

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA DOCE E PESCA
INTERIOR

*BIOLOGIA REPRODUTIVA DE CINCO ESPÉCIES ORNAMENTAIS DE
APISTOGRAMMA (TELEOSTEI: CICHLIDAE) DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL AMANÃ – AMAZONAS.*

ANA CAROLINA PRADO VALLADARES DA ROCHA

Manaus, Amazonas

Agosto, 2009

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA DOCE E
PESCA INTERIOR

*BIOLOGIA REPRODUTIVA DE CINCO ESPÉCIES ORNAMENTAIS DE
APISTOGRAMMA (TELEOSTEI: CICHLIDAE) DA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL AMANÃ – AMAZONAS.*

ANA CAROLINA PRADO VALLADARES DA ROCHA

Orientador: Dr. Geraldo Mendes dos Santos

Co-Orientador: Dra. Sidinéia Aparecida Amadio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do INPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, Amazonas

Agosto, 2009

Fontes financiadoras: Cnpq; Darwin Initiative; ZSL; Petrobrás, MCT.

FICHA CATALOGRÁFICA

R672

Rocha, Ana Carolina Prado Valladares da
Biologia reprodutiva de cinco espécies ornamentais de
Apistogramma (Teleostei: cichlidae) da Reserva de Desenvolvimento
Sustentável Amanã-Amazonas / Ana Carolina Prado Valladares da Rocha
--- Manaus : [s.n.], 2010.
99 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010
Orientador : Geraldo Mendes dos Santos
Co-orientador : Sidnéia Aparecida Amadio
Área de concentração : Biologia de Água Doce e Pesca Interior

1. Ciclídeos. 2. Peixes ornamentais. 3. Reprodução. 4. Hermafroditismo.
I. Título.

CDD 19. ed. 597.50416

Sinopse:

Foram analisados indivíduos de cinco espécies do gênero *Apistogramma*, coletados em igarapés do lago Amanã no período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007. Foram abordados estudos da estrutura populacional e táticas reprodutivas, assim como análises histológicas das gônadas, objetivando caracterizar a reprodução das espécies e fornecer dados para possível manejo.

Palavras-chave: Peixes ornamentais, reprodução, hermafroditismo, ciclídeos.

Com muita admiração, dolorosa saudade e infinito amor,

dedico esta dissertação a minha avó

Maria Theresinha do Prado Valladares

Agradecimentos

A Deus, em especial por esses dois últimos maravilhosos anos, quando casei, tive minha maior riqueza, a Catarina e, ainda assim, pude continuar trilhando meu caminho acadêmico com a realização do mestrado.

Ao meu orientador, Dr. Geraldo Mendes dos Santos, pela orientação, apoio, palavras de incentivo e carinho.

A minha querida co-orientadora, Dra. Sidinéia Aparecida Amadio, pelos ensinamentos tão importantes para esta dissertação, compreensão nos momentos difíceis e amizade.

A Dr. Helder Queiroz, por acreditar neste projeto e viabilizar a sua construção. Também pelas inúmeras dicas e discussões construtivas que enriqueceram, não só o trabalho, como a minha pessoa.

A Dra. Daíza Lima da Silva, grande amiga, parceira de orientações, que me fez ganhar tempo com o impagável f4. Ajuda fundamental em todos os momentos, principalmente nas horas mais críticas. Agradeço ter uma profissional como você ao meu lado.

As Dras. Rossineide e Auxiliadora, pesquisadoras do laboratório de histologia da UFPA, mentes brilhantes e suporte incomparável.

Aos companheiros e amigos do Projeto Peixes Ornamentais, Alexandre, o insubstituível Jonas, a amiga e companheira de apartamento Zu, o amigo Túlio e a mais nova mamãe Camilla.

As minhas orientandas e filhas emprestadas queridas, Jana, Jomara, Tânia, Danielle e Rosângela. Obrigada pela ajuda na digitação dos dados, compreensão nas minhas ausências e nos atrasos das repostas de emails.

Ao amigo Pedro Caraballo pelas leituras do plano, sugestões cruciais, papos fabulosos e ensinamentos de paternidade.

A Dra. Angela Varella, a Carminha, a Elany, aos professores e a todos do BADPI pela ajuda prática e logística durante todo o curso.

Aos colegas de turma do BADPI, Ana Helena, André, Andréa, Arnold, Carlos, Galeroso, Denise, Fê, Giovanna, Igor Gorete, Ladis, Luiz, Mari, Melina, Paty, Talita, pela amizade e momentos inesquecíveis.

A querida amiga Xuxu Ana Helena Varella Bevilacqua, por me fazer sentir acolhida em Manaus, sabendo que eu tinha com quem contar e com quem compartilhar as vontades de comer tortas e tortas. Obrigada por estar comigo em um dos momentos mais importantes da minha vida, quando descobri que estava grávida da Catarina.

Ao querido amigo Igor, que não deixava a tristeza chegar e reclamava da vida para fazer graça.

Aos tios de Manaus, Lúcia e Osman, que me proporcionaram todo o conforto quando cheguei para morar na cidade e representaram referência de família querida a todo o momento.

As minhas super ajudantes Izabela e minha afilhada Maria Camila, que cuidaram da minha filha com todo amor e carinho nos momentos que mais precisei.

A minha melhor amiga, alma gêmea e comparsa Anna Paula Fagundes, que deixou de curtir férias merecidas para me ajudar em Tefé.

A Raquel, amiga da vida toda, que me deu guarita quando fui realizar a histologia em Belém. Obrigada por me aceitar grávida de seis meses por um mês com todo o conforto que tive direito.

Ao meu pai Alci da Rocha pelo apoio logístico em Manaus e pelas palavras de carinho ao telefone.

Ao amigo João de Deus pela força.

A tia Márcia Julião pelas orações e suporte afetivo.

A minha avó, Maria Theresinha do Prado Valladares, que me incentivou e inspirou na vida acadêmica.

Ao meu maior tesouro, minha filha Catarina, por ter chegado e iluminado a minha vida e por algumas vezes dormir e me deixar trabalhar.

A minha mãe Miriam Tereza do Prado Valladares exemplo de força, de amor e coragem. Mostrou que na vida tudo é possível e que os problemas devem ser enfrentados com praticidade. Obrigada pelos envios constantes de surpresas e presentes, os constantes telefonemas que minimizavam a saudade e por estar tão presente neste último ano, apesar das dificuldades como a distância e o difícil acesso, pude ter sua companhia e ajuda.

Em especial ao meu marido Leonard Schumm, por ser tão presente, amigo, companheiro, compreensivo, meu maior incentivador. Suportou a distância e os diversos meses que nos desencontrávamos em viagens distintas. Amo-te demais e sem você nada disso seria possível. Obrigada por estar na minha vida.

Por fim, ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq; a Zoological Society of London – ZSL; a Darwin Initiative; ao Ministério de Ciência – MCT e Tecnologia e a Petrobrás pelo apoio financeiro.

Resumo

As espécies do gênero *Apistogramma* são amplamente difundidas no comércio de peixes ornamentais, devido à sua diversidade de cores, fácil criação e reprodução em cativeiro. Coletas para levantamento da ictiofauna com interesse ornamental em igarapés da RDS Amanã, realizadas pelo Projeto de Peixes Ornamentais do IDS Mamirauá, revelaram a presença de cinco espécies do gênero *Apistogramma* na região. Estas espécies foram selecionadas para este estudo com o objetivo de determinar as táticas reprodutivas e a estrutura populacional. Para cada espécie foram descritas macro e microscopicamente as diversas fases do ciclo reprodutivo e determinados a proporção sexual por mês e tamanho, o comprimento médio de primeira maturação gonadal, o período reprodutivo, tipo de desova, a relação peso/comprimento e o fator de condição. As coletas foram realizadas bimestralmente, de fevereiro/ 2006 a fevereiro/ 2007. Foram analisados 1769 exemplares de *A. agassizii*, 479 de *A. bitaeniata*, 121 de *A. eunotus*, 490 de *A. pertensis* e 645 de *A. hippolytae*. O comprimento médio de primeira maturação (L_{50}) para fêmeas foi o seguinte: *A. agassizii*: 21,9 mm; *A. bitaeniata*: 25,5 mm; *A. eunotus*: 26,7 mm; *A. pertensis*: 27,2 e *A. hippolytae*: 27,7 mm. A proporção sexual de *A. eunotus* e *A. pertensis* foi sempre de 1:1 ao longo do tempo, entretanto as demais espécies apresentaram diferenças favoráveis às fêmeas ou machos em diferentes meses do ano. Para todas as espécies foram identificados cinco estádios de maturidade gonadal: imaturo, em maturação, maduro, esvaziado e repouso, sendo que este último não ocorre para machos. As avaliações macro e microscópicas indicaram que a desova é do tipo total para todas as espécies. A histologia das gônadas mostrou a presença de ovócitos na fase perinucleolar em testículos de machos de quatro espécies, exceto para *A. agassizii*. Estes dados indicam que estas espécies devem ser tratadas de forma diferenciada no caso de manejo e que há a possibilidade de reversão sexual para as espécies *A. bitaeniata*, *A. eunotus*, *A. pertensis* e *A. hippolytae*.

Abstract

The species of *Apistogramma* genus is widely spread out in the ornamental fish trade due to their color diversity, easy rear and breeding in captivity. The survey for ornamental fish carried out at the Reserve of Sustainable Development Amanã, registered the occurrence of five species of the *Apistogramma* genus in the region. These species were selected for this study with the objective to determine their reproductive tactics and the structure of their population. For each species the reproductive cycle was described as well as sex-ratio by month and size, the average length at first sexual maturation, spawning period and type, length/weight relationship and condition were determined. Samplings were carried out bimonthly from February/2006 to February/2007, in streams of the RDS Amana. A total of 1769 specimens of *A. agassizii*, 479 of *A. bitaeniata*, 121 of *A. eunotus*, 490 of *A. pertensis* and 645 of *A. hippolytae* were analyzed. Size at sexual maturity (L_{50}) for females were as follows *A. agassizii*: 21.9 mm; *A. bitaeniata*: 25.5 mm; *A. eunotus*: 26.6 mm, *A. pertensis*: 27.2 and *A. hippolytae* 27.7 mm. Sex-ratio for *A. eunotus* and *A. pertensis* was always 1:1 throughout the year, however the other species presented differences favorable to females or males in different months of the year. As for gonadal development five different stages were observed for both sexes of all species: immature, maturation, ripe, spent and resting, the latter being found only for females. Direct observation and histological techniques indicated that all species show total spawning and the presence of oocytes at the perinuclear phase on the testis, except for *A. agassizii*. This study indicates that these species must be dealt with caution as much as management is concerned and the possibility of sex reversal process for *A. bitaeniata*, *A. eunotus*, *A. pertensis* and *A. hippolytae*.

