

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DO ICTIOPLÂNCTON NO  
MÉDIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL

Luz Fernanda Jimenez Segura

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas  
Belo Horizonte  
2000

**LUZ F. JIMENEZ-SEGURA**



**DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DO ICTIOPLÂNTON NO MEDIO  
SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

**Belo Horizonte  
Instituto de Ciências Biológicas  
2000**

**LUZ F. JIMENEZ-SEGURA**

**DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DO ICTIOPLÂNCTON NO MEDIO  
SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Petrere Jr.


**Belo Horizonte**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**2000**

**Dissertação defendida e aprovada, em 30 de março de 2000, pela banca examinadora constituída pelos professores:**



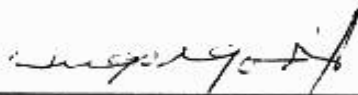
---

**Prof. Miguel Petrere Jr. - Orientador**



---

**Prof. Carlos Alberto Rego Monteiro Araújo Lima**



---

**Prof. Hugo Pereira Godinho**



## **HORIZONTAL DISTRIBUTION OF THE ICHTHYOPLANKTON AT THE SÃO FRANCISCO MIDDLE RIVER BASIN, MINAS GERAIS, BRASIL.**

### **ABSTRACT**

It is described the horizontal distribution of ichthyoplankton and the influence of the São Francisco river with regulated flow and Das Velhas river with free flow. Sampling was daily during the onset of the 1998 flooding. The physical – chemical discharge change was related to the flow incidence at the Das Velhas river. São Francisco river does not show this pattern. Das Velhas river had higher ichthyoplankton density. The percentage of embryo was larger at the São Francisco, expressing the proximity of spawning area. At the Das Velhas river, larvae were the greatest percentage, suggesting that the spawning area may be upstream. It was detected a horizontal gradient of water velocity of these rivers; Das Velhas river presented a turbidity horizontal gradient too. Conductivity and temperature change probably act as a environmental cues for spawning. The larvae were grouped at the Das Velhas river banks and at the São Francisco river, the embryos at the middle channel. The Mantel test was significant for the São Francisco river variables, for Das Velhas river was not. It was concluded that the ichthyoplankton presence and drift obey to hydrologic and hydraulic system processes.

## **DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DO ICTIOPLÂNCTON NO MÉDIO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

### **RESUMO**

Neste estudo foi caracterizada a distribuição horizontal do icteoplâncton e a influência das características ambientais dos rios das Velhas com fluxo de água livre e, rio São Francisco, regulado. As coletas foram diárias e durante o início da enchente de 1998. As variações nas características físicas e químicas no rio das Velhas estão correlacionadas com as mudanças na vazão; no rio São Francisco este comportamento não foi detectado. No rio das Velhas foi coletada a maior densidade por amostra de icteoplâncton. No rio São Francisco houve maior porcentagem de embriões (83%), o que sugere a proximidade de áreas de desova dos locais de coleta. No rio das Velhas a maior porcentagem foi de larvas (86%) evidenciando áreas de desova a montante. Foi detectado um gradiente horizontal nas velocidades de correnteza nos dois rios. No rio das Velhas a turbidez também apresentou diferenças entre os locais de coleta. Sugere-se a mudança na condutividade e na temperatura como possível gatilho ambiental potenciador à desova. As larvas que derivam no rio das Velhas estão concentradas nas suas margens e, no rio São Francisco, os embriões no seu canal. O teste realizado para definir as relações entre as matrizes das variáveis ambientais e biológicas foi significativo no rio São Francisco mas não no rio das Velhas. Conclui-se que a presença e a deriva do icteoplâncton obedece a fenômenos hidrológicos e hidráulicos próprios aos sistemas.

***Para el mundo de los que siembran...***

## AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Brasileiro que, através del convenio **PEG/PG** del Consejo Nacional para la Investigación (**CNPq**), me dio la oportunidad de aprender, hacer un poco de ciencia e permitirme conocer su lindo país.

Al proyecto **PADCT** por apoyar el estudio.

A **Miguel Petrere** por ser amigo, cómplice y maestro. ... muchas gracias!.

A los profesores **Carlos Araujo-Lima**, **Hugo Godinho** e **Francisco Barbosa** por sus observaciones al trabajo.

Al Professor **Alexandre Godinho** por darme la oportunidad de trabajar dentro del proyecto "*Determinação do regime hidrológico favorável à restauração da pesca no rio São Francisco*" del proyecto **PADCT** para el rio San Francisco en Minas Gerais.

A **Paulo de Marco**, **Yzel Rondon**, **Benedito Amaral** y **Adriano Paglia** por sus oportunas sugerencias al trabajo.

A **Carlos Alves**, **Alexandre Godinho** e **Fabio Vieira** por las observaciones al escrito final.

Al profesor **Kejishu Nakatani**, **Andreia Bialezki**, **Gilmar Baumgartner** e **Paulo Sanches** por abrimme las puertas de su laboratorio en Nupelia.

A **Carlos Araujo-Lima** por su apoyo bibliográfico.

Al **FEAM** y a **RURAL MINAS** por permitirme consultar sus documentos.

A **Rogeria**, **Sonia** y **Ricardo** por el cafecito diario y por siempre "*dar um jeitinho as chatizes da papelocracia*".

A los profesores **Jose Eugenio Figueira** y **Alexandre Godinho** por haber sido mis angeles de la guarda durante estos dos años.

A **Julio**, **Latini**, **Danielle**, **Marina** y **Marcos** por su sincera amistad.

A **Fabio**, **Caca**, **Voney**, **Gil** e **Paulo** por la camaraderia, risas, cariños y abrazos.

A **Freddy**, **Fernanda**, **Allison** y **Ana** por su apoyo en el laboratorio.

A **Norma, Marcela M., Esperanza, Marcela S., Fernando, Ricardo, Eberval, Frankz, Ricardo e Heather** por sus palabras (y actos) de apoyo , camaradería y, porque no, de alcahuetería...esta, mi pequeña familia.

A la **Familia Delfin-Gallego** por haberme brindado siempre calor de hogar y preocuparse por mi bienestar.

A **Dimas, Jakeline, Piau y Vanda** por su compañía durante mi tiempo en Barra de Guacui (MG).

A **Miguel, Daniel, Bibi, Doña Zita y FeFe** por permitirme compartir su cotidianidad.

A **mis padres** por su permanente apoyo y constante aliento...ellos, mi orgullo.

A **mis amigos**, los presentes y los ausentes.

A **Claudio** por haberme dado a conocer el mundo.

A **Alberto** por su amor, respeto y apoyo a esto, mi acto de libertad.



<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS, DESOVA E DERIVA DO ICTIOPLÂNCTON .....	1
1.2 AS BARRAGENS .....	6
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>3. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>9</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA .....	9
3.2 A COMUNIDADE DE PEIXES .....	11
3.2.1 Pesca .....	13
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>14</b>
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	14
4.2 MÉTODOS NO CAMPO.....	14
4.3 MÉTODOS NO LABORATÓRIO .....	16
4.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	17
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS .....	21
5.1.1. <i>Marco ambiental geral dos rios.</i> .....	21
5.1.2. <i>Comportamento das enchentes</i> .....	22
5.1.3. <i>Diferenças espaço - temporais.</i> .....	25
5.2 DENSIDADES DO ICTIOPLÂNCTON .....	26
5.1.1. <i>Distribuições espaço - temporais</i> .....	27
5.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E ICTIOPLÂNCTON.....	27
5.3.1. <i>Marco geral nos dois rios</i> .....	27
5.3.2. <i>O teste de Mantel</i> .....	28
5.3.3. <i>A regressão Logística</i> .....	28
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES DE MANEJO E CONSERVAÇÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>9. REFÊRENCIAS.....</b>	<b>52</b>

**ANEXO 1. FIGURAS**

**ANEXO 2. TABELAS**



## 1. INTRODUÇÃO

Dentro do contexto de restauração e recuperação da integridade biótica de rios alterados, as informações sobre os estágios iniciais no desenvolvimento dos peixes é extremamente relevante. Estes dados auxiliarão no momento de tomada de decisões para proteção da comunidade ictica, visto que o recrutamento nas populações depende decisivamente da integridade destes ambientes aquáticos ( Welcomme 1995).

Estudos sobre a distribuição de ovos e larvas de peixes fornecem informações valiosas sobre os locais de reprodução, momentos hidrológicos para a desova, criadouros naturais e a dinâmica das populações naturais (Nakatani *et alii* 1997). No entanto, pouco é conhecido sobre sua distribuição espacial, como esta é influenciada pelas variações diárias da vazão em rios tropicais e, como pode ser afetada pela regularização do regime hidrológico através da operação de usinas hidrelétricas.

### 1.1 Influências Ambientais, Desova e Deriva do Ictioplâncton

Munro (1990 a, b) descreve o papel dos fatores ambientais nos distintos momentos reprodutivos da comunidade de peixes. Na tentativa de delimitá-los, o autor os agrupa em *gatilhos proximais* (preditivos, sincronizadores e

---

finalizadores) e *terminais*, dependendo da sua sincronia com os diferentes eventos. Wootton (1990) discute que em baixas latitudes estes gatilhos proximais são menos claros, devendo-se incluir mudanças na abundância de alimento, na química da água e variações sutis na temperatura e no fotoperíodo.

Porém, os fatores ambientais que geram o desenvolvimento das gônadas e estimulam a desova em ambientes tropicais ainda não são claros. Estes incluem mudanças nos parâmetros físicos como a temperatura, a condutividade ou o fluxo da água (Godoy 1954; Munro 1990a; Nakatani *et alii* 1997), bem como o conjunto de condições que marcam o início da enchente. É provável que cada espécie seja afetada pelos vários fatores de modo diferente e, que os gatilhos externos só sejam efetivos quando sobrepostos ao ritmo interno do peixe (Welcomme 1979).

Scott (1979) *apud* Vazzoler *et alii* (1997) refere-se à reprodução como um evento cíclico, sendo que nos habitats com flutuações sazonais fracas, a reprodução é contínua. Poucos sistemas naturais oferecem essa constância, sendo mais usual a periodicidade do ciclo reprodutivo ser ajustada à do ambiente.

Nos sistemas tropicais, a reprodução de algumas espécies de peixes que vivem em rios com planície de inundação é altamente sazonal e, para a maioria

---

delas, coincide com as primeiras fases de cheia (Welcomme 1979; Araujo-Lima, *et alii* 1994). Estas funcionam como gatilho sincronizador para desova e, o pico de cheia, como finalizador do período reprodutivo (Vazzoler *et alii* 1997). Na bacia do alto rio Paraná, Nakatani *et alii* (1997) observaram maior densidade de larvas entre os períodos de setembro a fevereiro; no rio Amazonas, entre janeiro e abril (Araujo-Lima *et alii* 1994) e no rio Sinu (Colômbia) entre fevereiro e maio (CINPIC 1998); todos eles momentos hidrológicos de cheias.

Os canais dos grandes rios são utilizados por muitas espécies de peixes como habitat de desova, tanto observado em zonas temperadas (Pavlov, *et alii* 1979; Hergenrader *et alii* 1982; Scheidegger e Bain 1995) quanto em ambientes tropicais (Godoy 1975; Welcomme 1985; Lowe-McConnell 1987; Araujo-Lima *et alii*. 1994, Nakatani *et alii*. 1997; Vazzoler *et alii* 1997; CINPIC 1998).

Os ovos, embriões e larvas ficam à deriva, sendo carregados passivamente pela correnteza a jusante do local de desova, onde poderão encontrar habitats favoráveis para seu crescimento (Hergemrader *et alii* 1982; Schwassmann 1978; Forsberg *et alii* 1988).

---

Pavlov (1994) define três grupos de eventos migratórios:

O primeiro, relacionado com fatos que levam os indivíduos à correnteza (p.ex. fotoreação positiva, movimento vertical do fundo à superfície, saída das margens pela presença de predadores) os quais são acentuados pela baixa gravidade específica e a presença de gordura no saco vitelino.

O segundo, associado ao tipo de migração: *passiva* ( os indivíduos derivam sem nenhuma orientação dada sua incapacidade física de resistir a correnteza), *ativa-passiva* (ainda que os indivíduos consigam manter a posição contra-corrente, são levados por ela) e, *ativa* (quando a reo-reação é inibida e exibem outros comportamentos, p.ex. seguir outro grupo de indivíduos ou escapar de predadores)

Finalmente, o terceiro relaciona-se com as distribuições vertical e horizontal dos indivíduos ao longo da deriva. Os mecanismos geradores são de tipo físico (hidráulico) e biológico. O primeiro, envolve a circulação transversal do fluxo, o reo-gradiente e a turbulência. O segundo, as reações hidrostáticas, o fototropismo e a flutuabilidade.

Pesquisas sobre a distribuição do ictioplâncton no canal do rio durante sua deriva indicam que as maiores densidades de indivíduos concentram-se nas margens do canal (Hergemrader *et alii* 1982; Leslie e Timmins 1991;

---

Penaz *et alii* 1992) e, na foz de tributários (Araujo-Lima 1984, 1994; Araujo-Lima e Oliveira 1998)

O processo ontogênico dos peixes se dá em quatro ou cinco períodos: embrião, larva, juvenil, adulto e senescente (Balon 1984). Cada um deles definido pela aparição de "acontecimentos fisiológicos repentinos" que são a conclusão do desenvolvimento de diferentes órgãos (Carey e Noakes 1981) para ativar uma nova função vital (p.ex. fotorecepção, reo-reação, nutrição). O início da alimentação exógena é considerado um destes acontecimentos, que marca o final do período de embrião e o início de novas relações do indivíduo com seu habitat (Balon 1984).

O ictioplâncton geralmente possui periodicidade nictimeral e sua atividade é classificada como diurna, noturna e crepuscular (Clifford 1972). Geisler *et alii* (1975) ressaltaram a importância do ciclo nictimeral nas pesquisas ecológicas, e mencionam que numerosas espécies de peixes tropicais são conhecidas por terem hábitos tipicamente diurnos ou noturnos. Nikolsky (1963) explica este comportamento como uma estratégia alimentar e de proteção contra predadores.

## 1.2 As Barragens

As mudanças geradas pela regulação de um rio são discutidas por Petts (1980) *apud*. Brooks (1994) como respostas hierárquicas. Os efeitos de primeira ordem estão relacionados com o desvio do rio, com o início do enchimento do reservatório e com a alteração na transferência de energia à jusante. De segunda ordem, resultantes (numa escala de tempo maior) das mudanças geomorfológicas do canal e na dinâmica da planície alagável à jusante da barragem. E, de terceira ordem, sobre as comunidades de invertebrados bentônicos e peixes, resultante da combinação dos dois primeiros, assim como da interação entre as populações biológicas.

A operação das usinas interfere com a duração, frequência e magnitude das vazões (Power *et alii* 1996). Isto modifica a distribuição dos elementos orgânicos e inorgânicos<sup>1</sup> que são carreados pelo rio e que se distribuem na planície alagável durante as cheias (Sparks *et alii* 1990), bem como degrada os habitats presentes no canal, especialmente aqueles nas margens, diminuindo sua disponibilidade para a biota aquática (Scheidegger e Bain 1995).

A modificação na magnitude das vazões limita a entrada da água na planície alagável e restringe o acesso da biota à estas áreas importantes como

---

<sup>1</sup> 95% do material em suspensão é retido nos reservatórios (Brookes 1994.).

---

fonte de alimento e refúgio (Bayley 1995; Sparks 1995; Junk *et alii* 1989; Welcomme 1985). Esta limitação diminui a produtividade da comunidade aquática e, ocasionalmente, a viabilidade de suas populações (Sparks 1995; Crisp *et. alii.* 1991; CINPIC 1998).

Vários trabalhos avaliaram os efeitos dos projetos hidroelétricos sobre a comunidade de peixes à jusante dos barramentos, em especial nas bacias com alta produtividade biológica (Bain *et alii* 1988; Junk *et alii* 1989). A redução da oferta de peixes para a pesca, e a alteração na atividade dos pescadores têm sido definidas como os impactos negativos mais relevantes e abrangentes na dinâmica social destas áreas (Petrere 1985; Barthem *et alii* 1990).



## **2. OBJETIVO GERAL**

Caracterizar o comportamento físico e químico das vazões dos rios São Francisco e das Velhas durante o início da enchente do ano de 1998 e, definir como suas flutuações influenciam a distribuição horizontal do ictioplâncton nestes sistemas.



### **3. ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1 Características Físicas da Bacia**

O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra no município de São Roque de Minas (MG). Seu curso principal possui 2.700 km de extensão e a área total de drenagem é de 631.133 km<sup>2</sup>. A área alagável é de 2.000 km<sup>2</sup> abaixo do reservatório de Três Marias (Welcomme 1990). O rio é dividido em quatro regiões segundo a altitude: alto (da nascente a Pirapora, MG), médio (Pirapora, MG – Remanso, BA), sub-médio (Remanso, BA - Paulo Afonso, BA) e baixo São Francisco (Paulo Afonso até sua foz no oceano Atlântico, BA) (PLANAVASF 1989).

A formação geológica que origina os solos da bacia na região do reservatório de Três Marias apresenta afloramentos de rochas do Grupo Bambuí. Os solos são predominantemente do tipo latossolo vermelho-escuro distrófico a moderado, de relevo plano (54,4%). Possuem baixa fertilidade natural, pH ácido (entre 4,0 e 5,0 até 1 m de profundidade) e baixos teores de conteúdo de matéria orgânica (PLANAVASF 1989).

---

A bacia possui características climáticas variadas com precipitações pluviométricas entre 350 mm e 1.900 mm. O regime hidrológico do rio São Francisco apresenta cheias no verão e estiagem no inverno (Figura 1); com uma vazão média em Pirapora (MG) de 842 m<sup>3</sup>/s (ANEEL 1999).

O rio das Velhas, um dos maiores tributários do rio São Francisco, nasce em Ouro Preto e deságua na Barra de Guaicuí (MG). Sua extensão é de 761 km com área de drenagem de 29.653 km<sup>2</sup>, intensamente alterada por atividades antrópicas. Sua vazão média anual é de 157 m<sup>3</sup>/s em Várzea da Palma (MG) (PLANVASF 1997).

Os usos atuais das duas bacias são irrigação, navegação, abastecimentos rural e urbano, pesca, lazer, turismo, diluição de esgotos domésticos e industriais e, geração de energia elétrica (Alves *et alii* 1998).

Pesquisas do Fundação Estadual para o Meio Ambiente de Minas Gerais definem a qualidade da água neste trecho médio da bacia como de *qualidade média* com grandes cargas de material em suspensão, altas concentrações de coliformes, tóxicos e metais pesados. Estas características são decorrentes do uso e ocupação desordenada dos solos, da atividade agropecuária e do lançamento de esgotos domésticos e industriais em concentrações maiores do que a capacidade de autodepuração do sistema (FEAM, 1999).

A largura do rio principal varia de 50 a 500 m com várzea extensa em algumas áreas em sua porção média. Na bacia foram construídas as barragens de Paciência, Joasal, Marmelos, Piau, Paraúna, Gafanhoto, Cajuru, Rio de Pedras, Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, o complexo de Paulo Afonso e Xingó, com um potencial de geração total de 10738,4 MW ([www.CHESF.com.br](http://www.CHESF.com.br), [www.CEMIG.com.br](http://www.CEMIG.com.br)). Além desses reservatórios há inúmeros açudes públicos e privados espalhados por toda a bacia, inundando uma área total de 700.000 ha.

### 3.2 A Comunidade de Peixes

A ictiofauna da bacia do rio São Francisco é composta por 203 espécies<sup>2</sup> listadas, 83% pertencentes às ordens Characiformes e Siluriformes (Alves *et alii* 1998; Britski *et alii* 1988), padrão característico para os rios da América do Sul (Lowe-McConnell 1975, 1987).

Entre as espécies nativas mais importantes na bacia destacam-se as migradoras curimatã *Prochilodus marggravii* e *P. affinis*, dourado *Salminus brasiliensis*, surubim *Pseudoplatystoma coruscans*, matrinchã *Brycon lundii*, mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*, mandi-açu *Duopalatinus emarginatus*, pirá *Conorhynchus conirostris* e piau-verdadeiro *Leporinus elongatus*; além das

<sup>2</sup> Excluindo as sub-bacias dos rios Paracatu e Verde Grande.

---

sedentárias, pacamã *Lophiosilurus alexandri*, piau-branco *Schizodon kneri*, traíra *Hoplias malabaricus*, corvinas *Pachyurus francisci* e *P. squamipinnis*, piranha-vermelha *Serrasalmus piraya*, dentre outras (Sato et alii 1999).

Vale ressaltar, entretanto, que muitas espécies de outras bacias hidrográficas já foram introduzidas na do São Francisco durante o povoamento do seus reservatórios e açudes ou por fugas acidentais de tanques de piscicultura (Alves et alii 1998). Entre as principais encontram-se, entre outras, o tucunaré *Cichla monoculus*, a pescada do piauí *Plagioscion squamosissimus* e a carpa comum *Cyprinus carpio* (Sato et alii 1999).

Quanto ao comportamento alimentar, as guildas de carnívoros e piscívoros são melhor representadas quanto ao número de espécies com cerca de 42% e 16%, respectivamente; os onívoros e herbívoros agrupam 11% e 4%, respectivamente (Alves et alii. 1998).

Para as espécies de piracema a dinâmica reprodutiva corresponde ao padrão registrado por Vazzoler e Menezes (1992) para os grandes rios sul-americanos, no qual a atividade reprodutiva concentra-se entre os meses de outubro a fevereiro. As maiores freqüências de desova ocorrem em dezembro e janeiro, embora poucas espécies se reproduzam ao longo de todo o ano (Lamas 1993; Alves et alii. 1998).

### 3.2.1 Pesca

A produção pesqueira total da bacia do rio São Francisco é cerca de 15.000 t/ano (Ministério de Meio Ambiente 1996; *apud* Camargo 1998). Destas, 9.000 t/ano foram capturadas nos reservatórios das hidrelétricas: Sobradinho (4.000 t/ano), Itaparica (4.000 t/ano), Três Marias (500 t/ano) e Paulo Afonso (500 t/ano). As 6000 t restantes são atribuídas ao seus afluentes e a calha onde não está barrado. O setor alto tem a produção estimada de 1.000 t/ano, o médio de 4500 t/ano e, o sub-médio e baixo, 500 t/ano (Petreire *et alii*. 1995).

As espécies mais importantes nas capturas da pescaria profissional são *Pseudoplatystoma coruscans*, *Conorynchus conirostris*, *Salminus brasiliensis* e *Prochilodus spp* (Godinho *et alii* 1997).

Baseado na área da várzea no trecho entre Três Marias e Januária, Petreire *et alii*. (1995) estima a produção pesqueira potencial entre 3400 e 12000 t/ano, maior que o total máximo capturado durante o ano 1995 (2630 t/ano), e consideram que a pesca neste trecho do rio estaria abaixo da captura máxima sustentável.



## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Delineamento Experimental

Foram escolhidos dois cursos de água: o rio São Francisco, regulado pelo reservatório de Três Marias e o rio das Velhas, com fluxo de água livre (Figura 2). Os locais de coleta foram definidos de acordo com a localização do canal: dois no rio São Francisco (canal e margem direita) e três no rio das Velhas (canal e margens esquerda e direita). As coletas de campo realizadas durante o início da enchente de 1998 (24 de novembro até o 26 de dezembro) e, foram padronizadas em função do tempo de coleta e o volume de água filtrado pela rede. As variáveis ambientais foram medidas *in situ* e no momento de cada coleta. Cada local possui 32 réplicas para cada horário (manhã :6 horas e, tarde : 18 horas).

### 4.2 Métodos no campo

O canal foi localizado com a ajuda de um ecobatímetro, o que permitiu fazer o perfil do leito de cada rio no local de amostragem (Figura 3).



As coletas marginais foram feitas entre 0,5 e 1,0 m de profundidade e, para evitar a influência da vegetação, a 2,0 m de cada margem.

Para a coleta do icteoplâncton foi utilizada a metodologia proposta por Gale e Mohr (1978) com modificações na área da abertura da rede. Foi utilizada uma rede cônico - cilíndrica de boca circular com diâmetro de 0,38 m, 1,2 m de comprimento e 0,3 mm de malha. A rede e o barco foram ancorados para permitir a filtragem. O volume de água filtrada foi determinado por um fluxímetro mecânico deslocado do centro na boca da rede. O tempo de coleta foi padronizado em 10 minutos no canal e 15 minutos nas margens (por ser o fluxo da água menor que no canal). As amostras foram imediatamente preservadas com formalina a 5% neutralizada com carbonato de cálcio e identificadas de acordo com o local de coleta, data e horário.

As variáveis físicas e químicas da água (condutividade, turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido) foram medidas através de um sensor eletrônico. Em cada local, a velocidade da água foi medida a 50 cm da superfície com um fluxímetro mecânico.

Os níveis dos dois rios (Figura 4) foram fornecidos pela ANEEL e os dados de vazão calculados à partir das curvas de calibração das estações limnimétricas da Várzea da Palma (rio das Velhas) e de Barreiro (rio São Francisco) cedidas pela CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais).

### 4.3 Métodos no laboratório

Cada amostra foi lavada e corada com rosa de Bengala para facilitar o reconhecimento dos ovos e das larvas, segundo método de Gale e Mohr (1978).

Para permitir uma compreensão ecológica mais abrangente da distribuição horizontal, o ictioplâncton foi agrupado cronologicamente segundo o início da primeira alimentação exógena (Balon 1984), em (Figura 5):

*Embriões:* Compreenderem aqueles indivíduos nos quais o sistema digestivo ainda não é funcional e o saco vitelino é fonte de alimento. Os ovos em processo de divisão celular também fazem parte deste grupo.

*Larvas:* Aqueles com o sistema digestivo funcional (boca e intestino abertos), mesmo que possuam saco vitelino ou seus vestígios.

O grupo das larvas foram nomeadas segundo a presença ou ausência de barbilhões em: **LS** (larvas de Siluriformes) e **LCh** (larvas de "Characiformes" que agrupa as de Characiformes, Clupeiformes e Scianidae dado que, o baixo

---

número de indivíduos coletados destes dois últimos grupos não permitiu a formação de outro, independente).

A densidade de cada grupo foi padronizada para um volume de 10 m<sup>3</sup>.

#### **4.4 Análise dos dados**

Os dados coletados foram organizados em matrizes para cada rio nas quais as colunas representam as variáveis bióticas ou abióticas e as linhas as réplicas (Ludwig & Reynolds 1988).

Foram feitas análises gráficas exploratórias dos dados, que permitem conhecer o comportamento das variáveis antes de qualquer inferência estatística de interesse. Alguns diagramas de dispersão se mostraram lineares sem qualquer transformação. Em outros casos foi preciso utilizar a transformação  $\log(x+1)$  e daí calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson.

Para conhecer o comportamento físico-químico dos rios durante o período de cheias foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA; Manly 1994). Esta análise foi feita apenas com os dados do canal dos rios para

---

a melhor visualização do comportamento físico e químico dos pulsos de inundação. As variáveis foram padronizadas para eliminar o efeito da escala.

A existência de um gradiente horizontal nas variáveis ambientais nos rios e nas densidades de ictioplâncton, foi avaliada através de uma análise de variância para dois fatores ( local de coleta –margens e canal- e, o período do dia –manhã e tarde-) para cada rio, separadamente. A análise das variáveis bióticas foi feita sobre os dados transformados em  $\log(x+1)$ , onde  $x$ = densidade de indivíduos por cada  $10\text{ m}^3$  já que análises preliminares mostraram heterocedasticidade dos dados. Com exceção da velocidade da correnteza, as variáveis ambientais não foram transformadas por já apresentar distribuição normal. Para cada caso, os resíduos foram inspecionados para conferir sua normalidade de acordo com os quartis normais (Sokal e Rohlf 1995).

Quando o ANOVA detectou diferença significativa realizou-se o teste *a posteriori* de Scheffé que permite, nas comparações múltiplas, detectar em que pares de médias encontram-se as diferenças estatisticamente significativas.

Foi aplicado o teste de Mantel (Manly 1994; Sokal & Rohlf 1995) para calcular a relação entre as variáveis biológicas e ambientais. O teste compara duas matrizes de distâncias ou de similaridades. Embora a distância da corda seja bem recomendada para dados quantitativos (Ludwig & Reynolds 1988), foi utilizada a distância euclidiana para os biológicos, visto que em algumas

réplicas o ictioplâncton foi igual a zero, o que inviabilizava seu cálculo no programa (NTSYS 1.5). A primeira matriz, **M**, representa os dados bióticos (densidades de embriões e larvas) e, a segunda, **E**, os dados abióticos. O teste avalia se os elementos de **M** e **E** estão correlacionados.

A estatística **Z** de Mantel é obtida através da fixação de uma das matrizes, sendo a outra randomizada (**E<sub>R</sub>**). Em cada permutação ao acaso é calculada a estatística  $Z = \sum \sum m_{ij} e_{ij}$ , onde  $m_{ij}$  e  $e_{ij}$  são elementos das matrizes **M** e **E** respectivamente. Os cálculos entre as matrizes foram realizados com 1000 permutações para os dados de cada rio. A idéia básica é que se as duas medidas da distância estão pouco relacionadas então a matriz **E** só será igual a uma das matrizes **E<sub>R</sub>** calculadas pelo programa e o **Z** observado será randômico. Por outro lado, se as medidas das distâncias possuem uma correlação positiva, o valor de **Z** será maior que aquele obtido pela randomização. A correlação negativa entre as distâncias não deve aparecer mas se isto ocorrer, então o valor observado de **Z** tende a ser menor quando comparado com aquele obtido na distribuição randômica.

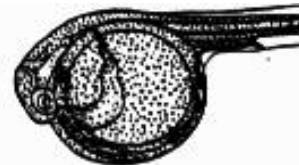
Após inspeção nos gráficos de distribuição de freqüências para a abundância do ictioplâncton em cada amostra, observou-se a existência de agregações em algumas amostras (Figura 6). Para determinar as razões destas agregações uma variável categórica foi criada (agregados 1 e não agregados 0)

---

e estes dados submetidos a análise de regressão logística (Hosmer & Lemeshow, 1989) para detectar as variáveis que explicam este comportamento pois o teste de Mantel não define quais as variáveis ambientais influenciam o comportamento do ictioplâncton. Para esta análise foi utilizada a variação da vazão com o dia anterior ( $Q_v = Q_0 - Q_1$ ; onde  $Q_v$  é a diferença de vazão,  $Q_0$  a vazão do dia 1 e  $Q_1$  a vazão do dia 2)

Os embriões e larvas de "Characiformes" foram considerados como agrupados quando o número de indivíduos por amostra foi  $>200$  e, nas larvas de Siluriformes, quando  $>20$ . Nos grupo dos embriões este agrupamento pode refletir a ocorrência de desova e no caso das larvas, como comportamentos próprios do grupo ou eventos deriva.

O nível de significância adotado para todas as análises foi  $\alpha = 0,05$ .



## 5. RESULTADOS

### 5.1 Características ambientais

#### 5.1.1. Marco ambiental geral dos rios.

Durante o tempo de coleta o rio São Francisco teve uma descarga média em Pirapora (MG) de 606,7 m<sup>3</sup>/s. Sua condutividade média foi 51,6 µs/cm, a turbidez média de 290,7 NTU e a concentração média de oxigênio dissolvido de 7,4 mg/l. A temperatura da água flutuou entre os 25,3 e os 28,2 °C (Tabela 1). Nele, a vazão esteve correlacionada negativamente com a temperatura e a velocidade da água; sua correlação com a turbidez e a condutividade não foi significativa (Figuras 7-10; Tabela 2-5).

A descarga média do rio das Velhas em Várzea da Palma (MG) foi de 485,6 m<sup>3</sup>/s. Os valores médios da condutividade, da turbidez e do oxigênio dissolvido foram de 66,2 µs/cm, 475,1 NTU e 6,2 mg/l, respectivamente. A temperatura da água oscilou entre 25,6 e 29,7 °C (Tabela 6). A descarga esteve correlacionada negativamente com a temperatura e a condutividade e positivamente, com a turbidez (Figuras 11-16; Tabelas 7-12).



A descarga (ou vazão) esteve correlacionada positivamente com a velocidade da água no canal do rio, mas não apresentou correlações significativas com aquela nas margens.

### 5.1.2. Comportamento das enchentes

#### *Rio São Francisco*

Os dois primeiros eixos gerados pela análise de componentes principais explicaram 62,7% da variância (Tabela 13).

No primeiro eixo, com 42,6% da variância total, percebe-se que será alto se a condutividade e a temperatura forem altas e, baixo se a turbidez for baixa. O segundo eixo, com o 20% da variância, será alto se o oxigênio dissolvido for alto.

Dois grandes grupos diferenciados pelas temperaturas entre os horários de coleta são observados no eixo I (Figura 17). Estes, por sua vez, apresentam-se sub-grupos determinados pelos valores da turbidez e da condutividade. no quadrante inferior esquerdo são formados tres-subgrupos definidos pelos altos valores da turbidez e os menores na condutividade. Neste mesmo lado, no

quadrante superior a nuvem é formada por valores intermediários de turbidez (455-720 NTU) . No lado inferior direito da Figura, se observam 3 sub-grupos definidos por os menores valores da turbidez e os maiores na condutividade e suas flutuações. Estas flutuações não refletem o momento hidrológico do rio., exceto por os altos valores da turbidez nos momentos de vazante.

No eixo II, ainda que o oxigênio dissolvido permita o agrupamento de pontos, estes não têm limites muito claros dada a baixa variabilidade explicada neste eixo. Porém os escores agrupados nos quadrantes inferiores são formados por altas concentrações de oxigênio e as dos superiores, por baixas.

Deve-se ressaltar que as mudanças na vazão não influíram muito na velocidade da correnteza dos locais de coleta (canal e margem direita) ao longo do tempo de coleta.

#### *Rio das Velhas*

Os dois primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram o 72,6% da variância (Tabela 14 ).

No primeiro eixo representa o 54,6% da variação total, percebe-se que será alto se a turbidez, a velocidade da água e a vazão forem altos e será baixo se a condutividade e a temperatura forem baixas.

Duas nuvens definidas pelas mudanças na temperatura entre os horários no primeiro eixo (Figura 17). Além a vazão, a velocidade da corrente, a turbidez e a condutividade contribuem com a definição do componente. No quadrante inferior esquerdo os pontos refletem os menores valores das três primeiras e os maiores da última; já no extremo inferior direito são observados três sub – grupos definidos pelas variações ascendentes nas velocidades da correnteza, a turbidez e a vazão.

No segundo eixo, o oxigênio dissolvido define o agrupamento dos pontos, porém os limites não são claros. No extremo superior esquerdo é observada uma nuvem de pontos, explicada pelos menores valores desta variável ambiental (5,03-6,0 mg/l).

É interessante ressaltar que a velocidade da água nas margens não apresentou correlações significativas com as mudanças na vazão do rio durante o período de coleta, embora esse resultado seja esperado em condições teóricas pois  $V = (D)(Q)$  (onde  $V$ = velocidade da correnteza,  $D$ = declividade e  $Q$ = vazão). Porém em sistemas naturais pode ser explicado pelo atrito das margens sobre o fluxo da correnteza.

### 5.1.3. Diferenças espaço – temporais.

Na comparação inicial entre os rios, ainda que os experimentos sejam balanceados, nenhuma das variáveis (ambientais e biológicas) apresentou variâncias homogêneas, mesmo após transformação logarítmica; o que denota que os dados já provém de populações estatísticas diferentes. Assim, optou-se por fazer as análises em separado para cada rio.

#### *Rio São Francisco*

Nesse rio só a velocidade da corrente e a temperatura apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas coletas. A primeira entre os locais e a segunda, entre os horários (Figura 18 e Tabela 15).

#### *Rio das Velhas*

Neste rio houve diferenças estatisticamente significativas na velocidade da corrente e a turbidez entre os locais e, entre os períodos, na temperatura da água (Figura 19 e Tabela 16).

As margens tiveram menores velocidades e maiores valores de turbidez; a margem direita apresentou os maiores valores na turbidez e os menores, nas velocidades. Os maiores valores de temperatura foram registrados na tarde.

## 5.2 Densidades do Ictioplâncton

Foram feitas 320 coletas, 192 no rio das Velhas e 128 no São Francisco. A densidade média de ictioplâncton foi de 220,5 indivíduos por  $10\text{ m}^3$  para o primeiro e, de 34,7 ind./ $10\text{ m}^3$  para o segundo (Tabelas 17 e 18).

Na margem direita do rio das Velhas, independentemente do horário, foram coletadas as maiores densidades de ictioplâncton. No rio São Francisco as maiores densidades médias foram coletadas na margem direita no horário da tarde e no canal, nas horas da manhã (Tabela 19). No rio São Francisco predominaram os embriões (83%) e no rio das Velhas, as larvas (86%) (Figura 20 e Tabela 20).

### 5.1.1. Distribuições espaço - temporais

#### *Rio São Francisco*

Todos os grupos de ictioplâncton apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas densidades entre os locais de coleta; nenhum apresentou diferenças entre os horários (Figura 21 e Tabela 21).

#### *Rio das Velhas*

Os embriões e as larvas de Siluriformes apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os períodos e os locais de coleta. As larvas de "Characiformes" só foram diferentes entre os locais (Figura 22 e Tabela 22).

## **5.3. Características ambientais e ictioplâncton**

### 5.3.1. Marco geral nos dois rios

No rio São Francisco, a vazão esteve correlacionada positivamente com a densidade de embriões independentemente do local e da hora de coleta (Figuras 7-10 e Tabelas 2-5).

No rio das Velhas, a vazão apresentou correlações positivas com as larvas de Siluriformes na margem esquerda nos dois horários. Nesta mesma margem no horário da tarde foram observadas correlações positivas com o mesmo grupo e com as densidades de embriões (Figuras 11-16 e Tabelas 7-12).

### 5.3.2. O teste de Mantel

Para os dados coletados no rio São Francisco, a correlação entre as duas matrizes (com 1000 permutações) é  $r = -0,163$  e  $p$  ( $Z$  aleatório  $<$   $Z$  observado) = 0,003 denotando que as duas matrizes de distâncias estão significativamente relacionadas a  $p < 0,05$ . No rio das Velhas,  $r = 0,076$  e  $p$  ( $Z$  aleatório  $<$   $Z$  observado) = 0,065, mostrando que as duas matrizes de distância não estão relacionadas a  $p < 0,05$ .

### 5.3.3. A regressão Logística

No rio São Francisco, os agrupamentos de embriões foram explicados pela condutividade e a temperatura. Ainda a significância estatística da análise; o oxigênio dissolvido e a variação da vazão possuem baixo poder preditivo.

---

Esto mesmo acontece com velocidade da água quando explica o agrupamento das larvas de Siluriformes (Figura 23). A ausência de agrupamento das larvas de Characiformes não permitiu a análise.

No rio das Velhas, o oxigênio dissolvido e a velocidade da água explicaram o agrupamento das larvas de "Characiformes" (Figura 24). Ainda estatisticamente significativa, a análise com a temperatura tem baixo poder preditivo quando explica o agrupamento de Siluriformes. A variação da vazão não explicou o agrupamento de nenhum dos grupos de ictioplâncton. A ausência de agrupamento de embriões não permitiu a análise.





## 6. DISCUSSÃO

A época de reprodução nos teleósteos depende de fatores endógenos (ritmo endocrinológico próprio da espécie e do indivíduo) e exógenos (características ambientais e biológicas – p.ex. predação) (Jobling 1995). Nas regiões temperadas, os fatores comumente abordados como controladores do ciclo reprodutivo são a temperatura e o fotoperíodo (Bye 1984). Nas regiões tropicais os estímulos mais freqüentemente mencionados como potenciadores de desova, são as chuvas e a variação do nível da água (Agostinho *et alii* 1986; Silva e Barbieri 1988), características próprias a cada bacia.

O regime de chuvas se constitui no fator determinante na regulação dos processos geomorfológicos e hidrológicos das bacias e, como conseqüência, na dinâmica das comunidades biológicas presentes ao longo do curso do seus rios.

O início da temporada de cheias se caracteriza por rápidas mudanças nas variáveis físico-químicas da água, resultado do aumento progressivo na vazão e do escoamento superficial de material orgânico e inorgânico (Esteves 1988).

Os pulsos de inundação são caracterizados como simétricos ou assimétricos dependendo da magnitude na subida do nível da água (Thomaz 1991). Assim o rio Amazonas em Manaus é classificado como simétrico quando se considera o aumento e o decréscimo dos níveis fluviométricos (Rai e Hill 1982b; *apud* Thomaz 1991). Por outro lado, devido a cascata de represas em seu curso, o regime do rio Paraná é considerado como assimétrico dada a ausência das temporadas de enchente e vazante e, pela sucessão regular de altos e baixos caudais (Thomaz 1991). Isto pode gerar alterações na forma do sistema aquático e nos tipos de habitats nele existentes (Welcomme 1980).

No trecho analisado do rio São Francisco o comportamento do nível da água pode ser considerado como assimétrico, com a sucessão diária de valores altos e baixos e a supressão das enchentes pela barragem de Três Marias. Este padrão assimétrico no pulso e, a retenção de material em suspensão no reservatório pode nos oferecer bases para entender as baixas correlações entre as variáveis resposta (condutividade, turbidez) e o aumento no volume de água; no entanto, há mudanças temporárias nestas duas primeiras variáveis. Inspeccionando dados das características físico e químicas da água neste trecho da bacia (Tabela 23), variáveis tais como sólidos em suspensão, condutividade e turbidez sofrem mudanças no trecho do rio entre a barragem de Três Marias e a cidade de Pirapora (MG). É provável que as chuvas locais, os esgotos domésticos de Pirapora e, a descarga dos tributários a jusante da barragem

(p.ex. rio Abaeté com 89,8 m<sup>3</sup>/s) ainda que não afetem muito o volume de água do rio, podem estar influenciando nestas variações.

A barragem de Três Marias afeta não só o transporte de nutrientes (importantes no ciclo de nutrientes do plano alagável) como o regime hidrológico diminuindo a influência do rio sobre as lagoas marginais<sup>3</sup>. (Figura 25)

Este comportamento na natureza da água liberada pela barragem de Três Marias e a recuperação das suas características a jusante dela é relacionada por Stanford e Ward (1984) com as alterações nos grupos funcionais da comunidades bentônica (Figura 26).

Por outro lado, no rio das Velhas, a vazão comporta-se como fator determinante das variações físicas e químicas da água; assim, as características do seu pulso de inundação podem ser consideradas como simétricas e os grupos funcionais das comunidades aquáticas podem seguir o padrão descrito por Standford e Ward (1984) para rios não barrados (Figura 26). No momento em que o volume da água começa a aumentar, as variáveis resposta como a turbidez e a condutividade mudam; a primeira aumenta, dado

---

<sup>3</sup> Segundo habitantes da região, a última grande cheia que permitiu a entrada do rio nas lagoas foi no ano de 1992.

o arrasto de material particulado e a segunda, diminui pela diluição dos ions presentes na água.

As mudanças na vazão, produto do início das chuvas podem ter influência sobre o desencadeamento da desova dos peixes (Lowe-McConnell 1975). No ciclo anual do rio Paraná, Baumgartner (1994) encontrou que o período de maior densidade de larvas coincide com o período das enchentes na bacia (novembro a março). O fato de termos coletado ictioplâncton em diferentes períodos de ontogênese nas amostras, sugere que os peixes começaram a desovar antes das coletas. Assim a identificação de gatilhos físico-químicos pode ser confusa, já que a primeira enchente no rio das Velhas ocorreu antes do início da coleta; porém, a coleta de embriões implica que há espécies desovando, influenciadas por sutis mudanças nas características ambientais dos rios. Visto que no rio São Francisco foram coletados ovos e embriões, é provável que as mudanças na condutividade e na temperatura estejam funcionando como potenciadores de desova de algumas espécies.

A velocidade da subida do rio (Araujo-Lima 1984) assim como a magnitude da cheia são considerados fatores relevantes na sobrevivência do ictioplâncton (=recrutamento das populações) visto que o momento ontogênico pode influir na sua capacidade de exploração dos habitats inundados pelo rio. No rio das Velhas a velocidade de subida é lenta, alcançando a cada 4 ou 5 dias o pico de cheia depois da elevação continuada do nível da água e uma

importante flutuação da descarga ( $485 \pm 175 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e a conseqüente entrada do rio a suas lagoas marginais e, a vazante de novo com 4 o 5 dias de duração até chegar ao nível de estiagem. O rio São Francisco registrou pelo menos 7 picos de cheias no período de amostragem, as vezes com oscilações no seguinte dia e baixas variações na vazão ( $606 \pm 27,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e sem apresentar nenhuma influência sobre as lagoas próximas ao local de coleta.

É possível que o tipo de pulso de inundação, além da natureza das características físicas e químicas do rio São Francisco a montante do local de coleta, influíam na localização da área de desova dos peixes. A descarga de maiores tributários (p. ex. rios Paracatu, Urucuia) a jusante de nosso local de coleta pode aumentar a probabilidade de entrada das larvas nas lagoas marginais próximas pois a pressão de seleção direciona para um aproveitamento máximo da enchente (Lowe-McConnell 1975).

A captura de altas densidades de embriões neste trecho do rio São Francisco confirma esta área como local de desova, segundo a sugestão da CODEVASF (1988).

