

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**ATRIBUTOS REPRODUTIVOS DE PEIXES DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO
E IMPLICAÇÕES FILOGENÉTICAS**

MARCELO GROMBONE DE VASCONCELLOS

SÃO CARLOS-SP
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**ATRIBUTOS REPRODUTIVOS DE PEIXES DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO
E IMPLICAÇÕES FILOGENÉTICAS**

MARCELO GROMBONE DE VASCONCELLOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais).

SÃO CARLOS-SP
2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

V331ar

Vasconcellos, Marcelo Grombone de.

Atributos reprodutivos de peixes da bacia do rio São Francisco e implicações filogenéticas / Marcelo Grombone de Vasconcellos. -- São Carlos : UFSCar, 2007.
157 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Ostariophysi. 2. Peixe - reprodução. 3. Filogenia. 4. São Francisco, Rio, Bacia. I. Título.

CDD: 597.52 (20^a)

Marcelo Grombone de Vasconcellos

ATRIBUTOS REPRODUTIVOS DE PEIXES DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO E IMPLICAÇÕES FILOGENÉTICAS

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 29 de março de 2007

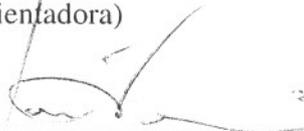
BANCA EXAMINADORA

Presidente



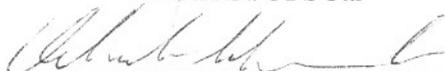
Profa. Dra. Nelsy Fenerich Verani
(Orientadora)

1º Examinador



Prof. Dr. José Roberto Verani
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



Prof. Dr. Orlando Moreira Filho
PPGGEV/UFSCar

3º Examinador



Prof. Dr. Yoshimi Sato
CODEVASF

4º Examinador



Profa. Dra. Elisabeth Romagosa
Instituto de Pesca-SP



Prof. Dr. José Roberto Verani
Coordenador
PPG-ERN/UFSCar

Orientador:

Profa. Dra. Nelsy Fenerich Verani (DHB/UFSCAR)

Co-orientador:

Dr. Yoshimi Sato (CODEVASF-TRÊS MARIAS-MG)

Dedico este trabalho :

Aos meus pais Luiz e Maria Amélia

À minha esposa Gláucia

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade e pelo apoio durante o desenvolvimento desta tese.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

À Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da CODEVASF-Três Marias-MG, pela utilização de suas dependências e material laboratorial.

À Prof^a. Dr^a. Nelsy Fenerich Verani, pela dedicação, paciência, críticas e sugestões, além da amizade, que foram de fundamental importância para realização deste trabalho.

Ao Dr. Yoshimi Sato, pela acolhida, auxílio e ensinamentos, resultantes de sua imensa experiência aliada a sua retidão e simplicidade, causas de minha grande simpatia e admiração.

Aos Profs. Drs. José Roberto Verani, Orlando Moreira-Filho e Odete Rocha e Alberto Carvalho Peret, primariamente pela amizade e também pelas correções, sugestões e estímulo.

Aos funcionários da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura da CODEVASF-Três Marias-MG, pelo auxílio técnico e acolhida.

Aos amigos José Valdecir de Lucca, Airton Santo Soares, Luiz Aparecido Joaquim e Alcídio Culósio pela prestatividade durante estes últimos anos.

A todos os funcionários, alunos e professores do Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, em especial à senhora Amábile Semensato, pelo auxílio,

companheirismo e aprendizado.

Aos meus sogros João Thomazini e Maria Ignês Valencise, que nunca me deixaram esquecer que a simplicidade é o maior dos dons.

Aos meus irmãos, pelo apoio e convívio.

A DEUS, meu criador e meu Pai, que colocou todas estas pessoas e condições favoráveis no meu caminho.

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os atributos reprodutivos de 12 espécies da Bacia do Rio São Francisco, obtidos através da hipofisação e fertilização manual dos ovócitos. Posteriormente os dados registrados foram somados aos dados registrados para outras 23 espécies, totalizando então 35 espécies analisadas pelas técnicas de análise multivariada de agrupamentos, resultando em grupos com afinidades filogenéticas reconhecidas, e dos componentes principais, aplicadas sobre variáveis quantitativas e categóricas resultando na formação de dois grandes grupos dissimilares: um cujo as espécies foram agrupadas principalmente por atributos como comprimento da larva recém eclodida LTL, adesividade dos ovos= ADESIOV, baixa fecundidade relativa=FRG, Ausência de movimentos larvais= MOVELAR e altos valores para a eclosão em horas-grau =TE; e outro cujo as espécies se agruparam em função de variáveis como FA= fecundidade absoluta, LT= comprimento total de fêmeas, presença de órgão adesivo larval e movimento larval na coluna d`água, ADESILAR e MOVELAR, respectivamente. Argumenta-se que estes dois padrões reprodutivos básicos sejam os polarizadores das condições distintas nos atributos quantitativos e qualitativos em peixes da bacia do rio São Francisco para as quais se registraram caracteres tão próximos quanto mais próximo o parentesco entre as espécies, com raras exceções como em Pseudopimelodidae , sendo possível a realização de inferências quanto a condição dos atributos reprodutivos se plesiomórficos ou apomórficos em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes, que em hipótese tiveram sua origem a partir de grupos proto-guardadores de ninho

Palavras-chave: Peixes, hipofisação, reprodução, filogenia, bacia do rio São Francisco.

ABSTRACT

In the present study there are presented the reproductive attributes of 12 species from São Francisco river basin, obtained through the hypophysation and manual fertilization of the oocytes. Later the registered data were added to more 23 species, totalizing 35 species. The total data were submitted to the clustering analysis resulting in groups with recognized phylogenetic proximities. The principal component analysis were applied to quantitative and categorical variables resulting in the formation of two great dissimilar groups: one formed by species that presented similar attributes in relation to the length of the larva newly hatched LTL, to the adhesiveness of the eggs ADESIOV, to the low relatively fecundity FRG, to the absence of larval movements MOVELAR and to high values for the hatch in hour-degree TE. The other group was formed by species that presented similar attributes in relation to the total length of females LT, to the absolute fecundity FA, to the presence of larval adhesive organ and vertical larval movements in the water, ADESILAR and MOVELAR, respectively. It is argued that these two basic reproductive patterns are the polar principles of the different conditions of the qualitative and quantitative reproductive characters that they are so close as more proximities among the species, with rare exception as the Pseudopimelodidae. It was possible to do inferences about the condition of the in Characiformes, Siluriformes and Gymnotiformes, that had their origin, in hypothesis, from nest proto-guardadores.

Keywords: Pisces, hypophysation, reproduction, Phylogeny, San Francisco river basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- <i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758).....	101
Figura 2- <i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829.....	101
Figura 3- <i>Brycon orthtaenia</i> Günther, 1864.....	101
Figura 4- <i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819).....	102
Figura 5- <i>Myleus Micans</i> (Lütken, 1875).....	102
Figura 6- <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875).....	103
Figura 7- <i>Salminus</i> sp.).....	103
Figura 8- <i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850.....	103
Figura 9- <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz 1829).....	104
Figura 10- <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794).....	104
Figura 11- <i>Hoplias lacerdae</i> Miranda-Ribeiro, 1908.....	104
Figura 12- <i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1836).....	105
Figura 13- <i>Leporinus piau</i> Fowler, 1941.....	105
Figura 14- <i>Leporinus reinhardti</i> Lütken, 1875.....	105
Figura 15- <i>Leporinus taeniatus</i> Lütken, 1875.....	106
Figura 16- <i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850).....	106
Figura 17- <i>Schizodon knerii</i> (Steindachner, 1875).....	106
Figura 18- <i>Steindachnerina elegans</i> (Steindachner, 1875).....	107
Figura 19- <i>Curimatella lepidura</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889).....	107
Figura 20- <i>Prochilodus costatus</i> Valenciennes, 1850.....	107
Figura 21- <i>Prochilodus argenteus</i> Agassiz, 1829.....	107
Figura 22- <i>Franciscodoras marmoratus</i> (Reinhardt, 1874).....	108

Figura 23- <i>Conorhynchos conirostris</i> (Valenciennes, 1840).....	108
Figura 24- <i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766).....	108
Figura 25- <i>Lophiosilurus alexandri</i> Steindachner, 1877.....	109
Figura 26- <i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803.....	109
Figura 27- <i>Pseudopimelodus charus</i> (Valenciennes, 1840).....	109
Figura 28- <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829).....	110
Figura 29- <i>Duopalatinus emarginatus</i> (Valenciennes, 1840).....	110
Figura 30- <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824).....	110
Figura 31- <i>Hypostomus francisci</i> (Lütken, 1874).....	111
Figura 32- <i>Pterygoplichthys etentaculatus</i> (Spix & Agassiz, 1829).....	111
Figura 33- <i>Rhinelepis aspera</i> Spix & Agassiz, 1829.....	112
Figura 34- <i>Sternopygus macrurus</i> (Block & Schneider, 1801).....	112
Figura 35- <i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1842).....	112
Figura 36- Ovos de <i>Myleus micans</i>	113
Figura 37- Detalhe do momento da eclosão em <i>Myleus micans</i>	114
Figura 38- Larva recém eclodida de <i>Myleus micans</i>	114
Figura 39- Ovo de <i>Leporellus vitattus</i>	115
Figura 40- Larva recém eclodida de <i>Leporellus vitattus</i>	115
Figura 41- Ovócitos de <i>Duopalatinus emarginatus</i>	116
Figura 42- Detalhe do embrião de <i>Duopalatinus emarginatus</i>	117
Figura 43- Larva recém eclodida de <i>Duopalatinus emarginatus</i>	117
Figura 44- Desova de <i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	118
Figura 45- Ovos embrionados de <i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	118

Figura 46 -Larva recém eclodida de <i>Pterygoplichtys etentaculatus</i>	119
Figura 47 -Ovócito de <i>Eigenmannia virescens</i>	119
Figura 48 -Dendrograma mostrando o agrupamento de 21 espécies de Characiformes analisadas quanto à 18 variáveis reprodutivas (coeficiente de Manhattan).....	120
Figura 49 -Dispersão das espécies de Characiformes em função dos primeiro e segundo componentes principais.....	121
Figura 50 -Contribuição das variáveis reprodutivas em Characiformes para a dispersão das espécies nos eixos formados pelos primeiro e segundo componentes principais.....	122
Figura 51 -Dendrograma de dissimilaridade obtido, aplicando-se o índice de distância métrica Euclidiana sobre a tabela de escores das espécies em relação aos 4 primeiros componentes principais, que juntos respondem por 84% da variação em Characiformes.....	123
Figura 52 -Dendrograma de dissimilaridade (coeficiente de Manhattan) obtido pela análise multivariada de agrupamentos dos dados reprodutivos em Siluriformes....	124
Figura 53 -Dendrograma de dissimilaridade, obtido pela aplicação do índice métrico de distância Euclidiana sobre os escores de cada espécie, nos 4 primeiros componentes em Siluriformes.....	125
Figura 54 -Dispersão das espécies de Siluriformes sobre o primeiro e segundo componentes principais.....	126
Figura 55 -Contribuição das variáveis reprodutivas para a dispersão das espécies nos eixos formados pelos primeiro e segundo componentes principais.....	127

Figura 56 -Dendrograma de dissimilaridade, obtido através da análise de agrupamentos (coeficiente de dissimilaridade de Manhattan), aplicada sobre os atributos reprodutivos de 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco.....	128
Figura 57 -Dendrograma de dissimilaridade obtido através da aplicação do índice de distância métrica sobre os escores década espécie nos 6 primeiros componentes principais.....	130
Figura 58 -Dispersão das espécies de peixes do rio São Francisco em função do primeiro e segundo componentes principais.....	132
Figura 59 -Contribuição das variáveis reprodutivas para a dispersão das espécies em função do primeiro e segundo componentes principais.....	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Atributos biométricos e reprodutivos de Characiformes hipofisados da bacia do rio São Francisco.....	135
Tabela 2 -Valores médios de IGS, K (Fulton) e NOG em Characiformes da bacia do rio São Francisco, submetidos a hipofiseção.....	136
Tabela 3 -Valores registrados para as variáveis quantitativas: DONH, DOH e DV relacionadas a unidades reprodutivas de Characiformes da bacia do rio São Francisco.....	137
Tabela 4 -Valores registrados para variáveis quantitativas relacionadas às unidades reprodutivas de Characiformes da bacia do rio São Francisco.....	138
Tabela 5 -Valores registrados para as variáveis qualitativas, ADESIOV, CGELA e COROV relacionadas às unidades reprodutivas de Characiformes espécies da bacia do rio São Francisco.....	139
Tabela 6 -Variáveis qualitativas ADESILAR= Órgão adesivo larval e MOVELAR=Movimento das larvas na coluna d`água, relacionadas às unidades reprodutivas das espécies da bacia do rio São Francisco.....	140

Tabela 7 -Atributos reprodutivos comportamentais em machos das espécies de peixes da bacia do rio São Francisco, submetidas a hipofisacão: VOCAL= registro de vocalizações, ESPCL= presença de espículas em nadadeiras durante o período reprodutivo.....	141
Tabela 8 -Atributos biométricos e reprodutivos de espécies de Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco, submetidos a hipofisacão: LT(cm), FA, FRG.....	142
Tabela 9 -Valores de IGS, K(Fulton) e NOG para Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco submetidos à hipofisacão.....	143
Tabela 10 -Valores de DONH, DOH e DV em Siluriformes e Gymnotiformes hipofisados da bacia do rio São Francisco.....	144
Tabela 11 -Valores de espaço perivitelínico, espessura do córion, tempo de eclosão e comprimento da larva recém eclodida em Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do São Francisco.....	145
Tabela 12 -Atributos qualitativos em relação a ovócitos e larvas em Siluriformes e Gymnotiformes hipofisados da bacia do rio São Francisco.....	146
Tabela 13 -Registro da presença/ausência das variáveis categóricas órgão adesivo	

larval e movimentos verticais das larvas na coluna d'água: ADESILAR e MOVELAR, respectivamente.....147

Tabela 14–Grupos formados pela análise multivariada (coeficiente de Manhatan) em Characiformes.....148

Tabela 15–Grupos formados pela aplicação da análise de agrupamentos (coeficiente de Manhatan) sobre caracteres reprodutivos em Siluriformes.....148

Tabela 16–Grupos formados pela aplicação da análise de agrupamentos (coeficiente de Manhatan) sobre os atributos reprodutivos de 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco.....148

Tabela 17–Autovalores e variância acumulada obtidas pela análise de componentes principais aplicada sobre 20 variáveis reprodutivas em Characiformes.....149

Tabela 18–Autovetores em Characiformes, contribuição das variáveis para os 4 primeiros componentes que em conjunto abrangem 80% da variação.....149

Tabela 19–Autovalores e variância acumulada para os quatro eixos principais da análise dos componentes principais relacionados a atributos reprodutivos em

Siluriformes.....150

Tabela 20–Autovetores para os quatro primeiros componentes que correspondem à 81% de variação dos atributos reprodutivos em Siluriformes.....150

Tabela 21–Autovalores e variância acumulada dos componentes principais na análise de componentes principais aplicada sobre variáveis reprodutivas de 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco.....151

Tabela 22–Autovetores dos da análise de componentes principais aplicados sobre variáveis reprodutivas em 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco151

Tabela 23–Matriz de correlação de Pearson obtida para os dados reprodutivos em Characiformes.....152

Tabela 24–Fator de correlação de Pearson em atributos reprodutivos de Siluriformes da Bacia do Rio São Francisco.....153

Tabela 25–valores de correlação entre os atributos reprodutivos de 35 espécies de peixes do rio São Francisco.....154

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO.....	20
II. OBJETIVOS.....	26
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
Manejo dos reprodutores.....	27
Reprodução induzida.....	28
Incubação dos ovos.....	29
Variáveis analisadas.....	29
Análise dos dados.....	30
Metodologia para considerações filogenéticas.....	31
Espécies hipofisadas	32
<i>Pygocentrus piraya</i> (Cuvier, 1819).....	32
<i>Myleus micans</i> (Lütken, 1875).....	32
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875).....	33
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794).....	33
<i>Hoplias lacerdae</i> Miranda-Ribeiro, 1908.....	34
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850).....	34
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766).....	35
<i>Duopalatinus emarginatus</i> (Valenciennes, 1840).....	35
<i>Hypostomus francisci</i> (Lütken, 1874).....	36
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i> (Spix & Agassiz, 1829).....	36
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801).....	37

<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1842).....	37
Sistemática das espécies analisadas (Reis <i>et al</i> , 2003).....	38
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
Atributos reprodutivos.....	41
<i>Pygocentrus piraya</i>	41
<i>Myleus micans</i>	42
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	44
<i>Hoplias malabaricus</i>	45
<i>Hoplias lacerdae</i>	45
<i>Leporellus vittatus</i>	46
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	47
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	48
<i>Hypostomus francisci</i>	49
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	49
<i>Sternopygus macrurus</i>	50
<i>Eigenmannia virescens</i>	50
Padrões reprodutivos em peixes da bacia do São Francisco.....	52
Characiformes.....	52
Análise de agrupamentos em Characiformes.....	53
Análise multivariada de componentes principais em Characiformes.....	58
Siluriformes.....	61
Gymnotiformes.....	62
Análise multivariada de agrupamentos em Siluriformes e Gymnotiformes.....	63

Análise multivariada de componentes principais em Siluriformes + Gymnotiformes.	71
Análise multivariada aplicada a totalidade dos dados reprodutivos obtidos pela hipofiseção em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes.....	72
Análise de Agrupamentos em Peixes da bacia do rio São Francisco.....	74
Análise dos componentes principais, aplicada a totalidade dos dados reprodutivos em Peixes hipofisados da bacia do rio São Francisco.....	75
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
VI. CONCLUSÕES.....	80
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
VIII. FIGURAS.....	100
IX. TABELAS.....	134

I. INTRODUÇÃO

A diversidade de métodos com que os organismos se reproduzem, há muito tempo vem intrigando os pesquisadores, pois são reflexos imediatos da seleção natural e resultantes de um intrincado processo evolutivo (DIANA, 1995).

Vários são os estudos comparativos sobre estratégias reprodutivas em peixes (BREder & ROSEN, 1966; WELCOME, 1969; BALON, 1985; KRAMER, 1978; ADAMS, 1980; DE SILVA *et al* , 1985; WINEMILLER, 1989; dentre outros), frente à grande diversidade do grupo, e têm propiciado uma avaliação dos padrões de história da vida das diferentes espécies.

As primeiras definições ecologico-reprodutivas foram delineadas a partir da metade do século passado por KRYZHANOVSKY, (1948, 1949; citado por BALON, 1985). Segundo este autor, adaptações para a reprodução, desenvolvimento e sobrevivência direcionam todos os intervalos de vida, marcando a história de vida da espécie, uma vez que definem principalmente a habilidade de invasão. O conhecimento existente sobre os modos reprodutivos em peixes (famílias) no mundo todo foi sintetizado por BREder & ROSEN (1966) quanto a: caracteres sexuais secundários, modos de acasalamento, local de desova, tipo de ovo, cuidado parental e migração reprodutiva. BALON (1975, 1984, 1985) apresentou uma classificação dos estilos reprodutivos em peixes, tendo considerado 3 grandes grupos: não guardadores (não protegem ou escondem ovos e jovens), guardadores (cuidam de ovos, larvas e em alguns casos de juvenis) e carregadores (carregam os embriões e

algumas vezes os jovens). Esta classificação reflete as trajetórias evolucionárias, apresentando uma tendência de estilos dos menos protetores para os mais protetores. Segundo BALON (1975, 1985), o estilo reprodutivo caracterizado por ovos pelágicos, de pequenas dimensões, pobres em nutrientes e período larval acentuado parece ser ancestral, estando em concordância com a teoria mais plausível sobre a origem dos vertebrados. As espécies que apresentam estas características são conceituadas por este autor como altrizes ou generalistas, enquanto que as espécies que demandam reservas consideráveis em unidades reprodutivas (ovos e larvas), protegem a prole e não apresentam fase larval são consideradas como especialistas ou precoces.

Espécies generalistas ou altrizes, com grande heterogeneidade de “pool gênico”, teriam maior habilidade de sobrevivência frente a flutuações ambientais. Sob estabilidade ambiental e incremento das pressões competitivas, após um certo número de ontogenias (=gerações), a tendência à especialização é favorecida e a variação fenotípica reduzida com perda de heterogeneidade genética, ocorrendo também a seleção positiva de certas estratégias reprodutivas como: aumento do tempo de maturidade sexual, poucos e preciosos zigotos e larvas, e tempo de vida prolongado principalmente pelo período senescente, entre outras (BALON, 1985).

BALON (1990) salienta que o aumento na quantidade de vitelo e do conteúdo de carotenóides ocorreram em uma seqüência evolutiva e que ovos maiores, ricos em vitelo e em carotenóides, conceituados pelo mesmo autor como pigmentos respiratórios, refletem maior especialização pois podem produzir jovens maiores quando da primeira alimentação exógena, aumentando sua possibilidade de

sobrevivência.

Entre as teorias evolutivas sobre histórias de vida, destaca-se a teoria r-k estrategistas (MACARTHUR & WILSON, 1967 CITADOS POR PIANKA, 2000). Esta teoria, conceituada como um contínuo entre dois pontos extremos onde as espécies se disporiam de acordo com características de suas histórias de vida, incluindo aspectos reprodutivos, vem sendo atualmente aprimorada, discutindo-se três pontos de um contínuo triangular (WINEMILLER & ROSE, 1992).

WINEMILLER (1989) propôs três padrões reprodutivos para peixes de água doce sul-americanos: estratégia de equilíbrio (cuidado parental e reprodução não sazonal), estratégia oportunista (capacidade de colonização rápida, maturação precoce, reprodução contínua) e estratégia sazonal (reprodução sincronizada com estação chuvosa, alta fecundidade, ausência de cuidado parental e deslocamentos reprodutivos, interpretados como sendo adaptativos a variáveis ambientais abióticas, disponibilidade alimentar e pressão de predação).

Segundo WOOTTON (1984), o sucesso alcançado pelos peixes em ambientes distintos deve-se à enorme gama de estratégias reprodutivas desenvolvidas pelo grupo, que englobam táticas extremas e, embora estas possam variar em função do ambiente, algumas são conservativas.

Quanto à utilização dos termos táticas, estratégias e padrões, DIANA (1995) estabelece uma relação hierárquica, referindo-se a estratégias como um conjunto de táticas mais facilmente variáveis em função do ambiente, sendo em parte conservativas. O mesmo autor propõe que apesar do caráter mais abrangente do termo “padrões”, este seria um sinônimo para estratégias. GROSS (1987), citado por

DIANA (1995), define estratégias como “História de vida geneticamente programada ou programa comportamental evoluído por maximizar o sucesso reprodutivo sob competição intraespecífica dependente da freqüência”, enquanto táticas seriam “estágios de desenvolvimento ontogenético ou ações especificamente usadas para o êxito da história de vida ou programas comportamentais”.

As grandes bacias hidrográficas da América do Sul apresentam a mais diversa ictiofauna do mundo (cerca de 2400 espécies descritas), derivada de poucos estoques básicos (espécies pertencentes às ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes - Cichlidae, compreendendo cerca de 93% do total de espécies) (LOWE-MCCONNELL, 1987).

O conhecimento das estratégias reprodutivas da comunidade ictiológica de determinada bacia hidrográfica pode fomentar a piscicultura, uma vez que fornece bases ecológicas para manutenção e cultivo em cativeiro de espécies nativas em detrimento das exóticas ou alóctones.

A ictiofauna da bacia do rio São Francisco é representada por cerca de 150 espécies de água doce (TRAVASSOS, 1960; BRITSKI *et al.*, 1984; MENEZES, 1996; SATO & GODINHO, 1999), sendo caracterizada por um alto grau de endemismo (MENEZES, 1996). Esta ictiofauna encontra-se bastante ameaçada em várias regiões, principalmente no trecho a jusante da barragem de Sobradinho até o Oceano Atlântico, a montante da barragem de Três Marias e nos rios Paraopeba e das Velhas, devido principalmente ao desmatamento ciliar, construção de grandes barragens, poluições industrial e doméstica, garimpo (diamante e ouro), pesca predatória e destruição de várzeas e lagoas marginais pelos projetos agrícolas

(SATO *et al.*, 1987; SATO, 1989; MENEZES, 1996). Na Europa, apesar de controvérsias, uma das medidas para a conservação das espécies ameaçadas de extinção tem sido a utilização da desova artificial e conseqüente peixamento (RHUHLÉ, 1996; PLANELLES & REYNA, 1996; KOURIL *et al.*, 1996).

Salienta-se que alguns peixes da bacia do São Francisco constam da lista de espécies ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais: *Brycon orthotaenia* (matrinchã), *Salminus* sp. (dourado), *Conorhynchos conirostris* (pirá), *Lophiosilurus alexandri* (pacamã), *Pseudoplatystoma corruscans* (surubim) e *Rhinelepis aspera* (cascudo-preto) (LINS *et al.*, 1997).

Até o presente foram reproduzidas artificialmente 35 espécies nativas da bacia do São Francisco: Deste total, 33 espécies foram induzidas à desova pela primeira vez na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias.

Sobre padrões reprodutivos em peixes, se dependentes de fenômenos fisiológicos, anatômicos e comportamentais e então obviamente relacionados ao patrimônio genético de cada espécie e cada indivíduo em particular é razoável esperar que quanto maior a proximidade filogenética entre indivíduos, mais próximos serão as opções reprodutivas possíveis (SATO *et al.*, 2003).

Em abordagens filogenéticas, HENING (1966) em AMORIM (1994) conceitua como Plesiomorfia a condição pré-existente de uma estrutura que foi alterada resultando em uma nova condição. Em oposição Apomorfia seria a condição mais recente de uma estrutura.

Segundo AMORIM (1994), caracteres apomórficos e plesiomórficos não existem como entidades isoladas, independentemente das espécies, e as diferentes

condições de um caráter são compartilhadas por indivíduos de uma ou mais espécies. Assim, o compartilhamento de apomorfias e plesiomorfias é denominado simplesiomorfia e sinapomorfia, enquanto que homoplasia se relaciona ao surgimento independente de caracteres, portanto convergente ou paralelo, podendo ainda retomar uma condição ancestral (pseudo-simplesiomorfia) o que é normalmente chamado de reversão.

Ainda com relação à terminologia filogenética, autapomorfia se relaciona a condições inovadoras em um grupo evolutivo terminal, lembrando que caracteres, condições e atributos podem ser morfológicos, fisiológicos, comportamentais, simples ou complexos como a condição de vida, como vida terrestre x vida aquática ou ainda homotermos x pecilotermos (Amorim, 1994).

O método de análise filogenética proposto por Hennig (1950, 1966) em Amorim (1994) tem como pressupostos que: 1 condições diferentes entre si de caracteres, encontradas entre membros de um grupo podem ser ordenadas temporalmente, 2 dado um grupo tomado a priori como monofilético (a partir de outros indícios) e duas condições diferentes de um mesmo atributo, aquela encontrada nas espécies exteriores ao grupo é a condição mais antiga, da qual a outra condição derivou, 3 o conjunto de espécies que compartilha uma mesma condição mais recente em relação a um caráter, provavelmente descende de uma espécie ancestral na qual ocorreu a modificação inicial na condição do atributo.

WEITZMAN & MALABARBA (1998) citam o uso de sinapomorfias em caracteres sexuais ou reprodutivos como fonte de potencial de dados em análises filogenéticas em peixes, tão importantes quanto os provenientes da biologia molecular.

II. OBJETIVOS

Considerando-se a importância do conhecimento acerca da reprodução de espécies de peixes, o grau de endemismo e a importância dos caracteres reprodutivos para análises filogenéticas, o presente trabalho pretende a ampliação do número de espécies submetidas a hipofisação e a contribuição para o acervo de conhecimento sobre a biologia reprodutiva dos peixes do rio São Francisco, tendo como objetivos principais:

- Análise de atributos reprodutivos, obtidos pela técnica de hipofisação, que propiciem comparações entre linhagens ictiológicas diversas, formando grupos fenéticos, que possam validar hipóteses de aproximação filogenética dos caracteres e padrões registrados e também possibilitem a compreensão das questões seletivas do ambiente.
- Contribuição para a compreensão dos padrões reprodutivos da biocenose ictiológica da região de três Marias-MG.

III. MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração deste trabalho, foram utilizados dados relacionados a hipofisação de 23 espécies (SATO *et al*, 2003), somados aos dados para mais 12 espécies, totalizando 35 espécies de peixes do rio São Francisco, da região de Três Marias-MG:

Manejo dos reprodutores

Os reprodutores das 12 novas espécies hipofisadas foram capturados no rio São Francisco e nas lagoas marginais de seus tributários principais da região de Três Marias-MG, nos meses de outubro a janeiro de 2003, 2004 e 2005

Os reprodutores selecionados foram pesados, medidos e mantidos separados por sexo (quando possível o diagnóstico) em tanques de alvenaria (dimensões 3,0 x 1,0 x 0,8 m), e aquários (dimensões 1,0 x 0,4 x 0,5 m) com circulação constante de água e temperatura controlada. Em cativeiro, os peixes receberam ração peletizada contendo 36% de proteína bruta e náuplios e adultos de *Artemia salina*.

Durante as biometrias foram registrados, quando observados, características externas de dimorfismo sexual ou induzidas pela época reprodutiva.

As fêmeas, na maioria dos casos, foram selecionadas pela observação de características externas, como ventre abaulado, poro genital dilatado e vascularizado; os machos pela liberação de sêmen ante leve pressão do abdome.

Reprodução induzida

A indução da reprodução foi feita pelo método da hipofiseção (IHERING *et al.*, 1935; IHERING, 1937 *In* SATO, 1999) através da aplicação intramuscular ou celomática de extrato bruto de hipófises de *Cyprinus carpio* (Cypriniformes). Os machos, quando identificados, receberam dose única em mg/kg dependendo de seu peso. As fêmeas receberam duas doses ou dose única em mg/kg, dependendo do tamanho do espécime, relacionado ao risco de injúrias ou estresse dependendo de seu peso, espaçadas por um período de doze a dezoito horas (WOYNAROVICH & HORVÁTH, 1980).

Para cada espécie, determinou-se o momento da desova através do cálculo das horas-grau (HG), considerando-se a temperatura da água e o tempo até a ocorrência da desova, a partir da segunda aplicação hormonal, ou da dose única (HG = temperatura da água (25-26 °C) x tempo em horas).

A extrusão dos ovócitos e a coleta de sêmen foram executadas manualmente e a fertilização pelo método a seco. A partir de sub-amostras foram estimadas as fecundidades absoluta e relativa, assim como as dimensões dos ovócitos no momento da extrusão e após a fertilização.

Incubação dos ovos

A incubação dos ovos foi efetuada em incubadoras em forma de funil, modelo Woynarovich (1986) com circulação constante de água, cuja a temperatura foi mantida em torno dos 23 graus centígrados. Nestas (com cerca de 20 a 30g de ovos cada) as vazões da água variaram de 0,5 a 1,0 L/min. Imediatamente após a eclosão, uma amostra das larvas foi colocada em béqueres de 5 L, para observações do padrão geral de desenvolvimento e comportamentais relacionadas principalmente aos movimentos dispersivos ou de aquisição de equilíbrio hidrostático da larva recém eclodida.