Sumário

1. Introdução.....	20
2. Objetivos	24
2.1 Geral	24
2.2 Específicos.....	24
3. Material e Métodos.....	25
3.1 Áreas de estudo.....	25
3.2 Espécies Estudadas	28
3.3 Coleta dos peixes	31
3.4 Coleta de dados biológicos.....	32
3.5 Análise de dados	33
4. Resultados	36
4.1 Estrutura de populações.....	36
4.1.1 Estrutura em tamanho	36
4.1.2 Proporção sexual.....	41
4.1.3 Relação peso-comprimento	45
4.2 Características Reprodutivas	47
4.2.1 Comprimento médio de primeira maturação sexual (L_{50}).....	47
4.2.2 Período reprodutivo	49
4.2.3 Fator de condição.....	52
4.2.4 Fecundidade e tipo de desova.....	56
4.3 Escala Microscópica	58
5. Discussão.....	83
6. Conclusão	90
7. Referências Bibliográficas	91
8. Apêndice.....	97

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã no estado do Amazonas.	25
Figura 2- Imagem SRTM, relevos e hidrografia do lago Amanã. Igarapés Queimada e Veado (A); médio curso do Igarapé Ubim até após a confluência com o Ubinzinho (B); Igarapés Samaúma, Cacau e Baré (C). Igarapés Araueri, Branco, Tirirical e Guariba (D).	27
Figura 3 – <i>Apistogramma agassizii</i> . Exemplar macho (a) e fêmea (b).	28
Figura 4 – <i>Apistogramma pertensis</i>	29
Figura 5 – <i>Apistogramma hippolytae</i> com “display” de colorido (a) e descolorido (b).	30
Figura 6– <i>Apistogramma regani</i>	30
Figura 7 – <i>Apistogramma bitaeniata</i> . Exemplar macho (a) e fêmea(b).	31
Figura 8 - Distribuição da frequência absoluta de indivíduos machos e fêmeas por classe de comprimento total das cinco espécies de <i>Apistogramma</i>	40
Figura 9 - Proporção sexual das espécies de <i>Apistogramma</i> por período hidrológico.	42
Figura 10 - Proporção sexual de <i>Apistogramma agassizii</i> .por período hidrológico por localidade.	43
Figura 11 - Proporção sexual das espécies de <i>Apistogramma</i> por localidade.	44
Figura 12 – Relação peso-comprimento das espécies de <i>Apistogramma</i> capturadas na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.	46
Figura 13 – Tamanho médio de primeira maturação sexual (L_{50}) de fêmeas e machos das espécies de <i>Apistogramma</i> capturadas na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.	48
Figura 14 – Distribuição temporal das frequências relativas de fêmeas e machos reprodutivos das espécies de <i>Apistogramma</i> capturadas na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.	50
Figura 15 - Distribuição temporal das frequências relativas de fêmeas e machos reprodutivos de <i>Apistogramma agassizii</i> por localidade.	51

Figura 16 – Valores médios de fator de condição relativo de exemplares fêmeas e machos das espécies de <i>Apistogramma</i> capturadas na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.....	54
Figura 17 – Valores médios de fator de condição relativo de exemplares fêmeas e machos de <i>Apistogramma agassizii</i> por localidade.....	55
Figura 18 – Frequência de ocorrência de diâmetro de ovócitos das espécies de <i>Apistogramma</i> capturadas na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007	56
Figura 19 -1- Fotomicrografia do ovário imaturo de <i>A. agassizii</i> com presença de ovócitos nas fases de cromatina nucléolo e perinucleolar distribuídas uniformemente, Aumento 100X. 2- Notar ovogônias (seta fina), cromatina nucléolo (I) e perinucleolar (II). Estas duas últimas envolvidas por células foliculares (seta dupla) de aspecto delgado, Aumento 400X.	60
Figura 20 - 3-Fotomicrografia do ovário em maturação de <i>A. agassizii</i> com ovócitos em diferentes fases de maturação, Aumento 40X. 4- Detalhe do ovário com presença de ovócitos cromatina nucléolo (I), perinucleolar (II), vitelogênese lipídica (III), vitelogênese lipídica-protéica e alguns vitelogênicos (V), Aumento 400X.	61
Figura 21 -5- Fotomicrografia do ovário maduro de <i>A. agassizii</i> com predomínio de ovócitos vitelogênicos, Aumento 40X. 6- Detalhe da gônada - presença de ovócitos perinucleolar (II) e vitelogênicos (V) com alvéolos corticais (setas) de coloração acidófila, Aumento 400X.	61
Figura 22 – 9-Fotomicrografia do ovário esvaziado de <i>A. agassizii</i> com ovócitos em estágios de atresia (at) e com folículos pós ovulatórios (v), Aumento 100X. 10- Detalhe de uma lamela com ovogônias aderidas (seta) . Ainda presença de ovócitos perinucleolar (II) e em vitelogênese lipídica-protéica (IV), Aumento 400X.	62
Figura 23 – 7-Fotomicrografia do ovário em repouso de <i>A. agassizii</i> delimitado por uma delgada cápsula de tecido conjuntivo (seta grossa). Lamelas ovígeras bem definidas mostrando coexistência de ovócitos cromatina nucléolo (I) e perinucleolar (II), Aumento 40X. 8- Detalhe de ovócitos perinucleolar (II) e em atresia (at), Aumento 400X.	62
Figura 24 – 1-Fotomicrografia de testículo imaturo de <i>A. agassizii</i> com túbulos seminíferos (L) contendo espermatogônias, Aumento 100X. 2- Detalhe dos túbulos seminíferos com	

espermatogônias (sg) aderidas à parede e ninhos de células indiferenciadas (i), Aumento 1000X.	63
Figura 25 – 3-Fotomicrografia do testículo em maturação de <i>A. agassizii</i> com túbulos seminíferos (L) contendo células da linhagem espermatogênica, Aumento 100X. 4- Detalhe do lóbulo com predomínio de espermatócitos (sc). Presença de algumas espermatogônias (sg) e células indiferenciadas (i), Aumento 1000X.	63
Figura 26 - 5- Fotomicrografia do testículo maduro de <i>A. agassizii</i> com túbulos seminíferos (L) contendo aspectos irregulares, Aumento 100X. 6- Notar que o lóbulo é delimitado por uma delgada camada de tecido conjuntivo (seta). Presença de grupos de espermatogônias (sg) apoiadas a parede do lóbulo e predomínio de espermatozóides no interior (sz), Aumento 1000X.....	64
Figura 27 – Fotomicrografia de testículo esvaziado de <i>A. agassizii</i> com túbulos seminíferos vazios (v) e com presença de poucos espermatozóides (sz), Aumento 100X. 8- Detalhe dos lóbulos vazios delimitados por tecido conjuntivo. Notar algumas espermatogônias (sg) no tecido conjuntivo, Aumento 1000X.	64
Figura 28-1- Fotomicrografia do ovário imaturo de <i>A. bitaeniata</i> com presença de ovócitos nos estágios de cromatina nucléolo e perinucleolar, Aumento 100X. 2- Detalhe de ovócitos cromatina nucléolo (I) com predomínio de perinucleolar (II), Aumento 400X.	65
Figura 29-3-Fotomicrografia do ovário em maturação de <i>A. bitaeniata</i> com ovócitos em diferentes estágios de maturação, Aumento 40X. 2- Detalhe do ovário com presença de ovócitos cromatina nucléolo (I), perinucleolar (II), vitelogênese lipídica e protéica (III), Aumento 400X.	65
Figura 30- 5-Fotomicrografia do ovário maduro de <i>A. bitaeniata</i> com predomínio de ovócitos vitelogênicos (V), Aumento 40X. 6- Detalhe da gônada - presença de ovócitos perinucleolar (III) e vitelogênicos (V), Aumento 400X.....	66
Figura 31- 7- Fotomicrografia do ovário em repouso de <i>A. bitaeniata</i> delimitado por uma delgada cápsula de tecido conjuntivo (seta). Lamelas ovígeras (LO) bem definidas mostrando coexistência de ovócitos cromatina nucléolo (I) e perinucleolar (II), Aumento 40X. 8- Detalhe de ovócitos perinucleolar (II), Aumento 400X.....	66

- Figura 32- 1- Fotomicrografia do testículo no estágio imaturo de *A. bitaeniata*, Aumento 100X. 2- Presença de espermatogônias (sg) e células indiferenciadas (i), aumento 1000X.67
- Figura 33- 3 - Fotomicrografia do testículo em maturação de *A. bitaeniata* dividido em túbulos seminíferos (L) com células da linhagem espermatogênica, Aumento 100X. 4- Detalhe do lóbulo com predomínio de espermátocitos (sc) e presença de espermatozóides (sz), Aumento 1000X. 5- Ninhos de ovócitos (O) próximos aos espermatozóides (sz), Aumento 400X. 6- Detalhe de ovócitos perinucleolares ao lado dos espermatozóides (sz) separados por uma membrana de tecido conjuntivo (*), Aumento, 1000X67
- Figura 34- 5- Fotomicrografia do testículo maduro de *A. bitaeniata* dividido em lóbulos testiculares (L) com aspectos irregulares. Aumento 100X. 6- Notar que o lóbulo é delimitado por um tecido conjuntivo (seta). Presença de espermatozóides no interior (sz), Aumento 1000X.68
- Figura 35- 1- Fotomicrografia do ovário imaturo de *A. eunotus* com predomínio de ovócitos perinucleolar (II) distribuídas uniformemente, Aumento 100X. 2- Notar ovócito perinucleolar (II), Aumento 400X.....68
- Figura 36- 3- Fotomicrografia do ovário em maturação de *A. eunotus* com ovócitos em diferentes estágios de maturação, Aumento 40X. 4- Detalhe do ovário com presença de ovócito perinucleolar (II), vitelogênese lipídica (III), vitelogênese lipídica-protéica (IV), Aumento 400X.69
- Figura 37- 5- Fotomicrografia do ovário maduro de *A. eunotus* com predomínio de ovócitos vitelogênicos (V), Aumento 40X. 6- Detalhe de ovócitos vitelogênicos (V) com alvéolos corticais (seta pontilhada), Aumento 400X.69
- Figura 38-9- Fotomicrografia do ovário esvaziado de *A. eunotus* com ovócitos em estágios perinucleolar (II), atresia (at) e com folículos pós ovulatórios (v), Aumento 100X. 10- Detalhe de uma lamela com ovócitos perinucleolar (II) e em atresia (at), Aumento 400X.70
- Figura 39- 7- Fotomicrografia do ovário em repouso de *A. eunotus* delimitado por uma delgada cápsula de tecido conjuntivo (seta). Presença de ovócitos perinucleolares (II), Aumento 40X. 8- Detalhe de ovócitos perinucleolar (II), Aumento 400X.70

- Figura 40- 1- Fotomicrografia dos testículos imaturo de *A. eunotus* envolvidos por uma espessa cápsula de tecido conjuntivo (seta espessa). Lóbulos testiculares (L) com espermatogônias, Aumento 100X. 2- Detalhe dos lóbulos com espermatogônias (sg), espermátócitos (sc) e ovócitos (o), Aumento 1000X. 71
- Figura 41- 3- Fotomicrografia do testículo em maturação de *A. eunotus* dividido em túbulos seminíferos (L) com células da linhagem espermatogênica, Aumento 100X. 4- Detalhe do lóbulo com presença de espermátócitos (sc), espermatozóides (sz) e raras espermatogônias (sg), Aumento 1000X. 71
- Figura 42- 5- Fotomicrografia do testículo maduro de *A. eunotus* dividido em túbulos seminíferos (L) com aspectos irregulares, Aumento 100X. 6- Presença de espermatogônias (sg) e predomínio de espermatozóides (sz), Aumento 400X..... 72
- Figura 43- 7- Fotomicrografia do testículo esvaziado de *A. eunotus*. Túbulos seminíferos vazios (v), presença de espermátócitos (sc) e espermatozóides (sz), Aumento 100X. 8- Detalhe dos lóbulos vazios delimitados por tecido conjuntivo. Notar algumas espermatogônias (sg) formam o tecido conjuntivo, Aumento 1000X..... 72
- Figura 44- 1- Fotomicrografia do ovário imaturo de *A. hippolytae* com presença de ovócitos nos estágios de cromatina nucléolo e perinucleolar distribuídas uniformemente, Aumento 100X. 2- Notar ovócitos perinucleolares (II). Aumento 400X..... 73
- Figura 45- 3- Fotomicrografia do ovário em maturação de *A. hippolytae* com ovócitos em diferentes fases de maturação, Aumento 40X. 4- Detalhe do ovário com presença de ovócitos perinucleolares (II), vitelogênese lipídica (III) , Aumento 400X. 73
- Figura 46- 5- Fotomicrografia do ovário maduro de *A. hippolytae* com predomínio de ovócitos vitelogênicos (V), Aumento 40X. 6- Detalhe do ovócito vitelogênico (V), Aumento 400X. 74
- Figura 47- 9- Fotomicrografia do ovário esvaziado de *A. hippolytae*, aumento 100X. 10- Detalhe para espaço vazio (v), aumento 400X. 74
- Figura 48- 7- Fotomicrografia do ovário em repouso de *A. hippolytae* delimitado por uma delicada cápsula de tecido conjuntivo (seta grossa). Lamelas ovígeras bem definidas mostrando coexistência de ovócitos cromatina nucléolo (I), perinucleolar (II), aumento 40X. 8- Presença de ovócitos perinucleolares (II), aumento 400X. 75