#### *Densidades de Ictioplâncton*

Em geral a eficiência na captura do ictioplâncton pode estar sujeita à transparência da água, velocidade de filtração e ao emprego da rede

---

relacionado com as características do habitat (Gale e Mohr 1978; Thayer *et alii* 1983; Leslie 1986). Em nossas coletas a possibilidade de que estes problemas exercerem influência é baixa: os dois rios são turvos, a velocidade de filtração da rede não está relacionada com a densidade de ictioplâncton capturada e, para evitar efeitos associados ao habitat, as coletas foram feitas a 2 metros da margem e só na superfície.

No momento de estabelecer comparações entre os rios é necessário lembrar que os pontos de amostragem estão localizados em trechos diferentes dentro do seu contínuo (Schum 1977): na parte de deposição do rio das Velhas e, no trecho de transferência do rio São Francisco.

Diferenças nas densidades de ictioplâncton à deriva sugerem possíveis alterações ambientais nos cursos de água. No rio Alabama (EUA) a densidade total de ictioplâncton foi três vezes maior num do seus tributários (não regulado) do que no outro regulado por uma barragem (Scheidegger e Bain 1995). Neste caso, o rio das Velhas apresenta densidade média nove vezes maior que a do rio São Francisco. Porém deve-se considerar que o ictioplâncton coletado no rio das Velhas agrupa todas as possíveis desovas que aconteceram na bacia (29.653 km<sup>2</sup>) e as coletas no São Francisco compreendem apenas aquelas desovas realizadas numa área menor (10.190 km<sup>2</sup> – área entre a barragem e Pirapora) e inclui tributários como os rios Abeté e Formoso. Além, a descarga



---

do rio das Velhas é quatro vezes menor que a do rio São Francisco, o que pode estar gerando um efeito de concentração dos indivíduos por volume de água.

Ainda que as diferenças numéricas na densidade de ictioplâncton entre os dois rios são importantes, as porcentagens (Figura 20) entre eles fornecem informação sobre os eventos e processos que acontecem em cada rio. No rio São Francisco, a maior porcentagem de embriões (83%) sugere a proximidade de uma área de desova e possivelmente, de espécies de Siluriformes que encontram no rio as características físicas e químicas apropriadas para tal

Ao contrario, no rio das Velhas, a proporção do grupo das larvas é muito maior (86%) se comparado com os embriões (13%). Esta dominância sugere que os indivíduos mais desenvolvidos são consequência de eventos reprodutivos que aconteceram à montante do local de coleta e que, por deriva passiva ou ativa, chegaram próximo ao trecho final do rio onde sua probabilidade de entrar no plano alagável é maior.

É possível que dado o grau de poluição do canal principal do rio das Velhas, as desovas estejam acontecendo nos seus tributários (p.ex. Cipó, Paraúna, Bicudo, Curimataí e Pardo Grande).



### *Distribuição horizontal do Ictioplâncton*

Os processos hidráulicos são próprios às características físicas dos rios e sua influência pode estar gerando o gradiente horizontal na densidade do ictioplâncton. Oliveira e Araujo-Lima (1998) descrevem como a localização do canal define o comportamento das correntes secundárias radiais e como estas, junto com a localização do centro de dispersão do ictioplâncton, determinam a distribuição horizontal dos indivíduos. Os processos descritos por estes autores ajudam a explorar possíveis padrões na distribuição dos embriões e larvas nos rios São Francisco e das Velhas.

A localização central do canal do rio das Velhas pode explicar a agregação nas margens dos grupos de ictioplâncton coletados. A presença de ovos e embriões nestes locais permite sugerir que os centros de dispersão da desova de algumas espécies encontram-se nas capas superficiais do canal a montante do ponto de coleta (com as áreas de deposição nas margens) ou, também, que há espécies desovando nestas áreas.

No rio São Francisco, os embriões e as larvas de Siluriformes apresentam maiores densidades no canal; assim este local pode ser considerado como local de desova. No canal do rio São Francisco, foram observadas atividades reprodutivas denominadas localmente de "carujadas",

---

que segundo os pescadores, são desovas de surubins (*Pseudoplatystoma coruscans*)

Em rios com o canal localizado no centro, as margens atuam como áreas de sedimentação e são consideradas habitats amenos devido á menor abrasão de sedimentos, menor correnteza, maior disponibilidade de alimento e de microhabitats para os peixes (Church 1992; Bain 1995; Alves e Vono, 1999). Nestes locais, a velocidade da correnteza é menor que a de natação das larvas (três a sete vezes o comprimento do seu corpo por segundo, Webb 1975) sendo assim habitats apropriados para seu desenvolvimento (Leslie e Timmins 1991; Penaz *et alii* 1992; Scheidegger e Bain 1995.). Nas margens do rio das Velhas, a menor velocidade da água, alta turbidez assim como a maior possibilidade que as larvas tem de explorar a oferta alimentar do habitat, podem estar influenciando na formação do gradiente horizontal na distribuição deste grupo, com agrupamentos nestes locais. O fato que na margem direita foram coletados maiores densidades de larvas que na esquerda pode ser consequência de esta ser a margem de deposição do rio (neste local) com as menores velocidades de água e maiores valores de turbidez, o que pode oferecer melhores condições de habitat para as larvas.

No rio São Francisco, ainda que as velocidades da correnteza sejam diferentes entre os locais, é possível que a homogeneidade na turbidez esteja influenciando no não-agrupamento das larvas de Characiformes na margem.

Outra hipótese é que, simplesmente, grupos de migradores de "Characiformes" preferiram desovar nos tributários<sup>4</sup> do rio onde a estocasticidade ambiental pode ser bem maior.

A abertura da boca e o desenvolvimento das nadadeiras peitorais são considerados importantes eventos na ontogenia dos peixes por permitirem o início da alimentação exógena, o primeiro e, facilitar o equilíbrio e direcionamento na natação, o segundo (Balon 1984; Santos 1992). Em espécies como *Salminus brasiliensis*, estes eventos são simultâneos e, em outras como *Prochilodus spp* e *Leporinus elongatus* não, com períodos intermédios de 1 a 2 dias; porém o primeiro caráter a aparecer no processo de desenvolvimento são as nadadeiras (Santos 1992).

O momento ontogênico do indivíduos e as características próprias da sua espécie são sugeridas como fatores de seleção de habitat (Childs *et alii* 1998). As margens dos rios são habitats preferidos pelos estágios iniciais de peixes pela sua oferta de habitats, de alimento e proteção. No rio Cahaba (USA) (Scheidegger e Bain 1995) encontraram associações significativas entre os atributos físicos do habitat e os grupos taxonômicos das larvas. Os Centrarchide usaram habitats com baixa correnteza e cobertura vegetal; os Percide usaram os mais profundos na margem e os Cyprinide usaram aqueles

---

<sup>4</sup> Trondeau (1977) confirmou que os tributários do rio Missouri são os maiores contribuintes ao recrutamento das populações de peixes.

com vegetação submersa. O fato que, no rio das Velhas, as larvas de Characiformes apresentaram agrupamentos nas margens onde a velocidade de correnteza é menor e a turbidez é maior, pode sugerir-nos uma melhor capacidade deste grupo à exploração destas áreas.

A concentração de larvas de Siluriformes nas margens do rio das Velhas pode obedecer não somente a um evento de deriva assim como à possibilidade de permanência pela oferta de ovos, embriões e outras larvas que estão concentrados nestes locais; larvas destes grupos foram observadas no conteúdo estomacal dos Siluriformes. No rio São Francisco, este comportamento não foi observado e o agrupamento das larvas foi verificado somente no canal.

Fatores abióticos como a intensidade luminosa e valores baixos de oxigênio dissolvido e, biológicos como alimentação e predação determinam a atividade nictimeral das larvas. A influência da luminosidade na atividade larval é um fato para o que ainda não existe consenso (Oliveira e Araujo-Lima 1998). Pesquisas em rios turvos não detectaram diferenças nas densidades no gradiente vertical e exploram a influência da turbidez como variável importante na ausência de migração diária na coluna de água (Pavlov *et alii* 1977 *apud*. Pavlov 1994; Northcote 1982; Petry 1989); outras mostraram que, ainda em rios turvos, há maior concentração de larvas na superfície mas que isto é dependente da espécie (Hergenrader *et alii* 1982). No rio Paraná, Nakatani

(1994) e Baumgartner (1994) verificaram maior densidade de larvas na superfície durante a noite, fato que os autores explicam como migração alimentar em resposta ao movimento vertical do zooplâncton. Deve-se ressaltar que nossos dados não permitem fazer maiores inferências sobre se a atividade do ictioplâncton segue o ciclo nictimeral porque os dois horários de coleta são crepusculares e como não foram feitas coletas no fundo, não se detectou a influência da luz sobre a distribuição vertical das larvas. No entanto, no rio das Velhas, as maiores capturas de embriões no horário da manhã sugerem desovas noturnas de algumas espécies à montante do local de coleta; e, de larvas de Siluriformes, a provável deriva (ativa ou passiva) na procura de novos locais de alimento ou refugio.

#### *Variações na vazão e distribuição do Ictioplâncton*

As cheias são um dos fatores determinantes da estrutura da comunidade de peixes de água doce (Grossman *et alii* 1982; Minckley e Meffe 1987). Seu efeito pode ser dimensionado pela distribuição de classes de tamanho e pela composição taxonômica da comunidade (Harvey 1987). Geralmente sua influência é maior nos estágios iniciais (Schlosser 1985) pois só larvas com capacidade de natação maior que 0,8 m/s (maiores a 12 mm de comprimento) conseguem resistir a influência da correnteza (Scheidegger e Bain 1995). Pavlov (1994) descreve este fenômeno como "washing out" ou "flushing out" no que a incapacidade das larvas de resistir à correnteza e, a perda de referências



visuais pelo aumento na turbidez, leva-as à áreas com maiores velocidade do fluxo de água onde são arrastadas pela correnteza.

A magnitude das cheias, a velocidade da correnteza e a turbidez são fatores diretos que influenciam na intensidade da migração de estágios iniciais na ontogênese dos peixes. Na Figura 27 e baseando-se nas médias dos grupos de ictioplâncton, é desenhada sua distribuição para cada momento da descarga (enchente, pico de cheia, vazante e estiagem) nos rios estudados.

Ovos e embriões são suscetíveis de serem carreados pela corrente devido ao pequeno desenvolvimento da suas estruturas para natação. Experimentos em córregos e em tubos experimentais demonstraram que a capacidade de natação contra-corrente do ictioplâncton está correlacionada positivamente com seu tamanho (Houde 1969; Harvey 1987). A densidade de embriões reflete a intensidade das desovas a montante e sua distribuição no local de coleta obedece ao comportamento hidráulico do rio nesse ponto. Os dois rios apresentam comportamento diferente. No rio das Velhas durante todos os momentos hidrológicos, foram encontradas maiores densidades nas margens. No São Francisco, a exceção do momento da vazante (quando se agruparam no canal) e no pico de cheia (agrupados na margem direita), estiveram distribuídos homogeneamente; as maiores densidades foram detectadas neste último momento hidrológico (quando os valores de

---

conductividade e de temperatura foram menores, confirmando assim o detectado pela análise de regressão logística).

A distribuição do ictioplâncton depende não só das características hidráulicas do rio mas do comportamento inerente das espécies e do seu momento ontogênico. Na medida que a larva atinge maior desenvolvimento, a natureza comportamental própria à espécie é exposta (Taradina *et alii*, 1997). Os Characiformes apresentaram maiores densidades nas margens dos rios independente do momento hidrológico; porém no rio São Francisco a ausência de agrupamento não permitiu explorar na regressão logística quais as variáveis ambientais influenciaram sua distribuição. Os Siluriformes no rio São Francisco, estiveram concentrados no canal independentemente do momento hidrológico. E no rio das Velhas, na margem direita possivelmente pela maior oferta de presas concentradas neste local (p.ex. larvas de Characiformes e embriões).

A ausência de agrupamento na margem do rio São Francisco pode estar refletindo a perda da margem como habitat "ameno" e favorável para os estágios ontogênicos iniciais de peixes. Isto é devido à perda das características hidrológicas e hidráulicas típicas de um rio largo como é o gradiente horizontal na turbidez e dos sólidos em suspensão e, a baixa influência da vazão sobre a velocidade da água (Pavlov 1994). O fato de encontrar correlações negativas entre a velocidade da água e a vazão no rio São Francisco pode obedecer a que no momento da enchente dos dois rios, o



---

rio das Velhas possa estar limitando o fluxo da descarga do rio São Francisco no local de confluência deles.

No rio São Francisco as características ambientais estão explicando a aparição de elementos do grupo de ictioplâncton. As análises do teste de Mantel e as regressões logísticas sugerem que a condutividade e temperatura estão funcionando como gatilhos proximais à desova de algumas espécies. Assim as desovas aconteceram quando os valores de condutividade e da temperatura estiveram baixos (dentro de nossa amplitude), valores característicos do aumento na descarga. Porém a variação da vazão, ainda a análise for estatisticamente significativa, seu baixo poder preditivo não permite maiores conclusões da sua influencia sobre o agrupamento de embriões.

Ainda que o teste de regressão logística encontrou significância estatística entre os agrupamentos de embriões com o oxigênio dissolvido e de larvas de Siluriformes com a velocidade da água, seu baixo poder preditivo não permite-nos sugeri-los como fatores relevantes nestes eventos.

No rio das Velhas, a relação entre os fatores ambientais e o ictioplâncton não é clara, o que explica a não significância encontrada pelo teste de Mantel entre as duas matrizes. Neste rio a velocidade da água e o oxigênio dissolvido explicaram o agrupamento das larvas de Characiformes e, as mudanças de temperatura, o de larvas de Siluriformes. Nesta ultima relação, o baixo poder

---

predictivo da análise de regressão logística não permite definir as menores temperaturas como fatores relevantes no agrupamento destes indivíduos.

As mudanças na vazão influem na estrutura física do rio assim como no aumento das taxas de mortalidade da comunidade aquática, na modificação na oferta de recursos e na alteração das interações entre as espécies (Bayley e Li 1996). A localização do local de desova no centro dos rios ou próximo à margens pode obedecer a uma estratégia dos peixes para aumentar a probabilidade de sucesso da sua prole e a deriva das larvas perto das margens aumenta sua possibilidade de acesso às lagoas marginais (Araujo-Lima e Oliveira 1998). Assim o fato das margens do rio das Velhas apresentar maiores densidades de indivíduos já "preparados" para explorar o meio pode sugerir que o recrutamento de estas populações será importante.



## 7. CONSIDERAÇÕES DE MANEJO E CONSERVAÇÃO

A estrutura e a função da maioria das comunidades aquáticas dependem da estabilidade e da previsibilidade dos padrões hidrológicos e das condições hidráulicas do rio (Statzner e Higler 1986).

A alteração do regime de cheias nos rios é resultado de manejo inadequado de suas bacias e de fenômenos climáticos de ordem global. Essa alteração é muito agravada pela construção de barragens que fragmentam o contínuo do rio, modificando os processos de erosão - sedimentação ao longo do curso da água (Gore 1989). A retenção de material em suspensão nos reservatórios aumenta a capacidade de erosão da água e muda a dinâmica de distribuição de nutrientes à jusante. Como consequência a profundidade do leito aumenta naqueles trechos onde ele não é rochoso (Church 1995) e a função das margens e áreas rasas, como habitats para a biota aquática, é alterada (Bain 1988). A soma destes processos, leva ao isolamento progressivo das lagoas marginais com a subsequente perda de habitats importantes no ciclo de vida da biota aquática e a alteração da dinâmica da suas populações.

As barragens em rios tropicais (onde a extensão de suas áreas alagáveis está relacionada diretamente com o estoque pesqueiro -Welcomme 1985; Bayley 1991), diminuem a produção das pescarias, principalmente à

---

jusante delas onde o pulso de inundação é afetado (Bonetto *et alii* 1989; Junk *et alii* 1989)

Na tentativa de mitigar os impactos gerados pelas barragens, são utilizadas soluções caras e complicadas porém, politicamente atrativas e muitas vezes inócuas (Bayley e Li 1996).

A recuperação dos rios alterados deve ser enfatizada através de processos que acelerem a auto-recuperação dos sistemas: p.ex., ao tentar simular as condições naturais prévias ao impacto.

As novas estratégias de recuperação fundamentam-se no conceito de "hidrosistema fluvial" (Amoros e Petts 1993) que agrupa as duas grandes teorias fundamentais na pesquisa em sistemas lóticos: "O contínuo do rio" proposto por Vannote *et alii* (1980) e o "Pulso de inundação" de Junk *et alii* (1989). Assim o rio é encarado em quatro dimensões (segundo o sugerido por Ward -1989): o canal, a zona riparia, a planície alagável, o seu aquífero aluvial e, seus processos e fluxos verticais, laterais e longitudinais.

Estas técnicas não visam que os habitats voltem ao seu estado inicial de conservação porém procuram a aplicabilidade do conceito de "Integridade

*Ecológica*", (Cairns 1995) que une os termos de *integridade biológica*<sup>5</sup> e de *sustentabilidade* dos ecossistemas aquáticos, visando o fator humano como imprescindível.

As anteriores estratégias devem ser dimensionadas de acordo com o nível de desenvolvimento das regiões e do grau de alteração dos sistemas. Bayley e Li (1996) ressaltam que medidas drásticas devem ser encaminhadas naqueles países onde podem ser investidos recursos na recuperação destes habitats; porém em países com economias fracas e bacias em processo de alteração, as ações devem ser dirigidas à defesa e proteção dos recursos, sem eliminar sua exploração (Bayley e Petreere 1989).

As práticas de manejo são agrupadas dependendo da sua escala (USDA 1998), em:

- Escala da paisagem: Restauração do canal, do corredor de vegetação riparia e das margens.

---

<sup>5</sup> "A capacidade de um habitat (numa determinada região) de suportar e manter um sistema biológico balanceado, integrado e adaptado a uma série de elementos (genes, espécies e estruturas) e processos naturais (mutação, demografia, interações bióticas, dinâmica de nutrientes e de energia e processos metapopulacionais).

- Escala do habitat: recuperação dos habitats no curso de água envolvendo simulações de regime hidrológico natural e a instalação de habitats artificiais.

Bayley (1991) argumenta que o melhor empreendimento na recuperação dos rios e seus planos alagáveis alterados por barragens é o de controlar sua descarga simulando o regime hidrológico natural. No entanto a recuperação dos rios implica na reabilitação das suas bacias (uso da terra e qualidade da água).

Os dois rios aqui estudados apresentam a maior parte das problemáticas ambientais registradas: esgotos domésticos e industriais, alteração do regime hidrológico por barragens, uso inapropriado da terra, contaminação por tóxicos e metais pesados. Ainda que um plano de manejo para as bacias não seja o objetivo desta dissertação, é necessário alertar sobre os possíveis problemas que, no futuro pode o aterramento das lagoas, a instalação de comportas nos canais de conexão e a regulação do regime hidrológico pela barragem de Três Marias levar ao isolamento das lagoas marginais presentes na área de estudo e, influírem negativamente no recrutamento das populações de peixes de piracema neste trecho da bacia (Figuras 28).



## 8. CONCLUSÕES

A vazão influi diretamente nas características do contínuo físico-químico do rio das Velhas e no seu pulso de inundação permitindo sua influência no plano alagável. No rio São Francisco estas relações são alteradas pelo reservatório de Três Marias.

A alta densidade de embriões coletados no rio São Francisco sugere que os locais de desova estão próximos aos locais de coleta.

A condutividade e a temperatura parecem estar funcionando como gatilhos proximais à desova de algumas espécies de peixes no rio São Francisco.

A deriva dos embriões é influenciada pela descarga e pelas características hidráulicas associadas a ela no local de coleta.

Há maior concentração de larvas de Characiformes nas margens do rio das Velhas, o que aumenta a probabilidade de acesso às lagoas marginais onde poderão encontrar maior oferta de habitats e de alimento.



A distribuição do ictioplâncton nos rios estudados é influenciada pelas características hidráulicas dos locais de coleta e, particularmente, no rio das Velhas pela influência da descarga.

É sugerida a simulação do regime de cheias como possível estratégia de recuperação do rio e assim restabelecer a influência do rio no seu plano alagável.

## 9. REFÊRENCIAS

Agostinho, A.A.; Vazzoler, M.E.A. de M.; Gomez, L.C. e E.K.Okada, 1993, Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases de su ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná, Brasil. *Rev. Hidrob. Trop.*, Vol 26, No. 1: 79-90

Agostinho A A, 1986, Ciclo reprodutivo do cascudo preto *Rhinelephís aspera* Agassiz 1829 (Teleostomi- Loricariidae) no rio Parapanema - PR. In: Congresso brasileiro de Zoologia, Belo Horizonte. Resumos. Universidade Federal de Minas Gerais. Pp 241-242.

Alves M.C.B.; Vieira, F., Pompeu, P. e P.R. Fonseca, 1998, Estudos de ictiofauna. In: **Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes do rio São Francisco em Minas Gerais**. Governo Federal de Minas Gerais. 154 pp.

Alves C.M.B. e V. Vono, 1999, Ampliação da área de distribuição natural de *Hysteronotus megalonostomus* EIGENMANN 1911 (Characidae, Glandulocadinae), fauna associada e características do habitat no rio Paraopeba, Bacia do São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Comun. Mus. Ciênc. e Tecnol. PUCRS, Ser. Zool.* 12: 31-44.

Amoros C. e G.E. Petts, 1993, **Les hydrosystèmes fluviaux**. London, UK. Blackwell Science.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), 1999. Banco de dados. Brasília, Brasil.

Araujo-Lima, C.A.R.M., 1984, Distribuição espacial e temporal de larvas de characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas, próximo a Manaus. A. M. Dissertação de mestrado, INPA/FUE, Manaus, Brasil, 86 pp.

Araujo-Lima, C.A.R.M.; Savastano, D. E L.C. Jordão, 1994, Drift of *Colomesus asellus* (Teleostei: Tetraodontidae) larvae in the Amazon River. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 27 (1): 33-38.

Araujo-Lima, C.A.R.M. e E.C. Oliveira, 1998, Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, 53 (suplemento A): 297-306.

Bain, M.B., Finn, J.T. e H.E. Booke, 1988, Streamflow regulation and fish community structure. *Ecology* 69: 382-392

Balon, E.K., 1984, Reflections on some decisive events in the early life of fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 113: 178-185.

Barthem, R.; Riveiro B.M.C. e M. Petrere., 1990, Life strategies of some long-distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon basin. *Biological Conservation* 55: 339-345.

Baumgartner, G., 1994, Alguns aspectos da ecologia das larvas de peixes na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 38 pp.