Variáveis analisadas

A partir das biometrias realizadas nos reprodutores, observações comportamentais em cativeiro e das desovas obtidas e efetivamente fertilizadas resultando em larvas viáveis, foi possível o registro ou estimativa das seguintes variáveis reprodutivas: vocalizações reprodutivas (VOCAL), presença de espículas nas nadadeiras durante o período reprodutivo (ESPICUL.), comprimento total em centímetros dos reprodutores fêmeas (LT, cm), peso corporal em gramas das fêmeas (Wt, g), número dos ovócitos por grama (NOG), fator de condição de Fulton ($K = Wt.100/Lt^3$), peso das gônadas ($WG = \text{peso dos ovócitos extruídos} + \text{peso dos}$

ovócitos não extruídos em g), índice gonadossomático ($IGS = WG.100/Wt$), fecundidade absoluta (FA): número de ovócitos extruídos + número de ovócitos residuais livres na cavidade celomática, após a extrusão; fecundidade relativa ao peso corpóreo em gramas das fêmeas reprodutoras (FRG), diâmetro do ovócito não-hidratado (DONH, μm) e diâmetro do ovo hidratado (DOH, μm), diâmetro do vitelo (DV, μm), espaço perivitelino (EP, μm), espessura do córion (EC, μm), coloração (COROV) e adesividade dos ovos (ADESIOV), presença de capa gelatinosa no mesmo (CGELA), tempo em horas-grau, para a eclosão das larvas a partir da fertilização (TE), comprimento total das larvas recém eclodidas (LTL em μm), movimento vertical das larvas na coluna da água (MOVELAR), adesividade da larva com a tensão superficial ou substrato (ADESILAR).

Análise dos dados

Os dados obtidos pela hipofisação foram tratados através da Análise Multivariada de Agrupamentos (AGRUP) e Análise de Componentes Principais (ACP) (VALENTIN, 2000), aplicados em 23 espécies da bacia do Rio São Francisco hipofisados por Sato *et al* (2003), somados aos dados obtidos neste trabalho, sob as mesmas condições dos autores supracitados, com o intuito da formação de grupos fenéticos que em hipótese refletiriam grupos com aproximações filogenéticas (Sato, 1999) ou pelo menos o pertencer destes a grupos determinados por variáveis reprodutivas comuns relacionadas à estratégias reprodutivas gerais.

A partir de aplicação preliminar de análise dos componentes principais (PCA), utilizou-se a matriz de correlação de Pearson obtida, para se proceder à eliminação de variáveis altamente correlacionadas, adotando-se como critério a eliminação de uma das variáveis quando o coeficiente de correlação se apresentava acima de 0,90. Para definição do número de eixos representativos das análises, observou-se a percentagem de variação total explicada em cada um desses eixos. Foram considerados apenas os eixos que em conjunto explicaram pelo menos 70 % da variação total e, para cada eixo, variáveis que apresentaram alto valor de coeficiente de correlação, foram destacadas como mais representativas.

Sobre a tabela de escores de cada espécie em relação aos eixos obtidos, foi aplicada a análise de agrupamentos, utilizando o índice métrico de distância Euclidiana, considerando pesos proporcionais, no sentido de sumarizar em um único dendrograma, toda a variabilidade expressa inicialmente em gráficos.

Metodologia para considerações filogenéticas.

Para a discussão sobre inferências filogenéticas de atributos reprodutivos foi aplicada a análise multivariada de agrupamentos e componentes principais primeiro separadamente nos Characiformes (Figuras 48 à 51 e tabelas 14 à 18), Siluriformes + Gymnotiformes (Figuras 52 à 55 e tabelas 19 à 23) e depois de maneira a totalizar as espécies hipofisadas da bacia do rio São Francisco (Figuras 56 à 58 e tabelas 25 à 29) no intuito de se verificar atributos congruentes.

Neste trabalho assumiu-se a proposta de HENNING (1966) *IN* AMORIN, 1994) de

análise de atributos ou caracteres para a inferência de padrões filogenéticos relacionados a reprodução em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes.

Espécies hipofisadas.

Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819)

Endêmica da bacia do rio São Francisco esta espécie, pertencente à subfamília Serrasalminae, caracteriza-se por ser a maior espécie entre as piranhas, podendo atingir cerca de 6 quilos, (FERREIRA *et al* 1996). Possui corpo alto com espinho pré-dorsal e cerca de 22 espinhos na quilha ventral, Os exemplares grandes são uniformemente coloridos enquanto que os juvenis possuem manchas negras no flanco e nadadeiras orladas de negro. Caracterizam-se pela voracidade com a qual devoram pedaços de suas presas com seus dentes cortantes (BRITSKI *et al* 1988).

Segundo FERREIRA *et al* (1996) os machos de *Pygocentrus piraya* são encontrados em estágios avançados de maturação gonadal durante o ano todo no reservatório de Três Marias-MG, enquanto as fêmeas são encontradas com frequências maiores nas mesmas condições, durante o período de elevação das águas no reservatório, sendo de desova parcelada.

Myleus micans (Lütken, 1875)

Espécie endêmica da bacia do rio São Francisco, membro da subfamília Serrasalminae, possui corpo muito alto, nadadeira dorsal longa, nos machos, espinhos na quilha ventral, dentes cônicos e coloração uniforme (BRITSKI *et al* 1988). Os membros desta subfamília são herbívoros, alimentam-se de macrófitas e frutos. Pouco se sabe sobre as estratégias reprodutivas da espécie; quanto ao grupo, as escassas informações mencionam ausência de cuidado parental, migrações curtas em direção a riachos e ovos liberados na coluna d'água pelas fêmeas (HUTCHINS *et al*, 2003).

Acestrorhynchus lacustris (Lütken, 1875)

Este membro da família Acestrorhynchidae, composta por carnívoros que habitam preferencialmente ambientes lênticos, no rio São Francisco são registradas duas espécies da família. Apresenta focinho alongado com dentes caninos relativamente grandes separados por dentes cônicos que facilitam a apreensão da presa, ação para a qual contribuem também os dentes do palato, característica que distingue os membros desta família dos demais carnívoros, pode atingir cerca de 27 cm (Britski *et al*, 1988). As escassas informações sobre a biologia reprodutiva do grupo citam baixa fecundidade, desova parcelada (BARROS & SANTOS, 1996), ovos adesivos e ausência de migrações reprodutivas (RIZZO *et al* 2002).

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)

Ocorre principalmente em áreas de remanso e ambientes lênticos, atingindo

cerca de 40 cm (BRITSKI *et al*, 1988). Tem ampla distribuição geográfica na América do Sul (FOWLER, 1950). Constrói ninhos onde depositam os ovos, formando uma massa irregular e o cuidado é efetuado pelos machos (MOREIRA, 1919; DEVINCENZI, 1933 citado por BREDER & ROSEN, 1966). Vários autores citam que a reprodução desta espécie ocorre durante o período chuvoso (NOMURA, 1976 e 1984; CARAMASCHI, 1979) com desova do tipo parcelada (MOREIRA, 1919; AZEVEDO & GOMES, 1934; PAIVA, 1972; CARAMASCHI, 1979). É uma espécie de hábito alimentar piscívoro e insetívoro nas fases mais jovens (ALVIM 1999).

Hoplias lacerdae Miranda-Ribeiro, 1908

Segundo FOWLER (1950) a espécie teria localidade-tipo o rio Ribeira do Iguape, no estado de São Paulo. Ocorre em várias regiões do Brasil, inclusive na bacia do São Francisco onde pode ter se instalado à partir de transposições de fauna ocorridas com a mudança do curso de córregos em função de barramentos (SATO, com. Pess.). Pode atingir 100 cm de comprimento (SANTOS, 1981) e 15 kg de peso corporal (BRITSKI, 1972). Apresenta desova parcelada (GALLI & TORLONI, 1986; SATO & GODINHO, 1988), reproduzindo-se de setembro a fevereiro (GONTIJO *et al.*, 1983) e de setembro a abril (CASTAGNOLLI & CYRINO, 1986; GALLI & TORLONI, 1986).

Leporellus vittatus (Valenciennes, 1850)

Espécie reofílica segundo JÚLIO-JR. *et al* (2003) possui corpo alongado e belo padrão de cores com listas longitudinais negras e manchas avermelhadas ,atinge

cerca de 23 cm. Sua boca é sub-inferior, com dentes incisivos aptos para o hábito da herbivoria, considerado, também quanto à alimentação, um invertívoro generalista (ALVIM, 1999). Possui ampla distribuição nos neotrópicos. São escassas as informações sobre estratégias reprodutivas para a espécie (SATO, 1988).

Trachelyopterus galeatus (Linnaeus, 1766)

Membro da família Auchenipteridae, este siluriforme de cerca de 15 cm consegue sobreviver algumas horas fora d'água, o que lhe confere grande rusticidade e capacidade de invasão. Possui ampla distribuição nos neotrópicos. Quanto a reprodução, segundo a maioria dos autores, esta ocorre durante o período chuvoso, quando a participação máxima das gônadas em relação ao peso corpóreo total chega a valores em torno de 10% (MEDEIROS *et al*, 2003; SILVA & VIANA, 2003). A nadadeira anal dos machos é modificada em um órgão copulador (Britski *et al*, 1988).

Duopalatinus emarginatus (Valenciennes, 1840)

Siluriforme de corpo alongado, com cerca de 35 cm de comprimento médio, longos barbilhões maxilares e dentes no palato para apreensão de presas, provavelmente peixes de pequeno porte. Esta espécie é endêmica da bacia do rio

São Francisco e mesmo dentro desta de ocorrência rara, não sendo encontrada em trechos represados, provável motivo das escassas informações na literatura. Quanto ao grupo, existem várias referências relacionadas aos aspectos reprodutivos (BRITO & BAZZOLI, 2003; SATO *et al.*, 1999, 2003)

Hypostomus francisci (Lütken, 1874)

Pterygoplichthys etentaculatus (Spix & Agassiz, 1829)

Estas duas espécies de cascudos endêmicas da bacia do rio São Francisco, pertencem a família Loricariidae, composta por peixes preferencialmente, porém não exclusivamente, herbívoros que se alimentam raspando o perifíton de rochas e troncos submersos, assim como de pequenos invertebrados bentônicos e materiais orgânicos diversos presentes no substrato, através do aparelho bucal ventral, com formato de ventosa (AZEVEDO 1938, BRITSKI *et al.* 1984, GEIS 1997, HAHN *et al.* 1997, CEMIG/CETEC 2000, ALVIM & PERET 2004). Esta família de Siluriformes manifesta grande variedade de estratégias reprodutivas, conseqüentemente com ampla variação das características relativas às dimensões de ovos e larvas, e à fecundidade das diferentes espécies (IHERING 1928, GEIS 1997, SUZUKI & AGOSTINHO 1997, SATO *et al.* 1998, 2003, SUZUKI *et al.* 2000, CEMIG/CETEC 2000). Segundo GROSS & SARGENT (1985) *in* SUZUKI *et al.* (2000). Em trabalhos realizados sobre reprodução de Loricariidae, o cuidado parental é descrito e 61% relacionado aos machos.

Hypostomus francisci possui corpo totalmente coberto por placas ósseas e

manchas amarelas distribuídas ao longo da superfície corporal, atinge cerca de 40 cm de comprimento total.

Pterygoplichthys etentaculatus possui grandes nadadeiras dorsais e peitorais, corpo e abdome coberto por placas ósseas com odontódeos, assim como *H. francisci*, atinge cerca de 35 cm.

Ambas espécies possuem alto valor comercial para os pescadores da bacia do São Francisco, na região de Três Marias.

Sternopygus macrurus (Bloch & Schneider, 1801) e

Eigenmannia virescens (Valenciennes, 1842)

Espécies pertencentes à família Sternopygidae, Ordem Gymnotiformes, (tuviras, ituís, sarapós, poraquês) cujos membros possuem características sinapomórficas óbvias (nadadeira anal alongada, vísceras compactadas, abertura anal e poro urogenital anteriores, orientação por campo elétrico miogênico ou neurogênico, capacidade de regeneração de partes corporais pós-celômicas, etc.) que fazem com que este grupo seja considerado natural, porém suas relações filogenéticas, tanto internas quanto externas, são motivo de controvérsias (CAMPOS-DA-PAZ & ALBERT, 1998). Quanto à reprodução, os escassos dados encontrados na literatura sobre o grupo, mencionam dimorfismo sexual (PY-DANIEL & FERNANDES, 2005) baixa fecundidade, desova parcelada e possibilidade de reprodução contínua durante o ano sob condições de simulação de “período de chuvas” (KIRSCHBAUM, 1979; 1984; BRITZ *et al* 2000).

Sistemática das espécies analisadas (Reis *et al*, 2003)

Ordem Characiformes:

Família Characidae

Astyanax bimaculatus (Linnaeus, 1758)

Salminus sp (Cuvier, 1816)

Salminus hilarii Valenciennes, 1850

Subfamília Tetragonopterinae

Tetragonopterus chalceus Spix & Agassiz, 1829

Subfamília Bryconinae

Brycon orthotaenia Günther, 1864

Subfamília Serrasalminae

Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819)

Myleus micans (Lütken, 1875)

Família Acestrorhynchidae

Acestrorhynchus lacustris (Lütken, 1875)

Família Erythrinidae

Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix & Agassiz 1829)

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)

Hoplias lacerdae Miranda-Ribeiro, 1908

Família Anostomidae

Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1836)

Leporinus piau Fowler, 1941

Leporinus reinhardti Lütken, 1875

Leporinus taeniatus Lütken, 1875

Leporellus vittatus (Valenciennes, 1850)

Schizodon knerii (Steindachner, 1875)

Família Curimatidae

Steindachnerina elegans (Steindachner, 1875)

Curimatella lepidura (Eigenmann & Eigenmann, 1889)

Família Prochilodontidae

Prochilodus costatus Valenciennes, 1850

Prochilodus argenteus Agassiz, 1829

Ordem Siluriformes

Família Doradidae

Franciscodoras marmoratus (Reinhardt, 1874)

Família Pimelodidae

Conorhynchos conirostris (Valenciennes, 1840)

Pimelodus maculatus La Cepède, 1803

Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829)

Duopalatinus emarginatus (Valenciennes, 1840)

Família Pseudopimelodidae

Lophiosilurus alexandri Steindachner, 1877

Pseudopimelodus charus (Valenciennes, 1840)

Família Heptapteridae

Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)

Família Auchenipteridae

Trachelyopterus galeatus (Linnaeus, 1766)

Família Loricariidae

Hypostomus francisci (Lütken, 1874)

Rhinelepis aspera Spix & Agassiz, 1829

Pterygoplichthys etentaculatus (Spix & Agassiz, 1829)

Ordem Gymnotiformes

Família Sternopygidae

Sternopygus macrurus (Bloch & Schneider, 1801)

Eigenmannia virescens (Valenciennes, 1842)

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da hipofisação de 12 espécies da bacia do Rio São Francisco, obtidos e registrados neste trabalho, somados aos resultados obtidos por SATO *et al* (2003) para outras 23 espécies da mesma bacia estão sumarizados nas tabelas de 1 à 13.

Atributos reprodutivos

Pygocentrus piraya

Em *P. piraya* (Figura 4) os ovócitos obtidos pela extrusão manual, apresentaram a coloração amarela. A fecundidade absoluta média registrada foi de 33.454 ovócitos (Tabela 1), enquanto que o índice gonadossomático médio registrado para as fêmeas da espécie foi 8,97 (tabela 2). FERREIRA *et al* (1996) sugerem, analisando histologicamente a variação dos estádios de maturação da espécie, na mesma região da bacia do rio São Francisco, que o período reprodutivo ocorra de janeiro a abril, tendo a espécie desova parcelada.

Os ovócitos recém extruídos e ainda não hidratados, mediram em média 1,7mm, registrando-se um pequeno aumento de volume destes, após fertilização e hidratação (Tabela 3) Foi verificada a coloração amarela dos ovos e a adesividade, já comentada para a espécie em Rizzo *et al* (2002) além da presença da capa gelatinosa, característica rara em Characiformes (Tabela 5) mas comum em Siluriformes (Rizzo *et al*,2002; SATO *et al* 2003).

Após aproximadamente 44 horas de permanência dos ovos nas incubadoras, foi registrada a eclosão das larvas que em média mediram 1,7mm de comprimento total, com saco vitelínico medindo em média 1,5 mm de diâmetro (Tabela 4) e um padrão incipiente de desenvolvimento geral. Estas permaneceram no fundo dos béqueres de observação, não apresentando movimento vertical na coluna d'água, pois o grande volume do saco vitelínico parece dificultar movimentos até sua

absorção.

A fragilidade ou vulnerabilidade da larva recém eclodida e as dimensões de ovócitos e larvas, assim como características qualitativas como adesividade e coloração dos ovócitos e ausência de movimentos ou órgãos adesivos na larva, são características comuns à espécies que realizam cuidado parental (SATO *et al* 2003) .

Na literatura são encontradas referências sobre a reprodução de Serrasalminae que citam movimentos de corte, construção de ninhos e guarda de ovos e larvas (HUTCHINS *et al* 2003), além de referências sobre a adesividade dos ovos e desova parcelada (LAMAS & GODINHO, 1996). Segundo BAILEY & SANDFORD (1998), em piranhas (gênero *Pygocentrus*), a reprodução ocorre após a construção de ninhos nos quais a fêmea deposita cerca de 1000 ovócitos que são vigiados pelo macho, enquanto a fêmea sai em busca de um novo macho para um novo ritual de reprodução.

Myleus micans (Figura 5).

Após a extrusão dos ovócitos pela pressão exercida no ventre das fêmeas, foram registrados a fecundidade absoluta e relativa ao peso corpóreo para a espécie, 22500 e 42,2 ovócitos, respectivamente em valores médios (Tabela 1). Esses valores são relativamente baixos em comparação à outras espécies do grupo como as dos gêneros *Mylossoma* (REBELLO-NETO, 1979) *Colossoma* (Araújo-Lima &

Goulding, 1998) e *Piaractus* (CASTAGNOLLI & ZUIM, 1985 In RAMIREZ & CARNEIRO, 2002).

Os ovos com cerca 2,3 mm de diâmetro (Tabela 3), são de formato oval, saliência no córion; com capa ou envoltório gelatinoso, têm coloração amarela e são levemente adesivos, adesivos (Figura 36). REBELLO-NETO, (1979) encontrou ovos esverdeados em *Mylossoma* sp. sendo esta coloração mais comumente encontrada em ovos de Myleinae.

Após a fertilização o grau de hidratação registrado, através do aumento do diâmetro dos ovos (Tabela 3), foi pequeno e com cerca de 56 horas de permanência nas incubadoras, foi registrada a eclosão, que ocorre com a saída da larva pela saliência do córion (Fig. 37), projetando inicialmente a cabeça.

As larvas apresentam em média 6,4 mm (Tab.4) de comprimento e são estruturalmente pouco desenvolvidas, sem movimento vertical na coluna d' água, permanecendo inertes, na maior parte do tempo, em contato com o substrato.

A adesividade dos ovócitos, o grande tamanho relativo das larvas recém eclodidas, além dos valores de fecundidade registrados para espécie, são indicativos de algum nível de cuidado parental.

As poucas informações a cerca da reprodução do gênero *Myleus* citam ausência de cuidado parental e ovos demersais liberados ao acaso na coluna d'água ou entre macrófitas, baixa fecundidade, e curtas migrações reprodutivas (HUTCHINS *et al*, 2003; BAILEY & SANDFORD, 1998). BRAGA (2001) cita a importância dos ribeirões afluentes do reservatório de Volta Grande (localizado entre os estados de Minas Gerais e São Paulo), como locais de desova de *Myleus tiete*, que se

prolonga desde os meses de junho até fevereiro. Com relação ao grupo, os gêneros *Colossoma* e *Piaractus*, são importantes na piscicultura brasileira, pois devido ao grande porte, palatabilidade da carne, as técnicas de hipofisacção estão atualmente bem estabelecidas, inclusive com relação à obtenção de espécies híbridas (PINHEIRO *et al*, 1991; ANDRADE & YASUI, 2003).

Acestrorhynchus lacustris (Figura 6).

A fecundidade absoluta para a espécie foi em média de 51000 ovócitos (Tabela 1), relativamente alta se compara com *Acestrorhynchus britski* da mesma bacia (BARROS & SANTOS, 1996). Para os ovos se observou capa gelatinosa e uma coloração peculiar, basicamente marrom, porém com manchas esverdeadas, que talvez auxiliem na camuflagem destes no ambiente, padrão não registrado em nenhuma outra espécie estudada da bacia do rio São Francisco. Foram registrados os valores médios de 1,03 mm e 1,30 mm no diâmetro dos ovos antes e após a hidratação respectivamente (Tabela 3). A adesividade dos ovos foi constatada por Rizzo *et al*, (2002).

As larvas eclodiram após 637 horas-grau, o equivalente a 26 horas, em média, de incubação (Tab.4). Após a eclosão, foram registradas, a movimentação vertical das larvas e a presença de órgão adesivo larval, uma protuberância adesiva na região craniana das mesmas, semelhantes à de *A. bimacualtus* (SATO *et al*, 2003), como características reprodutivas qualitativas presentes nesta espécie.

Erythrinidae: *Hoplias malabaricus* e *Hoplias lacerdae* (Figs 10 e 11)

Para os dois Erythrinidae foram registrados ovos opacos, demersais, esféricos, alaranjados, adesivos e sem capa gelatinosa.

Para *Hoplias malabaricus* registrou-se que após a hidratação de seus ovócitos houve um aumento médio de diâmetro destes de 2,115 à 2,238 mm (Tabela 3) valores próximos aos relatados por DEVINCENZI (1933) citado por BREDER & ROSEN (1966), AZEVEDO & GOMES (1942), IHERING (1937) e VAZZOLER (1996).

A fecundidade absoluta obtida foi, em valores médios de 23086 ovócitos (Tabela 1), condizente com os valores encontrados POR MOREIRA (1919), AZEVEDO (1938), AZEVEDO & GOMES (1942), GODOY (1975), CARAMASCHI (1979) e VAZZOLER (1996). A eclosão das larvas ocorreu, em média, a 1176 ± 19 horas-grau, correspondendo a 49 horas após a fertilização dos ovócitos (Tabela 4), à temperatura d'água de 24 °C. Na literatura os dados sobre o tempo de eclosão das larvas variam com a temperatura em que se desenvolveu cada experimento: 52 h à temperatura de cerca de 21,5 °C e em 22-24 h a 26-28 °C (AZEVEDO & GOMES, 1942), em 4 dias a 20-21 °C (MOREIRA, 1919), em 30 h a 26-30 °C (IHERING, 1937), depois de 50-52 h a 21,5-27 °C (GODOY, 1975).

No momento da eclosão, as larvas mediram em média 6,611 mm de comprimento total, apresentando saco vitelino com diâmetro médio de 1,727mm (Tabela 4). Segundo MOREIRA (1919), larvas recém eclodidas de *H. malabaricus* medem de 6 a 8 mm de comprimento total, valores próximos aos encontrados

também por AZEVEDO & GOMES (1942), (7,4 mm), porém diferentes dos valores encontrados por GODOY (1975), 3-4mm.

O diâmetro do ovo de *Hoplias lacerdae*, após a hidratação passou de 2,276 para 2,552 mm (valores médios) (Tabela 3). A fecundidade absoluta média encontrada foi de 13336 ovócitos (Tabela 1). A eclosão das larvas deu-se, em média a 1219 ± 40 horas-grau, correspondendo a 50,8 horas após a fertilização dos ovócitos, à temperatura d'água de 24 °C e, neste momento, mediram, em média, 6,944 mm de comprimento total (Tabela 4). As larvas não apresentaram movimentos verticais na coluna d'água, assim como a espécie anterior. Para nenhuma das espécies de Erythrinidae supracitadas foi registrado órgão adesivo larval craniano característico, como observado em *Acestrorhynchus lacustris*, porém existem observações de adesividade nesta região da anatomia das larvas (GOMES *et al* 2006).

Leporellus vitattus (Fig. 16)

Para esta espécie foi registrada fecundidade absoluta média de 53.800 ovócitos, cinza-escuros, não adesivos e sem capa gelatinosa (Figura 39), que sofreram considerável aumento de diâmetro após fecundação e hidratação, passando de 1,13 mm para 3,11 mm, em média, característica comum em espécies de ovócitos livres ou não adesivos (Rizzo *et al* 2002, SATO *et al*, 2003). Após 483 horas-grau, ou 21 horas, em média, ocorreu a eclosão dos ovócitos, dando origem a

larvas com padrão incipiente de desenvolvimento ontogenético (Figura 40), medindo cerca de 3,5 mm (tabela 4), que assim que se libertaram do córion, passaram a realizar migrações na coluna d'água, não apresentando porém, órgão adesivo larval. Tais características reprodutivas registradas neste trabalho e também por SATO (1988) para esta espécie, refletem o padrão geral registrado para Anostomidae (SATO *et al*, 2003).

Trachelyopterus galeatus (Figura 24) .

Em condições de laboratório e sob técnicas de hipofisacção e extrusão manual dos ovócitos, a baixa fecundidade absoluta, cerca de 3.100 ovócitos (Tab. 8), foi uma das características reprodutivas marcantes desta espécie, de fecundação interna realizada pelo gonopódio do macho. Os ovos mensurados, apresentaram cor amarelo-escuro, adesividade e capa gelatinosa comum aos Siluriformes (SATO *et al*, 2003; Rizzo *et al* 2002) medindo em média, 2,3 e 3,3 mm, antes e após fertilização, respectivamente (Tab. 10). Com cerca de 3051 horas-grau ou 127 horas de incubação, ocorreu a eclosão dos ovos, um tempo longo de eclosão, condizente com o esperado para uma espécie de fecundação interna, não se sabe qual o período de retenção dos ovos fecundados pela fêmea e tão pouco em que condições de desenvolvimento estes são liberados. Na literatura, os trabalhos reportam as variações de IGS e determinação de período reprodutivo (ARAÚJO *et al*, 2000; MEDEIROS *et al*, 2003; SILVA & VIANA, 2003). Em laboratório as larvas recém eclodidas mediram em média 4,2 mm (Tab 11) não apresentando movimentos

verticais na coluna d'água e nem adesividade craniana para com o substrato ou tensão superficial.

Duopalatinus emarginatus (Figura 29).

Para *D. emarginatus* se registraram ovos de coloração amarelo clara, livres e com capa gelatinosa hialina de grande dimensão (Figura 40). Com a hidratação, os valores médios destes passaram de 1,260 mm à 1,829 mm (Tab. 10)

A eclosão das larvas de *D. emarginatus* ocorreu, em média, com 494 horas-grau, correspondendo a 20,5 horas após a fertilização dos ovos, à temperatura d'água de 24 °C (Tab. 11). As larvas recém eclodidas de *D. emarginatus* mediram em média, 2,565 mm de comprimento total, possuindo saco vitelino com diâmetro médio de 0,723 mm e apresentando olhos, nadadeiras e pigmentação com padrões primários de desenvolvimento (Figura 42, Tabela11).

A fecundidade relativamente alta registrada para *D. emarginatus*, cerca de 187.000 ovócitos em valor médio (Tab.8), é condizente com espécies que não realizam cuidado parental (SATO *et al*, 2003).

Escassas são as referências reprodutivas ou auto-ecológicas para espécie (GARADI & NUNES, 1986), para a qual se registrou, neste trabalho padrão reprodutivo semelhante à outros pimelodídeos da bacia do rio São Francisco, como os do Gênero *Pimelodus* e *Pseudoplatistoma* (SATO & GODINHO, 1988, 2003; SATO *et al*, 2003), com exceção do tamanho da larva recém eclodida.

Hypostomus francisci e *Pterygoplichtys. etentaculatus* (Figs. 31 e 32).

Foi constatado no presente trabalho que os ovos de *H. francisci* e de *P. etentaculatus* são opacos, demersais, esféricos, alaranjados e fortemente adesivos, apresentando capa gelatinosa, características qualitativas compartilhadas por várias outras espécies de Loricariidae (AZEVEDO 1938, AGOSTINHO *et al.* 1982, DA-CRUZ & LANGEANI 2000, SUZUKI *et al.* 2000). Em *R. aspera*, porém, os ovos são relativamente menores e de coloração amarelo tênue, mas para estes também se registraram adesividade e a presença de capa gelatinosa ou dupla membrana, conforme já destacado por SATO *et al.* (1998).

As duas espécies estudadas apresentaram valores médios de IGS de 11,79% e 7,01% respectivamente para *H. francisci*, *P. etentaculatus* (Tab. 9) valores estes mediamente coincidentes com os encontrados na literatura para vários outros Loricariidae: AZEVEDO (1938), AGOSTINHO *et al.* (1982), MAZONI & CARAMASCHI (1997), SUZUKI *et al.* (2000).

Com a hidratação, os valores médios de diâmetro dos ovos de *H. francisci* passaram de 3,5 mm a 3,77 mm, enquanto que os de *P. etentaculatus*, passaram de 3,34 mm a 3,57 mm (Tab. 10). O aumento nos diâmetros dos ovócitos, após a hidratação, foi pequeno nestas duas espécies, fato também observado para os ovos de *Hypostomus plecostomus* por AZEVEDO (1938).

A eclosão das larvas de *H. francisci* ocorreu, em média, com 2122 horas-grau, o que corresponde a 88,4 horas após a fertilização dos ovócitos (Tab. 11), à

temperatura d'água de 24 °C. As larvas recém eclodidas de *H. francisci* mediram em média, 6,32 mm de comprimento total, possuindo saco vitelino com diâmetro médio de 3,4 mm, com abertura bucal e movimentos operculares observados ainda antes da eclosão.

A eclosão das larvas de *P. etentaculatus* ocorreu, em média, a 3744 horas-grau, correspondendo a 144 horas após a fertilização dos ovócitos, à temperatura d'água de 24 °C, medindo em média 8,16 mm de comprimento total (Tab. 11), apresentando saco vitelino com diâmetro médio de 3,15 mm. Para *P. etentaculatus*, também se registraram a presença de abertura bucal funcional com movimentos operculares e fixação ao substrato logo após a eclosão das larvas assim como o padrão geral de desenvolvimento das nadadeiras (Figura 46), possibilitando movimentos coordenados a partir do rompimento do córion . Para nenhuma das espécies de Loricariidae supracitadas se registraram movimentos verticais na coluna d'água ou órgão adesivo larval.

Eigenmannia virescens e *Sternopygus macrurus* (Figuras 34 e 35).

Os indivíduos capturados durante os meses de novembro à janeiro foram hipofisados com dose única de EBHC (6 mg/kg) injetados na cavidade celômica de maneira indiscriminada por todo o plantel de ambas as espécies. Os resultados relacionados à pratica da hipofisação foram inconclusivos, pois as taxas de fertilização foram muito baixas para ambas as espécies, necessitando-se de um aprimoramento quanto às técnicas de hipofisação para tais.

