma fenda, com vestíbulo longo seguido por um esôfago subdividido em região muscular 700-740 (720) µm e região glandular 2,60-4,20 (3,40 mm). Anel nervoso dista 270- 285 (275,5 µm) da extremidade anterior e do poro excretor dista 500–550 (525,00 µm). Cauda cônica com pequena projeção similar a um botão na extremidade distal. Distância do ânus à ponta da cauda 120-140 (130,00 µm). Material depositado: INPA 86

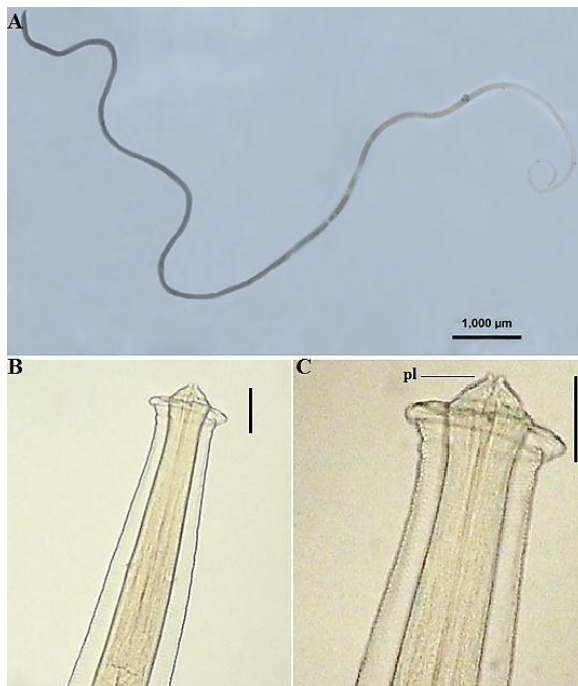


Figura 131. *Pseudoproleptus* sp. A. Corpo inteiro. B e C. Terminação anterior do corpo. pl = pseudolábios

Comentários

A presença de uma estrutura na terminação anterior do corpo parecida a um capacete, os pseudolábios, a forma e tamanho do corpo foram similares às larvas de *Pseudoproleptus* sp. descritas por Moravec & Santos (2009) e Melo *et al.* (2011). O ciclo de vida de nematóides da família Cystidicolidae são pouco estudados (Moravec 2007). Os hospedeiros intermediários neste grupo de parasitos são crustáceos de água doce e insetos aquáticos (maiormente efemerópteras), onde o parasita atinge a terceira fase (L3) que é a fase infetante dos hospedeiros definitivos. Os peixes são hospedeiros paratênicos, e este parece ser o caso de *R. vulpinus* no qual larvas L3 foram encontradas parasitando diferentes órgãos do trato digestório. *Pseudoproleptus* sp. é citado pela primeira vez parasitando *R. vulpinus*.

Arthropoda

As espécies do filo Arthropoda e da subclasse Copepoda encontradas parasitando *R. vulpinus* foram: *Ergasilus* sp. n. autor, ano e *Miracetyma kawa* autor, ano

Copepoda

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Bünnich, 1772

Classe Maxillopoda Dahl, 1956

Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834

Família Ergasilidae Von Nordmann, 1832

Ergasilus sp. n.

Dez exemplares foram medidos (Tabelas 1 e 2). Cefalotórax subtriangular, com a área das antenas ligeiramente projetada anteriormente. Abdome com três somitos. Urópodos com uma seta longa e um espinho terminais, duas setas curtas laterais e pequenos espinhos ventrais. Pernas os quatro primeiros pares são natatórios. Perna IV com o coxopodito liso e o basipodito provido de uma seta simples na margem externa e uma série de pequenos espinhos na metade distal da margem interna atingindo a base do endopodito. Saco ovífero com múltiplas séries de ovos elípticos, com uma média de 36 ovos.

Material depositado: INPA 2337

Tabela 17. Medidas em micrômetros de 10 fêmeas adultas de *Ergasilus* sp. n...

Caracteres	Comprimento	Largura
Corpo (sem setas caudais)	708 - 900 (809)	361 - 420 (391)
Cefalossomo	416 - 477 (445)	361 - 420 (391)
Metassomo		
I	39 - 60 (44)	210 - 309 (255)
II	44 - 70 (53)	195 - 280 (232)
III	38 - 62 (49)	164 - 210 (190)
IV	45 - 53 (50)	119 - 166 (143)
Urossomo		
Urossomito II (genital)	70 - 80 (73)	86 - 122 (109)
III	20 - 30 (24)	74 - 87 (80)
IV	20 - 27 (22)	60 - 80 (69)
V (anal)	16 - 24 (20)	57 - 66 (61)
VI (ramos caudais)	19 - 24 (20)	20 - 20 (20)
Setas caudais	156 - 228 (186)	
Saco de ovos	414 - 584 (527)	140 - 210 (176)

Tabela 18. Medidas em micrômetros da antênula e antena de 10 exemplares de *Egasilus* sp.

	Comprimento	Largura
Antenula	127 - 140 (133)	35 - 54 (45)
Antena		
Artículo 1	80 - 96 (87)	66 - 89 (76)
2	210 - 238 (224)	75 - 91 (84)
3	140 - 168 (156)	40 - 51 (45)
4 (garra)	112 - 132 (124)	23 - 40 (30)

Tabela 19. Relação dos espinhos (algarismos romanos) e setas (algarismos arábicos) das pernas de *Ergasilus* sp. n..

	Exopódito	Endopódito
Perna I	I - 0, I - 1, 2- 5	0 - 1, 0 - 1, 2 - 4
II	I - 0, 0 - 1, 0 - 6	0 - 1, 0 - 2, 1 - 4
III	I - 0, 0 - 1, 0 - 6	0 - 1, 0 - 2, 1 - 4
IV	I - 0, 0 - 5	0 - 1, 0 - 2, 1 - 3
V	0 - 5	

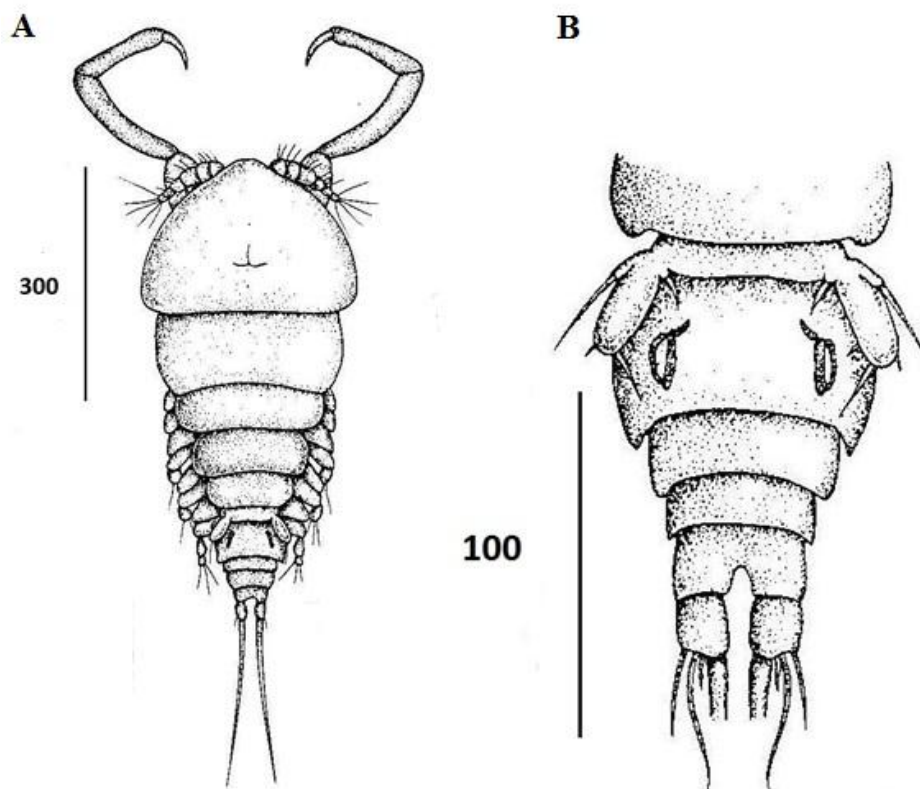


Figura 132. *Ergasilus* sp. n.. A. Vista dorsal; B. Detalhe da Perna V

Comentários

A característica principal desta espécie é a presença de uma quinta perna constituída por um único segmento, bem desenvolvido, com uma seta simples e dois espinhos na extremidade distal, além de duas papilas basais providas, cada uma, de uma seta simples.

Entre as espécies conhecidas, *Ergasilus* sp. n.. está mais intimamente relacionada com *E. arthrosis* Roberts, 1969, encontrada em bagres dos Estados Unidos.

Assemelham-se na forma da antena, número de segmentos do primeiro endopodito, conformação das setas e espinhos das pernas e por possuir a quinta perna bem desenvolvida.

Miracetyma kawa Malta, 1993 (Figura 8).

Nas espécies do gênero *Miracetyma* o primeiro par de endopodito perde totalmente as setas, o primeiro segmento torna-se robusto e longo e o segundo fino e alongado. Estas estruturas, semelhantes a longas pinças, podem ser utilizadas para levar o alimento na boca, em um processo mais elaborado e eficiente que qualquer outro grupo dentro de Poecilostomatoida (Malta 1993).

Material depositado: INPA 2338

Comentários

Miracetyma kawa é diferente de *M. etimaruya* e *M. piraya* por apresentar o corpo de maior tamanho e largura, formato arredondado de cefalotórax (hexagonal em *M. etimaruya* e mais fino e quase triangular em *M. piraya*). Além desses caracteres, *M. kawa* aparentemente é específica de *R. vulpinus*, *M. etimaruya* de *Potamorhina latior* e *M. piraya* de espécies de Serrasalmidae.

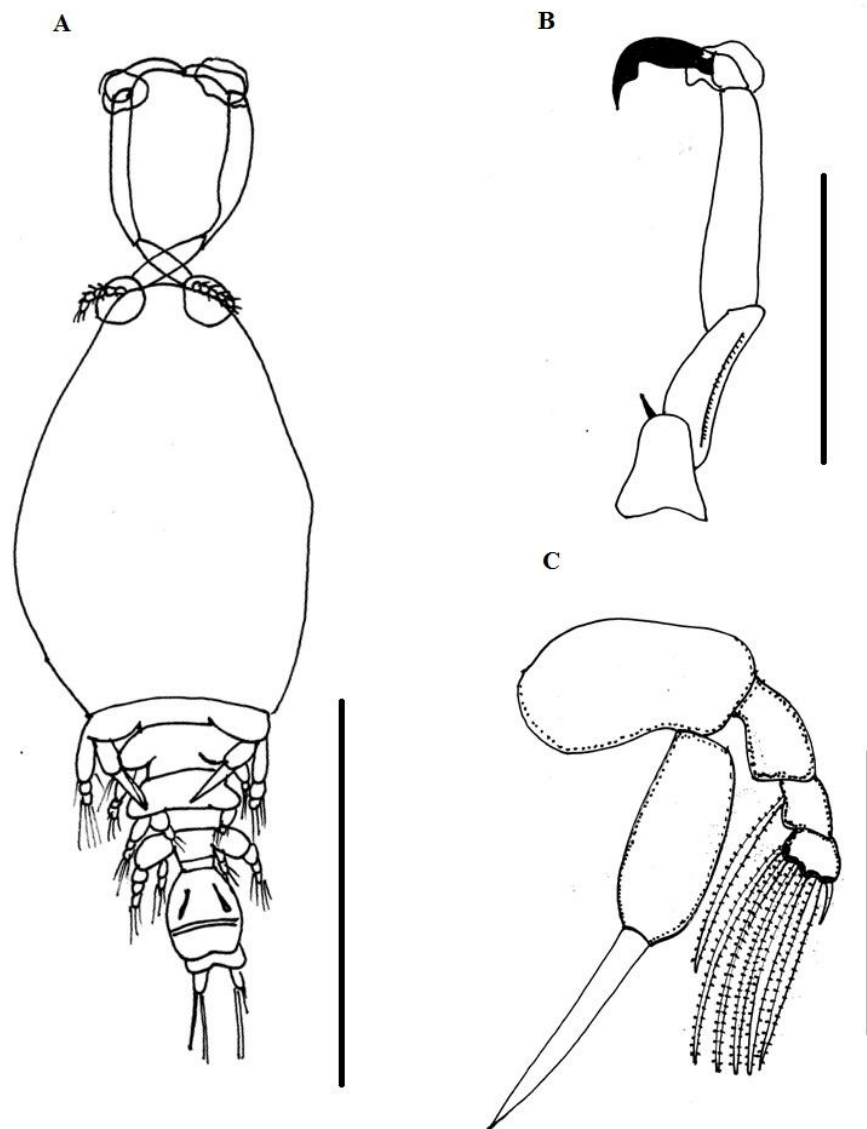


Figura 133. *Miracetyma kawa* Malta, 1993. A. Vista ventral do corpo inteiro, B. Antena, C. Perna I.

3.2. Dinâmica populacional

Doze *R. vulpinus* foram capturados e examinados, onze estavam parasitados por pelo menos uma espécie de metazoário (91,66%). Um total de 1.963 espécimes de parasitos pertencentes a oito espécies foram coletadas e analisadas. Do total dos parasitas 1.671 espécimes eram ectoparasitos (85,12%) e 292 endoparasitos (14,88%). Monogenoidea foi o táxon majoritário com 1.100 espécimes (56,03%), seguido de Copepoda com 571 (29,08%), Nematoda com 289 (14,72%) e Digenea com 03 (0,15%), (Figura 9).

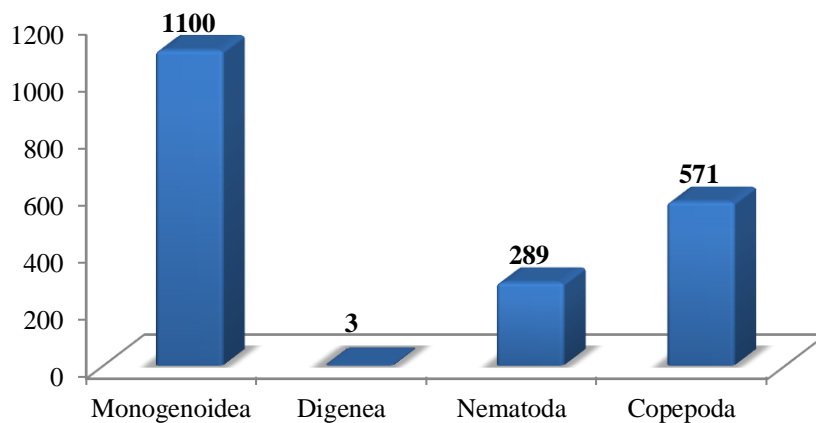


Figura 134. Táxons como o número de espécimens parasitos de *Rhaphiodon vulpinus* coletados em lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Somente as espécies ectoparasitas eram indivíduos adultos, todos as endoparasitas eram formas larvais. A maior prevalência foi de *E. sp.* (83,33%), a maior intensidade e abundância média foram de *N. lamoartogumedei*.

Considerando o tipo de intensidade média (IM) de acordo com (Bilong Bilong e Njine, 1998), a IM de *N. lamoartogumedei* foi considerada como alta (181,66). *Ergasilus sp. n.* e *Anisakis sp.* apresentaram uma IM média (50,2; 73,0 respectivamente), *Pseudoproleptus sp.* e *M. kawa* uma IM baixa (23,5; 17,25 respectivamente) e *R. piranhus*, metacercária de Diplostomidae e *Contracaecum sp.* uma IM muito baixa (3,0; 2,0 respectivamente).

A espécie parasita dominante na comunidade parasitaria foi o Monogenoidea *N. lamoartogumedei* (55,52%). Das oito espécies identificadas três foram espécies dominantes, uma codominante e quatro pioneiras. A única espécie parasita considerada como central foi o Copepoda *Ergasilus sp. n.* *Notozothecium lamoartogumedei*, *Pseudoproleptus sp.* e *M. kawa* foram espécies secundárias e as outras espécies satélites (*R. piranhus*, metacercaria de Diplostomidae, *Anisakis sp.* e *Contracaecum sp.*). O índice de constância (C%) de espécies mostrou que das oito espécies nenhuma foi considerada como espécie constante, encontrando quatro espécies comuns e quatro foram espécies raras (Tabela 5).

Tabela 5. Índices parasitários, status comunitário, índice de dominância e constância de espécies das espécies parasitas de *Rhaphiodon vulpinus* capturados em lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Espécies	Sítios de fixação/infestação	Estágio de desenvolvimento	PE	PP	P%	Nº total parasitas	VI	IM	AM	DA%	VI Bush	I VI Bush	Status comunitário	C %	Constância de espécies
MONOGENOIDEA															
<i>Notozothecium lamoartogumedoi</i>	Brânquias	Adulto	12	6	50	1090	30-393	181,66 ^a	90,83	55,52	50,27	Dominante	Secundária	4,16	Rara
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	Narinas	Adulto	12	3	25	10	1-7	3,33 ^{mb}	0,83	0,50	0,23	Codominante	Satélite	12,5	Comum
DIGENEA															
Diplostomidae	Narinas	Metacercária	12	1	8,33	3	3	3 ^{mb}	0,25	0,15	0	Pionera	Satélite	4,16	Rara
NEMATODA															
<i>Anisakis</i> sp.	Intestino	Larva L3	12	2	16,66	146	3-143	73 ^m	12,16	7,43	0	Pionera	Satélite	8,33	Rara
<i>Contraecaecum</i> sp.	Intestino	Larva L3	12	1	8,33	2	2	2 ^{mb}	0,16	0,10	0	Pionera	Satélite	4,16	Rara
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	Estômago, Intestino, cecos pilóricos.	Larva L3	12	6	50	141	3-55	23,5 ^b	11,75	7,18	0	Pionera	Secundária	16,66	Comum
COPEPODA															
<i>Ergasilus</i> sp. n..	Brânquias e narinas	Adulto	12	10	83,33	502	2-274	50,2 ^m	41,83	25,57	38,59	Dominante	Central	16,66	Comum
<i>Miracetyma kawa</i>	Brânquias	Adulto	12	4	33,33	69	3-32	17,25 ^b	5,75	3,51	2,12	Dominante	Secundária	12,5	Comum

PE = Peixes examinados, PP = Peixes parasitados, P% = Prevalência, VI = Variação da intensidade, IM = Intensidade média, AM = abundância média, DA% = Índice de dominância, VI Bush = Valor de importância de Bush, I VI Bush = Interpretação do valor de importância de Bush, C% = Valor da constância de espécies. a = IM alta, b = IM baixa, m = IM média, mb = IM muito baixa.

Os órgãos que apresentaram o maior número de indivíduos e de espécies parasitas foram: as brânquias, seguido do intestino (parte interna), intestino (parte externa), cecos pilóricos, estômago e narinas (Figura 10).

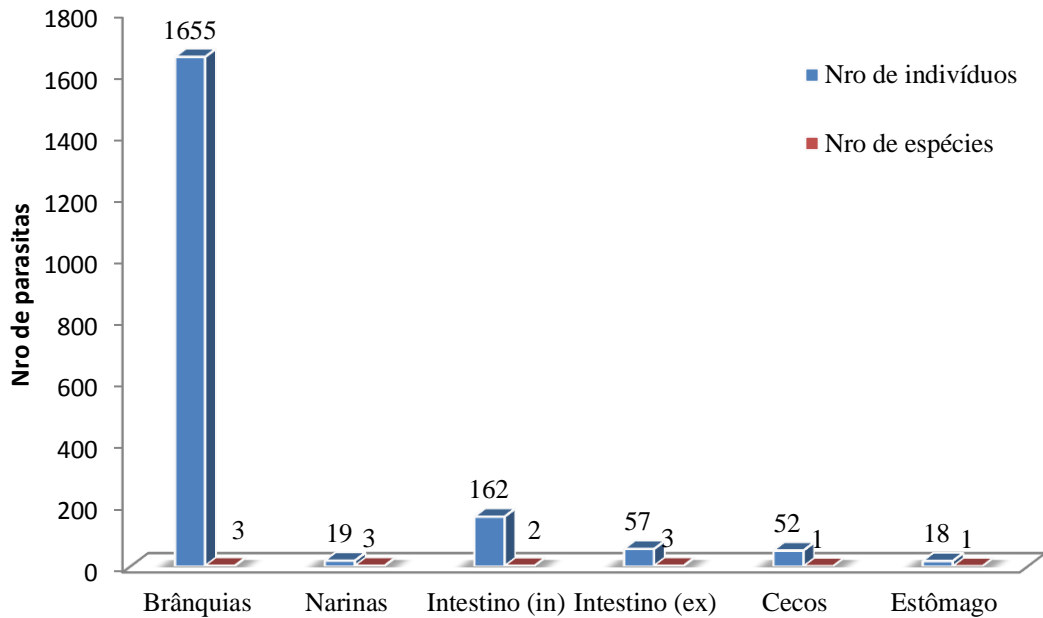


Figura 135. Número de indivíduos e de espécies coletadas em diferentes órgãos do *Rhaphiodon vulpinus* capturados em lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira. (in interior do intestino; ex = exterior do intestino)

Comparando a intensidade, intensidade média e abundância média de espécies ectoparasitas versus endoparasitas, todos os valores registrados foram maiores para as ectoparasitas. Embora de registrar valores superiores, não foram estatisticamente significativos ($p > 0,05$) (Figura 11).

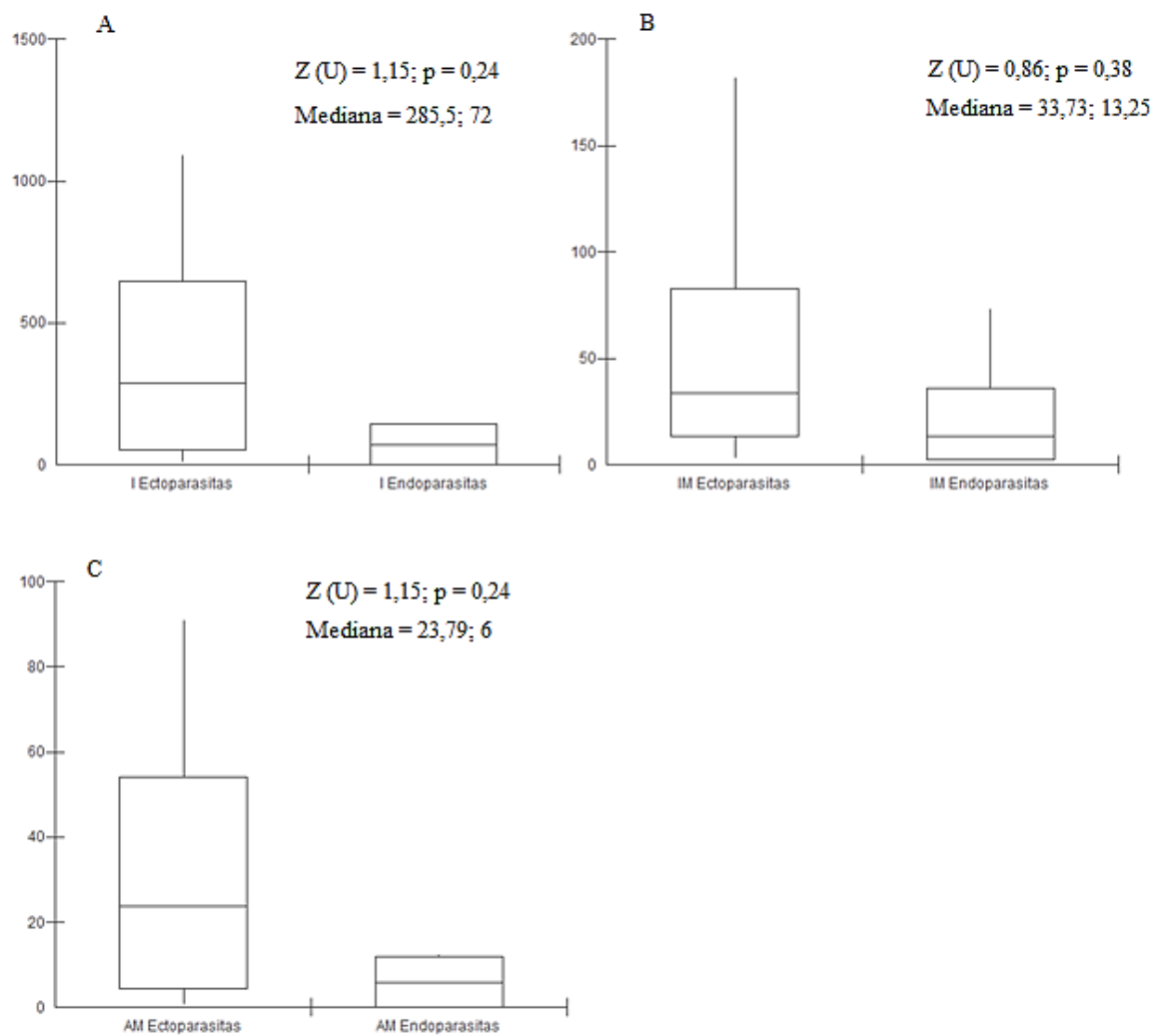


Figura 136. Comparação entre a intensidade (I), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de espécies ectoparasitas e endoparasitas utilizando a método de Mann & Whitney. $Z(U)$ = valor de Mann & Whitney, p = probabilidade.

A abundância de espécies parasitas entre os lagos foi estatisticamente significativa (ANOVA-Friedman, $Fr = 15,66; p = 0,0079$), sendo o lago Baixio o local que apresentou maior número de indivíduos e maior número de espécies parasitas. (Tabela 6).

Tabela 6. Número de indivíduos e número de espécies parasitas de *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Espécies	Lagos					
	Baixio	Preto	São Tomé	Ananá	Araçá	Maracá
<i>Notozothecium</i>						
<i>lamoartogumedei</i>	1090	0	0	0	0	0
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	8	0	0	2	0	0
Diplostomidae	0	3	0	0	0	0
<i>Anisakis</i> sp.	143	3	0	0	0	0
<i>Contracaecum</i> sp.	0	0	0	2	0	0
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	134	3	0	4	0	0
<i>Ergasilus</i> sp. n..	483	17	0	2	0	0
<i>Miracetyma kawa</i>	45	21	0	3	0	0
Total de indivíduos	1903	47	0	13	0	0
Total de espécies	6	5	0	5	0	0

No lago Baixio a média de espécies parasitas foi $237,87 \pm 379,70$; lago Preto: $5,87 \pm 8,28$; São Tomé: 0; Ananá: $1,62 \pm 1,50$; Araçá: 0 e Maracá: 0. As médias dos pares: Baixio e São Tomé, Baixio e Araçá e Baixio e Maracá foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) (Figura 12).

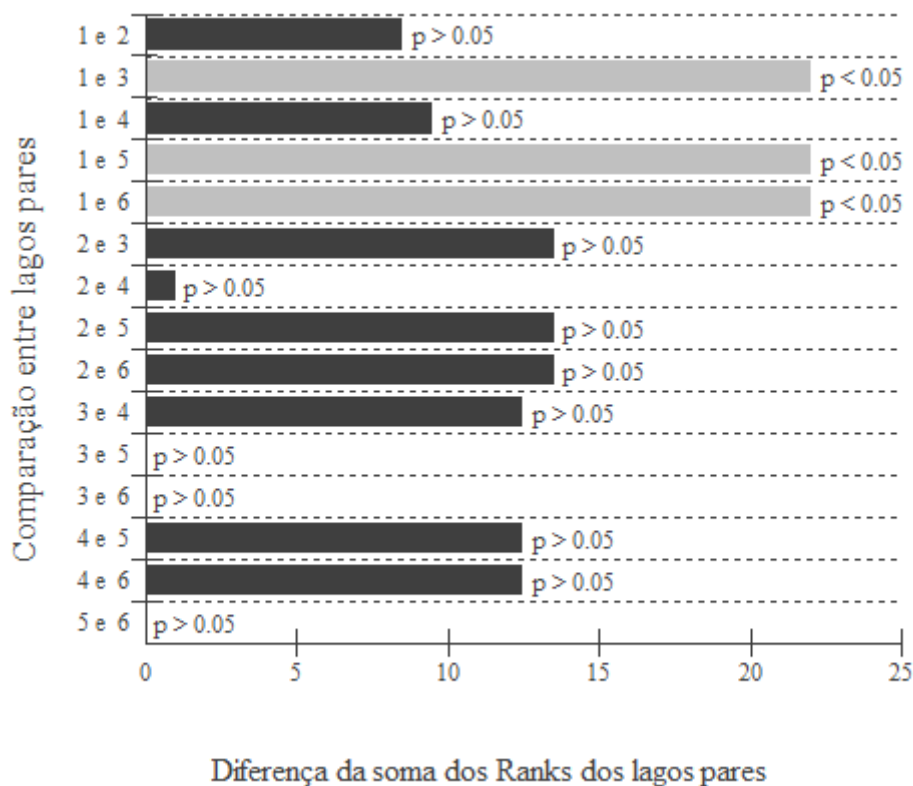


Figura 137. ANOVA – Teste de Friedman comparando a abundância de parasitas entre os lagos pares

Os descritores de diversidade parasitária como o índice de Simpson, índice de Shannon, e o Inverso de Berger Parker foram maiores no lago Ananá. O índice de riqueza parasitária de Margalef foi maior também no lago Ananá. Os índices de dominância: Dominância de Simpson e o índice de Berger-Parker foram maiores no lago Baixio, determinando uma maior dominância por uma espécie em relação com as outras. A maior equitatividade determinada pelo índice de Pielou foi registrada no lago Ananá (Tabela 7).

Tabela 7. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies parasitas de *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Índices	LAGOS					
	BAIXIO	PRETO	SÃO TOMÉ	ANANÁ	ARAÇÁ	MARACÁ
Nº espécies	6	5	0	5	0	0
Nº indivíduos	1903	47	0	13	0	0
Hospedeiros capturados	9	2	0	1	0	0
Dominância de Simpson (C)	0,40	0,34	-	0,21	-	-
Índice de Simpson (1-C)	0,59	0,65	-	0,78	-	-
Índice de Shannon (H')	1,16	1,25	-	1,56	-	-
Índice de Margalef (Dmg)	0,66	1,03	-	1,55	-	-
Índice de Pielou (J)	0,64	0,77	-	0,97	-	-
Índice de Berger-Parker (d)	0,57	0,44	-	0,30	-	-
Inverso de Berger-Parker (1/d)	1,74	2,23	-	3,24	-	-

O coeficiente de similaridade de Sorensen (CSs) e o coeficiente de associação de Jaccard (CJ) registraram os lagos Baixio e Preto e Baixio e Ananá como os lagos mais semelhantes em riqueza de espécies (Espécies comuns C = 4; CSs = 0,72; CJ = 0,57) (Tabela 8).

Tabela 8. Comparação da riqueza de espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Lagos	C	CSs	CJ	ISquant
Baixio e Preto	4	0,72	0,57	0.05
Baixio e São Tomé	0	0	0	0.00
Baixio e Ananá	4	0,72	0,57	0.01
Baixio e Araçá	0	0	0	0.00
Baixio e Maracá	0	0	0	0.00
Preto e São Tomé	0	0	0	0.00
Preto e Ananá	3	0,60	0,42	0.27
Preto e Araçá	0	0	0	0.00
Preto e Maracá	0	0	0	0.00
São Tomé e Ananá	0	0	0	0.00
São Tomé e Araçá	0	0	0	-
São Tomé e Maracá	0	0	0	-
Ananá e Araçá	0	0	0	0.00
Ananá e Maracá	0	0	0	0.00
Araçá e Maraca	0	0	0	-

C = Número de espécies comuns nos lagos, CSs = Coeficiente de similaridade qualitativo de Sorensen, CJ = Coeficiente de associação de Jaccard, ISquant = Coeficiente de similaridade quantitativo de Sorensen

Baseando-se no Índice de Dominância (DA%), a espécie dominante no lago Baixio foi o Monogenoidea *N. lamoartogumedi*. No lago Preto foi o Copepoda *M. kawa*. No lago Ananá foi o Nematoda *Pseudoproleptus* sp. Nos lagos São Tomé, Araçá e Maracá não foi registrada nenhuma espécie (Tabela 9).