- Bayley P.B. e M. Petrere Jr., 1989, Amazon fisheries: assessment methods, current status, and management options. *Special publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 385-398.
- Bayley, P.B., 1991, The flood pulse advantage and the restoration of river-floodplain systems. *Regulated Rivers: Research and Management* 6: 75-86.
- Bayley, P.B., 1995, Understanding large temperate and tropical river-floodplain ecosystems. *BioScience* 45: 153-158
- Bayley P.B. e H.W. Li, 1996, Riverine fishes. Pp. 92- 122. *In: Calow P. e G. Petts (Eds.) River Biota, Diversity and dynamics*. London, UK. Blackwell Science. 257 pp.
- Bonetto, A A; Wais J.R. e H.P. Castello, 1989. The increasing damming of the Paraná basin and its effects on the lower reaches. *Regulated Rivers: Research and Management* 4: 333-346.
- Britski, H.A.; Sato, Y. e A B.S. Rosa, 1988, Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chave para a identificação para os peixes da bacia do São Francisco). Brasília. Câmara dos Deputados/ CODEVASF, 143 pp.
- Brooks, A. ,1994, River Channel Change. Pp 55-75. *In: P.Calow e G.E. Petts (Eds), The Rivers Handbook, Hydrological and Ecological Principles*. Vol 2. London, UK. Blackwell Science. 523 pp.
- Bye V.J., 1984, The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. Pp 187-205. *In: Potts G.W. e R.J. Wotton (Eds) Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. London, UK, Academic Press

Cairns, J. Jr, 1995, Ecological integrity of aquatic systems. *Regulated Rivers: Research and Management*, 11: 313-323.

Camargo S., 1998, Sóciobiologia da gestão participativa dos pescadores comerciais do rio São Francisco, MG, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro (SP). 122 pp.

Carey, W.E. e D.L.G. Noakes, 1981, Development of photobehavioural responses in young rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology* 19: 285-296.

CEMIG (Companhia de Energia de Minas Gerais) 2000, [www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br). Banco de dados. Brasil

CHESF (Companhia Hidroelétrica do rio São Francisco) 2000, [www.chesf.com.br](http://www.chesf.com.br). Banco de dados. Brasil.

Childs, M.; R.W. Clarkson e A Robinson, 1998, Resource use by larval and early juvenile native fishes in the little Colorado river, Grand Canyon, Arizona. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 127: 620-629.

Church, M., 1992, Channel morphology and typology, pp. 126-143. In: P.Calow e G.E. Petts (Eds), **The Rivers Handbook, Hydrological and Ecological principles**. Vol. 1. London, UK, Blackwell Science. 526 pp.

Church, M, 1995, Geomorphic response to river flow regulation: case studies and time-scales. *Regulated River. Research and Management* 11: 3-22.

CINPIC, 1998, Estimación del ictioplancton entrante a las ciénagas grande de Lórica y Betanci. Universidad de Córdoba- CORELCA. Colombia. 30 p.

Clifford, H., 1972, Downstream movements of white sucker, *Catostomus commersoni*, fry in a brown water stream of Alberta. *Journal of fisheries research Board of Canada* 29: 1091-1093.

CODEVASF, 1988, Projeto múltiplo de Formoso: Ictiofauna. Brasília. 98 pp.

Crisp, D.T., 1991, Stream channel experiments on downstream movement of recently emerged trout, *Salmo trutta* L., and Salmon, *S. salar* L. III. Effects of development stage and day night upon dispersal. *J. Fish Biol.*, 39: 371-381.

FEAM, 1999, Qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais em 1998. Projeto Águas de Minas. Agosto. 87 pp.

Esteves, F.A., 1988, Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro. Interciencia. 75 pp.

Forsberg, B.R.; Devol, A.H.; Richey, J. E. Martinelli, L.A. e H. Santos, 1988, Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography* 33:41-56.

Gale, W.F. e H.W. Mohr, Jr, 1978, Larval fish drift in a larger river with a comparison of sampling methods. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 107: 46-55

Geisler, R.; Knoppel, H.A. e H. Sioli, 1975, The ecology of freshwater fishes. *In: Amazonia present status and future tasks for research. Anim. Res. Dev.*, vol. 1; 102-119.

- General Oceanics, 1996, Digital flowmeter mechanical & electronic operators manual. Florida. 17 p.
- Godinho H.P.; Miranda M.O T. Godinho A L. e J.E. Santos, 1997, Pesca e biologia do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* no rio São Francisco. In: Miranda M.O T. (Org.) **Surubim**. Belo Horizonte. IBAMA. p. 27-42 (Coleção Meio Ambiente, Serie Estudos Pesca, 19)
- Godoy, M.P., 1954, Locais de desovas de peixes num trecho do rio Mogi-Guassu, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, vol 14 (4): 375-396.
- Godoy, M.P., 1975, Peixes do Brasil Subordem Characoidei. Bacia do rio rio Mogi-Guassu. Piracicaba, Brasil. Piracicaba, Ed. Franciscana.
- Gore J.A.; Nestler J.M. e J.B. Layzer, 1989, Instream flow predictions and management options for biota affected by peaking-power hydroelectric operations. *Regulated Rivers* 3; 35-48.
- Gore, J.A , 1996, Responses of aquatic biota to hydrological change. Pp. 209-230. In: Calow P. e G. Petts (Eds.) **River Biota, Diversity and dynamics**. London, UK. Blackwell Science. 257 pp.
- Gradall K.S. e W.A Swenson, 1982, Response of brook trout and creek chubbs to turbidity. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 111: 392-395.
- Grossman, G.D.; Moyle, P.B. e J.O Wittaker, Jr., 1982, Stochasticity in structural and functional characteristics of an Indiana stream fish assemblage: a test of community theory. *American Naturalist* 120: 423-454.



Harvey, B.C., 1987, Susceptibility of young-of-the-year fishes to downstream displacement by flooding. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 116: 851-855.

Hergenrader, G.L.; Harrow, L.G.; King, R.G.; Cada G.F. e A.B. Schlesinger, 1982, Larval fishes in the Missouri river and the effects of entertainment. Pag 185-223. *In*: Hesse, L.W; Hergenrader, G.L.; Lewis, H.S.; Reetz, S.D. e A.B., Schesinger (Eds.). **The Middle Missouri River**. The Missouri River Study Group, Norfolk, USA.

Houde, E.D., 1969, Sustained swimming ability of larvae of walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*) and yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 26: 1647-1659.

Hosmer D.W. e S. Lemeshow, 1989, **Applied Logistic Regression**. Wiley. N.Y. 307 pp.

Jobling, M., 1995, **Environmental Biology of Fishes**. Fish and Fisheries series 16. Chapman & Hall. 455 pp

Junk, W.J.; Bayley, P.B. e R.E. Sparks, 1989, The flood pulse concept in river-floodplain systems. Pag 110-127. *In*: Dodge D.P. (Ed.) **Proceedings of the International Large River Symposium**. *Canadian Special Publication, Fisheries and Aquatic Sciences* 106, Ottawa, Ontario, Canada.

11-22

Lamas, R. I., 1993, Análise de características reprodutivas de peixes brasileiros de água doce, com ênfase no local de desova. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 69 pp.

Leslie, J.K., 1986, Nearshore contagion and sampling of freshwater larval fish. *Journal of Plankton Research*, 8: 1137-1147.

Leslie, J.K. e C.A. Timmins, 1991, Distribution and abundance of young fish in Chenal Ecarte and Chematogen Channel in the St. Clair River Delta, Ontario. *Hydrobiologia* 219: 135-142

Lewis, W.M.; Carfield, D., 1977, Dissolved organic carbon in some dark Venezuelan waters and a revised equation for spectrophotometric determination of dissolved inorganic carbon. *Arch. Hydrobiol.* 79 (4): 441-445.

Lowe-McConnell, R.H., 1975, **Fish Communities in Tropical Freshwaters, Their Distribution, Ecology and Evolution.** London-N.Y., Longman. 337 p.

Lowe-McConnell, R.H., 1987, **Ecological Studies in Tropical Fish Communities.** Cambridge University Press. 382 pp.

Ludwig, J.A e J.F. Reynolds, 1988, **Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing.** Wiley interscience Publication. Jhon Wiley & Sons, New York, U.S.A. 338 pp.

Manly, B.F.J., 1994, **Multivariate Statistical Methods. A Primer.** 2d. edição. Chapman & Hall. London, U.K., 215 pp.

Miller, J. M., 1974, Nearshore distribution of Hawaiian marine fish larvae: effects of water quality, turbidity and currents. Pp. 217-231. *In:* Blaxter J.H.S. (Ed.) **The Early History of Fish.** Springer-Verlag, New York, USA. 670 pp.

Minckley, W.L. e G.K. Meffé, 1987, Differential selection by flooding in stream fish communities of the arid American Southwest. Pp. 93-104. *In:* Mathews J. &

---

D.C. Heins (Ed.s) **Community and Evolutionary Ecology of North American Stream Fishes**. University of Oklahoma Press, Norman.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia legal, 1996, Programa para a gestão integrada dos recursos naturais da bacia do São Francisco: Recursos pesqueiros como ponto focal. Relatório interno. 17 pp.

Munro, A.D., 1990a, General Introduction, pp 1-11. *In*: Munro, A.D.; Scott, A.P. e T.J. Lam (Eds.). **Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences**. Florida CRC Press Inc. 254 p.

Munro, A.D., 1990b, Tropical Freshwater Fish, pp. 145-239. *In*: Munro, A.D.; Scott, A.P. e T.J. Lam (Eds.). **Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences**. Florida CRC Press Inc. 254 p.

Nakatani, K., 1994, Estudo do ictioplâncton no reservatório de Itaipu (rio Paraná-Brasil): Levantamento das áreas de desova. Tese doutorado. Universidade Federal do Paraná. 254 pp.

Nakatani, K.; Baumgartner, G.; Bialecki, A. E P.V. Sanches, 1997, Ovos e larvas de peixes do reservatório do Segredo, pag 183-201. *In*: Agostinho, A.A. e L.C. Gomez (Eds.), **Reservatório do Segredo: Bases Ecológicas para o Manejo**. Universidade Estadual de Maringá. 387 pags.

Nikolsky, G.V., 1963, **The Ecology of Fishes**. London, Academic Press. 352 pag.

Northcote, T.G., 1982, Mechanism of fish migrations in rivers. Pp 317-354. *In*: McCleave J.D.; Arnold G.; Dodson J. & W. Neill, (Eds) **Mechanisms of migration in fishes**. Plenum Press. N.Y. and London. 567 pp.

Oliveira, C.E. e C.A.R.M., Araujo-Lima, 1998, Distribuicao das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalminidae) nas margens do rio Solimões, AM. *Rev.Brasil.Biol.*, 58 (3): 349-358.

Pavlov, D.S., 1977, Some peculiarities of downstream migrations of young fishes in the Volga and Kuban Rivers. *Voprosy ikhtiol.*, 17, 3(4):415-428.

Pavlov, D.S.; Pakhorukov, A.M.; Kuragina, G.N.; Nezdolij, V.K.; Nekrasova, N.P.; Brodskiy, D.A. e A.L. Ersler, 1979, Some features of the downstream migrations of juvenile fishes in the Volga and Kuban rivers. *J. Ichthyol.*, 19: 363-374.

Pavlov, D.S., 1994, The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. *Folia Zoologica* 43: 193-208.

Penaz, M.; Roux, A.L.; Jurajda, P. E J.M. Olivier, 1992, Drift of larval and juvenile fishes in a by-passed floodplain of the upper river River Rhone, France. *Folia Zoologica* 41: 281-288

Petrere, M., Jr., 1985, Migraciones de peces de agua dulce en América Latina: Algunos comentarios. COPESCAL. Doc. Ocasional (1): 17 pp.

Petrere, M.; Miranda, M.O.T; Boschi M.B. e Y. Sato, 1995,. Situação atual da pesca no rio São Francisco, no trecho compreendido entre Três Marias e Januária. Belo Horizonte. 3 pp. (Mimeog.)

Petry, P., 1989, Deriva de ictioplanton no Paraná do Rei, várzea do Careiro, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de mestrado. INPA/FUA, Manaus, Brasil, 68 pp.

Petts, G., 1980, Long-term consequences of upstream impoundment. *Environmental Conservation* 7: 325.

PLANVASF, 1989, Plano diretor para o desenvolvimento do vale do rio São Francisco. Brasília. 80 pp.

PLANVASF, 1998. Plano diretor de recursos hídricos das bacias afluentes do rio São Francisco. Governo Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

Power, M.E.; Dietrich, W.E. e J.C. Finlay, 1996, Dams and downstream aquatic biodiversity: Potential food web consequences of hydrologic and geomorphic change. *Environmental Management* Vol 20, No 6: 887-895

Rai, H. e G. Hill, 1982b, Establishing the pattern of heterotrophic bacterial activity in three central Amazonian lakes. *Hydrobiologia* 86: 121-126.

Santos, J.E., 1992, Ontogênese e comportamento larvais de seis espécies de peixes de água doce sob condições experimentais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 132 pp.

Sato Y. e H.P. Godinho, 1999, Peixes da bacia do São Francisco. Pp 401-408. *In: Lowe-McConnell (Ed.) Estudos Ecológicos das Comunidades de Peixes Tropicais*. 534 pp .

Scheidegger K.J. e M.B. Bain, 1995, Larval fish distribution and microhabitat use in free-flowing and regulated rivers. *Copeia* No 1: 125-135

Schlosser, I.J., 1985. Flow regime, juvenile abundance and the assemblage structure of stream fishes. *Ecology* 66: 1484-1490



Schumm, S.A, 1977, **The fluvial system**. Jhon Wiley and Sons. N.Y.

Schwassmann, H.O., 1978, Times of annual spawning and reproductive strategies in Amazonian fishes; pp 187-200. *In*: Thorpe, J.E. (Ed.) **Rhythmic Activity of Fishes**. London, Academic Press.

Scott, D.B.C., 1979, Environmental timing and the control of reproduction in teleost fish. Pag 105-132. *In*: Miller, P.J. (Ed.). **Fish Phenology: Anabolic Adaptiveness in Teleosts**. London: Academic Press. (Symposia of the Zoological Society of London, No 44)

Silva M.S. e G. Barbieri, 1988, Contribuição para o estudo do comportamento populacional de fêmeas de *Astyanax scabripinnis* (Eigenmann 1927) na represa do Lobo, SP. *In*: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, Florianópolis, ABRAq. Pp 112.

Sokal R.R. e F.J. Rohlf, 1995, **Biometry**. 3 ed. W.H. Freeman and Company. N.Y. 871 pp.

Sparks, R.E., Bayley, P.B.; Kohler S.L. e L.L. Osborne, 1990, Disturbance and recovery of large floodplain rivers. *Environmental Management* 14: 699-709.

Sparks, R.E., 1995, Need for ecosystem management of large rivers and their floodplains. *BioScience* 45: 168-182

Standford J.A. e J.V. Ward, 1984, The effects of regulation on the limnology of Gunninson river: A north American case history. Pp 467-480. *In*: Lillehammer A e Saltveit S.J. (Eds.) **Regulated Rivers**. Universitetsforlaget, AS Oslo.

Statzner B. e B. Higler, 1986, Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology* 16: 127-139.

Taradina, T.G.; Pavlov, D.S. e A I. Lupandin, 1997, The connection of vertical distribution of fish juveniles in downstream migrations with their floatability and flow turbulence. *Journal of ichthyology* 37 (7): 523-528.

Thayer, G.W.; Colby, D.R.; Hjelson, M. A e M.P. Weinstein, 1983, Estimates of larval fish abundance: Diurnal variation and influences of sampling gear and towing speed. *Transactions of American Fisheries Society* 112: 272-279.

Thomaz, S.M., 1991, Influência do regime hidrológico (pulsos) sobre algumas variáveis limnológicas de diferentes ambientes aquáticos da planície de inundação do alto rio Paraná, MS. Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. 250 pp.

USDA (Departamento de Agricultura), 1998, **Stream Corridor Restoration. Principles, Processes and Practices.** Federal Agency for Rivers Restoration. USA. 980 pp.

Vannote R.L.; Minshall G.W.; Cummins K.W.; Sedell J.R. e C.E. Cushing, 1980, The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.

Vazzoler, A E.A.M. e N.A. Menezes, 1992, Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). *Rev. Bras. Biol.* 52: 627-640.

Vazzoler, A.E.A.M.; Lizama, M.A.P. e P.Inada, 1997, Influencias ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva, pag 267-280. *in:* Vazzoler,



- A.E.A.M.; Agostinho, A.A e N.S. Hahn, (Eds). **A Planície de Inundação do Alto rio Paraná: Aspectos Físicos, Biológicos e Socioeconômicos**. Universidade Estadual de Maringá.
- Ward, J.V., 1989, The four dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the Northern American Benthological Society* 8: 2-8.
- Webb, P.W., 1975, Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. *Fisheries Research Board of Canada Bull.* 190.
- Welcomme, R.L., 1979, **Fisheries Ecology of Floodplain Rivers**. New York: Longman. 317 p.
- Welcomme, R.L., 1980, Cuencas fluviales. FAO, Doc. Téc. Pesca, Vol. 202, 62 pp.
- Welcomme, R.L., 1985, River Fisheries. FAO Fisheries Technical paper No 252. Food and Agricultural Organization, Rome, Italy. 330 pp.
- Welcomme, R.L., 1990, Status in fisheries in South American rivers. *Interciencia* 15: 337-345.
- Welcomme, R.L. 1995, Relationships between fisheries and the integrity of river systems. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 121-136.
- Wootton, R.J., 1990, **Ecology of Teleost Fishes**. London, Chapman & Hall, 404 pp.

---

Zaret, T.M., 1979, Predation in freshwater fish communities. Pp. 135-143. *In*: Clepper H. (Ed) **Predator-Prey Systems in Fisheries Management**. Sport Fishing Institute, Washington, USA.

## ANEXO1. FIGURAS

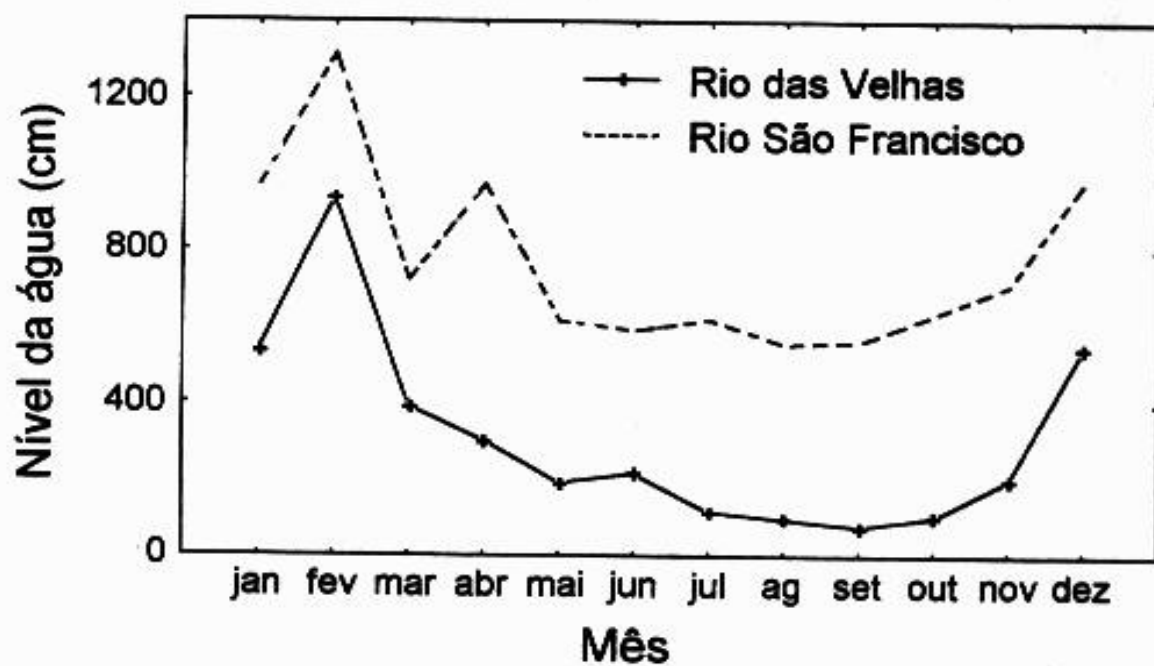


Figura 1. Regime hidrológico mensal dos rios São Francisco (em Pirapora, MG) e das Velhas (em Várzea da Palma, MG). Média do primeiro dia de cada mês na década do 1970 (ANEEL 1999).

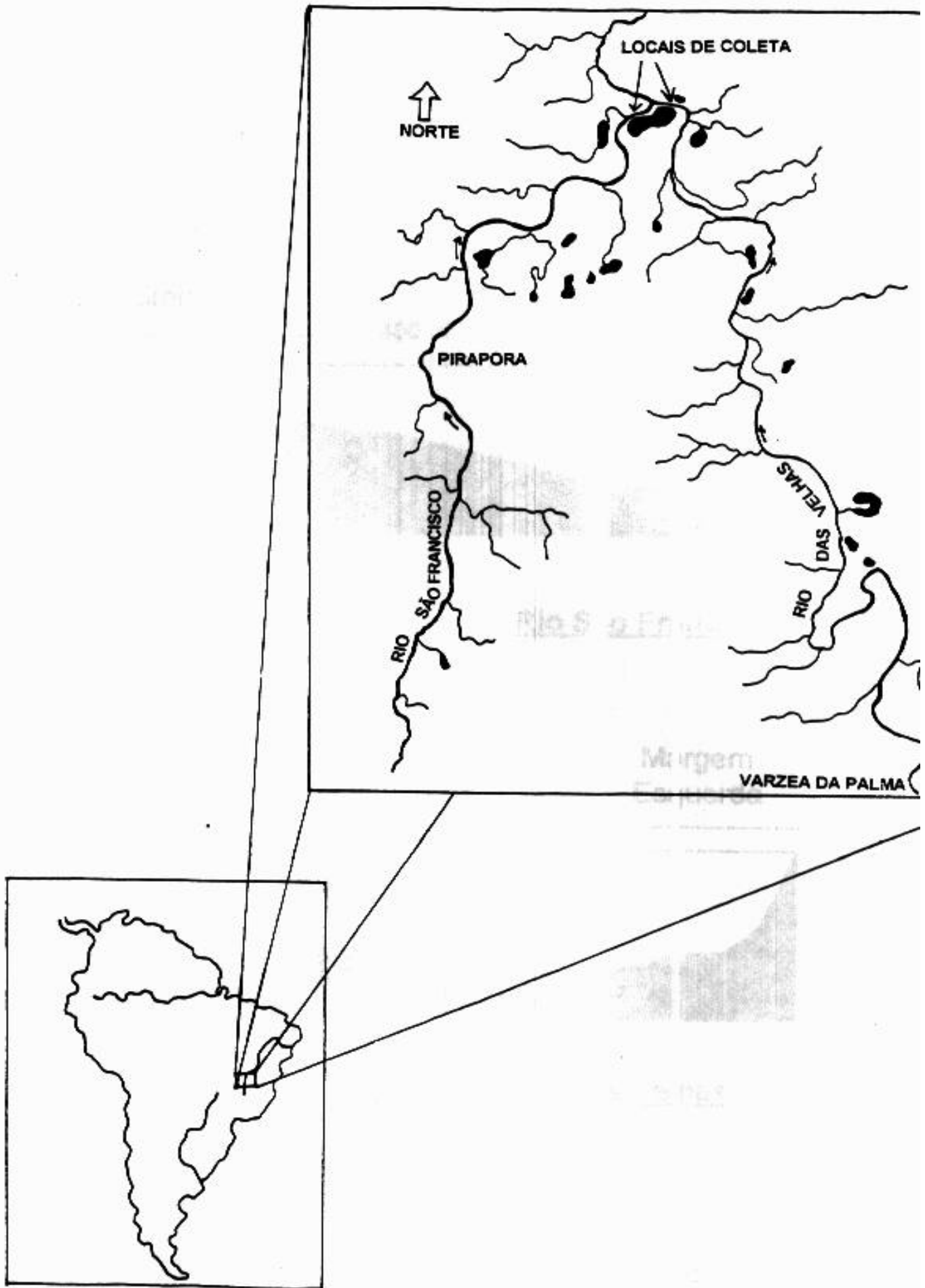


Figura 2. Mapa da área de coleta. Escala 1: 25.000.