A partir das desovas obtidas, registrou-se valores médios de fecundidade da ordem de 998 ovócitos para *E. virescens* e 558 ovócitos para *S. macrurus*, com Índice gonadossomático médio de 9,8 e 8,3 para *E. virescens* e *S. macrurus* respectivamente. Quanto aos ovos, foi registrado o valor médio de 1,8 mm de diâmetro para *E. virescens* e 3,0 mm para *S. macrurus*, estes eram amarelos, sem capa gelatinosa e adesivos (Figura 46). As larvas recém eclodidas mediram em média 5,0 mm e 6,6 mm respectivamente, sendo que as larvas de *E. virescens* levaram em média 1433 horas-grau para eclosão, enquanto que para *S. macrurus* a eclosão se deu, em média, após 2433 horas-grau, observando-se padrão de desenvolvimento geral primordial ou incipiente para as duas espécies.

Não foi registrado, nestes experimentos, movimentos verticais ou presença de órgão adesivo larval para estas espécies, porém BRITZ *et al* (2000) sugerem a existência de células adesivas espalhadas pela região craniana em Gymnotiformes, não reunidas em um órgão larval característico.

Pelas características de baixíssima fecundidade, principalmente em se tratando de *S. macrurus*, e dimensões de ovócitos e larvas, sugere-se existência de cuidado parental nestes dois Sternopigidae da bacia do rio São Francisco.

CRAMPTON & HOPKINS (2005) registraram ninhos para espécies do gênero *Gymnotus*, contendo juvenis vigiados pelos machos, indicam ainda a provável co-habitação de proles concebidas distintamente ou resultantes de pelo menos dois eventos reprodutivos distintos, cujos juvenis recebem a proteção dos machos.

Padrões reprodutivos em peixes da bacia do São Francisco.

Characiformes.

A ordem Characiformes, cujos fósseis mais antigos remontam a 100 milhões de anos, provavelmente teve suas origens e talvez boa parte de sua diversificação antes da total separação dos continentes Africano e Sulamericano (ORTÍ, 1997). Atualmente Characiformes são encontrados em águas tropicais do Texas e México, no continente Norte Americano, sendo amplamente distribuídos pela América Central, do Sul e África (HUTCHINS *et al* 2003). Dentro da ordem, as espécies variam grandemente quanto à morfologia e aos nichos ecológicos ocupados, sendo considerados em, VARI (1998) o grupo com maior diversidade morfológica em Ostariophisi. Provavelmente devido a este fator, a classificação de cerca de 1.300 espécies neotropicais e 176 africanas dentro de Characiformes é controversa e complexa (HUTCHINS *et al* 2003). Segundo VARI (1998), os Characiformes africanos são menos diversificados que os Neotropicais, talvez devido aos intensos fenômenos geológicos ocorridos no continente Sul-americano nos últimos 90 milhões de anos que provavelmente ocasionaram fenômenos de vicariância diversas vezes pela mudança em divisores de águas, transgressões e regressões marinhas, entre outros (LUNDBERG *et al*, 1998), ou por extinções de diversos grupos próximos aos atuais, que possivelmente habitavam também o continente africano, restando pouca variabilidade (ORTÍ, 1997), haja visto que os Characiformes africanos

compartilham apomorfias, portanto, sinapomorfias que refletem sua condição monofilética.

Quanto ao padrão reprodutivo, segundo a literatura, (HUTCHINS *et al* 2003) a maioria dos Characiformes é constituída por espécies pelagófilas (*sensu* BALON 1985) sem cuidado com suas unidades de reprodução, muitos escondem seus ovos entre macrófitas. As exceções são os membros da família Erythrinidae e Hepsetidae que apresentam especializações reprodutivas comportamentais como construção e defesa de ninho. Segundo alguns autores, essa pode ser uma condição plesiomórfica dentro da ordem (WINEMILLER 1989; VASCONCELLOS, 2003).

Análise de agrupamentos em Characiformes

Aplicando-se a análise multivariada de agrupamento, utilizando o coeficiente de Manhattan, em indivíduos pertencentes a 6 famílias e 4 subfamílias totalizando 21 espécies de Characiformes neste trabalho, obteve-se o dendrograma observado na figura 48 formado pelos seguintes grupos:

Grupo 1- Formado apenas pela espécie *A. bimaculatus*, para qual se registra a presença de capa gelatinosa envoltória nos ovos, uma condição excepcional dentro de Characiformes compartilhada, dentre todos os 21 Characiformes hipofisados neste trabalho, apenas por *Pygocentrus piraya* e *Myleus micans*, pertencentes à sub-família Serrasalminae e em *Acestrorhynchus lacustris* Acestrorhynchidae do rio São Francisco. Considerando-se que este carácter é comum em Cypriniformes e Siluriformes (RIZZO *et al* 2002, SATO *et al*, 2003), que

juntos com Characiformes descendem de uma base ancestral comum com Gonorynchiformes (FINK & FINK 1981) supõe-se que este é um carácter plesiomórfico em Characiformes, sendo, portanto a ausência deste carácter uma sinapomorfia registrada, neste trabalho, em 17 das 21 espécies hipofisadas desta referida ordem.

Grupo 2- Formado pelas espécies *Brycon. orthotaenia*, *Salminus* sp e *Salminus hilarii*, para as quais se registraram atributos reprodutivos quantitativos e qualitativos muito próximos como ovos não adesivos, de coloração esverdeada, com grande espaço perivitelínico e potencial de hidratação, larvas que se movimentam na coluna d'água, para as quais se registra também a presença de órgão adesivo. Nos machos ocorrem espículas nas nadadeiras durante o período reprodutivo, uma condição provavelmente plesiomórfica, já que comum em Osthariophysi como Gonorhynchiformes, Cypriniformes, Characiformes e Mookokideos (Siluriformes), mas não registrados em Gymnotiformes, sendo mencionados como tubérculos nupciais (FINK & FINK, 1996). Estes Characiformes apresentam padrões comuns quanto a caracteres relacionados à movimentação das larvas, o que também é válido para *A. bimaculatus* que também possui glândula adesiva larval proeminente. A glândula adesiva craniana pode diminuir os gastos energéticos em relação à permanência em ambientes favoráveis como áreas mais oxigenadas da coluna d'água ou áreas de refúgio (BALON, 1985). A proximidade filogenética dos gêneros *Salminus* e *Brycon* é suportada por dados provenientes da citogenética (ORTÍ, 1997; ORTÍ & MEYER, 1997 In WEITZMAN & MALABARBA, 1998).

Grupo 3 – Formado apenas pela espécie *Acestrorhynchus lacustris*, único representante, no presente trabalho, da família Acestrorhynchidae. Possui como

características reprodutivas a alta fecundidade, movimentos larvais e órgão adesivo larval, assim como a coloração peculiar dos ovócitos. Segundo ORTÍ (1997) os dados relacionados à análise de DNA mitocondrial sugerem parentesco entre Acestorhynchidae e Alestiidae africano cujas poucas informações sobre padrões reprodutivos citam sazonalidade, ovos não adesivos e demersais (DURAND, 1978).

GRUPO 4 – Formado pelas espécies *Tetragonopterus chalceus* (Tetragonopterinae), *Steindachnerina elegans* e *Curimatella lepidura* (Curimatidae) que têm em comum ovos adesivos e amarelos, altos valores de fecundidade relativa e registro de movimento larval na coluna d'água. O menor grau de dissimilaridade, dentro do grupo, se deu em relação aos dois curimatídeos (Fig 48).

Grupo 5- Formado por 8 espécies, sendo 6 Anostomidae e 2 Prochilodontidae, que junto com Curimatidae formam um grupo derivado com afinidades filogenéticas relatadas e discutidas por vários autores (ROBERTS 1973, VARI, 1983; ORTÍ & MEYER, 1997 citados por VARI 1998; ORTÍ, 1997). Quanto aos atributos reprodutivos, têm como sinapomorfia as vocalizações reprodutivas, e compartilham características como altos valores de fecundidade absoluta, ovos pequenos, e curto até a eclosão, dando origem a larvas com padrão incipiente de desenvolvimento geral, que realizam movimentos na coluna d'água, o que favorece a dispersão, impulsionada pelas correntes dos locais de reprodução, até lagoas marginais e outras áreas de refúgio e alimentação à jusante. Os ovos são livres (com exceção de *Schizodon*, provavelmente um litófilo cujos ovos são fortemente adesivos), e de coloração acinzentada, denunciando a escassez de carotenóides, talvez desnecessários pelo ambiente oxigenado das desovas.

Esses atributos reprodutivos registrados para ovos, larvas e fecundidade, pela classificação de BALON (1985) seriam plesiomórficos, porém argumenta-se se tais condições não seriam derivadas, a partir de um ancestral k-estrategista (*sensu* MACARTHUR & WILSON, 1967 *In* PIANKA 2000); neste sentido os ovos amarelos contendo carotenóides em *S. elegans* e *C. lepidura*, seria uma pista para as condições ancestrais deste grupo, já que este é um caracter comum em ovos de espécies de equilíbrio (SATO, 1999; VASCONCELLOS; 2003; SATO *et al*, 2003).

Grupo 6- Formado por três Erythrinidae: *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae* e *Hoplerythrinus unitaeniatus* que têm como atributos reprodutivos a baixa fecundidade, principalmente o gênero *Hoplias*, ovos alaranjados, denunciando grandes quantidades de carotenóides (BALON, 1985), o elevado tempo para a eclosão e larvas de grandes dimensões, sobre as quais é exercido o cuidado parental só registrado na literatura, em Characiformes, para Erythrinidae, Hepsetidae, Lebiasinidae e Serrasalminae (MERRON *et al* 1990; BAILEY & SANDFORD, 1998, HUTCHINS *et al* 2003, VASCONCELLOS 2003). Excetuando Serrasalminae, todos os táxons acima citados têm relação filogenética próxima, pertencendo à superfamília Erythrinioidea (BUCKUP, 1998 *In* GAYET *et al* 2003), considerada basal dentro da ordem.

Characiformes africanos formam um grupo considerado monofilético (VARI, 1998) e Hepsetidae, deste continente, possui relações filogenéticas evidentes com Erythrinidae sul-americano. Segundo GAYET & JÉGU (1997) citado por LUNDEBERG (1998) fósseis reconhecidos como Erythrinidae remontam ao Cretáceo (100 a 65 milhões de anos), sendo uma das mais significativas e antigas evidências da origem

e diversificação dos Characiformes. Esses fatos corroboram com a percepção do caráter conservativo dos caracteres reprodutivos, sendo observada certa proximidade de atributos como construção de ninhos, cuidado parental, baixa fecundidade, ovos grandes entre outros, mesmo entre Characiformes separados por um oceano e por pelo menos 100 milhões de anos (ORTÍ, 1997), como é o caso entre Hepsetidae e Erythrinidae (VASCONCELLOS, 2003).

Por se tratar de uma família considerada primitiva, WINEMILLER (1989) considera a hipótese de que os Characiformes teriam evoluído a partir de proto-guardadores de ninho.

Grupo 7- Composto por *Pygocentrus piraya* e *Myleus micans* agrupados sob a mesma subfamília a Serrasalminae pela maioria dos autores (ORTÍ, 1997). Segundo o autor supracitado, esta subfamília pode ser dividida em três grupos, sendo o grupo das piranhas (Incluindo o gênero *Pygocentrus*) mais relacionado aos pacús do gênero *Myleus* e o terceiro grupo, composto pelos gêneros *Mylossoma*, *Piaractus* e *Colossoma* considerado derivado (PERES, 2005). As relações filogenéticas entre Serrasalminae e outros grupos Neotropicais é controversa, as análises de material genético demonstram não haver relações próximas de parentesco e provavelmente, como mostra o registro fóssil, o grupo das piranhas e pacús tenha se diversificado antes da separação dos continentes Sulamericano e Africano, ocorrendo posteriormente a extinção deste grupo no último continente citado (ORTÍ, 1997)

Myleus micans e *P. piraya* têm como padrão reprodutivo geral a baixa fecundidade, ovos amarelos (presença de carotenóides), adesivos e de dimensões

consideráveis, tempo elevado de embriogenia e larvas grandes que permanecem na região de eclosão, sendo que todas as variáveis quantitativas têm valores médios superiores para *M. micans* (Tabelas de 1 a 5). Estes atributos são considerados modernos segundo BALON (1985) e à condição de atributos reprodutivos apresentada por espécies como as dos gêneros *Colossoma*, *Piaractus* e *Mylossoma* (PINHEIRO *et al*, 1991; ANDRADE & YASUI, 2003) seria primitiva. Mas se este último grupo é derivado, segundo alguns autores, então temos um paradoxo, pois o grupo considerado derivado apresenta atributos reprodutivos ancestrais em relação ao grupo considerado primitivo. O mesmo paradoxo foi observado por VASCONCELLOS (2003) em relação a três Erythrinidae.

Análise multivariada de componentes principais em Characiformes.

Através da análise de componentes principais, foi possível observar a tendência de dispersão dos pontos (espécies) em relação às variáveis reprodutivas mais representativas da diversidade dos dados obtidos pelas técnicas de hipofisação em Characiformes. Observa-se pela figura 49 que as espécies plotadas em função do primeiro e segundo componentes principais, que explicam 55 % da variabilidade, formam basicamente três grupos que refletem três estratégias reprodutivas básicas ou três guildas gerais: Grupo 1 formado por espécies de porte médio a grande, com altos valores de fecundidade, ovos de pequenas dimensões, de coloração verde ou cinza, o que sugere baixa concentração de carotenos (BALON, 1985), geralmente não adesivos, curto tempo de embriogênese e larvas pequenas com padrão incipiente de

desenvolvimento. As espécies constituintes deste grupo são: *Brycon orthotaenia*, *Saminus* sp, *Salminus hilarii*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus piau*, *Leporinus reinhardti*, *Leporinus taeniatus*, *Leporellus vittatus*, *Prochilodus costatus* e *Prochilodus argenteus*. De maneira geral são espécies com reprodução anual, que realizam migrações curtas ou longas até as regiões de cabeceira como *Salminus* sp (SATO *et al* 2003). Tais características se aproximam das relacionados à espécies conceituadas por WINEMILLER (1989) e WINEMILLER & ROSE (1992) como sazonais.

Grupo 2- Formado por *Astyanax bimaculatus*, *Acestrorhynchus lacustris*, *Tetragonopterus chalceus*, *Steindachnerina elegans*, *Curimatella lepidura*, espécies de pequeno porte (com exceção de *Schizodon knerii*, integrante deste grupo), com altos valores para fecundidade relativa, ovos pequenos, adesivos e coloração variando entre o amarelo, o cinza e o marrom. As larvas têm curto período de embriogenia, pequeno porte, movimentos dispersivos e glândulas adesivas, com poucas exceções. São espécie que não necessitam realizar migrações (SATO *et al* 2003) e de maneira geral têm mais de um evento reprodutivo ao ano, coincidindo com os atributos dos oportunistas (*sensu* WINEMILLER 1989 e WINEMILLER & ROSE, 1992).

Grupo 3- Formado pelas espécies *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae* (Erythrinidae), *Pygocentrus piraya* e *Myleus micans* (Serrasalminae) para as quais se registram basicamente as baixa fecundidades absoluta e relativa, ovos de grandes dimensões, invariavelmente amarelos e adesivos que dão origem, após um longo período de embriogênese, a larvas de grandes dimensões, que, com exceção de *H. unitaeniatus*, não realizam movimentos

na coluna d'água. Para todas as espécies do grupo se registra cuidado parental e construção de ninho com exceção de *M. micans* cujo sítio de reprodução jamais foi observado, mas pela proximidade das variáveis, presume-se algum nível de cuidado parental para esta espécie, comportamento este característica fundamental dos estrategistas de equilíbrio (*sensu* WINEMILLER 1989 e WINEMILLER & ROSE, 1992).

As espécies que formam este último grupo têm o predicado “primitivo” associado a seus estudos dentro da ordem e os fósseis remontam o surgimento e diversificação antes da ruptura da gondwana (cerca de 100 milhões de anos) (ORTÍ, 1997; GAYET & JÉGU, 1997 em LUNDEBERG, 1998) e paradoxalmente, como já foi discutido anteriormente, apresentam atributos reprodutivos conceituados como derivados (BALON, 1985) o que reforça a hipótese de que na base ancestral da ordem Characiformes estaria um grupo, de proto-guardadores (WINEMILLER 1989, VASCONCELLOS 2003).

Aplicando-se a análise de agrupamentos sobre os escores das espécies em cada componente principal de maneira a expressar em um dendrograma, pelo menos 80% de toda a variabilidade registrada, foi obtido o agrupamento dos Characiformes (Figura 51) que mostra dois grandes grupos dissimilares formados, por um lado, por espécies para as quais se registram baixos índices de fecundidade, ovos grandes, adesivos e amarelos, larvas de grandes dimensões e longo período para a eclosão: *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae*, *Pygocentrus piraya* e *Myleus micans*), de acordo com a proposta de BALON (1985) esses são alguns dos atributos básicos em guardadores; e espécies com grandes valores de fecundidade, ovos e larvas pequenos, com curto período de tempo para a

eclosão: *Astyanax bimaculatus*, *Acestrorhynchus lacustris*, *Tetragonopterus chalceus*, *Steindachnerina elegans*, *Curimatella lepidura*, *Schizodon knerii*, *Brycon orthotaenia*, *Saminus* sp, *Salminus hilarii*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus piau*, *Leporinus reinhardti*, *Leporinus taeniatus*, *Leporellus vittatus*, *Prochilodus costatus* e *Prochilodus argenteus*. Esses atributos reprodutivos, segundo Balon (1985) seriam primitivos.

Espécies com alta fecundidade, ovos sem carotenóides, curto tempo de embriogênese e larvas com órgãos e comportamentos para a dispersão podem ser especializações ou atributos selecionados positivamente pelas características altamente sazonais das bacias hidrográficas neotropicais, com toda sua dinâmica de cheias e drástica modificação de microhabitats, comunicação temporária com ecossistemas adjacentes como lagoas marginais, brejos e alagadouros que oferecem condições diversas as das calhas dos rios e são berçário e refúgio de larvas e juvenis de várias espécies adaptadas e porque não especializadas em função desta realidade ambiental.

Siluriformes

Dentro de Osthariophysi, a ordem Siluriformes é a mais diversificada e amplamente distribuída, com aproximadamente 30 famílias, 412 gêneros e mais de 2400 espécies (NELSON, 1994). A maior diversificação de espécies é registrada nas regiões sul-americanas, África e sudeste da Ásia (PINNA, 1998). Os fósseis mais antigos remontam ao cretáceo superior, cerca de 65 milhões de anos. FINK & FINK

(1981) sugerem uma monofilia evidente entre Characiformes e Siluriformes, sendo Siluriformes mais recente que Characiformes, que junto com Cypriniformes e Gonorrhynchiformes formam a Superordem Ostariophysi. Os Siluriformes neotropicais formam uma assembléia relacionada a 12 grupos monofiléticos, mas não uma unidade monofilética (HUTCHINS *et al* 2003).

Quanto as estratégias reprodutivas, a imensa maioria é de espécies guardadoras de ninho ou apresenta estratégias relacionadas como os carregadores bucais que, segundo BALON (1985), derivariam de guardadores de ninho. O caráter precoce em Siluriformes, com todos seus caracteres reprodutivos, parece ser a condição basal da Ordem, talvez uma sinapomorfia do grupo dentro de Ostariophysi.

Gymnotiformes

Trabalhos recentes têm posicionado Gymnotiformes como grupo irmão de Siluriformes (HUTCHINS *et al*, 2003) ambos derivados de estoques ancestrais provavelmente relacionados à Characiformes (NELSON, 1994).

Todos os fósseis conhecidos e espécies de Gymnotiformes existentes restringem-se aos neotropicais, encontrando-se maior diversidade na grande bacia amazônica. Os dados referentes a sua biogeografia e sistemática, sugerem uma origem sul-americana, a partir de ancestrais proximalmente relacionados com os atuais “catfishes” (Siluriformes), há aproximadamente 100 milhões de anos (durante o Cretáceo superior), quando afloravam os ramos da atual ictiofauna neotropical e se dava a separação entre América do Sul e África (FINK & FINK, 1981; MAISEY, 1993,

citados por CAMPOS-DA PAZ & ALBERT, 1998). Segundo LUNDBERG *et al* (1998), os Gymnotiformes tiveram sua grande especiação e dispersão durante o Cenozóico, quando a América do Sul estava isolada e a moderna Bacia Amazônica se formou.

Quanto a padrões reprodutivos, os escassos trabalhos encontrados na literatura mencionam a construção de ninhos, cuidado parental (KIRSCHBAUM, 1979; 1984; BRITZ *et al* 2000; HUTCHINS *et al*, 2003 CRAMPTON & HOPKINS, 2005), provavelmente sendo então a precocidade (*sensu* BALON, 1985) a característica reprodutiva basal para o grupo.

Análise multivariada de agrupamentos em Siluriformes e Gymnotiformes

Aplicando-se a análise multivariada de agrupamento, utilizando o coeficiente de Manhatam, sobre as variáveis reprodutivas em indivíduos pertencentes a 4 famílias, totalizando 12 espécies de Siluriformes e duas espécies da ordem Gymnotiformes, obteve-se o dendrograma observado na figura 52 formado pelos seguintes grupos :

Grupo 1- Formado pela espécie *Conorhynchos conirostris*, da família Pimelodidae, apresenta grande porte, alta fecundidade, ovócitos pequenos, livres, com tempo curto para a eclosão, e larvas que apresentam movimentos verticais na coluna d'água (Tabelas 8 a 12).

Para os ovos, registram-se a coloração amarela o que é padrão em Siluriformes, sendo este, provavelmente um atributo plesiomórfico nesta espécie, pois relaciona-se à presença de carotenóides.

MIKULIN & SOIN (1975) relacionam os carotenóides, presentes em ovos de teleósteos às reações oxidativas, sendo encontradas maiores concentrações destes lipídeos em ovos de grandes dimensões, devido à relação superfície/volume, ou em ovos de espécies guardadoras, que se encontram comumente sujeitos a menores concentrações de oxigênio. BALON (1985) classifica os carotenóides como pigmentos respiratórios. Portanto, têm uma implicação funcional e ecológica, relacionada aos sítios de reprodução, indispensáveis na composição de vitelo de ovos depositados em ambientes pouco oxigenados, como ninhos ou aberturas bucais, que dependem de programas comportamentais como “churning” (BALON, 1985) ou o movimento incessante de nadadeiras para auxiliar na oxigenação, mas talvez dispensáveis em ambientes oxigenados.

Considerando que a condição basal para a ordem estaria mais relacionada a espécies guardadoras e aos atributos reprodutivos derivados desta condição, presume-se que *C. conirostris* apresenta padrão reprodutivo apomórfico dentro de Siluriformes, que contrastam com os caracteres plesiomórficos da cor do ovo e da presença de capa gelatinosa, provavelmente simplesiomórficos em Siluriformes.

Grupo 2- Formado pela espécie *Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae para a qual se destacam entre os atributos reprodutivos desta espécie, o comprimento total médio e a fecundidade absoluta, que ultrapassa um milhão e meio de ovócitos (Tabela 8).

Os ovos são amarelos e livres, as larvas são pequenas e realizam movimentos verticais após a eclosão. Para esta espécie, assim como para a anterior, considera-se o padrão reprodutivo registrado como apomórfico dentro de

Siluriformes e sinapomórfico dentro de Pimelodidae, como se discutirá mais adiante.

Grupo 3- Formado por *Franciscodoras marmoratus* membro da família Doradidae, reconhecida como monofilética (PINNA 1998) incluída na superfamília Doradoidea que integra Achenipteridae, Ageneiosidae e Mochokidae, com fecundação interna em Achenipteridae (BRITSKI *et al* 1988) e Ageneiosidae (PLANQUETTE *et al* 1996), para Mochokidae, a literatura registra a baixa fecundidade e o longo tempo de embriogenia (HUTCHINS *et al* 2003). *Synodontis multipunctatus* deposita seus ovos entre os ovos de ciclídeos, no lago Tanganica, e são incubados bucalmente junto com os ovos destes indivíduos, exercendo intensa predação, após a eclosão, dentro da boca da “madrasta” (HUTCHINS *et al*, 2003). *Franciscodoras marmoratus* é caracterizado pelas placas ósseas na lateral do corpo formando uma seqüência de espinhos. Apresenta características reprodutivas intermediárias, pois apesar da baixa fecundidade absoluta a fecundidade relacionada ao peso das fêmeas reprodutoras é alto se comparado aos Siluriformes estudados neste trabalho (Tabela 8), os ovos são pequenos, porém amarelos e adesivos, no entanto o tempo de embriogênese é relativamente longo, próximo ao de espécies que realizam cuidado parental (Tabela 11) e as larvas são pequenas e realizam movimentos dispersivos como as de espécies pelagófilas (*sensu* BALON, 1985) Os atributos reprodutivos desta espécie são um mosaico de plesiomorfias e apomorfias em relação à ordem. Para *Ambliodoras hancockii* a reprodução envolve a construção de um ninho de bolhas entre a vegetação e os ovos são vigiados pelo macho até a eclosão (HUTCHINS *et al*, 2003)

Grupo 4- Formado por *Pimelodus maculatus* e *Duopalatinus emarginatus*

espécies da família Pimelodidae (PINNA 1998), que apresentam porte mediano e padrão de reprodução semelhantes à *C. conirostris* e *P. corruscans*, com baixos valores de IGS, mas altos valores de fecundidade absoluta e número de ovócitos por grama de desova (tabela 8), o tempo de embriogênese é curto e as larvas são pequenas com movimentos dispersivos. Os ovos são livres e amarelos, o que reforça a hipótese de que o padrão que envolve ovos pequenos, alta fecundidade, curto tempo de embriogênese é sinapomórfico em Pimelodidae, pois ovos amarelos em hipótese são remanescentes dos padrões reprodutivos primitivos.

Grupo 5- Formado por *Pseudopimelodus charus* e *Rhamdia quelen* representantes das famílias Pseudopimelodidae e Heptapteridae (BOCKMANN & GUAZZELLI 2003), antes incluídas como subfamílias em Pimelodidae (PINNA 1998), respectivamente. Possuem porte médio, altos valores de IGS e proximidades quanto a variáveis quantitativas relacionadas à ovos e larvas. (tabelas 10 e 11) quanto as variáveis qualitativas os ovos apresentam coloração verde esmeralda em *P. charus*, uma autapomorfia nesta espécie em relação à Siluriformes, e amarelos em *Rhamdia*, condição provavelmente simplesiomórfica em Siluriformes. As larvas de ambas espécies realizam movimento vertical na coluna d'água, condição provavelmente sinapomórfica em relação à Pimelodidae e plesiomórfica em Ostariophysii.

Grupo 6- Composto pela espécie *Trachelyopterus galeatus*, representante da família Auchenipteridae, com relações com Doradidae, Ageneiosidae (PINNA, 1998), compartilhando com esta última o carácter reprodutivo categórico “fecundação interna” (BRITSKI *et al* 1988; PLANQUETTE *et al* 1996).

Para *T. galeatus* registraram-se valores muito baixos de fecundidade relativo ao peso das fêmeas, alto valor de IGS e tempo de embriogênese muito longo, dando origem a larvas que realizam movimentos verticais dispersivos, condição provavelmente apomórfica.

Os ovos são amarelos e fortemente adesivos, condições provavelmente plesiomórficas. Argumenta-se que *T. galeatus* apresenta padrões reprodutivos precoces, de acordo com a provável base evolutiva em Siluriformes, mas dentro deste contexto a fecundação interna seria uma autapomorfia considerando, pela sistemática atual do grupo, apenas Auchenipteridae, haja visto a proximidade filogenética com Ageneiosidae (PINNA, 1998) que compartilha do mesmo carácter que dificilmente se trata de uma homoplasia portanto.

Grupo 7- Formado pela espécie *Rhinelepis aspera* Loricariidae, Hipostominae, que apresenta padrão reprodutivo distinto de *P. etentaculatus* e *H. francisci*, estudados também neste trabalho, pois apesar dos atributos simplesiomórficos ovócitos com carotenóides, presença de capa gelatinosa, ausência de movimentos larvais na coluna d'água, *R aspera* apresenta altos índices de fecundidade (tabela 8 e 9) além de outros registros quantitativos que aproxima a espécie de padrões sazonais (*sensu* WINEMILLER, 1989), sendo talvez um caso único em Loricariidae, atributos autoapomórficos, portanto (VASCONCELLOS 2007, dados não publicados) já que o padrão comportamental para o grupo é o cuidado parental realizado pelos machos (GROSS & SARGENT, 1985 *in* SUZUKI *et al.*, 2000, GEIS 1997) sobre ovos grandes, amarelos e fortemente adesivos (AZEVEDO 1938, AGOSTINHO *et al.* 1982, DA-CRUZ & LANGEANI 2000, SUZUKI *et al.* 2000). *R. aspera* pode ser um exemplo da

pressão seletiva exercida pela sazonalidade das grandes bacias hidrográficas neotropicais sobre as possibilidades genéticas e finalmente reprodutivas de todos os grupos ictiológicos.

Grupo 8- Formado pela espécie *Lophiosilurus alexandri* espécie de grande porte, conceituada como psamófila por SATO (1999) e SATO *et al* (2003), pertencente à família Pseudopimelodidae (SHIBATTA, 2003), apresenta atributos reprodutivos singulares quanto aos valores de fecundidade relativa ao peso das fêmeas e tamanho da larva recém eclodida (tabelas 8 e 11). Neste trabalho dois Pseudopimelodidae são analisados e contrastam grandemente quanto aos atributos reprodutivos, sendo *P. charus* apresenta padrões relacionados espécies pelagófilas, enquanto que *L. alexandri* apresenta atributos relacionados a espécies guardadoras (sensu BALON,1985) e este seria o padrão primitivo em Siluriformes. De acordo com LUNDBERG (1991) em Pinna (1998) o caráter monofilético de Pseudopimelodinae (atual Pseudopimelodidae) se dá em função de 5 sinapomorfias osteológicas, nesse caso a discrepância registrada quanto aos atributos reprodutivos entre as duas espécies é uma das maiores observadas neste trabalho para espécies com parentesco reconhecido e argumenta-se que *P. charus* assume estratégia reprodutiva altamente derivada e relacionada as variações ambientais anuais dos grandes rios neotropicais, enquanto *L. alexandri* necessita de um ambiente estável e específico para a construção do ninho, já que segundo SATO (1999) trata-se de um psamófilo.

Grupo 9- Formado por *Hypostomus francisci* e *Pterygoplichthys etentaculatus*, representantes da subfamília Hypostominae, assim como *Rhinelepis aspera* cujos

atributos reprodutivos também são analisados neste trabalho. *H. francisci* e *P. etentaculatus* apresentam como características reprodutivas principais a baixa fecundidade, ovos grandes, amarelos e adesivos, com capa gelatinosa, todos estes caracteres fundamentais em Siluriformes e em Loricariidae (AZEVEDO, 1938; AGOSTINHO *et al.*, 1982; GROSS & SARGENT, 1985 *in* SUZUKI *et al.*, 2000; GEIS, 1997; DA-CRUZ & LANGEANI, 2000 e SUZUKI *et al.* 2000, entre outros).