- Figura 49- 1- Fotomicrografia do testículo imaturo de *A. hippolytae*, aumento 100X. 2- Ninhos de ovócitos (O) e espermatogônias (sg), aumento 1000X.75
- Figura 50- 3- Fotomicrografia do testículo em maturação de *A. hippolytae* dividido em lóbulos testiculares (L) com células da linhagem espermatogênica, Aumento 100X. 4- Detalhe do lóbulo em corte transversal com espermatozóides (sz) no centro, espermatócitos (sc) e espermatogônias (sg) na periferia, aumento 1000X.76
- Figura 51- 5- Fotomicrografia do testículo maduro de *A. hippolytae*. Vista dos lóbulos testiculares (L) com aspectos irregulares, Aumento 100X. 6- Presença de espermatócitos (sc) e predominância de espermatozóides (sz), Aumento 1000X.76
- Figura 52- 7- Fotomicrografia do testículo no estágio esvaziado de *A. hippolytae* com presença de poucos espermatozóides, aumento 100X. 8- Detalhe dos lóbulos vazios (v) e espermatozóides (sz) delimitados por tecido conjuntivo, aumento 1000X.77
- Figura 53 -1- Fotomicrografia do ovário imaturo de *A. pertensis* com presença de ovócitos nas fases de cromatina nucléolo e perinucleolar, aumento 100X. 2- Presença de cromatina nucléolo (I) e perinucleolar (II), aumento 400X.77
- Figura 54 – 3- Fotomicrografia do ovário em maturação de *A. pertensis* com ovócitos em diferentes fases de maturação, Aumento 40X. 4- Detalhe de ovócitos cromatina nucléolo (I), perinucleolar (II) e vitelogênese lipídica e protéica (III), aumento 400X.78
- Figura 55 – 5- Fotomicrografia do ovário maduro de *A. pertensis* com predomínio de ovócitos vitelogênicos, aumento 40X. 6- Detalhe dos ovócitos vitelogênicos (V) envolvidos por células foliculares (seta), aumento 400X.78
- Figura 56 -9- Fotomicrografia do ovário esvaziado de *A. pertensis* 100X. 10- Detalhe de um folículo pós ovulatório (F) com hipertrofia de células foliculares, aumento 400X.79
- Figura 57 – 7- Fotomicrografia do ovário em repouso de *A. pertensis*, aumento 40X. 8- Detalhe para a presença de ovócitos perinucleolar (II), aumento 400X.79
- Figura 58 – 1- Fotomicrografia do testículo imaturo de *A. pertensis*, aumento 100X. 2- Detalhe para os ovócitos (O) e espermatogônias (sg) organizados em ninhos. Aumento 1000X.80
- Figura 59 -3- Fotomicrografia de testículo em maturação de *A. pertensis*, aumento 100X. 4- Detalhe do lóbulo com espermatócitos (sc), espermatozóides (sz) e espermatogônias (sg), aumento 1000X.80

- Figura 60 -5- Fotomicrografia de testículo maduro de *A. pertensis* dividido em lóbulos testiculares (L) com aspectos irregulares, Aumento 100X. 6- Presença de espermatócitos (sc) e predomínio de espermatozóides (sz), aumento 1000X..... 81
- Figura 61- 7- Fotomicrografia do testículo esvaziado de *A. pertensis* com túbulos seminíferos esvaziados de espermatozoides, aumento 100X. 8- Detalhe para os lóbulos esvaziados com poucos espermatozóides (sz), aumento 1000X..... 81
- Figura 62 - Fotomicrografia de testículo imaturo, em maturação e maduro (sequência a, aumento 100x) de *A. hippolytae* e o detalhamento das mesmas gônadas (sequência b, aumento 1000x), destacando a presença de ovócitos (círculos)..... 82

Lista de Tabelas

Tabela 1– Coordenadas geográficas dos igarapés amostrados na RDSA.	27
Tabela 2- Valores médios (\pm erro padrão) de comprimento padrão (Cp) e amplitude de comprimento em milímetros, de exemplares das populações de <i>A. agassizii</i> , <i>A. bitaeniata</i> , <i>A. eunotus</i> , <i>A. hippolytae</i> e <i>A. pertensis</i> , referente ao período total de captura na RDSA, entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.....	37
Tabela 3-Comparação da distribuição de frequência relativa, por classe de comprimento total (mm) de exemplares fêmeas e machos de <i>A. agassizii</i> , <i>A. bitaeniata</i> , <i>A. eunotus</i> , <i>A. hippolytae</i> e <i>A. pertensis</i> , durante o período total de captura na RDSA, entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007; n= número de exemplares; significativo para Diferença crítica menor que Diferença máxima, ao nível de 5%, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.	38
Tabela 4 – Tamanhos médios (média), erro padrão(E.P.) e número de indivíduos(n) analisados por localidade.....	39
Tabela 5 - Resultados da análise de variância da média de comprimento total de cada espécie. SS = Soma dos quadrados; F = variância; p = nível de significância.....	39
Tabela 6 - Proporção sexual das populações de <i>A. agassizii</i> , <i>A. bitaeniata</i> , <i>A. eunotus</i> , <i>A. hippolytae</i> e <i>A. pertensis</i> referente ao período total de captura na RDSA, entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007; n= número de exemplares.....	41
Tabela 7 – Parâmetros da regressão entre peso e comprimento total das espécies de <i>Apistogramma</i> capturados na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007. n= número de exemplares b = coeficiente angular, t_b = teste alométrico e $t_{\text{macho e fêmea}}$ = comparando coeficientes b entre sexos. Valores significativos para $t_b > 12,71$ e para $t_{\text{macho e fêmea}} > 1,96$	45
Tabela 8 - Valores médios do fator de condição relativo (Kn) de exemplares fêmeas e machos das populações de <i>Apistogramma agassizii</i> , <i>Apistogramma bitaeniata</i> , <i>Apistogrammaeunotus</i> , <i>Apistogramma hippolytae</i> e <i>Apistogramma pertensiss</i> na RDSA, para o período total de captura entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007; n= número de exemplares.....	53
Tabela 9- Valores da análise de variância entre período hidrológico para os valores de Kn de cada espécie. SS = Soma dos quadrados; F = variância; p = nível de significância.	53

Tabela 10 – Numero de laminas histológicas analisadas por espécie e por estágio de maturação.....	58
---	----

Lista de apêndices

Apêndice A - Valores de significância do teste de Tukey entre localidades das médias de comprimento total (mm) por localidade para a espécie <i>A. agassizii</i> . Valores significativos $p < 0,05$	97
Apêndice B - Valores de significância do teste de Tukey entre localidades das médias de comprimento total (mm) por localidade para a espécie <i>A. bitaeniata</i> . Valores significativos $p < 0,05$	97
Apêndice C - Valores de significância do teste de Tukey entre localidades das médias de comprimento total (mm) por localidade para a espécie <i>A. eunotus</i> . Valores significativos $p < 0,05$	97
Apêndice D - Valores de significância do teste de Tukey entre localidades das médias de comprimento total (mm) por localidade para a espécie <i>A. hippolytae</i> . Valores significativos $p < 0,05$	98
Apêndice E - Valores de significância do teste de Tukey entre localidades das médias de comprimento total (mm) por localidade para a espécie <i>A. pertensis</i> . Valores significativos $p < 0,05$	98
Apêndice F - Valores da significância (p) no teste de Tukey para valores de kn entre período hidrológico. Valores significativos $p < 0,05$	98
Apêndice G - Valores de significância do teste de Tukey entre localidades do Kn por localidade para a espécie <i>A. agassizii</i> . Valores significativos $p < 0,05$	99

1. Introdução

Os peixes usados em aquarofilia são oriundos principalmente de cativeiro, sendo que o percentual daqueles capturados em ambientes naturais é de cerca de 10%; destes 90 a 96% são de água doce (Andrews, 1992; Olivier, 2001). No mercado mundial de peixes ornamentais, o Brasil contribuiu com cerca de 1% em número de exemplares, representando 23% do mercado sul-americano, com um faturamento de cerca de 6% (US\$11,5 milhões/ano) do total entre 1994 e 2003 (Prang 2007). O estado do Amazonas é responsável por 60% das exportações brasileiras (Mendonça & Camargo 2006; Prang 2007).

O comércio de peixes ornamentais, incluindo, equipamentos, acessórios, suprimentos e publicações aumentou de 4 bilhões de dólares, em 1971, para 7,2 bilhões em 1986 (Andrews 1992). Estima-se que o número de peixes ornamentais explorados anualmente na Amazônia brasileira seja de 30 a 40 milhões (Chao, 1993). A cidade de Manaus é responsável pela exportação de 15 a 20 milhões, cerca de 90% do total anual brasileiro (Leite e Zuanon, 1993; Prang 2007).

O resultado da exportação feita via Manaus em 1980 foi de US\$ 1,2 milhões ultrapassando os US\$2 milhões em 1991 (Chao, 1993). O cardinal-tetra ou neon *Paracheirodon axelrodi* (Schultz, 1956) contribuiu com 81,9% do número total de peixes exportados em Manaus em 1980 (Junk, 1984; Chao, 2001). A Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO) registrou em 2005 um percentual de 76 a 89% de *P. axelrodi* exportados somente pelo Estado do Amazonas (FAO 2005). O acará-disco *Symphysodon aequifasciatus* Pellegrin, 1904 é vendido em unidade e apresenta um alto valor de mercado, apesar de somente 10% das espécies de acará-disco serem oriundos de ambiente natural, devido aos avanços na produção das espécies e de híbridos em cativeiro (Prang, 2007). Muitos outros peixes, como o neon *Paracheirodon innesi* (Myers, 1936), o aruanã

Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier, 1829), *Corydoras* spp., *Hypostomus* spp., peixe borboleta *Carnegiella* spp. e os ciclídeos *Apistogramma* spp. compõem a lista preferencial dos aquaristas (Gerstner *et. al.* 2006).

Estima-se que 10% das exportações mundiais de peixes ornamentais sejam enviadas para os EUA, enquanto 13% seguem para o Reino Unido. A alta demanda internacional por peixes amazônicos, provavelmente, foi responsável pelo colapso de algumas populações de alto valor comercial, como o acará disco (*S. aequifasciatus*) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) (Crampton, 1999b).

A maior parte dos peixes exportados é proveniente de populações naturais, pois o cultivo de peixes ornamentais ainda é uma atividade empírica e não econômica na Amazônia. Entretanto, não existe, até o momento, uma legislação nacional que as proteja contra a sobrepesca, exceto para aqueles que são também recursos alimentares comercialmente importantes, como o aruanã, *Osteoglossum* spp. (Crampton, 1999a).

A legislação existente acerca da exploração de peixes ornamentais consiste somente de uma lista de espécies permitidas para a exportação (MMA IN13/2005). O aruanã não está presente nesta lista, mesmo assim é comercializado no exterior, indicando a existência de captura ilegal desta espécie no mercado de peixes vivos exportados do Brasil (Queiroz & Camargo, 2008).

Apesar de existirem 180 nomes de peixes na referida lista do IBAMA, a falha na identificação precisa do exemplar permite que, efetivamente, um número ainda maior de espécies seja exportado sob um mesmo nome. Além disso, alguns peixes constam apenas em nível de gênero, permitindo que qualquer espécie do grupo seja comercializada.

Na região do Médio Solimões, a cidade de Tefé destaca-se pela exploração de peixes ornamentais, sendo que estes são exportados através da cidade de Manaus. Os registros de

exportação desta cidade indicam que os acarás disco (*S. aequifasciatus*) e outros ciclídeos anões do gênero *Apistogramma* são os mais comercializados, sendo que o último contribui com o maior número de espécies. A exploração destas espécies é feita regularmente, a despeito do tamanho de suas populações, obedecendo apenas à demanda do mercado (Mendonça & Camargo, 2006).

Os ciclídeos anões são muito populares entre aquaristas, graças à grande variedade de comportamento, cores e formas, bem como à fácil reprodução em cativeiro e cuidado parental. A maioria destas espécies pertence ao gênero *Apistogramma*, um dos grupos mais diversificados de ciclídeos e ocorre não apenas na bacia amazônica, mas também no leste andino e em outros rios sul-americanos (Kullander, 2003; Romer, 2007).