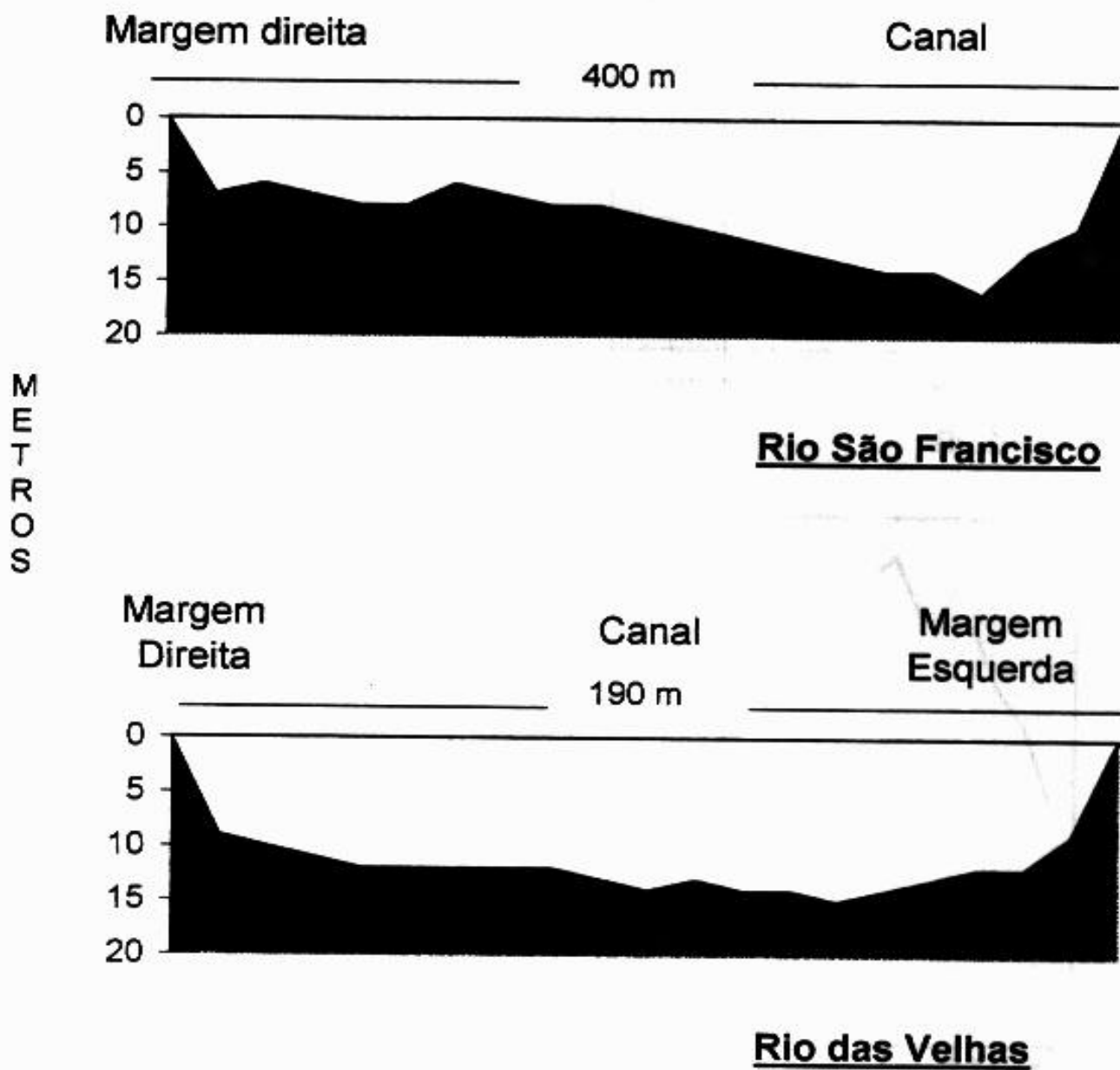
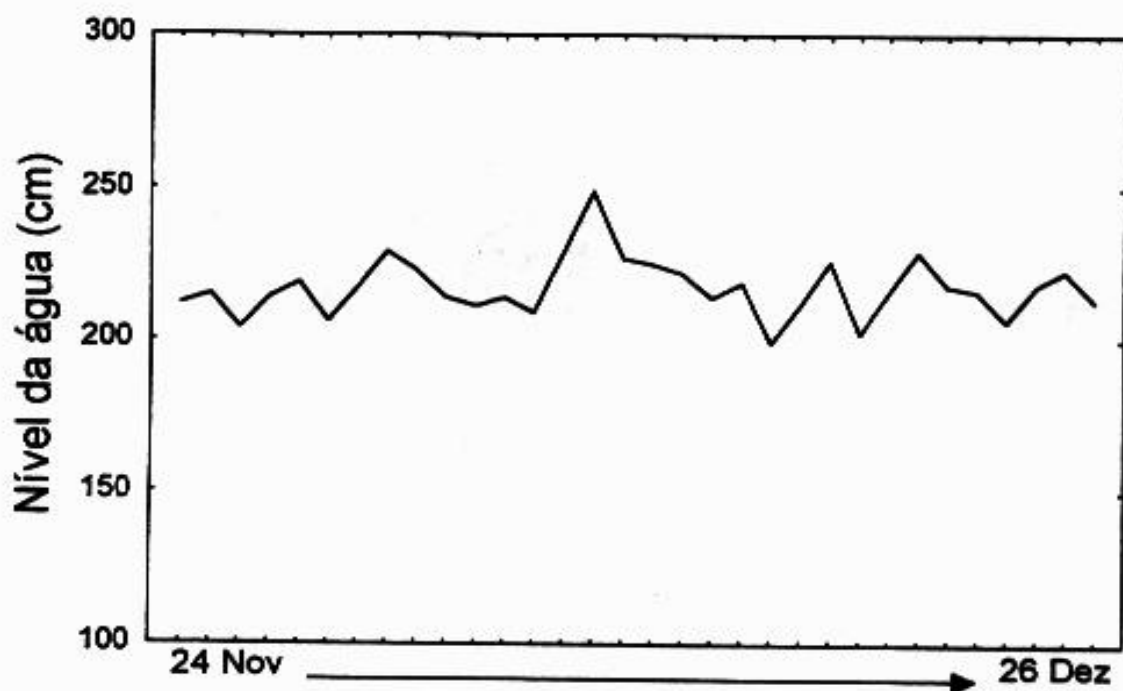
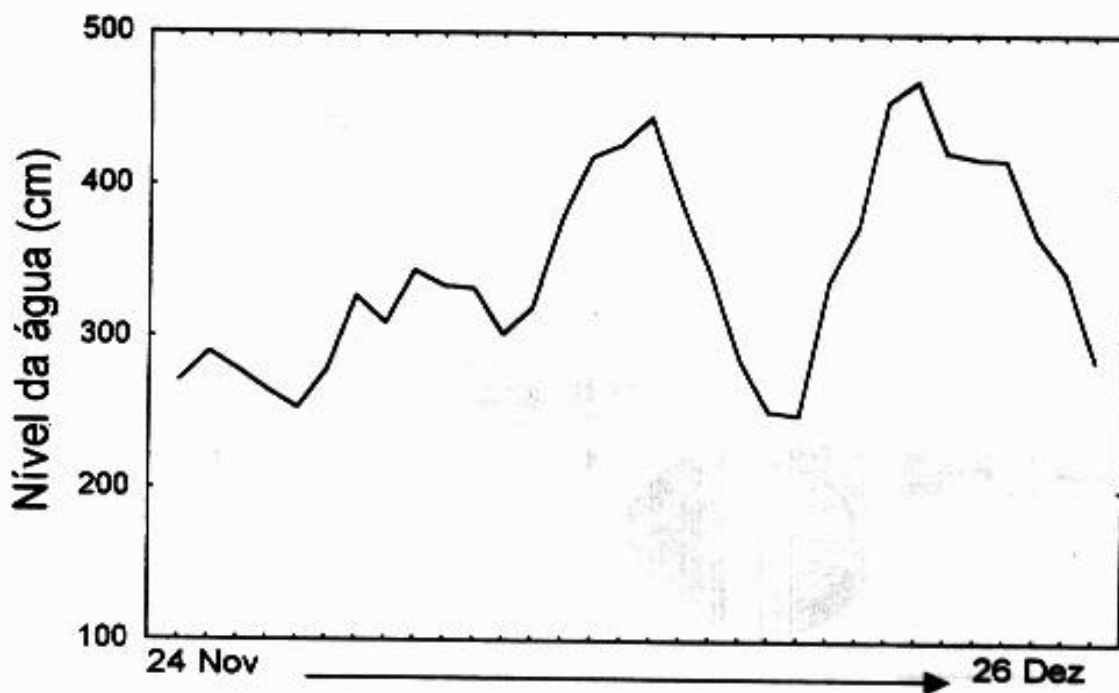


Figura 3. Representação gráfica dos perfis do leito no local de coleta dos rios analisados.



**rio São Francisco**



**rio das Velhas**

Figura 4. Níveis diários dos rios São Francisco e das Velhas (ANEEL 1999).

Temporada de coleta entre o dia 24 de novembro e o 26 de dezembro de 1998.



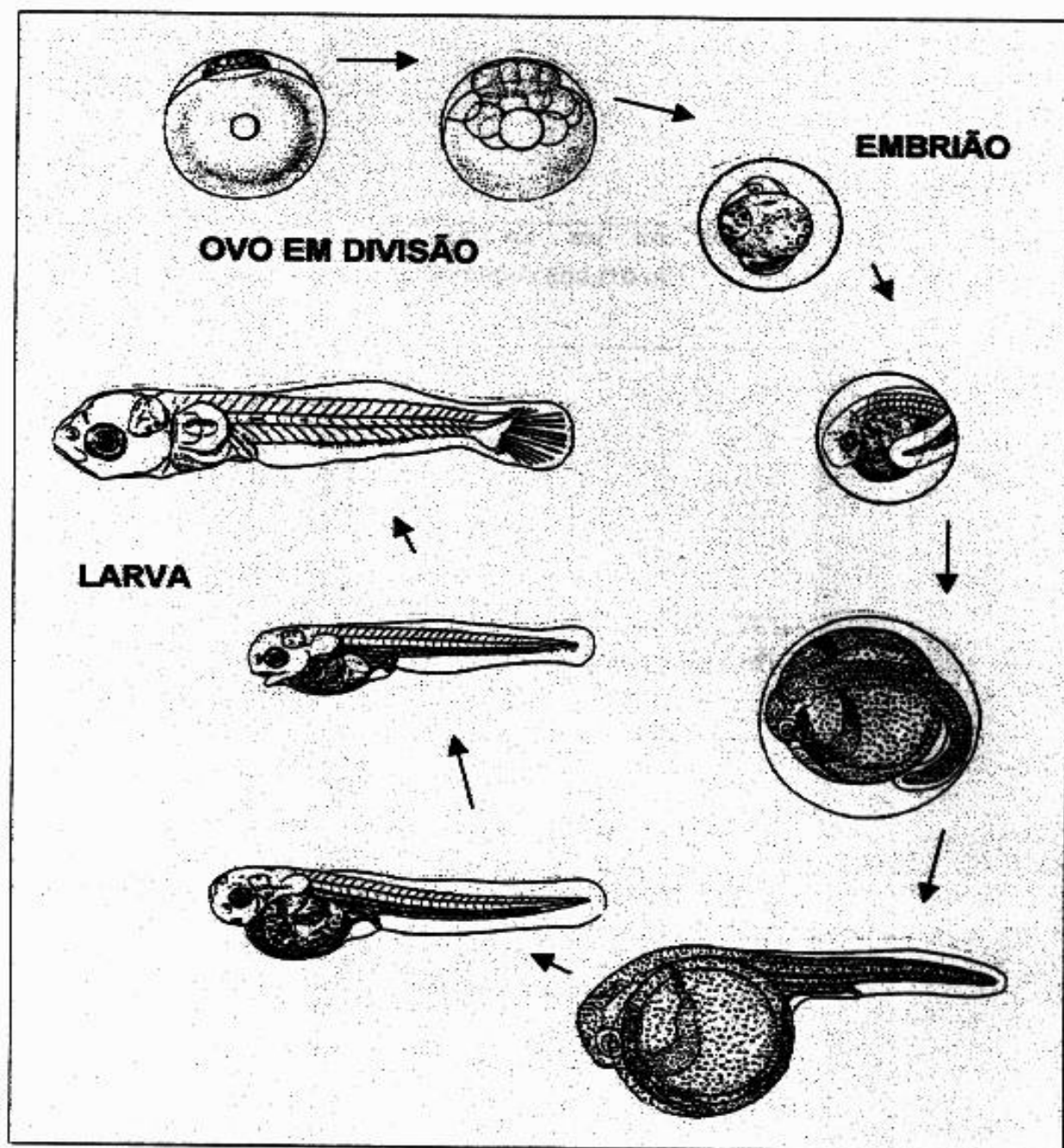


Figura 5. Grupos de ictioplâncton definidos segundo Balon (1984).

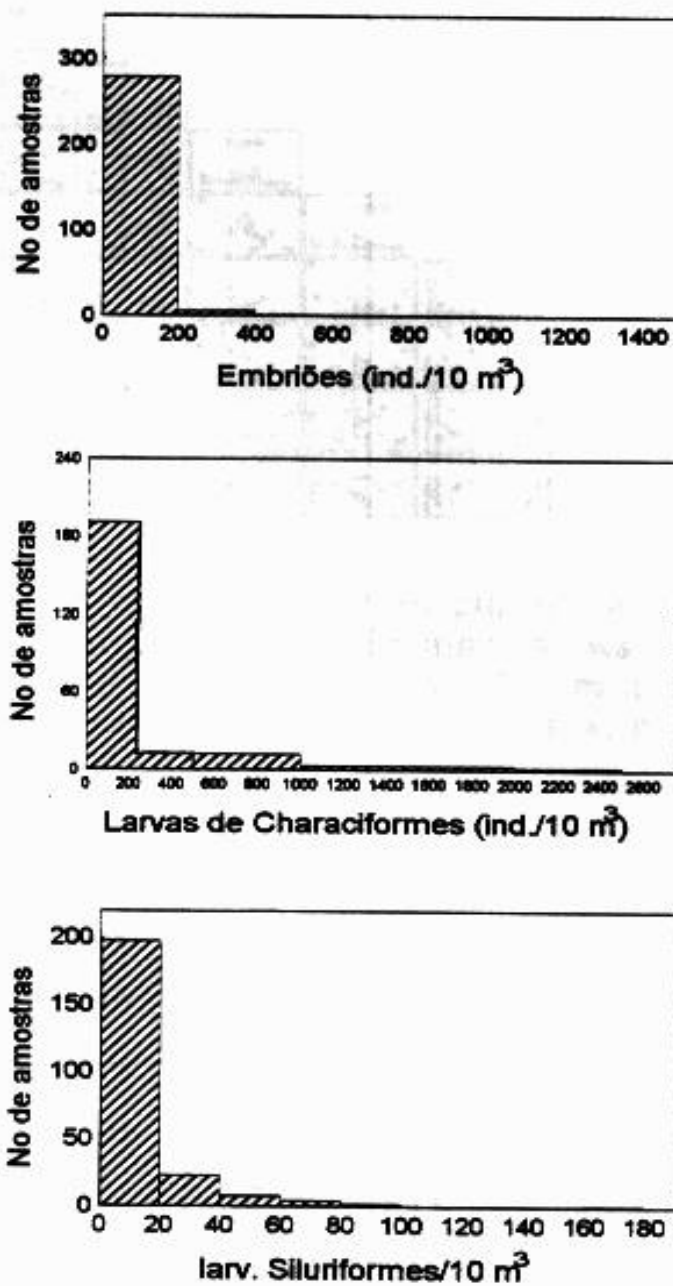


Figura 6. Densidade de indivíduos (ind./10 m<sup>3</sup>) por grupo de ictioplâncton nas amostras coletadas nos rios São Francisco e das Velhas.

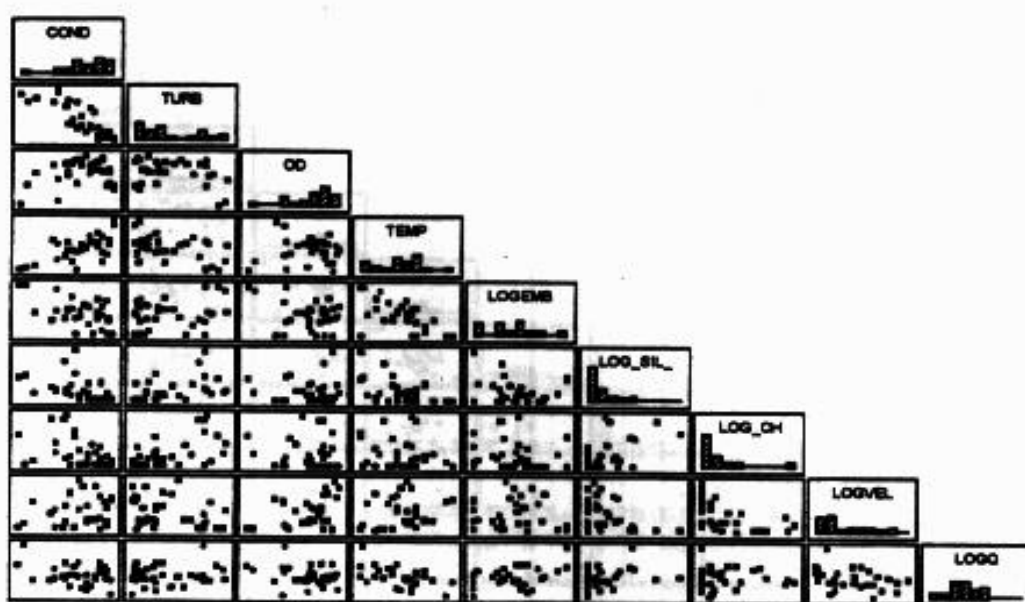


Figura 7. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; na margem direita de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.

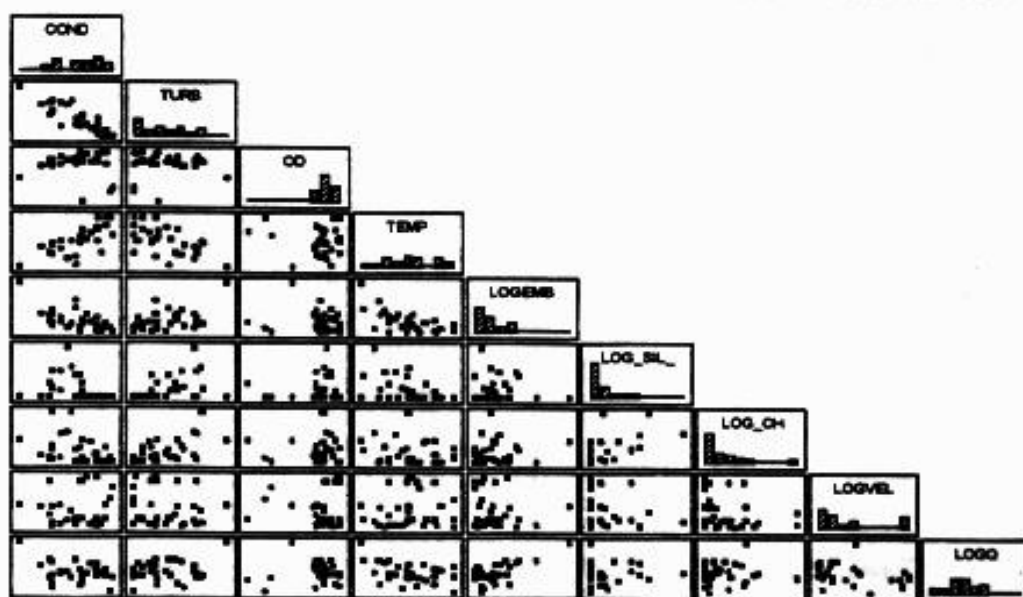


Figura 8. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; na margem direita a tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.



Figura 9 . Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; no canal de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.



Figura 10. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; no canal de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.



Figura 11. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem direita de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.

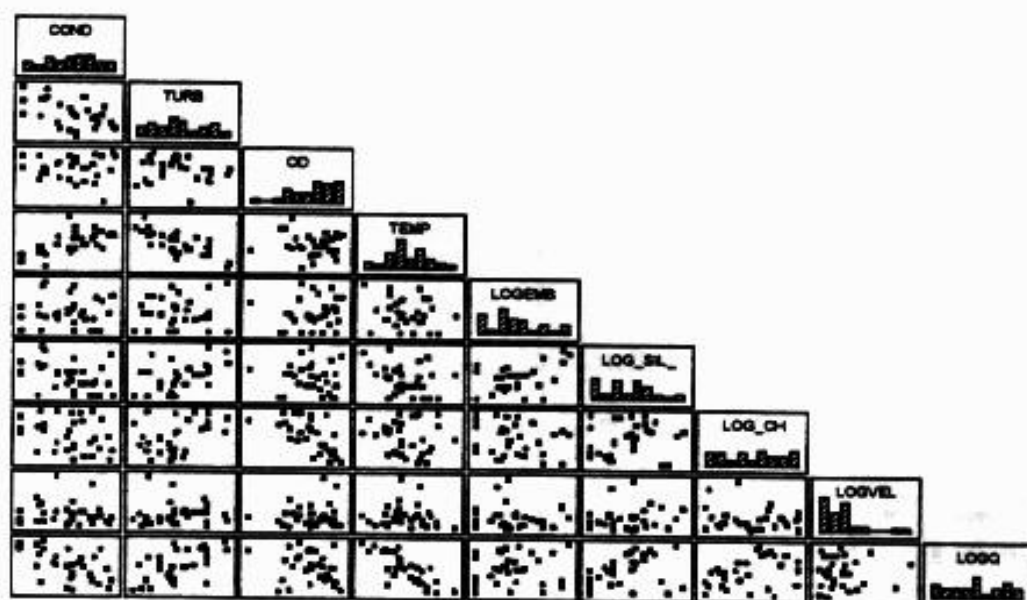


Figura 12. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem direita de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.