As larvas não realizam movimento vertical mas demonstram comportamento de agrupamento e adesão, pela boca modificada em formato de ventosa, ao substrato logo após a eclosão, ocorrido após um longo tempo de embriogenia.

O padrão de desenvolvimento geral das larvas de *H. francisci* e *P. etentaculatus* é característico de espécies precoces no sentido literal do conceito citado em BALON (1985), pois a eclosão resulta em indivíduos pigmentados, com nadadeiras em adiantado estado de desenvolvimento que possibilitam movimentos coordenados. Argumenta-se que tais especializações registradas para as larvas de Loricariidae deste trabalho, são sinapomórficas, pois também foram registradas em *R. aspera* e em outros Loricariidae (GARUTTI & FIGUEIREDO-GARUTTI, 2000). Os atributos reprodutivos em Loricariidae têm em geral caráter plesiomórfico, mas com aspectos inovadores e particulares à família. Dos três Hypostominae estudados, argumenta-se que *R. aspera* apresenta a condição reprodutiva mais derivada, apesar de seus atributos serem considerados primitivos em Pisces (BALON, 1985) em função da dinâmica sazonal de seu ambiente. O mesmo autor estabelece como importante fonte de rápida evolução e especiação a heterocronia ontogenética, que pela alteração de fases de desenvolvimento promoveria a alteração da função

ecológica ou comportamentos programados nos indivíduos, restabelecendo o caráter generalista e propiciando uma estratégia mais versátil decorrente ou conseqüente das flutuações ambientais, dentro do contínuo proposto generalista ⇔ especialista. Ainda segundo BALON (*op. cit.*), nos organismos sempre haverá a tendência na especialização em relação ao ambiente, porém se não houver um caminho de retorno rápido ao caráter generalista (heterocronia ontogenética = macroevolução), a linhagem evolutiva chegará a um ponto sem saída e se extinguirá, portanto considera-se a evolução de generalistas para especialistas como um caminho de mão dupla.

Grupo 10- Formado pelos Gymnotiformes *Sternopygus macrurus* e *Eigenmannia virescens* para os quais se registraram padrões reprodutivos relacionados a ovos grandes, amarelos e adesivos, baixos valores de fecundidade e larvas grandes com altos valores para o tempo de eclosão. Essas condições talvez sejam remanescentes da base ancestral que originou Characiformes e Siluriformes.

Não foi registrada, neste trabalho, a presença de capa gelatinosa envolvendo os ovos, condição provavelmente simplesiomórfica em Siluriformes, sendo esta condição uma possível homoplasia de Gymnotiformes com a maior parte dos Characiformes. Os ovos amarelos, denotando a presença de pigmentos respiratórios (MIKULIN & SOIN, 1975; BALON, 1985), é uma condição que provavelmente precede a separação das ordens em Ostariophysi .

Apesar de ser uma Ordem considerada derivada (FINK & FINK, 1981; CAMPOS-DA PAZ & ALBERT, 1998) com irradiação pelos neotrópicos posterior a Characiformes e Siluriformes (LUNDBERG *et al*,1998), as condições dos atributos reprodutivos são

majoritariamente plesiomórficas.

Análise multivariada de componentes principais em Siluriformes + Gymnotiformes.

Através da análise de componentes principais, aplicada sobre as variáveis reprodutivas, obtidas através de técnicas de hipofisação em Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco, foi possível observar a tendência de dispersão dos pontos (espécies) em relação às variáveis reprodutivas mais representativas da diversidade dos dados (figura 53).

Observa-se pela figura 54 que as espécies plotadas em função do primeiro e segundo componentes principais, que explicam 60 % da variabilidade, formam basicamente 2 grupos, posicionados principalmente em função do eixo X. O primeiro grupo é formado pelas espécies *Pseudoplatystoma corruscans*, *Conorhynchos conirostris*, *Duopalatinus emarginatus*, *Franciscodoras marmoratus*, *Pimelodus maculatus*, *Pseudopimelodus charus* e *Rhamdia quelen*, espécies que apresentam padrões reprodutivos relacionados a alta fecundidade relativa, ovos de pequenas dimensões, presença de movimentos larvais na coluna d'água e outros atributos próximos à espécies consideradas sazonais e oportunistas (*sensu* Winemiller, 1989) considerados, neste trabalho, derivados de uma condição basal ou primitiva relacionada à guardadores (*sensu* Balon, 1985),

Provavelmente, as pressões seletivas exercidas pela variação ambiental das bacias neotropicais, pela instabilidade destes ambientes que modelaram o

patrimônio ou pool genético referente a fisiologia, morfologia e etologia reprodutiva, principalmente em Pimelodidae.

O segundo grupo é formado por *Trachelyopterus galeatus*, *Lophiosilurus alexandri*, *Rhinelepis aspera*, *Hypostomus francisci*, *Pterygoplichthys etentaculatus*, *Sternopygus macrurus*, *Eigenmannia virescens*, espécies com ovos amarelos e adesivos, altos valores para o tempo de eclosão e larvas de grandes dimensões.

Essas características reprodutivas são consideradas plesiomórficas, neste trabalho, mais relacionadas às presumíveis condições ancestrais das ordens Characiformes e Siluriformes.

Aplicando-se a análise de agrupamentos sobre os escores das espécies em cada componente principal de maneira a expressar em um dendrograma, pelo menos 80% de toda a variabilidade registrada foi obtido o agrupamento dos Siluriformes e Gymnotiformes hipofisados (Figura 53) que reforça a percepção de dois padrões distintos quanto as estratégias reprodutivas em Siluriformes + Gymnotiformes: de um lado o esforço numérico, de outro o investimento unitário.

Análise multivariada aplicada a totalidade dos dados reprodutivos obtidos pela hipofisação em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes.

A submissão dos dados obtidos através da hipofisação em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco, gerou tabelas de correlação entre as variáveis em cada uma das análises efetuadas (Tabelas 23, 24 e 25) e foram encontradas correlações significativas entre as mesmas variáveis em

cada um dos tratamentos, reforçando o sentido de dependência entre as tais, em vários casos essa dependência é mais óbvia e desmerece esclarecimentos como no caso do diâmetro do ovo não hidratado e diâmetro do vitelo. Noutros casos, no entanto, são observadas interessantes relações de dependência e alto valor de correlação (índice de correlação de Pearson) como o observado para o comprimento total corpóreo das fêmeas reprodutoras e fecundidade absoluta registrada, reforçando a idéia de que um dos atributos relacionados à espécies sazonais é o grande porte, com uma grande cavidade corpórea capaz de abrigar uma enorme quantidade de ovócitos, liberados de uma só vez durante o período favorável (WINEMILLER, 1989), como por exemplo podemos citar *P. corruscans*, *S. brasiliensis*, *P. argenteus* entre outros (SATO *et al* 2003)

O diâmetro do ovócito não hidratado mostrou relações positivas para o tempo de eclosão e tamanho da larva recém eclodida, além da adesividade e coloração amarela, contribuindo para a afirmação expressa em MIKULIN & SOIN (1975), sobre a relação superfície/volume como fator decisivo para a presença de pigmentos carotenóides respiratórios em Teleósteos, porém mostrou relações negativas para a fecundidade, como já era esperado. O diâmetro do vitelo apresenta forte correlação negativa com o movimento larval na coluna d'água, mostrando ser um fator que realmente restringe a movimentação das larvas, como é observado em lupa, no laboratório de reprodução. Segundo BALON (1985), a movimentação larval em direção às regiões superficiais da coluna d'água se relaciona com a aquisição de equilíbrio hidrostático pelo preenchimento da bexiga natatória; facilita trocas gasosas devido à permanência por alguns instantes em regiões mais saturadas em oxigênio

para a difusão pelos órgãos respiratórios; distancia as larvas de regiões de eclosão onde se concentram enzimas e outras proteínas de efeito deletério, além de facilitar o processo de dispersão larval. Talvez os caracteres reprodutivos como ovos com grandes concentrações vitelínicas de carotenóides relacionados ao fornecimento de oxigênio para as reações mitocondriais, cuidado parental e ausência de movimento vertical na coluna da água, sejam resposta adaptativa à predação e à anoxia, fatores de maior importância na mortalidade de ovos e larvas (KAMLER, 1992) e estejam intimamente relacionados em espécies guardadoras ou oriundas dessa base evolutiva, como afirma BALON (1985).

O tempo de eclosão das larvas mostrou relação positiva, também, quanto a cor do ovo, pois geralmente as espécies com ovos maiores, adesivos e amarelos demoram mais tempo para a eclosão.

A presença de espículas ou tubérculos nupciais (FINK & FINK, 1981, 1996) só apresentou correlação significativa (fortemente significatva) para com a variável presença de órgão adesivo larval, dois caracteres restritos a Characiformes, neste trabalho.

O comportamento de vocalizar durante o manuseio para a extração do sêmem dos machos apresentou relações significativas para com atributos relacionados à alta fecundidade, ovos e larvas que pouco representam, unitariamente, em termos de energia reprodutiva, padrão geral para Curimatidae, Anostomidae e Prochilodontidae.

Análise de Agrupamentos em Peixes da bacia do rio São Francisco

A análise de agrupamentos aplicados à totalidade dos dados de peixes hipofisados da bacia do rio São Francisco resultou na figura 56, na qual se pode observar que as espécies agrupadas e discutidas anteriormente, quando da análise de agrupamentos particular a cada ordem, mostraram de maneira geral novamente menores índices de dissimilaridade. As principais mudanças em relação as análises particulares a cada ordem se deu pelo agrupamento de *Astyanax bimaculatus* e *Acestrorhynchus lacustris*, *Tetragonopterus chalceus* junto com os Curimatídeos *Stendachnerina elegans* e *Curimatella lepidura*, o agrupamento em um único grupo de *Duopalatinus emarginatus*, *Franciscodoras marmoratus*, *Pimelodus maculatus*, *Pseudopimelodus charus* e *Rhamdia quelen*, separados em 5 grupos quando analisados dentro de Siluriformes e a união da maioria das espécies conceituadas como estrategistas de equilíbrio (SATO *et al*, 2003) em um único grande grupo formado por *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae*, *Pygocentrus piraya*, *Myleus micans*, *Sternopygus macrurus*, *Eigenmannia virescens* e *Rhinelepis aspera* que compartilham, de maneira geral, caracteres reprodutivos aqui considerados como basais em Characiphysi e Siluriphysi (FINK & FINK, 1996) portanto, plesiomórficos.

Análise dos componentes principais, aplicada a totalidade dos dados reprodutivos em Peixes hipofisados da bacia do rio São Francisco.

Através da análise de componentes principais, aplicada sobre as variáveis

reprodutivas obtidas através de técnicas de hipofisação em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco, foi possível observar a tendência de dispersão dos pontos (espécies) em relação às variáveis reprodutivas mais representativas da diversidade dos dados (Figuras 58 e 59). Pela baixa variabilidade acumulada do primeiro e segundo componentes principais, a análise de agrupamentos, aplicada sobre os escores das espécies nos 6 primeiros componentes que somam cerca de 82 % de toda variabilidade inerente aos dados registrados (Figura 57), mostrou-se como mais confiável para inferências biológicas e como resultado foi obtida a formação de três grupos. O primeiro grupo é formado por *Pseudoplatystoma corruscans* espécie que se distingue pelo porte e fecundidade absoluta acima de todas as demais espécies, apresentando padrão reprodutivo caracterizado principalmente grande fecundidade e alto valor de comprimento total, além de vários caracteres considerados apomórficos em Siluriformes.

Esta espécie realiza grandes migrações para um único evento reprodutivo anual (SATO & GODINHO, 2003), adaptação às condições sazonais e às dinâmicas hidrológicas dos grandes rios Neotropicais. Dentro deste sentido de polarização de caracteres, talvez *P. corruscans* seja o maior exemplo de especialização, dentro da bacia do São Francisco.

O grupo seguinte é o maior nesta análise, pois compreende 23 das 35 espécies estudadas entre Characiformes e Siluriformes, formado por *Astyanax bimaculatus*, *Brycon orthotaenia*, *Saminus* sp., *Salminus hilarii*, *Acestrorhynchus lacustris*, *Tetragonopterus chalceus*, *Steindachnerina elegans*, *Curimatella lepidura*, *Leporinus obtusidens*, *Leporinus piau*, *Leporinus reinhardti*, *Leporinus taeniatus*,

Leporellus vittatus, *Schizodon knerii*, *Prochilodus costatus*, *Prochilodus argenteus*, *Conorhynchus conirostris*, *Duopalatinus emarginatus*, *Franciscodoras marmoratus*, *Pimelodus maculatus*, *Pseudopimelodus charus* e *Rhamdia quelen*, espécies com altos valores de fecundidade e ovos e larvas que pouco representam, em termos unitários, do esforço energético total reprodutivo, sendo conceitadas por SATO et al (2003) em sazonais e oportunistas

O terceiro e último grupo é formado por espécies das ordens Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes cujos ovos grandes, adesivos e amarelos, representam unitariamente, parte razoável do esforço reprodutivo e portanto necessitam de cuidados em algum nível. Neste agrupamento estão as espécies *Trachelyopterus galeatus*, *Lophiosilurus alexandri*, *Rhinelepis aspera*, *Hypostomus francisci*, *Pterygoplichthys etentaculatus*, *Sternopygus macrurus*, *Eigenmannia virescens*, *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae*, *Pygocentrus piraya* e *Myleus micans*.

Por esta análise observa-se que existem dois extremos quanto as estratégias reprodutivas que provavelmente se relacionam com as principais forças seletivas polarizadoras dos atributos reprodutivos em peixes da bacia do rio São Francisco , de um lado o investimento numérico e no outro extremo o investimento unitário como estratégias que garantem a passagem adiante do material genético dos indivíduos. Sugere-se pela observação de como os atributos se distribuem nos diferentes táxons, principalmente nos considerados primitivos, que o investimento numérico seria derivado de uma condição ancestral de investimento unitário, pois existem na maioria dos casos rastros provavelmente plesiomórficos junto com atributos

considerados apomórficos como alta fecundidade e ovos com carotenóides, ovos pequenos e adesivos, movimentos dispersivos larvais e ovos grandes, adesivos e amarelos, entre outros.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando-se na literatura os registros fósseis em Osthariophysi, as questões biogeográficas envolvidas, tendo em mente a grandiosidade do tempo de surgimento dos táxons, dispersão pelos continentes e a infinidade de variações ambientais pelos quais tais vertentes evolutivas passaram, incluindo neste contexto as extinções provocadas por competição, fica evidente que qualquer trabalho em filogenia ou inferências ecológicas sobre um passado tão remoto requer uma carga grande de simplificação e abstração. Somado a isto, surgem indagações reflectivas que mostram a fragilidade das inferências ecológico-evolutivas, como as questões relacionadas ao tipo de mudanças, se gradualistas ou saltatórias? quais as possibilidades de uma entidade evolutiva (indivíduo inserido em um grupo ou um semaforonte) mudar suas estratégias em um relativo curto período de tempo? Quantas possibilidades existem em seu genoma? Qual foi a última mudança significativa, em seu ramo evolutivo, das táticas reprodutivas? Quantas espécies de nossas bacias descendem de fenômenos paedomórficos recentes ?.

Mas de qualquer forma é assim que se constrói a ciência, com toda a fragilidade implícita das teorias, hipóteses e modelos, que permitem inferências futuramente debatidas, resultando em novas hipóteses, experimentos, teorias e

modelos, tornando a discussão mais profícua

Neste presente trabalho é defendida a tese de que os atributos reprodutivos em peixes são mais próximos quanto mais próximo o parentesco evolutivo, e que existem duas estratégias básicas em peixes da bacia do rio São Francisco. Uma delas com base em características como precocidade, com investimento em unidades reprodutivas e algum tipo de cuidado parental, ovos e larvas grandes, competidores eficientes em ambiente estável, e outra considerando espécies altrizes, com altos valores de fecundidade, baixo investimento em unidades reprodutivas e grande investimento numérico.

As espécies desse segundo grupo foram provavelmente selecionadas, em função das variações ambientais dos rios que aumentam em muito o volume de suas águas durante o período das chuvas, com renovação dos habitats, pois existem diferenças de turbidez, condutividade, velocidade de correntes, saturação de oxigênio, oferta de alimentos e comunicação entre ecossistemas distintos, como lagoas e banhados, ricos em alimento e esconderijos para larvas e juvenis. Tendo isto em mente, fica fácil deduzir que tais espécies, selecionadas por esse tipo de dinâmica ambiental são diretamente afetadas pelos grandes barramentos das companhias hidroelétricas, que acabam por implementar as forças seletivas que favorecem espécies oportunistas e de equilíbrio (*sensu* WINEMILLER, 1989). Todas as espécies da bacia do rio São Francisco, que atualmente compõem a lista das ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais (Lins et al, 1997) são de migradores sazonais.

Estas duas realidades ambientais (ambientes estáveis e seus recursos x

ambientes variáveis e seus predicados) polarizaram os atributos reprodutivos em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes até o ponto atual.

Pela observação dos atributos reprodutivos em Ostariophysi, e de como os caracteres se distribuem em táxons mais primitivos como Erythrinioidea, sugere-se que Characiformes descendam de um grupo de proto-guardadores de ninho e portanto, Characiformes, oportunistas e sazonais são derivados quanto as estratégias reprodutivas, sendo a mesma afirmação válida para Siluriformes e para Gymnotiformes.

Apesar de as estratégias reprodutivas ancestrais em peixes estarem relacionadas a espécies pelagófilas, o que parece válido para Ostariophysi (FINK & FINK 1996, HUTCHINS *et al* 2003), BALON (1985) defende que uma vez construídos os caminhos estes podem ser percorridos em qualquer direção, orientados pelas pressões seletivas do ambiente, e neste sentido, a maior parte dos Characiformes e boa parte Siluriformes estudados neste trabalho retoma padrões basais em Ostariophysi, um fenômeno conhecido em filogenia como reversão ou pseudo-plesiomorfia.

VI. CONCLUSÕES

Os atributos reprodutivos podem ser utilizados como ferramenta para filogenia dos grupos ictiológicos da bacia do Rio São Francisco, pois muitos atributos parecem ser conservativos, já que os dendrogramas obtidos refletem proximidades filogenéticas.

A análise multivariada de agrupamentos e de componentes principais presta-se como ferramenta para a elaboração de grupos com proximidades dos atributos reprodutivos que refletem a percepção da sistemática tradicional em peixes.

As espécies estudadas de Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes apresentam, quanto aos atributos reprodutivos, tanto caracteres apomórficos quanto plesiomórficos. Mas a base primitiva provavelmente se relaciona a um grupo de proto-guardadores e a condição derivada, selecionada pela transitoriedade e dinâmica hidrológica características das grandes bacias neotropicais, observados em vários grupos distintos da bacia do Rio São Francisco, relaciona-se a espécies conceituadas por SATO et al (2003) como sazonais e oportunistas.

As polarizações de caracteres reprodutivos em Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes ocorrem em função de duas condições ambientais distintas, a dos ambientes estáveis e a dos ambientes variáveis.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P. B., 1980, Life history patterns in marine fishes and their consequences for fisheries management. **Fish Bull.**, v. 78, n. 1, pp. 1-12.

Agostinho, A.A., M.Y. Narahara, & H.M. Godinho.1982. Morfologia dos ovários de

Plecostomus commersonni (Valenciennes, 1840) Osteichthyes – Loricariidae: desenvolvimento dos ovócitos e escala de maturidade. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **42** (1): 71-77.

ALVIM, M. S. 1999. Composição e alimentação da ictiofauna em um trecho do alto São Francisco, Município de Três Marias-MG. Dissertação de Mestrado, 114p. São Carlos-SP.

ALVIM, M.C.C & A.C. PERET. 2004. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the Upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, **64** (2): 195-202.

Amorim, D. S. 1994. **Elementos básicos de sistemática filogenética**. Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo-SP, 314p.

ANDRADE, D. R. & YASUI, G. S., 2003. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.27, n.2, p.166-172, Belo Horizonte-MG.

Araújo-Lima, C.; Goulding, M. 1998. **Os frutos do tambaqui**:ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq. 186 p. *In*: Chagas, E. C. & Val, L. A. 2003 Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, no. 3, pp. 397-402 , Brasília-DF.

ARAÚJO, F. G., DUARTE, S., GOLDBERG, R. S., FICHBERG, I. 2000. Ciclo reprodutivo de *Parauchenipterus striatulus* (Pisces - Auchenipteridae) na represa de Ribeirão das Lajes-RJ. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.52 n.3 Belo Horizonte-MG.

AZEVEDO, P. & GOMES, A. L., 1942, Contribuição ao estudo da biologia da traíra *Hoplias malabarica* (Bloch, 1794). **Boletim de Indústria Animal**, 5(4): 15-64.

AZEVEDO, P. 1938. O cascudo dos açudes nordestinos "*Plecostomus plecostomus*". **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, **9**: 211-224.

BALON, E.K., 1975, Reproductive guilds of fishes: a proposal and a definition. **J. Fish. Bd. Can.**, v. 32, n. 6, pp 821-864.

BALON, E.K., 1984, Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. pp. 35-53. *In*: POTTS, G.W., & WOTTON, R. J. (eds.), **Fish reproduction: strategies and tactics**. Academy Press, London.

BALON, E.K., 1985, **Early life history of fishes: New development, ecological and evolutionary perspectives**. Dodrecht: Dr. W. Junk Publishers, 280 p.

BALON, E. K., 1990, Epigenesis and an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. **Guelph Ichthyology Reviews**, n. 1, pp. 1-48.

BAILEY, M & SANDFORD, G. 1998. **The Ultimate Aquarium : A Definitive Guide to**

Identifying and Keeping Freshwater and Marine Fishes. London, 256 p.

BARROS, L.N.V. & SANTOS, G.B.. 1996. Fecundity and spawning aspects of dogfish *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Teleostei, Characidae). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 48(Supl.1): pp. 93-100. Belo Horizonte-MG.

BOCKMANN, F.A. & G.M. GUAZZELLI, 2003. Heptapteridae (Heptapterids). p. 406-431. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America.** Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

BRAGA, F. M. S. 2001. Reprodução de peixes (osteichthyes) em afluentes do reservatório de volta grande, rio grande, sudeste do brasil . **Iheringia, Sér. Zool.** n.91 Porto Alegre.

BRITO, M.F.G. & BAZZOLI, N. 2003. Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 55(5): 624-633. Belo Horizonte-MG.

BRITSKI, H. A., 1972, Peixes de água doce do Estado de São Paulo: sistemática. In: **Poluição e Piscicultura.** Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, Faculdade de Saúde Pública da USP e Instituto de Pesca, C.P.R.N., 216p.

BRITSKI, H.A.; Y. SATO & A.B.S. ROSA. 1984. **Manual de identificação de peixes da**

região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Brasília, Câmara dos Deputados - CODEVASF, 143p.

Britski, H.A.; Sato, Y. & Rosa, A.B.S. 1988, **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco).** 2^a edição, Brasília, Câmara dos Deputados/ CODEVASF, 143p.

BRITZ, R.; KIRSCHBAUM, F. & HEYD, A. 2000. Observations on the structure of larval attachment organs in three species of gymnotiforms (Teleostei: Ostariophysi) **Acta Zoologica** 81 (1), 57–67.

BREDER, C.M., JR., ROSEN, D. E. 1966. **Modes of reproduction in fishes.** Natural History Press, Garden City, New York, 941 p.

BUCKUP, P. 1998 Relationship of Characidae and Phylogeny of Characiform fishes (Teleostei : Ostariophysi). Pp 123-144 *In*: MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes.** EDICPUCRS, Porto Alegre.

CARAMASCHI, E. M. P. 1979. **Reprodução e alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) na represa do rio Pardo (Botucatu, SP) (Osteichthyes, Cypriniformes, Erythrinidae).** Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 144p.

CAMPOS-DA-PAZ, R. & ALBERT, S. J. 1998. The Gymnotiform “Eels” of Tropical America: A History of Classification and Phylogeny of South American Electric Knifefishes (Teleostei: Ostariophysii: Siluriphysi). In: MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. S., LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDICPUCRS, p. 401-420.

CASTAGNOLLI, N.; ZUIM, S.M.F. 1985. Consolidação do conhecimento adquirido sobre o pacu *Colossoma mitrei* (BERG,1895). *Jaboticabal: FCAV/Unesp*. In: RAMIRE-MUÑOZ, A. P. & CARNEIRO, D. J., 2002. Suplementação de lisina e metionina em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 909-916.

CASTAGNOLLI, N., CYRINO, J. E. P., 1986. **Piscicultura nos trópicos**. Manole, São Paulo, 152p.

CRAMPTON, W. G. R. & HOPKINS, C. D. 2005. Nesting and Paternal Care in the Weakly Electric Fish *Gymnotus* (Gymnotiformes: Gymnotidae) with Descriptions of Larval and Adult Electric Organ Discharges of Two Species. **Copeia** : pp. 48–60.

CEMIG/CETEC. 2000. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte, CEMIG/CETEC, 144 p.

DA-CRUZ, A. L. & F. LANGEANI. 2000. Comportamento reprodutivo do cascudo *Liposarcus anisitsi* (Eigenmann & Kennedy, 1903) (Ostariophysi: Loricariidae: Hypostominae) em cativeiro. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS**, Porto Alegre, **13**: 109-115.

DE SILVA, S. S., SCHUT, J. & KORTMULDER, K., 1985. Reproductive biology of six *Barbus* espécies indigenous to Sri Lanka. **Environ. Biol. Fish.** v. 12, pp. 201-218.

DIANA, J. S., 1995. **Biology and ecology of fishes**. Carmel: Biological Sciences Press. 441 p.

DURAND, J.R., 1978. **Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du bassin tchadien**. Travaux et documents de l'ORSTOM, 98, Paris. 98. 332 p.

FERREIRA, R.M.A.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SATO, Y. 1996 - Aspectos reprodutivos da piranha, *Pygocentrus piraya* (Teleostei, Characiformes), espécie nativa da bacia do Rio São Francisco. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 48 (supl. 1): 71-76.

FOWLER, H. W. 1950. Os peixes de água doce do Brasil. **Arq. Zool.** São Paulo, v.6: 205-404.

FINK, S.V. & FINK, W.L. 1981. Interrelationships of the Ostariophysan fishes (Teleostei). **Zool. J. Linn. Soc.** London 72:297-353.

FINK, S.V. & FINK, W.L. 1996. Interrelationships of the Ostariophysan fishes (Teleostei) pp. 209-249 *In* Stiassny, M.; Parenti, L. R. & Johnson, G. D. 1996 **Interrelationship of fishes**. Academic Press, San Diego, Califórnia, 496 p.

GARUTTI, V. & M.L. FIGUEIREDO-GARUTTI. 2000. Migração lateral de *Liposarcus anisitsi* (Siluriformes: Loricariidae) no rio Preto, bacia do Alto Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, **88**: 25-32.

GAYET, M.; JÉGU, M.; BOCQUENTIN, J. & NEGRI, F. R. 2003. New characoids from the upper cretaceous and paleocene of bolivia and the mio-pliocene of brazil: phylogenetic position and paleobiogeographic implications. **Journal of Vertebrate Paleontology** 23(1):28–46.

GARADI, P. & Z.M.P. NUNES. 1986. Resultados preliminares da propagação artificial do mandiaçu, *Duopalatinus emarginatus*, Valenciennes, 1840. *In*: **Estudos de Piscicultura**. Brasília, CODEVASF, p.17-27.

GEIS, R. 1997. **Peces gato: cuidados, crianza, espécies**. Barcelona, Editorial Hispano Europea, 64p.

GODOY, M.P. 1975. Família Erythrinidae. *In*: **Peixes do Brasil - Subordem Characoidei - bacia do rio Mogi Guassu**, v. 3: 400-444. Franciscana, Piracicaba.

GOMES, B. V. C. , R. S. SCARPELLI, R. S., ARANTES, F. P., SATO, Y., BAZZOLI, N. & RIZZO, E., 2007 Comparative oocytemorphology and early development in three species of

trahiras from the São Francisco River basin, Brazil. **Journal of Fish Biology** 70, p. 1–18.

GONTIJO, V. P. M., RIBEIRO, D. M., VICTAL, J. L. V. & PARADA, C. A. 1983. Reprodução de trairão em cativeiro. I - Fatores que afetam a produtividade das fêmeas. *In*: **Resumos do Encontro Anual de Aquicultura de Minas Gerais**, 3. AMA, Belo Horizonte, p.15-16.

HAHN, N.S.; R. FUGI.; V.L.L. ALMEIDA; M.R. RUSSO & LOUREIRO, V. E. 1997. DIETA E ATIVIDADE ALIMENTAR DE PEIXES DO RESERVATÓRIO DE SEGREDO, P.141-162. *In*: A.A. AGOSTINHO & L.C. GOMES (EDS.). RESERVATÓRIO DE SEGREDO: BASES ECOLÓGICAS PARA O MANEJO. MARINGÁ, EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 387P.

HENNIG, W. 1950. Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik. *In* Amorim, D. S. 1994. **Elementos básicos de sistemática filogenética**. Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo-SP, 314p.

HENNIG, W. 1966. Phylogenetic systematics. *In* Amorim, D. S. 1994. **Elementos básicos de sistemática filogenética**. Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo-SP, 314p

HUTCHINS, M.; THONEY, D. A.; LOISELLE, P. V. & SCHLAGER, N. 2003. **Grzimek's Animal Life Encyclopedia, 2nd edition. Volumes 4–5, Fishes I–II**. Farmington Hills, Canadá, 1047p.

IHERING, R. VON. 1928. **Da vida dos peixes**. São Paulo, Companhia Melhoramentos de S. Paulo, 149p.

IHERING, R. VON. 1937. A method for inducing fish to spawn. **Progr. Fish-Cult.** **34**:15-16.

IHERING, R. VON, P. AZEVEDO; C. PEREIRA JR. & D.M. CARDOSO. 1935. Hypophysis and fish reproduction. In: INTERNATIONAL PHYSIOLOGY CONGRESS, 15, 1935, Leningrad/Moscow. **Proceedings...** Leningrad/Moscow, p.211-212.

JÚLIO JR., H.F.; CUNICO, A.M.; GUBIANI, E.A.; FERNANDES, R.; DIAS, R.M.; GRAÇA, W.J.; GOMES, L.C. 2003. Ictiofauna **A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná** Programa PELD/CNPq, Relatório anual 2003, pp 77-99. Maringá-PR.

KRAMER, D. L., 1978, **Reproductive sazonality in the fishes of a tropical stream.** **Ecology**, v. 59, pp. 305-310.

KIRSCHBAUM, F., 1979. Reproduction of the Weakly Electric Fish *Eigenmannia virescens* (Rhamphichthyidae, Teleostei) in captivity. **Behavioral Ecology and Sociobiology** **4**, **334-335**. Berlim, Germany.