Pertence ao gênero *Apistogramma* cerca de 60 espécies válidas, entretanto parece haver várias outras ainda não descritas (Kullander, 2003). As observações de Kullander e Ferreira (2005) sugerem que os rios de águas claras do leste da Amazônia, como o Tapajós, Xingu, Tocantins e Trombetas, são pobres em espécies de *Apistogramma*, quando comparados aos rios da região oeste e das terras baixas amazônicas, incluindo o rio Negro. O gênero parece ser representado por uma ou mais espécies endêmicas em cada um desses rios. A maioria das espécies apresenta distribuição geográfica limitada e poucas delas são encontradas em mais de uma bacia de drenagem (Kullander & Ferreira, 2005). Nas duas últimas décadas, várias novas espécies de *Apistogramma* foram descritas (Barata & Lazzarotto, 2007). Em alguns casos, a extrema similaridade das espécies ainda desperta dúvida sobre a validade do seu *status* como táxons separados (Römer, 2000).

Por outro lado, pouco se conhece sobre a biologia destas espécies de ciclídeos, o que dificulta a tomada de decisões e medidas a respeito da sua conservação. Há poucos dados publicados acerca da reprodução e da alimentação de populações naturais de *Apistogramma*. As únicas publicações existentes (Römer, 2000, 2007) tratam apenas de algumas observações

gerais sobre estas espécies em cativeiro. Embora não haja um plano formal de manejo, os pescadores que exploram acará disco reproduzem ambientes naturais, como galhadas artificiais, que oferecem refúgio aos acarás disco explorados na RDS Amanã (Mendonça & Camargo 2006).

O Projeto “Peixes Ornamentais” do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) foi firmado em parceria com o Zoological Society of London, com o objetivo de implementar o manejo de espécies de peixes ornamentais com potencial no mercado aquarista, gerando uma renda complementar para as famílias das comunidades das reservas Amanã e Mamirauá. Além disso, esse projeto objetiva capacitar os pescadores para a adequada exploração, incluindo a coleta, transporte e comercialização. Evidentemente, para que isto seja possível, pesquisas acerca da biologia reprodutiva e estrutura da população das espécies de interesse comercial devem ser realizadas, já que a ausência de conhecimento do tamanho das populações de peixes e da sua dinâmica populacional pode levar a níveis inadequados de exploração, comprometendo a recuperação dos estoques e, conseqüentemente, toda a atividade pesqueira. O presente projeto de pesquisa se insere neste contexto tendo os seguintes objetivos:

2. Objetivos

2.1 Geral

Determinar as táticas reprodutivas e a estrutura da população das cinco espécies de *Apistogramma* que ocorrem na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã.

2.2 Específicos

- Caracterizar a estrutura das populações das cinco espécies de *Apistogramma*, com base na relação peso/comprimento, estrutura em tamanho e proporção sexual;
- Determinar a fecundidade, tipo de desova, período de desova, fator de condição e tamanho de primeira maturação sexual das espécies.

3. Material e Métodos

3.1 Áreas de estudo

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDSA) foi criada em 04 de agosto de 1998, pelo Governo do Estado do Amazonas. Trata-se de uma das maiores áreas protegidas de floresta tropical na América do Sul, com cerca de 23.500 km². Esta reserva está conectada a outras duas importantes unidades: o Parque Nacional do Jaú (22.720 km²) e a RDS Mamirauá (11.240 km²), formando assim um dos maiores blocos de floresta tropical protegidos do Brasil, com 57.760 km² (Amaral, 2005).

A RDSA está localizada na bacia do médio Solimões (1° 35' 43''S/ 3° 16' 13'' W e 62° 44' 10''/ 65° 23' 36W), entre o rio Negro, de águas pretas pobres em nutrientes e o rio Japurá, de águas brancas ou barrentas, ricas em nutrientes (Figura 1). Esta localização confere extrema importância do ponto de vista ecológico, por abranger dois ambientes distintos e com alta variedade de espécies, tanto aquáticas quanto terrestres. Além disso, uma parte da reserva está localizada em terras do período terciário e outra do período quaternário (Nogueira, 1997).

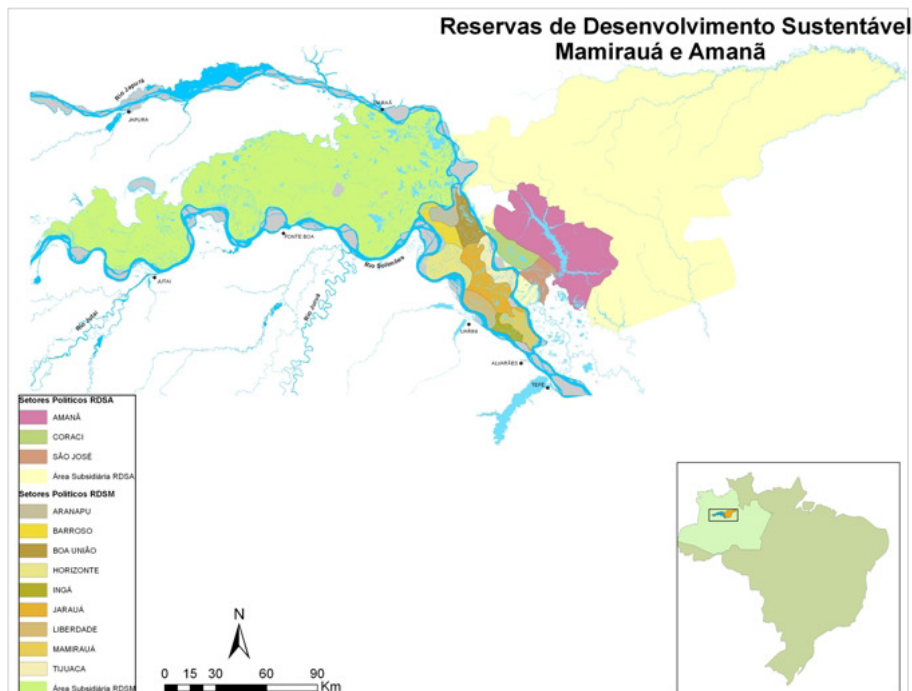


Figura 1 - Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã no estado do Amazonas.

A pluviosidade média anual na região é de aproximadamente 2.850 mm, havendo uma estação chuvosa, geralmente de dezembro a março e onde se concentram cerca de 70% das chuvas e a estação seca, de julho a outubro (Fleck, 2004). A temperatura média é de 29,5°C, sendo essa muito constante ao longo do ano, com variações de apenas 1,8°C (Ayres, 1993).

O lago Amanã é o maior lago da RDSA, atingindo aproximadamente 40 km de comprimento e área de 100 km². Trata-se de um lago de água preta, porém com forte contribuição das águas brancas do rio Japurá que invadem as florestas marginais no período de cheia, resultando em extensas áreas alagadas temporárias (Ayres, 1993).

As matas primárias de terra firme dominam extensas áreas da RDSA, no entanto, também ocorrem outros tipos de vegetação, como a várzea, banhada por água branca e o igapó, banhado por água preta. A avaliação de imagens de satélite LANDSAT também indica a existência de algumas manchas de campina e campinarana (Nogueira, 1997).

A RDSA possui uma população de aproximadamente 2.500 habitantes, distribuídos em 58 assentamentos e as principais atividades desenvolvidas se concentram na agricultura, caça, pesca e extração de madeira. Um fato a ser destacado é que a população local tem contribuído decisivamente para o processo de implantação da reserva, por meio do gerenciamento participativo (Amaral, 2005).

Os peixes foram coletados em igarapés, ou seja, corpos d'água de pequeno porte, caracterizados pelo leito bem delimitado, correnteza acentuada, água com temperatura alta e pouco variável ao longo do ano (cerca de 26°C). Imagens de satélites indicaram existir, em suas cabeceiras, grandes áreas de chavascal, região onde parece haver uma maior densidade de peixes (Ayres, 1993) (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1– Coordenadas geográficas dos igarapés amostrados na RDSA.

Igarapés	Coordenadas		Tipo de Ambiente
Açu	02°38,504 S	64°40,018 W	Terra firme
Araueri	02°45,274 S	64°34,448 W	Margem
Branco	02°43,550 S	64°30,600 W	Margem
Cacau	02°37,033 S	64°36,317 W	Margem
Guariba	02°45,369 S	64°32,698 W	Terra Firme
Queimada	02°25,500 S	64°42,750 W	Terra Firme
Samauma	02°36,617 S	64°38,044 W	Margem
Tirirical	02°45,042 S	64°33,285 W	Margem
Ubim	02°28,274 S	64°37,134 W	Terra firme
Ubinzinho	02°28,329 S	64°37,490 W	Terra firme
Veado	02°28,060 S	64°42,500 W	Margem

Foram amostrados cinco igarapés, situados em ambientes de terra firme e seis próximos às margens do lago Amanã e Urini. A localização dos pontos de coleta com os respectivos nomes dos igarapés, ressaltando o Lago Amanã e Urini estão representados na Figura 2.

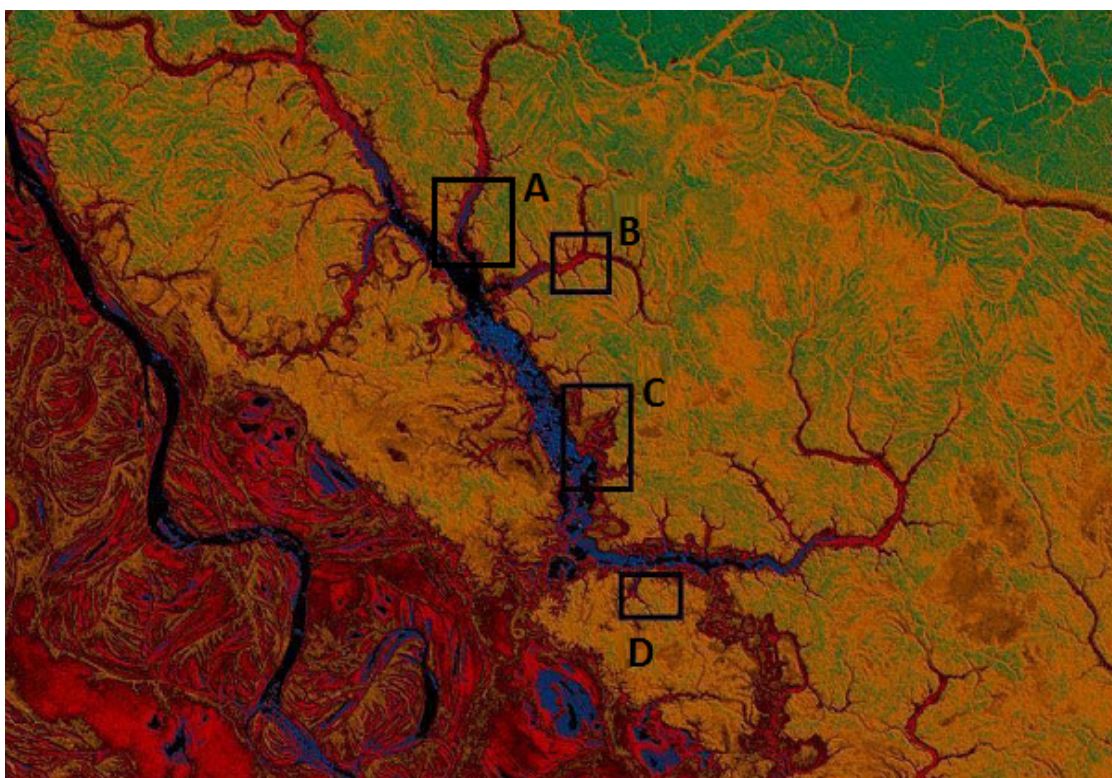


Figura 2- Imagem SRTM, relevos e hidrografia do lago Amanã. Igarapés Queimada e Veado (A); médio curso do Igarapé Ubim até após a confluência com o Ubinzinho (B); Igarapés Samaúma, Cacau e Baré (C). Igarapés Araueri, Branco, Tirirical e Guariba (D).

3.2 Espécies Estudadas

As espécies do gênero *Apistogramma* apresentam pequeno porte, atingindo comprimento máximo de 100 mm em cativeiro. Para este estudo foram consideradas todas as espécies deste gênero encontradas nas coletas na RDSA, as quais são vendidas como uma só espécie pelos pescadores locais. A principal espécie comercializada, *Apistogramma agassizii*, apresenta maior abundância, mas todas as demais espécies são erroneamente vendidas como tal e denominadas pelos pescadores locais de “apistograma feinho”. A falha na identificação das espécies pode levar a conclusões equivocadas, prejudicando um possível programa de manejo para essas espécies.