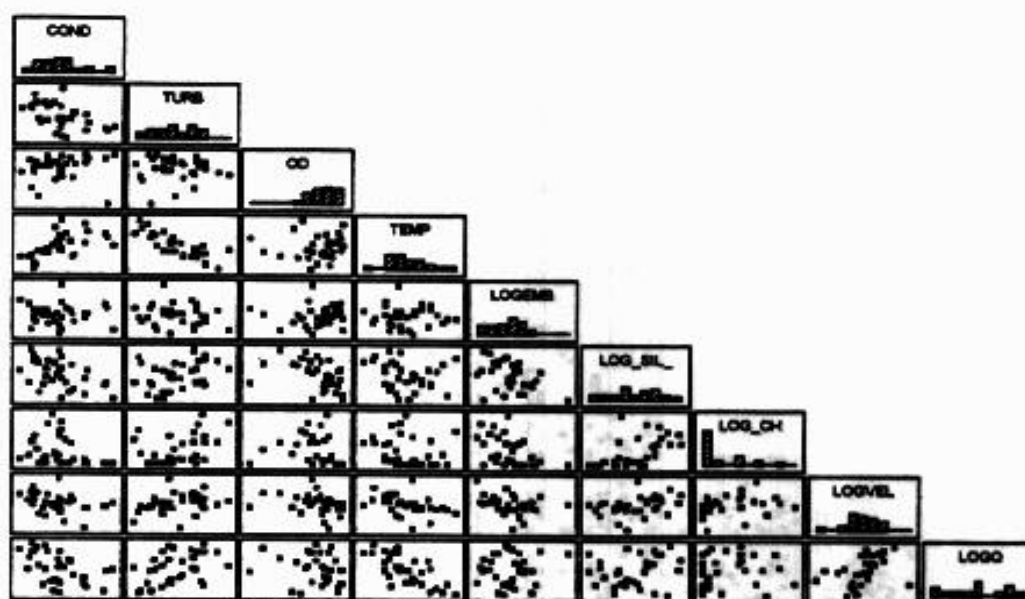


Figura 13. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; no canal do rio de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.

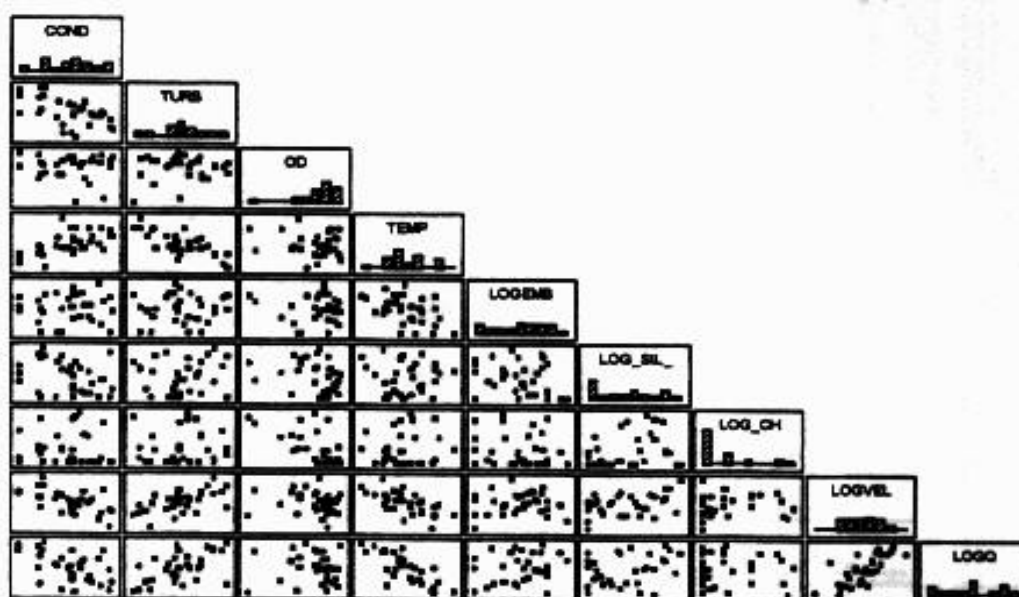


Figura 14. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; no canal do rio de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.



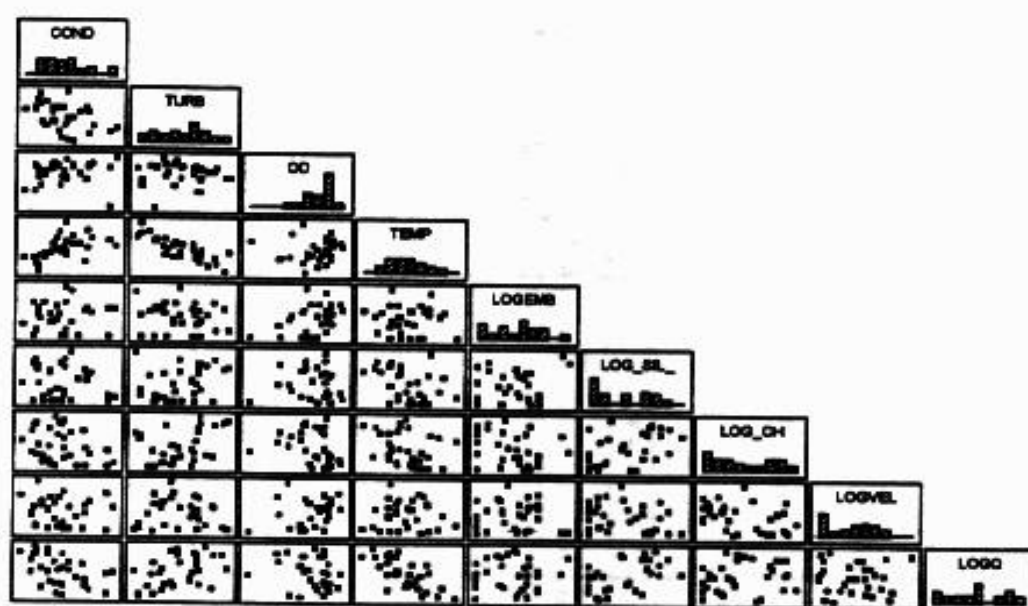
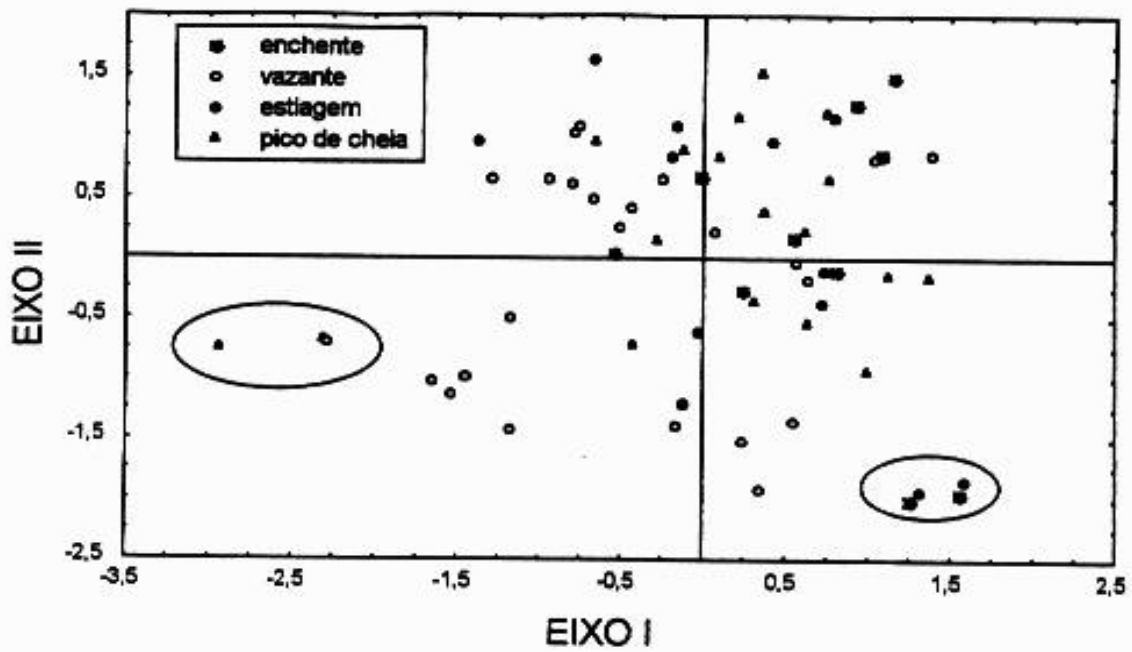


Figura 15. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem esquerda de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.

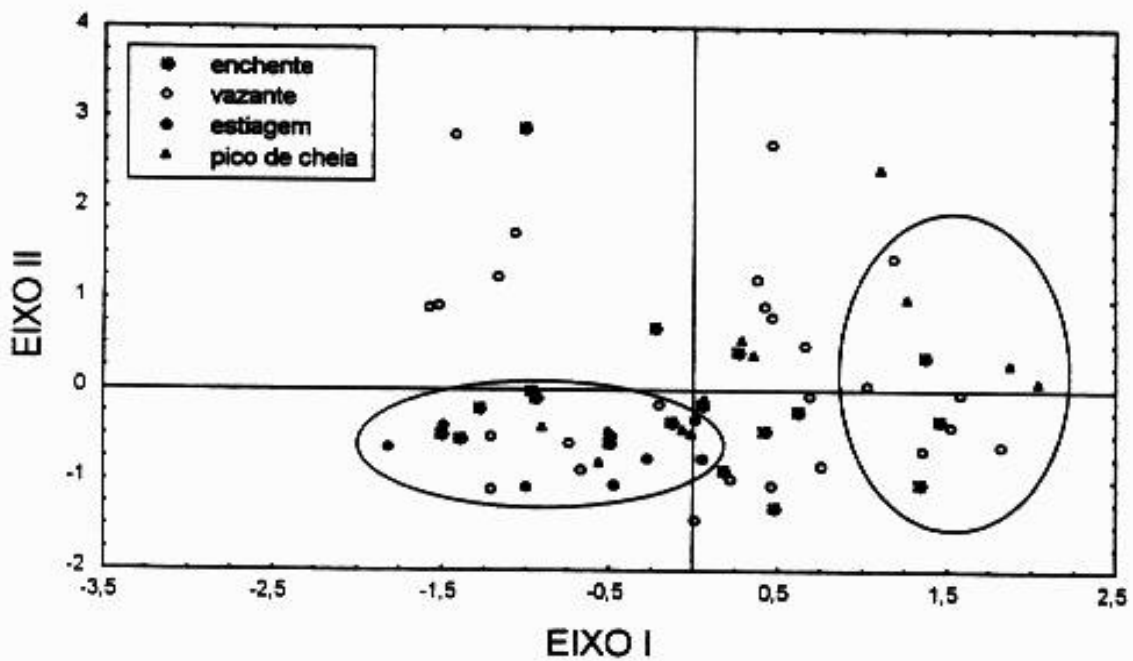


Figura 16. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem esquerda. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas à sua forma  $\log(x+1)$ . No eixo x, variável da coluna e, no y, variável da fila.





**Rio São Francisco**



**Rio das Velhas**

Figura 17. Análise de componentes principais nas variáveis ambientais nos rios São Francisco e das Velhas.

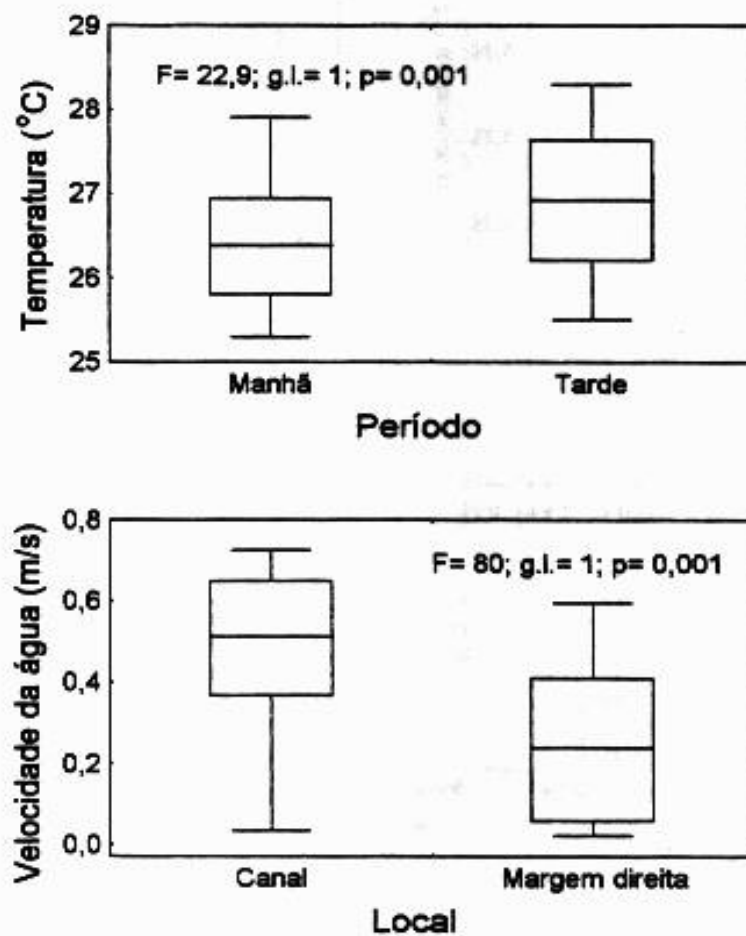


Figura 18. Variáveis ambientais com diferenças estatisticamente significativas entre locais e períodos de coleta no rio São Francisco. Valores sem transformação (exceto a velocidade da água). Caixas = média  $\pm$  desvio padrão; linhas = valor mínimo e máximo.

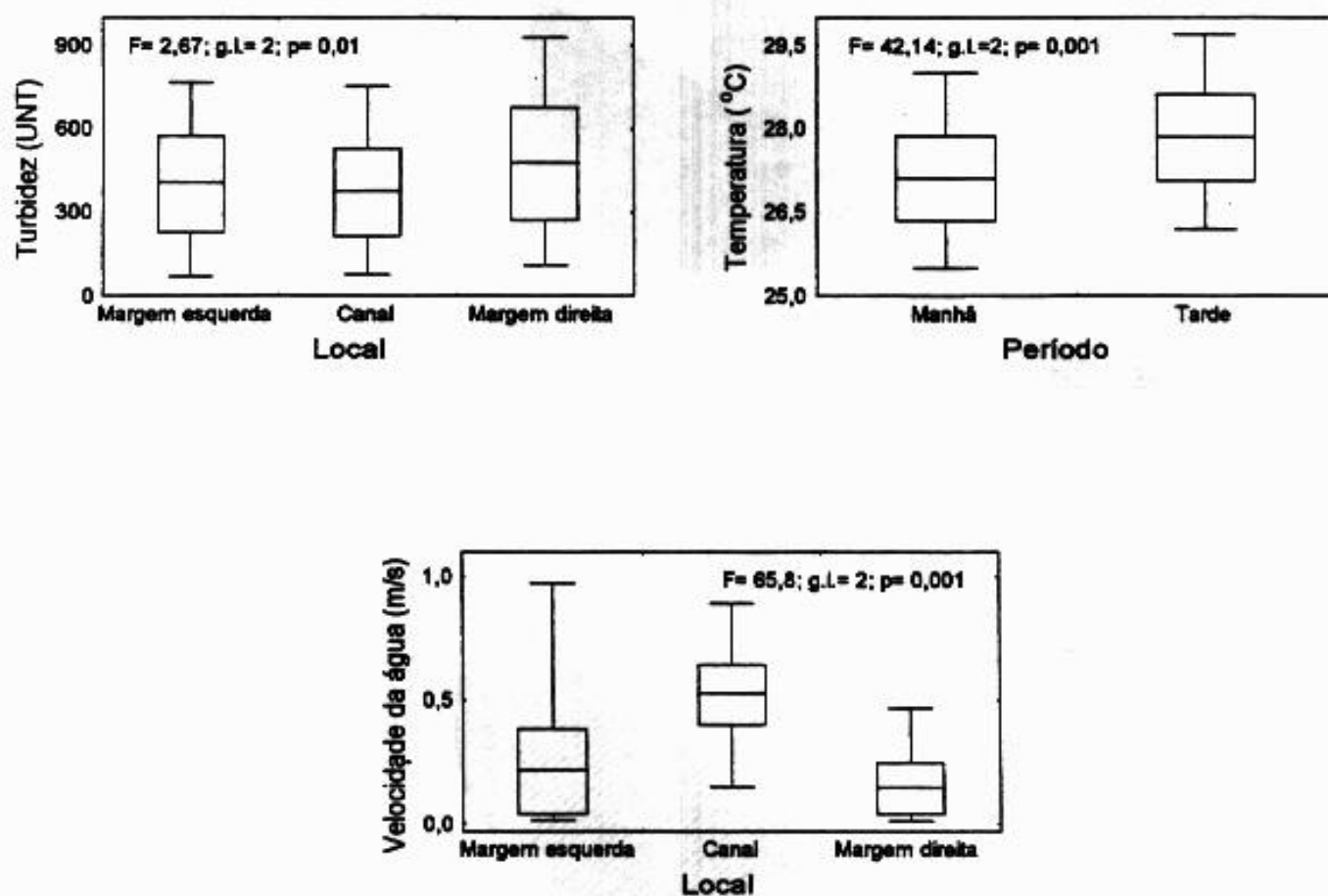
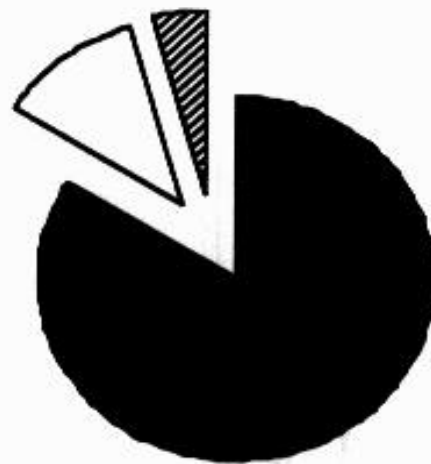
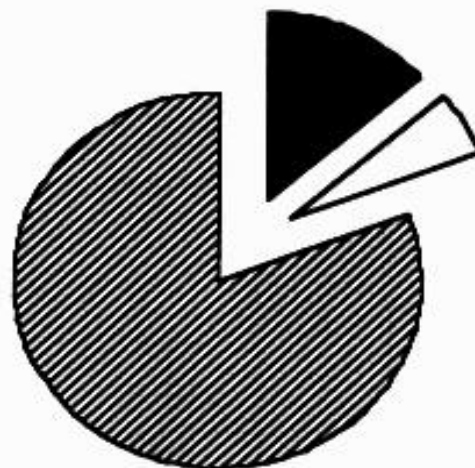


Figura 19. Variáveis ambientais que apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os locais e os períodos de coleta no rio das Velhas. Valores não transformados com exceção da velocidade da água. Caixa = média±desvio padrão; linhas = valor máximo e mínimo.



**Rio São Francisco**



**Rio das Velhas**

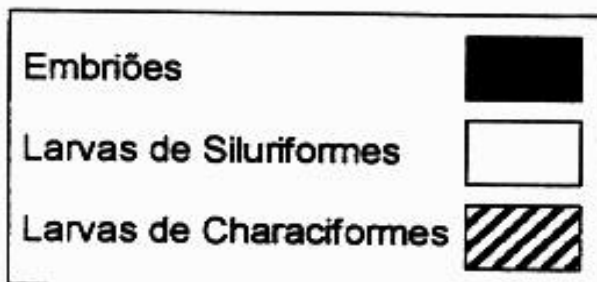


Figura 20. Proporção dos grupos de ictioplâncton nos rios analisados.