KIRSCHBAUM, F. 1984. Reproduction of Weakly Electric Teleosts: Just an another example of convergent development?. **Environmental Biology of Fishes** Vol. 10,

No. 1/2 . 3-14

KOURIL, J.; J. HAMÁČKOVÁ; Z. ADÁMEK; I. SUKOP; I. STINBRANYIOVÁ & R. VACHTA. 1996. The artificial propagation and culture of young weatherfish (*Misgurnus fossilis* L.). In: Kirchhofer, A., Helfti, D. (Eds.). **Conservation of endangered freshwater fish in Europe**. Basel: Birkhäuser Verlag, p.305-310.

KAMLER, E. 1992. **Early Life of Fish: An energetics approach**. Chapman & Hall fish and fisheries series 4, Londres, 268 p.

LAMAS, I.R., GODINHO, A.L. 1996. Reproduction in the piranha *Serrassalmus spilopleura*, a neotropical fish with an usual pattern of sexual maturity. **Environ. Biol. Fishes**, v.45, p.161-168.

LINS, L.V.; A.B.M. MACHADO; C.M.R. COSTA & G. HERMANN 1997. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial de fauna ameaçada de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 55p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. 1987. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 382 p.

LUNDBERG, J. G., MARSHALL, L. G., GUERRERO, J., HORTON, B., MALABARBA, M. C. S. L., & WESSELING, F. 1998. The Stage for neotropical fish diversification: a history of

tropical South American rivers pp 13-48 *In*: MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. EDICPUCRS, Porto Alegre.

MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O., 1967, **The theory of island biogeography**. Princeton Univ. Press, New jersey, 203p.

MAZZONI, R. & E.P. CARAMASCHI. 1997. Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus luetkeni* Lacèpède 1803. **Ecology of Freshwater Fish**, Munksgaard, **6**: 53-56.

MEDEIROS, A. P. T.; CHELLAPPA, N. T. & CHELLAPPA, S. 2003. Aspectos reprodutivos do cangati, *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus (Osteichthyes, Auchenipteridae) da Lagoa de Extremoz, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, volume 20, No. 4. Curitiba-PR.

MENEZES, N.A. 1996. Methods for assessing freshwater fish diversity. *In*: C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes (Ed.). **Biodiversity in Brazil: a first approach**. São Paulo, CNPq, 326p.

MENEZES, R.S. 1954. **Hipofixação de peixes na prática de piscicultura**. Fortaleza: Ministério da Agricultura, Seção de Fomento Agrícola no Ceará, Publicação N^o 2, 40p.

MERRON, G. S., HOLDEN, K. K. & BRUTON, M. N., 1990, The biology and early development of the African pike, *Hepsetus odoe*, in the Okavango Delta, Botswana. **Envir. Biol. of fishes.**,v. 28: 215-235

MIKULIN A.Y., S.G. SOIN, 1975. The functional significance of carotenoids in the embryonic development of teleosts. **Journal of Ichthyology**, Moscow, 15: 749-759.

MOREIRA, C., 1919, Researches sur la reproduction de "*Hoplias malabaricus* (Bloch) et sur l' incubation d' oeufs de *Salmo fario* au Brésil. **Bull. Soc. Zool. France**, 44: 329-336.

NELSON, J. S. 1994. **Fishes of the world**. New York: John Wiley & Sons, Inc. 3rd ed., 600p.

NOMURA, H., 1976, **Ictiologia e piscicultura**. Nobel, São Paulo, 118p.

NOMURA, H., 1984, **Dicionário dos peixes do Brasil**. Editerra, Brasília, 482 p.

NOMURA, H.; M.J. OLIVIERI.; A.M.P. LELLIS & B.E. CALDO. 1975. Caracteres merísticos e biologia do cascudo-bugio, *Plecostomus ancistroides* Ihering, 1911 (Pisces, Loricariidae). **Científica**, Jaboticabal, 3 (2): 232-245.

ORTÍ, G., 1997, Radiation of Characiform Fishes: Evidence from Mitochondrial and Nuclear DNA Sequences *In*: KOCLER, T. D. & STEPIEN, C. A. (eds) **Molecular**

Systematics of Fishes. Academy Press, pp. 219-243.

PAIVA, M. P. 1972. **Fisioecologia da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch), no nordeste brasileiro: crescimento, resistência à salinidade, alimentação e reprodução.** Universidade de São Paulo, Tese (Doutorado em Ciências), São Paulo, 140p.

PERES, W. A. M. 2005. **Análise da diversidade cariotípica de Characidae da bacia do São Francisco.** Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 103p.

PIANKA, E. R., 2000, **Evolutionary Ecology**, Addison Wesley Educacional Publishers, San Francisco, 512p.

PINHEIRO, M. H. P., SILVA, J. W. B., NOBRE, M. I. S., PINHEIRO, A. F., 1991. Cultivo do híbrido tambaouí, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, na densidade de 5.000 peixes/ha. **Ciência Agrônômica** 22 (1/2) pp. 77-87, Fortaleza-CE.

PLANQUETTE, P., P. KEITH & LE BAIL, P. Y. 1996. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane** (tome 1). Collection du Patrimoine Naturel, vol.22. IEGB-Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, INRA, CSP, Min. Env., Paris. 429 p

PLANELLES, M. & REYNA, S. 1996. Conservation of samaruc, *Valencia hispanica* (Valenciennes, 1846), (Pisces, Cyprinodontidae), an endemic and endangered species, in the community of Valencia (east Spain). In: Kirchhofer, A., Helfti, D. (Eds.). **Conservation of endangered freshwater fish in Europe**. Basel: Birkhäuser Verlag, p.329-335.

PINNA, M. C. C. 1998. Phylogenetic relationship of Neotropical Siluriformes: Historical overview and Síntesis of hypotheses In: MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. EDICPUCRS, Porto Alegre.

PY-DANIEL, L. H. R. & FERNANDES, C. C., 2005. Dimorfismo Sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazônica*, Vol 35 (1) 97-110. Manaus-AM.

RAMIREZ, A. P. M. & CARNEIRO, D. J. 2002. Suplementação de lisina e metionina em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg) **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 909-916.

REBELLO-NETO, P. X. 1979. Contribuição para o estudo da reprodução do pacu-manteiga (*Mylossoma sp.*). **Boletim técnico Emgopa** No. 7, 41p. Empresa Gôiana de Pesquisa Agropecuária, Goiânia-GO.

Reis, R. E; Kullander, S. O. & C.J. Ferraris, Jr. 2003. **Checklist of the Freshwater**

Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

RIZZO, E.; SATO, Y.; BARRETO, B.P. & GODINHO, H.P. 2002. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. **Journal of Fish Biology** 61: 615-632.

RUHLÉ, C.1996. Decline and conservation of migrating brown trout (*Salmo trutta f. lacustris* L.) of Lake Constance. In: Kirchhofer, A., Helfti, D. (Eds.). **Conservation of endangered freshwater fish in Europe.** Basel: Birkhäuser Verlag, Switzerland p.203-223.

SANTOS, E., 1981, **Peixes da água doce.** In: **Coleção Zoologia Brasília.** Itatiaia Ltda., Belo Horizonte, v.2, 267p.

SANTOS, A. A. C. 2005. Ecologia alimentar do molé, *Trachelyopterus galeatus linnaeus*, 1766 (siluriformes, auchenipteridae), em trechos inferiores dos rios santo antônio e são José (chapada diamantina, bahia). Sitientibus Série Ciências Biológicas 5 (2): 93-98. 2005. Feira de Santana-BA.

SATO, Y. 1999. **Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: indução e caracterização de padrões.** São Carlos, 179p. Tese (Doutorado em Ciências - Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

SATO, Y. 1988. Reprodução induzida do piau-rola (*Leporellus vitattus*). In: COLETÂNEA DE RESUMOS DOS ENCONTROS DA ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE AQUICULTURA (AMA): 1982-1987. Brasília: CODEVASF, p.106.

SATO, Y.; E.L. CARDOSO & J.C.C. AMORIM,. 1987. Peixes das lagoas marginais do rio São Francisco a montante da represa de Três Marias (Minas Gerais). Brasília: CODEVASF, 42p.

SATO, Y.; N. FENERICH-VERANI; J.R. VERANI; H.P. GODINHO & E.V. SAMPAIO. 1998. Induced reproduction and reproductive characteristics of *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes: Siluriformes, Loricariidae). **Brazil. Arch. Biol. Techn.** 4 (3):309-314.

SATO, Y.; N. FENERICH-VERANI; J.R. VERANI; H.P. GODINHO & E.V. SAMPAIO. 1999. Reproductive traits of the yellow-mandi catfish *Pimelodus maculatus* Lacépède (Osteichthyes, Siluriformes) in captive breeding. **Revista brasileira de Zoologia.** 16 (4):981-986, 1999.

SATO, Y. & GODINHO, H. P. 1988. Adesividade de ovos e tipo de desova dos peixes de Três Marias. In: **Coletânea de Resumos dos Encontros da Associação Mineira de Aquicultura (AMA)**. CODEVASF, Brasília, pp.102-103.

SATO, Y. & H.P. GODINHO. 1999. Peixes da bacia do rio São Francisco. *In*: R.H. LOWE-McCONNELL (Ed.). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Tradução: A.E.A.M. Vazzoler, A.A. Agostinho, P. Cunnighan. São Paulo, EDUSP, 534p.

SATO, Y & GODIHO, H. P. 2003. Migratory Fishes of the São Francisco River *In*: Carolsfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. & Baer, A. . **Migratory Fishes of Soth América, Biology, Fisheries and Conservation Status**. Word Fisheries Trust, Canadá, 360p.

SATO, Y.; N. FENERICH-VERANI; A. P. O. NUÑER; H.P. GODINHO & J. R. VERANI. 2003. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco, p.229-274. *In*: H.P. Godinho & A.L. Godinho (Orgs.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte, PUC Minas, 468p.

SHIBATTA, O.A., 2003. Pseudopimelodidae (Bumblebee catfishes, dwarf marbled catfishes). p. 401-405. *In*: R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

SILVA, A. C. & VIANA, M. S. R. 2003. Época de desova do cangati, *Trachycorystes galeatus* (Linnaeus, 1756), no Açude Pereira de Miranda (Pentecoste - Ceará -

Brasil). **Revista Ciência Agronômica**, volume 4, No. 1 pp. 5 – 10. Fortaleza-CE.

Suzuki, H.I. & Agostinho. A. A. 1997. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo, p.163-182. *In*: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. (Eds.). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá, Editora da Universidade Estadual de Maringá, 387p.

SUZUKI, H. I.; A.A. AGOSTINHO & K.O. WINEMILLER. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loriciid catfishes of the Paraná River, Brazil. **Journal of Fish Biology**, London, **57**: 791-807.

TRAVASSOS, H. Catálogo dos peixes do vale do rio São Francisco. **Bol. Soc. Cear. Agron.** **1**:1-66.

VARI, R. P., 1998. Higher level Phylogenetic Concepts within Characiformes (Ostariophysi) a historical review, pp- 111-122 *In*: MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. EDICPUCRS, Porto Alegre.

VASCONCELLOS, M. G. 2003. **Características reprodutivas de três espécies de Erythrinidae (Pisces: Characiformes) da bacia do São Francisco, submetidas a hipofisacão**. Tese de Mestrado, Centro de ciências biológicas e da saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

VALENTIN, J.L. 2000. **Ecologia Numérica: Uma introdução à análise multivariada**

de dados ecológicos.Interciência, Rio de Janeiro,118 p.

VAZZOLER, A. E. M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá, EDUEM, 169p.

WELCOME, R. L., 1969, The biology and ecology of fishes of a small tropical stream. **J. Zool.**, v. 158, pp. 485-529.

WETZMAN, S. H. & MALABARBA, L. 1998. Perspectives about the phylogeny and classification of the Characidae (Teleostei; Characiformes) p. 161-170 *In*: MALABARBA, L. R., REIS, R. E., VARI, R. P., LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes.** EDICPUCRS, Porto Alegre.

WINEMILLER, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, v.81: 225-241.

WINEMILLER, K. O & ROSE, K. A. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.49, n. 10: 2196-2218.

WOOTON, R. J. 1984. Introduction: tactics and strategies in fish reproduction. Pp. 1-12, *In*: POTTS, G. W. & WOTTON, R. J. (eds), **Fish reproduction: strategies and tactics.** Academic Press.

WOYNAROVICH, E. 1986. Tambaqui e pirapitinga: propagação artificial e criação de alevinos. Brasília: CODEVASF, 68p.

WOYNAROVICH, E. & L. HORVÁTH. 1989. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão.** 2ª edição revisada. Tradução de V.L.M. Chama. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 225p.

WOYNAROVICH, E. & L. HORVÁTH. 1980. The artificial propagation of warm-water finfishes - a manual for extension. **FAO Fish. Tech. Pap. 20**:1-183.

VIII. Figuras



Figura 1- *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758)



Figura 2- *Tetragonopterus chalceus* Spix & Agassiz, 1829



Figura 3- *Brycon orthtaenia* Günther, 1864



Figura 4- *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)



Figura 5- *Myleus Micans* (Lütken, 1875)



Figura 6-*Acestorhynchus lacustris* (Lütken, 1875).



Figura 7- *Salminus* sp



Figura 8- *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850.



Figura 9-*Hoplerythrinus unitaeniatus* (Spix & Agassiz 1829)



Figura 10 - *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)



Figura 11 - *Hoplias lacerdae* Miranda-Ribeiro, 1908



Figura 12- *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836)



Figura 13 - *Leporinus piau* Fowler, 1941



Figura 14 - *Leporinus reinhardtii* Lütken, 1875



Figura 15 - *Leporinus taeniatus* Lütken, 1875



Figura 16 - *Leporellus vittatus* (Valenciennes, 1850)



Figura 17 - *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875)



Figura 18 - *Steindachnerina elegans* (Steindachner, 1875)



Figura 19 - *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann, 1889)



Figura 20 - *Prochilodus costatus* Valenciennes, 1850



Figura 21 - *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829

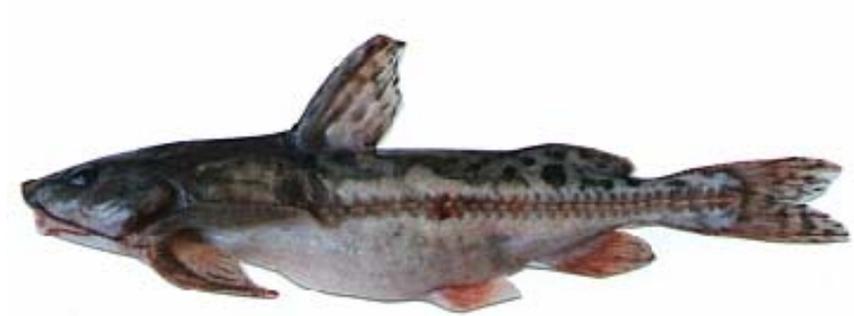


Figura 22 - *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874)



Figura 23 - *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840)

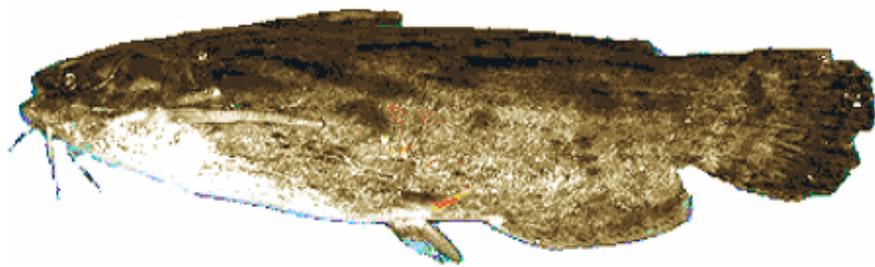


Figura 24- *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766)

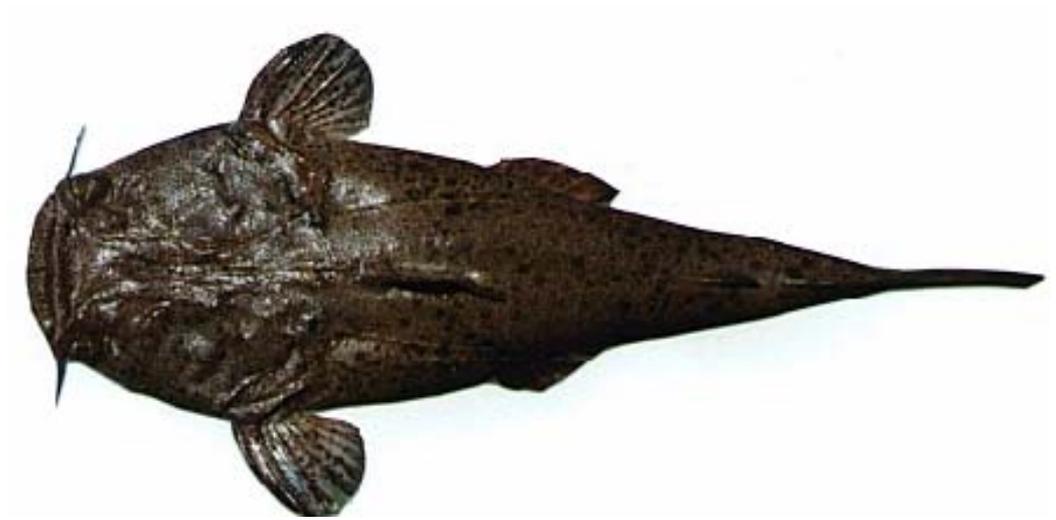


Figura 25 - *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877

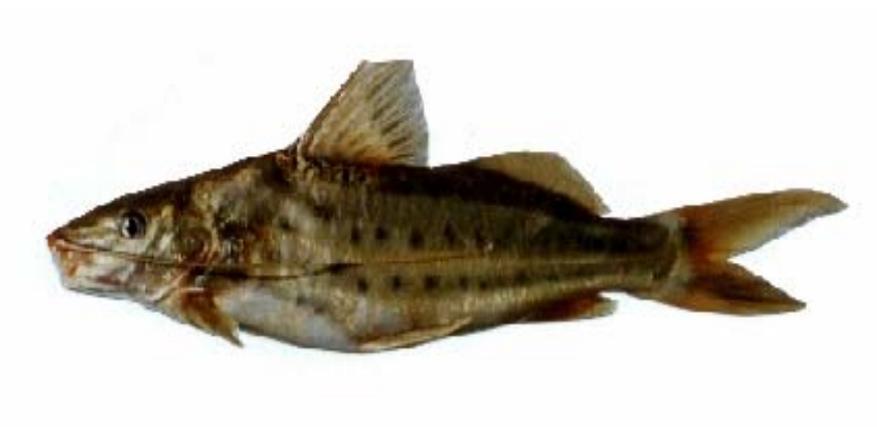


Figura 26 - *Pimelodus maculatus* La Cepède, 1803



Figura 27 - *Pseudopimelodus charus* (Valenciennes, 1840)

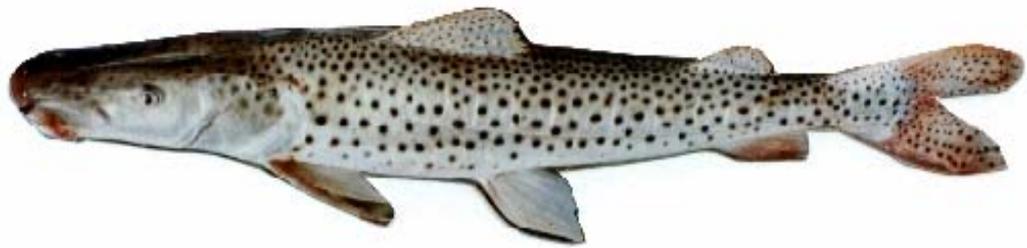


Figura 28 - *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829)



Figura 29 - *Duopalatinus emarginatus* (Valenciennes, 1840)



Figura 30 - *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)



Figura 31 - *Hypostomus francisci* (Lütken, 1874)



Figura 32 - *Pterygoplichthys etentaculatus* (Spix & Agassiz, 1829)



Figura 33 - *Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829



Figura 34 - *Sternopygus macrurus* (Block & Schneider, 1801)

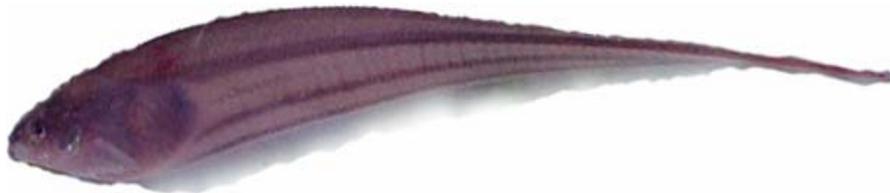


Figura 35 - *Eigenmannia virescens* (Valenciennes, 1842)

Figura 36 – Ovos de *Myleus micans*



Figura 37 – Detalhe do momento da eclosão em *Myleus micans*.

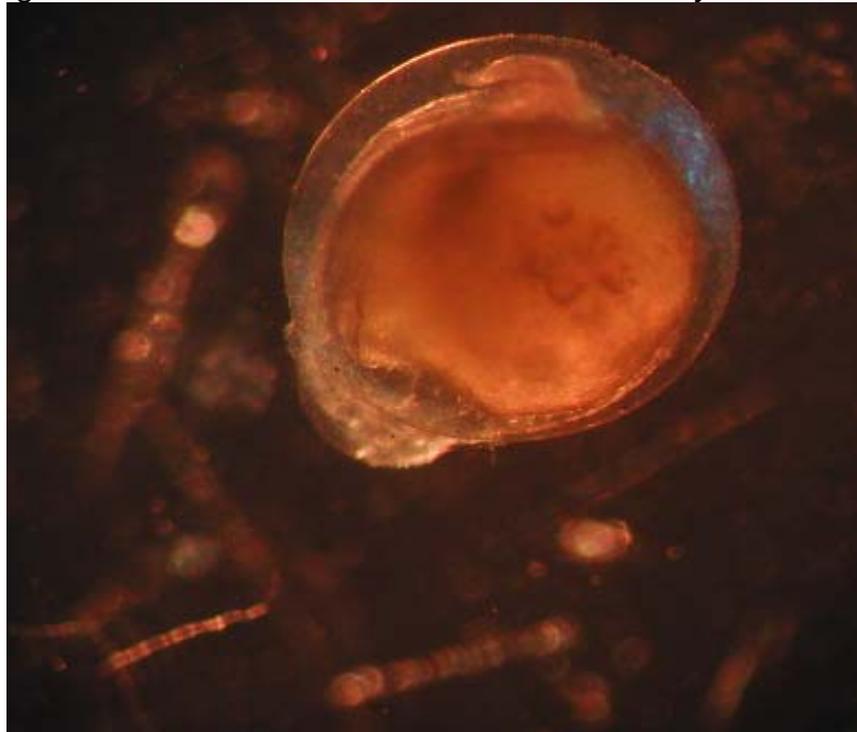


Figura 38- Larva recém eclodida de *Myleus micans*



Figura 39 – ovo de *Leporellus vitattus*

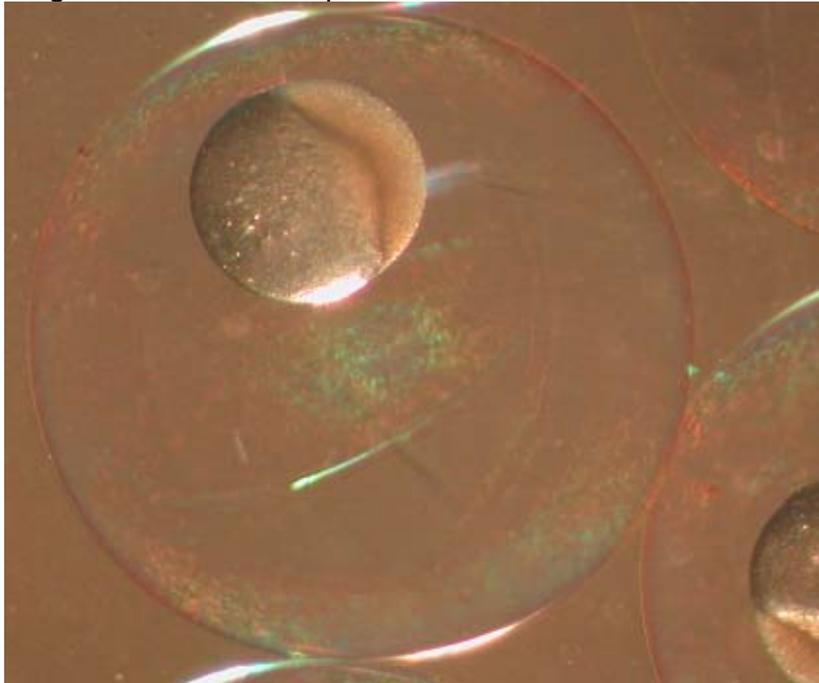


Figura 40 – Larva recém eclodida de *Leporellus vitattus*



Figura 41 – Ovócitos de *Duopalatinus emarginatus*

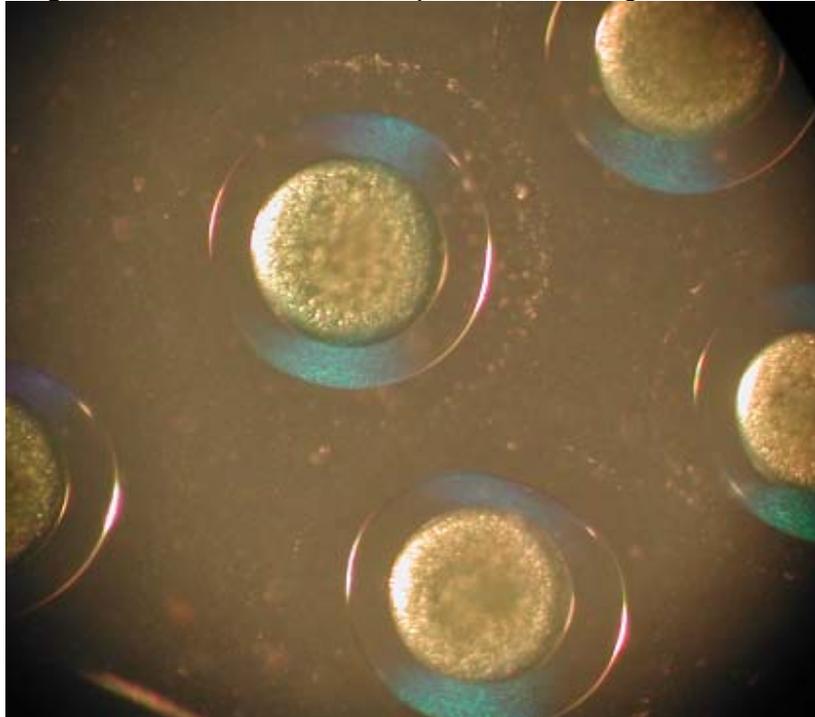


Figura 42 – Detalhe do embrião de *Duopalatinus emarginatus*



Figura 43- Larva recém eclodida de *Duopalatinus emarginatus*



Figura 44- Desova de *Pterygoplichtys etentaculatus*



Figura 45 – Ovos embrionados de *Pterygoplichtys etentaculatus*



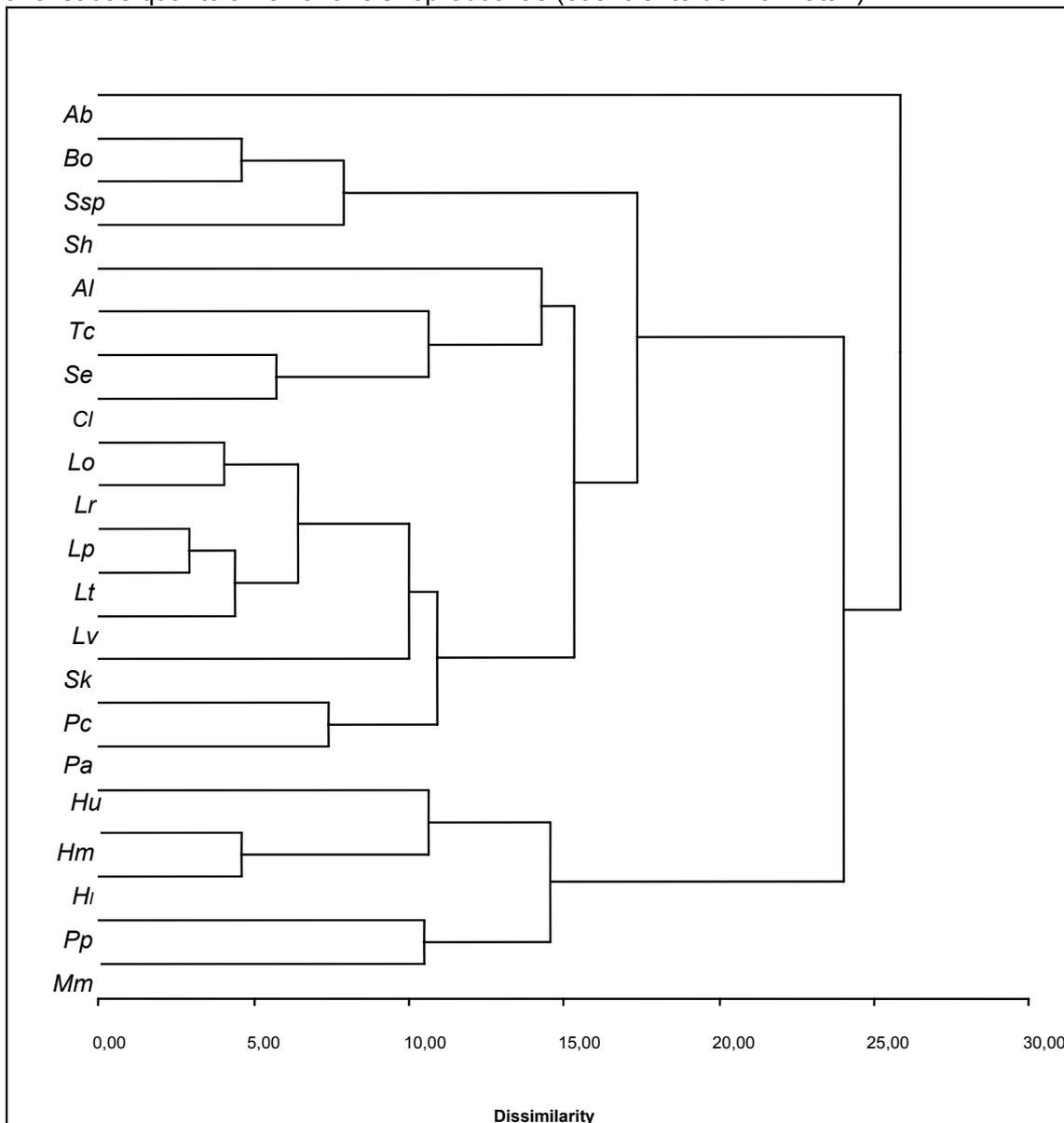
Figura 46- Larva recém eclodida de *Pterygoplichtys etentaculatus*



Figura 47- Ovócito de *Eigenmannia virescens*

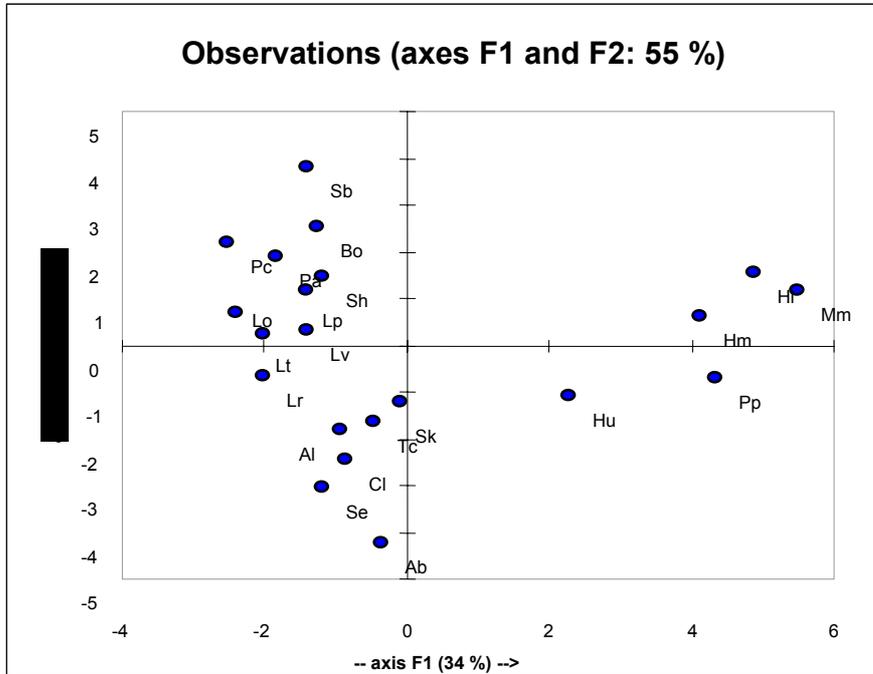


Figura 48 -Dendrograma mostrando o agrupamento de 21 espécies de Characiformes analisadas quanto à 18 variáveis reprodutivas (coeficiente de Manhattan).