As cinco espécies, objeto de estudo, são as seguintes:

Apistogramma agassizii (Steindachner, 1875) – (Figura 3):

A espécie com maior porte, atingindo 64 mm. Presença de uma faixa escura na região mediana do corpo, estendendo-se da parte posterior da órbita até a extremidade da nadadeira caudal; nadadeira caudal lanceolada nos machos adultos e arredondada nas fêmeas. Nos jovens a nadadeira caudal é arredondada, tornando-se lanceolada em machos com comprimento acima de 25 mm. Em cativeiro, esta espécie faz ninho e apresenta desova com cerca de 200 ovócitos. A fêmea cuida dos ovos e filhotes até que esteja pronta para desovar novamente, ocasião em que o macho assume o cuidado parental (Römer 2000).

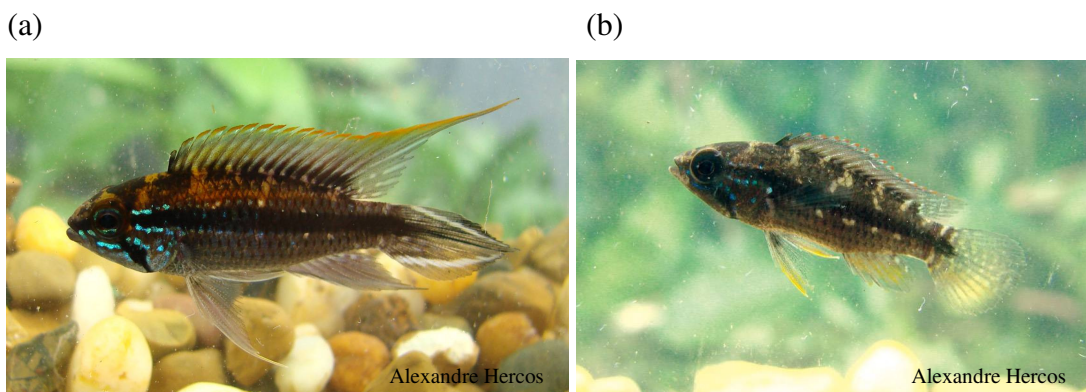


Figura 3 – *Apistogramma agassizii* . Exemplar macho (a) e fêmea (b).

Apistogramma pertensis Kullander 1980 (Figura 4)

Presença de algumas manchas claras, às vezes formando barras transversais claras sobre o corpo, especialmente na cabeça e no pedúnculo caudal, sendo que neste ela ocupa quase toda sua altura, em ambos os sexos. Dentre as espécies de *Apistogramma* esta é a única que conta com informações sobre sua alimentação e reprodução em ambiente natural. Estudo desta espécie no rio Negro, desenvolvido por Ituassu *et. al.* (1999) mostra que ela tem hábito alimentar onívoro e desova no início da enchente. Segundo os mesmos autores, esta espécie apresenta desova parcelada e fecundidade variando de 25 a 94 ovócitos.



Figura 4 – *Apistogramma pertensis*.

Apistogramma hippolytae Kullander, 1982 (Figura 5)

Nesta espécie, a presença de uma mácula lateral, que se estende da base da nadadeira dorsal até a faixa lateral e uma mácula no pedúnculo caudal são as características mais marcantes. De acordo com Romer (2000), esta espécie, em cativeiro, começa a reproduzir-se com cerca de seis meses, quando alcança 30 mm e produz 250 a 300 ovócitos por desova. Apresenta alteração na coloração conforme o estado de comportamento agressivo, submissão ou corte.

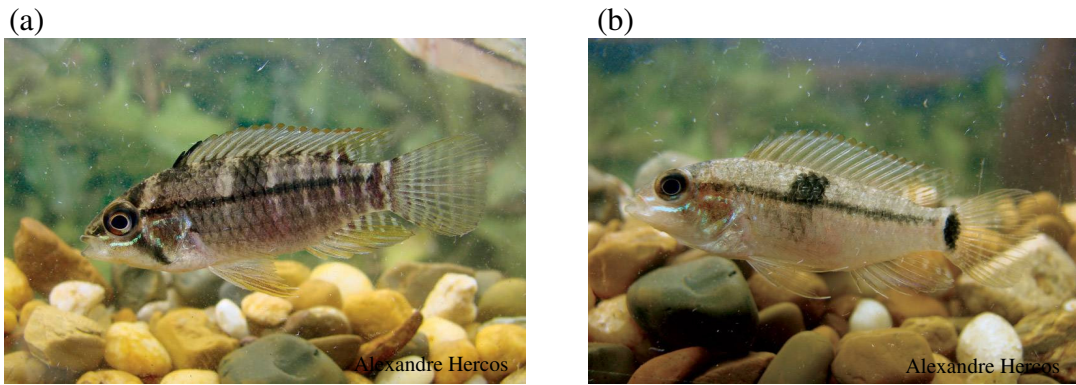


Figura 5 –*Apistogramma hippolytae* com “display” de colorido (a) e descolorido (b).

Apistogramma eunotus Kullander 1981 (Figura 6)

Esta espécie apresenta padrão “zebra”, que é a presença de faixas claras e escuras intercaladas e verticais ao longo de todo o corpo, comum e visível mesmo após o animal fixado. Presença de uma mácula caudal alta e oval (Figura 6).



Figura 6– *Apistogramma regani*

Apistogramma bitaeniata Pellegrin, 1936 (Figura 7)

Esta espécie apresenta duas a três faixas escuras ao longo do corpo e manchas escuras na base da nadadeira dorsal. A nadadeira caudal nos machos tem forma de lira e nas fêmeas é

arredondada, apresentando pontuações escuras em forma de faixas transversais. Apresentam coloração alaranjada na nadadeira caudal quando estão no período reprodutivo.

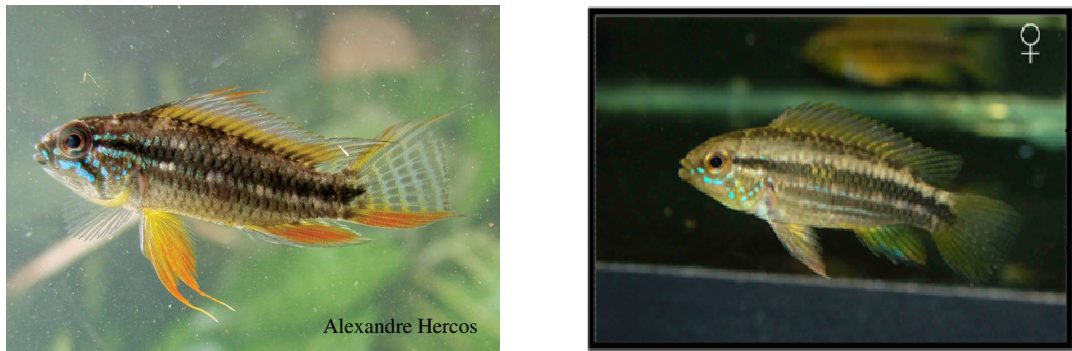


Figura 7 – *Apistogramma bitaeniata*. Exemplar macho (a) e fêmea(b).

3.3 Coleta dos peixes

As coletas do material de estudo foram realizadas bimestralmente, entre fevereiro de 2006 e fevereiro de 2007, no âmbito das coletas, realizadas no projeto “peixes ornamentais do IDSM”.

Nas amostragens dos igarapés de terra firme foram utilizados três aparelhos de pesca: redinha de arrasto, rapiché e armadilha tipo matapi.

A redinha de arrasto media dez metros de comprimento por três de altura e malha de mosquito(1mm). Com este aparelho realizaram-se dois cercos em cada um dos pontos de coleta de maneira a se coletar o maior número possível de indivíduos. Os rapichés (puçás) quadrados, medindo 50 centímetros de comprimento por 50 centímetros de largura amparados por um cabo de cerca de 2 m. Com este aparelho fez-se 200 lances em cada ponto de coleta. Foram usadas cinco armadilhas cilíndricas com uma entrada afunilada que impede a saída dos animais capturados (matapi ou covó) por ponto de coleta, que permaneceram 24 horas na água e foram despescadas apenas uma vez.

Além disso, em todas as amostragens realizadas nas margens dos lagos Amanã e Urini (exceto em fevereiro/2007), foram utilizadas também galhadas artificiais contruídas com galhos retirados de arbustos próximos ao local de coleta, que eram amostradas após três dias da sua montagem com uma rede de arrasto.

Os peixes amostrados foram identificados quanto ao local, mês e equipamento de pesca, fixados em formalina 10% e transportados ao laboratório do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. No laboratório foram lavados em água corrente, transferidos para tambores com álcool 70% e identificados até o nível de espécie.

3.4 Coleta de dados biológicos.

Nas espécies aqui estudadas, foram analisados 3.468 exemplares, sendo 1745 de *A. agassizii*, 476 de *A. bitaeniata*, 150 de *A. eunotus*, 454 de *A. pertensis* e 643 de *A. hippolitae*. De cada exemplar foram tomados dados de comprimento total em milímetro e peso total em gramas. Em seguida, os exemplares foram abertos por meio de incisão abdominal para identificação macroscópica do sexo e do estágio de maturação das gônadas. Os estádios de maturação gonadal foram definidos usando como referência a descrição encontrada em Vazzoler (1996).

Os ovários maduros foram retirados da cavidade abdominal e imersos em solução de Gilson (Simpson, 1951), até o desprendimento completo dos ovócitos das membranas ovarianas. Posteriormente, os ovócitos foram lavados em água corrente e preservados em álcool 70% para a estimativa da fecundidade total e determinação do tipo de desova.

Foram feitas lâminas das gônadas de 239 exemplares de *A. agassizii*, 101 de *A. bitaeniata*, 77 de *A. eunotus*, 82 de *A. hippolitae* e 91 de *A. pertensis*, totalizando 590 gônadas de machos e fêmeas em todos os estádios de maturação gonadal. O material, que se

encontrava fixado em formalina 10%, foi desidratado em série crescente de álcool (70%, 80%, 90, 95% e dois banhos em álcool absoluto), diafanizado em xilol e incluído em parafina para obtenção de cortes com espessura de 5µm. Para a coloração, foi utilizado o método de hematoxilina-eosina (H.E.). Tanto o procedimento de inclusão quanto de análises microscópicas foi realizado no laboratório de Histologia da Universidade Federal do Pará. Esta análise foi realizada para confirmar os estádios de maturação classificados macroscopicamente. As fotografias foram obtidas através de fotomicroscópio Zeiss e Olympus CH30.

3.5 Análise de dados

A proporção sexual foi calculada a partir da frequência absoluta de machos e fêmeas, para cada local de amostragem e por meio do teste χ^2 (qui-quadrado) com correção de Yates (Snedecor e Cochran, 1980), onde valores maiores que 3,84 indicam diferenças significativas da proporção esperada de 1:1.

$$\chi^2 = 2*((Fo-Fe)^2/Fe)$$

Onde:

Fo = frequência absoluta observada;

Fe = frequência absoluta esperada;

A estrutura em tamanho das cinco espécies foi baseada na distribuição das frequências de ocorrência em cada classe de comprimento, considerando-se os sexos separados, para cada local de coleta. Diferenças significativas entre os comprimentos médios das cinco espécies, provenientes dos diferentes locais foram investigadas por meio de ANOVA e as distribuições em comprimento, pelo teste de Kolmogorov/Smirnov (Zar, 1999).

O comprimento médio de primeira maturação sexual - L_{50} (no qual 50% dos indivíduos já estão aptos a se reproduzir) foi obtido por meio do ajuste a uma curva do tipo logística para ambos os sexos. Para isso, foram consideradas distribuições de frequência relativa de jovens (estádio imaturo) e adultos (estádio em maturação, maduro, esvaziado e repouso) por classe de comprimento total para o período total de coleta.