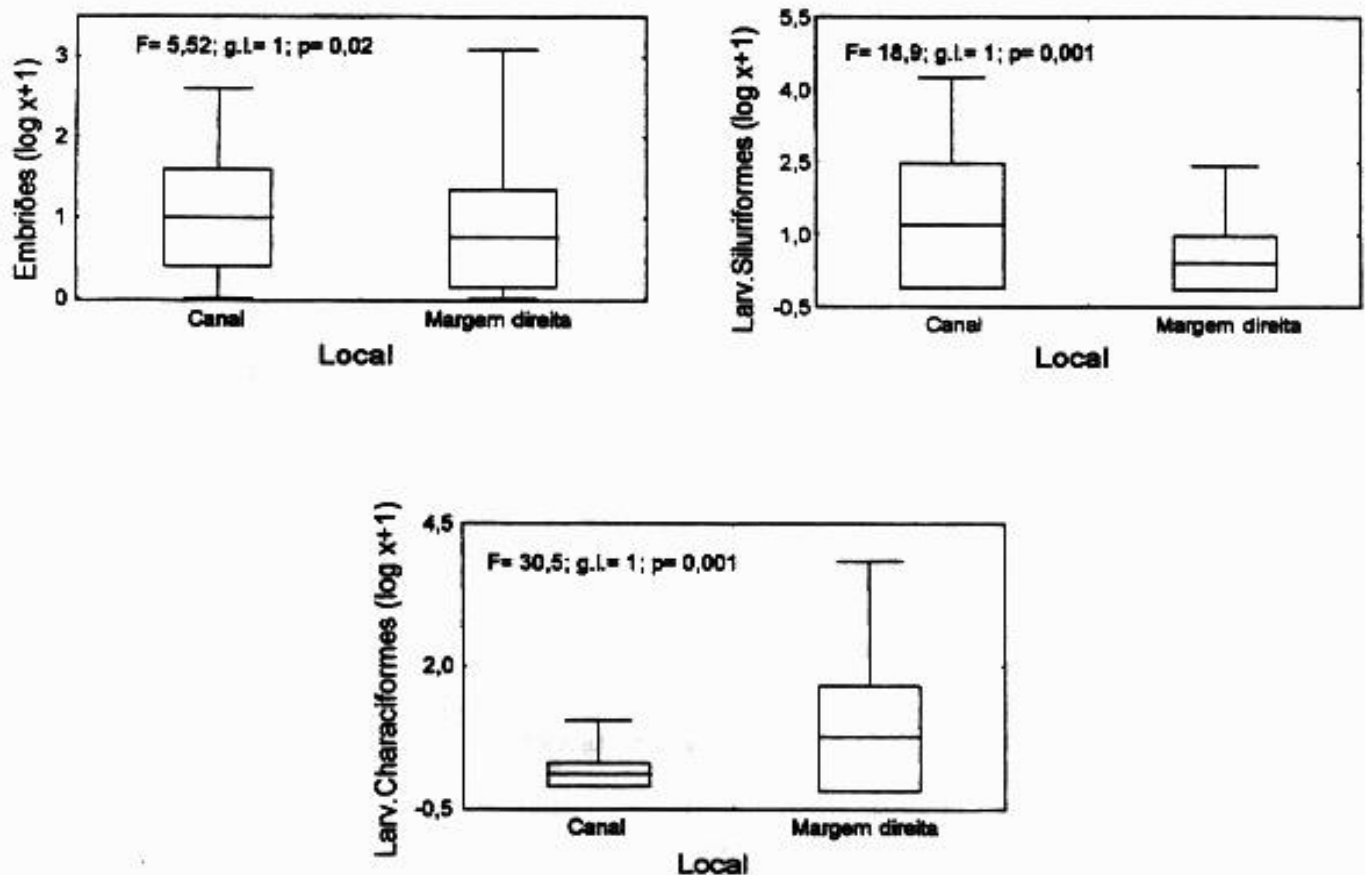


Figura 21. Grupos de ictioplâncton que apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre locais e períodos de coleta no rio São Francisco. Valores transformados ao  $\log(x+1)$  onde  $x$  = densidade de indivíduos por  $10\text{ m}^3$ . Caixas = média  $\pm$  desvio padrão; linhas = valor mínimo e máximo

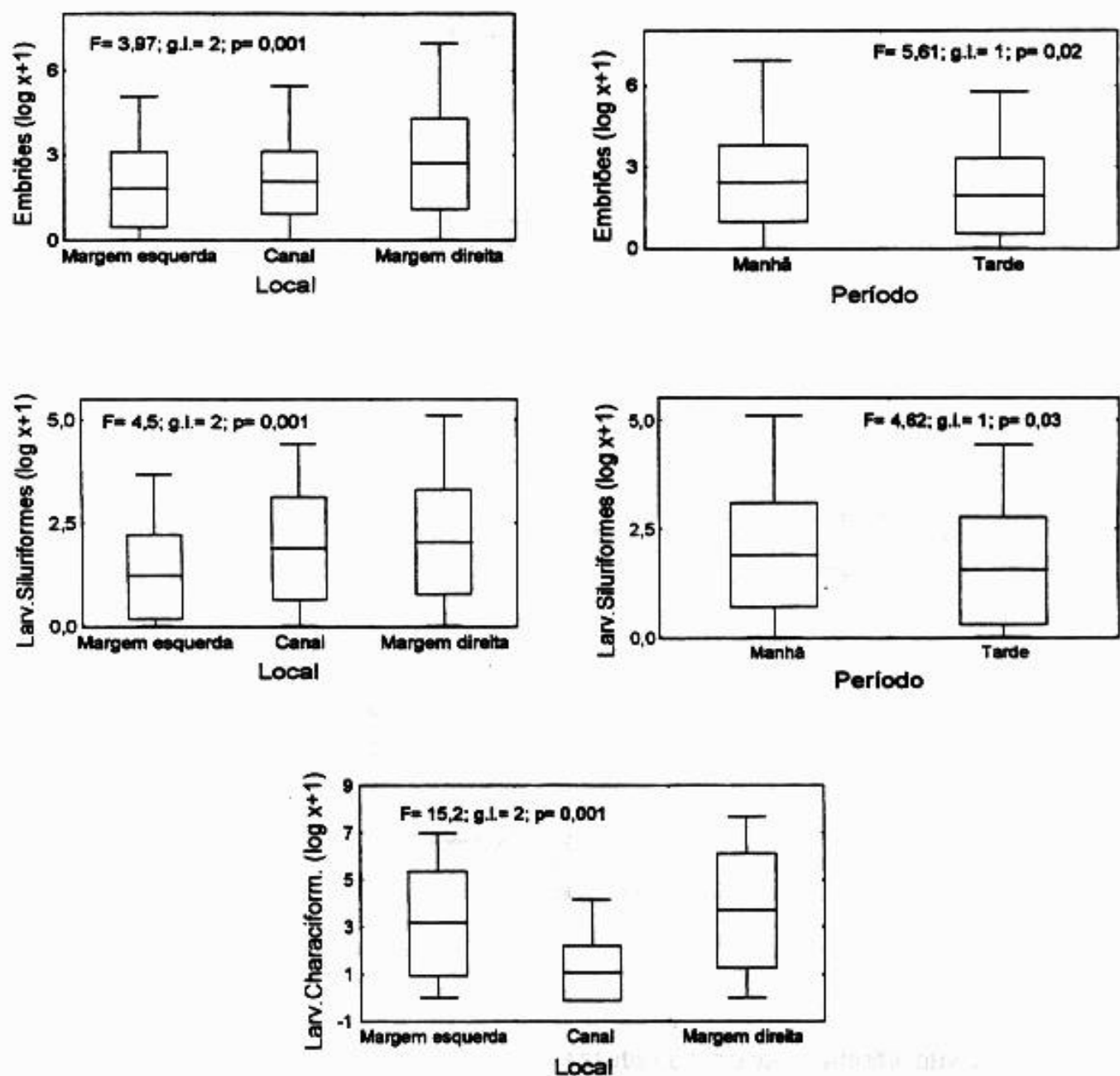


Figura 22. Grupos de ictioplâncton que apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os locais e períodos de coleta no rio das Velhas. Valores transformados ao  $\log(x+1)$ , onde  $x$  = densidade de indivíduos por  $10\text{ m}^3$ . Caixa =  $\text{médiana} \pm \text{desvio padrão}$ ; linhas = valor máximo e mínimo.

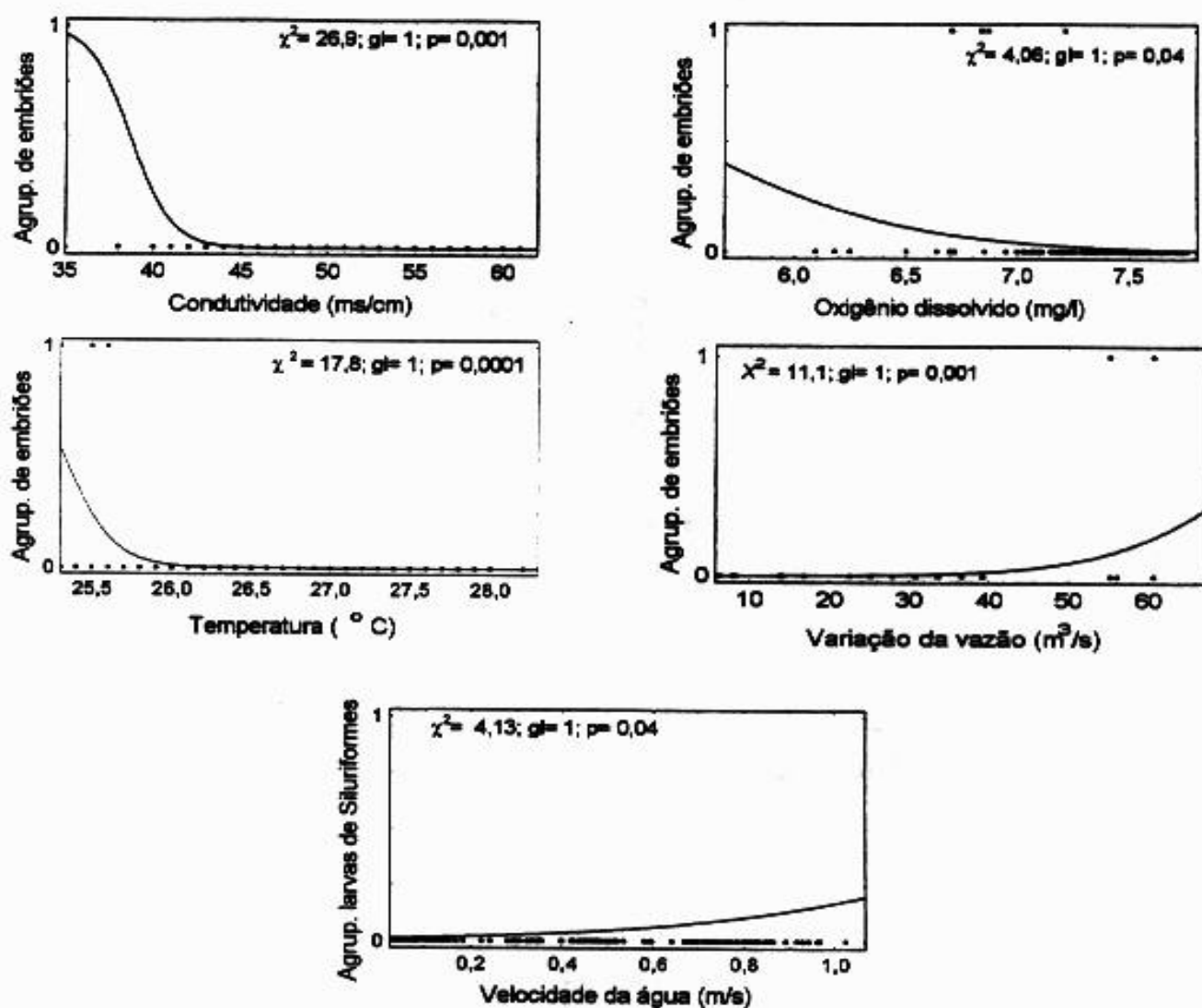


Figura 23. Regressões logísticas estatisticamente significativas entre as características ambientais e o agrupamento do icteoplâncton no rio São Francisco.



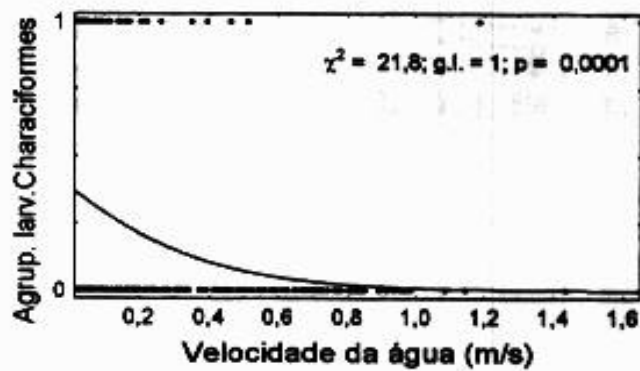
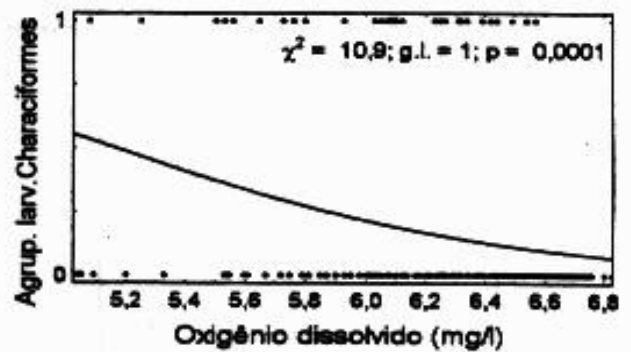
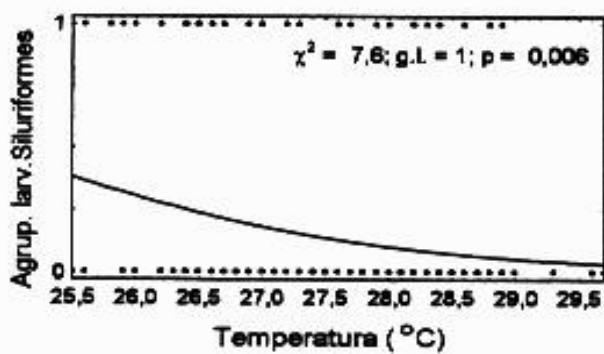


Figura 24. Regressões logísticas estatisticamente significativas entre as variáveis biológicas e ambientais do rio das Velhas.

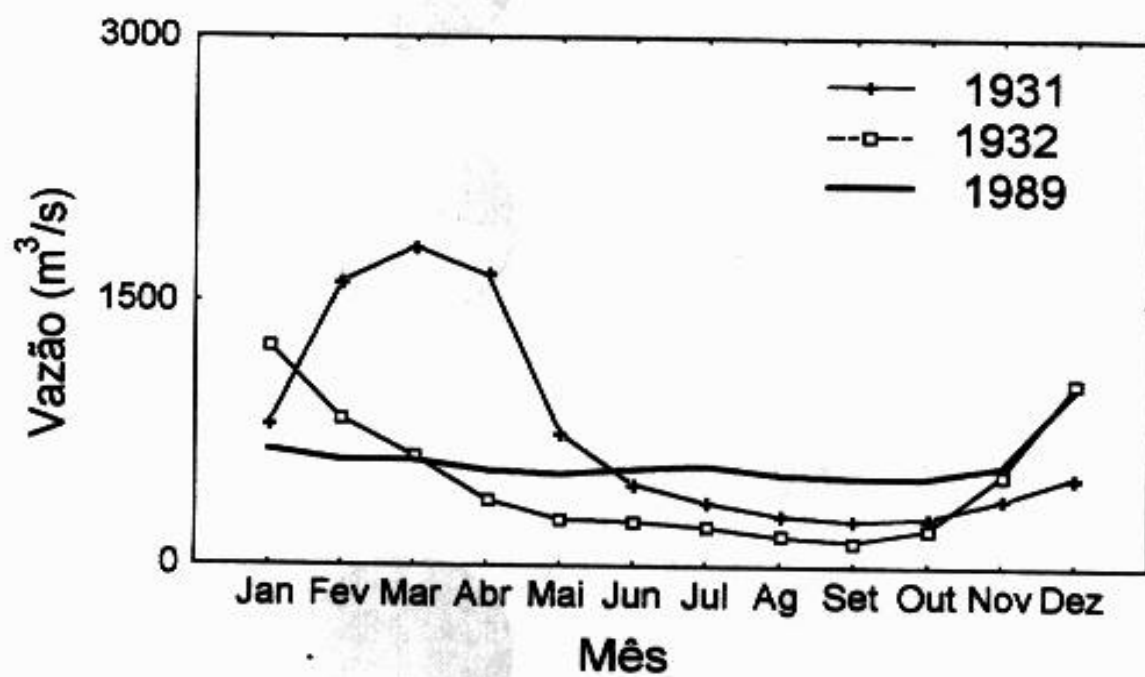


Figura 25. Vazões históricas do rio São Francisco. (PLANAVASF 1998).

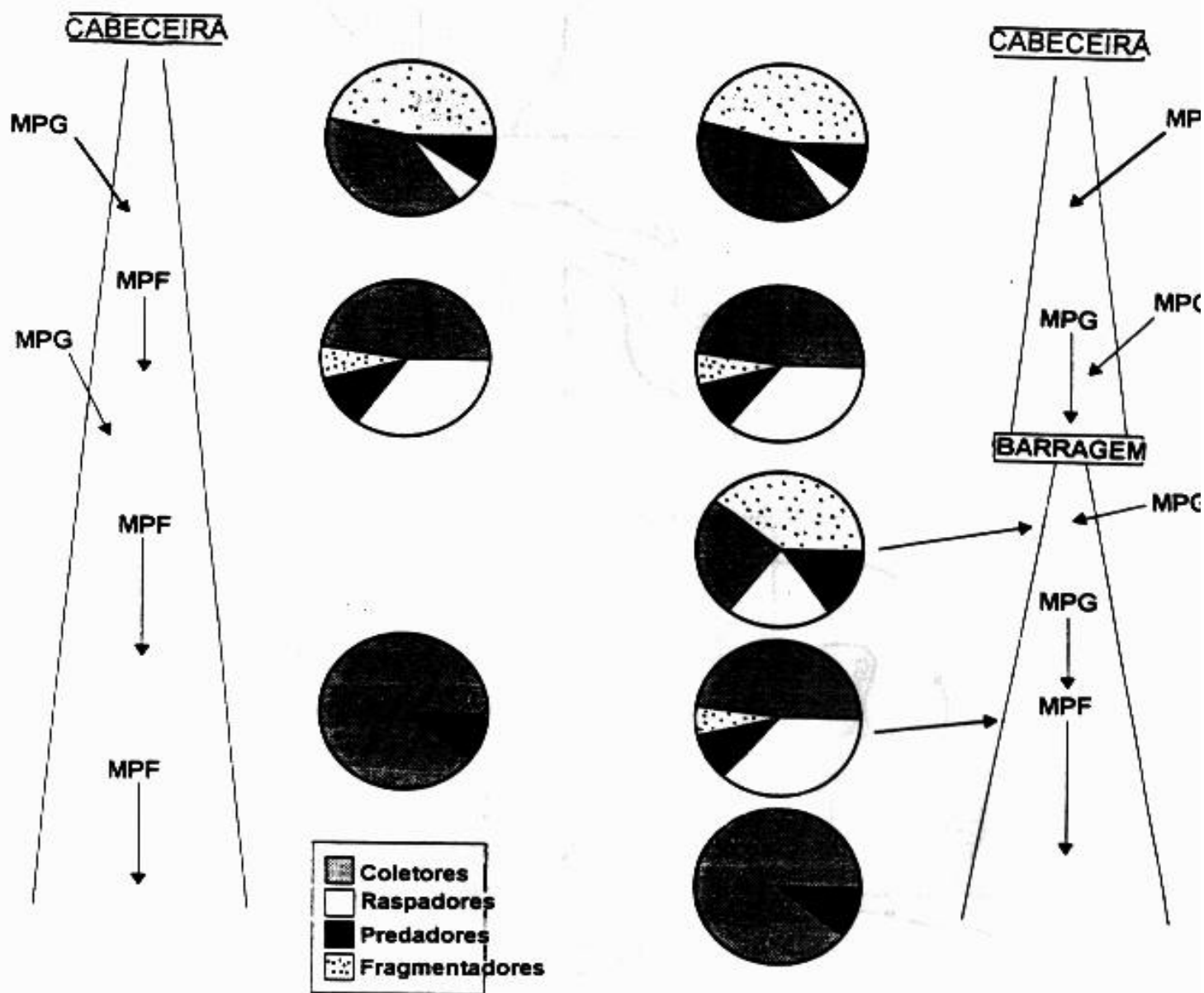


Figura 26. Comparação entre as grupos funcionais da comunidade bentônica a montante e a jusante de cursos de água barrados e não. Tirado de Stanford e Ward (1984; *apud* Gore 1996). MPG= Material Particulado Grosso; MPF= Material Particulado Fino.

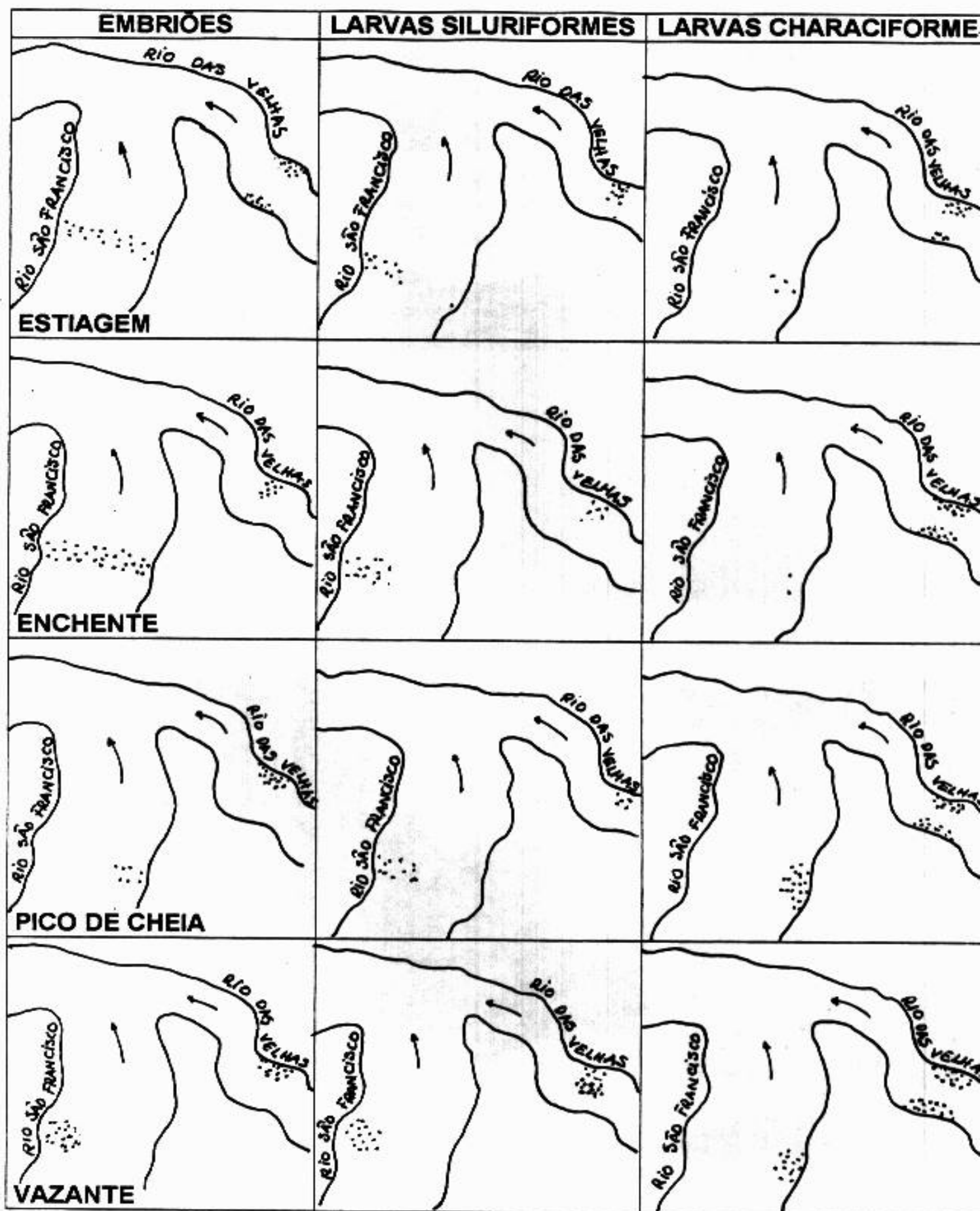


Figura 27. Distribuição horizontal do ictioplâncton nos diferentes momentos hidrológicos do rio São Francisco e das Velhas.





Figura 28a. Margem erosiva (lado esquerdo) do rio São Francisco.



Figura 28b. Canal de conexão da lagoa de Verdogiro com o rio São Francisco. A Observe-se que a lagoa esta drenando em direção ao rio.





Figura 28c. Lagoa do Pontal aterrada e isolada do rio através de diques feitos por donos da fazenda. Localizada na confluência dos rios São Francisco e das Velhas.