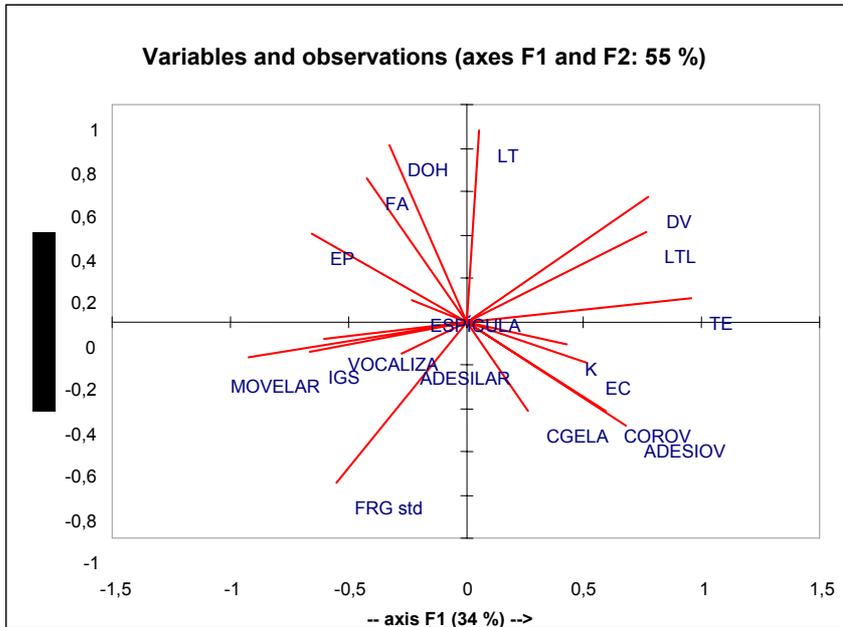
Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb= *Saminus* sp, Sh= *Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl= *Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp= *Leporinus piau*, Lr= *Leporinus reinhardti*, Lt= *Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerthrinus unitaeniatus*, Hm= *Hoplias malabaricus*, Hl= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm= *Myleus micans*

Figura 49 -Dispersão das espécies de Characiformes em função dos primeiro e segundo componentes principais.



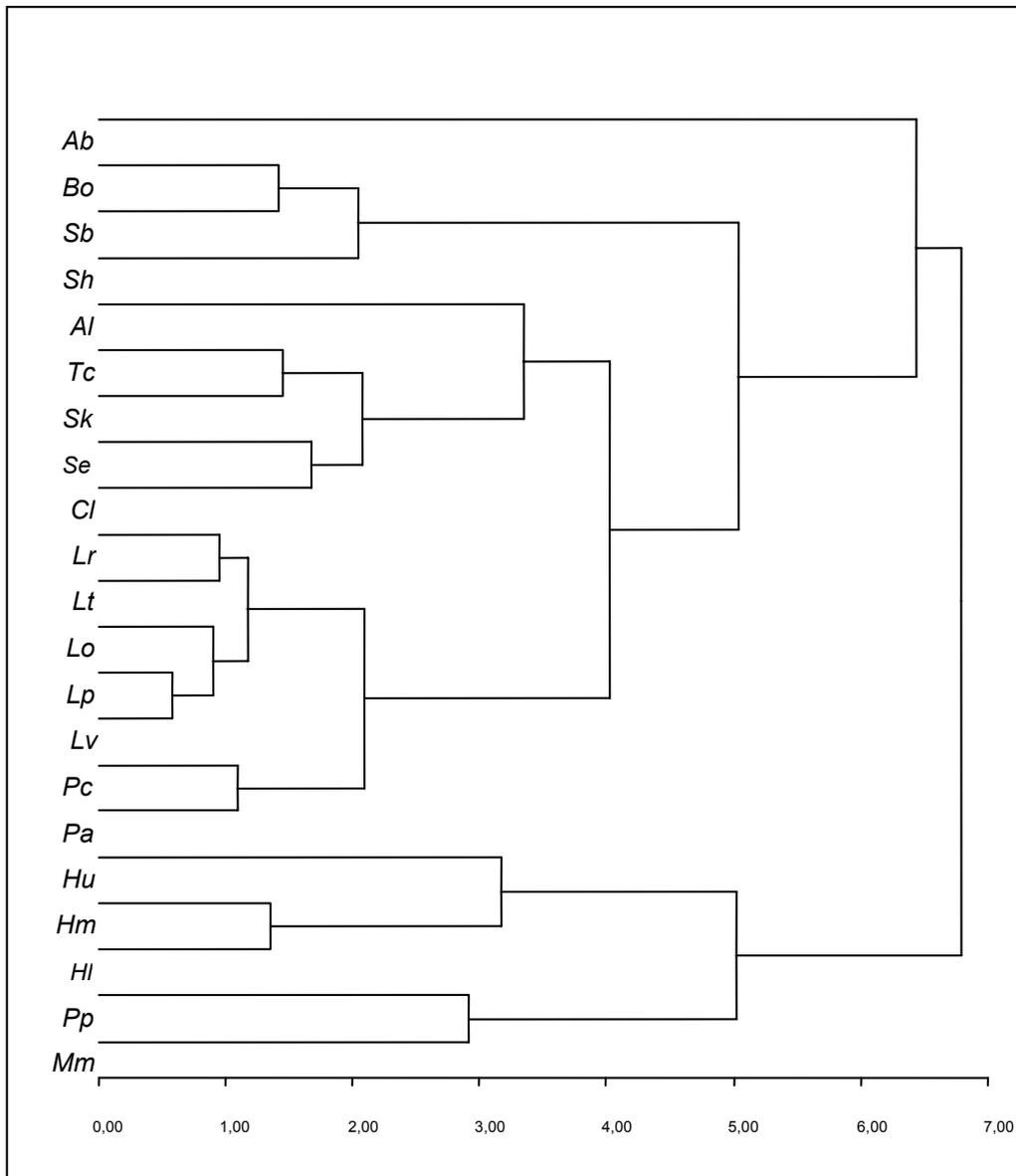
Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb= *Salminus* sp, Sh= *Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl= *Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp= *Leporinus piau*, Lr= *Leporinus reinhardti*, Lt= *Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerythrinus unitaeniatus*, Hm= *Hoplias malabaricus*, Hl= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm= *Myleus micans*

Figura 50- Contribuição das variáveis reprodutivas em Characiformes para a dispersão das espécies nos eixos formados pelos primeiro e segundo componentes principais.



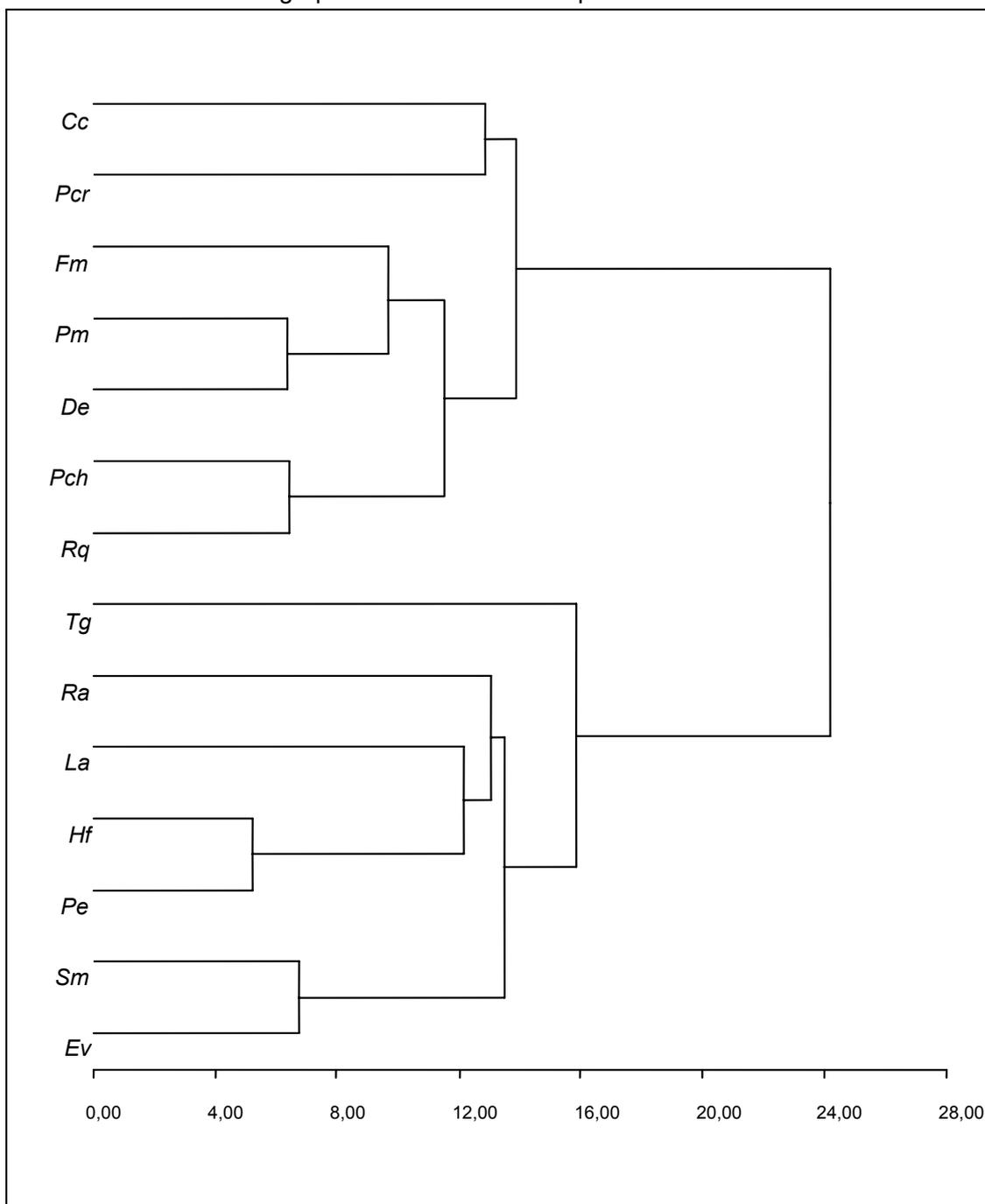
Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos, VOCAL= vocalizações reprodutivas, ESPICUL.= presença de espículas em nadadeiras.

Figura 51- Dendrograma de dissimilaridade obtido, aplicando-se o índice de distância métrica Euclidiana sobre a tabela de escores das espécies em relação aos 4 primeiros componentes principais, que juntos respondem por 84% da variação em Characiformes.



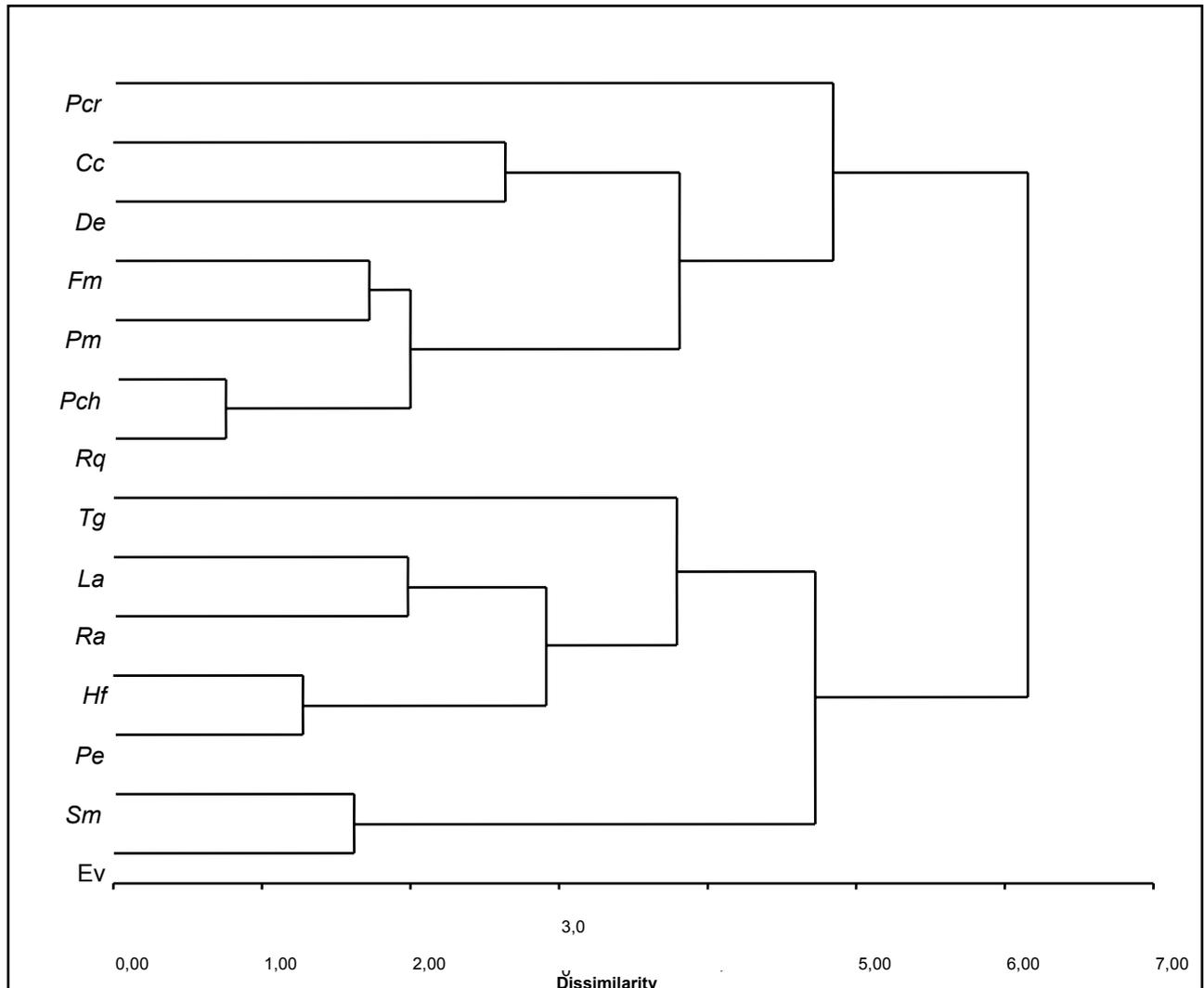
Legenda: Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb= *Saminus sp.*, Sh= *Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl= *Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp= *Leporinus piau*, Lr= *Leporinus reinhardti*, Lt= *Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerythrinus unitaeniatus*, Hm= *Hoplias malabaricus*, Hl= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm= *Myleus micans*

Figura 52-Dendrograma de dissimilaridade (coeficiente de Manhattan) obtido pela análise multivariada de agrupamentos dos dados reprodutivos em Siluriformes.



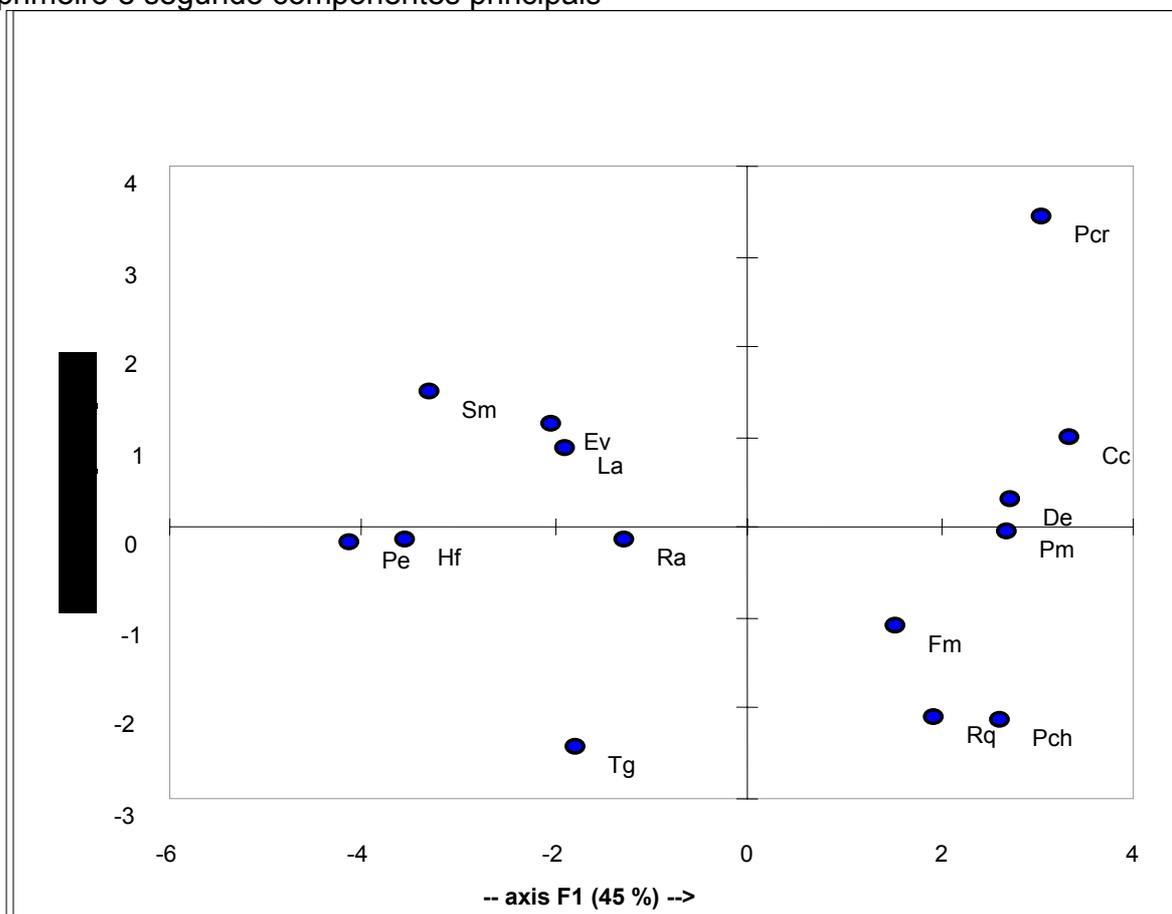
Pcr= *Pseudoplatystoma corruscans* , *Cc*= *Conorhynchos conirostris*, *De*= *Duopalatinus emarginatus*, *Fm*= *Franciscodoras marmoratus*, *Pm*= *Pimelodus maculatus*, *Pch*= *Pseudopimelodus charus*, *Rq*= *Rhamdia quelen*, *Tg*= *Trachelyopterus galeatus*, *La*= *Lophiosilurus alexandri*, *Ra*= *Rhinelepis aspera*, *Hf*= *Hypostomus francisci* , *Pe*= *Pterygoplichthys etentaculatus* , *Sm*= *Sternopygus macrurus* , *Ev*= *Eigenmannia virescens*.

Figura 53- Dendrograma de dissimilaridade, obtido pela aplicação do índice métrico de distância Euclidiana sobre os escores de cada espécie, nos 4 primeiros componentes em Siluriformes



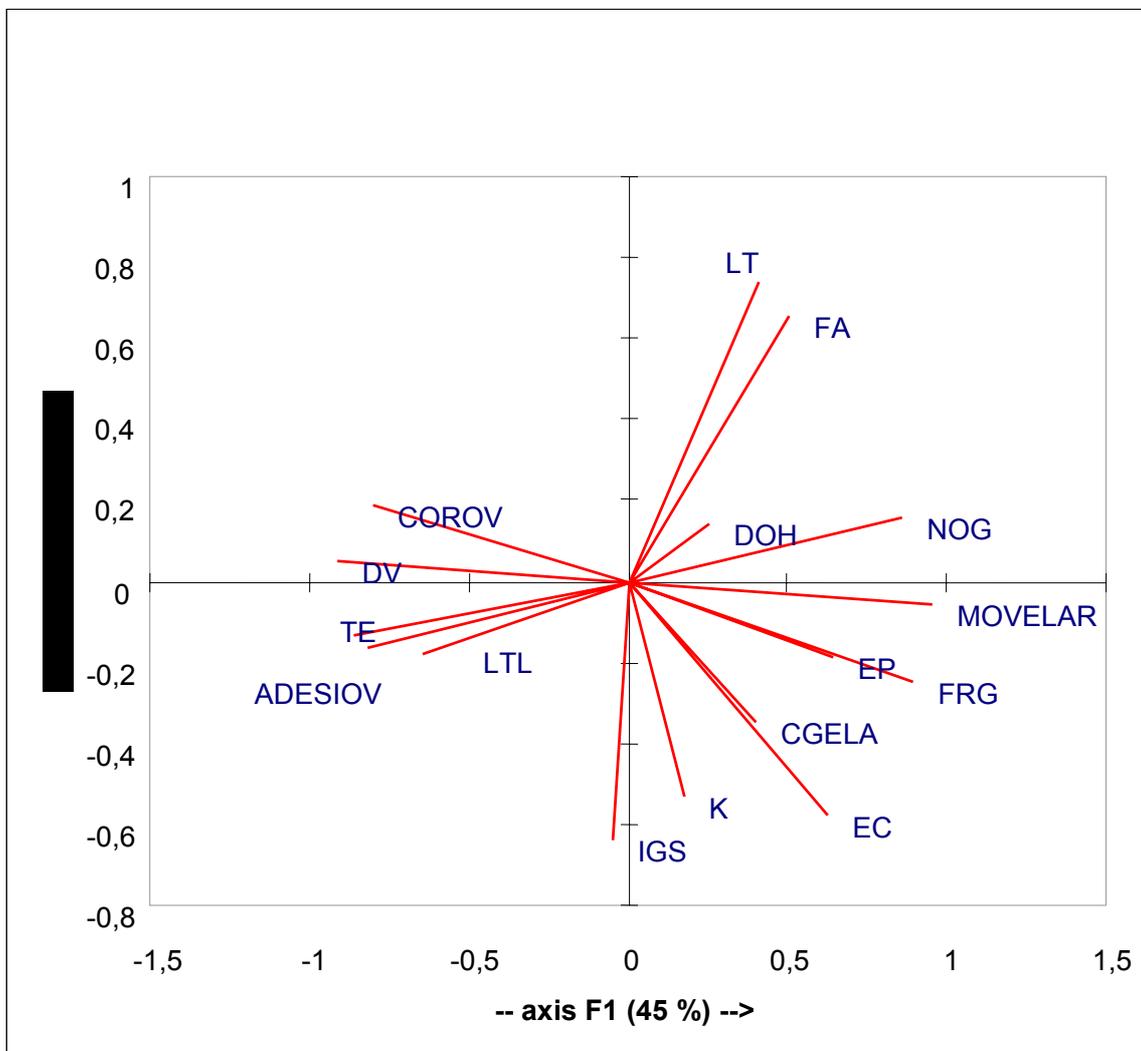
Pcr= *Pseudoplatystoma corruscans* , *Cc*= *Conorhynchos conirostris*, *De*= *Duopalatinus emarginatus*, *Fm*= *Franciscodoras marmoratus*, *Pm*= *Pimelodus maculatus*, *Pch*= *Pseudopimelodus charus*, *Rq*= *Rhamdia quelen*, *Tg*= *Trachelyopterus galeatus*, *La*= *Lophiosilurus alexandri*, *Ra*= *Rhinelepis aspera*, *Hf*= *Hypostomus francisci* , *Pe*= *Pterygoplichthys etentaculatus* , *Sm*= *Sternopygus macrurus* , *Ev*= *Eigenmannia virescens*.

Figura 54 - Dispersão das espécies de Siluriformes + Gymnotiformes sobre o primeiro e segundo componentes principais



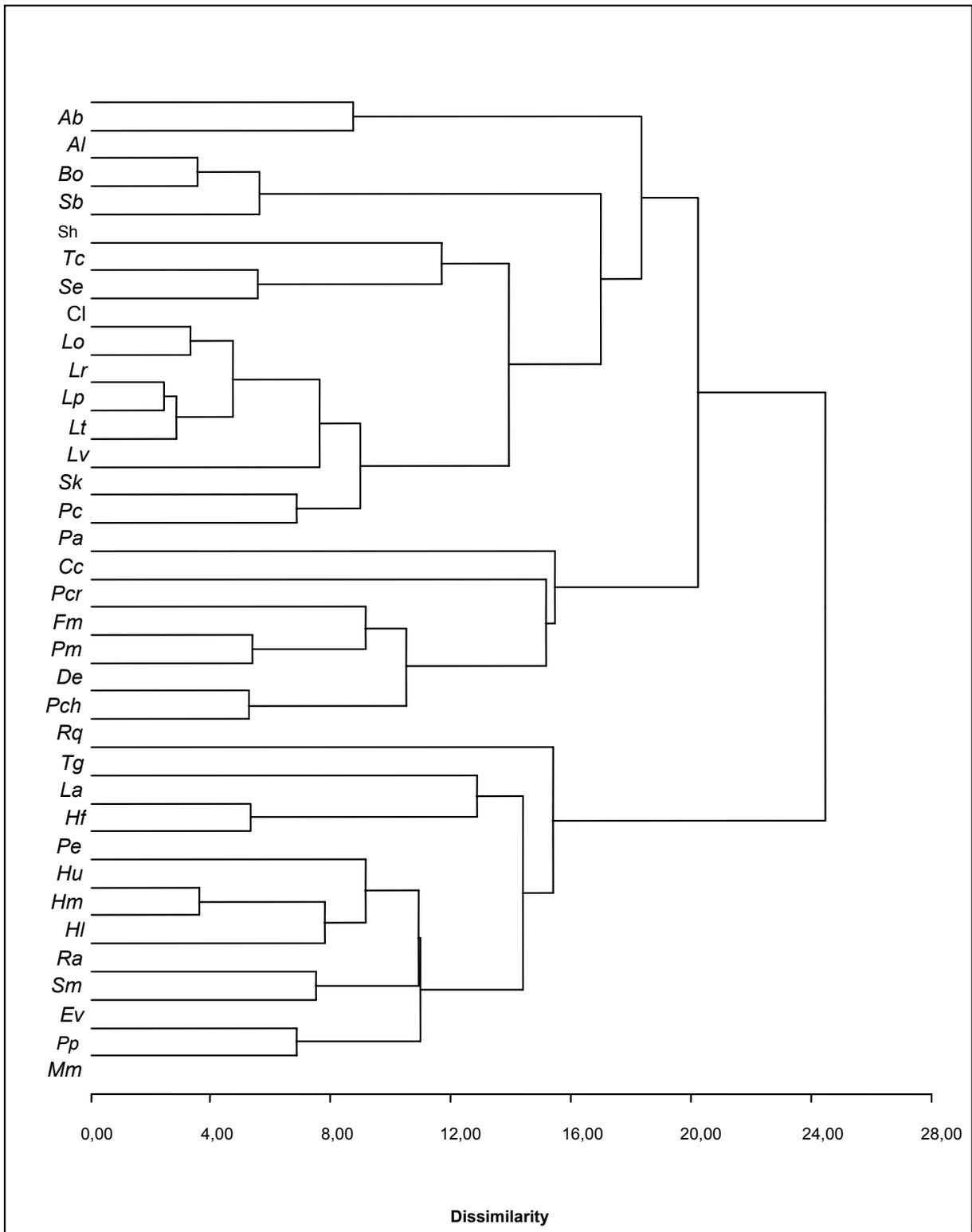
Pcr= *Pseudoplatystoma corruscans* , Cc= *Conorhynchus conirostris*, De= *Duopalatinus emarginatus*, Fm= *Franciscodoras marmoratus*, Pm= *Pimelodus maculatus*, Pch= *Pseudopimelodus charus*, Rq= *Rhamdia quelen*, Tg= *Trachelyopterus galeatus*, La= *Lophiosilurus alexandri*, Ra= *Rhinelepis aspera*, Hf= *Hypostomus francisci* , Pe= *Pterygoplichthys etentaculatus* , Sm= *Sternoyigis macrurus* , Ev= *Eigenmannia virescens*.