Tabela 9. Dominância das espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira. DA% = índice de dominância

Espécies	DA% por Lagos					
	Baixio	Preto	São Tomé	Ananá	Araçá	Maracá
<i>Notozothecium lamoartogumedi</i>	57,28	0	0	0	0	0
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	0,42	0	0	15,38	0	0
Diplostomidae.	0	6,38	0	0	0	0
<i>Anisakis</i> sp.	7,51	6,38	0	0	0	0
<i>Contracaecum</i> sp.	0	0	0	15,38	0	0
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	7,04	6,38	0	30,8	0	0
<i>Ergasilus</i> sp. n..	25,38	36,17	0	15,38	0	0
<i>Miracetyma kawa</i>	2,36	44,68	0	23,07	0	0

Os índices de dispersão (ID) e o índice de Green (IG) mostraram que todas as espécies da comunidade parasitaria de *R. vulpinus* apresentaram dispersão agregada (ID > 1). O grau de agregação variou entre agregações baixas (IG < 1) e máximas (IG = 1) (Tabela 10).

Tabela 10. Índice de dispersão (ID), índice de Green (IG) e grau de agregação das espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Espécies	ID	IG	Grau de agregação
<i>Notozothecium lamoartogumedei</i>	184.10	0.17	Baixa
<i>Rpiranhus</i>	4.98	0.44	Baixa
Digenea sp;	3.00	1.00	Máxima
<i>Anisakis</i> sp.	139.59	0.96	Máxima
<i>Contraecaecum</i> sp.	2.00	1.00	Máxima
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	35.68	0.25	Baixa
<i>Ergasilus</i> sp. n..	143.34	0.28	Baixa
<i>Miracetyma kawa</i>	19.70	0.28	Baixa

A única correlação significativa foi registrada entre o número total de espécies ectoparasitas e o comprimento padrão de *R. vulpinus* (Figura 13). Todas as outras correlações foram não significativas (Tabela 11).

Tabela 11. Análises de correlação de Spearman (r_s) e/ou Pearson (r) entre o número de indivíduos de algumas espécies parasitas do *Rhaphiodon vulpinus* e o comprimento, peso e fator de condição relativo (Kn).

	Comprimento	Peso	Kn
<i>Notozothecium lamoartogumedei</i>	$r_s = 0,47; p = 0,11$	$r_s = 0,47; p = 0,12$	$r_s = -0,01; p = 0,96$
<i>Ergasilus</i> sp. n..	$r_s = 0,45; p = 0,14$	$r_s = 0,29; p = 0,34$	$r_s = -0,03; p = 0,90$
<i>Miracetyma kawa</i>	$r_s = -0,15; p = 0,62$	$r_s = -0,18; p = 0,56$	$r_s = 0,004; p = 0,98$
Total Copepoda	$r_s = 0,33; p = 0,28$	$r_s = 0,24; p = 0,44$	$r_s = 0,07; p = 0,82$
Total ectoparasitas	$r = 0,59; p = 0,04$	$r = 0,53; p = 0,07$	$r_s = 0,06; p = 0,84$
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	$r_s = -0,02; p = 0,93$	$r_s = -0,07; p = 0,80$	$r_s = 0,02; p = 0,94$
Total endoparasitas	$r_s = 0,21; p = 0,51$	$r_s = 0,09; p = 0,77$	$r_s = 0,11; p = 0,73$

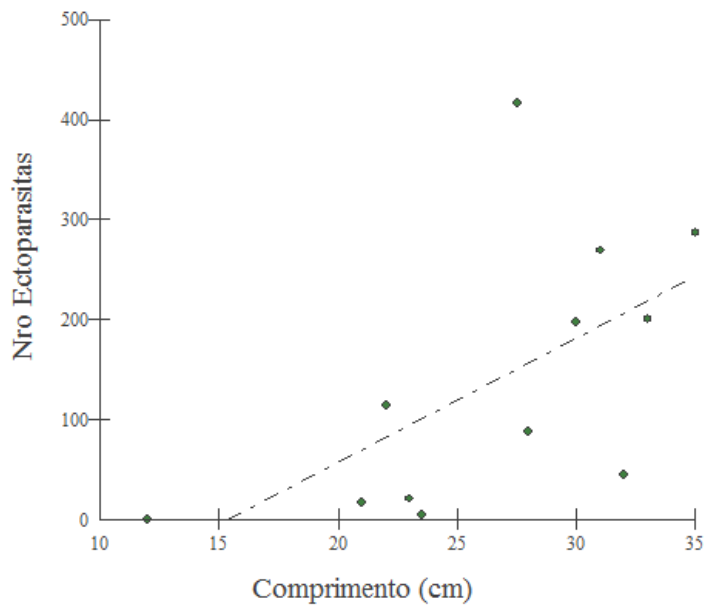


Figura 138. Análises do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o número de espécies ectoparasitas do *Rhabdion vulpinus* e o seu comprimento padrão. $r_s = 0,59$; $p = 0,04$.

A proporção do total de espécies ectoparasitas e endoparasitas em *R. vulpinus* foi 5,72. Os lagos Baixo, Preto e Ananá apresentaram maior número de espécies ectoparasitas que endoparasitas (Figura 14). A proporção entre as ectoparasitas e endoparasitas foi: Baixo: 5,87; Preto: 4,22; Ananá: 1,16.

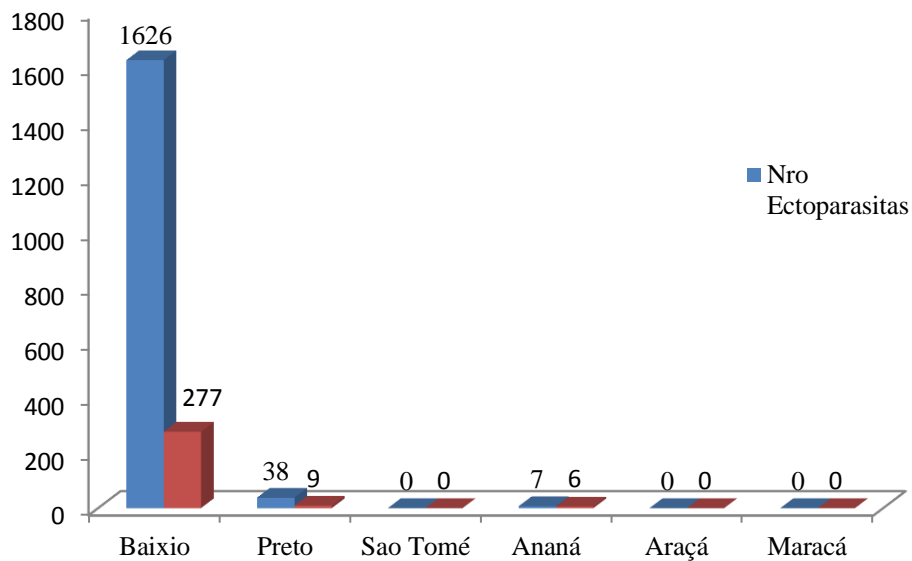


Figura 139. Número de espécies ectoparasitas e endoparasitas do *Rhabdion vulpinus* capturadas nos lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia brasileira.

Somente as espécies parasitas com prevalência maior de 10% foram analisadas pelo Método Valor Indicador (IndVal). Das espécies analisadas, nenhuma apresentou IndVal significativo (Tabela 12).

Tabela 12. Espécies parasitas de *Raphiodon vulpinus* com seus respectivos IndVal.

Espécies	Local 1	Local 2	Local 3	IndVal	p
<i>Notozothecium lamoarthogumedei</i>	0	0	1	1,00	0,33
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	0	0	1	0,97	0,33
<i>Anisakis</i> sp.	1	0	1	1,00	0,06
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	1	0	1	0,99	0,13
<i>Ergasilus</i> sp. n.	1	0	1	0,99	0,06
<i>Myracetima kawa</i>	1	0	1	0,99	0,06

p = probabilidade; 1 = presença 2 = ausência. Local 1 = Lago Baixo e Preto; Local 2 = Lago São Tomé e Ananá; Local 3 = Lago Araçá e Maracá.

4. Discussão

Notozothecium lamoarthogumedei foi citado pela primeira vez parasitando as brânquias de *R. vulpinus* do rio Paraná, Brasil (Cohen e Kohn 2008). Neste trabalho *N. lamoarthogumedei* também ocorreu nas brânquias de *R. vulpinus* do lago Baixo. Este é o segundo registro de *N. lamoarthogumedei* em *R. vulpinus* e foi ampliado sua distribuição geográfica para o no estado do Amazonas.

Espécies de *Notozothecium* foram citadas para peixes da ordem Characiformes (Characidae, Serrasalminidae) (Cohen e Kohn 2008). *Notozothecium lamoarthogumedei* é muito específico, somente foi citado para *R. vulpinus*, é a única espécie de *Notozothecium* citada para um peixe da família Cynodontidae.

Se uma espécie parasita infeta um hospedeiro que pertence a uma família pequena, a probabilidade de uma estreita coevolução entre a espécie parasita e o hospedeiro será maior do que se o hospedeiro pertence a uma família maior, no qual a colonização de um novo hospedeiro será mais frequente (Poulin 1992). Este pode ser o caso de *N. lamoarthogumedei* o qual parasita *R. vulpinus* um peixe de uma família pequena no qual os processos coevolutivos podem ser mais fortes, resultando em uma alta especificidade parasita-hospedeiro.

A especificidade parasitaria por um habitat em particular permite as espécies parasitas aperfeiçoar seu reconhecimento e responder a características relativamente pequenas ou únicas que sinalizam seu habitat preferido (Sukhdeo e Sukhdeo 2000). A teoria de reconhecimento de local propõe que os habitats das espécies parasitas estão bem definidos estruturalmente, bioquimicamente e fisiologicamente na medida em que

elas são quase idênticas em cada espécimen da mesma espécie hospedeira (Sukhdeo e Bansemir 1996).

Whittington (1997) extrapolou mais esta ideia, sugerindo que a coevolução entre parasitas e seus hospedeiros permite aos parasitas uma adaptação muito estreita onde são capazes de aproveitar a biologia dos seus hospedeiros (por exemplo, comportamento, fisiologia e bioquímica).

Uma teoria similar sugeriu que a especificidade parasitaria por um hospedeiro em particular ou grupo de hospedeiros aperfeiçoa o sucesso na contribuição da informação genética das gerações subsequentes. Isto porque a espécie parasita precisa só evoluir, por exemplo, órgãos de fixação, enzimas digestivas e um método de enfrentar o sistema imune de um, ou um número limitado de espécies hospedeiras. Esta especificidade não só aumenta a probabilidade de encontro com a espécie hospedeira, mas também reduz os encontros com outros organismos no ambiente (Combes 1997).

A importância da epiderme dos hospedeiros para os Monogenoidea que vivem neste local, alimentando-se do muco, que embora seja um meio hostil devido à sua atividade imunológica, é “atraente” para uma espécie ou um número reduzido de espécies em particular. Paralelamente as áreas adesivas anteriores nos monogenóides também desempenham um papel fundamental na especificidade parasitária (Whittington *et al.* 2000).

Existe uma variedade de interações dinâmicas entre monogenóides e peixes, as quais são responsáveis pelo encontro do parasita e o seu hospedeiro, a especificidade pelo hospedeiro e a imunidade do hospedeiro. Fatores mecânicos e químicos desempenham importantes funções em estes decisivos contatos. Difusões de curto alcance de moléculas solúveis emitidas pelo hospedeiro parecem ser responsáveis pela atração. Assim, espécies parasitas específicas parecem reconhecer um apropriado hospedeiro através da detecção de algumas das suas moléculas emitidas (Buchman e Lindenstrom 2002).

Seguido da fixação no epitélio do hospedeiro, a espécie parasita deve lidar com qualquer hostilidade fornecida por várias substâncias imunologicamente ativas presentes no microhabitat. Após a fixação o monogenóideo deve ser capaz de se reproduzir no seu hospedeiro. Neste processo os receptores na espécie parasita devem receber sinais adequados dos hospedeiros para iniciar as respostas fisiológicas (Buchman e Lindenstrom 2002).

A energia e os nutrientes devem ser extraídos do hospedeiro e ser convertidos em produtos sexuais. Apesar do sucesso reprodutivo de algumas espécies de monogenóides nos seus hospedeiros, estes são capazes de armar uma resposta imunológica com a qual pode eliminar uma porção dos parasitas. As espécie parasitas devem ser capazes de se protegerem contra as reações imunológicas adversas dos hospedeiros para garantir sua sobrevivência (Buchman e Lindenstrom 2002).

A composição química da pele dos peixes é bem conhecida por ser espécie-específica. O contato inicial entre as áreas adesivas das larvas oncomiracídio com a epiderme do hospedeiro pode contribuir em dois processos: na interação dos órgãos sensoriais das espécies parasitas com os químicos específicos ou com estruturas da epiderme do hospedeiro e no reconhecimento ou reação imediata entre os componentes do mucos e os aderentes secretados pelos monogenóides (Whittington *et al.* 2000). A presença de *N. lamoartogumedei* unicamente em *R. vulpinus* é um claro exemplo de alta especificidade onde aparentemente existe uma comunicação especializada entre ambos organismos que permite a esta espécie reconhecer a seu hospedeiro.

Espécies de *Rhinoxenus* foram registradas parasitando as narinas de algumas espécies de peixes das famílias Anostomidae, Bryconidae, Prochilodontidae, Triportheidae todas da ordem Characiformes (Eiras *et al.* 2010). *Rhinoxenus piranhus* foi citado parasitando as narinas de *P. nattereri* (Kritsky *et al.* 1988; Vital *et al.* 2011 e Morais *et al.* 2012) e *S. altuvei* (Kritsky *et al.* 1988). Neste trabalho *R. piranhus* ocorreu parasitando as narinas de *R. vulpinus*. Este é o primeiro registro de ocorrência desta espécie em um peixe da família Cynodontidae, registrando um novi hospedeiros, que até agora então só era conhecido parasitando peixes da ordem Characiformes.

As espécies de Digenea citadas para *R. vulpinus* foram *Saccocoelioides nanii* Szidat, 1954 do rio Paraná, Brasil (Kohn *et al.* 2011) e *Annakohniella travassosi* Fernandes, Cohen, Mendonça & Justo, 2013 do rio Capivara, Tocantins, Brasil (Fernandes *et al.* 2013). Sendo *S. nanii* da família Haploporidae e *A. travassosi* da família Cryptogonimidae, neste trabalho as metacercárias registradas pertencem à família Diplostomidae, aumentando assim, o número de famílias de Digenea que podem parasitar o hospedeiro *R. vulpinus*.

Em peixes predadores é comum encontrar espécies de Nematoda imaturas principalmente larva L3, que permanecem nos hospedeiros por períodos mais ou menos prolongados sem sofrer alterações e os peixes desempenham o papel de hospedeiros paratênicos. É frequente observar peixes parasitados por quantidades elevadas de larvas

nas superfícies dos órgãos viscerais. Estes hospedeiros paratênicos são consumidos pelos hospedeiros definitivos que podem ser outros peixes ou outros vertebrados como répteis, aves e/ou mamíferos, onde as larvas L3 passam para a forma adulta (Smith e Wootten 1978).

Nos mesmos lagos de várzea utilizados neste trabalho foram registrados onze espécies de Nematoda, três em na forma adulta e oito em fase larval (L3): *Anisakis* sp.; *Brevimulticaecum* sp.; *Capillaria* sp.; *Philometria nattereri*; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* autor, ano e *Pseudoproleptus* sp. em *Pygocentrus nattereri* (Morais 2012); *Anisakis* sp.; *Contracaecum* sp. e *P.(S.) inopinatus* em *Cichla monoculus* autor, ano (Santana 2013); *Brevimulticaecum* sp.; *Contracaecum* sp.; *P.(S.) inopinatus*; *Pseudocapillaria* sp.; *Pseudoproleptus* sp. e *Spiroxys* sp. em *Astronotus ocellatus* autor, ano e *A. crassipinnis* autor, ano (Attroch 2014); *Anisakis* sp.; *Brevimulticaecum* sp.; *Contracaecum* sp.; *Guyanema* sp.; *Klossinemella iheringi* autor, ano; *Porrocaecum* sp.; *P. (S.) inopinatus* e *Pseudoproleptus* sp. em *Acestrorhynchus falcirostris* autor, ano (Dumbo 2014).

Neste trabalho das onze espécies de Nematoda encontradas nos lagos de várzea, três ocorreram parasitando *R. vulpinus*. *Anisakis* sp. parasitando o parte interna do intestino (98) na parte externa do intestino (48). *Contracaecum* sp. parasitando o estômago, parte interna do intestino, parte externa do intestino e cecos pilóricos. *Pseudoproleptus* sp. parasitando a parte interna do intestino (64), parte interna do intestino (4), cecos pilóricos (52) e estômago (18). A presença das onze espécies de Nematoda nos mesmos lagos e em diferentes espécies de peixes indica a baixa especificidade parasitária das espécies de Nematoda.

Contracaecum sp. foi citado parasitando *R. vulpinus* do rio Paraná, Brasil (Moraveck *et al.* 1993; Karling *et al.* 2013), *Rhaphiodon vulpinus* é um novo hospedeiro para *Anisakis* sp. e *Pseudoproleptus* sp. Considerando que só espécies endoparasitas em fase larval foram encontradas em *R. vulpinus* indica que este peixe atua como hospedeiro intermediário e/ou paratênico nos lagos de várzea do rio Solimões estudados.

Miracetyma kawa é a única espécie de Copepoda citado que parasita as brânquias de *R. vulpinus*. Esta espécie foi descrita dos rios Marmoré, Guaporé e Jamari no estado de Rondônia, Brasil (Malta, 1993). Neste trabalho *M. kawa* foi identificado parasitando as brânquias de *R. vulpinus* dos lagos de várzea do rio Solimões da

Amazônia brasileira e é ampliada sua distribuição geográfica para o estado do Amazonas.

Ergasilus sp. foi citado parasitando as fossas nasais de *Callophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) e *Sorubim lima* (Bloch & Schneider, 1801) capturados no estado de Rondônia, Brasil (Varella 1992). Neste trabalho *Ergasilus* sp. ocorreu parasitando as brânquias e fossas nasais de *R. vulpinus* sendo assim a única espécie conhecida na Amazônia que parasita ambos órgãos. *Ergasilus* sp. é a primeira espécie do gênero *Ergasilus* citada com ocorrência nas fossas nasais de peixes neotropicais.

A especificidade parasitária define três tipos de espécies parasitas: (1) parasitas de especificidade estrita ou oioxenos são aquelas espécies que só parasitam uma única espécie de hospedeiro. (2) parasitas de especificidade estreita ou estenoxenos: são aquelas espécies que parasitam só alguns hospedeiros estreitamente relacionados e (3) parasitas de especificidade ampla ou eurixenos: são aquelas espécies que parasitam vários hospedeiros distantemente relacionados, mas com similaridades ecológicas (por exemplo, espécies que compartilham o mesmo biótopo) (Euzet e Combes 1980). Neste trabalho *N. lamoartogumedei*, *Digenea* sp. e *M. kawa* foram consideradas espécies oioxenos. *Rhinoxenus piranhus* como estenoxenos e *Anisakis* sp, *Contracaecum* sp., *Pseudopropleptus* sp. e *E. sp.* como espécies eurixenos.

Peixes piscívoros frequentemente são parasitados por formas adultas e são , hospedeiros definitivos. Eles ingeriram as formas com o alimento (Moravec 1998). Só formas larvais de espécies endoparasitas foram encontradas em *R. vulpinus* capturados na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil (Karling *et al.* 2013). Neste trabalho considerando somente espécie endoparasitas na fase larval foram encontrados em *R. vulpinus*. Os dados indicam que este peixe é hospedeiro intermediário e/ou paratênico nos lagos de várzea estudados, intermediando o caminho para os hospedeiros definitivos, que podem ser: aves piscívoras, répteis e mamíferos aquáticos.

Os usos de hospedeiros intermediários por larvas de helmintos fornecem informações sobre as origens evolutivas e status atual das relações tróficas dentro de um ecossistema (Marcogliese 2001). Em peixes, larvas de helmintos são transmitidas a seus hospedeiros por predação. Os peixes que são hospedeiros intermediários são geralmente de porte pequeno ou médio, (próximos ao nível inferior ou médio da cadeia alimentar) e os hospedeiros definitivos são predadores do topo da cadeia alimentar (Marcogliese 2002).

A presença de diferentes espécies endoparasitas na fase larval em *R. vulpinus* indicam a posição trófica deste peixe. Seu hábito alimentar piscívoro, seu porte médio e sua fauna de espécies endoparasitas o posicionam no meio de cadeia alimentar. Ele é, predador de peixes de pequeno porte e presa de outros vertebrados com nível trófico superior nos lagos de várzea.

Interações bióticas são importantes para determinar a estrutura das comunidades, por exemplo, o número e tipo de espécies presentes, a densidade e padrões no uso dos recursos de cada espécie. (Price 1980).

As infracomunidades de espécies parasitas são naturalmente hierárquicas e representam uma amostra das espécies presentes no ambiente que podem parasitar aquele hospedeiro. A classificação das espécies de uma comunidade parasitária em centrais, secundária e satélites é baseada na prevalência (Bush e Holmes 1986b).

Comunidades de espécies parasitas que consistem em um grupo de espécies dominantes “espécies centrais” as quais co-ocorrem frequentemente, são o suficientemente abundantes para interagir fortemente, e atingir o equilíbrio. Ao contrário das “espécies satélite” as quais são menos frequentes e menos abundantes. Só as espécies dominantes devem mostrar as mais fortes ou únicas interações (Caswell 1978).

A presença de espécies centrais indica a existência de populações estáveis e em equilíbrio, indicando maiores taxas de colonização e crescimento (Bush e Holmes 1986). A presença de espécies secundárias indicam taxas moderadas de colonização e o estabelecimento das suas populações em locais não saturados pelas espécies centrais, interagindo para ocupar o mesmo habitat (Bush e Holmes 1986).

As espécies satélites, com baixa taxa de colonização, usualmente se estabelecem depois em uma infracomunidade. Elas apresentam uma estrutura básica já determinada por espécies centrais e secundárias. Elas são capazes de se estabelecer em pequenos números ou em brechas aleatórias existentes (Bush e Holmes 1986).

Neste trabalho a única espécie central foi o Copepoda *E. sp.* que parasitava as brânquias e narinas de *R. vulpinus*. Das brânquias *N. lamoartogumedei* e *M. kawa* foram espécies secundárias. Pode se considerar que *Ergasilus sp.* possui uma melhor eficiência na colonização de *R. vulpinus*, seguida das outras duas espécies parasitas as quais interatuam umas com a outras, chegando a coabitar o mesmo local.

O coeficiente de dominância indica o grau de importância de uma espécie em relação ao conjunto da comunidade parasitária (Serra-Freire 2002). Alguns estudos

sobre espécies parasitas de peixes da água doce da Amazônia mostraram o padrão de dominância para espécies de Monogenoidea: em *P. nattereri*, 58,46% (Morais 2012) e 98,5% (Vital *et al.* 2011); em *Pseudoplatystoma punctifer* (Castelnau, 1855) e *P. tigrinum* (Valenciennes, 1840) 68,2% (Lopes *et al.* 2009) e em *C. monoculus* 10,58% (Santana 2013). Outros autores encontraram o padrão de dominância para o Nematoda *Brevimulticaecum* sp. em *A. ocellatus* 38,25% e *A. crassipinis* 38,36% (Attroch 2014) e em *A. falcirostris* 21,57% (Dumbo 2014).

A dominância de um grupo ou espécie parasita varia, Em decorrência da densidade e da distribuição geográfica dos seus hospedeiros. Das mudanças da dieta e condições fisiológicas durante o desenvolvimento ontogenético dos hospedeiros definitivos. Da disponibilidade dos hospedeiros intermediários e das alterações ambientais (Marcogliese 2002; Alves e Luque 2006).

Neste trabalho a dominância foi do Monogenoidea *N. lamoartogumedoi*, com 55,52% do total de espécies parasitas coletadas. Possivelmente devido à alta especificidade parasitaria e ao tipo de ciclo de vida monoxeno que facilita a transmissão das fases larvais, que fixadas ao hospedeiro atingem a fase adulta.

As espécies parasitas de um determinado hospedeiro classificam em espécie dominante indicando que ela é fortemente característica daquela comunidade parasitária. Em espécie co-dominante que também contribui para a caracterização da parasitofauna do hospedeiro, mas em menor grau do que as espécies dominantes. Espécie subordinada a que pode desenvolver-se e atingir a fase adulta no hospedeiro, mas não ocorre frequentemente e não contribui de forma significativa para a caracterização da parasitofauna. E, a espécie pioneira não sucedida, aquela que tem acesso ao hospedeiro, mas não atinge a fase adulta indicando que ela é característica de outro hospedeiro (Thul *et al.* 1985).

Procamallanus (S.) *inopinatus*, *Travassosnema* (t.) *paranaensis*, *Acusicola pellowidis* e *E. turucuyus* foram consideradas como espécies dominantes,. Estas espécies foram fortemente características da comunidade de espécies parasitas de *A. falcirostris* também em lagos de várzea do rio Solimões (Dumbo 2014). Neste trabalho *N. lamoartogumedoi*, *E. sp.* e *M. kawa* foram as espécies características da comunidade de parasitos de *R. vulpinus* nos lagos de várzea amostrados.

Índices ecológicos de diversidade como o índice de Shannon, o índice de Margalef e o índice de Simpson são utilizados principalmente para indicar a perda na diversidade de espécies endoparasitas em ambientes afetados (Neubert *et al.* 2016).

Neste trabalho os baixos valores registrados no índice de Margalef e de Shannon indicaram que todos os lagos estudados eram ambientes de baixa diversidade.

Segundo o índice de Pielou, as espécies encontradas no lago Ananá são igualmente abundantes, não existindo uma dominância de alguma espécie em particular. Este fato é confirmado com o índice de dominância de Simpson e o índice de Berger-Parker que foram os menores neste lago. Segundo o índice de dominância de Simpson e o índice de Berger-Parker, o lago Baixio foi o lago com maior dominância, sendo *N. lamoartogumedei* a espécie parasita dominante.

Em ambientes poluídos as espécies ectoparasitas podem incrementar seu número, no entanto, as espécies endoparasitas diminuem (Dzikowski *et al.* 2003). Em todos os lagos onde foram registradas as espécies parasitas de *R. vulpinus*, houve maior número de espécies ectoparasitas que endoparasitas. Isto conjuntamente com os baixos valores registrados nos índices ecológicos pode indicar algum efeito antropogênico nos lagos que pode estar afetando a biodiversidade nestes ambientes.

Em populações de peixes, a intensidade de infecção por metazoários parasitas aumenta com a idade e tamanho do hospedeiro (Dogiel *et al.* 1961). Peixes maiores proporcionam maior espaço interno e externo para o estabelecimento de espécies parasitas (Des Clers 1991). A relação entre o tamanho do hospedeiro e a intensidade de infecção, usualmente positiva, varia de estatisticamente não significativa a altamente significativa. Esta variação pode resultar da precisão na medição dos tamanhos dos peixes utilizados ou diferenças biológicas entre as diferentes espécies de parasitas (Poulin 2000).

A influência do tamanho da amostra nos valores das correlações é de muita importância. A estimação da maioria dos parâmetros das populações em parasitas é sensível ao tamanho da amostra, devido à distribuição agregada dos parasitas entre os hospedeiros (Poulin 2000). Os intervalos no tamanho dos peixes influencia a força das correlações entre o tamanho dos peixes e a intensidade de infecção. Obviamente, é preferível amostrar todos os intervalos de tamanhos dos peixes em uma população estudada, em vez de estudar só uma porção da população (Poulin 2000).

Claramente os efeitos combinados do tamanho amostral e o intervalo de tamanhos dos peixes são de muita importância para determinar as verdadeiras correlações existentes em uma população de peixes e seus parasitas (Poulin 2000). A mortalidade em peixes induzida por parasitas pode debilitar a relação entre a intensidade de infecção e o tamanho do hospedeiro. Isto pode acontecer ao eliminar da população os

peixes maiores, altamente infetados. Assim, em espécies parasitas altamente patogênicos, a relação pode ser mais fraca (Poulin 2000).

As correlações derivadas de amostras pequenas e com curtos intervalos nos tamanhos dos hospedeiros sobrestimam as verdadeiras relações existentes (Poulin 2000). Neste trabalho a única correlação significativa registrada foi entre o número de espécies ectoparasitas e o comprimento *R. vulpinus*. Esta correlação, conjuntamente com a falta de outras correlações significativas pode ser atribuída ao tamanho amostral, já que só foram capturados 12 hospedeiros, sendo uma amostra muito pequena para estabelecer algum padrão que influencie a intensidade de infecção em *R. vulpinus*.

No método Valor Indicador (IndVal) as espécies com uma alta especificidade e ocorrência num habitat em particular, apresentam valores elevados no IndVal. Uma alta ocorrência de uma espécie nas áreas de estudo é geralmente associada com um alto número de indivíduos. Estas características são importantes para determinar uma espécie como bioindicadora (Gaston *et al.* 1977).

Nenhuma das espécies parasitas encontradas em *R. vulpinus* foi considerada pelo método do Valor Indicador (IndVal) como uma espécie indicadora nos lagos de várzea estudados. Isto, devido ao baixo número de indivíduos coletados, que podem sobrestimar a especificidade e ocorrência das espécies parasitas neste hospedeiro e nestes lagos de várzea.

5. Conclusões

Raphiodon vulpinus ocupa uma posição intermediária na teia trófica dos lagos de várzea. Esta espécie não ocorre com frequência nestes ambientes, sendo difícil sua captura e assim conjuntamente com sua fauna de metazoários parasitas não é considerado como um bom bioindicador de qualidade ambiental.

6. Referencias Bibliográficas

- Alves, D.R.; Luque, J.L. 2006. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos de cinco espécies de escombrídeos (Perciformes: Scombridae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 15: 167-181.
- Attroch, F.B. 2014. *Metazoários parasitos de Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831) e Astronotus crassipinnis (Heckel, 1840) (Perciformes: Cichlidae) em lagos de várzea na Amazônia central, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 123 p.

- Buchmann, K.; Lindenstrøm, T. 2002. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts. *International journal for parasitology*, 32: 309-319.
- Bush, A.O.; Holmes, J.C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, 64:142-152.
- Caswell, H. 1978. Predator-mediated coexistence: a nonequilibrium model. *American Naturalist*, 112: 127-154.
- Cohen, S.C.; Kohn, A. 2008. Una especie nueva del género *Notozothecium* (Monogenea, Dactylogyridae), parásita de *Rhaphiodon vulpinus* (Cynodontidae, Characiformes) del río Paraná, estado de Paraná, Brasil. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79: 95-98.
- Combes, C. 1997. Fitness of parasites: pathology and selection. *International journal for parasitology*, 27:1-10.
- Des Clers, S. 1991. Functional relationship between sealworm (*Pseudoterranova decipiens*, Nematoda, Ascaridoidea) burden and host size in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 245: 85-89.
- Dogiel, V.A. 1961. Ecology of the parasites of freshwater fishes. *Parasitology of fishes*, 8: 1-47.
- Domingues, M.V.; Boeger, W.A. 2005. Neotropical Monogenoidea. 47. Phylogeny and coevolution of species of *Rhinoxenus* (Platyhelminthes, Monogenoidea, Dactylogyridae) and their Characiformes hosts (Teleostei, Ostariophysi) with description of four new species. *Zoosystema*, 27: 441-467.
- Dumbo, J.C. 2014. *Espécies de metazoários parasitos de Acestrorhynchus falcirostris* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Acestrorhynchidae) de lagos de várzea da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 150p.
- Dzikowski, R.; Paperna, I.; Diamant, A. 2003. Use of fish parasite species richness indices in analyzing anthropogenically impacted coastal marine ecosystems. *Helgoland Marine Research*, 57: 220-227.
- Eiras, J.C.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C.; Adriano, E.A. 2010. *Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: Clichetec, Brasil. 2389p.
- Euzet, L.; Combes, C.L. 1980. Les problèmes de l'espèce chez les animaux parasites. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 40: 239-285.