Figura 28d. Lagoa Tiririca. Localizada na margem direita no rio das Velhas; o canal de conexão com o rio esta a montante do local de coleta. Protegida pelo dono da fazenda.





Figura 28e. Comporta de regulação da entrada do rio São Francisco na lagoa de Don Pedro. Localizada a jusante da foz do rio das Velhas.



## **ANEXO 2. TABELAS**

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis ambientais no rio São Francisco.

	Canal		Margem direita	
	Média± dp	Amplitude	Média± dp	Amplitude
<b>Manhã</b>				
Conductividade	51,6±5,9	37-60	53,2±6,1	38-61
Turbidez	290,7±230,9	6-780	260,8±207,4	10-654
Oxigênio dissolv.	7,4±0,3	6,7-7,8	7,3±0,3	6,64-7,67
Temperatura	26,4±0,6	25,3-27,9	26,3±0,6	25,3-27,6
Velocidade	0,7±0,2	0,06-0,94	0,3±0,2	0,02-0,8
Vazão	606,7±27,4	555,7-695,2		
<b>Tarde</b>				
Conductividade	51,4±6,2	35-61	52,6±6,2	37-62
Turbidez	300,8±225,2	6-914	281,4±216,8	5-822
Oxig. dissolv.	7,4±0,3	6,2-7,8	7,3±0,5	5,79-7,7
Temperatura	26,8±0,7	25,5-28,2	27,0±0,7	25,6-28,3
Velocidade	0,7±0,2	0,04-1,1	0,3±0,3	0,05-0,8

Tabela 2. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; na margem direita de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND									
TURB	<b>-0,84</b>	-							
OD	0,29	-0,27	-						
TEMP	<b>0,65</b>	<b>-0,45</b>	0,05	-					
EMB	<b>-0,58</b>	0,27	-0,29	<b>-0,60</b>	-				
LS	<b>-0,45</b>	<b>0,48</b>	0,00	<b>-0,50</b>	-0,04	-			
LCh	<b>-0,42</b>	<b>0,57</b>	-0,06	-0,20	-0,10	<b>0,53</b>	-		
VEL	0,19	-0,33	<b>0,35</b>	0,23	-0,04	<b>-0,38</b>	<b>-0,55</b>	-	
Q	-0,33	0,14	-0,29	<b>-0,53</b>	<b>0,42</b>	0,26	0,01	<b>-0,36</b>	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embrões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 3. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; na margem direita de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,87</b>	-							
OD	-0,02	0,05	-						
TEMP	<b>0,71</b>	<b>-0,57</b>	-0,12	-					
EMB	<b>-0,65</b>	<b>0,53</b>	-0,10	<b>-0,63</b>	-				
LS	-0,32	<b>0,44</b>	0,04	<b>-0,42</b>	0,02	-			
LCh	<b>-0,36</b>	<b>0,62</b>	-0,03	-0,13	0,10	<b>0,59</b>	-		
VEL	0,07	-0,13	0,01	0,08	-0,09	-0,22	-0,28	-	
Q	-0,33	0,24	0,08	<b>-0,45</b>	<b>0,64</b>	0,02	0,01	<b>-0,31</b>	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embriões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 4. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; no canal de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,88</b>	-							
OD	0,28	-0,20	-						
TEMP	<b>0,58</b>	<b>-0,41</b>	-0,18	-					
EMB	<b>-0,69</b>	<b>0,58</b>	0,05	<b>-0,68</b>	-				
LS	-0,18	<b>0,48</b>	0,15	0,09	0,06	-			
LCh	-0,26	0,27	-0,07	-0,05	-0,01	-0,10	-		
VEL	0,17	-0,18	0,30	0,04	-0,19	-0,20	0,20	-	
Q	-0,24	0,10	-0,08	<b>-0,39</b>	<b>0,51</b>	-0,23	-0,16	-0,03	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embriões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 5. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio São Francisco; no canal de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,87</b>	-							
OD	0,01	-0,00	-						
TEMP	<b>0,69</b>	<b>-0,50</b>	0,01	-					
EMB	<b>-0,75</b>	<b>0,69</b>	0,02	<b>-0,66</b>	-				
LS	-0,28	<b>0,56</b>	0,15	-0,14	0,28	-			
LCh	-0,19	0,33	0,16	-0,12	0,12	0,26	-		
VEL	0,15	-0,33	0,10	-0,07	<b>-0,30</b>	-0,22	-0,26	-	
Q	<b>-0,40</b>	0,33	-0,06	<b>-0,44</b>	<b>0,48</b>	-0,11	-0,19	-0,17	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embrões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 6. Estatística descritiva das variáveis ambientais no rio das Velhas.

	M.direita		Canal		M. esquerda	
	Média± dp	Amplitude	Média± dp	Amplitude	Média± dp	Amplitude
<b>Manhã</b>						
Conductivid.	66,2±13,6	41-95	65,6±14,1	41-99	65,7±14,2	41-98
Turbidez	475,1±205,5	118-930	381,0±168,8	77-750	408,5±184,2	70-763
Oxig. Diss.	6,2±0,4	5,04-6,7	6,3±0,4	5,1-6,7	6,2±0,4	5,0-6,7
Temperatura	27,1±0,8	25,6-28,7	27,1±0,8	25,6-28,8	27,1±0,8	25,5-29
Velocidade	0,2±0,1	0,01-0,5	0,7±0,24	0,2-1,4	0,2±0,1	0,03-0,6
Vazão	485,8±175,0	247,8-837				
<b>Tarde</b>						
Conductivid.	66,8±13,9	41-90	66,3±14,0	40-89	66,6±13,9	40-89
Turbidez	467,5±202,7	110-865	358,9±145,9	80-625	389,5±169,3	86-765
Oxig. Dissolv.	6,3±0,4	5,1-6,8	6,3±0,4	5,0-6,8	6,3±0,4	5,25-6,7
Temperatura	27,8±0,8	26,2-29,7	27,8±0,8	26,2-29,6	27,8±0,8	26,2-29,7
Velocidade	0,1±0,1	0,02-0,6	0,7±0,2	0,3-1,1	0,3±0,3	0,02-1,6

Tabela 7. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem direita de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,47</b>	-							
OD	0,10	0,03	-						
TEMP	<b>0,58</b>	<b>-0,82</b>	-0,02	-					
EMB	-0,01	0,13	0,30	-0,12	-				
LS	-0,31	0,26	0,18	-0,33	0,14	-			
LCh	<b>-0,56</b>	<b>0,56</b>	-0,29	<b>-0,44</b>	-0,24	0,18	-		
VEL	-0,30	0,31	-0,02	-0,29	0,03	0,32	0,20	-	
Q	<b>-0,46</b>	<b>0,49</b>	-0,15	<b>-0,71</b>	-0,12	-0,05	0,33	0,31	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embriões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 8. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem direita de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,53</b>	-							
OD	-0,03	-0,18	-						
TEMP	<b>0,64</b>	<b>-0,72</b>	-0,05	-					
EMB	0,04	0,05	0,14	-0,25	-				
LS	<b>-0,40</b>	<b>0,51</b>	-0,14	<b>-0,40</b>	<b>0,53</b>	-			
LCh	-0,30	<b>0,45</b>	<b>-0,65</b>	-0,14	-0,26	0,18	-		
VEL	-0,08	0,08	0,16	-0,04	0,01	0,20	-0,21	-	
Q	<b>-0,57</b>	<b>0,61</b>	-0,24	<b>-0,79</b>	0,11	0,35	0,35	0,03	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embriões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 9. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; no canal do rio de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,53</b>	-							
OD	0,14	0,02	-						
TEMP	<b>0,58</b>	<b>-0,79</b>	0,10	-					
EMB	-0,04	-0,16	0,11	-0,02	-				
LS	<b>-0,48</b>	0,36	<b>-0,43</b>	-0,22	<b>-0,42</b>	-			
LCh	-0,30	<b>0,42</b>	-0,22	-0,18	<b>-0,49</b>	<b>0,58</b>	-		
VEL	-0,34	0,33	-0,31	<b>-0,42</b>	-0,35	0,36	0,33	-	
Q	<b>-0,51</b>	<b>0,42</b>	-0,23	<b>-0,72</b>	0,08	0,24	0,12	<b>0,44</b>	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embriões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 10. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; no canal do rio de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,54</b>	-							
OD	-0,05	0,10	-						
TEMP	<b>0,61</b>	<b>-0,74</b>	-0,15	-					
EMB	0,02	0,07	0,02	<b>-0,46</b>	-				
LS	-0,30	0,11	-0,32	-0,01	-0,29	-			
LCh	-0,09	0,06	<b>-0,64</b>	0,03	-0,19	0,32	-		
VEL	<b>-0,58</b>	<b>0,59</b>	-0,17	<b>-0,65</b>	0,06	<b>0,42</b>	0,06	-	
Q	<b>-0,54</b>	<b>0,55</b>	-0,06	<b>-0,78</b>	0,30	0,30	0,05	<b>0,75</b>	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embriões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.



Tabela 11. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem esquerda de manhã. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,49</b>	-							
OD	0,14	-0,02	-						
TEMP	<b>0,56</b>	<b>-0,82</b>	0,13	-					
EMB	0,06	-0,18	<b>0,41</b>	-0,06	-				
LS	-0,16	0,32	-0,11	-0,33	0,06	-			
LCh	-0,31	<b>0,40</b>	-0,34	-0,33	-0,34	<b>0,48</b>	-		
VEL	-0,08	-0,03	0,24	0,03	0,01	-0,30	<b>-0,38</b>	-	
Q	<b>-0,49</b>	<b>0,47</b>	-0,21	<b>-0,71</b>	0,03	<b>0,48</b>	0,23	-0,09	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embrões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.

Tabela 12. Correlações entre variáveis biológicas e ambientais no rio das Velhas; na margem esquerda de tarde. As variáveis biológicas, a velocidade da correnteza e a vazão foram transformadas a sua forma log (x+1). Coeficientes significativos em negrito ( $p < 0,05$ ).  $n=32$

	COND	TURB	OD	TEMP	EMB.	LS	LCh	VELOC	Q
COND	-								
TURB	<b>-0,50</b>	-							
OD	-0,07	-0,00	-						
TEMP	<b>0,66</b>	<b>-0,77</b>	-0,13	-					
EMB	0,06	0,17	0,12	<b>-0,42</b>	-				
LS	-0,23	<b>0,42</b>	-0,01	<b>-0,38</b>	0,19	-			
LCh	-0,19	0,26	<b>-0,61</b>	-0,12	-0,03	0,28	-		
VEL	-0,17	0,20	0,09	-0,23	-0,12	-0,03	-0,18	-	
Q	<b>-0,55</b>	<b>0,61</b>	-0,06	<b>-0,82</b>	<b>0,37</b>	<b>0,55</b>	0,27	0,23	-

COND= Condutividade; TURB= Turbidez; OD= Oxigênio dissolvido; TEMP= Temperatura; EMB= Embrões; LS= Larvas de Siluriformes; LCh= Larvas de Characiformes; VEL= Velocidade da correnteza; Q= Vazão.



Tabela 13. Resultados da análise de componentes principais no rio São Francisco. Variáveis significativas em negrito.

	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
<b>Condutividade</b>	<b>0,94</b>	-0,11
<b>Turbidez</b>	<b>-0,88</b>	-0,02
<b>Oxigênio dissolvido</b>	0,17	<b>0,73</b>
<b>Temperatura</b>	<b>0,70</b>	-0,43
<b>Velocidade da água</b>	0,33	0,66
<b>Vazão</b>	-0,47	-0,19
<b>Autovalor</b>	2,53	1,22
<b>Variância explicada (%)</b>	42,3	20,4

Tabela 14. Resultados da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais do rio das Velhas. Variáveis significativas em negrito.

	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>
<b>Condutividade</b>	<b>-0,76</b>	0,08
<b>Turbidez</b>	<b>0,79</b>	-0,28
<b>Oxigênio dissolvido</b>	-0,11	<b>-0,93</b>
<b>Temperatura</b>	<b>-0,90</b>	0,18
<b>Velocidade da água</b>	<b>0,72</b>	0,33
<b>Vazão</b>	<b>0,83</b>	0,13
<b>Autovalor</b>	3,27	1,12
<b>Variância explicada (%)</b>	52,6	18

Tabela 15. Variáveis ambientais com diferenças estatisticamente significativas no rio São Francisco. Velocidade da água transformada ao log (x+1). Em negrito,  $p > 0,05$ .

#### Temperatura

Factor variação	Soma Quad.	Gl	Média Quadrát	F	p	CV
Período	9,73	1	9,73	22,90	<b>0,001</b>	47%
Local	0,14	1	0,14	0,34	<b>0,56</b>	
Interação	0,49	1	0,49	1,15	<b>0,28</b>	
Resíduo	52,10	124	0,42			

#### Velocidade da água

Factor variação	Soma Quad.	Gl	Média Quadrát	F	P	CV
Período	0,001	1	0,001	0,03	0,84	46,8%
Local	2,40	1	2,40	80,00	<b>0,001</b>	
Interação	0,001	1	0,001	0,01	0,96	
Resíduo	3,72	124	0,03			

#### Valores médios dos grupos calculadas na ANOVA

Período/Local	Temperatura	Velocidade
Am; canal	26,4	0,51
Am; margem. .direita	26,3	0,23
Pm; canal	26,8	0,51
Pm; margem direita	27,0	0,24
Grande média	26,6	0,37

Tabela 16. Variáveis ambientais com diferenças estatisticamente significativas no rio das Velhas. A velocidade da água transformada no seu log (x+1). Em negrito,  $p > 0,05$ .

Turbidez

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadr.	F	p	CV
Período	12626,3	1	12626,3	0,39	0,53	43%
Local	174218,3	2	87109,2	2,67	<b>0,01</b>	
Interação	924,5	2	924,5	0,001	0,99	
Resíduo	6066055,2	186	32613,6			

Teste de Scheffé (Em negrito  $p < 0,05$ )

	Margem esquerda	Canal
Margem esquerda.		
Canal	0,66	
Margem direita	0,08	<b>0,007</b>

Temperatura

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadrát	F	p	CV
Período	25,89	1	25,89	42,14	<b>0,001</b>	2,8%
Local	0,002	2	0,001	0,002	0,99	
Interação	0,03	2	0,015	0,03	0,93	
Resíduo	113,46	186	0,61			

Tabela 16 (Continuação).

Velocidade da água

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadr.	F	P	CV
Período	0,001	1	0,001	0,003	<b>0,90</b>	<b>48,8%</b>
Local	2,63	2	1,31	65,8	<b>0,001</b>	
Interação	0,01	2	0,01	0,73	<b>0,48</b>	
Resíduo	3,72	186	0,02			

Teste de Scheffé (Em negrito p<0,05)

Local	Margem esquerda	Canal
Margem esquerda.		
Canal	<b>0,001</b>	
Margem direita	<b>0,017</b>	<b>0,001</b>

Valores médios dos grupos calculadas no ANOVA

Período/horário	Turbidez	Temperatura	Velocidade
Am; Marg esquerda	408,5	27,1	0,19
Am; canal	381,0	27,1	0,52
Am; marg. Direita	475,1	27,1	0,15
Pm; marg. Esquerda	389,5	27,8	0,23
Pm; canal	358,9	27,8	0,52
Pm; marg. Direita	467,5	27,8	0,13
Grande média	413,4	27,5	0,29

Tabela 17. Estatística descritiva da densidade do ictioplâncton (ind./m<sup>3</sup>) no rio São Francisco.

	Canal		Margem direita	
	Média± dp	Amplitude	Média± dp	Amplitude
<b>Manhã</b>				
Embriões	35,4±86,6	0-398,7	13,3±21,6	0-84,4
L. Siluriformes	10,5±18,2	0-69,5	0,97±1,9	0-10,2
L. "Characiformes"	0,15±0,4	0-1,9	1,77±3,3	0-12,7
<b>Tarde</b>				
Embriões	21,5±47,2	0-264,3	45,5±215,1	0-1219,9
L. Siluriformes	4,2±8,3	0-42,8	0,8±1,8	0-9,2
L. "Characiformes"	0,11±0,2	0-0,78	4,2±10,8	0-45,4

Tabela 18. Estatística descritiva da densidade do ictioplâncton (ind./m<sup>3</sup>) no rio das Velhas.

	Margem direita		Canal		Margem esquerda	
	Média± dp	Amplitude	Média± dp	Amplitude	Média± dp	Amplitude
<b>Manhã</b>						
Embriões	69,2±181,6	0-1036,8	16,6±40,7	0-232,7	17,4±32,1	0-158
L. Siluriformes	19,8±30,4	0-164,9	10,5±12,1	0-47,8	6,4±8,7	0-38
L. "Characif."	233±381	0-1325,1	6,3±12,7	0-62,3	103,8±180,6	0-798
<b>Tarde</b>						
Embriões	36,3±72,1	0-317,3	10,9±11,9	0-53,0	12,3±28,9	0-128
L. Siluriformes	10,9±18,1	0-81,2	14,3±20,3	0-82,7	3,1±3,9	0-15
L. "Characif."	419,2±712,8	0-2169,1	4,4±7,9	0-29,9	200,7±323,3	1081

Tabela 19. Densidades médias do ictioplâncton (ind./m<sup>3</sup>) nos rios São Francisco e das Velhas.

Local de coleta	Rio das Velhas		Rio São Francisco	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Marg.Direita	322,0	466,4	16,1	50,5
Canal	33,4	29,5	46,0	25,8
Marg. Esquerda	127,5	216,0		

Tabela 20. Porcentagens totais de cada estágio do ictioplâncton nos rios São Francisco e das Velhas.

	M.direita	Canal	M. esqu
<b>Rio das Velhas</b>			
Embriões	13,4	43,6	8,6
L.Siluriformes	3,9	39,4	2,7
L.Characiformes	82,7	16,9	88,6
<b>Rio São Francisco</b>			
Embriões	88,4	79,2	
L.Siluriformes	2,6	20,4	
L.Characiformes	9	0,4	

Tabela 21. Densidades do ictioplâncton (ind./m<sup>3</sup>) nas quais houve diferenças estatisticamente significativas no rio São Francisco. Valores transformados a Log (x+1). Em negrito, p > 0,05.

#### Embriões

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadrá	F	P	CV
Período	0,48	1	0,48	1,33	0,25	69%
Local	1,99	1	1,99	5,52	<b>0,02</b>	
Interação	0,04	1	0,04	0,12	0,73	
Resíduo	44,60	124	0,36			

#### Larvas de Siluriformes

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadrá	F	P	CV
Período	1,81	1	1,81	1,84	0,17	125,3%
Local	18,54	1	18,54	18,90	<b>0,001</b>	
Interação	0,68	1	0,68	0,69	0,41	
Resíduo	121,50	124	0,98			



Tabela 21 (Continuação).

Larvas de "Characiformes"

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadra	F	P	CV
Período	0,38	1	0,38	0,85	0,36	160%
Local	13,52	1	13,52	30,50	<b>0,001</b>	
Interação	0,47	1	0,47	1,06	0,30	
Resíduo	54,6	124	0,44			

Densidades médias dos grupos calculados no ANOVA

Período/Local	Embriões	L. Silur.	L. Charac.
Am; canal	1,03	1,36	0,09
Am; margem. .direita	0,82	0,45	0,63
Pm; canal	0,95	0,98	0,08
Pm; margem direita	0,66	0,36	0,86
Grande média	0,86	0,79	0,42

Tabela 22. Grupos de ictioplâncton nos quais houve diferenças estatisticamente significativas no rio das Velhas. Valores transformados a Log (x+1). Em negrito,  $p > 0,05$ .

Embriões

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadra	F	P	CV
Período	1,96	1	1,96	5,61	<b>0,02</b>	63%
Local	2,74	2	1,37	3,97	<b>0,001</b>	
Interação	0,38	2	0,19	0,50	0,33	
Resíduo	65,1	186	0,35			

Teste Scheffé (Em negrito  $p < 0,05$ )

Local	Margem esquerda	Canal
Margem esquerda.		
Canal	0,61	
Margem direita	<b>0,001</b>	<b>0,02</b>

Larvas de Siluriformes

Fator variação	Soma Quad.	gl	Média Quadra	F	P	CV
Período	6,41	1	6,41	4,62	<b>0,03</b>	69%
Local	12,50	2	6,25	4,50	<b>0,001</b>	
Interação	1,37	2	0,70	0,49	0,37	
Resíduo	258,50	186	1,39			

Teste Scheffé (Em negrito  $p < 0,05$ )

Local	Margem esquerda	Canal
Margem esquerda.		
Canal	<b>0,005</b>	
Margem direita	<b>0,001</b>	0,78

Tabela 22 (Continuação).

Larvas de "Characiformes" (LCh)

Fator variação	Soma Quad.	Gl	Média Quadrá	F	P	CV
Período	4,64	1	4,64	1,12	0,29	78%
Local	125,90	2	62,90	15,20	<b>0,001</b>	
Interação	2,66	2	1,33	0,32	0,53	
Resíduo	771,80	186	4,15			

Teste Scheffé (Em negrito p<0,05)

Local	Margem esquerda	Canal
Margem esquerda		
Canal	<b>0,001</b>	
Margem direita	0,29	<b>0,001</b>

Densidades médias dos grupos calculadas na ANOVA

Período/Local	Embriões	L.Silur.	L. Charac.
Am; Margem esquerda	0,87	1,38	2,85
Am; canal	0,89	1,92	1,10
Am; margem direita	1,33	2,36	3,42
Pm; margem esquerda	0,65	1,02	3,40
Pm; canal	0,85	1,84	0,94
Pm; margem direita	0,99	1,69	3,95
Grande média	0,93	1,70	2,61

Tabela 23. Valores médios das variáveis físico-químicas na bacia do rio São Francisco. (FEAM 1999).

	Cheia				Seca			
	SF-B	A	SF-A	G	SF-B	A	SF-A	G
SS	4	35	58	465	5	14	5	5
CT	1.700	5.000	24.000	13.000	1.700	1.300	1.100	2.200
DBO	<2	3	9	4	<2	5	2	<2
Tur	31,6	52,4	54,3	59,3	4,73	16,2	2,15	6,89
C	83,2	61,5	52	64,8	50,9	56,4	69	178
OD	6,9	3	6,6	6	7,2	7,1	7,7	5,2
T	28	28	29	30	26	20	25	24

SS= sólidos em suspensão (mg/l); CT= coliformes totais (NPM/100ml); DBO= demanda biológica de oxigênio (mg/l); Tur= turbidez (UNT); C.= condutividade ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ); OD= oxigênio dissolvido (mg/l); T= temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). SF-B= rio São Francisco, jusante de Três Marias; A= rio Abaeté; SF-A= rio São Francisco, antes da confluência com o rio das Velhas; G= rio das Velhas, Barra de Guaicuí.