Figura 55- Contribuição das variáveis reprodutivas para a dispersão das espécies nos eixos formados pelos primeiro e segundo componentes principais



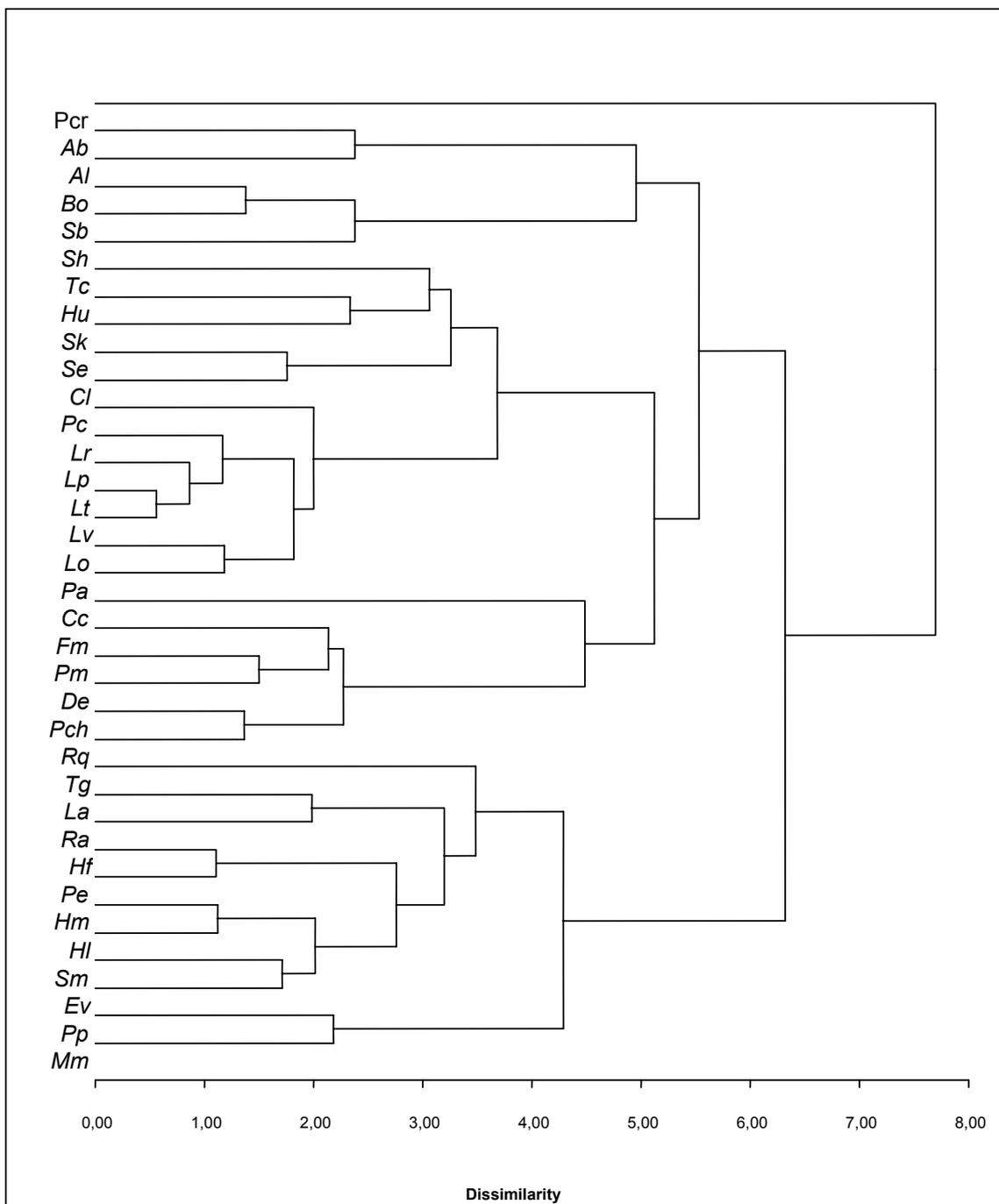
Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos.

Figura 56- Dendrograma de dissimilaridade, obtido através da análise de agrupamentos (coeficiente de dissimilaridade de Manhattan), aplicada sobre os atributos reprodutivos de 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco.



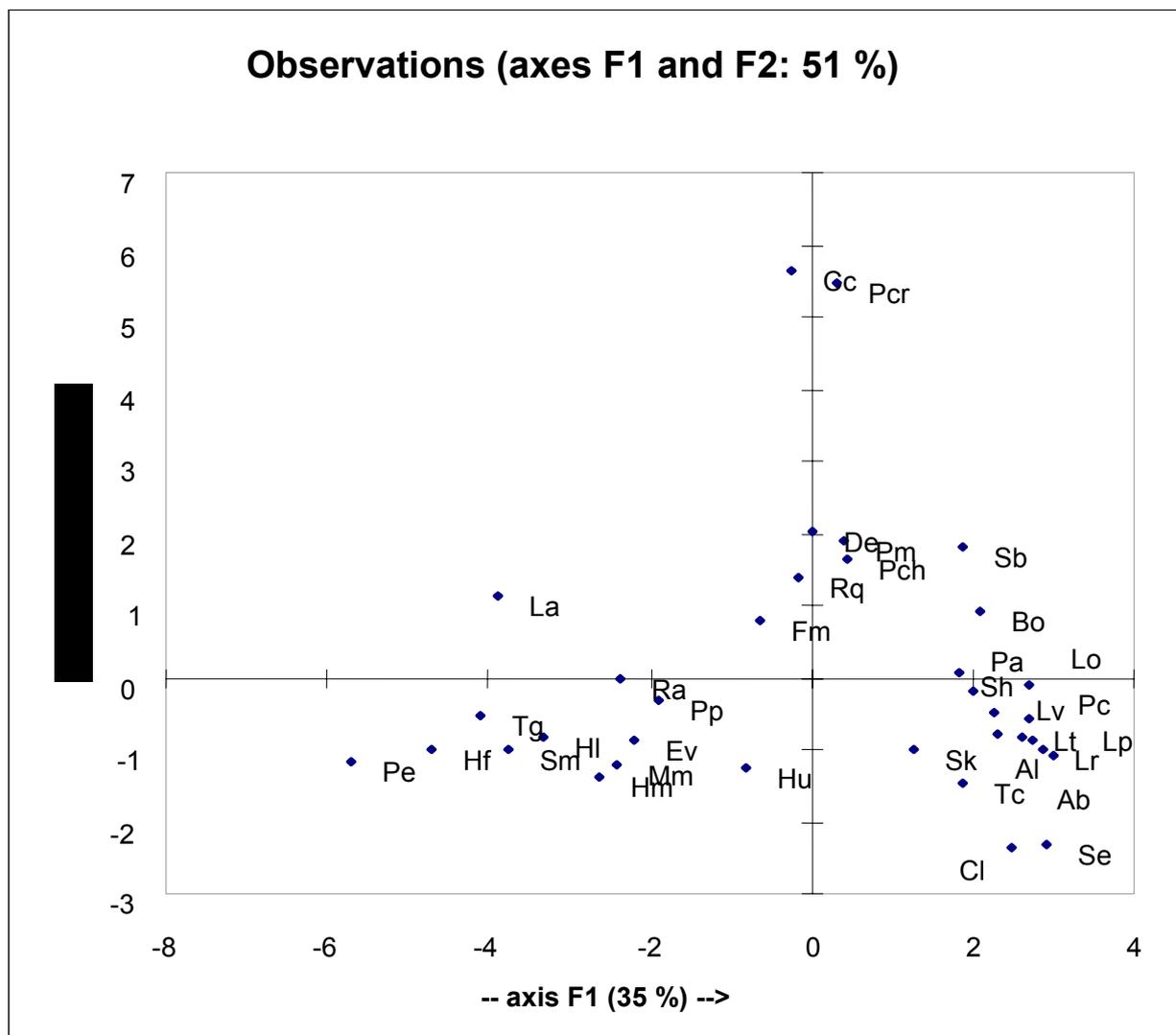
Legenda Figura 56: Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb= *Saminus sp*, Sh= *Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl= *Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp= *Leporinus piau*, Lr= *Leporinus reinhardti*, Lt= *Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerythrinus unitaeniatus*, Hm= *Hoplias malabaricus*, Hl= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm= *Myleus micans* Pcr= *Pseudoplatystoma corruscans* , Cc= *Conorhynchus conirostris*, De= *Duopalatinus emarginatus*, Fm= *Franciscodoras marmoratus*, Pm= *Pimelodus maculatus*, Pch= *Pseudopimelodus charus*, Rq= *Rhamdia quelen*, Tg= *Trachelyopterus galeatus*, La= *Lophiosilurus alexandri*, Ra= *Rhinelepis aspera*, Hf= *Hypostomus francisci* , Pe= *Pterygoplichthys etentaculatus* , Sm= *Sternopygus macrurus* , Ev= *Eigenmannia virescens*.

Figura 57-Dendrograma de dissimilaridade obtido através da aplicação do índice de distância métrica sobre os escores década espécie nos 6 primeiros componentes principais.



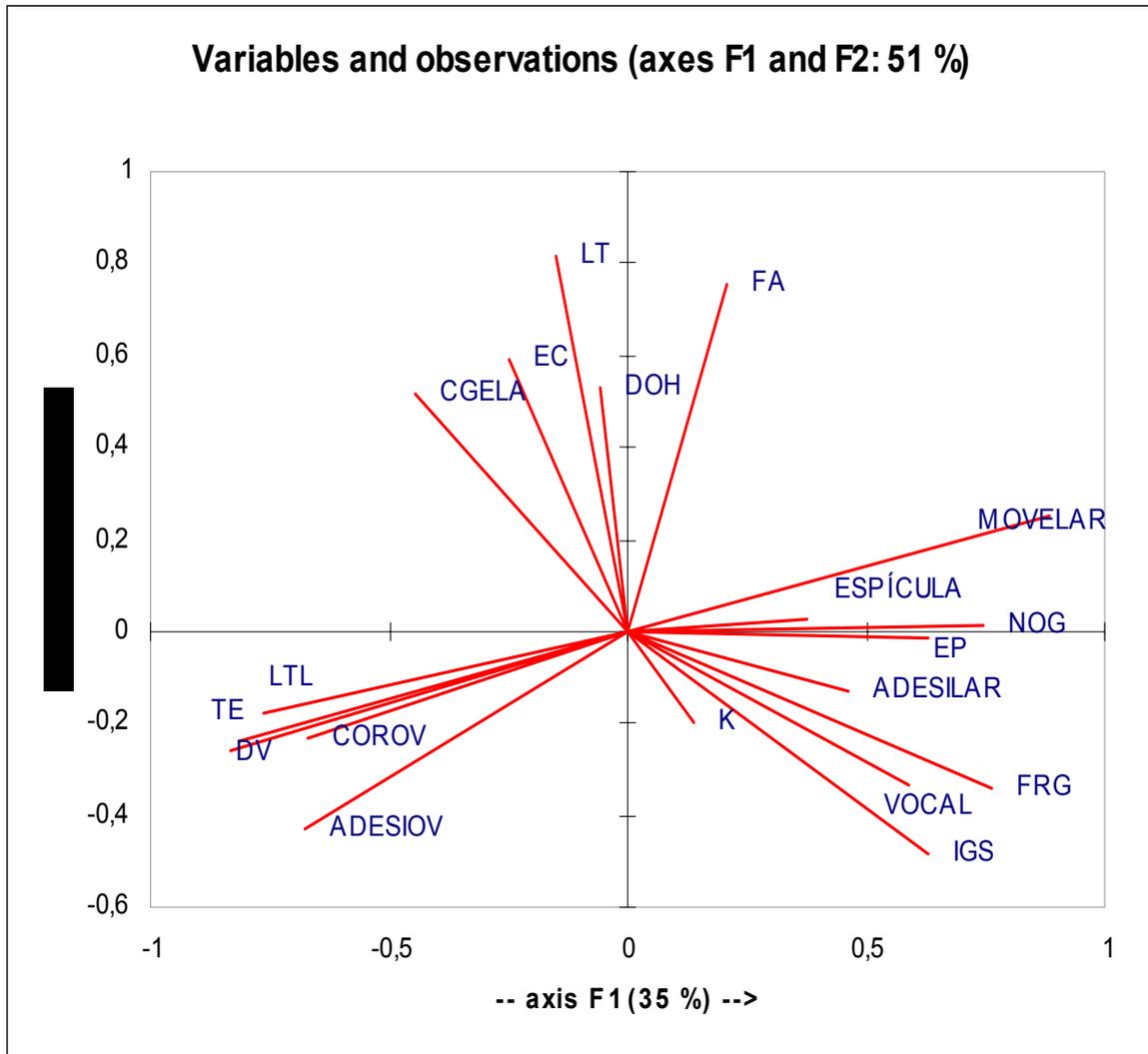
Legenda Figura 57: *Ab= Astyanax bimaculatus*, *Bo= Brycon orthotaenia*, *Sb=Saminus sp*, *Sh=Salminus hilarii*, *Al= Acestrorhynchus lacustris*, *Tc= Tetragonopterus chalceus*, *Se= Steindachnerina elegans*, *Cl=Curimatella lepidura*, *Lo= Leporinus obtusidens*, *Lp=Leporinus piau*, *Lr=Leporinus reinhardti*, *Lt=Leporinus taeniatus*, *Lv= Leporellus vittatus*, *Sk= Schizodon knerii*, *Pc= Prochilodus costatus*, *Pa= Prochilodus argenteus*, *Hu= Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hm=Hoplías malabaricus*, *HI= Hopliás lacerdae*, *Pp= Pygocentrus piraya*, *Mm=Myleus micans* *Pcr= Pseudoplatystoma corruscans* , *Cc= Conorhynchus conirostris*, *De= Duopalatinus emarginatus*, *Fm= Franciscodoras marmoratus*, *Pm= Pimelodus maculatus*, *Pch= Pseudopimelodus charus*, *Rq= Rhamdia quelen*, *Tg= Trachelyopterus galeatus*, *La= Lophiosilurus alexandri*, *Ra= Rhinelepis aspera*, *Hf= Hypostomus francisci* , *Pe= Pterygoplichthys etentaculatus* , *Sm= Sternopygus macrurus* , *Ev= Eigenmannia virescens*.

Figura 58 – Dispersão das espécies de peixes do rio São Francisco em função do primeiro e segundo componentes principais.



Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb= *Saminus sp*, Sh= *Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl= *Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp= *Leporinus piau*, Lr= *Leporinus reinhardti*, Lt= *Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerythrinus unitaeniatus*, Hm= *Hoplias malabaricus*, Hl= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm= *Myleus micans* Pcr= *Pseudoplatystoma corruscans*, Cc= *Conorhynchus conirostris*, De= *Duopalatinus emarginatus*, Fm= *Franciscodoras marmoratus*, Pm= *Pimelodus maculatus*, Pch= *Pseudopimelodus charus*, Rq= *Rhamdia quelen*, Tg= *Trachelyopterus galeatus*, La= *Lophiosilurus alexandri*, Ra= *Rhinelepis aspera*, Hf= *Hypostomus francisci*, Pe= *Pterygoplichthys etentaculatus*, Sm= *Sternopigus macrurus*, Ev= *Eigenmania virescens*.

Figura 59 -Contribuição das variáveis reprodutivas para a dispersão das espécies em função do primeiro e segundo componentes principais



Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadosomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos, VOCAL= vocalizações reprodutivas, ESPCL.= presença de espículas em nadadeiras.

IX. Tabelas

Tabela 1- Atributos biométricos e reprodutivos de Characiformes hipofisados da bacia do rio São Francisco.

ESPÉCIES	N	LT(cm)	FA	FR/G
CHARACIFORMES		Média + DP	Média + DP	Média + DP
<i>Astyanax bimaculatus</i>	13	10.7±0.6	18200±4884	871 + 97
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	25	10.2±0.8	8881±3296	385 ± 56
<i>Brycon orthotaenia</i>	14	52.1±4.5	402307±101631	169 ± 34
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	15	20.7±2.5	51719±22507	623 ± 77
<i>Salminus sp</i>	16	69.9±8.2	633933±258794	138 ± 25
<i>Salminus hilarii</i>	10	28.3±3.3	53080±26676	201 ± 24
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	13	22.3±1.4	31733±5943	185 ± 24
<i>Hoplias malabaricus</i>	07	32.7±4.2	23086 ± 8578	52 ± 5
<i>Hoplias lacerdae</i>	14	42.8±7.3	13336 ±9064	15 ± 2
<i>Leporinus obtusidens</i>	13	38.3±7.9	403563±264949	447 ± 54
<i>Leporinus piau</i>	17	22.8±1.8	68331±24932	356 ± 56
<i>Leporinus reinhardti</i>	20	22.3±2.6	81293±2873	524 ± 65
<i>Leporinus taeniatus</i>	08	23.1±2.8	53827.5±34885	276 ±123.4
<i>Leporellus vittatus</i>	15	21.6±2.7	44325±18098	398 ±37
<i>Schizodon knerii</i>	12	28.6±2.2	88 481 ± 28510	319 ± 65
<i>Steindachnerina elegans</i>	26	12.3±1.1	22 089 ± 8710	810 ± 148
<i>Curimatella lepidura</i>	10	14.1±0.8	40 864 ± 8769	863 ± 91
<i>Prochilodus costatus</i>	15	38.1±7.2	267 786 ± 176094	316 ± 34
<i>Prochilodus argenteus</i>	16	46.8±8.6	419 043 ± 187731	252 ± 32
<i>Pygocentrus piraya</i>	08	29.9±1.2	33454±6442	42,2±0,7
<i>Myleus micans</i>	11	34.2±2.7	22524 ± 6800	20 ± 2,5

Legenda: N= Número de indivíduos hipofisados, LT(cm) Tamanho corpóreo máximo das fêmeas reprodutoras, FA= Fecundidade absoluta: ovócitos extrusados + ovócitos livres na cavidade celomática, FRG= Fecundidade relativa ao peso corporal de fêmeas.

Tabela 2- Valores médios de IGS, K (Fulton) e NOG em Characiformes da bacia do rio São Francisco, submetidos a hipofisização

ESPÉCIES	N	IGS	K (Fulton)	NOG
CHARACIFORMES		Média + DP	Média + DP	Média + DP
<i>Astyanax bimaculatus</i>	13	18.20±1.99	1.64±0.13	4788±147
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	25	15.43±2.09	2.10±0.15	2491±82
<i>Brycon orthotaenia</i>	14	12.31±2.13	1.68±0.13	1370±60
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	15	14.79±1.71	0,9±0,07	4211±78
<i>Salminus</i> sp	16	11.23±1.57	1.28±0.14	1223±71
<i>Salminus hilarii</i>	10	15.27±1.85	1.06±0.17	1322±84
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	13	13.74±1.29	1.56±0.06	1340±64
<i>Hoplias malabaricus</i>	07	14.00±1.36	1.21±0.10	374±6
<i>Hoplias lacerdae</i>	14	6.94±0.91	0.98±0.08	220±4
<i>Leporinus obtusidens</i>	13	18.33±2.44	1.49±0.08	2440±83
<i>Leporinus piau</i>	17	15.66±2.15	1.57±0.14	2267±97
<i>Leporinus reinhardti</i>	20	19.06±1.99	1.35±0.14	2747±97
<i>Leporinus taeniatus</i>	08	15.00±0.60	1.13±0.13	1834± 95
<i>Leporellus vittatus</i>	15	17.85±1.51	1.07±0.12	2232±71
<i>Schizodon knerii</i>	12	12.93±2.44	1.17±0.03	2467±51
<i>Steindachnerina elegans</i>	26	17.95±2.95	1.40±0.15	4501±161
<i>Curimatella lepidura</i>	10	20.91±2.05	1.66±0.04	4126±95
<i>Prochilodus costatus</i>	15	25.79±2.32	1.43±0.22	1224±70
<i>Prochilodus argenteus</i>	16	23.72±2.54	1.57±0.20	1064±64
<i>Pygocentrus piraya</i>	08	8.97±1.34	2,92±0,07	479±14
<i>Myleus micans</i>	11	12.6±1.6	2.57±0.30	179±6

Legenda: N=Número de observações, IGS= índice gonadossomático, K (Fulton)= Fator de condição, NOG=número de ovócitos por grama de desova

Tabela 3-Valores registrados para as variáveis quantitativas: DONH, DOH e DV relacionadas à unidades reprodutivas de Characiformes da bacia do rio São Francisco.

ESPÉCIES	DONH	DOH	DV
CHARACIFORMES	Média + DP(µm)	Média + DP(µm)	Média + DP(µm)
<i>Astyanax bimaculatus</i>	1027.0 ± 30.8	1142.8 ± 33.9	642.2 ± 27.6
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	1254.4 ± 44.6	2369.8 ± 76.2	813.1 ± 46.8
<i>Brycon orthotaenia</i>	1479.6 ± 53.2	3094.6 ± 80.3	1139.3 ± 58.5
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	1089.9 ± 29.66	1375.3 ± 23.8	935.5 ± 30.7
<i>Salminus</i> sp	1613.2 ± 59.5	3198.4 ± 179.1	1300.8 ± 62.7
<i>Salminus hilarii</i>	1631.7 ± 55.9	3354.2 ± 258.5	1473.7 ± 74.9
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	1406.4 ± 55.5	1768.2 ± 90.3	1199.9 ± 42.9
<i>Hoplias malabaricus</i>	2115.15 ± 31.4	2238.5 ± 19.5	1727.0 ± 29.0
<i>Hoplias lacerdae</i>	2276.7 ± 48.4	2552.9 ± 24.0	2077.7 ± 41.3
<i>Leporinus obtusidens</i>	1245.9 ± 39.2	2309.9 ± 92.6	842.4 ± 29.7
<i>Leporinus piau</i>	1347.8 ± 49.3	3074.5 ± 96.9	1202.1 ± 49.8
<i>Leporinus reinhardti</i>	1067.1 ± 55.1	2290.4 ± 109.6	822.4 ± 30.6
<i>Leporinus taeniatus</i>	1134.46 ± 135	3116.0 ± 378.0	1002.3 ± 26.3
<i>Leporellus vittatus</i>	1357.1 ± 49.5	3026.8 ± 111.6	923.6 ± 49.9
<i>Schizodon knerii</i>	1302.4 ± 41.7	1414.9 ± 39.9	822.5 ± 32.2
<i>Steindachnerina elegans</i>	978.8 ± 29.2	1644.1 ± 80.7	642.3 ± 22.9
<i>Curimatella lepidura</i>	1019.5 ± 20.6	1953.1 ± 69.7	676.8 ± 23.2
<i>Prochilodus costatus</i>	1511.6 ± 46.6	4023.0 ± 262.7	1181.1 ± 70.1
<i>Prochilodus argenteus</i>	1583.5 ± 38.4	3875.4 ± 352.5	1251.2 ± 84.7
<i>Pygocentrus piraya</i>	1725.31 ± 5.88	1905.48 ± 46.66	1596.6 ± 31.8
<i>Myleus micans</i>	2326 ± 82	2352 ± 98	2176.0 ± 85.0

Legenda: DONH= Diâmetro do ovócito não hidratado, DOH= Diâmetro do ovócito hidratado, DV= diâmetro do vitelo.

Tabela 4- Valores registrados para variáveis quantitativas relacionadas às unidades reprodutivas de Characiformes da bacia do rio São Francisco

ESPÉCIES	EP	EC	TE	LTL
CHARACIFORMES	Média + DP(µm)	Média +	Média + DP(HG)	Média + DP(µm)
<i>Astyanax bimaculatus</i>	212.1 ± 23.8	38.3±8.5	410±24	2281.1 ± 79.7
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	775.9 ± 42.0	2.4±0.4	499±9	2638.0 ± 67.5
<i>Brycon orthotaenia</i>	975.1 ± 50.0	2.5±0.3	509±7	3767.3 ± 121.6
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	185.0 ± 17.5	32.7±0.3	637±10	2278.3 ± 47.2
<i>Salminus</i> sp	960.7 ± 123.7	2.4±0.4	490±8	3944.2 ± 141.8
<i>Salminus hilarii</i>	937.8 ± 111.5	2.4±0.4	485±11	3869.9 ± 121.4
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	278.5 ± 50.0	6.1±1.0	1060±48	4526.2 ± 72.8
<i>Hoplias malabaricus</i>	248.4 ± 20.7	6.0±0.1	1176±19	6611.0 ± 124.2
<i>Hoplias lacerdae</i>	231.6 ± 14.3	6.0±0.1	1219±40	6944.5 ± 58.1
<i>Leporinus obtusidens</i>	731.4 ± 49.0	2.4±0.3	477±11	2925.7 ± 67.5
<i>Leporinus piau</i>	933.8 ± 32.5	2.4±0.4	510±20	3315.6 ± 99.1
<i>Leporinus reinhardti</i>	731.5 ± 49.9	2.4±0.4	497±11	2653.3 ± 65.5
<i>Leporinus taeniatus</i>	993.0 ± 230.0	27±11.0	483±48	3304.0 ± 91.4
<i>Leporellus vittatus</i>	1049.2 ± 58.0	2.4±0.4	512±13	3560.0 ± 280.0
<i>Schizodon knerii</i>	293.8 ± 12.7	2.4±0.3	544±13	2783.7 ± 95.3
<i>Steindachnerina elegans</i>	498.4 ± 41.0	2.5±0.4	542±29	2742.2 ± 53.2
<i>Curimatella lepidura</i>	635.7 ± 32.9	2.4±0.3	600±75	2883.2 ± 85.7
<i>Prochilodus costatus</i>	1418.5 ± 134.6	2.5±0.4	488±49	4149.2 ± 124.8
<i>Prochilodus argenteus</i>	1309.8 ± 157.5	2.4±0.3	483±19	4279.5 ± 76.1
<i>Pygocentrus piraya</i>	126.45 ± 24.13	27.7±9.9	1013±17	3756.9 ± 68.0
<i>Myleus micans</i>	171.0 ± 25.0	47±10	1456±48	6448.0 ± 363

Legenda: EP=espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= Tempo de eclosão em horas-grau, LTL= tamanho da larva recém eclodida.

Tabela 5- Valores registrados para as variáveis qualitativas, ADESIOV, CGELA e COROV relacionadas às unidades reprodutivas de Characiformes espécies da bacia do rio São Francisco:

ESPÉCIES	ADESIOV	CGELA	COROV
CHARACIFORMES			
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Leve	Presente	Amarela. parda
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Leve	Ausente	Amarela
<i>Brycon orthotaenia</i>	Livre	Ausente	Verde-escuro,lilás
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Leve	Presente	Marron, manchado
<i>Salminus sp</i>	Livre	Ausente	Verde-escuro, marron
<i>Salminus hilarii</i>	Livre	Ausente	Verde-escuro, marron
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Leve	Ausente	Amarelo
<i>Hoplias malabaricus</i>	Adesivo	Ausente	Alaranjado
<i>Hoplias lacerdae</i>	Adesivo	Ausente	Alaranjado
<i>Leporinus obtusidens</i>	Livre	Ausente	Cinza-pardo
<i>Leporinus piau</i>	Livre	Ausente	Cinza-pardo
<i>Leporinus reinhardti</i>	Livre	Ausente	Cinza-pardo
<i>Leporinus taeniatus</i>	Livre	Ausente	Cinza-pardo
<i>Leporellus vittatus</i>	Livre	Ausente	Cinza-pardo
<i>Schizodon knerii</i>	Forte	Ausente	Cinza-pardo
<i>Steindachnerina elegans</i>	Leve	Ausente	Amarelo-pardo
<i>Curimatella lepidura</i>	Leve	Ausente	Amarelo-pardo
<i>Prochilodus costatus</i>	Livre	Ausente	Cinza
<i>Prochilodus argenteus</i>	Livre	Ausente	Cinza
<i>Pygocentrus piraya</i>	Leve	Presente	Amarelo
<i>Myleus micans</i>	Leve	Presente	Amarelo

Legenda: ADESIOV= adesividade dos ovócitos, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovócitos.

Tabela 6- Variáveis qualitativas ADESILAR= Órgão adesivo larval e MOVELAR=Movimento das larvas na coluna d'água, relacionadas às unidades reprodutivas das espécies da bacia do rio São Francisco.

ESPÉCIES	ADESILAR	MOVELAR
CHARACIFORMES		
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Presente	Presente
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Presente	Presente
<i>Brycon orthotaenia</i>	Presente	Presente
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Presente	Presente
<i>Salminus sp</i>	Presente	Presente
<i>Salminus hilarii</i>	Presente	Presente
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Ausente	Presente
<i>Hoplias malabaricus</i>	Ausente	Ausente
<i>Hoplias lacerdae</i>	Ausente	Ausente
<i>Leporinus obtusidens</i>	Ausente	Presente
<i>Leporinus piau</i>	Ausente	Presente
<i>Leporinus reinhardti</i>	Ausente	Presente
<i>Leporinus taeniatus</i>	Ausente	Presente
<i>Leporellus vittatus</i>	Ausente	Presente
<i>Schizodon knerii</i>	Ausente	Presente
<i>Steindachnerina elegans</i>	Presente	Presente
<i>Curimatella lepidura</i>	Ausente	Presente
<i>Prochilodus costatus</i>	Ausente	Presente
<i>Prochilodus argenteus</i>	Ausente	Presente
<i>Pygocentrus piraya</i>	Ausente	Ausente
<i>Myleus micans</i>	Ausente	Ausente

Tabela 7- Atributos reprodutivos comportamentais em machos das espécies de peixes da bacia do rio São Francisco, submetidas a hipofisção: VOCAL= registro de vocalizações, ESPCL= presença de espículas em nadadeiras durante o período reprodutivo.

ESPÉCIES	VOCAL	ESPCL
CHARACIFORMES		
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Ausente	Presente
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Ausente	Ausente
<i>Brycon orthotaenia</i>	Ausente	Presente
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Ausente	Presente
<i>Salminus</i> sp	Ausente	Presente
<i>Salminus hilarii</i>	Ausente	Presente
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Ausente	Ausente
<i>Hoplias malabaricus</i>	Ausente	Ausente
<i>Hoplias lacerdae</i>	Ausente	Ausente
<i>Leporinus obtusidens</i>	Presente	Ausente
<i>Leporinus piau</i>	Presente	Ausente
<i>Leporinus reinhardti</i>	Presente	Ausente
<i>Leporinus taeniatus</i>	Presente	Ausente
<i>Leporellus vittatus</i>	Presente	Ausente
<i>Schizodon knerii</i>	Presente	Ausente
<i>Steindachnerina elegans</i>	Presente	Ausente
<i>Curimatella lepidura</i>	Presente	Ausente
<i>Prochilodus costatus</i>	Presente	Ausente
<i>Prochilodus argenteus</i>	Presente	Ausente
<i>Pygocentrus piraya</i>	Ausente	Ausente
<i>Myleus micans</i>	Ausente	Ausente

Tabela 8- Atributos biométricos e reprodutivos de espécies de Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco, submetidos a hipofiseção: LT(cm), FA, FRG.

ESPÉCIES	N	LT(cm)	FA	FR/G
SILURIFORMES		Média + DP	Média + DP	Média + DP
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	11	20.4±1.9	21.813 ± 12611	202 ± 38
<i>Conorhynchos conirostris</i>	4	64.5±3.7	663.179 ± 147585	137 ± 26
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	8	17.1±1.9	3163 ± 1011	37 ± 4
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	14	61.9±4.0	4.534 ± 671	1.5 ± 0.3
<i>Pimelodus maculatus</i>	26	32.1±1.7	124.690 ± 34457	181 ± 28
<i>Pseudopimelodus charus</i>	9	20.0±2.5	63.853 ± 51038	161 ± 21
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	12	79.7±6.4	1.559.677 ± 660759	126 ± 22
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	8	51.3±3.8	186.946±49534	173±22
<i>Rhamdia quelen</i>	10	29.8±3.4	41.334 ± 41334	200 ± 19
<i>Hypostomus francisci</i>	15	33.4±9.1	1465 ± 792	4 ± 1
<i>Rhinelepis aspera</i>	18	48.3±6.0	149.486 ± 68547	98 ± 15
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	12	34.0±2.7	593 ± 404	4.2±0.4
GYMNOTIFORMES				
<i>Sternopygus macrurus</i>	13	31.4±3.8	557±357	10±2
<i>Eigenmannia virescens</i>	12	21.9±0.5	982±202	39±5.2

Legenda: N= Número de indivíduos hipofisados, LT(cm) Tamanho corpóreo máximo das fêmeas reprodutoras, FA= Fecundidade absoluta: ovócitos extrusados + ovócitos livres na cavidade celomática, FRG= Fecundidade relativa ao peso corporal de fêmeas.