- Fernandes, B.M.; Cohen, S.C.; Mendonça, H.S.; Justo, M.C. 2013. *Annakohniella travassosi* n. gen., n. sp. (Digenea: Cryptogonimidae) Parasite of *Rhaphiodon vulpinus* (Pisces: Cynodontidae) from Brazil. *Comparative Parasitology*, 80: 17-21.
- Ferreira, J.G.; Zuanon, A.S.; Santos, G.M.; 1998. *Peixes comerciais do Médio Amazonas: Região de Santarém, Pará*. Edição IBAMA. Brasília, 211 p.
- Gaston, K.J.; Blackburn, T.M.; Lawton, J.H. 1997. Interspecific abundance–range size relationships: an appraisal of mechanisms. *Journal of Animal Ecology*, 66: 579–601
- Iannaccone, J.A.; Luque, J.L. 1993. New records of helminths parasitic on Peruvian Amazonian fishes (Osteichthyes). *Revista de biología tropical*, 41: 303-305.
- Karling, L.C.; Lacerda, A.C.; de Alvarenga, F.M.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2013. Endoparasites of *Rhaphiodon vulpinus* (Characiformes: Cynodontidae) and their relation to the standard length and sex of their hosts. *Bioscience Journal*, 29: 1311-1316.
- Kohn, A.; Moravec, F., Cohen, S.C.; Canzi, C., Takemoto, R.M.; Fernandes, B.M. 2011. Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. *Check List*, 7: 681-690.
- Kritsky, D.C.; Boeger, W.A.; Thatcher, V.E. 1988. Neotropical monogenea. II: *Rhinoxenus*, new genus (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) with descriptions of three new species from the nasal cavities of Amazonian Characoidea. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 101: 87-94.
- Lopes, L.P.C.; Varella, A.M.B.; Malta, J.C.O. 2009. Metazoan parasites of *Pseudoplatystoma punctifer* (Linnaeus, 1766) and *Pseudoplatystoma tigrinum* (Spix & Agassiz, 1829) Siluriformes: Pimelodidae) of the Central Amazon Basin, Brazil. *Biologia Geral e Experimental*, 9: 3-15.
- Lucena, C.A.; Menezes, N.A. 1998. A phylogenetic analysis of Roestes Günther and Gilbertolus Eigenmann, with a hypothesis on the relationships of the Cynodontidae and Acestrorhynchidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, 10: 261-278.
- Malta, J.C.O. 1984. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (Lago Janauacá, Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amazonica*, 14: 355-372.

- Malta, J.C.O. 1993. *Miracetyma kawa* sp. nov. (Copepoda, Poecilostomatoida, Ergasilidae) from Freshwater Fishes of the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 23: 251-259.
- Marcogliese, D.J. 2001. Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment. *Canadian Journal of Zoology*, 79: 1331-1352.
- Marcogliese, D.J. 2002. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, 124: 83-99.
- Morais, A.M. 2011. *Biodiversidade de parasitos da piranha vermelha Pygocentrus nattereri (Kner, 1858) (Characiformes; Serrasalminidae) e sua avaliação como bioindicadores na Amazônia Central*. Dissertação de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 234 p.
- Moravec, F.; Kohn, A.; Fernandes, B.M.M. 1993. Nematode parasites of fishes of the Parana River, Brazil. Part 3. Camallanoidea and Dracunculoidea. *Folia Parasitologica*, 40, 211-229.
- Neubert, K.; Yulianto, I.; Kleinertz, S.; Theisen, S.; Wiryawan, B.; Palm, H.W. 2016. Parasite fauna of white-streaked grouper, *Epinephelus ongus* (Bloch, 1790) (Epinephelidae) from Karimunjava, Indonesia. *Parasitology*, 2: 1-10.
- Petry, P.; Ayley, P.B.; Markle, D.F. 2003. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. *Journal of Fish Biology*, 63: 547-579.
- Pouilly, M.; Yunoki T.; Rosales, C.; Torres, L. 2004. Trophic structure of fish assemblages from Mamoré River floodplain lakes (Bolivia). *Ecology of Freshwater Fish*. 13: 245-257.
- Poulin, R. 1992. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. *International Journal for Parasitology*, 22: 753-758.
- Poulin, R. 2000. Variation in the intraspecific relationship between fish length and intensity of parasitic infection: biological and statistical causes. *Journal of Fish Biology*, 56: 123-137.
- Price, P.W. 1980. Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, New Jersey, 256 p.
- Rego, A.A.; Chubb, J.C.; Pavanelli, G.C. 1999. Cestodes in South American freshwater teleost fishes: keys to genera and brief description of species. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 299-367.

- Saint-Paul, U.; Zuanon, J.; Correa, M.A.V.; García, M.; Fabré, N.N., Berger, U.; Junk, W. J. 2000. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 235-250.
- Santana, H.S. 2014. *A fauna parasitária de Cichla monoculus (Spix & Agassiz, 1831) (Perciformes: Cichlidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 65 p.
- Serra-Freire, N.M. 2002. *Planejamento e análise de pesquisas parasitológicas*. Editora da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 199 p.
- Smith, J.W.; Wootten, R. 1978. *Anisakis* and anisakiasis. *Advances in parasitology*, 16: 93-163.
- Sukhdeo, M.V.K.; Sukhdeo, S.C. 2002. Fixed behaviours and migration in parasitic flatworms. *International Journal for Parasitology*, 32: 329-342.
- Sukhdeo, M.V.; Bansemir, A.D. 1996. Critical resources that influence habitat selection decisions by gastrointestinal helminth parasites. *International Journal for Parasitology*, 26: 483-498.
- Thul, J.E.; Forrester, D.J.; Abercrombie, C.L. 1985. Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic flyway. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 52: 297-310.
- Varella, A.M.B. 1992. *Copépodos (Crustacea) parasitas das fossas nasais de peixes, coletados na região de Rondônia, Brasil*. Dissertação de Doutorado, Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, São Paulo. 105 p.
- Vital, J.F.; Varella, A.M.B.; Porto, D.B.; Malta, J.C. 2011. Sazonalidade da fauna de metazoários de *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) no lago Piranha (Amazonas, Brasil) e a avaliação de seu potencial como indicadora da saúde do ambiente. *Biota Neotropica*, 11: 199-204.
- Whittington, I.D. 1997. Reproduction and host-location among the parasitic Platyhelminthes. *International Journal for Parasitology*, 27: 705-714.
- Whittington, I.D.; Cribb, B.W.; Hamwood, T.E.; Halliday, J.A. 2000. Host-specificity of monogenean (platyhelminth) parasites: a role for anterior adhesive areas?. *International Journal for Parasitology*, 30: 305-320.

Capítulo III

OS METAZOÁRIOS PARASITAS DE *Acestrorhynchus falcatus* (BLOCH, 1794) E SEU USO COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL.

Resumo

Neste capítulo é descrita a fauna parasitária de *Acestrorhynchus falcatus* capturados em lagos de várzea da Amazônia Central e seu uso como bioindicadora de qualidade ambiental. Das espécies parasitas identificadas foram adicionadas informações as descrições originais das espécies já descritas. Os lagos estudados foram: Baixio, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá e Maracá, localizados entre as cidades de Manaus e Coari na Amazônia Central, em um trecho de aproximadamente 400 km. Foram coletados e examinados 56 *A. falcatus* com comprimento padrão médio de $17,82 \pm 2,33$ cm, peso $86,45 \pm 43,54$ g e fator de condição relativo (Kn) de $1,14 \pm 0,95$. Foram coletados e identificados 263 parasitos pertencentes a quatro filos e seis grupos taxonômicos distintos: Filo Platyhelminthes: Monogenoidea (80) e Digenea (08), Filo Acantocephala (08), Filo Nematoda (150), e Filo Arthropoda: Copepoda (16), Branchiura (1). Os parasitas *Quadrigyrus torquatus*, *Anisakis* sp, *Pseudoproleptus* sp, *Travassosnema travassosi paranaensis*, *Acusicola pellowidii*, *Amplexibranchius bryconis* e *Argulus amazonicus* são registrados pela primeira vez parasitando *A. falcatus*. Os índices parasitários e descritores ecológicos mostraram que 63% das espécies parasitas eram formas larvais. A comunidade parasitaria de *A. falcatus* nos lagos de várzea estudados é caracterizada por uma baixa riqueza e alta homogeneidade de espécies, exceto no lago Maracá onde só foi coletado um indivíduo de uma espécie. Nenhuma das espécies parasitas coletadas foi considerada pelo método do Valor Indicador (IndVal) como uma espécie bioindicadora ambiental nos lagos de várzea estudados.

Palavras – chave: descritores ecológicos, ectoparasitas, endoparasitas, índices parasitários, peixe dourado-cachorro.

Abstract

In this chapter it was describe the parasitic fauna of *Acestrorhynchus falcatus* captured in Brazilian Central Amazonia floodplain lakes and its use as a bioindicator of environmental quality. Of the identified parasite species, additional informations to the original descriptions were added. The studied lakes were: Baixio, Preto, São Tomé, Ananá, Araçá and Maracá, located between the cities of Manaus and Coari in Central Amazonia, in a stretch of approximately 400 km. Fifty-six (56) *A. falcatus* with mean standard length of 17.82 ± 2.33 cm and weight 86.45 ± 43.54 g, relative condition factor (Kn) 1.14 ± 0.95 were collected and examined. A total of 263 parasites belonging to four phyla and six different taxonomic groups were identified: Phylum Platyhelminthes: Monogenoidea (80) and Digenea (08), Phylum Acantocephala (08), Phylum Nematoda (150), and Phylum Arthropoda: Copepoda Branchiura (1). The parasites *Quadrigyrus torquatus*, *Anisakis* sp, *Pseudoproleptus* sp, *Travassosnema travassosi paranaensis*, *Acusicola pellowidii*, *Amplexibranchius bryconis* and *Argulus amazonicus* are recorded for the first time parasitizing *A. falcatus*. The parasitic indexes and ecological descriptors showed that 63% of the parasite species were larval forms. The parasite community of *A. falcatus* in the floodplain lakes studied is characterized by low richness and high homogeneity of species, except in Lake Maracá where only one individual of one single species was collected. None of the parasite species collected was considered by the Indicator Value (IndVal) method as an environmental bioindicator species in the floodplain lakes studied.

Key words: dog fish, ecological descriptors, ectoparasites, endoparasites, parasitic indexes.

1. Introdução

O hospedeiro *Acestrorhynchus falcatus* Eigenmann & Kennedy, 1903 e sua diversidade parasitária.

Acestrorhynchus Eigenmann & Kennedy, 1903 é o único gênero da família Acestrorhynchidae. O gênero é constituído por 15 espécies válidas de peixes neotropicais com base em análises de características morfológicas, osteológicas e moleculares (Reis *et al.* 2003; Pretti *et al.* 2009). Essas espécies são filogeneticamente relacionadas e endêmicas da América do Sul (Toledo-Piza 2007).

As 15 espécies de *Acestrorhynchus* são: *Acestrorhynchus grandoculis* Menezes & Géri, 1983; *A. isalineae* Menezes & Géri, 1983; *A. maculipinna* Menezes & Géri, 1983; *A. minimus* Menezes, 1969; *A. falcistrostris* (Cuvier, 1819); *A. heterolepis* Cope, 1878; *A. abbreviatus* Cope, 1878; *A. altus* Menezes, 1969; *A. falcatus* Bloch, 1794; *A. lacustris* Lütken, 1875; *A. pantaneiro* Menezes, 1992; *A. britskii* Menezes, 1969; *A. nasutus* Eigenmann, 1912, *A. apurensis* Toledo Piza & Menezes e *A. microlepis* Schomburgk, 1841 (Reis *et al.* 2003; Pretti *et al.* 2009).

As espécies de *Acestrorhynchus* são bentopelágicas e exclusivamente de água doce e amplamente distribuídas nos rios e lagos da América do Sul. Na região leste da cordilheira dos Andes ocorre a maioria das espécies. Onze espécies nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco e rios costeiros das Guianas. Duas restritas às bacias do rio São Francisco e do alto rio Paraná. Uma espécie ocorre no baixo rio Paraná e nas bacias do rio Uruguai e do rio Paraguai (Pretti 2007; Toledo-Piza 2007; Pretti *et al.* 2009).

As espécies de *Acestrorhynchus* variam de pequeno a médio porte. Elas apresentam variação no tamanho médio das espécies, sendo *A. heterolepis* e *A. falcistrostris*, as maiores podendo atingir 32,1 e 40,0 cm, respectivamente. *Acestrorhynchus minimus* é a menor com exemplares que não ultrapassam a 10 cm de comprimento padrão (Pretti 2007; Soares *et al.* 2008). Elas são bentopelágicas e conhecidas como peixe-cachorro ou uéua. A maior diversidade ocorre nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Guianas (Vilhena-Picanço *et al.*, 2007).

Acestrorhynchus falcatus (Figura 1) ocorre em rios das bacias do Amazonas e Orinoco, e rios do Suriname e Guiana Francesa. Ela distingue das demais espécies do gênero por possuir uma mancha umeral em forma de uma lágrima invertida. É uma espécie de pequeno porte que chega a medir 30 cm de comprimento padrão, é sedentária, de hábito diurno. Habita lagos de rios de águas brancas e claras (Soares *et al.* 2008; Pretti *et al.* 2009).

Acestrorhynchus falcatus tem hábito alimentar piscívoro, mas indivíduos jovens podem alimentar-se de crustáceos (camarão). Possui desova parcelada e sua reprodução ocorre com maior intensidade no final da seca (dezembro) e no início da cheia (maio) na Amazônia (Soares *et al.* 2008).

Existem poucos registros na literatura das espécies parasitas de *A. falcatus* e de outras espécies do gênero (Carvalho *et al.* 2003). As espécies parasitas de *A. falcatus* estão indicados na tabela 1.

Tabela 20. Lista das espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus*, local de coleta e os respectivos autores dos trabalhos.

Táxon	Espécie parasita	Locais de coleta	Referência
Monogenoidea	<i>Dactylogyroides</i> sp.	Rio Mogi-Guassu, Brasil	Kohn <i>et al.</i> , 1985
	<i>Diaphorocleidus</i> sp.	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016
Digenea	<i>Bellumcorpis major</i>	Sem informação	Thatcher, 2006
	<i>Genarchella parva</i>	São Paulo, Brasil	Scholz <i>et al.</i> , 1995
	<i>Clinostomum</i> sp.	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016
	<i>Clinostomum complanatum</i>	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016
Acantocephala	<i>Palliolisentis polyonca</i>	Sem informação	Thatcher, 2006
	<i>Neochinorhynchus pterodoridis</i>	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino, 2016
	<i>Quadrigrurus torcuatus</i>	Rio Ariari, Colombia	Schmidt e Huggins, 1973
Nematoda	<i>Paracapillaria piscicola</i>	Sem informação	Thatcher, 2006
	<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016
	<i>Contraecum</i> sp.	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016
	<i>Philometria</i> sp.	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016
Copepoda	<i>Ergasilus turucuyus</i>	Rio Pacaás-Novos, Rondônia	Malta e Varella, 1996
Isopoda	<i>Braga patagonica</i>	Macapá, Amapá, Brasil	Hoshino <i>et al.</i> , 2016



Figura 140. *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794) coletado em lagos de várzea da Amazônia brasileira.

2. Materiais e métodos

Os materiais e os métodos utilizados são os mesmos que os utilizados no capítulo I do presente trabalho.

3. Resultados

a. Metazoários parasitas de *Acestrorhynchus falcatus*

Foram coletados e examinados 56 *A. falcatus* em seis lagos de várzea da Amazônia Central. Os peixes mediam em média $17,82 \pm 2,33$ cm de comprimento padrão e pesavam $86,45 \pm 43,54$ g de peso total. O fator de condição relativo (Kn) foi de $1,14 \pm 0,95$. Foram coletados e identificados 263 parasitos pertencentes a quatro filos e seis grupos taxonômicos distintos: Filo Platyhelminthes (Monogenoidea e Trematoda), Filo Acantocephala, Filo Nematoda, e Filo Arthropoda (Copepoda, Branchiura).

Monogenoidea

Foram coletados 80 espécimes da subclasse Monogenoidea do gênero *Diaphorocleidus* Jogunoori, Kritsky & Venkatanarasaiah, 2004 parasitando as brânquias.

Taxonomia

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

SubClasse Monogenoidea Bychowsky, 1937

Ordem Dactylogiridea Bychowsky, 1937

Família Dactylogiridae Bychowsky, 1933

Subfamília Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Gênero *Diaphorocleidus* Jogunoori, Kritsky & Venkatanarasaiah, 2004

Uma espécie ocorreu parasitando *A. falcatus*, *Diaphorocleidus* sp. Oitenta indivíduos foram coletados parasitando as brânquias.

Diaphorocleidus

Diagnose genérica: Corpo compreende a região cefálica, tronco, pedúnculo e haptor. Apresenta dois lóbulos cefálicos terminais e dois bilaterais; 3 pares de órgãos cefálicos bilaterais; glândulas cefálicas unicelulares em posição lateral ou pósterolaterais à faringe. Olhos presentes. Boca subterminal; esôfago curto; 2 cecos intestinais, confluentes posteriormente às gônadas. Órgão copulatório não articulado, tubular e esclerotizado, enrolado com anéis no sentido anti-horário; peça acessória em forma de placa. Poro vaginal sinistro-ventral próximo à metade do corpo; vagina tubular,

esclerotizadas. Folículos vitelinos no tronco e pedúnculo, exceto na região dos órgãos reprodutivos. Haptor globoso, com um par de âncoras dorsais e ventrais, barra dorsal, ventral e 7 pares de ganchos similares com distribuição ancyrocephaline. Gancho com protuberante polegar deprimido terminalmente; haste composta por duas subunidades.

Descrição geral *Diaphorocleidus* sp. (Figura 2): Lóbulos cefálicos moderadamente desenvolvidos, glândulas cefálicas presentes, quatro pares de olhos, âncora ventral longa, como raiz superficial longa, raiz profunda estreita distalmente. Âncora dorsal com base bem desenvolvida. Barra ventral longa em forma de “V”. Barra dorsal curvada com duas projeções na parte média. Ganchos similares. Órgão copulador masculino (cirrus) compreende um espiral delicado formando três anéis em sentido anti-horário. Peça acessória em forma de pinça. Abertura vaginal sinistral. As medidas morfométricas são apresentadas na tabela 2. Material depositado: INPA 643

Comentários: *Diaphorocleidus* sp. é muito parecida com *D. kabatai* Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasalah, 2004. O complexo copulatório em forma de pinça assemelha-se muito nestas duas espécies, assim como a forma das barras ventral e dorsal. As diferenças existentes são observadas na forma das âncoras que em *D. kabatai* são mais curtas, com a raiz superficial da âncora ventral muito mais proeminente que em *Diaphorocleidus* sp, no hospedeiro e localização geográfica, sendo *Astyanax aeneus* (Günther, 1860) (Characidae) o hospedeiro de *D. kabatai* provenientes do México e Panamá.

Tabela 21. Estruturas morfológicas e as medidas de *Diaphorocleidus* sp. parasitando as brânquias

Estruturas morfológicas	Medidas em μm
Comprimento do corpo	350 - 470 (427)
Maior largura do corpo	112 - 182 (148)
Comprimento do haptor	68 - 74 (72)
Largura do haptor	86 - 99 (93)
Comprimento âncora ventral	26 - 30 (28)
Largura âncora ventral	16 - 18 (16)
Comprimento âncora dorsal	22 - 26 (24)
Largura âncora dorsal	14 - 16 (14)
Comprimento barra ventral	26 - 32 (30)
Comprimento barra dorsal	28 - 36 (34)
Ganchos	18 - 22 (20)
Cirrus	16 - 22 (18)
Peça acessória	20 - 28 (26)

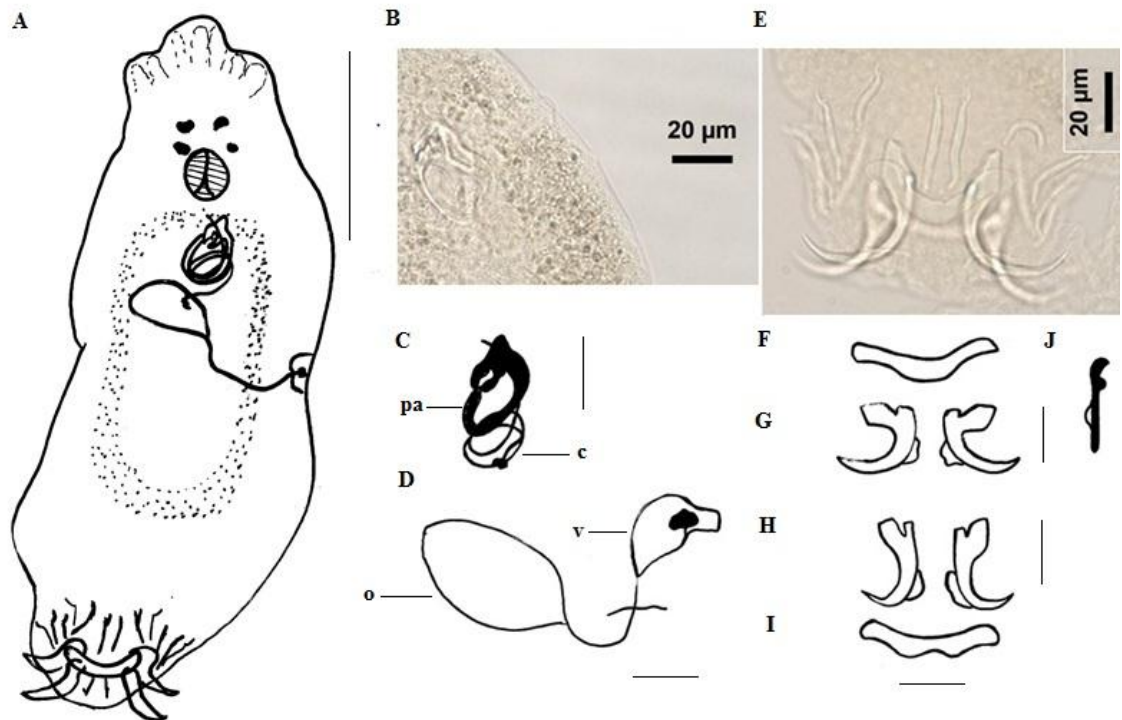


Figura 141. *Diaphorocleidus* sp. A. Vista ventral; B. Complexo copulatório (CC); C. CC. pa = peça acessória, c = cirrus; escala da barra = 20 µm; D. Vagina. v = vagina, o = ovo; escala da barra = 20 µm; E = Haptor; F = barra ventral; G. âncora ventral; H. âncora dorsal; I = barra dorsal; J = gancho; escala da barra = 20 µm.

Digenea

Oito (08) metacercarias de *Clinostomum marginatum* foram coletadas parasitando *A. falcatus*. As medidas morfológicas foram em base a 08 indivíduos e coletadas em mm. com valores mínimos, máximos e média.

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cercomeridea Brooks, O'Grady e Glen, 1985

Infraclasse Trematoda Rudolphi, 1808

Subclasse Digenea Carus, 1863

Família Clinostomatidae Luehe, 1901

Subfamília Clinostomatinae Pratt, 1902

Gênero *Clinostomum* Leidy, 1856

Uma espécie ocorreu parasitando *A. falcatus*, *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) Braun, 1899.

Diagnose específica: Comprimento, 2,2-5,8 (4,6); largura 0,6-1,6 (1,2); comprimento da ventosa oral 0,2-0,4 (0,2); comprimento da faringe 0,02-0,06 (0,6).

Acetábulo (ventosa ventral) com 0,2-0,6 (0,4); de comprimento. Testículos: 0,20 – 0,45 (0,35); útero: 0,24 – 0,80 (0,40). Material depositado: INPA 690

Comentários: As medidas dos caracteres morfológicos de *C. marginatum* estão de acordo com a variação registrada em Travassos *et al.* (1969) e Dumbo (2014). Nos mesmos lagos de várzea estudados neste trabalho foram registradas metacercárias de *C. marginatum* parasitando a cavidade visceral, olho, cavidade branquial, narinas, intestino e fígado de *A. falcirostris* (Dumbo 2014). Neste trabalho este parasita foi encontrado na cavidade branquial e no intestino de *A. falcatus*.



Figura 142. Metacercaria de *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819) parasita de *Acestrirhynchus falcatus*

Acanthocephala

Uma espécie do gênero *Quadrigyrus* Van Cleave, 1920 foi registrada parasitando o intestino de *A. falcatus*.

Classe Eocanthocephala Van Cleave, 1936

Ordem Gyraacanthocephala Van Cleave, 1936

Família Quadrigyridae Van Cleave, 1920

Gênero *Quadrigyrus* Van Cleave, 1920

Quadrigyrus torquatus Van Cleave, 1920

Diagnose específica: baseada em 8 espécimes fêmeas. Corpo com 2,730 e comprimento por 0,434 de largura. Probóscide, comprimento 0,175 e largura 0,077, armada com quatro séries circulares de ganchos. Ganchos da primeira série com 0,09 de comprimento, da segunda 0,050, da terceira 0,030 e da quarta 0,026. Receptáculo da probóscide mede 0,336. Dois lemniscos do mesmo tamanho com 0,123 de comprimento e 0,067 de largura. Tronco, na região do receptáculo, com quatro linhas circulares de espinhos, cada uma com 16 espinhos.

Material depositado: INPA 55

Comentários: esta espécie é diferenciada de *Q. brasilienses* pela presença de quatro series de espinhos na região do receptáculo da probóscide, a diferença de *Q. brasilienses* que só apresenta três series. *Quadrigyus torquatus* é muito parecida com *Q. nickoli*, mas diferencia pelo número de espinhos na região do receptáculo da probóscidae: em *Q. torquatus* são quatro círculos com 16 - 18 espinhos e em *Q. nickoli* quatro círculos com 23 - 29 espinhos.

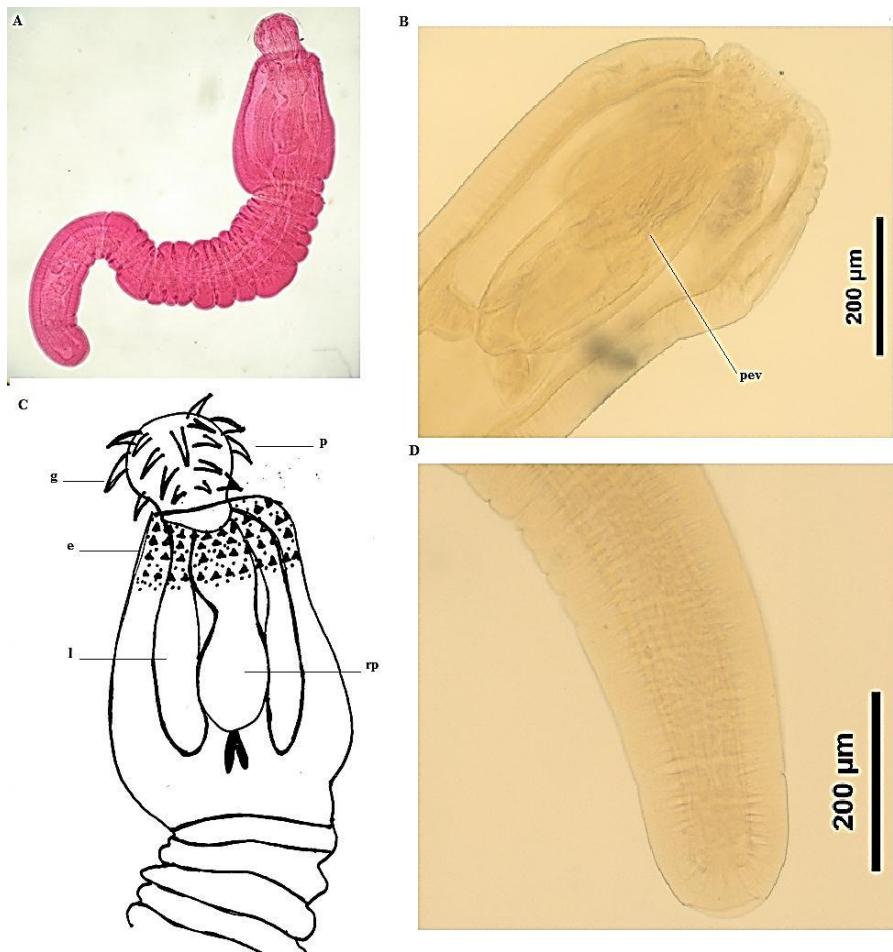


Figura 143. *Quadrigyus torquatus* Van Cleave, 1920. A. Vista ventral do corpo; B. Terminação anterior mostrando a probóscide dentro do receptáculo da probóscide, pev = probóscide invaginada; C. Parte

anterior do corpo mostrando a probóscide evaginada, p = probóscide, g = ganchos, e = espinhos, l = lemniscos, rp = receptáculo da probóscide; D = terminação posterior do corpo.

Nematoda

Foram identificadas larvas L3 de *Anisakis* sp. e *Pseudoproleptus* sp. Larvas L2 da família Anisakidae e duas espécies: *Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus* Travassos, Artigas e Pereira, 1958 e *Travassosnema travassosi paranaensis* Moravec, Costa, Moreira & Oliveira, 1991.

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Anisakidae Raillet e Hentry, 1912

Gênero *Anisakis* Dujardin, 1945

Trinta (30) larvas L3 de *Anisakis* sp. foram coletadas *A. falcatus*.

A diagnose genérica foi descrita no Capítulo I deste trabalho.

Diagnose específica: medidas baseadas em 10 indivíduos (em mm. com valores mínimos, máximos e média). Comprimento do corpo: 8,4 – 13,9 (12,6); largura do corpo: 0,38 – 0,40 (0,38); esôfago: 0,26 – 0,92 (0,88); comprimento do ventrículo: 0,22 – 0,40 (0,34); largura do ventrículo: 0,08 – 0,16 (0,12); distância da extremidade anterior até o anel nervoso: 0,16 – 0,28 (0,24); cauda: 0,028 – 0,034 (0,032).

Material depositado: INPA 87

Comentários: As medidas morfométricas registradas neste hospedeiro, são similares as registradas em *R. vulpinus* (cap II deste trabalho) e maiores que as registradas em *S. altispinis* (cap I deste trabalho).

Para espécies de *Acestrorhynchus*, larvas de *Anisakis* sp. já foram registradas em *A. lacustris* (Silva-Junior *et al.* 2011) e para *A. falcirostris* (Dumbo 2014).