O valor do L_{50} foi determinado por meio de uma função logística (King, 1995), utilizando-se a expressão:

$$y = 1 / (1 + \exp(- (b_1) * (x - (b_2))))$$

Onde:

x = valor médio da classe de comprimento;

y = frequência de fêmeas adultas na classe de comprimento;

O valor de b_2 desta função corresponderá ao L_{50} .

A fecundidade foi considerada como o número total de ovócitos produzidos no ovário, com exceção dos ovócitos de reserva, por período reprodutivo. Foram contados os ovócitos das gônadas maduras de fêmeas de cada espécie e apresentados os valores médios da fecundidade. Foram contados ovócitos a partir de 0,5 mm de diâmetro.

A determinação do tipo de desova foi feita com base na distribuição de frequência do diâmetro dos ovócitos, por classe de diâmetro (0,1 mm). Por meio de uma inspeção gráfica foram identificados possíveis grupos modais diferenciados de ovócitos. Para as distribuições com dois grupos modais bem definidos foi utilizado o termo desova total e que representa um mecanismo de desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois grupos. O termo desova parcelada foi empregado no caso de mais de dois grupos modais e que representa um mecanismo de desenvolvimento sincrônico em mais de dois grupos (Vazzoler, 1996).

A determinação do período reprodutivo foi feita por meio de inspeção gráfica da distribuição temporal da frequência relativa de fêmeas em cada estágio de maturação (Vazzoler, 1996). Nos gráficos estão representados somente os estádios maduro e esvaziado. A delimitação da época de desova correspondeu ao período que contemplou a maior frequência de fêmeas maduras e esvaziadas.

O fator de condição também foi usado para confirmar o período reprodutivo. Trata-se de uma medida quantitativa individual do bem estar geral do peixe, dada pela relação entre o peso e o comprimento do indivíduo, sendo esta expressa por: $Kn = P_t/a * C_p^b$ (Le Cren, 1951), onde Kn = coeficiente de condição relativo, P_t = peso total do indivíduo, C_p = comprimento padrão do indivíduo e a e b = constantes obtidas da regressão entre peso e comprimento.

Na relação entre o peso total (P_t) e o comprimento padrão (C_p), as constantes a e b foram obtidas pela regressão linear aplicada aos dados logaritmizados de peso e comprimento por meio da equação:

$$P_t = a * C_p^b \text{ (Zar, 1999)}$$

Onde:

P_t = Peso total (g);

C_p = Comprimento padrão (mm);

a e b = parâmetros estimados por meio do método dos mínimos quadrados, após transformação logarítmica dos dados: $\text{Log}_{(P_t)} = \text{Log}_{(a)} + b * \text{Log}_{(C_p)}$

Para verificar se machos e fêmeas apresentam diferenças significativas em suas relações peso-comprimento, foi aplicado o teste t de homogeneidade; para detectar possíveis diferenças entre os valores de b encontrados e os esperados para o crescimento isométrico ($b=3$), foi aplicado também um teste t (ZAR, 1996), considerando as seguintes equações:

Teste de homogeneidade:

$$t = (b_{\text{macho}} - b_{\text{fêmea}}) / Sb_1 - b_2$$

Onde:

b = coeficiente de alometria

$Sb_1 - b_2$ = Erro padrão das diferenças entre os coeficientes de regressão;

t = Teste de significância de Student ($\alpha=0,05$)

Teste do tipo de crescimento:

$$t_b = (b - 3) / \Delta P_b$$

Onde:

t_b = valor do resultado do teste de b ;

ΔP_b = erro padrão de b .

4. Resultados

4.1 Estrutura de populações

4.1.1 Estrutura em tamanho

Para esta análise foi considerado um total de 3.468 exemplares de apistogramas, assim distribuídos: 1.745 indivíduos de *A. agassizii*, sendo 235 fêmeas e 256 machos; 476 de *A. bitaeniata*, sendo 73 fêmeas e 113 machos, 150 de *A. eunotus*, sendo 65 fêmeas e 64 machos; 643 de *A. hippolytae*, sendo 314 fêmeas e 300 machos e 454 de *A. pertensis*, sendo 76 fêmeas e 95 machos (Figura 8). Os valores médios de comprimento padrão e a amplitude do comprimento, em milímetros, para as cinco espécies estão listados na Tabela 2.

Tabela 2- Valores médios (\pm erro padrão) de comprimento padrão (Cp) e amplitude de comprimento em milímetros, de exemplares das populações de *A. agassizii*, *A. bitaeniata*, *A. eunotus*, *A. hippolytae* e *A. pertensis*, referente ao período total de captura na RDSA, entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.

	Cp médio	Amplitude
<i>A. agassizii</i>	37 mm \pm 3,4 e.p.	11 a 63 mm
<i>A. bitaeniata</i>	33 mm \pm 3,3 e.p.	12 a 53 mm
<i>A. eunotus</i>	29 mm \pm 3,4 e.p.	11 a 47 mm
<i>A. hippolytae</i>	32 mm \pm 1,9 e.p.	16 a 48 mm
<i>A. pertensis</i>	30 mm \pm 2,2 e.p.	16 a 43 mm

Os indivíduos de *A. agassizii* variaram de 11,3 a 65,4 mm, sendo que a maior frequência ocorreu nas classes de 28 mm para machos e 30 mm para fêmeas. As fêmeas variaram de 13,8 a 43,9 mm enquanto machos variaram de 11,3 a 65,4 mm. Os indivíduos de *A. bitaeniata* variaram de 12,7 a 52,7 mm e apresentou a maior frequência de indivíduos na classe de tamanho de 28 mm. Fêmeas variaram de 12,7 a 33,2 mm e o maior número de indivíduos foi agrupado na classe de 19 mm. Machos de 13,4 a 52,7 mm e o maior número de indivíduos foi agrupado na classe de 28 mm. Indivíduos de *A. eunotus* variaram de 11,3 mm a 46,8 mm, sendo que fêmeas variaram de 11,6 a 38,2 mm com o maior número de indivíduos agrupados na classe de tamanho de 34 mm e machos de 11,3 a 46,8 mm com o maior número de indivíduos na classe 21 mm. Em *A. hippolytae* os tamanhos variaram entre 16,1 mm e 47,5 mm, com maior frequência nas classes de 38 mm para ambos os sexos. Fêmeas variaram de 16,1 a 47,5 mm e machos de 19,9 a 44,9 mm. Em *A. pertensis* os tamanhos variaram entre 16,7 mm e 42,8 mm, com maior frequência na classe 31 mm para ambos os sexos. Fêmeas variaram de 17,2 a 40 mm e machos de 16,7 a 42,9 mm (Figura 8).

A distribuição dos comprimentos de cada sexo apresentou diferenças significativas para as espécies *A. agassizii* e *A. bitaeniata*, que são as espécies que apresentam dimorfismo sexual quanto ao tamanho com machos maiores que as fêmeas e diferenças morfológicas nas nadadeiras. As outras espécies não apresentaram diferenças nas distribuições de comprimento entre os sexos (Tabela 3 e Figura 8).

Tabela 3-Comparação da distribuição de frequência relativa, por classe de comprimento total (mm) de exemplares fêmeas e machos de *A. agassizii*, *A. bitaeniata*, *A. eunotus*, *A. hippolytae* e *A. pertensis*, durante o período total de captura na RDSA, entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007; n= número de exemplares; significativo para Diferença crítica menor que Diferença máxima, ao nível de 5%, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

	Fêmeas		Machos		p
	n	n	Dcrítica	Dmáxima	
<i>A. agassizii</i>	235	256	0,123	0,247	< 0,01
<i>A. bitaeniata</i>	73	102	0,209	0,256	< 0,01
<i>A. eunotus</i>	65	64	0,240	0,188	> 0,05
<i>A. hippolytae</i>	300	314	0,110	0,089	> 0,05
<i>A. pertensis</i>	76	95	0,209	0,100	> 0,05

Na análise de tamanhos médios por localidade os igarapés do grupo D(Branco, Guariba, Tirirical e Araueri) apresentaram as menores médias (Tabela 4). A análise de variância entre diferentes localidades detectou diferenças significativas em todas as espécies (Tabela 5). O teste de Tukey revelou entre quais localidades estas diferenças foram encontradas (Apêndices A, B, C, D e E). *Apistogramma agassizii* apresentou tamanhos médios maiores no igarapé Açu porém esse igarapé foi amostrado somente uma vez e só apresentou quatro peixes. O igarapé Branco apresentou os menores exemplares desta espécie (Tabela 4, Tabela 5 e Apêndice A). Para *A. bitaeniata* os igarapés do grupo B(Ubim e Ubinzinho) apresentaram as maiores médias de tamanho e diferenças significativas em relação aos outros igarapés. Baré e Guariba apresentaram as menores médias e foram significativamente diferentes de Ubim e Ubinzinho (Tabela 4, Tabela 5 e Apêndice B). Para *A. eunotus* Cacau apresentou as maiores médias de tamanhos e Tirirical as menores médias sendo que estes igarapés apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 4, Tabela 5 e Apêndice C). Na espécie *A. hippolytae* os igarapés Ubim e Ubinzinho foram os que apresentaram as maiores médias de tamanho e diferenças significativas em relação ao igarapé Tirirical, que apresentou as menores médias (Tabela 4, Tabela 5 e Apêndice D). Na espécie *A. pertensis* o igarapé Ubinzinho apresentou os maiores valores médios de tamanhos e diferenças significativas entre o igarapé Araueri que apresentou menores valores médios(Tabela 4, Tabela 5 e Apêndice E).

Tabela 4 – Tamanhos médios (média), erro padrão(E.P.) e número de indivíduos(n) analisados por localidade.

Localidade	<i>A. agassizii</i>			<i>A. bitaeniata</i>			<i>A. eunotus</i>			<i>A. hippolytae</i>			<i>A. pertensis</i>		
	médi	E.P	n	médi	E.P	n	médi	E.P	n	médi	E.P	n	médi	E.P	n
	a	.	n	a	.	n	a	.	n	a	.	n	a	.	n
Açu	37.1	2.4	4	-	-	0	-	-	0	-	-	0	26.4	5.1	82
Araueri	22.8	3.8	15	24.4	6.9	67	27.5	7.0	8	-	-	0	26.4	5.7	0
Baré	23.8	3.8	68	18.6	3.5	22	-	-	0	-	-	0	-	-	0
Branco	20.3	7.8	18	25.8	5.5	11	23.4	6.0	6	-	-	0	26.7	6.2	85
Cacau	26.8	8.3	5	24.4	6.2	74	34.8	4.4	0	36.2	3.6	65	31.2	5.4	88
Guariba	23.0	6.5	6	20.5	4.2	20	-	-	0	23.3	-	1	25.8	-	1
Queimada	32.6	8.5	14	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
Samauma	27.1	3.4	10	-	-	0	18.7	-	1	29.4	3.9	17	29.1	5.6	54
Tirirical	28.2	8.8	1	21.1	4.7	63	17.5	3.0	2	19.1	3.0	2	-	-	0
Ubim	28.8	6.9	5	28.2	7.0	72	24.2	9.8	8	34.9	4.5	1	34.9	0	2
Ubimzinh	26.1	6.8	6	27.6	7.5	9	27.1	3	6	35.0	5.2	4	45.1	4.2	8
Veado	37.1	5	58	-	-	0	-	-	0	39.1	2.8	60	27.1	-	1

Tabela 5 - Resultados da análise de variância da média de comprimento total de cada espécie. SS = Soma dos quadrados; F = variância; p = nível de significância.