Tabela 9- Valores de IGS, K(Fulton) e NOG para Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do rio São Francisco submetidos à hipofiseção

ESPÉCIES	N	IGS	K(Fulton)	NOG
SILURIFORMES		Média + DP	Média + DP	Média + DP
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	11	7.87+1.47	1.09+0.17	2566+145
<i>Conorhynchos conirostris</i>	4	5.97±0.91	1.16±0.11	2284±86
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	8	10.61±1.15	1.65±0.10	351±5
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	14	2.04±0.43	1.25±0.09	74±5
<i>Pimelodus maculatus</i>	26	5.53±0.76	1.17±0.12	3276±181
<i>Pseudopimelodus charus</i>	9	15.12±2.06	1.36±0.34	1067±32
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	12	5.10±0.86	0.88±0.09	2468±82
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	8	5.30±0.90	0.79±0.08	3.300±287
<i>Rhamdia quelen</i>	10	17.79±1.89	0.93±0.14	1128±42
<i>Hypostomus francisci</i>	15	11.79±1.59	0.90±0.10	37±1
<i>Rhinelepis aspera</i>	18	13.72±2.13	1.19±0.14	718±31
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	12	7.0±3.0	1.30±0.10	44±5
GYMNOTIFORMES				
<i>Sternopygus macrurus</i>	13	8.36+1.98	0.16+0.03	123+4
<i>Eigenmannia virescens</i>	12	9.82±1.05	0.16±0.06	413±10

IGS= índice gonadossomático, K(Fulton)= Fator de condição, NOG=Número de ovócitos por grama de desova.

Tabela 10- Valores de DONH, DOH e DV em Siluriformes e Gymnotiformes hipofisados da bacia do rio São Francisco

ESPÉCIES	DONH	DOH	DV
	Média + DP(µm)	Média + DP(µm)	Média + DP(µm)
SILURIFORMES			
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	1267.2 + 44.8	1906.5 + 45.6	845.6 + 30.3
<i>Conorhynchus conirostris</i>	1383.7 ± 36.1	2513.9 ± 60.25	758.0 ± 38.1
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	2313.8 ± 57.1	3356.9 ± 96.8	1668.6 ± 74.3
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	3056.7 ± 154.2	3570.1 ± 94.9	2651.7 ± 98.6
<i>Pimelodus maculatus</i>	1113.9 ± 37.0	1838.2 ± 61.5	694.1 ± 45.6
<i>Pseudopimelodus charus</i>	1662.2 ± 43.5	2665.9 ± 45.2	1058.0 ± 35.4
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	1038.4 ± 42.6	1535.1 ± 100.6	705.1 ± 34.2
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	1260.4 ± 25.9	1829.3 ± 54	723 ± 20.4
<i>Rhamdia quelen</i>	1471.6 ± 47.6	2640.3 ± 109.2	955.2 ± 32.5
<i>Hypostomus francisci</i>	3531.6 ± 61.6	3755.5 ± 62.7	3378.5 ± 53.9
<i>Rhinelepis aspera</i>	1584.0 ± 42.6	1752.5 ± 49.7	1286.4 ± 39.8
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	3342±155	3575 ± 156	3146 ±156
GYMNOTIFORMES			
<i>Sternopygus macrurus</i>	2997.3 + 47.6	3099.3 + 31.5	2707.8 + 37.4
<i>Eigenmannia virescens</i>	1801.5±25.7	1.980.5 ± 50.5	1572±32.7

DONH= Diâmetro do ovócito não hidratado, DOH= Diâmetro do ovócito hidratado, DV= diâmetro do vitelo.

Tabela 11- Valores de espaço perivitelínico, espessura do córion, tempo de eclosão e comprimento da larva recém eclodida em Siluriformes e Gymnotiformes da bacia do São Francisco.

ESPÉCIES	EP	EC	TE	LTL
	Média + DP(μm)	Média + DP(μm)	Média + DP(μm)	Média + DP(μm)
SILURIFORMES				
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	192.2 ± 36.8	337.2 ± 27.0	1099 ± 41	2763,0 ± 57,0
<i>Conorhynchos conirostris</i>	453.2 ± 51.4	424.4 ± 32.3	507 ± 6	2796,6 ± 81,1
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	448.0 ± 38.4	402.5 ± 46.8	3051 ± 28	4171,9 ± 95,6
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	188.4 ± 24.1	270.8 ± 11.3	1358 ± 60	8405,1 ± 104,2
<i>Pimelodus maculatus</i>	323.7 ± 44.3	248.3 ± 44.3	394 ± 9	2607,84 ± 46,0
<i>Pseudopimelodus charus</i>	378.7 ± 42.6	425.3 ± 28.6	496 ± 14	3044,2 ± 88,4
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	264.7 ± 44.6	150.3 ± 15.4	486 ± 18	2876,0 ± 81,9
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	663.9 ± 176	181.8 ± 29.5	494 ± 24	2656.0 ± 108
<i>Rhamdia quelen</i>	336.1 ± 75.9	506.4 ± 38.2	488 ± 21	2779.3 ± 88.0
<i>Hypostomus francisci</i>	143.0 ± 16.6	45.5 ± 9.4	2122 ± 23	6314.9 ± 99.4
<i>Rhinelepis aspera</i>	182.5 ± 29.6	50.6 ± 6.6	1022 ± 31	4175.8 ± 104.5
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	75.0±13.0	48.7 ± 10	3744 ± 49	8163.0 ± 187.0
GYMNOTIFORMES				
<i>Sternopygus macrurus</i>	193.1 ± 19.7	2.6 ± 0.40	2342 ± 45	7173.6 ± 217.7
<i>Eigenmannia virescens</i>	229.7±20.6	2.57±0.34	1464	5000.1

EP=espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= Tempo de eclosão em horas-grau, LTL= tamanho da larva recém eclodida.

Tabela 12- Atributos qualitativos em relação a ovócitos e larvas em Siluriformes e Gymnotiformes hipofisados da bacia do rio São Francisco

ESPÉCIES	ADESIOV	CGELA	COROV
SILURIFORMES			
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	Adesivo	presente	Amarelo
<i>Conorhynchos conirostris</i>	Livre	presente	Amarelo
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Fortemente adesivo	presente	Amarelo
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	Fortemente adesivo	presente	Amarelo
<i>Pimelodus maculatus</i>	Livre	presente	Amarelo
<i>Pseudopimelodus charus</i>	Livre	presente	Verde
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Livre	presente	Amarelo
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	Livre	presente	Amarelo
<i>Rhamdia quelen</i>	Livre	presente	Amarelo
<i>Hypostomus francisci</i>	Fortemente adesivo	presente	Amarelo
<i>Rhinelepis aspera</i>	Fortemente adesivo	presente	Amarelo
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	Fortemente adesivo	presente	Amarelo
GYMNOTIFORMES			
<i>Sternopygus macrurus</i>	Adesivo	Ausente	Amarelo
<i>Eigenmannia virescens</i>	Levemente adesivo	Ausente	Amarelo

ADESIOV= adesividade dos ovócitos, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovócitos.

Tabela 13- Registro da presença/ausência das variáveis categóricas órgão adesivo larval e movimentos verticais das larvas na coluna d'água: ADESILAR e MOVELAR, respectivamente.

ESPÉCIES	ADESILAR	MOVELAR
SILURIFORMES		
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	Ausente	Presente
<i>Conorhynchos conirostris</i>	Ausente	Presente
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Ausente	Presente
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	Ausente	Ausente
<i>Pimelodus maculatus</i>	Ausente	Presente
<i>Pseudopimelodus charus</i>	Ausente	Presente
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Ausente	Presente
<i>Duopalatinus emarginatus</i>	Ausente	Presente
<i>Rhamdia quelen</i>	Ausente	Presente
<i>Hypostomus francisci</i>	Ausente	Ausente
<i>Rhinelepis aspera</i>	Ausente	Ausente
<i>Pterygoplichthys etentaculatus</i>	Ausente	Ausente
GYMNOTIFORMES		
<i>Sternopygus macrurus</i>	Ausente	Ausente
<i>Eigenmannia virescens</i>	Ausente	Ausente

Tabela 14- Grupos formados pela análise multivariada (coeficiente de Manhattan) em Characiformes.

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Size	1	3	1	3	8	3	2
	Ab	Bo	Al	Tc	Lo	Hu	Pp
		Sb		Se	Lp	Hm	Mm
		Sh		Cl	Lr	Hi	
					Lt		
					Lv		
					Sk		
					Pc		
					Pa		

Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb= *Saminus* sp, Sh= *Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl= *Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp= *Leporinus piau*, Lr= *Leporinus reinhardtii*, Lt= *Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerthrinus unitaeniatus*, Hm= *Hoplias malabaricus*, Hi= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm= *Myleus micans*.

Tabela 15 – Grupos formados pela aplicação da análise de agrupamentos (coeficiente de Manhattan) sobre caracteres reprodutivos em Siluriformes.

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
Tamanho	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2
	Cc	Pcr	Fm	Pm	Pch	Tg	Ra	La	Hf	Sm
				De	Rq				Pe	Ev

Pcr= *Pseudoplatystoma coruscans*, Cc= *Conorhynchos conirostris*, De= *Duopalatinus emarginatus*, Fm= *Franciscodoras marmoratus*, Pm= *Pimelodus maculatus*, Pch= *Pseudopimelodus charus*, Rq= *Rhamdia quelen*, Tg= *Trachelyopterus galeatus*, La= *Lophiosilurus alexandri*, Ra= *Rhinelepis aspera*, Hf= *Hypostomus francisci*, Pe= *Pterygoplichthys etentaculatus*, Sm= *Sternopygus macrurus*, Ev= *Eigenmannia virescens*.

Tabela 16 – Grupos formados pela aplicação da análise de agrupamentos (coeficiente de Manhattan) sobre os atributos reprodutivos de 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco.

Grupo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11
Tamanho	2	3	3	8	1	1	5	1	1	2	8
	Ab	Bo	Tc	Lo	Cc	Pcr	Fm	Tg	La	Hf	Hu
	Al	Sb	Se	Lp			Pm			Pe	Hm
		Sh	Cl	Lr			Pch				Hi
				Lt			De				Ra
				Lv			Rq				Sm
				Sk							Ev
				Pc							Pp
				Pa							Mm

Ab= *Astyanax bimaculatus*, Bo= *Brycon orthotaenia*, Sb=*Saminus* sp, Sh=*Salminus hilarii*, Al= *Acestrorhynchus lacustris*, Tc= *Tetragonopterus chalceus*, Se= *Steindachnerina elegans*, Cl=*Curimatella lepidura*, Lo= *Leporinus obtusidens*, Lp=*Leporinus piau*, Lr=*Leporinus reinhardti*, Lt=*Leporinus taeniatus*, Lv= *Leporellus vittatus*, Sk= *Schizodon knerii*, Pc= *Prochilodus costatus*, Pa= *Prochilodus argenteus*, Hu= *Hoplerythrinus unitaeniatus*, Hm=*Hoplias malabaricus*, Hi= *Hoplias lacerdae*, Pp= *Pygocentrus piraya*, Mm=*Myleus micans* Pcr= *Pseudoplatystoma corruscans*, Cc= *Conorhynchus conirostris*, De= *Duopalatinus emarginatus*, Fm= *Franciscodoras marmoratus*, Pm= *Pimelodus maculatus*, Pch= *Pseudopimelodus charus*, Rq= *Rhamdia quelen*, Tg= *Trachelyopterus galeatus*, La= *Lophosilurus alexandri*, Ra= *Rhinelepis aspera*, Hf= *Hypostomus francisci*, Pe= *Pterygoplichthys etentaculatus*, Sm= *Sternopygus macrurus*, Ev= *Eigenmannia virescens*.

Tabela 17- autovalores e variância acumulada obtidas pela análise de componentes principais aplicada sobre 20 variáveis reprodutivas em Characiformes

	F1	F2	F3	F4
Autovalores	6,189	3,793	2,679	1,781
variância %	34,383	21,070	14,886	9,894
acumulada%	34,383	55,453	70,339	80,233

Tabela 18- autovetores em Characiformes, contribuição das variáveis para os 4 primeiros componentes que em conjunto abrangem 80% da variação.

	F1	F2	F3	F4
LT	0,021	0,450	0,138	-0,028
K	0,173	-0,052	0,057	0,520
IGS	-0,266	-0,071	-0,240	0,168
FA	-0,168	0,338	0,153	0,049
FRG	-0,220	-0,381	0,005	-0,028
DOH	-0,131	0,418	-0,126	0,131
DV	0,310	0,296	-0,004	0,024
EP	-0,262	0,207	-0,073	0,024
EC	0,205	-0,100	0,141	0,473
TE	0,383	0,055	-0,092	-0,037
LTL	0,309	0,210	-0,133	-0,168
ADESIOV	0,273	-0,247	-0,034	-0,295
MOVELAR	-0,370	-0,085	0,043	-0,087
ADESILAR	-0,110	-0,077	0,493	-0,205
CGELA	0,105	-0,210	0,272	0,440
COROV	0,237	-0,212	-0,158	-0,246
VOCALIZA	-0,240	-0,043	-0,426	0,134
ESPÍCULA	-0,092	0,052	0,550	-0,133

Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos, VOCAL= vocalizações reprodutivas, ESPICUL.= presença de espículas em nadadeiras.

Tabela 19 - Autovalores e variância acumulada para os quatro eixos principais da análise dos componentes principais relacionados a atributos reprodutivos em siluriformes

	F1	F2	F3	F4
Autovalor	7,250	2,379	2,057	1,276
variância %	45,316	14,872	12,858	7,978
acumulada%	45,316	60,187	73,045	81,023

Tabela 20 – Autovetores para os quatro primeiros componentes que correspondem à 81% de variação dos atributos reprodutivos em Siluriformes

	F1	F2	F3	F4
LT	0,151	0,481	0,312	-0,050
K	0,067	-0,347	0,546	-0,074
IGS	-0,017	-0,413	-0,253	-0,156
NOG	0,320	0,100	-0,010	0,031
FA	0,189	0,423	0,198	-0,021
FRG	0,334	-0,161	-0,115	-0,146
DOH	0,095	0,092	0,247	0,523
DV	-0,338	0,035	0,104	0,029
EP	0,240	-0,121	-0,046	0,513
EC	0,232	-0,373	0,174	0,099
TE	-0,319	-0,085	0,133	0,213
LTL	-0,238	-0,117	0,011	0,522
ADESIOV	-0,305	-0,106	0,233	-0,186
MOVELAR	0,354	-0,037	-0,034	-0,018
CGELA	0,150	-0,225	0,528	-0,176
COROV	-0,298	0,122	0,176	-0,118

Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVEJAR= movimento larval, ADESILAR= órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos, VOCAL= vocalizações reprodutivas, ESPICUL.= presença de espículas em nadadeiras.

Tabela 21- Autovalores e variância acumulada dos componentes principais na análise de componentes principais aplicada sobre variáveis reprodutivas de 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Autovalores	6,604	3,118	1,945	1,839	1,110	0,996
variância %	34,757	16,412	10,236	9,680	5,845	5,243
acumulada%	34,757	51,169	61,405	71,085	76,930	82,173

Tabela 22 – Autovetores dos da análise de componentes principais aplicados sobre variáveis reprodutivas em 35 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
LT	-0,058	0,463	-0,013	-0,250	-0,299	0,221
K	0,054	-0,114	0,010	0,062	0,438	0,816
IGS	0,244	-0,274	-0,188	-0,042	0,142	0,040
FA	0,082	0,427	-0,026	-0,201	-0,349	0,254
NOG	0,289	0,006	0,152	0,355	-0,226	-0,093
FRG	0,297	-0,191	0,090	0,278	-0,157	-0,036
DOH	-0,023	0,300	-0,124	-0,012	0,251	-0,185
DV	-0,316	-0,135	0,025	-0,259	0,039	-0,024
EP	0,246	-0,009	-0,162	-0,315	0,250	-0,191
EC	-0,096	0,336	-0,052	0,380	0,394	-0,203
TE	-0,325	-0,146	0,023	-0,052	0,055	-0,113
LTL	-0,297	-0,100	-0,050	-0,171	0,100	-0,200
ADESIOV	-0,263	-0,244	0,150	0,197	-0,188	0,117
MOVELAR	0,344	0,142	-0,014	0,106	0,025	-0,126
ADESILAR	0,179	-0,073	0,567	-0,131	0,070	-0,022
CGELA	-0,172	0,294	0,102	0,394	0,172	0,074
COROV	-0,262	-0,131	0,045	0,244	-0,311	0,020
VOCAL	0,229	-0,191	-0,447	-0,022	-0,149	0,018
ESPCL	0,145	0,015	0,572	-0,251	0,126	-0,091

Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos, VOCAL= vocalizações reprodutivas, ESPCL.= presença de espículas em nadadeiras.

Tabela 23- Matriz de correlação de Pearson obtida para os dados reprodutivos em Characiformes

	LT	K	IGS	NOG	FA	FRG	DONH	DOH	DV	EP	EC	TE	LTL	ADESIOV	MOVELAR	ADESILAR	CGELA	COROV	VOCAL	ESPICL
LT	1	-0,064	-0,239	-0,630	0,825	-0,626	0,526	0,547	0,480	0,144	-0,149	0,103	0,339	-0,294	-0,177	-0,021	-0,209	-0,341	-0,185	0,260
K	-0,064	1	-0,143	-0,231	-0,084	-0,190	0,221	-0,123	0,239	-0,264	0,559	0,368	0,104	0,084	-0,405	-0,107	0,509	0,173	-0,248	-0,228
IGS	-0,239	-0,143	1	0,399	0,161	0,551	-0,488	0,302	-0,530	0,345	-0,238	-0,548	-0,413	-0,439	0,564	-0,116	-0,159	-0,203	0,644	-0,176
NOG	-0,630	-0,231	0,399	1	-0,211	0,971	-0,862	-0,536	-0,850	0,005	-0,119	-0,579	-0,679	0,014	0,611	0,413	0,140	0,022	0,311	0,220
FA	0,825	-0,084	0,161	-0,211	1	-0,193	0,025	0,514	-0,040	0,327	-0,304	-0,362	-0,138	-0,538	0,304	0,152	-0,198	-0,492	0,090	0,318
FRG	-0,626	-0,190	0,551	0,971	-0,193	1	-0,832	-0,440	-0,831	0,046	-0,112	-0,569	-0,614	-0,048	0,586	0,302	0,138	0,078	0,405	0,118
DONH	0,526	0,221	-0,488	-0,862	0,025	-0,832	1	0,283	0,967	-0,269	0,265	0,782	0,873	0,243	-0,827	-0,286	-0,063	0,206	-0,485	-0,123
DOH	0,547	-0,123	0,302	-0,536	0,514	-0,440	0,283	1	0,278	0,637	-0,252	-0,226	0,131	-0,712	0,131	-0,155	-0,388	-0,441	0,235	-0,040
DV	0,480	0,239	-0,530	-0,850	-0,040	-0,831	0,967	0,278	1	-0,275	0,330	0,804	0,843	0,189	-0,825	-0,283	-0,034	0,168	-0,506	-0,086
EP	0,144	-0,264	0,345	0,005	0,327	0,046	-0,269	0,637	-0,275	1	-0,370	-0,570	-0,202	-0,708	0,515	0,099	-0,366	-0,445	0,366	0,086
EC	-0,149	0,559	-0,238	-0,119	-0,304	-0,112	0,265	-0,252	0,330	-0,370	1	0,433	0,184	0,154	-0,465	-0,086	0,589	0,083	-0,311	0,019
TE	0,103	0,368	-0,548	-0,579	-0,362	-0,569	0,782	-0,226	0,804	-0,570	0,433	1	0,837	0,594	-0,878	-0,379	0,048	0,561	-0,498	-0,309
LTL	0,339	0,104	-0,413	-0,679	-0,138	-0,614	0,873	0,131	0,843	-0,202	0,184	0,837	1	0,383	-0,785	-0,346	-0,177	0,517	-0,407	-0,218
ADESIOV	-0,294	0,084	-0,439	0,014	-0,538	-0,048	0,243	-0,712	0,189	-0,708	0,154	0,594	0,383	1	-0,468	-0,100	0,154	0,702	-0,367	-0,217
MOVELAR	-0,177	-0,405	0,564	0,611	0,304	0,586	-0,827	0,131	-0,825	0,515	-0,465	-0,878	-0,785	-0,468	1	0,343	-0,256	-0,443	0,462	0,271
ADESILAR	-0,021	-0,107	-0,116	0,413	0,152	0,302	-0,286	-0,155	-0,283	0,099	-0,086	-0,379	-0,346	-0,100	0,343	1	0,115	-0,109	-0,472	0,791
CGELA	-0,209	0,509	-0,159	0,140	-0,198	0,138	-0,063	-0,388	-0,034	-0,366	0,589	0,048	-0,177	0,154	-0,256	0,115	1	0,070	-0,309	0,200
COROV	-0,341	0,173	-0,203	0,022	-0,492	0,078	0,206	-0,441	0,168	-0,445	0,083	0,561	0,517	0,702	-0,443	-0,109	0,070	1	-0,245	-0,377
VOCAL	-0,185	-0,248	0,644	0,311	0,090	0,405	-0,485	0,235	-0,506	0,366	-0,311	-0,498	-0,407	-0,367	0,462	-0,472	-0,309	-0,245	1	-0,533
ESPICL	0,260	-0,228	-0,176	0,220	0,318	0,118	-0,123	-0,040	-0,086	0,086	0,019	-0,309	-0,218	-0,217	0,271	0,791	0,200	-0,377	-0,533	1

Em negrito, valores significativos de correlação entre as variáveis (nível de significância alfa= 0,05 (teste bicaudal)).

Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos, VOCAL= vocalizações reprodutivas,ESPCL.= presença de espículas em nadadeiras, no período reprodutivo.

Tabela 24 -Fator de correlação de Pearson em atributos reprodutivos de Siluriformes da Bacia do Rio São Francisco.

	LT	K	IGS	NOG	FA	FRG	DONH	DOH	DV	EP	EC	TE	LTL	ADESIOV	MOVELAR	CGELA	COROV
LT	1	0,027	-0,507	0,362	0,890	0,088	-0,281	0,318	-0,256	0,107	-0,053	-0,407	-0,399	-0,341	0,298	0,273	-0,051
K	0,027	1	0,035	0,063	-0,019	0,153	-0,033	0,140	-0,111	0,134	0,569	0,077	-0,053	0,210	0,136	0,848	-0,106
IGS	-0,507	0,035	1	-0,322	-0,319	0,194	-0,049	-0,190	-0,058	-0,039	0,227	-0,040	0,102	-0,026	-0,011	-0,009	-0,110
NOG	0,362	0,063	-0,322	1	0,445	0,823	-0,821	0,137	-0,813	0,578	0,316	-0,698	-0,456	-0,671	0,856	0,344	-0,619
FA	0,890	-0,019	-0,319	0,445	1	0,233	-0,454	0,250	-0,423	0,148	0,022	-0,393	-0,345	-0,458	0,433	0,199	-0,280
FRG	0,088	0,153	0,194	0,823	0,233	1	-0,877	0,050	-0,886	0,514	0,594	-0,781	-0,572	-0,688	0,921	0,391	-0,717
DONH	-0,281	-0,033	-0,049	-0,821	-0,454	-0,877	1	-0,080	0,990	-0,545	-0,420	0,799	0,597	0,688	-0,792	-0,197	0,701
DOH	0,318	0,140	-0,190	0,137	0,250	0,050	-0,080	1	-0,134	0,258	0,330	-0,137	-0,027	-0,228	0,202	0,117	-0,117
DV	-0,256	-0,111	-0,058	-0,813	-0,423	-0,886	0,990	-0,134	1	-0,626	-0,526	0,791	0,575	0,700	-0,811	-0,242	0,744
EP	0,107	0,134	-0,039	0,578	0,148	0,514	-0,545	0,258	-0,626	1	0,503	-0,462	0,012	-0,608	0,547	0,214	-0,603
EC	-0,053	0,569	0,227	0,316	0,022	0,594	-0,420	0,330	-0,526	0,503	1	-0,402	-0,353	-0,379	0,609	0,524	-0,566
TE	-0,407	0,077	-0,040	-0,698	-0,393	-0,781	0,799	-0,137	0,791	-0,462	-0,402	1	0,801	0,734	-0,768	-0,215	0,596
LTL	-0,399	-0,053	0,102	-0,456	-0,345	-0,572	0,597	-0,027	0,575	0,012	-0,353	0,801	1	0,418	-0,570	-0,194	0,439
ADESIOV	-0,341	0,210	-0,026	-0,671	-0,458	-0,688	0,688	-0,228	0,700	-0,608	-0,379	0,734	0,418	1	-0,816	-0,007	0,747
MOVELAR	0,298	0,136	-0,011	0,856	0,433	0,921	-0,792	0,202	-0,811	0,547	0,609	-0,768	-0,570	-0,816	1	0,408	-0,796
CGELA	0,273	0,848	-0,009	0,344	0,199	0,391	-0,197	0,117	-0,242	0,214	0,524	-0,215	-0,194	-0,007	0,408	1	-0,122
COROV	-0,051	-0,106	-0,110	-0,619	-0,280	-0,717	0,701	-0,117	0,744	-0,603	-0,566	0,596	0,439	0,747	-0,796	-0,122	1

Em negrito, valores significativos de correlação entre as variáveis (nível de significância alfa= 0,05 (teste bicaudal))

Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelínico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos.

Tabela 25- valores de correlação entre os atributos reprodutivos de 35 espécies de peixes do rio São Francisco

	LT	K	IGS	NOG	FA	FRG	DONH	DOH	DV	EP	EC	TE	LTL	ADESIOV	MOVELAR	ADESILAR	CGELA	COROV	VOCAL	ESPCL
LT	1	-0,172	-0,471	-0,209	0,848	-0,442	0,085	0,354	0,054	-0,051	0,191	-0,104	-0,007	-0,234	-0,015	-0,144	0,289	-0,055	-0,256	0,027
K	-0,172	1	0,235	0,019	-0,091	0,143	-0,130	-0,052	-0,102	0,064	-0,105	-0,099	-0,127	0,023	0,010	0,125	-0,007	-0,094	0,094	0,004
IGS	-0,471	0,235	1	0,275	-0,162	0,614	-0,393	-0,192	-0,353	0,444	-0,350	-0,385	-0,311	-0,309	0,425	0,181	-0,510	-0,342	0,658	0,098
NOG	-0,209	0,019	0,275	1	0,111	0,870	-0,778	-0,054	-0,769	0,213	-0,072	-0,587	-0,594	-0,314	0,729	0,408	-0,074	-0,250	0,351	0,255
FA	0,848	-0,091	-0,162	0,111	1	-0,091	-0,272	0,275	-0,287	0,114	0,084	-0,293	-0,225	-0,433	0,314	0,017	0,125	-0,259	-0,024	0,099
FRG	-0,442	0,143	0,614	0,870	-0,091	1	-0,653	-0,159	-0,621	0,282	-0,271	-0,499	-0,556	-0,223	0,614	0,438	-0,296	-0,196	0,553	0,262
DONH	0,085	-0,130	-0,393	-0,778	-0,272	-0,653	1	0,044	0,980	-0,396	0,037	0,821	0,711	0,545	-0,804	-0,277	0,214	0,483	-0,388	-0,183
DOH	0,354	-0,052	-0,192	-0,054	0,275	-0,159	0,044	1	-0,024	0,061	0,376	-0,028	0,063	-0,193	0,075	-0,111	0,188	-0,034	-0,080	-0,078
DV	0,054	-0,102	-0,353	-0,769	-0,287	-0,621	0,980	-0,024	1	-0,381	-0,106	0,799	0,681	0,534	-0,809	-0,238	0,121	0,464	-0,351	-0,134
EP	-0,051	0,064	0,444	0,213	0,114	0,282	-0,396	0,061	-0,381	1	-0,223	-0,446	-0,240	-0,610	0,535	0,256	-0,451	-0,540	0,494	0,215
EC	0,191	-0,105	-0,350	-0,072	0,084	-0,271	0,037	0,376	-0,106	-0,223	1	0,068	0,042	-0,056	0,051	-0,288	0,716	0,053	-0,376	-0,230
TE	-0,104	-0,099	-0,385	-0,587	-0,293	-0,499	0,821	-0,028	0,799	-0,446	0,068	1	0,787	0,650	-0,759	-0,283	0,259	0,532	-0,355	-0,234
LTL	-0,007	-0,127	-0,311	-0,594	-0,225	-0,556	0,711	0,063	0,681	-0,240	0,042	0,787	1	0,436	-0,698	-0,320	0,129	0,517	-0,374	-0,230
ADESIOV	-0,234	0,023	-0,309	-0,314	-0,433	-0,223	0,545	-0,193	0,534	-0,610	-0,056	0,650	0,436	1	-0,667	-0,139	0,192	0,703	-0,309	-0,201
MOVELAR	-0,015	0,010	0,425	0,729	0,314	0,614	-0,804	0,075	-0,809	0,535	0,051	-0,759	-0,698	-0,667	1	0,339	-0,201	-0,609	0,428	0,276
ADESILAR	-0,144	0,125	0,181	0,408	0,017	0,438	-0,277	-0,111	-0,238	0,256	-0,288	-0,283	-0,320	-0,139	0,339	1	-0,262	-0,224	-0,158	0,816
CGELA	0,289	-0,007	-0,510	-0,074	0,125	-0,296	0,214	0,188	0,121	-0,451	0,716	0,259	0,129	0,192	-0,201	-0,262	1	0,268	-0,516	-0,167
COROV	-0,055	-0,094	-0,342	-0,250	-0,259	-0,196	0,483	-0,034	0,464	-0,540	0,053	0,532	0,517	0,703	-0,609	-0,224	0,268	1	-0,350	-0,403
VOCAL	-0,256	0,094	0,658	0,351	-0,024	0,553	-0,388	-0,080	-0,351	0,494	-0,376	-0,355	-0,374	-0,309	0,428	-0,158	-0,516	-0,350	1	-0,258
ESPCL	0,027	0,004	0,098	0,255	0,099	0,262	-0,183	-0,078	-0,134	0,215	-0,230	-0,234	-0,230	-0,201	0,276	0,816	-0,167	-0,403	-0,258	1

Em negrito, valores significativos de correlação entre as variáveis (nível de significância alfa= 0,05 (teste bicaudal))

Legenda: Lt= Comprimento total das fêmeas reprodutoras, K= fator de condição de Fulton, IGS= índice gonadossomático, FA= Fecundidade absoluta, FRG= Fecundidade relativa ao peso em gramas das fêmeas, DOH= Diâmetro do ovo hidratado, DV= diâmetro do vitelo, EP= espaço perivitelinico, EC= espessura do córion, TE= tempo de eclosão em horas-grau, LTL= comprimento da larva recém eclodida, ADESIOV= adesividade dos ovos, MOVELAR=movimento larval, ADESILAR=órgão adesivo larval, CGELA= capa gelatinosa, COROV= coloração dos ovos VOCAL= vocalizações reprodutivas,ESPCL.= presença de espículas em nadadeiras, no período reprodutivo.