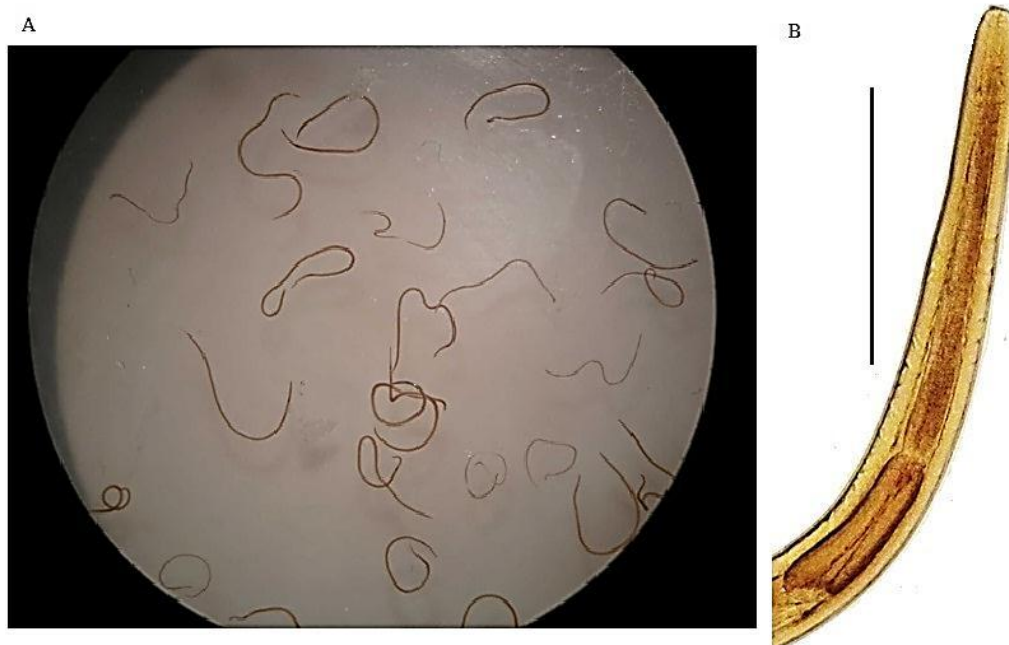


Figura 144. *Anisakis* sp. A. Larvas L3 de *Anisakis* sp. sob microscópio estereoscópio (Aumento 0,8X); B. Parte anterior do corpo de *Anisakis* sp. Escala = 4 mm.

Classe Secernentea Linstow, 1905

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Superfamília Habronematoidea Chitwood e Weha, 1932

Família Cystidicolidae Skrjabin, 1946

Gênero *Pseudoproleptus* Khera, 1956

Seis (6) larvas L3 de *Pseudoproleptus* sp. foram coletadas parasitando *A. falcatus*.

A diagnose genérica foi descrita no Capítulo I deste trabalho.

Diagnose específica: medidas baseadas em 6 indivíduos (em mm. valores mínimos, máximos e média). Comprimento do corpo: 60,62 – 86,24 (72,2); largura do corpo: 0,38 – 0,40 (0,38); esôfago muscular: 0,78 – 0,84 (0,82); esôfago glandular: 3,8 – 5,2 (4,8); distância da extremidade anterior ao anel nervoso: 0,30 – 0,32 (0,30); distância da extremidade anterior ao poro excretor: 0,48 – 0,52 (0,50); cauda: 0,18 – 0,20 (0,18).

Material depositado: INPA 88

Comentários: As medidas morfométricas foram um pouco maiores que as registradas neste mesmo trabalho em *S. altispinis* (cap I) e *R. vulpinus* (cap II).

Para espécies de *Acestrorhynchus*, este parasita foi registrado em *A. falcistrostris* nos mesmos lagos que os utilizados neste trabalho (Dumbo 2014).



Figura 145. *Pseudoproleptus* sp. A. Larvas L3 de *Pseudoproleptus* sp. sob microscópio estereoscópio (aumento 0,8X); B. Parte anterior de *Pseudoproleptus* sp.

Classe Secernentea Linstow, 1905

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Superfamília Camallanoidea Railliet e Henry, 1915

Família Camallanidae Railliet e Henry, 1915

Subfamília Camallaninae Railliet e Henry, 1915

Gênero *Procamallanus* Baylis, 1923

A diagnose genérica foi descrita no Capítulo I deste trabalho.

Uma espécie ocorreu parasitando *A. falcatus*, *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928. Dezenove (19) indivíduos (12 fêmeas e 7 machos) foram coletados parasitando *A. falcatus*.

Diagnose específica: medidas baseadas em 10 fêmeas e 7 machos (em mm. valores mínimos, máximos e média): Fêmea, comprimento do corpo: 15,4 – 30,2 (24,2); largura do corpo: 0,6 – 0,8 (0,8); comprimento da cápsula bucal: 0,12 – 0,18 (0,16); largura da cápsula bucal: 0,14 – 0,2 (0,18); número de estrias na cápsula bucal: 19 – 22 (20); distância da extremidade anterior ao anel nervoso: 0,06 – 0,12 (0,08); comprimento esôfago muscular: 0,62 – 0,80 (0,78); largura esôfago muscular: 0,24 – 0,26 (0,24); comprimento esôfago glandular: 0,84 – 0,90 (0,88); largura esôfago glandular: 0,25 – 0,30 (0,25); cauda: 0,22 – 0,24 (0,22).

Macho: baseada em 7 machos (em mm. valores mínimos, máximos e média): comprimento do corpo: 5,2 – 6,8 (6,2); largura do corpo: 0,32 – 0,44 (0,38); comprimento da cápsula bucal: 0,06 – 0,12 (0,08); largura da cápsula bucal: 0,06 – 0,14 (0,10); número de estrias na cápsula bucal: 13 – 18 (16); distância da extremidade anterior ao anel nervoso: 0,002 – 0,010 (0,06); comprimento esôfago muscular: 0,32 – 0,40 (0,36); largura esôfago muscular: 0,07 – 0,19 (0,17); comprimento esôfago glandular: 0,55 – 0,65 (0,60); largura esôfago glandular: 0,05 – 0,15 (0,10); cauda: 0,18 – 0,28 (0,24); espículo: 0,15 – 0,25 (0,20). Material depositado: INPA 89

Comentários: As medidas morfométricas deste parasita foram similares as apresentadas em *S. altispinis* (cap I).

Esta espécie já foi registrada parasitando *A. falcatus* (Hoshino *et al.*, 2016) e em *A. falcirostris* (Dumbo 2014; Hoshino *et al.* 2016).

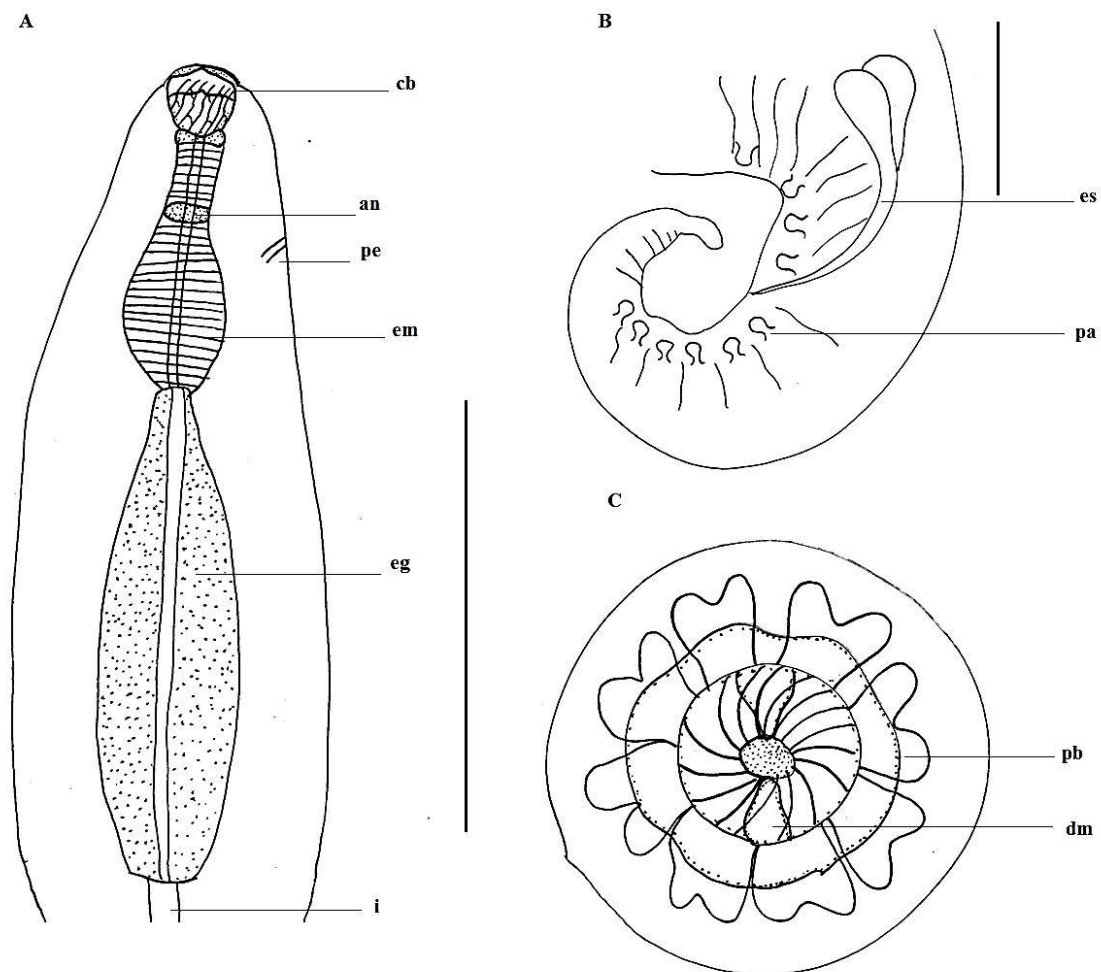


Figura 146. *Procammallanus (S.) inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928. A. Esquema mostrando as principais estruturas: cb = cápsula bucal, an = anel nervoso, pe = poro excretor, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, i = intestino. Escala da barra = 500 μ m; B = terminação posterior do

macho mostrando as 6 papilas anais (pa): 4 pré anais e 6 pós anais, es = espículos; C = estrutura cefálica, pb = papilas bucais, dm = dentes medianos

Superfamília Dracunculoidea Cameron, 1934

Família Guyanemidae Petter, 1974

Gênero *Travassosnema* Costa, Moreira e Oliveira, 1991

Travassosnema travassosi paranaensis Costa, Moreira e Oliveira, 1991.

Diagnose específica: baseada em seis fêmeas. Corpo, comprimento 4,4-7,4 (6,4) e largura 0,08-0,22 (0,16). Extremidade anterior arredondada e a posterior cônica. Cutícula lisa. Parede interna do corpo com células arranjadas em duas fileiras longitudinais e laterais desde a extremidade anterior até a posterior. Esôfago dividido em um anterior muscular, comprimento 0,07-0,18 (0,14) e largura 0,030-0,035 (0,030) e o posterior glandular, comprimento 0,18-0,24 (0,18) e largura 0,04-0,16 (0,08). Apêndice esofágico de comprimento 0,18-1,2 (0,8) e largura 0,04-0,08 (0,06). Anel nervoso situa a 0,08-0,12 (0,10) da extremidade anterior. Presença de dois derídeos na parte anterior (região do bulbo esofágico) do esôfago glandular. Vulva muscular inicia no útero, orientada para a região posterior e depois para região anterior paralela a parede do útero e abre no lado da junção esôfago-intestino. Útero inicia no nível do esôfago glandular com numerosas larvas completamente formadas. Região mediana com embriões em desenvolvimento e região posterior com ovos; na extremidade posterior, uma parte do útero penetra na cauda. Ovário, comprimento 0,80 e largura 0,010-0,08 (0,06). Parte do ovário penetra na cauda. Cauda acuminada (0,12 – 0,14 (0,12)).

Material depositado: INPA 90

Comentários: *Travassosnema (t.) paranaensis* foi descrita da cavidade abdominal de *A. lacustris* coletados no rio Paraná perto do município de Guairá (Moravec *et al.* 1993b). As medidas morfométricas encontradas por Moravec *et al.* (1993b) foram similares que as encontradas neste trabalho. Este parasita foi citado também parasitando *A. lacustris* no médio rio Paraná, no reservatório da represa hidroelétrica de Itaipu (Kohn *et al.* 2011).

O primeiro registro de ocorrência desta espécie na Amazônia foi realizado por Dumbo (2014). Neste trabalho *T. (t.) paranaensis* constitui o segundo registro de ocorrência para a Amazônia e *A. falcatus* é um novo hospedeiro.

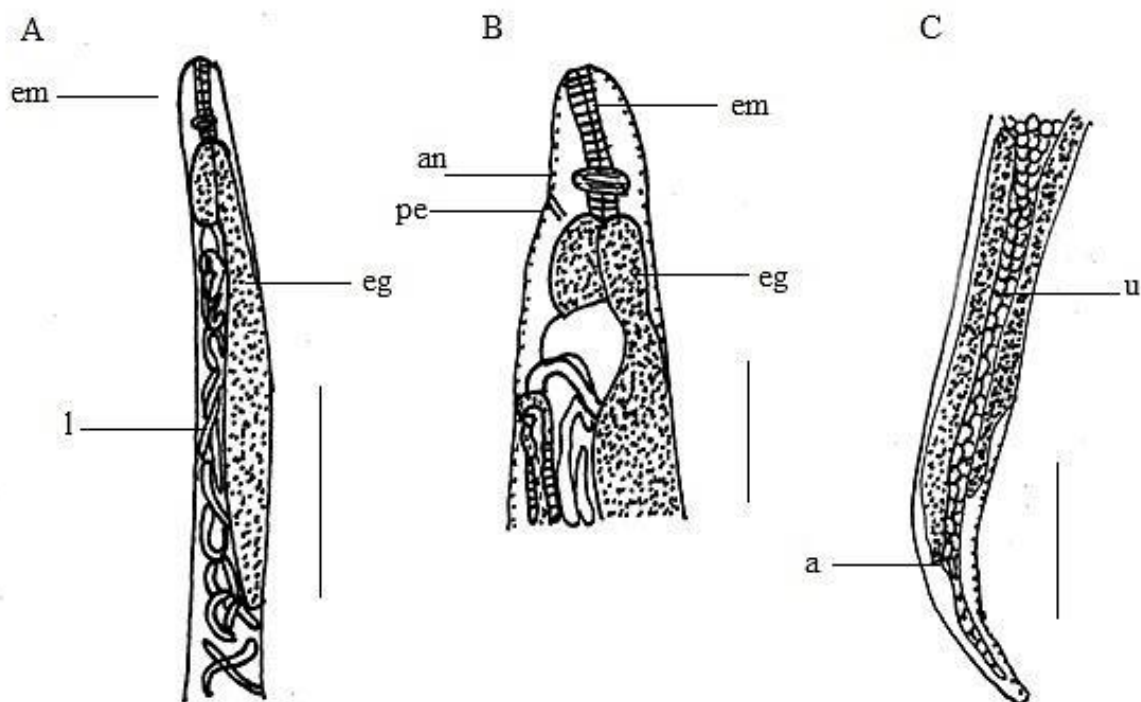


Figura 147. *Travassosnema travassosi paranaensis* Costa, Moreira & Oliveira, 1991. A. Parte anterior do corpo, em = esôfago muscular, eg = esôfago glandular, l = larvas; Escala da barra = 200 μ m; B. Terminação anterior do corpo. an = anel nervoso; Escala da barra = 50 μ m; C. Terminação posterior do corpo (cauda). u = útero, a = anus, Escala da barra = 100 μ m.

Arthropoda

As espécies do filo Arthropoda e da subclasse Copepoda encontradas parasitando *A. falcatus* foram: *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes, 1985 e *Acusicola pellonidis* Thatcher & Boeger, 1983; Branchiura: *Argulus amazonicus* Malta & Silva, 1986.

Copepoda

Filo Arthropoda

Subfilo Crustacea Bünnich, 1772

Classe Maxillopoda Dahl, 1956

Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834

Família Ergasilidae Von Nordmann, 1832

Gênero *Amplexibranchius* Thatcher & Paredes 1995.

Diagnose genérica descrita no Capítulo I deste trabalho.

Amplexibranchius bryconis Thatcher & Paredes 1995.

Diagnose específica: baseada em 10 fêmeas. Corpo, comprimento incluindo saco ovífero 0,80-1,80 (1,40) e largura máxima do cefalotórax 0,40-0,60 (0,40) no terço

anterior. Antênula, comprimento 0,14-0,18 (0,16), largura 0,03 – 0,06 (0,03) e com cinco segmentos, cada com ornamentações. Antena 0,42 – 0,68 (0,62) de comprimento com quatro segmentos. Saco ovífero, comprimento 0,42 – 0,54 (0,48) e largura 0,08 – 0,10 (0,06).

Material depositado: INPA 2339

Comentários: *Amplexibranchius bryconis* é a única espécie do gênero, sua localidade tipo é o rio Amazonas, Iquitos, Perú e o hospedeiro tipo *Brycon cephalus* (Guntner, 1869). Na Amazônia, este parasita foi registrado parasitando as brânquias de *A. falcirostris* por Dumbo (2014), em *Potamorhina latior* (Spix, 1829) (Morey *et al.* 2015) e em *S. altispinis* (Morey e Malta 2016).

Neste trabalho é o primeiro registro de ocorrência em *A. falcatus*. As medidas morfométricas assim como a morfologia dos espécimes analisados estão de acordo com os apresentados por Thatcher e Paredes (1985).

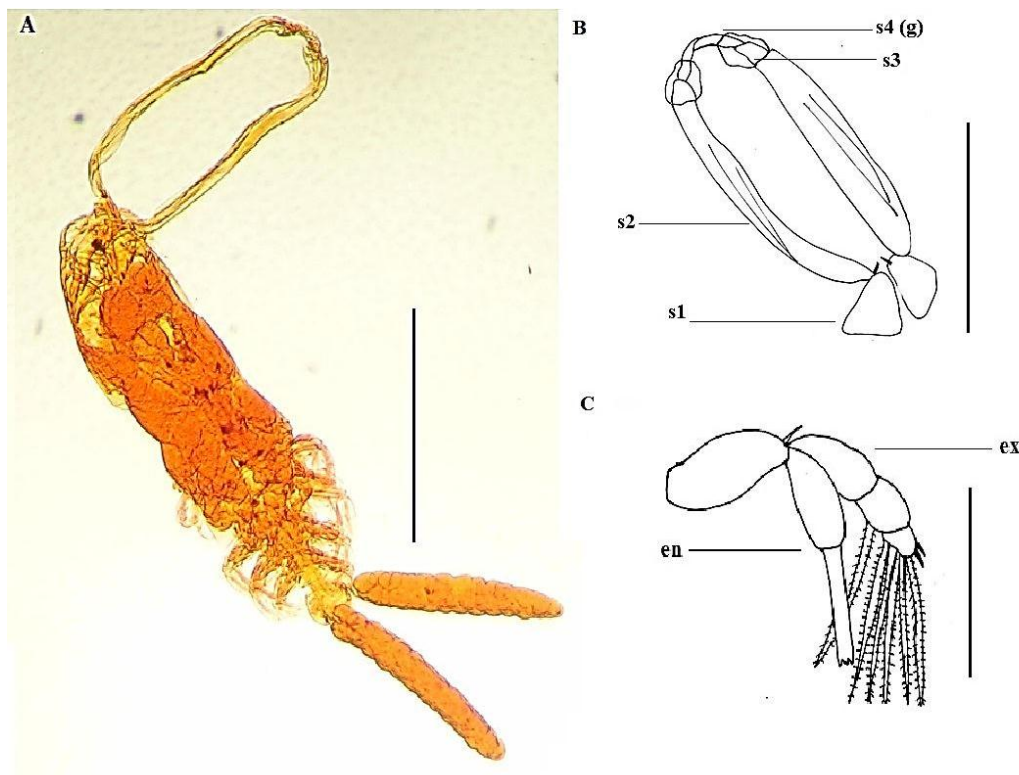


Figura 148. *Amplexibranchius bryconis* Thatcher & Paredes 1995. A. Vista ventral do corpo, escala = 400 μm ; B. Antenas mostrando o mecanismo de fechadura, escala = 250 μm s = segmentos da antena, g = garra; C. Perna I. en = endopodito, ex = exopodito, escala = 30 μm .

Gênero *Acusicola* Cressey & Collette, 1970

Acusicola pellowidis Thatcher & Boeger, 1983 (Figura 38)

Cinco indivíduos de *A. pellowidis* foram coletados parasitando as brânquias de *A. falcatus*.

Diagnose específica: baseada em cinco fêmeas. Corpo, comprimento 0,62-1,22 (0,84) e largura 0,30-0,55 (0,35). Cefalotórax, comprimento 0,45-0,75 (0,55) e com uma estrutura esclerotizada ligeiramente em forma de “Y” ou “T” na parede dorsal. Antênula com 5 segmentos, com comprimento de 0,1 – 0,14 (0,1). Antena com 4 segmentos e uma garra terminal, comprimento da antena de 0,24 – 0,46 (0,38). Exopodito da perna I com três segmentos e endopodito dois segmentos. Perna II (= perna III), exopoditos e endopoditos com três segmentos. Perna IV, exopodito com dois segmentos e endopodito com três segmentos. Todos basopoditos com espinho lateral e externo. Dois ramos caudais. O número dos espinhos e as setas são apresentados na tabela 3.

Comentários: as espécies conhecidas do gênero *Acusicola* que parasitam peixes de águas doce são: *A. pellowidis*; *A. cunula* Cressey, 1970; *A. lycengraulidis* Thatcher & Boeger, 1985; *A. tucunarensis* Thatcher, 1984 (Thatcher 2006).

Material depositado: INPA 2340

Comentários: *Acusicola pellowidis* foi descrita de *Pellona castelnaeana* Valenciennes, 1847 da ordem Perciformes coletado no rio Amazonas, Amazônia Central (Thatcher e Boeger 1983). Na Amazônia, este parasita foi registrada parasitando *A. falcatus* provenientes de lagos de várzea (Dumbo 2014). Neste trabalho as medidas morfométricas assim como a morfologia dos espécimes analisados de *A. pellowidis* estão de acordo com os apresentados por Thatcher e Boeger (1983). *Acestrorhynchus falcatus* é um novo hospedeiro para *A. pellowidis* e é o segundo hospedeiro da ordem Characiformes na Amazônia Central.

Tabela 22. Relação de espinhos e setas nas pernas de *Acusicola pellowidis* Thatcher & Boeger, 1983. Espinhos em números romanos; setas em números arábicos.

	Segmento I	Segmento II	Segmento III
Perna I			
Exopodito	I - 0	0 - 1	II - 5
Endopodito	0 - 1	II - 5	
Perna II			
Exopodito	I - 0	0 - 1	I - 6
Endopodito	0 - 1	0 - 2	I - 4
Perna III			
Exopodito	I - 0	0 - 1	I - 6
Endopodito	0 - 1	0 - 2	I - 4
Perna IV			
Exopodito	0 - 0	0 - 5	
Endopodito	0 - 1	0 - 2	I - 3

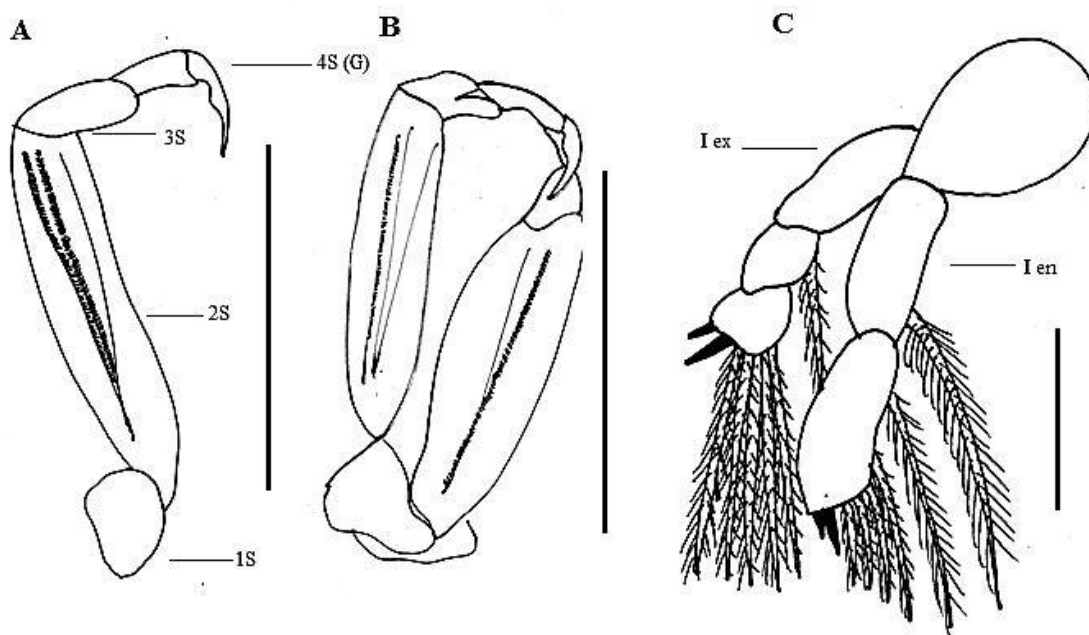


Figura 149. A. Antena de *Acusicola pellowidis*. S = segmento, g = garra, escala da barra = 150 µm; B. Antenas mostrando o mecanismo de fechadura, escala da barra = 150 µm; C. Perna I. en = endopodito; ex = exopodito, escala da barra = 30 µm.

Branchiura

Subclasse Branchiura Thorell, 1864

Ordem Arguloidea Yamaguti, 1963

Família Argulidae Leach, 1819

Gênero *Argulus* Müller, 1785

Argulus amazonicus Malta & Silva, 1986 (Figura 45)

Um indivíduo foi registrado parasitando as brânquias de *A. falcatus*, medidas em

mm.

Diagnose específica: baseada em 1 indivíduo. Comprimento do corpo: 5,2, largura: 4,1. Carapaça sem espinhos, comprimento 3,8 e largura 3,6, cobre todos pares de pernas. Abdômen comprimento 2,5 e largura 0,6 Segunda maxila com espinhos cuspidados em todos os segmentos. Região entre as bases das pernas com espinhos finos.

Material depositado: INPA 2341

Comentários: *Argulus amazonicus* é diferenciada das outras espécies de branquiúros pela ausência do gancho anterior e do espinho do segmento basal da antênula; ausência do espinho basal da antena; hastes quitinosas de sustentação das ventosas com seis peças sub-retangulares; lóbulo posterior direito da carapaça sobrepondo-se ao esquerdo, cobrindo o terceiro e quarto segmento torácico e a metade do abdômen; ausência de dentes mesiais; ausência de dentes pós-maxilares; dentes maxilares pequenos triangulares e em número de dois; espinhos cuspidados no segundo, terceiro e quarto segmentos da segunda maxila. Um caráter único que só é encontrado em *A. amazonicus* são os desenhos da superfície dorsal da carapaça (Malta e Silva 1986).

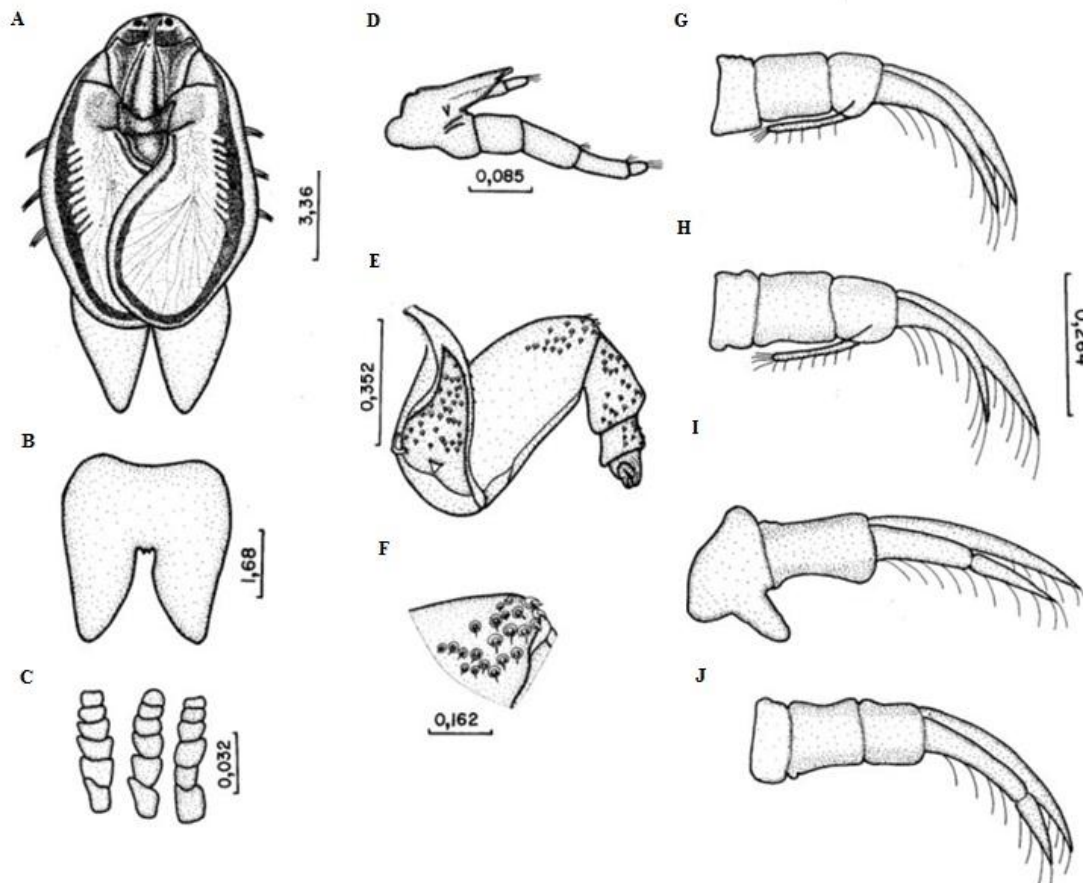


Figura 150. *Argulus amazonicus* Malta & Silva, 1986. A. vista dorsal do corpo; B = abdômen; C. Hastes quitinosas; D = Antênula; E = segunda maxila; F = detalhe dos espinhos do segundo segmento; G = perna 1; H = perna 2; I = perna 3; J = perna 4. (Desenhos originais de Malta & Silva, 1986).

Dinâmica populacional

Cinquenta e seis (56) *A. falcatus* foram capturados e examinados, 34 (60,71%) estavam parasitados por pelo menos uma espécie de metazoário parasita. Um total de 263 espécimes de parasitos de 11 espécies foram coletadas e analisadas. Do total dos parasitas 97 espécimes eram ectoparasitas (36,88%) e 166 endoparasitas (63,12%). Nematoda foi o táxon majoritário com 150 espécimes (57%), seguido de Monogenoidea, Copepoda, Digenea, Acantocephala e Branchiura (Figuras 12 e 13).