	SS	F	p
<i>A. agassizii</i>	14589,16	23,56	< 0.05
<i>A. bitaeniata</i>	4060,41	13,40	< 0.05
<i>A. eunotus</i>	3494,07	10,10	< 0.05
<i>A. hippolytae</i>	2215,75	16,92	< 0.05
<i>A. pertensis</i>	4089,92	15,77	< 0.05

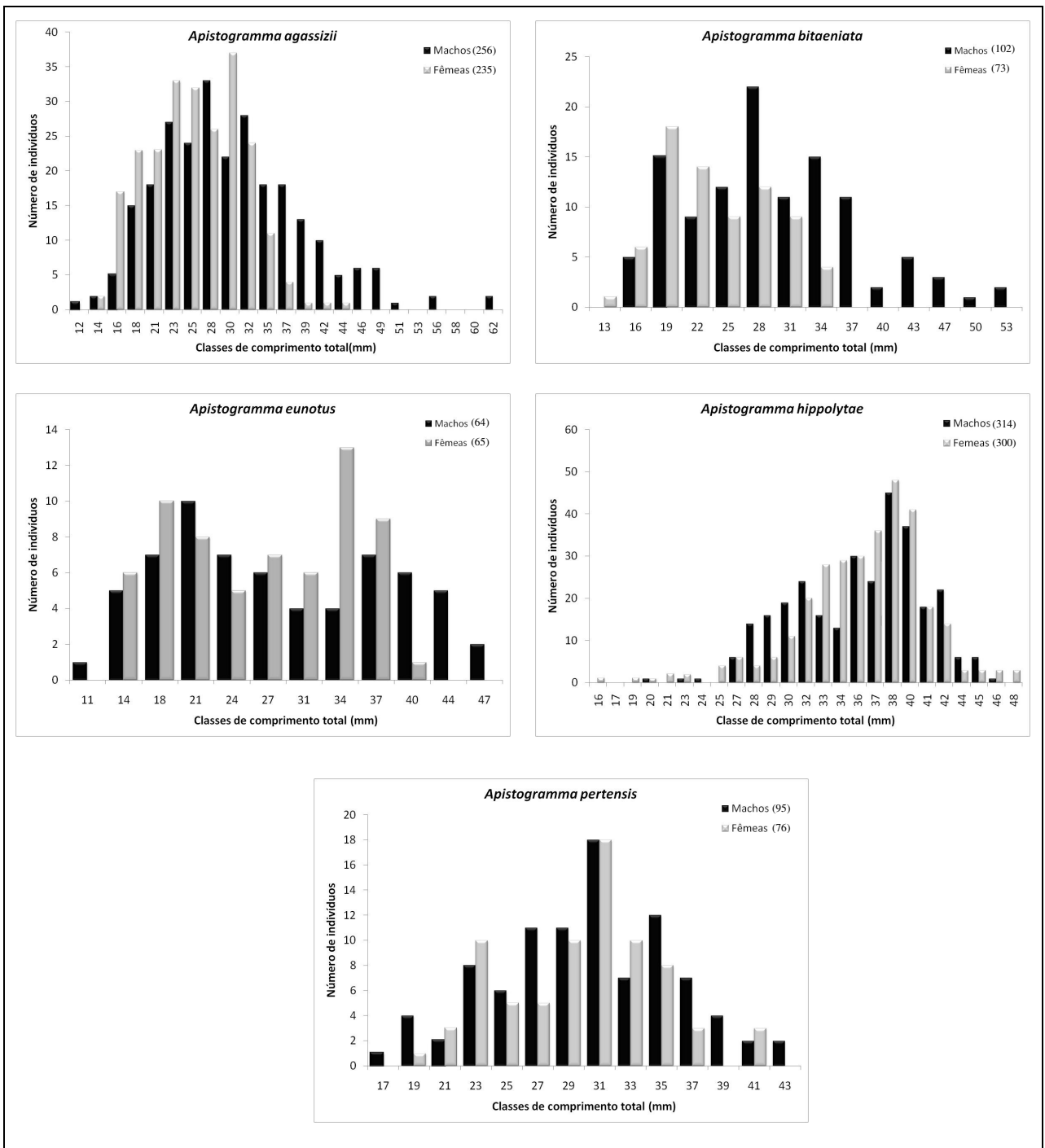


Figura 8 - Distribuição da freqüência absoluta de indivíduos machos e fêmeas por classe de comprimento total das cinco espécies de *Apistogramma*.

4.1.2 Proporção sexual

Considerando o total da amostra, não houve predomínio de nenhum dos sexos para todas as espécies (Tabela 6).

Apistogramma bitaeniata apresentou diferenças significativas durante a cheia ($\chi^2 = 8,0$; $p < 0,05$) e a vazante ($\chi^2 = 3,9$; $p < 0,05$) (Figura 9).

Tabela 6 - Proporção sexual das populações de *A. agassizii*, *A. bitaeniata*, *A. eunotus*, *A. hippolytae* e *A. pertensis* referente ao período total de captura na RDSA, entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007; n= número de exemplares.

	Frequência absoluta (n)		Frequência relativa (%)		χ^2 *	F:M
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
<i>A. agassizii</i>	235	256	48	52	0.18	1:1
<i>A. bitaeniata</i>	73	102	42	58	2.75	1:1
<i>A. eunotus</i>	65	64	50	50	0.01	1:1
<i>A. hippolytae</i>	300	314	49	51	0.05	1:1
<i>A. pertensis</i>	76	95	44	56	1.23	1:1

χ^2 (teste qui-quadrado); *significativo para $\chi^2 > 3,84$.

Para as espécies *A. eunotus*, *A. hippolytae* e *A. pertensis* não houve diferenças significativas na proporção sexual por períodos hidrológicos (Figura 9).

Na proporção sexual de *A. agassizii*, houve predomínio de fêmeas na cheia ($\chi^2 = 4,2$; $p < 0,05$) (Figura 9). Na análise por localidade houve predomínio de fêmeas em Ubim na cheia ($\chi^2 = 5,1$; $p < 0,05$) e de machos nas localidades de Guariba na vazante ($\chi^2 = 4,0$; $p < 0,05$), Tirirical na enchente ($\chi^2 = 6,7$; $p < 0,05$) e Ubinzinho na vazante ($\chi^2 = 4,8$; $p < 0,05$) (Figura 10).

Na análise da proporção sexual por localidade houve predomínio de machos de *A. bitaeniata* nas localidades de Branco ($\chi^2 = 5,2$; $p < 0,05$), Ubim ($\chi^2 = 6,3$; $p < 0,05$) e Ubinzinho ($\chi^2 = 5,9$; $p < 0,05$) e de fêmeas em Tirirical ($\chi^2 = 4,2$; $p < 0,05$). Para *A. pertensis* houve predomínio de machos em Samauma ($\chi^2 = 5,8$; $p < 0,05$) (Figura 11).

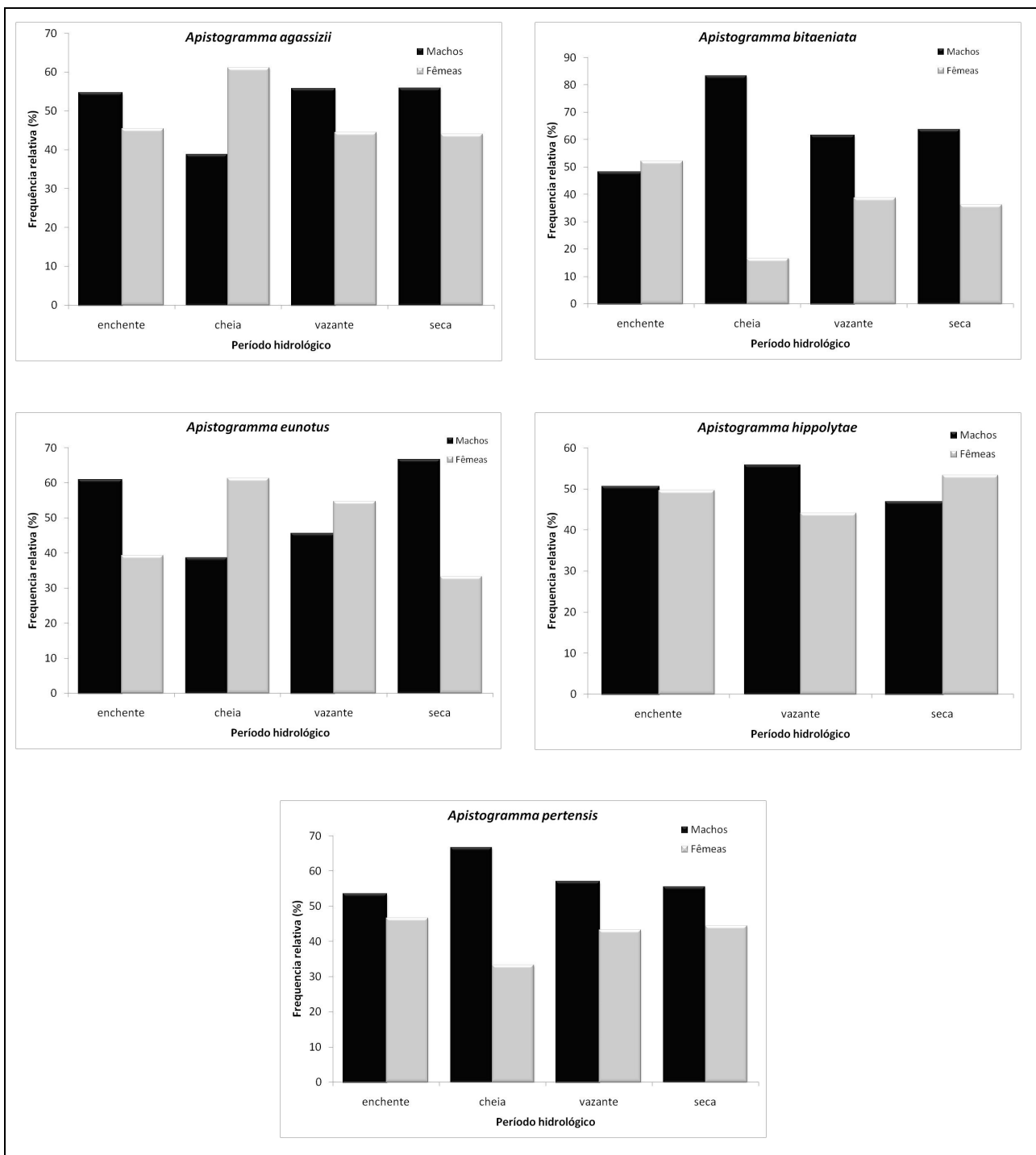


Figura 9 - Proporção sexual das espécies de *Apistogramma* por período hidrológico.

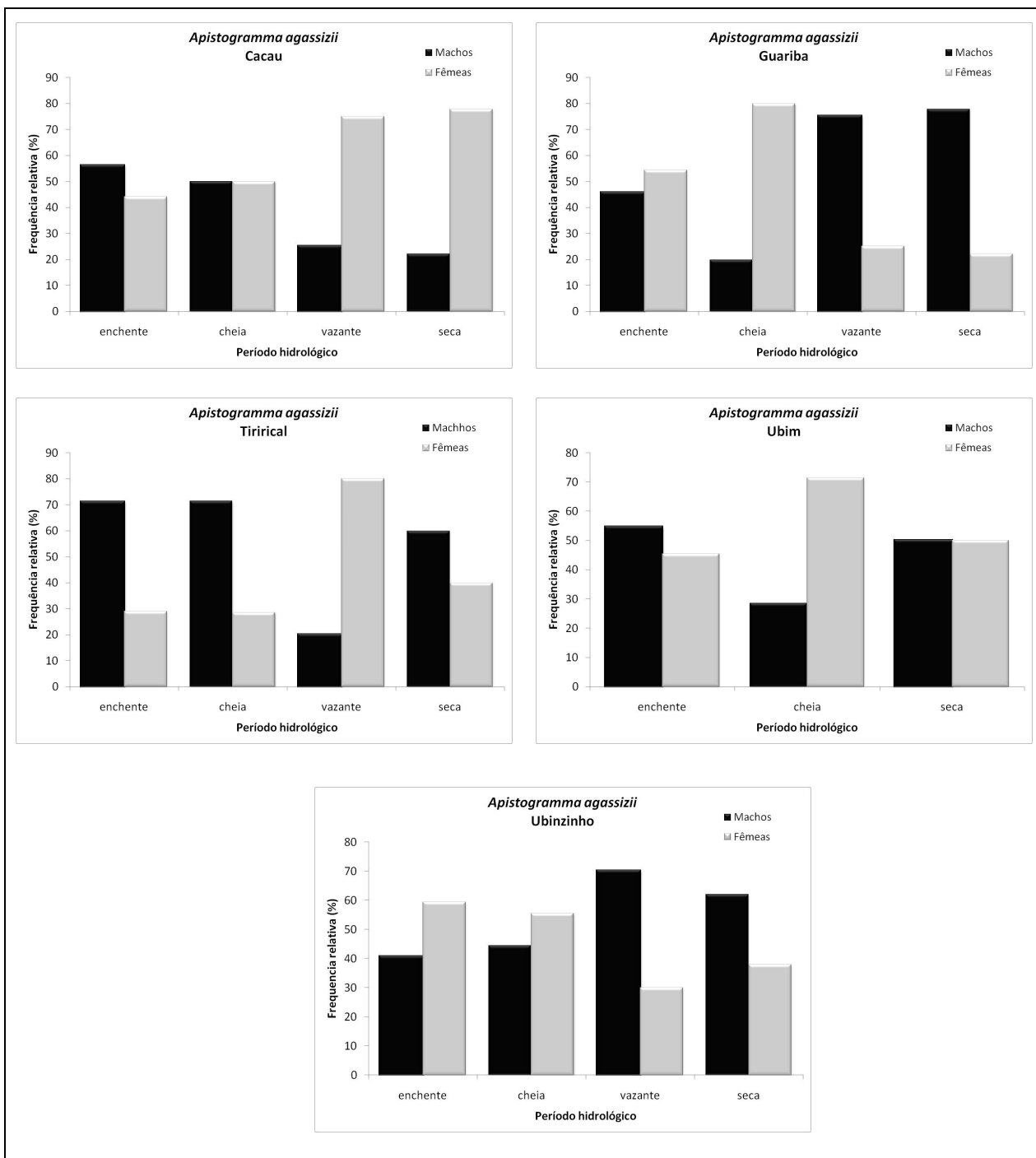


Figura 10 - Proporção sexual de *Apistogramma agassizii*. por período hidrológico por localidade.