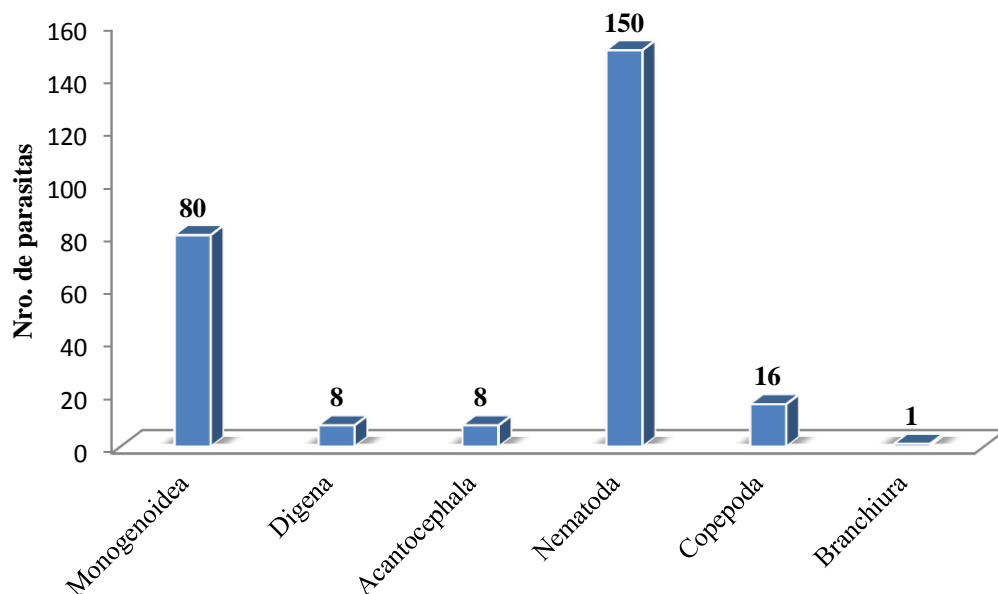


Figura 151. Número de indivíduos de cada táxon, parasitos de *Acestorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

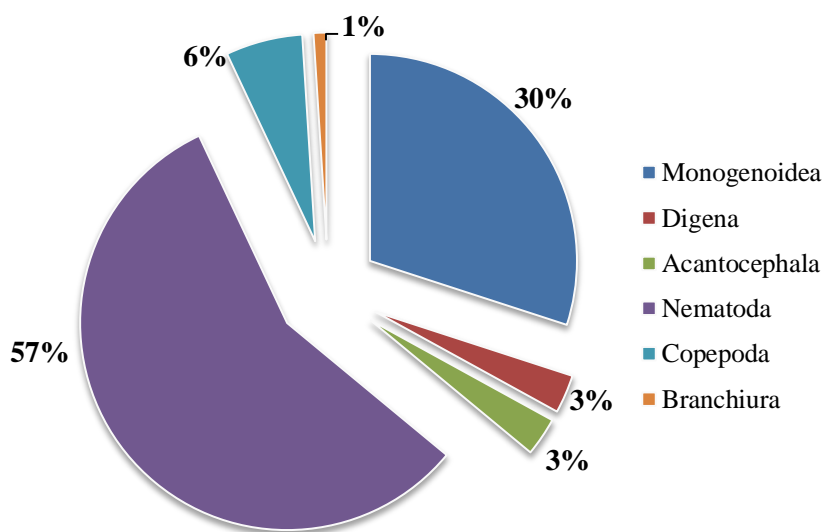


Figura 152. Porcentagem de parasitismo de cada táxon parasito de *A. falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Foram identificadas sete espécies na fase adulta, sendo quatro ectoparasitas: *Diaphorocleidus* sp., *A. bryconis*, *A. pellowidus* e *A. amazonicus* e três endoparasitas: *Q. torquatus*, *P. (S.) inopinatus* e *T. travassosi paranaensi*. Foram identificadas também formas larvais: metacercarias de *C. marginatum*, larvas L3 de *Anisakis* sp., *Pseudoproleptus* sp., e larvas encistadas de Anisakidae. O número de indivíduos coletados de espécie são apresentados na figura 14.

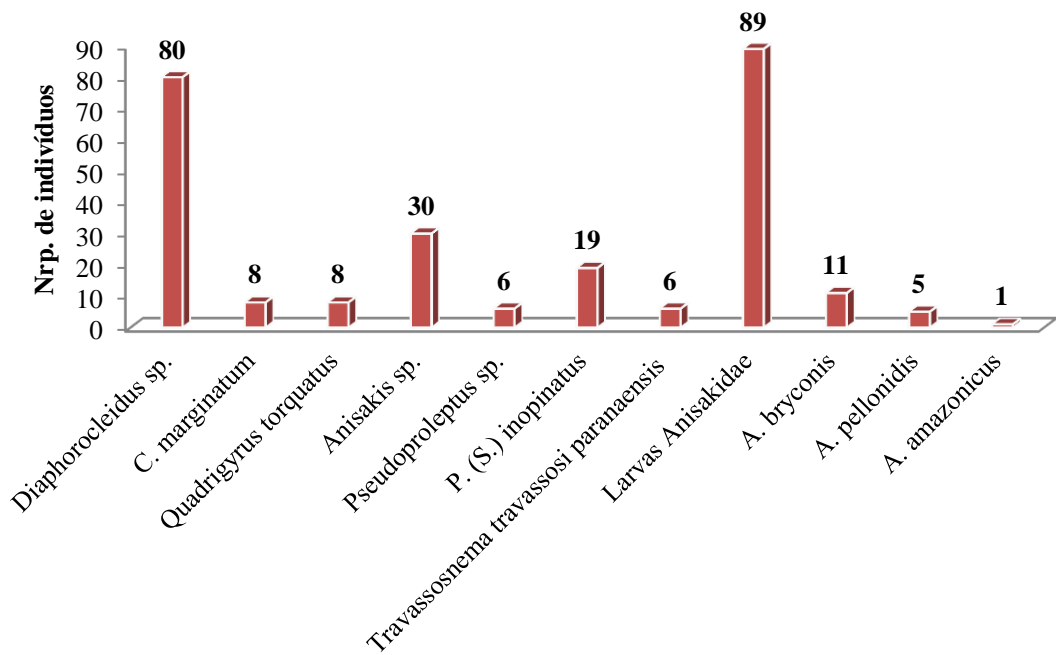


Figura 153. Número de indivíduos de cada espécie parasita de *Acestorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

A maior prevalência foi de *Diaphorocleidus* sp. (32,14%), a maior intensidade foi das larvas de Anisakidae. A espécie ectoparasita dominante na comunidade parasitaria foi *Diaphorocleidus* sp. (30,42%) e das endoparasitas foram as larvas de Anisakidae. Das espécies identificadas quatro foram espécies dominantes, três codominantes e quatro pioneiras. Segundo o status comunitário, todos os parasitas foram considerados como espécies satélite. O índice de constância (C%) de espécies mostrou que as espécies que parasitam *A. falcatus* são espécies comuns e raras, não havendo nenhuma espécie constante (Tabela 4). O órgão que apresentou maior número de indivíduos e de espécies foi o intestino, seguido das brânquias, cecos pilóricos, fígado e estômago (Figura 15).

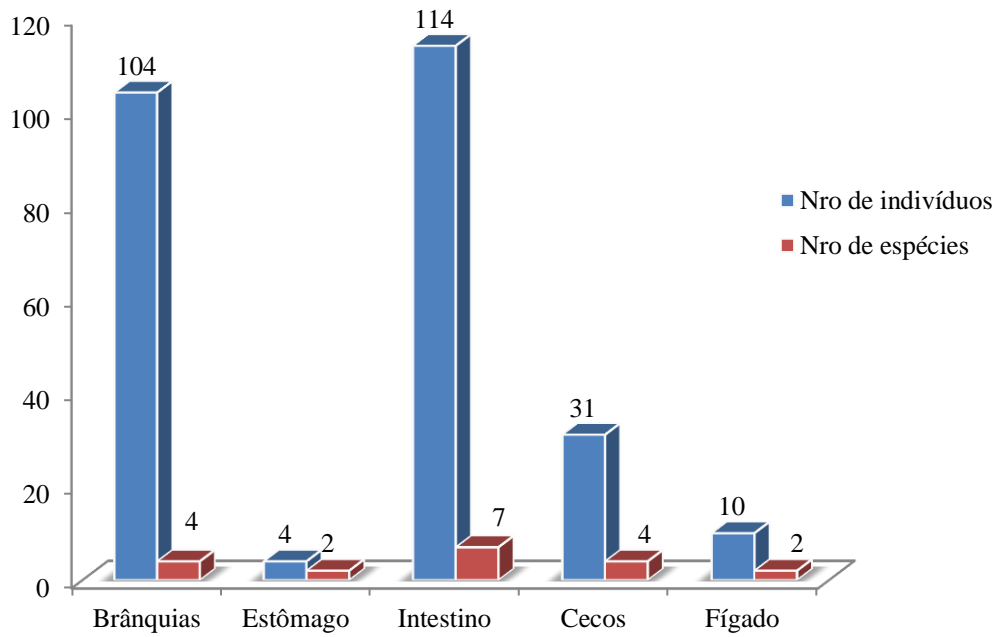


Figura 154. Número de indivíduos parasitos coletados em cada órgão de *Acestorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

As espécies identificadas com os respectivos órgãos que parasitavam são apresentados na figura 16.

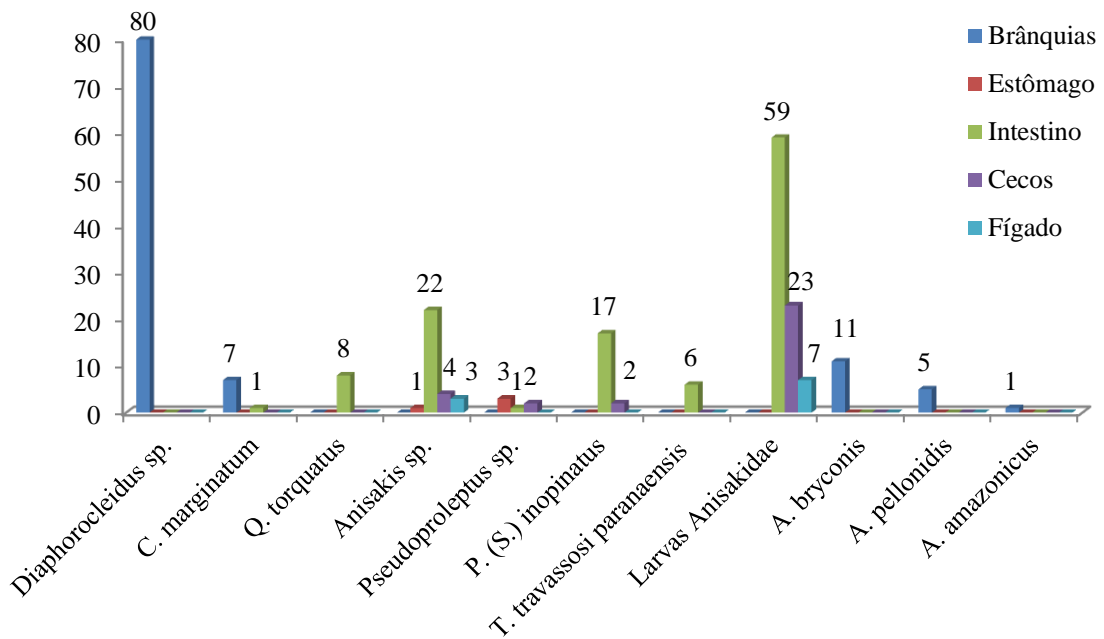


Figura 155. Espécies parasitas de *Acestorhynchus falcatus* e os órgãos parasitados por elas.

Tabela 23. Índices parasitários, status comunitário, índice de dominância e constância das espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia, brasileira.

Grupo e/ou espécie	Estágio de desenvolvimento	PE	PP	P%	TP	VI	IM	AM	DA%	VIB	I VIB	Status comunitário	C%	Constância
MONOGENOIDEA														
<i>Diaphorocleidus</i> sp.	Adulto	56	18	32,14	80	1-15	4,44 ± 3,91 ^{mb}	1,42 ± 3,03	30,42	46,45	Dominante	Satélite	29,17	Comum
DIGENEA														
<i>Clinostomum marginatum</i>	Metacercaria	56	04	7,14	08	1-3	2 ± 0,70 ^{mb}	0,14 ± 0,54	3,04	0	Pioneira	Satélite	12,50	Comum
ACANTOCEPHALA														
<i>Quadrigyrus torquatus</i>	Adulto	56	04	7,14	08	1-2	2,00 ^{mb}	0,14 ± 0,51	3,04	1,03	Dominante	Satélite	12,50	Comum
NEMATODA														
<i>Anisakis</i> sp.	Larva L3	56	05	8,93	30	1-16	10 ± 5,62 ^{mb}	0,53 ± 2,37	7,22	0	Pioneira	Satélite	16,67	Comum
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	Larva L3	56	03	5,36	06	1-3	0,54 ± 0,81 ^{mb}	0,10 ± 0,48	11,41	0	Pioneira	Satélite	4,17	Rara
<i>P. (Spirocamallanus) inopinatus</i>	Adulto	56	11	19,64	19	1-5	3,8 ± 1,21 ^{mb}	0,33 ± 0,86	2,28	2,12	Dominante	Satélite	25,00	Comum
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	Adulto	56	02	3,57	06	2	3,00 ^{mb}	0,10 ± 0,44	2,28	0,38	Codominante	Satélite	8,33	Rara
Larvas Anisakidae	Larva L2	56	14	25,00	89	1-23	6,35 ± 6,89 ^{mb}	1,58 ± 4,37	33,84	0	Pioneira	Satélite	25,00	Comum
COPEPODA														
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	Adulto	56	06	10,71	11	1-3	1,83 ± 1,11 ^{mb}	0,19 ± 0,68	4,18	2,12	Dominante	Satélite	16,67	Comum
<i>Acusicola pellonidis</i>	Adulto	56	04	7,14	05	1-2	1,25 ± 0,43 ^{mb}	0,08 ± 0,33	1,90	0,64	Codominante	Satélite	8,33	Rara
BRANCHIURA														
<i>Argulus amazonicus</i>	Adulto	56	01	1,79	01	1	1,00 ^{mb}	0,02	0,38	0,03	Codominante	Satélite	4,17	Rara

PE = Peixes examinados, PP = Peixes parasitados, P% = Prevalência, VI = Variação da intensidade, IM = Intensidade média, AM = abundância média, DA% = Índice de dominância, VI Bush = Valor de importância de Bush, IVI Bush = Interpretação do valor de importância de Bush, C% = Valor da constância de espécies. a = IM alta, b = IM baixa, m = IM média, mb = IM muito baixa

A comparação entre o número de espécies ectoparasitas VS endoparasitas; parasitas adultos VS parasitas em fase larval; Intensidade média de ectoparasitas (IM) VS endoparasitas e Abundância média (AM) entre ectoparasitas e endoparasitas foi realizada mediante o teste de Mann-Whitney. Assim, houve um maior número de endoparasitas, mas não foi estatisticamente significativo ($p = 0,44$); o número de parasitas em fase larval foi maior que o número de parasitas coletados, mas não foi estatisticamente significativo ($p = 0,34$); houve uma maior intensidade média de endoparasitas, mas não foi estatisticamente significativo ($p = 0,25$) e finalmente a abundância média de endoparasitas foi ligeiramente maior à abundância média de ectoparasitas, mas também não diferiu estatisticamente ($p = 0,44$) (Figura 17).

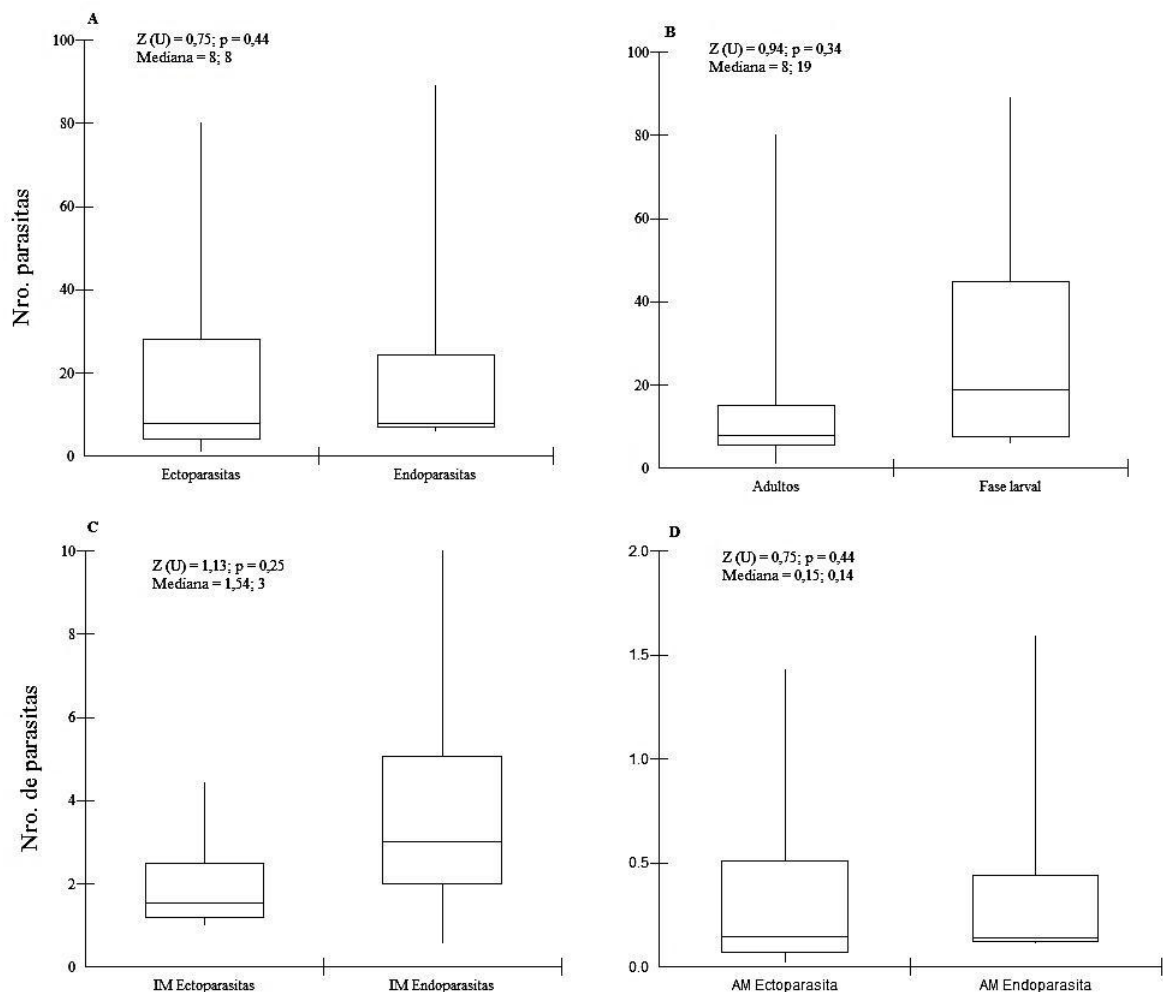


Figura 156. Comparação entre a intensidade (I), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de espécies ectoparasitas VS endoparasitas e número de parasitas em adultos VS número de parasitas em fase larval de *Acestrorhynchus falcatus* utilizando a prova de Mann & Whitney. $Z(U)$ = valor de Mann & Whitney, p = probabilidade.

A abundância de espécies parasitas entre os lagos foi estatisticamente significativa (ANOVA-Friedman, $Fr = 14,18$; $p = 0,014$), sendo o lago Baixio e o lago Maracá os únicos lagos que considerados estatisticamente diferentes um do outro ($p < 0,05$). O lago Baixio apresentou maior número de indivíduos e maior número de espécies (Figura 18).

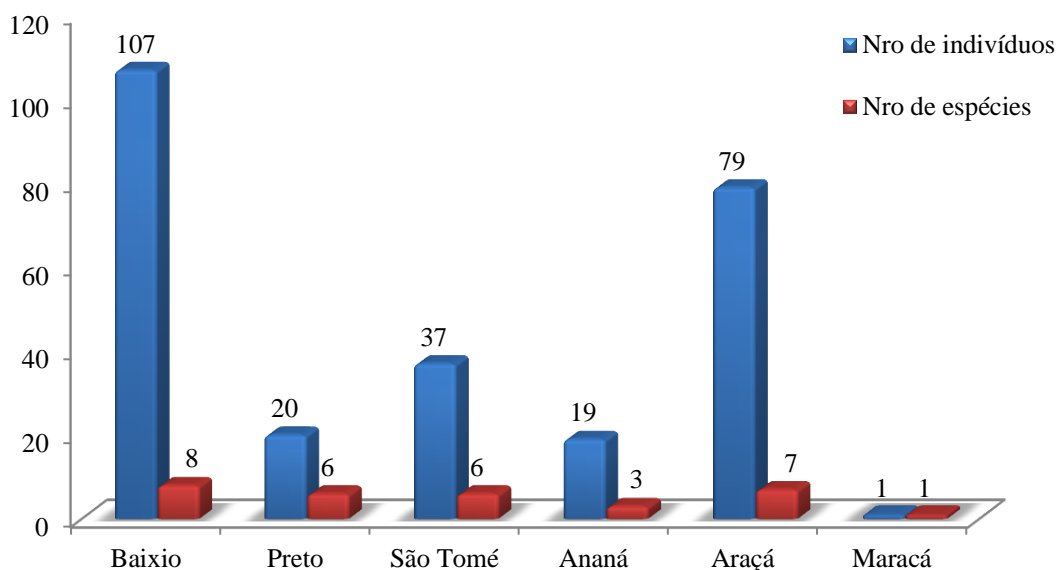


Figura 157. Número de indivíduos e número de espécies parasitas coletadas em *Acestrorhynchus falcatus* de seis lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Os descritores de diversidade parasitária como o índice de Simpson, índice de Shannon, e o Inverso de Berger Parker foram maiores no lago Preto. O índice de riqueza parasitária de Margalef foi maior também no lago Preto. Os índices de dominância: Dominância de Simpson e o índice de Berger-Parker foram maiores no lago Ananá. A maior equitatividade determinada pelo índice de Pielou foi registrada no lago Preto (Tabela 5).

Tabela 24. Descritores ecológicos de diversidade, riqueza, dominância e equitatividade das espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Índices	Baixio	Preto	São Tomé	Ananá	Araçá	Maracá
Nº espécies	8	6	6	3	7	1
Nº indivíduos	107	20	37	19	79	1
Dominância de Simpson (C)	0.29	0.24	0.40	0.48	0.25	1
Simpson (1-C)	0.71	0.77	0.60	0.52	0.75	0
Shannon Wiener (H')	1.51	1.57	1.24	0.88	1.53	0
Margalef (Dmg)	1.50	1.67	1.39	0.68	1.37	0
Pielou (J)	0.72	0.88	0.69	0.80	0.79	0
Berger-Parker (d)	0.43	0.30	0.59	0.63	0.35	1
Inverso Berger-Parker (1/d)	2.33	3.33	1.68	1.58	2.82	1.00

O Coeficiente de Similaridade qualitativo de Sorensen (CSs) e o coeficiente de associação de Jaccard (CJ) registraram os lagos Preto e Araçá e São Tomé e Araçá como os lagos mais semelhantes em riqueza de espécies (Espécies comuns C = 5; CSs = 0,77; CJ = 0,63). Com respeito à similaridade quantitativa, o Coeficiente de Similaridade quantitativa de Sorensen (I_{Scuant}) determinou os lagos Preto e Ananá como os mais similares em número de indivíduos (Tabela 6).

Tabela 25. Comparação da diversidade e riqueza das espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus* de diferentes lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Lagos	C	CSs	CJ	I_{Scuant}
Baixio e Preto	4	0.57	0.40	0.24
Baixio e São Tomé	4	0.57	0.40	0.39
Baixio e Ananá	2	0.18	0.22	0.27
Baixio e Araçá	5	0.67	0.50	0.46
Baixio e Maracá	1	0.22	0.13	0.02
Preto e São Tomé	3	0.50	0.33	0.35
Preto e Ananá	2	0.44	0.29	0.56
Preto e Araçá	5	0.77	0.63	0.32
Preto e Maracá	1	0.29	0.17	0.10
São Tomé e Ananá	2	0.44	0.29	0.50
São Tomé e Araçá	5	0.77	0.63	0.50
São Tomé e Maracá	0	0.00	0.00	0.00
Ananá e Araçá	3	0.60	0.43	0.39
Ananá e Maracá	1	0.50	0.33	0.10
Araçá e Maracá	1	0.25	0.14	0.03

C = Número de espécies comuns nos lagos, CSs = Coeficiente de similaridade qualitativo de Sorensen, CJ = Coeficiente de associação de Jaccard, I_{Scuant} = Coeficiente de similaridade quantitativo de Sorensen.

A espécie dominante no lago Baixo, Preto e Ananá foi *Diaphorocleidus* sp., no lago São Tomé e Ananá predominaram as larvas de Anisakidae e no lago Araçá o parasita dominante foi *Anisakis* sp. (Tabela 7).

Tabela 26. Dominância das espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia, brasileira. DA% = índice de dominância.

Espécies	Baixo	Preto	São Tomé	Ananá	Araçá	Maracá
<i>Diaphorocleidus</i> sp.	42.99	30.00	0.00	26.32	27.85	100.00
<i>Clinostomum marginatum</i>	0.00	0.00	8.11	10.53	3.80	0.00
<i>Quadrigyrus torquatus</i>	0.00	20.00	5.41	0.00	2.53	0.00
<i>Anisakis</i> sp.	0.93	0.00	2.70	0.00	35.44	0.00
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	5.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>P. (Spirocamallanus) inopinatus</i>	2.80	10.00	18.92	0.00	8.86	0.00
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	3.74	0.00	5.41	0.00	0.00	0.00
Larvas Anisakidae	30.84	30.00	59.46	63.16	20.25	0.00
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	8.41	5.00	0.00	0.00	1.27	0.00
<i>Acusicola pellonidis</i>	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Argulus amazonicus</i>	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Os índices de dispersão (ID) e o índice de Green (IG) mostraram que todas as espécies da comunidade parasitaria de *A. falcatus* apresentaram dispersão agregada (ID > 1) com baixo nível de agregação (IG próximo a 0) (Tabela 8).

Tabela 27. Índice de dispersão (ID), índice de Green (IG) e grau de agregação das espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus* de lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Espécies	ID	IG	Grau de agregação
<i>Diaphorocleidus</i> sp.	6.61	0.07	Baixa
<i>Clinostomum marginatum</i>	2.21	0.17	Baixa
<i>Quadrigyrus torquatus</i>	1.86	0.12	Baixa
<i>Anisakis</i> sp.	10.85	0.34	Baixa
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	2.30	0.26	Baixa
<i>P. (Spirocamallanus) inopinatus</i>	2.30	0.07	Baixa
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	2.00	0.20	Baixa
Larvas Anisakidae	12.34	0.13	Baixa
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	2.53	0.15	Baixa
<i>Acusicola pellonidis</i>	1.38	0.09	Baixa
<i>Argulus amazonicus</i>	-	-	-

Não existiu nenhuma correlação entre as espécies ectoparasitas e as variáveis: comprimento, peso e fator de condição relativo. Referente a endoparasitas existiram diferentes correlações que são apresentadas na tabela 9.

Tabela 28. Análises de correlação de Spearman (r_s) entre diferentes abundância VS o comprimento e o peso dos espécimes de *Acestrorhynchus falcatus* delagos de várzea da Amazônia brasileira

Correlações	Comprimento (cm.)	Peso (g.)
Abundância das espécies de Nematoda	$r_s = 0,27; p = 0,03$	$r_s = 0,29; p = 0,02$
Abundância das larvas L2 Anisakidae	$r_s = 0,45; p = 0,0004$	$r_s = 0,34; p = 0,009$
Total de Nematoda (Espécies e larvas L2)	$r_s = 0,47; p = 0,002$	$r_s = 0,43; p = 0,0008$
Total de espécies parasitas (ecto-endo)	$r_s = 0,34; p = 0,008$	$r_s = 0,28; p = 0,03$

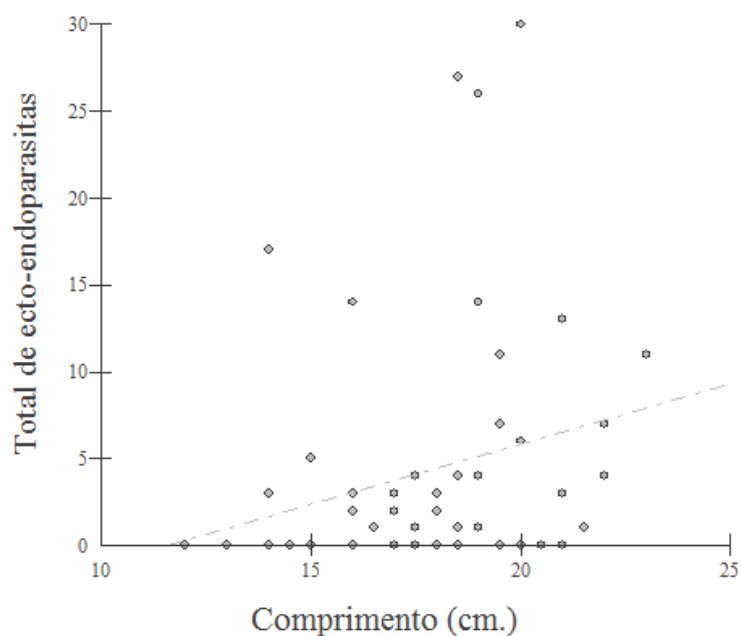


Figura 158. Análises do coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre o número de espécies ecto e endoparasitas de *Acestrorhynchus falcatus* e o comprimento padrão dos hospedeiros. $r_s = 0,34; p = 0,008$.

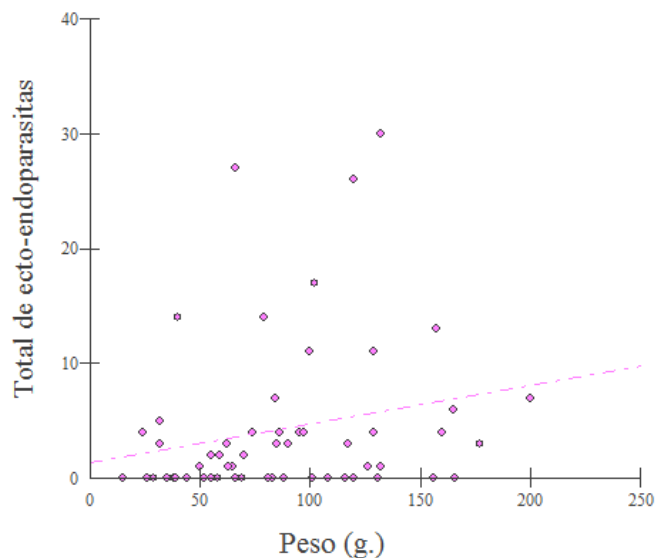


Figura 159. Análises do coeficiente de correlação de Spearman (r_s) entre o número de espécies ecto e endoparasitas de *Acestrorhynchus falcatus* e o peso dos hospedeiros. $r_s = 0,28$; $p = 0,03$.

A proporção do total de espécies ectoparasitas e endoparasitas coletados em *A. falcatus* foi de 0,58. O único lago que registrou maior número de ectoparasitas foi o lago Baixio com um ratio de ecto-endoparasitas = 1,27. O lago Preto apresentou um ratio de: 0,66; São Tomé: 0; Ananá: 0,35; Araçá: 0,41 e o lago Maracá não foi considerado, já que só foi registrado um indivíduo de uma espécie. (Figura 21).

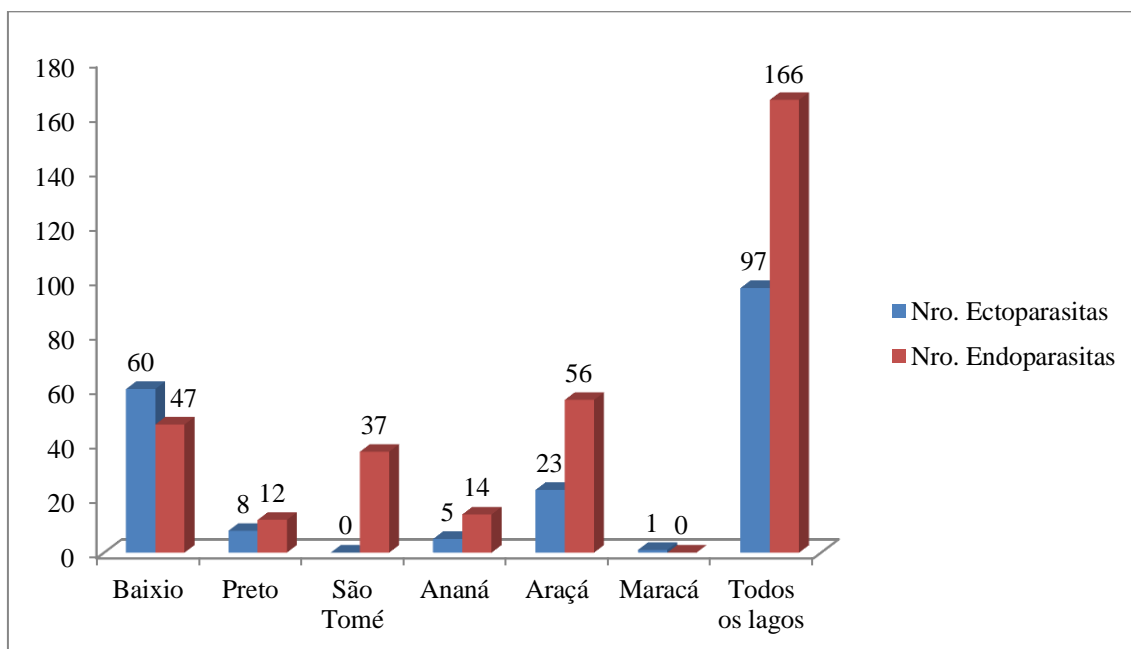


Figura 160. Número de espécies ecto e endoparasitas de *Acestrorhynchus falcatus* de seis lagos de várzea da Amazônia brasileira.

Das espécies analisadas pelo Método Valor Indicador (IndVal), nenhuma apresentou IndVal significativo ($p > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 29. Espécies parasitas de *Acestrorhynchus falcatus* com seus respectivos IndVal.

Espécies	Local 1	Local 2	Local 3	IndVal	p
<i>Diaphorocleidus</i> sp.	1	0	1	0,97	0,40
<i>Clinostomum marginatum</i>	1	0	0	0,84	0,80
<i>Quadrigyrus torquatus</i>	1	1	0	0,77	1,00
<i>Anisakis</i> sp.	1	0	1	0,99	0,13
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	0	0	1	1	0,33
<i>P. (Spirocamallanus) inopinatus</i>	1	0	1	0,90	0,26
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	0	0	1	0,90	0,33
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	1	0	1	0,98	0,13
<i>Acusicola pellonidis</i>	0	0	1	0,33	0,33

p = probabilidade; 1 = presença 2 = ausência. Local 1 = Lago Baixio e Preto; Local 2 = Lago São Tomé e Ananá; Local 3 = Lago Araçá e Maracá.

4. Discussão

As espécies de Monogenoidea do gênero *Diaphorocleidus* foram citadas em vários hospedeiros: *Bryconops affinis* (Günther, 1864), *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), *Hemigrammus microstomus* Durbin, 1918 e *Gymnocorymbus ternetzi* (Boulenger, 1895) (Jogunoori *et al.* 2004). *Diaphorocleidus* sp. também foi citada para *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) rio do Peixe, São Paulo (Camargo *et al.* 2015). Em *A. falcistrostris* Cuvier, 1818 e *A. falcatus* da bacia do Igarapé Fortaleza na região de Macapá, Amapá (Hoshino *et al.* 2016). Neste trabalho *Diaphorocleidus* sp. foi registrado também parasitando as brânquias de *A. falcatus* de lagos de várzea. Os dados indicam que esta espécie de *Diaphorocleidus* é comum nas espécies de *Acestrorhynchus*.

Acestrorhynchus falcatus é um peixe que frequentemente alimenta-se em cardumes, preferentemente em ambientes lênticos (Soares *et al.* 2008), facilitando assim a transmissão de parasitas com ciclo direto, como Monogenoidea, isto pode explicar a presença de *Diaphorocleidus* sp. nas brânquias de alguns exemplares de *A. falcatus* com baixos índices parasitários registrados neste trabalho.

Diaphorocleidus sp. foi registrado parasitando *A. falcatus* com uma prevalência de 95% e uma abundância média de $20,8 \pm 17,8$ (Hoshino *et al.* 2016). Neste trabalho *Diaphorocleidus* sp. a prevalência foi 32% e a abundância média de $1,42 \pm 3,03$. A diferença destas prevalências e abundâncias médias pode ser explicada no estado dos ambientes amostrados, sendo a bacia hidrográfica do Igarapé Fortaleza um local muito

eutrofizado (Takiyama *et al.*, 2012) que favoreceu a reprodução e conseqüentemente a transmissão dos monogenóideos.

O Digenea *Clinostomum* sp. foi citado parasitando *A. lacustris* (Carvalho *et al.* 2003). *Clinostomum marginatum* foi citado parasitando *A. falcistrostris* e *A. falcatus* (Hoshino *et al.* 2016). Dumbo (2014) estudando os mesmos lagos de várzea que os utilizados neste trabalho encontrou em *A. falcistrostris* metacercárias de *C. marginatum* e outras 12 espécies de Digenea. Neste trabalho a única espécie de Digenea encontrada foi *C. marginatum*.

Duas espécies de Acantocephala foram citadas para *A. falcatus*: *Palliolisentis polyonca* Schmidt & Hughhins, 1973 (Thatcher 2006) e *Neochinorhynchus pterodoridis* Thatcher, 1981 (Hoshino *et al.*, 2016). Neste trabalho foi registrado o acantocéfalo *Quadrigyrus torquatus*, constituindo o primeiro registro desta espécie e o terceiro acantocéfalo conhecido parasitando *A. falcatus*.

Quadrigyrus torquatus foi citado parasitando *Cichla monoculus* Agassiz, 1831, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), *Leporinus lacustris* Amaral Campos, 1945 e *Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803 (Eiras *et al.* 2010). Em espécies de *Acestrorhynchus*, *Q. torquatus* foi citado parasitando *A. lacustris* (Carvalho *et al.* 2003) e *A. falcistrostris* (Dumbo 2014).

Hospedeiros paratênicos obrigatórios no ciclo de vida do acantocéfalo alimentam-se do hospedeiro intermediário, que não constitui um item da dieta do hospedeiro definitivo e, ao serem predados por este último, garantem o fechamento do ciclo. Alguns peixes tornam-se acidentalmente infectados ao ingerirem organismos que contenham os cistacantos. Neste caso, pode ocorrer certo desenvolvimento do parasito, mas não há reprodução, de forma que fêmeas grávidas nunca são encontradas (Eiras *et al.* 1995).

Neste trabalho registrou-se a presença de fêmeas adultas no intestino, associada à ausência de fêmeas grávidas. Os dados corroboram com o esperado para peixes acidentalmente infectados. Para que *A. falcatus* pudesse ser considerada como hospedeiro paratênico de *Q. torquatus*, nenhum crescimento do parasito poderia ocorrer e deveriam ser encontradas apenas formas larvais em igual estágio de desenvolvimento. Assim, *A. falcatus* é considerado um hospedeiro acidental de *Q. torquatus*.

Invertebrados fazem parte da dieta de jovens *A. falcatus* e, quando adultas, tornam-se piscívoras (Soares *et al.* 2011).. Neste trabalho, é possível que alguns exemplares de *A. falcatus* adquirissem *Q. torquatus* ao ingerirem microcrustáceos,

hospedeiros intermediários primários deste acantocéfalo. Nelas, os parasitos mantêm-se como cistacanto no mesentério por determinado tempo. Por outro lado, podem ter adquirido o parasito pela ingestão de peixes menores como caracídeos, os quais são considerados como hospedeiros paratênicos para espécies de *Quadrigyrus* (Rosim *et al.* 2005).

Diferentes espécies foram citadas como hospedeiras intermediárias e paratênicas de *Quadrigyrus* spp. Formas larvais de *Quadrigyrus* sp. foram citadas parasitando *Astyanax altipariniae* Garutti & Britski, 2000 (Characidae) (Lizama *et al.* 2008). Cystacantos de *Quadrigyrus* spp. foram coletados no estômago e intestino de *Chilodus punctatus* (Müller & Troschel, 1844) (Chilodontidae) e *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characidae) (Fujimoto *et al.* 2013). Formas adultas de *Q. torquatus* foram citadas para *A. bimaculatus*, e *Moenkhausia sanctaefilomenae* (Steindachner, 1907) (Characidae) (Fujimoto *et al.* 2013). *Acestrorhynchus falcatus* é um peixe piscívoro, pode-se inferir que os espécimes de *Q. torquatus* coletados neste trabalho tenham sido transmitidos pelo consumo de algum peixe, como por exemplo, alguma das espécies acima citadas.

As espécies parasitas dentro do hospedeiro acidental não conseguem se reproduzir e ao não atingir o hospedeiro definitivo requerido perecem e são eliminados (Rosim *et al.* 2005). Desta forma podem-se explicar os baixos níveis de infecção por *Q. torquatus* coletados neste trabalho, e se mantem a hipótese que *A. falcatus* é um hospedeiro acidental deste acantocéfalo.

As espécies de Nematoda geralmente apresentam baixo grau de especificidade pelo hospedeiro (Moravec 1998). Neste trabalho foram identificadas: *Anisakis* sp., *P. (S.) inopinatus*, *Pseudoproleptus* sp. e *T. travassosi paranaensi*. Estas espécies já foram anteriormente coletadas nos mesmos lagos de várzea que os utilizados neste trabalho.

Anisakis sp., *P. (S.) inopinatus*, e *Pseudoproleptus* sp. foram citados para *P. nattereri* (Morais 2011); *Anisakis* sp., *P. (S.) inopinatus* em *Cichla monoculus* (Santana, 2013); *Anisakis* sp., *P. (S.) inopinatus*, e *Pseudoproleptus* sp. e *T. travassosi paranaensi* em *A. falcirostris* (Dumbo 2014) e *P. (S.) inopinatus*, e *Pseudoproleptus* sp. em *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831) (Attroch 2016). De todas as espécies de nematódeos acima citadas, *T. travassosi paranaensi* é a única espécie específica para *Acestrorhynchus* spp. já que o outro registro deste parasita foi em *A. lacustris* (Moravec, Kohn e Fernandes 1993).

Foi citado para *A. falcatus*: *Paracapillaria piscícola* (Travassos, Artigas & Pereira, 1928) (Thatcher 2006); *P. (S.) inopinatus*; *Contraecum* sp. e *Philometria* sp. (Hoshino *et al.*, 2006). Neste trabalho *Anisakis* sp.; *Pseudoproleptus* sp. e *T. travassosi paranaensis* foram citados pela primeira para *A. falcatus*, aumentando assim o número de espécies de Nematoda conhecidas que podem parasitar este peixe.

O hábito alimentar dos peixes é o principal fator que determina a composição de espécies endoparasitas, já que são adquiridas através do alimento (Marcogliese 2002). As diferentes espécies endoparasitas transmitidas via trófica, justificam o papel de *A. falcatus* como um peixe carnívoro, predador de peixes forrageiros que atuam como hospedeiros intermediários e paratênicos de diferentes espécies endoparasitas.

Anisakidae é considerada a maior família da superfamília Ascaridoidea, e inclui espécies que parasitam peixes, répteis, mamíferos e aves piscívoras (Anderson 2000). Todos os representantes dessa família são dependentes do ambiente aquático para o desenvolvimento do seu ciclo biológico e usualmente envolvem invertebrados e peixes como hospedeiros intermediários ou paratênicos (Anderson 2000). Estes parasitas habitam o estômago, intestino ou cavidade celomática, onde geralmente se nutrem do alimento ingerido pelo hospedeiro (Pavanelli *et al.* 2000).

Neste trabalho, o fato de ter encontrado larvas L3 de *Anisakis* sp. como o único anisakídeo identificado a nível de gênero, e a presença de larvas L2 da família Anisakidae, abre a possibilidade que estas larvas L2 identificadas só a nível de família, possam ser de *Anisakis* sp. ou de alguma outra espécie de anisakídeo.

Os peixes, assim como qualquer outro ser vivo, quando morrem, cessam o seu metabolismo, dessa forma, os parasitos à procura de nutrientes possuem a capacidade de migrar para outros órgãos, tecidos e musculatura. Na tentativa de sobreviver, muitos rompem o trato digestivo e tentam sair pelo ânus, enquanto outros abrem caminhos pela musculatura do peixe, formando cistos. Este fato é o principal responsável pela ingestão de larvas de Anisakidae pelo homem (Barros *et al.* 2004).

A infecção acidental de humanos ou outros animais por nematóides da família Anisakidae pode resultar na anisaquiose. Tal infecção geralmente ocorre pela ingestão de peixes crus ou insuficientemente cozidos, defumados ou salgados, contendo larvas infectantes, de forma que o homem torna-se o hospedeiro acidental (Barros *et al.* 2004). Este fato pode indicar a importância de *A. falcatus* na dinâmica de transmissão das espécies de Anisakidae e o potencial zoonótico apresentado por estes parasitos.

A espécie hospedeira, tamanho do corpo, distribuição geográfica, densidade de hospedeiros, dieta alimentar, comportamento e a história de vida do hospedeiro podem ser bons indicadores da riqueza de helmintos (Poulin 1997). Padrões observados nas comunidades de endohelmintos podem refletir diferenças na dieta, sem descartar que outros fatores, como comportamento alimentar, segregação espacial e especificidade pelo hospedeiro, também podem ter um efeito (Alexander e McLaughlin 1997).

A presença e sucesso de uma espécie dependem da complexidade de fatores bióticos e abióticos dentro de um determinado habitat (Odum 1959). A habilidade de uma espécie de peixe para utilizar um micro-habitat depende do seu desempenho e tolerância aos fatores abióticos associados a aquele local. A tolerância fisiológica específica de cada espécie frente a determinados fatores bióticos e abióticos permite diferenças na utilização do micro-habitat e repartição do espaço e recursos entre espécies simpátricas (Lutterschmidt *et al.* 2007).

Os parasitas podem causar impactos na fisiologia e comportamento dos seus hospedeiros, influenciando a habilidade de competição e escolha do micro-habitat dos indivíduos infetados (Poulin 1996). Reduções significativas na capacidade respiratória e natatória foram observadas na truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) parasitadas por protozoários flagelados (Kumaraguru *et al.* 1995). *Cyprinodont variegatus* Lacepède, 1803 apresentou reduções no desempenho natatório causado por metacercárias de *Ascocotyle pachycystis* Schroeder & Leigh, 1965 (Coleman 1993). A condição e o desempenho fisiológico pode ser um importante determinante na divisão do habitat e recursos em diferentes espécies (Poulin 1996).

As espécies parasitas podem ter um impacto insignificante na fisiologia do hospedeiro quando as condições ambientais são ótimas. Mas podem ser importantes agentes de seleção quando alguns estressores ambientais estão presentes. Assim, em ambientes aquáticos, as espécies podem constituir significantes fatores bióticos de seleção natural frente a mudanças ambientais (Coleman 1993).

A redução no desempenho fisiológico de um hospedeiro pela presença de algum parasita pode aumentar a condição fisiológica do parasita. Desde que esse efeito incremente a probabilidade de captura e ingestão daquele hospedeiro por algum predador (Coleman 1993).

Em *A. falcirostris* foram citadas 13 espécies de Digenea; nove de Nematoda e duas de Acantocephala, totalizando 24 espécies de endoparasitas. Elas parasitavam o

humor vítreo, cavidade branquial, narinas, cavidade abdominal, mesentério, intestino, cecos pilóricos e fígado (Dumbo 2014).

O elevado número de espécies parasitas coletadas em *A. falcirostris* por Dumbo, (2014) comparada com os *A. falcatus* neste trabalho, pode também ser explicado na fisiologia do hospedeiro. Provavelmente *A. falcatus* seja mais resistente às infecções parasitárias que *A. falcirostris* o qual o faz um hospedeiro mais susceptível e em consequência, mais adequado para garantir a colonização, transmissão e sucesso no ciclo de vida dos parasitas.

Estudos em ecomorfologia geralmente são focados nas relações entre a morfologia funcional dos indivíduos, espécies ou comunidades e a ecologia (Ponton e Mérigoux 2000). Muitos padrões comportamentais e adaptações morfológicas em peixes têm evoluído em relação à capacidade natatória (Webb 1984), evitamento da predação (Keast 1985) e exploração de recursos (Gatz 1979b). Tais adaptações têm sido inferidas ao analisar o corpo e formas das nadadeiras, padrões na coloração e características do trato digestório (Teixeira e Bennemann 2007).

Usualmente, análises ecomorfológicas utilizam relações entre variáveis que tem interpretações funcionais. Por exemplo, o tamanho relativo da cabeça é uma proporção entre o comprimento da cabeça e comprimento padrão, o qual é interpretado como um indicador do tamanho da presa ingerida pelo predador (Ferrito *et al.* 2007).

Os mecanismos de alimentação utilizados pelos peixes representam adaptações que permitem obter vantagens sobre tipos particulares de presas. Entre os peixes as principais diferenças podem ser observadas na forma e tamanho da boca, dentes, brânquias e tamanho e forma do intestino (Wootton 1990).

As diferenças morfológicas entre espécies de peixes e, como resultado, diferenças nos mecanismos de alimentação e os modos de forragem. Estes itens permitem espécies simpátricas a coexistir, minimizando ou evitando a competição interespecífica (Piorski *et al.* 2005).

Os caracteres ecomorfológicos de *A. falcatus* e *A. heterolepsis* (Cope, 1878), embora estas espécies sejam simpátricas e habitam os mesmos locais, existem diferenças na agilidade natatória e tamanho das presas. O corpo raso quase fusiforme, nadadeira caudal profunda e baixo pedúnculo caudal em *A. heterolepsis*, o posicionam na região média-superior da coluna de água. As características morfológicas do corpo permitem a esta espécie nadar mais rápido e esporadicamente pular para capturar suas presas. Em contraste, *A. falcatus* possui uma cabeça menor, nadadeira caudal menor e

outras características melhor adaptadas para capturar presas pequenas e habitar na região média-inferior da coluna de água (Dourado *et al.* 2015).

Acestrorhynchus falcatus pode atingir até 30 cm de comprimento, *A. heterolepis* 32,1 cm e *A. falcistrostris* 40 cm (Soares *et al.*, 2008; Pretti *et al.*, 2009). Foram evidenciadas as diferenças ecomorfológicas entre *A. falcatus* e *A. heterolepis* (peixes quase do mesmo tamanho) (Dourado *et al.* 2015),

É de se esperar que existam maiores diferenças ecomorfológicas entre *A. falcatus* e *A. falcistrostris* (peixes de tamanhos diferentes). Cada espécie deve posicionar em extratos diferentes da coluna de água e diferenciar o tipo de alimento a ser consumido, que dependerá da presa disponível no espaço da coluna de água que habitam e o tipo de presa que pode ser consumida.

Não existe nenhum estudo ecomorfológico comparando *A. falcatus* e *A. falcistrostris*. Com certeza existem diferenças ecomorfológicas entre estas duas espécies, que podem explicar a diferença entre o número das espécies endoparasitas destes peixes (24 em *A. falcistrostris* e 06 em *A. falcatus*). Provavelmente a distribuição na coluna de água e o tipo de presa consumida limitam a *A. falcatus* no consumo de vários hospedeiros intermediários e/ou paratênicos das diferentes espécies parasitas que si parasitavam *A. falcistrostris*.

A maioria das espécies parasitas mostra tendências na maneira como utilizam os hospedeiros ou no sucesso da infecção/infestação em cada um deles, representadas pela sua abundância e riqueza. Diferenças na susceptibilidade do hospedeiro, que podem ocorrer mesmo entre espécies congênicas (Knopf e Mahnke 2004). Respostas diferentes por parte das espécies parasitas ao ambiente hospedeiro ou os requerimentos ecológicos e características dos hospedeiros devem gerar essas tendências (Rohde 1995).

Um conjunto de fatores fisiológicos, morfológicos e comportamentais estão influenciando o parasitismo em *A. falcatus* e *A. falcistrostris*. Este conjunto de fatores explicam esta diferença enorme entre o do número de espécies e indivíduos parasitos de cada uma das espécies.

As espécies de Copepoda parasitas citadas para as espécies de *Acestrorhynchus* foram: *Ergasilus turucuyus* Malta & Varella, 1996 em *A. falcatus*, *A. falcistrostris* e *A. microlepis* (Shomburgk, 1841) (Malta e Varella, 1996). *Ergasilus turucuyus*, *A. bryconis*, *A. pellowididis* e *Miracetyma piraya* Malta, 1993 em *A. falcistrostris* (Dumbo 2014). Neste trabalho *A. bryconis* e *A. pellowididis* foram coletados parasitando *A.*

falcatus, corroborando assim a presença destes parasitos em *Acestrorhynchus* spp. e constituindo as primeiras ocorrências destes dois copépodes parasitando *A. falcatus*.

As espécies de Branchiura citadas para as espécies de *Acestrorhynchus* foram *Dolops bidentata* Bouvier, 1899, *D. geayi* Bouvier, 1897, *Argulus chicomendesi* Malta & Varella, 2000 e *A. amazonicus*, todas para *A. falcatus* (Dumbo 2014). Neste trabalho a única espécie de Branchiura foi *A. amazonicus* parasitava as brânquias de *A. falcatus*.

Os índices parasitários e descritores ecológicos de *A. falcatus* mostraram que 63% das espécies parasitas eram formas larvais. Os dados indicaram a posição intermediária de *A. falcatus* na teia trófica. *Acestrorhynchus falcatus* é hospedeiro intermediário ou paratênico das espécies parasitas.

Na tentativa de eliminar infecções que pudessem ser consideradas como acidentais nas análises da estrutura da comunidade parasitaria de *A. falcatus* baseando-se nos valores de importância de Bush (1973), só as espécies com prevalência $\geq 10\%$ foram consideradas (Bush *et al.*, 1990). Somente *Diaphorocleidus* sp., *P. (S.) inopinatus* e *A. bryconis* (espécies dominantes) foram consideradas como fortemente características de comunidade parasitaria de *A. falcatus* nos lagos de várzea estudados.

As comunidades parasitarias são formadas por um núcleo de espécies dominantes, que interagem fortemente para atingir o equilíbrio, cercadas por um conjunto maior de espécies (secundárias e satélites) desempenhando papéis opostos (Caswell 1978). A ausência de espécies centrais e secundárias e o alto número de espécies satélites coletadas neste trabalho indicam que a comunidade parasitaria de *A. falcatus* nos lagos de várzea estudados, estão longe do “equilíbrio”, por não serem constituídas por grupos de espécies dominantes.

Os valores nos índices de dominância de Berger-Parker e Dominância de Simpson foram maiores no lago Ananá indicando que neste ambiente existe uma espécie dominante; com maior abundância quando comparada com as outras espécies. Efetivamente neste lago foram coletadas três espécies e 19 indivíduos, dos quais 12 eram de larvas L2 de Anisakidae representando o 63% dos parasitas coletados neste lago.

A comunidade parasitaria de *A. falcatus* nos lagos de várzea estudados é caracterizada por uma baixa riqueza e alta homogeneidade de espécies. Exceto no lago Maracá onde só foi coletado um indivíduo de *Diaphorocleidus* sp. A diversidade é um conceito que descreve a composição de uma comunidade em termos de número de

espécies e algum fator que represente a Equitatividade de cada distribuição (Bush *et al.* 1997).

Nem todos os ambientes apresentam as mesmas espécies e o mesmo número de indivíduo. Alguns são muito abundantes, outros moderados e outros raros em espécies (Magurran 1988). A diversidade biológica pode ser dividida em dois componentes: riqueza de espécies e uniformidade. A riqueza de espécies é o número de espécies presentes em uma amostra e a uniformidade descreve a variabilidade na abundância das espécies (Magurran 1988).

Uma comunidade na qual todas as espécies tenham aproximadamente o mesmo número de indivíduos pode ser considerada uniforme, enquanto uma grande divergência na abundância das espécies resulta em falta de uniformidade ou heterogeneidade (Magurran 1988). Comunidades com alta riqueza de espécies, alta uniformidade ou ambas, são consideradas as mais diversas (Pielou 1975). Neste trabalho os dados indicam que o lago mais rico e diverso em espécies parasitas do *A. falcatus* foi o lago Preto.

Os resultados dos índices de diversidade de Simpson, Shannon Wiener, Margalef e o inverso de Berger Parker foram todos maiores para o lago Preto. Reforçando os dados, o índice de Equitatividade de Pielou mostrou o lago Preto como o mais uniforme. Adicionalmente, o índice de dominância de Simpson apresentou os valores mais baixos para este lago, indicando baixa heterogeneidade no lago Preto. Conclui-se que as espécies parasitas no lago Preto estão igualmente distribuídas, existindo uma uniformidade na sua distribuição.

A diversidade e riqueza dos lagos de várzea, os índices de diversidade de Shannon Wiener e Margalef foram baixos. Este é um padrão que é observado em muitas comunidades parasitárias que apresentam relativamente alto número de espécies, mas com baixa abundância. E, como estes índices consideram não só o número de espécies, mais também o número de indivíduos, conseqüentemente os valores nos índices são baixos (Carvalho *et al.* 2003).

O lago Preto e Araçá; São Tomé e Araçá foram mais similares qualitativamente. O lago Preto e Ananá foram mais similares quantitativamente. Os outros lagos quando comparados apresentaram baixa similaridade qualitativa e quantitativa. Aparentemente a ausência de espécies constantes e maior presença de espécies comuns e raras podem ter contribuído para esses valores relativamente baixos de similaridade. Não se pode afirmar que as características físicas, químicas e biológicas dos lagos de várzea estudados

sejam diferentes, devido à falta desses estudos nesses locais. Sendo o caso, as características e composição diferente nestes ambientes poderiam influenciar na presença ou ausência das espécies parasitas, podendo explicar assim o nível de similaridade encontrados.

Diversos estudos descrevem correlações positivas entre o tamanho do hospedeiro e o nível de parasitismo (Machado *et al.* 1994, 1996; Takemoto e Pavanelli, 1994). O aumento de espécies parasitas em uma infracomunidade ocorre por simples acumulação (Zelmer e Arai 1998). O resultado do aumento do tamanho do peixe é uma expressão da idade (Dogiel 1970). Desta forma, é esperado que peixes maiores (mais velhos) tenham maior número de parasitas e maior disponibilidade de espaço para a colonização.

O tamanho da presa consumida por *A. lacustris* aumenta com o crescimento do peixe. O maior número de espécies parasitas em peixes maiores indica que as presas consumidas também são maiores, e em consequência mais parasitadas (Hahn *et al.* 2000). A presença de maiores infracomunidades parasitárias em peixes maiores é uma característica comum no sistema hospedeiro-parasita (Dogiel 1970). Correlações positivas entre o comprimento, peso e a abundância de espécies endoparasitas e a abundância total de parasitos (ecto e endo) foram registradas neste trabalho. Indicando que quanto maiores os exemplares de *A. falcatus* mais parasitados eles estavam.

A distribuição agregada é considerada típica em espécies parasitas de peixes de água doce. A distribuição agregada aumenta a regulação dependente da densidade e abundância dos hospedeiros e parasitos e reduz a competição entre parasitas. Esta distribuição permite a maior reunião e encontro dos espécimes parasitados, facilitando a reprodução (Von Zuben 1997). A tolerância e susceptibilidade de cada hospedeiro também influencia este tipo de distribuição (Anderson e Gordon 1982). Neste trabalho as espécies parasitas de *A. falcatus* tiveram distribuição agregada

Nenhuma das espécies parasitas coletadas em *A. falcatus* foi considerada pelo método do Valor Indicador (IndVal) como uma espécie bioindicadora ambiental nos lagos de várzea estudados. Isto, devido ao baixo número de indivíduos coletados por cada espécie parasita.

5. Conclusões

Acestrorhynchus falcatus ocupada uma posição intermediária na teia trófica nos lagos de várzea da Amazônia. Nenhuma das espécies parasitas registradas em *A. falcatus* pode ser utilizada como bioindicadora dos lagos de várzea estudados.

6. Bibliográfica citada

- Alexander, S.; Mclaughlin, J.D. 1997. A comparison of the helminth communities in *Anas undulata*, *Anas erythrorhyncha*, *Anas capensis* and *Anas smithii* at Barberspan, South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 64: 161–173.
- Anderson, R.C. 2000. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission. 2da ed. CAB Publishing, London. 672 p.
- Attroch, F.B. 2016. *Metazoários parasitos de Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831) e Astronotus crassipinnis (Heckel, 1840) (Perciformes: Cichlidae) em lagos de várzea na Amazônia central, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 123 p.
- Barros, L.A.; Tortelly, R.; Pinto, R. M.; Gomes, D.C. 2004. Effects of experimental infections with larvae of *Eustrongylides ignotus* Jäegerskiold, 1909 and *Contracaecum multipapillatum* (Drasche, 1882) Baylis, 1920 in rabbits. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 6: 115-126.
- Bush, A.O. 1973. *An ecological analysis of the helminth parasites of the white ibis in Florida*. Master Thesis, University of Florida, Florida. 176 p.
- Bush, A.O.; Aho, J.M.; Kennedy, C.R. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology*, 4:1-20.
- Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M.; Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *The Journal of parasitology*, 83: 575-583.
- Carvalho, S.; Guidelli, G.M.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2003. Ecological aspects of endoparasite fauna of *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Characiformes, Acestrorhynchidae) on the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 25: 479-483.
- Caswell, H. 1978. Predator-mediated coexistence: a nonequilibrium model. *American Naturalist*, 112: 127–54.
- Coleman, F.C. 1993. Morphological and physiological consequences of parasites encysted in the bulbus arteriosus of an estuarine fish, the sheepshead minnow, *Cyprinodon variegatus*. *The Journal of parasitology*, 79: 247-254.
- Dogiel, V.A. 1961. Ecology of the parasites of freshwater fishes. *Parasitology of fishes*, 1: 1-47.

- Dourado, E.C.; Nunes, J.L.; Piorski, N.M. 2015. Ecomorphology and diet of two species of *Acestrorhynchus* from Brazilian Northeast. *CYBIUM*, 39: 11-19.
- Dumbo, J.C. 2014. *Espécies de metazoários parasitos de Acestrorhynchus falcirostris (Cuvier, 1819) (Characiformes: Acestrorhynchidae) de lagos de várzea da Amazônia Central*. Tese de Mestrado, INPA, Manaus. 150 p.
- Eiras, J.C.; Ranzani-Paiva, M.J.; Ishikawa, C.M.; Alexandrino, A.C.; Eiras, A.C. 1995. Ectoparasites of semi-intensively farmed tropical fish *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Colossoma macropomum* in Brazil. *Bulletin of European Association of Fish Pathology*, 15: 148-151.
- Eiras, J.C.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C.; Adriano, E.A. 2010. *Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil*. Clichetec, Maringá: 2380-2389.
- Ferrito, V.; Mannino, M.C.; Pappalardo, A.M.; Tigano, C. 2007. Morphological variation among populations of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Teleostei, Cyprinodontidae) from the Mediterranean. *Journal of Fish Biology*, 70: 1-20.
- Fujimoto, R.Y.; Barros, Z.M.; Marinho-Filho, A.N.; Diniz, D.G.; Eiras, J.C. 2013. Parasites of four ornamental fish from the Chumucuí River (Bragança, Pará, Brazil). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22: 34-38.
- Gatz A.J.; 1979b. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botanic*, 21: 91-124.
- Hahn, N.S. 2000. Feeding of *Acestrorhynchus lacustris* (Characidae): a post impoundment studies on Itaipu reservoir, upper Paraná river. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 43: 207-213.
- Hoshino, M.D.; Neves, L.R.; Tavares-Dias, M. 2016. Parasite communities of the predatory fish, *Acestrorhynchus falcatus* and *Acestrorhynchus falcirostris*, living in sympatry in Brazilian Amazon. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 25: 207-216.
- Jogunoori, W.; Kritsky, D.C.; Venkatanarasaiah, J. 2004. Neotropical Monogenoidea. 46. Three new species from the gills of introduced aquarium fishes in India, the proposal of *Heterotylus* ng. and *Diaphorocleidus* ng., and the reassignment of some previously described species of *Urocleidoides* Mizelle & Price, 1964 (Polyonchoinea: Dactylogyridae). *Systematic Parasitology*, 58: 115-124.
- Keast, A. 1985. The piscivore feeding guild of fishes in small freshwater ecosystems. *Environmental Biology of Fishes*, 12: 119-129.