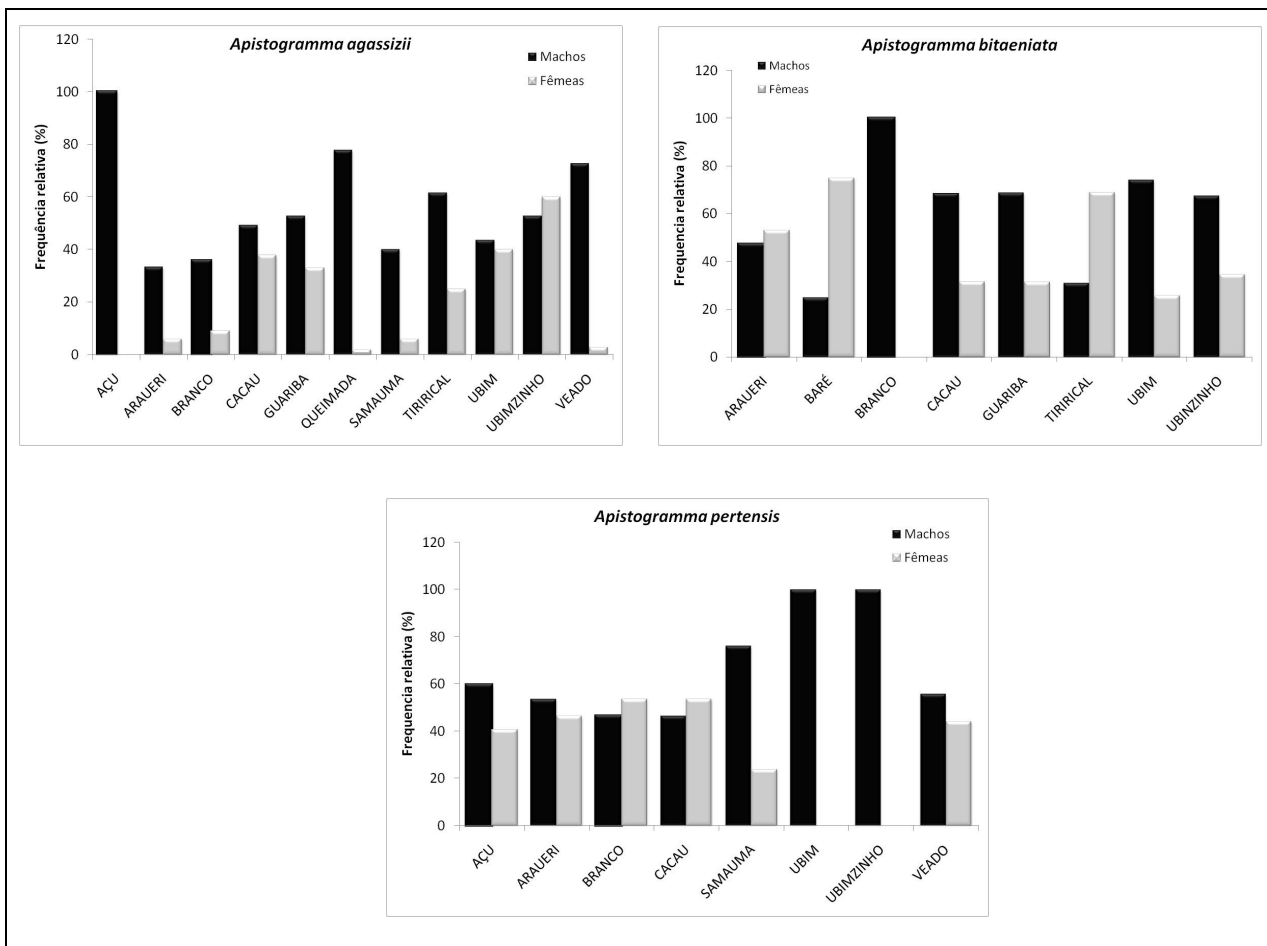


Figura 11 - Proporção sexual das espécies de *Apistogramma* por localidade.

4.1.3 Relação peso-comprimento

Na análise da relação peso-comprimento houve diferença significativa no coeficiente de alometria da espécie *A. agassizii*, indicando crescimento alométrico negativo, ou seja, maior incremento em comprimento do que em peso. Não houve diferença significativa entre os coeficientes de alometria de machos e fêmeas desta espécie. As análises das outras quatro espécies não indicaram diferenças do valor isométrico ($b = 3$). *Apistogamma bitaeniata* e *A. eunotus* apresentaram diferenças significativas nos valores de b para machos e fêmeas (Tabela 7). Os valores das equações e do R^2 estão representados na Figura 12.

Tabela 7 – Parâmetros da regressão entre peso e comprimento total das espécies de *Apistogamma* capturados na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007. n= número de exemplares b = coeficiente angular, t_b = teste alométrico e $t_{\text{macho e fêmea}}$ = comparando coeficientes b entre sexos. Valores significativos para $t_b > 12,71$ e para $t_{\text{macho e fêmea}} > 1,96$.

	n	b	t_b	n_{macho}	n_{fêmea}	b_{macho}	$b_{\text{fêmea}}$	$t_{\text{macho e fêmea}}$
<i>A. agassizii</i>	1745	2,63	22,59	256	235	2,64	2,71	1,18
<i>A. bitaeniata</i>	476	2,68	8,45	102	73	2,64	2,97	2,41
<i>A. eunotus</i>	150	2,80	3,68	64	65	2,57	3,08	4,80
<i>A. hippolytae</i>	643	2,87	3,92	314	300	2,77	2,89	1,72
<i>A. pertensis</i>	454	2,66	4,99	95	76	2,45	2,70	1,60

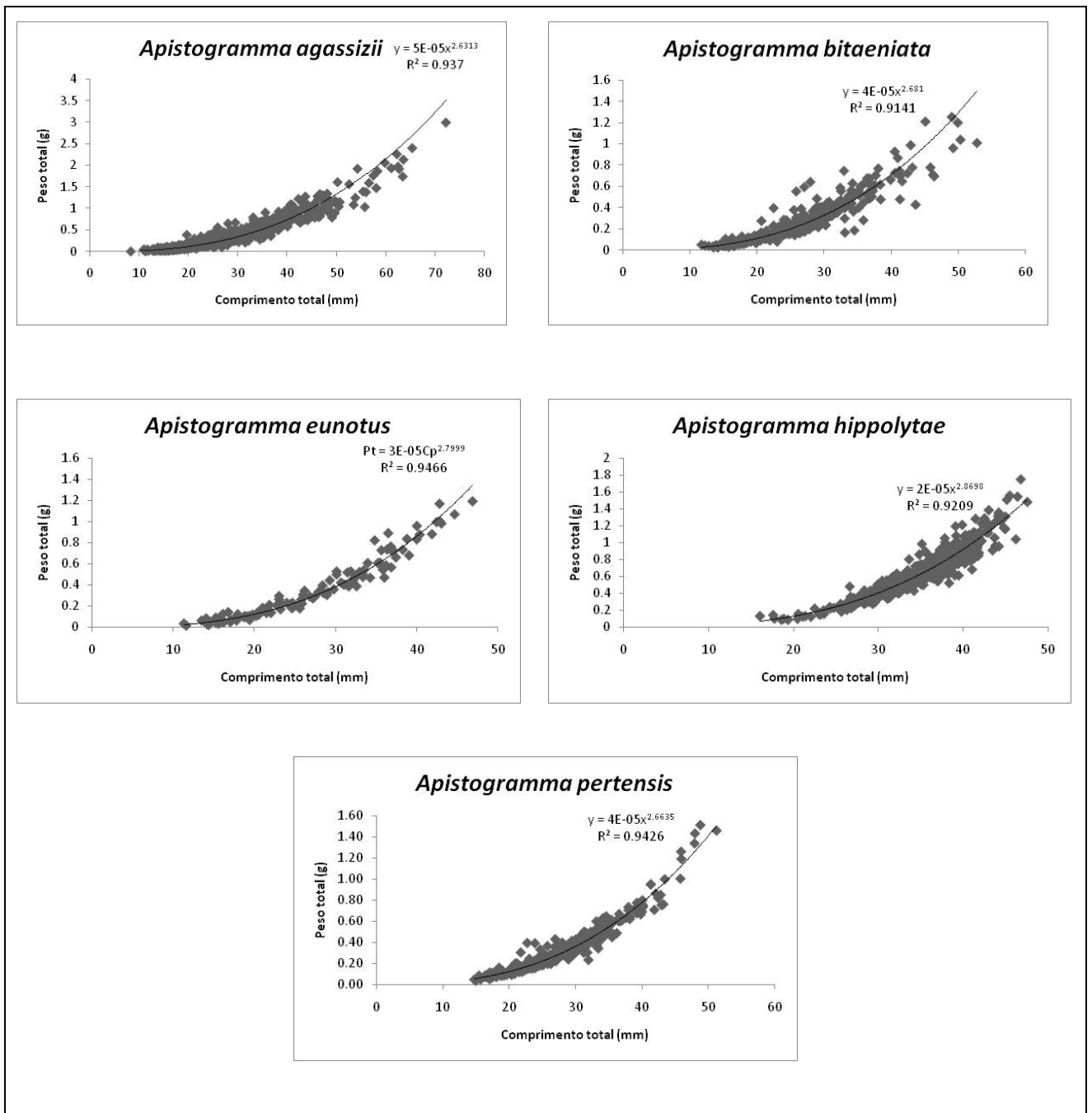


Figura 12 – Relação peso-comprimento das espécies de *Apistogramma* capturadas na RDS Amanã entre fevereiro/2006 e fevereiro/2007.

4.2 Características reprodutivas

4.2.1 Comprimento médio de primeira maturação sexual (L_{50})

O comprimento médio de primeira maturação sexual de *A. agassizii* foi 21,9 mm para fêmeas e 21,3 mm para machos. Para *A. bitaeniata* o L_{50} foi de 25,4 mm para fêmeas e 23,0 mm para machos. As fêmeas de *A. eunotus* começaram a reproduzir com 26,7 mm e os machos com 25,5 mm. Para *A. hippolytae* os tamanhos médios de primeira maturação foram 27,7 mm em fêmeas e 28,5 mm em machos. Em *A. pertensis* as fêmeas atingiram a maturação sexual com 27,2 mm e os machos com 29,3 mm (Figura 13). Os valores aproximados do L_{100} , obtidos através da inspeção gráfica do valor do comprimento total em milímetros no nível de 100% indicam valores de 35 mm para *A. agassizii*, 37 mm para *A. bitaeniata*, 40 mm para *A. eunotus* e *A. hippolytae* e 39 mm para *A. pertensis* (Figura 13).