- Knopf, K.; Mahnke, M. 2004. Differences in susceptibility of the European eel (*Anguilla anguilla*) and the Japanese eel (*Anguilla japonica*) to the swim-bladder nematode *Anguillicola crassus*. *Parasitology*, 129: 491-496.
- Kumaraguru, A.K.; Beamish, F.W.; Woo, P.T. 1995. Impact of a pathogenic haemoflagellate, *Cryptobia salmositica* Katz, on the metabolism and swimming performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 18: 297-305.
- Lizama, M.D.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2008. Ecological aspects of metazoan parasites of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Characidae) of the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34: 527-533.
- Lutterschmidt, W.I.; Schaefer, J.F.; Fiorillo, R.A. 2007. The ecological significance of helminth endoparasites on the physiological performance of two sympatric fishes. *Comparative parasitology*, 74: 194-203.
- Machado, M.H.; Pavanelli, G.C.; Takemoto, R.M. 1994. Influence of host's sex and size on endoparasitic infrapopulations of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of high Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 3: 143-148.
- Machado, M.H.; Pavanelli, G.C.; Takemoto, R.M. 1996. Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of high Paraná River. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 4: 441-444.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Malta, J.C.O.; Silva, E.N., 1986. *Argulus amazonicus* n. sp. crustáceo parasito de peixes da Amazônia Brasileira (Branchiura: Argulidae), *Amazoniana*, 9: 485-492.
- Malta, J.C.O.; Varella, A.M.B. 1996. *Ergasilus turucuyus* sp. n. (Copepoda: ERGASILIDAE) from the gills of *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794) e *A. falcirostris* (Cuvier, 1819)(Characiformes: Characidae) from Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 26: 69-76.
- Marcogliese, D.J. 2002. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, 124: 83-99.
- Morais, A.M.; Varella, A.M.; Fernandes, B.M.M.; Fernandes, B.M.; Malta, J.C. 2011. *Clinostomum marginatum* (Braun, 1899) and *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) metacercariae with zoonotic potencial on *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858)

- (Characiformes: Serrasalminidae) from central Amazon, Brazil. *Neotropical Helminthology*, 5: 8-15.
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*. Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic, 473 p.
- Moravec, F.; Kohn, A.; Fernandes, B.M. 1993. Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. *Folia Parasitologica*, 40: 115-115.
- Morey, G. A.; Moreira, A.; Malta, J. C. 2015. As espécies de Copepoda (Crustacea: Ergasilidae) parasitas dos filamentos branquiais de *Potamorhina latior* (Spix & Agassiz, 1829) (Characiformes: Curimatidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Folia Amazonia*, 24: 203 – 208.
- Morey, G. A.; Malta, J. C. 2016. As espécies de Copepoda (Crustacea: Ergasilidae) parasitas dos filamentos branquiais de *Serrasalmus altispinis* (Merck, Jégu e Santos, 2000) (Characiformes - Serrasalminidae) em lagos de várzea do Brasil. *Folia Amazonia*, 25: 55 – 60..
- Santana H.P. 2014. *A fauna parasitária de Cichla monoculus (Spix & Agassiz, 1831) (Perciformes: Cichlidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil*. Tese de Mestrado, INPA, Manaus. 65 p.
- Pavanelli, G.C.; Takemoto, R.M.; Eiras, J.C. 2000. Doenças de Peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento. 1ra ed. EDUEM, Maringá. 114 p.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecology diversity*. J. Wiley and Sons, New York, 165 p.
- Piorski, N.M.; Alves, J.D.; Machado, M.R.; Correia, M.M. 2005. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*, 35: 63-70.
- Mérigoux, S. 2000. Comparative morphology and diet of young cichlids in the dammed Sinnamary river, French Guiana, South America. *Journal of fish biology*, 56: 87-102.
- Poulin, R. 1996. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male?. *The American Naturalist*, 147: 287-295.
- Poulin, R. 1997. Species richness of parasite assemblages: Evolution and patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 341–358.
- Pretti, V.Q. 2007. Relações filogenéticas no gênero *Acestrorhynchus* (Teleostei, Characiformes) com base na análise de genes nucleares e mitocondriais.

- Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 72 p.
- Pretti, V.Q.; Calcagnotto, D.; Toledo-Piza, M.; Almeida-Toledo, L.F. 2009. Phylogeny of the neotropical genus *Acestrorhynchus* (Ostariophysi:Characiformes) based on nuclear and mitochondrial gene sequences and morphology: A total evidence approach. *Molecular phylogenetics and evolution*, 52: 312-320.
- Rohde, K.; Hayward, C.; Heap, M. 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal For Parasitology*, 25: 945-970.
- Romero, P. 2002. In fish base world wide web electronic publication In: Froese, R.; Pauly, D.. (Eds.). www.fishbase.org, version (06/2013). Último acesso em 11/07/2013.
- Rosim, D.F.; Ceccarelli, P.S.; Silva-Souza, A.T. 2005. Parasitismo de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) por *Quadrigyrus machadoi* Fábio, 1983 (Eoacanthocephala, Quadrigyridae) de uma Lagoa em Aguaí, Estado De São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 14: 147-153.
- Soares, M.G.; Costa, E.L.; Siqueira-Souza, F.K.; Dos Anjos, H.D.; Yamamoto, K.C.; Freitas, C.E. 2008. *Peixes de lagos do médio rio Solimões*. 2ª ed. Instituto Piatam, Manaus. 176 p.
- Soares, M.G; Costa, E.L.; Siqueira-Souza, F.K.; Anjos, H.D.; Yamamoto, K.C.; Freitas, C.E. 2011. *Peixes de lagos do médio rio Solimões*. 2ª ed. Reggo Edições, Manaus. 180 p.
- Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 1994. Ecological aspects of Proteocephalidean cestodes parasites of *Paulicea luetkeni* (Steindachner) (Osteichthyes: Pimelodidae) from Parana River, Brazil. *Unimar*, 16: 17-26, 1994.
- Takiyama, L.R.; Silva, U.R.; Jimenez, E.A.; Pereira, R.A.; Zacardi, D.M.; Fernandes, E. F.; Costa-Neto, S.V. 2012. *Zoneamento ecológico econômico urbano das áreas de ressacas de Macapá e Santana, Estado do Amapá*. 1ª ed. IEPA, Macapá:. 84 p.
- Teixeira, I.; Bennemann S.T. 2007. Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropical*, 7: 67-76.
- Thatcher, V.E. 2006. Amazon Fish Parasites. In: Adis. J.; Arias, J.R.; Rueda-Delgado, G.; Wantzen, K.M. (Eds.). *Aquatic Biodiversity in Latin America*: 2nd edition, Pensoft Publishers, Praga. 508 p.

- Toledo-Piza, M. 2007. Phylogenetic relationship among *Acestrorhynchus* species (Ostariophysi: Characiformes: Acestrorhynchidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 151: 691-757.
- Vilhena-Picanço, M.D.; Santos, T.; Sá-Oliveira, J.C. 2007. Relação peso-comprimento de *Acestrorhynchus falcatus*, Bloch, 1794 (Characiformes: Acestrorhynchidae) da APA do rio Curiaú, Macapá-AP.
- Webb, P.W.; 1984. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. *American Zoologist*, 24: 107-120.
- Wootton, R.J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, New York. 392 p.
- Zelmer, D.A.; Arai, H.P. 1998. The contributions of host age and size to the aggregated distribution of parasites in yellow perch, *Perca flavescens*, from Garner lake, Alberta, Canada. *Journal of Parasitology*, Lawrence, 84: 24-28.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hipótese

Apesar de *Serrasalmus altispinis*, *Raphiodon vulpinus* e *Acestrorhynchus falcatus* serem três espécies predominantemente piscívoras e habitam os mesmos lagos de várzea, sua fauna de metazoários parasitas é diferente.

Resultados

O total das espécies identificadas nos hospedeiros *S. altispinis*, *R. vulpinus* e *A. falcatus* são apresentados na tabela 1, figura 1.

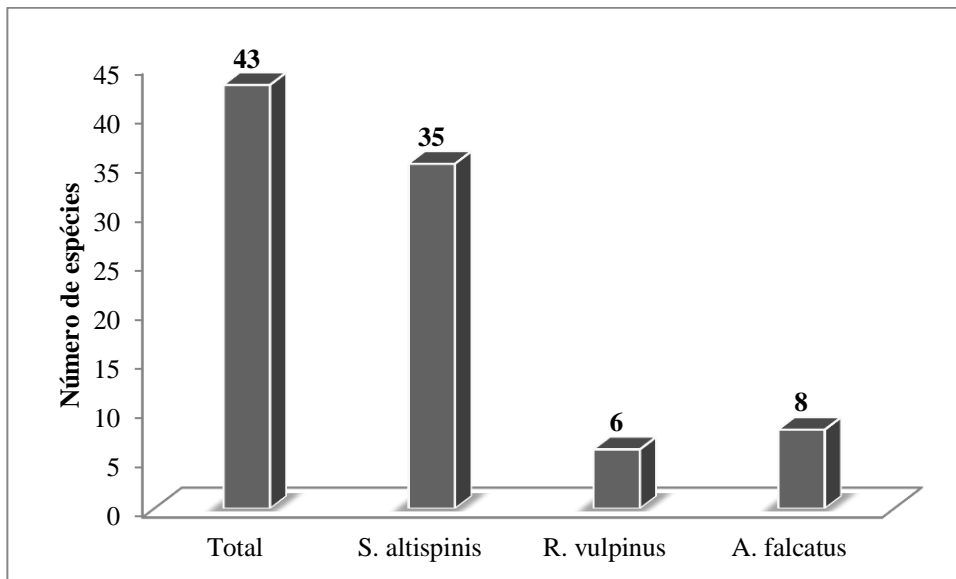


Figura 161. Número total das espécies registradas em *Serrasalmus altispinis*, *Raphiodon vulpinus* e *Acestrorhynchus falcatus* coletadas em lagos de várzea da Amazônia brasileira.

O número de espécies específicas registradas nos grupos parasitários em *S. altispinis* são apresentadas na figura 2.

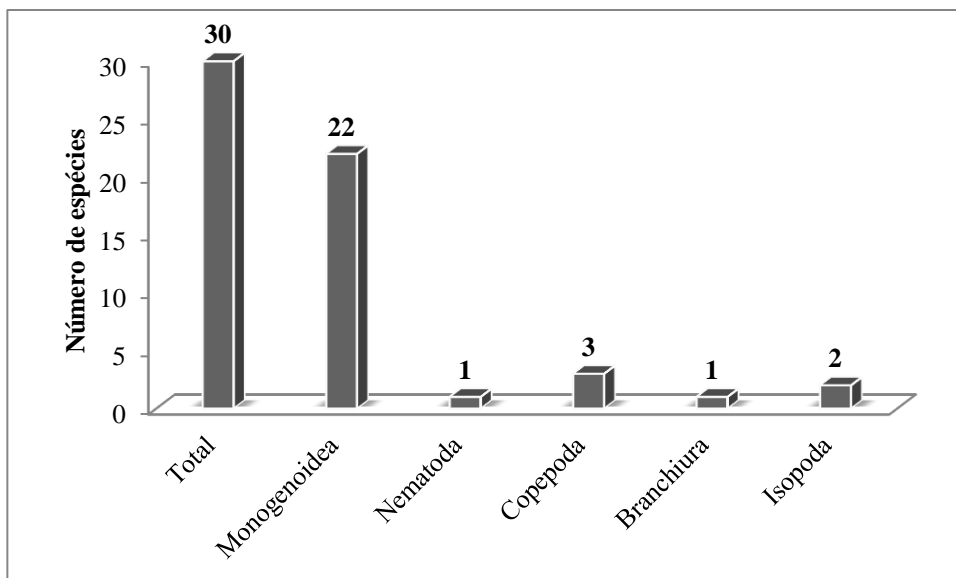


Figura 162. Número de espécies parasitas específicas de *Serrasalmus altispinis* distribuídas em diferentes taxa.

O número de espécies específicas registradas nos grupos parasitários em *R. vulpinus* são apresentadas na figura 3.

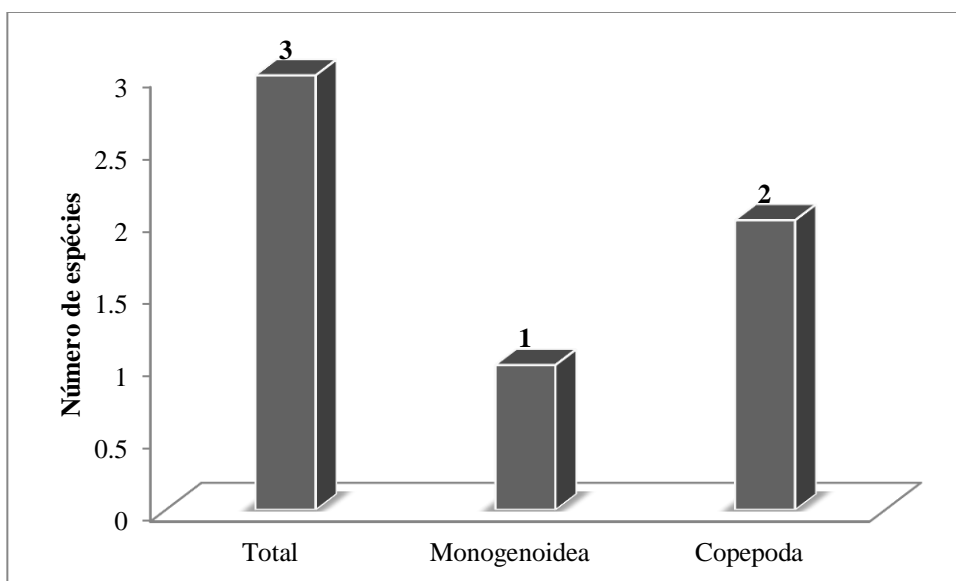


Figura 163. Número de espécies parasitas específicas de *Raphiodon vulpinus* distribuídas em diferentes taxa.

O número de espécies específicas registradas nos grupos parasitários em *A. falcatus* são apresentadas na figura 4.

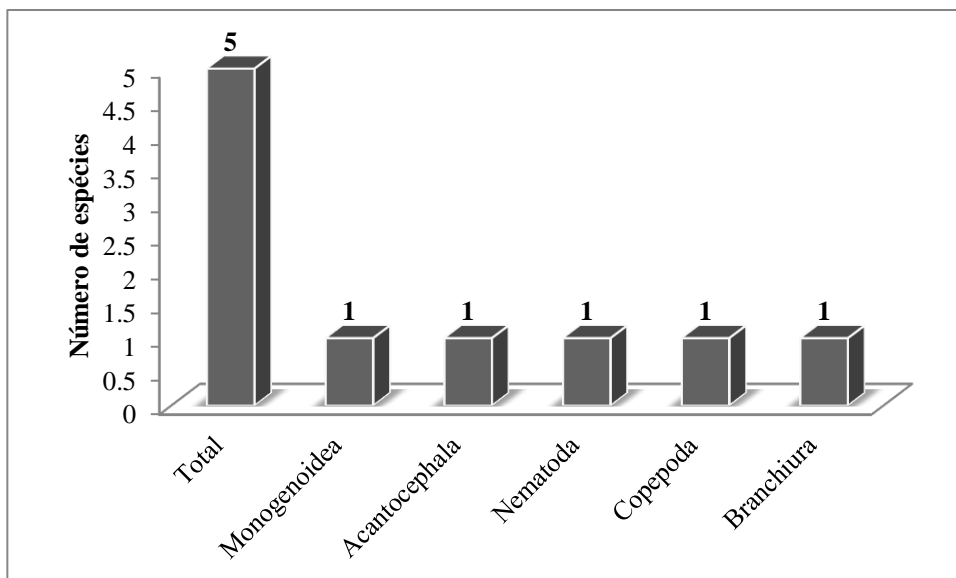


Figura 164. Número de espécies parasitas específicas de *Acestorhynchus falcatus* distribuídas em diferentes taxa.

As espécies presentes em *S. altispinis* e *R. vulpinus* foram: *Rhinoxenus piranhus*, *Anisakis* sp., *Contracaecum* sp. e *Pseudoproleptus* sp.

As espécies presentes em *S. altispinis* e *A. falcatus* foram: *C. marginatum*, *Anisakis* sp., *Pseudoproleptus* sp., *P. (S.) inopinatus* e *A. bryconis*.

As espécies presentes nos três hospedeiros foram: *Anisakis* sp. e *Pseudoproleptus* sp. Sendo estes parasitas formas larvais, considera-se que os três peixes estão se alimentando dos hospedeiros intermediários destes parasitas.

Pode se concluir que diversos fatores influenciam na composição da fauna parasitária de uma determinada espécie de peixe. Assim, para ectoparasitas, destaca-se: (1) a especificidade parasita-hospedeiro e (2) natação em cardume.

Das três espécies de peixes estudadas, *S. altispinis* apresentou maior número de ectoparasitas, destacando-se Monogenoidea com 23 espécies. O elevado número de espécies de Monogenoidea pode ser explicado no comportamento desta espécie que nada e caça em cardumes, aumentando o contato intra-específico entre estes peixes, facilitando assim a transmissão dos parasitas.

A especificidade parasita-hospedeiro é responsável do número de espécies registradas em cada espécie de peixe. Assim, os monogenóideos registrados são completamente específicas para cada hospedeiro.

Para endoparasitas, destaca-se: (1) hábito alimentar, (2) ecomorfologia, (3) posição e distribuição do peixe na coluna de água, (4) tipo de presa, (5) sazonalidade e (6) susceptibilidade do hospedeiro.

Cada fator está fortemente ligado um com o outro. Assim, a sazonalidade influencia no tipo de alimento a ser consumido devido a maior ou menor disponibilidade dos recursos. Influencia também na susceptibilidade dos hospedeiros, sendo que o estresse no período da seca é muito maior, por os peixes estarem confinados em espaços menores, a elevada temperatura e lotação dos ambientes, que diminui o oxigênio, fazendo que a vulnerabilidade frente a uma infecção parasitaria seja maior.

A ecomorfologia vai determinar a posição do peixe na coluna de água e em consequência o tipo de presa disponível naquele espaço. Caracteres ecomorfológicos também determinam o tamanho e tipo de presa a ser consumida.

Dos três peixes estudados neste trabalho, *S. altispinis* mostrou ser a melhor espécie a ser considerada como bioindicadora dos lagos de várzea. Isto, devido a sua abundância nestes locais, fácil captura, e alta riqueza de espécies parasitas. Adicionalmente nos cálculos realizados utilizando o método Valor Indicador (IndVal), foi a única espécie hospedeira com espécies parasitas estatisticamente consideradas como bioindicadoras, as quais podem ser utilizadas para alertar possíveis mudanças ambientais nos lagos de várzea estudados.

Tabela 30. Espécies parasitas registradas em *Serrasalmus altispinis*, *Raphiodon vulpinus* e *Acestrorhynchus falcatus* provenientes de lagos de várzea de Amazônia, Brasil

Espécies	Hospedeiro
MONOGENOIDEA	
<i>Amphithecium diclonophallum</i>	<i>Serrasalmus altispinis</i>
<i>Amphithecium facatum</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus cintus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus cladophallus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus crytocealus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus gravihamulatus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus jegui</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus lepyrophallus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus mesocondylus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus peryphallus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus prodigiosus</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Anacanthorus sciponophalus</i>	<i>S. altispinis</i>

<i>Anacanthorus serrasalmi</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Ancanthorus</i> sp.	<i>S. altispinis</i>
<i>Calpidothecium crescentis</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Diaphorocleidus</i> sp.	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>
<i>Enallothecium aegidatum</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Myramothecium whittingtoni</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Notothecium cyphophallum</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Notothecium deleastoideum</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Notozothecium euzeti</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Notozothecium lamotheargumedi</i>	<i>Raphiodon vulpinus</i>
<i>Notozothecium minor</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Rhinoxenus piranhus</i>	<i>S. altispinis, R. vulpinus</i>
DIGENEA	
<i>Clinostomum marginatum</i>	<i>S. altispinis, A. falcatus</i>
ACANTOCEPHALA	
<i>Quadrigyrus torquatus</i>	<i>A. falcatus</i>
NEMATODA	
<i>Anisakis</i> sp.	<i>S. altispinis, R. vulpinus, A. falcatus</i>
<i>Contraecaecum</i> sp.	<i>S. altispinis, R. vulpinus</i>
<i>Pseudoproleptus</i> sp.	<i>S. altispinis, R. vulpinus, A. falcatus</i>
<i>Philometria nattereri</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Procamallanus</i> (<i>S.</i>) <i>inopinatus</i>	<i>S. altispinis, A. falcatus</i>
<i>Travassosnema travassosi paranaensis</i>	<i>A. falcatus</i>
COPEPODA	
<i>Amplexibranchius bryconis</i>	<i>S. altispinis, A. falcatus</i>
<i>Acusicola pellonidis</i>	<i>A. falcatus</i>
<i>Ergasilus jaraquensis</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Ergasilus</i> sp.	<i>R. vulpinus</i>
<i>Miracetyma kawa</i>	<i>R. vulpinus</i>
<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Rhinergasilus piranhus</i>	<i>S. altispinis</i>
BRANCHIURA	
<i>Argulus amazonicus</i>	<i>A. falcatus</i>
<i>Argulus chicomendesi</i>	<i>S. altispinis</i>
ISOPODA	
<i>Amphira branchialis</i>	<i>S. altispinis</i>
<i>Vanamea symmetrica</i>	<i>S. altispinis</i>

PRINCIPAIS CARACTERES MORFOLÓGICOS PARA DIFERENCIAS AS ESPÉCIES PARASITAS DE *S. altispinis*, *R. vulpinus* e *A. falcatus* PROVENIENTES DE LAGOS DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA, BRASIL.

MONOGENOIDEA

Hospedeiro: *Serrasalmus altispinis*

Amphithecium:

- Presença de duas vaginas bilaterais não esclerotizadas.
- Cirrus tubular de forma variável.
- Peça acessória com terminação em forma de gancho.

Amphithecium diclonophallum

Caraterística principal: terminação bulbosa do primeiro ramo do cirrus, e um ramo secundário agudo e alongado.

Amphithecium falcatum

Caraterística principal: primeiro ramo do cirrus em forma de meia folha e o ramo secundário muito fino e alongado. Peça acessória com terminação bem pronunciada em forma de gancho ou foice.

Anacanthorus

- Háptor bilobado.
- Ausência de barras e âncoras.
- Presença de 4 pares de ganchos ventrais e 3 pares dorsais.
- Todas as espécies deste gênero registradas para espécies de Serrasalmidæ apresentam o cirrus em forma de “J”, peça acessória alongada e flexível de forma variável.

Anacanthorus amazonicus

Caraterísticas principais: cirrus pequeno em forma de “J”. A peça acessória apresenta uma terminação em forma de gancho na parte distal e uma ornamentação circular quase na metade da peça acessória.

Anacanthorus cintus

Caraterísticas principais: cirrus grande em forma de “J”. Peça acessória aguda, formando um arco na parte média e com terminação pontiaguda na região anterior.

Anacanthorus cladophalus

Caraterísticas principais: cirrus grande em forma de “J”. Peça acessória alongada um pouco curvada externamente, com expansão na parte média em forma de dedo por detrás do cirrus.

Anacanthorus cryto calus

Caraterísticas principais: cirrus de tamanho médio em forma de “J” curvado na região anterior. Presença de “penas” no cirrus, o qual é bastante curvado na parte média com terminação pontiaguda da parte anterior.

Anacanthorus gravihalmulatus

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J” com abertura basal direcionada anteriormente. Peça acessória projetada lateralmente e finalizando por detrás da abertura basal do cirrus. Presença de ganchos muito grandes.

Anacanthorus jegui

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J”. Presença de uma expansão submédia da peça acessória que se origina em nas duas margens.

Anacanthorus lepyrophallus

Caraterísticas principais: cirrus grande em forma de “J” com “penas” na parte anterior. Peça acessória curvada na parte média com terminação em forma de garra na parte distal.

Anacanthorus mesocondylus

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J” com borda pontiaguda na base, e uma protuberância quase arredondada bem visível na parte média da peça acessória.

Anacanthorus periphallus

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J” com terminação em forma de ponta de lança e dobrada para um lado na parte distal. Peça acessória envolta ao redor do eixo do cirrus.

Anacanthorus prodigiosus

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J” com borda estendida bipartida na terminação distal e com presença de penas na parte média. A peça acessória apresenta uma larga expansão subterminal.

Anacanthorus sciponophallus

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J” com base mais o menos oval. Peça acessória reta com uma curvatura na parte posterior e uma ponta ligeiramente curvada na parte distal.

Anacanthorus serrasalmi

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J”. Peça acessória com uma ligeira curvatura angular perto do comprimento médio.

Anacanthorus sp.

Caraterísticas principais: cirrus em forma de “J”. Peça acessória apresenta curvas angulares na região mediana, extremidade distal aguda dando a aparência de uma faca.

Calpidothecium

- Olhos anteriores ausentes.
- Cirrus em forma de tubo.
- Peça acessória com terminações digitais na parte distal

Calpidothecium crescentes

Caraterísticas principais: uma terminação bifurcada da haste distal da peça acessória.

Diaphorocleidus

- Cirrus tubular, enrolado com anéis no sentido anti-horário.
- Peça acessória em forma de placa.
- Barras em forma de “V”

Diaphorocleidus sp.

Hospedeiro: *Acestrorhynchus falcatus*

Caraterísticas principais: cirrus com voltas em sentido anti-horário, peça acessória articulada em forma de alicate, ganchos grandes.

Enallotecium

- Olhos pouco desenvolvidos ou ausentes.
- Cirrus com forma de um tubo curto com abertura diagonal,
- Peça acessória curta curvada na parte média e abraçando a parte proximal do cirrus.

Enallotecium aegidatum

Caraterísticas principais: cirrus e peça acessória de tamanho pequeno. Cirrus em forma de “vírgula” e peça acessória parecida com a letra “S”. Âncoras com eixos alongados.

Myramothecium

- Vagina dextrodorsal ou dextroventral próximo a metade do tronco.

- Cirrus tubular.
- Barra ventral com projeção anteromediana.
- Barra dorsal em forma de “V”

Myramothecium wittingtoni

Caraterísticas principais: Apertura vaginal dextroventral, cirrus tubular em forma de “J” inclinada para um lado. Peça acessória com terminação em forma de gancho na parte distal.

Nothotecium

- Olhos ausentes.
- Vagina sinistrodorsal dilatada.
- Cirrus tubular.
- Barra dorsal em forma de “V”
- Barra ventral com ligeiras protuberâncias nas margens.

Notothecium cyphophallum

Caraterísticas principais: cirrus tubular curvado. Peça acessória reta com terminação aguda na parte distal e com projeção na parte média fazendo contato com o cirrus. Âncora ventral maior que a dorsal. Âncora ventral com curvatura bem pronunciada. Barra ventral com uma ornamentação vertical na parte média da barra.

Notothecium deleastoideum

Caraterísticas principais: cirrus tubular ligeiramente curvado. Peça acessória com duas projeções, uma abraçando o cirrus e a outra finalizando com uma protuberância quase arredondada. Terminação da peça acessória em forma de gancho na parte distal. Âncoras bem similares do mesmo tamanho. Barra ventral com três ligeiras protuberâncias, sendo uma na parte média da barra e as outras continuas a cada lado.

Nothozothecium

- Lóbulos cefálicos pouco desenvolvidos.
- Pares de olhos anteriores próximos junto do que os pares posteriores.
- Âncoras similares com grandes raízes e pontas bulbosas.
- Barra ventral com projeção anteromedial bem pronunciada.
- Cirrus longo dando uma volta.
- Peça acessória longa e articulada ao cirrus.

Nothozothecium euzeti

Caraterísticas principais: cirrus fino em forma de “J”. Peça acessória de forma irregular com duas protuberâncias; uma na parte distal e a outra na parte proximal do cirrus. Âncora ventral com uma raiz superficial exagerada com ponta truncada, barra ventral com uma projeção anteromedial terminada em uma ponta.

Notozothecium minor

Caraterísticas principais: cirrus muito fino em forma de “J”. Peça acessória fina, articulada com um processo quase retangular inclinado na parte distal. Barra ventral com uma projeção anteromedial em forma de triângulo.

Notozothecium lamotheargumedi

Hospedeiro: *Raphiodon vulpinus*

Caraterísticas principais: o caráter dominante da espécie é determinado pela presença de uma projeção anteromedial na barra ventral, um complexo copulatório com um cirrus em espiral à esquerda, uma peça acessória com processo proximal e a vagina em posição dextrodorsal. A complexo copulatório tem forma de “gatilho”

Rhinoxenus

- Vagina com cavidade dupla distal a partir da qual surge um tubo simples em posição sinistral.
- Cirrus alongado com diferentes voltas ao redor da peça acessória.
- Peça acessória em forma de placa de diferentes formas.
- Âncora ventral longa com a raiz superficial modificada em protuberâncias ventro-mediais.
- Âncora dorsal modificada em um esclerito tipo espinho.
- Presença da barra ventral e ausência da barra dorsal.
- Parasitas das narinas.

Rhinoxenus piranhus

Hospedeiro: *Serrasalmus altispinis* e *Raphiodon vulpinus*

Caraterísticas principais: Peça acessória em forma de “gatilho” e cirrus alongado dando voltas no cirrus. Âncora ventral ligeiramente curvado aos lados.

DIGENEA

Clinostomum marginatum

Hospedeiro: *Serrasalmus altispinis*

- Ventosa oral rudimentar.

- Acetábulo pre-equatorial.
- Cecos intestinais largos de contorno irregular.
- Testículos situados um paralelo do outro.
- Ovario inter-testicular e pós-equatorial.
- Útero intercecal, pré-testicular e pós-acetabular.

ACANTOCEPHALA

Quadrigyrus torquatus

Hospedeiro: *A. falcatus*

- Espinhos limitados à região anterior do tronco dispostas em quatro séries cada uma com 16 - 18 espinhos

NEMATODA

Anisakis sp.

Hospedeiros: *S. altispinis*, *Raphiodon vulpinus* e *A. falcatus*

- Extremidade anterior apresenta um dente larval.
- Ventrículo proeminente e oblongo.
- Apêndice ventricular e cecos intestinais ausentes.
- Cauda em formato cônico com mucrón terminal.

Contracaecum sp.

Hospedeiros: *S. altispinis* e *Raphiodon vulpinus*

- Extremidade anterior com um dente larval pequeno.
- Presença de ventrículo, pequeno e circular.
- Presença de apêndice ventricular iniciando no ventrículo e direcionado para a região posterior.
- Ceco intestinal maior que o apêndice ventricular e dirigido anteriormente até quase a metade do esôfago muscular.
- Cauda cônica, sem mucrom.

Philometra nattereri

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Extremidade anterior e posterior do corpo arredondada.
- Ovarios alongados dividido em anterior e posterior, ambos curvados para abaixo.
- Encontram-se parasitando a órbita ocular do seu hospedeiro.

Procamallanus (S.) inopinatus

Hospedeiros: *S. altispinis* e *A. falcatus*

- Estrias na cápsula bucal de 19 – 22 nas fêmeas e 13-19 nos machos
- Esôfago muscular e glandular piriformes.
- Esôfago muscular menor que o glandular.
- Presença nos machos de 10 papilas caudais, sendo 4 pares pré-anais e 6 pares pós-anais.

Pseudoproleptus sp.

Hospedeiros: *S. altispinis*, *Raphiodon vulpinus* e *A. falcatus*

- Região anterior do corpo com estrutura cefálica, semelhante a um capacete.
- Presença de pseudolábios na região anterior do corpo.
- Corpo fino muito alongado e enrolado.
- Cauda cônica com pequena projeção similar a um botão na extremidade distal.

Travassosnema travassosi paranaenses

Hospedeiro: *A. falcatus*

- Extremidade anterior arredondada e posterior cônica.
- Presença de esôfago muscular e glandular.
- Presença de apêndice esofágico muscular que inicia ao nível do esôfago glandular.
- Útero inicia ao nível do esôfago glandular com numerosas larvas completamente formadas, quando grávidas.

ARTHROPODA

COPEPODA

Amplexibranchius bryconis

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Antena com quatro segmentos, o primeiro curto com espinho terminal; segundo segmento mais de quatro vezes o comprimento dos segmentos 3 e 4 juntos, com sensílio medial e extensão cuticular distal que parcialmente cobre o segmento 3; terceiro segmento profundamente recortado. Quarto segmento com uma garra pequena.
- Primeiro endopodito com dois segmentos; o segundo segmento é subcilíndrico, terminando em três pontas pequenas. Esta característica é única no gênero que possuía só uma espécie até agora descrita.

Acusicola pellonidis

- Antena com quatro segmentos, como mecanismo de trava.
- Exopodito da perna I com três segmentos e endopodito com 2 segmentos.
- Primeiro segmento do exopodito (Perna I) com 1 espinho, segundo com 1 seta, terceiro com 2 espinhos e 5 setas
- Segundo segmento do endopodito (Perna I) com 2 espinhos e 5 setas.

Hospedeiro: *A. falcatus*

Ergasilus jaraquensis

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Cefalotórax subtriangular e arredondado anteriormente.
- Antena com quatro segmentos. O primeiro segmento tem um delgado espinho distal, o segundo tem um sensilo próximo ao meio e o terceiro tem duas espículas, uma em cada extremidade.
- Perna I. O exopodito tem três segmentos e o endopodito tem dois. O primeiro segmento do exopodito possui um espinho póstero-lateralmente; o segundo tem uma seta plumosa na margem medial e o terceiro dois espinhos longos terminais e cinco setas mediais. Os dois espinhos são robustos e um pouco achatados, a seta mais posterior é alongada, curvada e serrada. O primeiro segmento do endopodito tem uma seta plumosa na margem póstero medial e o segundo tem cinco setas mais dos espinhos longos terminais.

Ergasilus sp.

Hospedeiro: *R. vulpinus*

- Corpo em forma de “falo”
- Antena com quatro segmentos. O primeiro segmento é subtriangular, desprovido de espinhos; o segundo é o mais robusto, ligeiramente curvado e com um sensilo na região mediana interna; o terceiro apresenta as margens paralelas com dois sensilos (um proximal e um distal).
- Perna V constituída por um único segmento, bem desenvolvido, com uma seta simples e dois espinhos na extremidade distal, além de duas papilas basais providas, cada uma, de uma seta simples.
- Parasita das brânquias e narinas.

Gamidactylus jaraquensis

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Retroestiletos longos projetados posterior e lateralmente do primeiro segmento torácico até o terceiro segmento.
- Antena preênsil com quatro segmentos. Segmento basal com espinho terminal simples e o segundo com sensílio.
- Primeiro segmento do exopodito das pernas 1 a 3 com dois espinhos (um curto e outro longo e delgado); urópodos curtos.
- Parasita das narinas.

Miracetyma kawa

Hospedeiro: *R. vulpinus*

- Cefalotórax de forma arredondada, muito desenvolvido.
- Antena sem ornamentações com a garra extremamente reduzida.
- Perna I: endopodito com dois segmentos e exopodito com três. Endopodito modificado, muito grande e sem ornamentações; o primeiro segmento é robusto, comprido e do mesmo comprimento que todo o exopodito; o segundo segmento é longo e fino.

Rhinergasilus piranhus

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Antena com 4 segmentos. Segmento basal com espinho distal, os outros segmentos sem espinhos ou sensílios, o quarto segmento (garra) maior que os outros segmentos.
- Apresenta 3 pares de pernas não reduzidas.
- Pernas 4 e 5 reduzidas a uma seta simples cada uma.

BRANCHIURA

Argulus chicomendesi

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Tamanho pequeno.
- Carapaça com ornamentações.
- Primeiro e segundo par de pernas cobertas pelos lobos laterais da carapaça
- Presença de espinhos na margem externa do abdômen.
- Pernas com ornamentações.

Argulus amazonicus

Hospedeiro: *A. falcatus*

- Ausência do gancho anterior e do espinho do segmento basal da antênula; ausência do espinho basal da antena.
- Lóbulo posterior direito da carapaça sobrepondo-se ao esquerdo, cobrindo o terceiro e quarto segmento torácico e a metade do abdômen.
- Desenhos da superfície dorsal da carapaça.

ISOPODA

Anphira branchialis

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Presença de grandes placas coxais sobrepostas em todos os sete pereonitos que normalmente, não ocorrem no primeiro pereonito para outros membros da família Cymothoidae.

Vanamea symmetrica

Hospedeiro: *S. altispinis*

- Esta espécie é diferenciada dos outros gêneros da família Cymothoidae, principalmente pela forma do corpo, os peréopodos alongados e o pleotelso inflado.

PRINCIPAIS ESTRUTURAS MORFOLÓGICAS UTILIZADAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES PARASITAS DOS DIFERENTES GRUPOS PARASITÁRIOS REGISTRADOS EM *Serrasalmus altispinis*, *Raphiodon vulpinus* E *Acestrorhynchus falcatus*.

MONOGENOIDEA

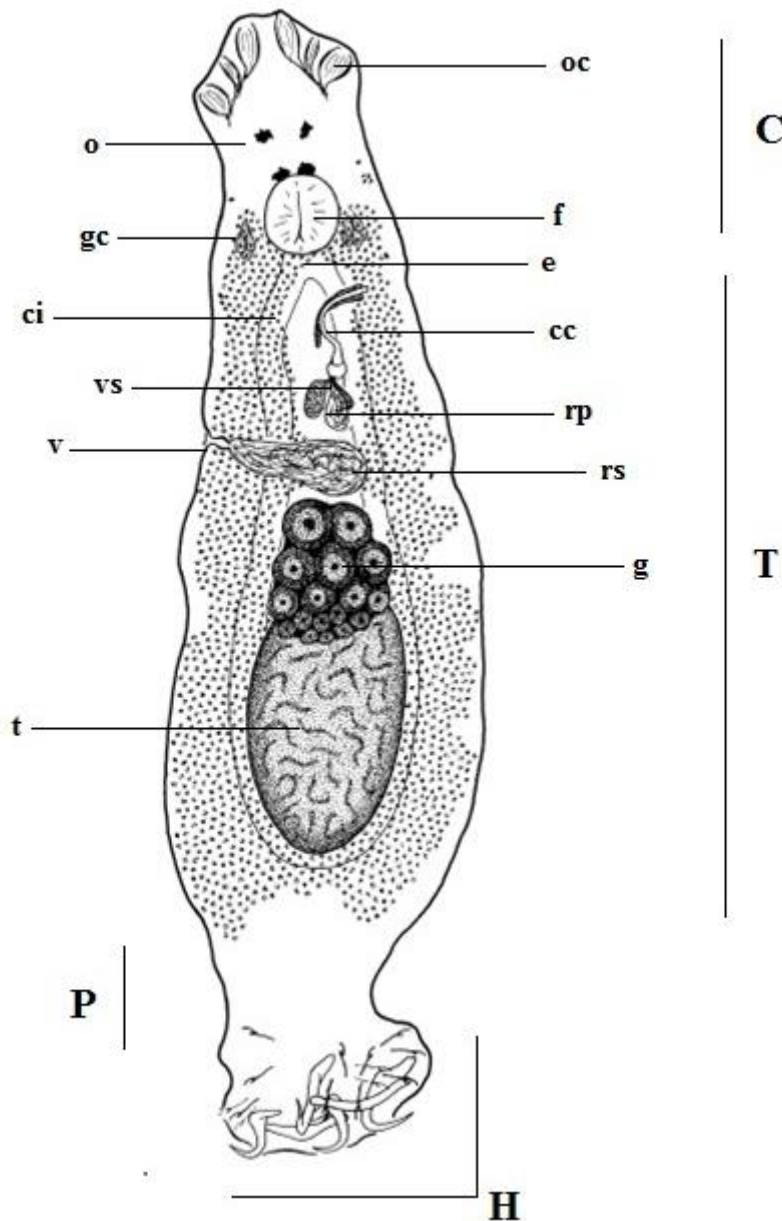


Figura 165. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação das espécies de Monogenoidea. C. cabeça. oc = órgãos cefálicos, o = olhos, gc = glândulas cefálicas, f = faringe, e = esôfago; T. tronco. ci = cecos intestinais, cc = complexo copulatório, vs = vesícula seminal, rp = reservatório prostático, v = vagina, rs = receptáculo seminal, t = testículos, g = germarium; P. pedúnculo; H. háptor.

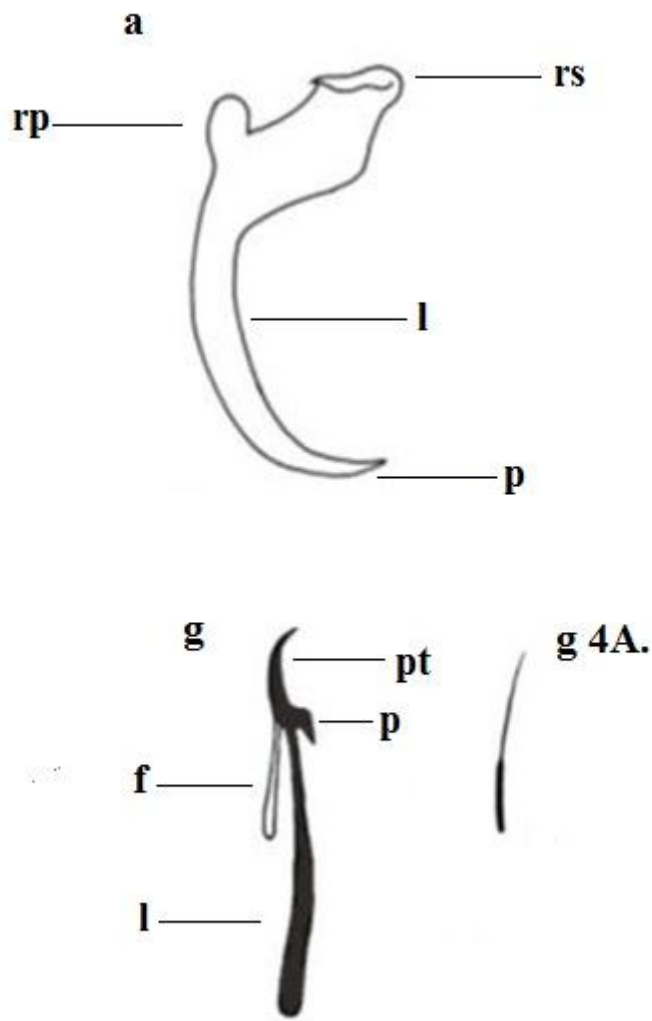


Figura 166. Esquema com as partes de uma âncora e espinhos utilizados para a identificação das espécies de Monogenoidea. a. âncora. rs = raiz superficial, rp = raiz profunda, l = lâmina, p = ponta; g = gancho. pt = ponta, p = polegar, f = filamento, l = lâmina; g 4A. ganchos 4A.

DIGENEA

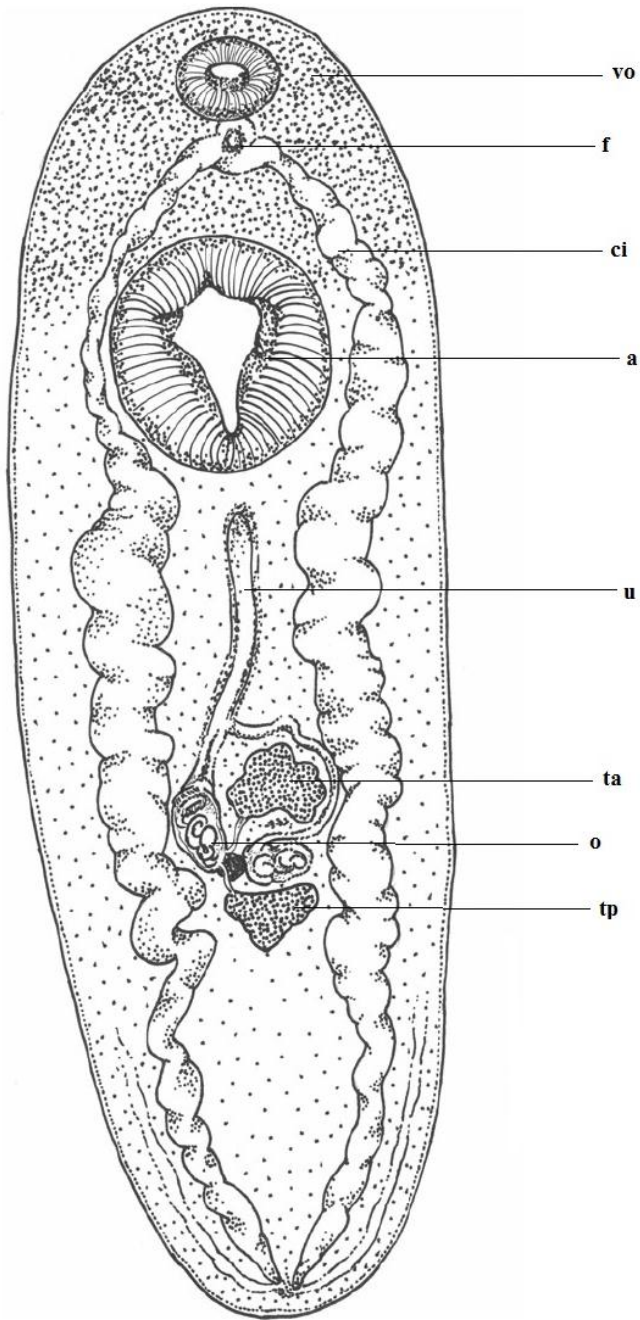


Figura 167. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação das espécies de Digenea: *Clinostomum marginatum*. vo = ventosa oral, f = faringe, ci = cecos intestinais, a = acetábulo, u = útero, ta = testículo anterior, o = ovário, tp = testículo posterior.

ACANTOCEPHALA

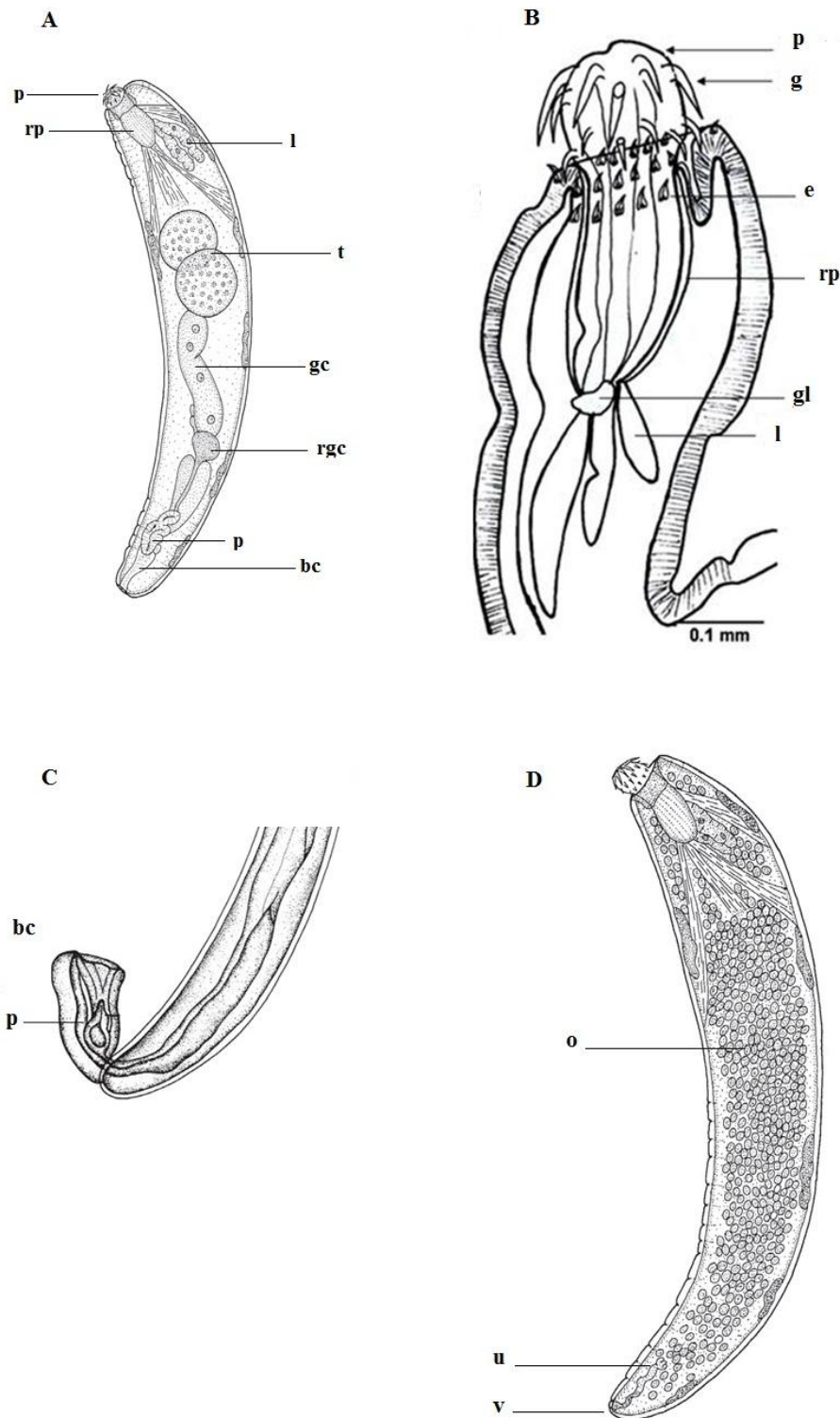


Figura 168. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Acantocephala. A. estruturas morfológicas de um exemplar macho. p = probóscide, rp = receptáculo da probóscide, l = lemniscos, t = testículos, gc = glândula de cimento, rgc = reservatório da glândula de cimento, p = pênis, bc = Bursa copulatória. B. Probóscide (p), g = ganchos, e = espinhos. C. Terminação posterior do macho. bc = Bursa copulatória. D. estruturas morfológicas de um exemplar fêmea. o = ovos, u = útero, v = vagina. (Desenho adaptado de Thatcher, 2006)

NEMATODA

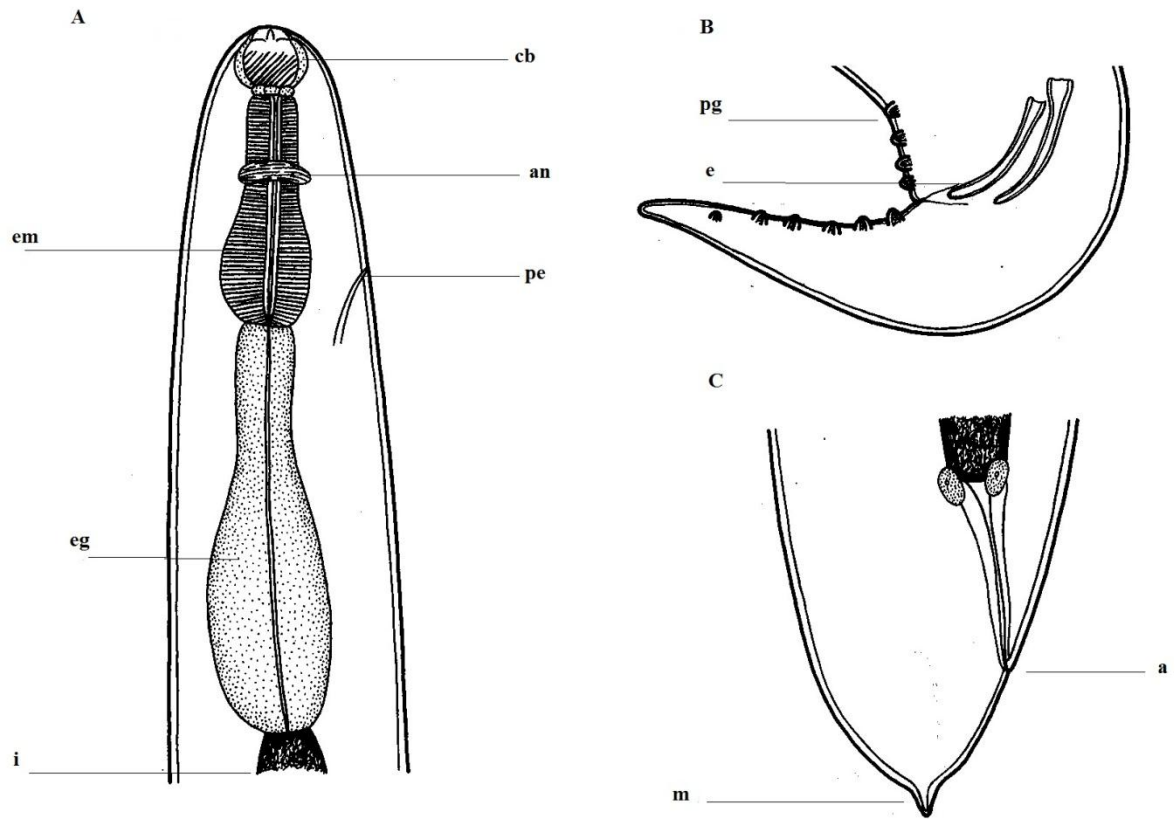


Figura 169. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Nematoda. A. Parte anterior do corpo. cb = cápsula bucal, an = ânus, pe = poro excretor, em = esfôago muscular, eg = esfôago glandular, i = intestino; B. Terminação posterior indivíduo macho. pg = papilas genitais, e = espículas; C. Terminação posterior fêmea. a = ânus, m = mucrom. (Desenho adaptado de Thatcher, 2006)

COPEPODA

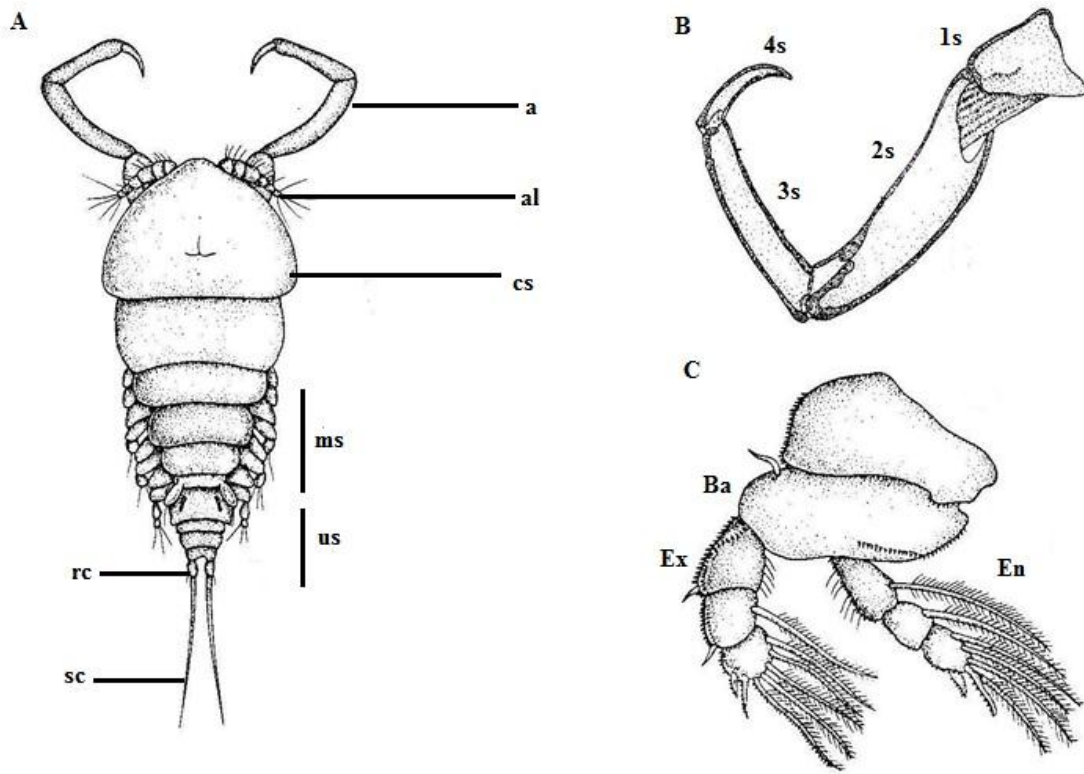


Figura 170. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Copepoda. A. Vista ventral do corpo. a = antena, al = antênula, cs = cefalossomo, ms = metassomo, us = urossomo, rc = ramos caudais, sc = setas caudais. B. Antena. s = segmento. C. Partes da perna. Ba = basipodito, ex = exopodito, en = endopodito. (Desenho adaptado de Varela, 1992)

BRANCHIURA

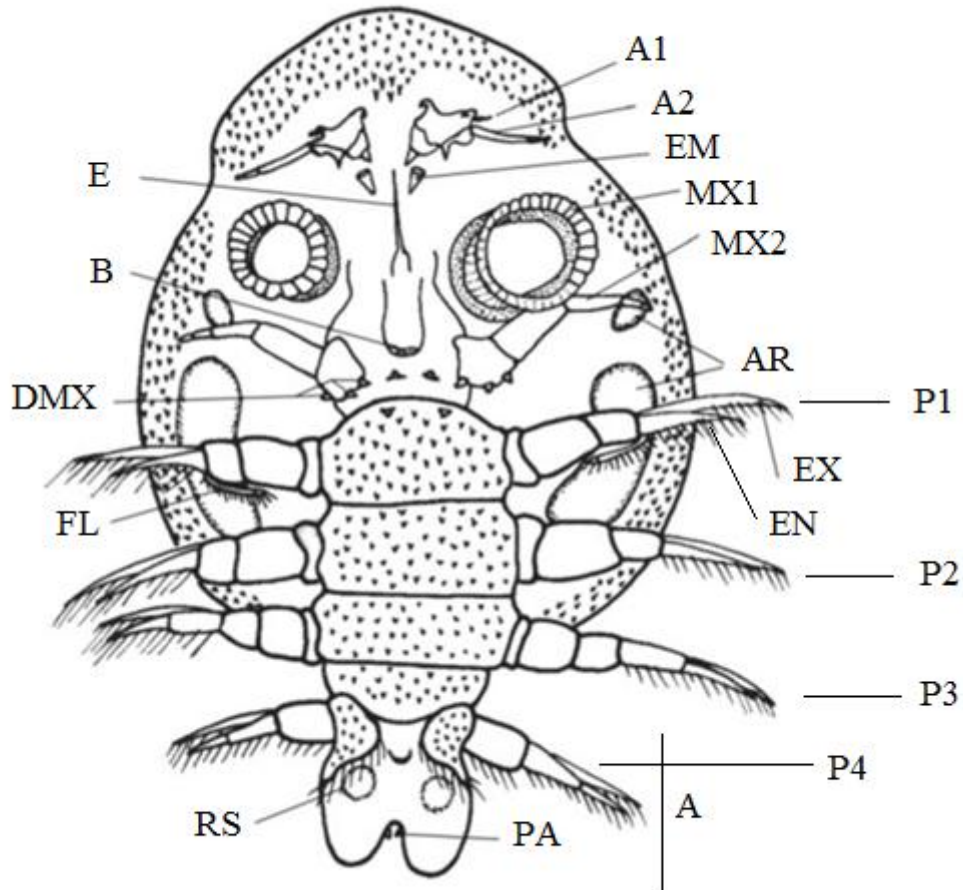


Figura 171. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Branchiura: *Argulus*. A1 = primeira antena; A2 = segunda antena; AR = área respiratória, A = Abdômen, B = boca; DMX = dentes maxilares; E = Estilete; EX = exopodito, EM = Endopodito; FL = flagelo; MX1 = primeira maxila; MX2 = segunda maxila; P1 - 4 = pernas 1 - 4; PA = papila abdominal; RS = receptáculo seminal. (Desenho adaptado de Thatcher, 2006)

ISOPODA

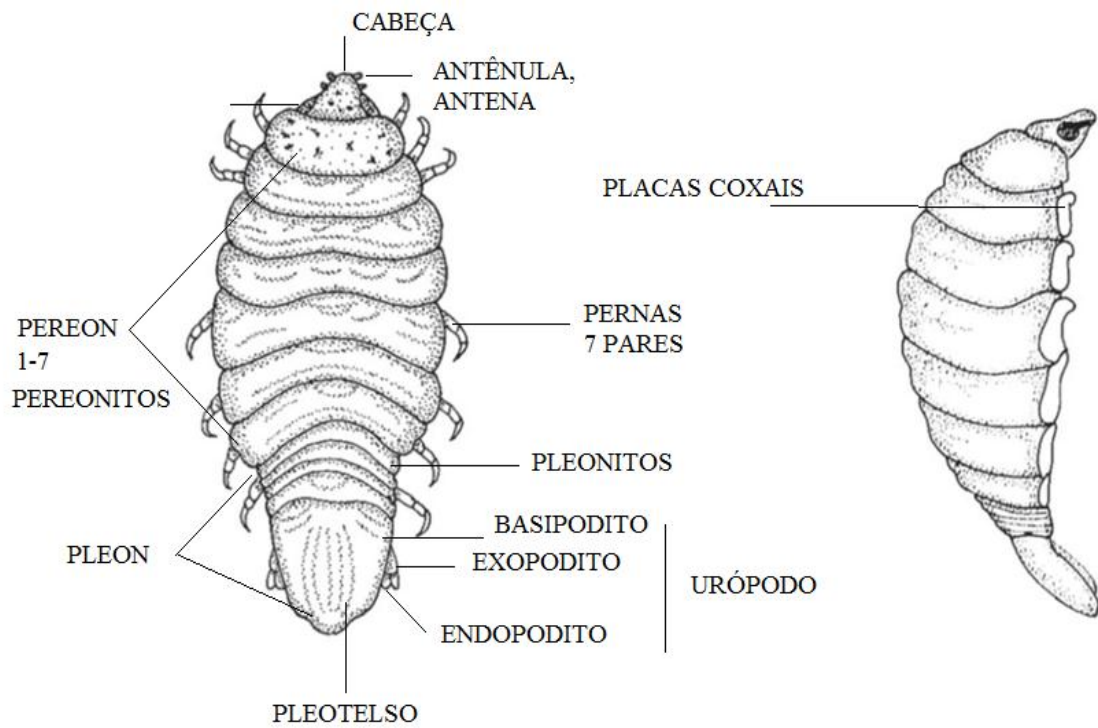


Figura 172. Esquema com as principais estruturas morfológicas utilizadas para a identificação de Isopoda. (Desenho adaptado de Thatcher, 2006)