

MIGRAÇÃO DE PEIXES NEOTROPICAIS EM RIO COM BARRAMENTOS
SUCESSIVOS

Tese de doutorado apresentada
por
THIAGO COTTA RIBEIRO

Submetida ao Programa de Pós
Graduação em Ecologia Conservação e
Manejo da Vida Silvestre (ECMVS)
Universidade Federal de Minas Gerais
(UFMG).

Belo Horizonte
junho de 2013

MIGRAÇÃO PEIXES NEOTROPICAIS EM RIO COM BARRAMENTOS
SUCESSIVOS

Tese de doutorado apresentada
por
THIAGO COTTA RIBEIRO

Aprovada pela banca composta por:

Dr. Alexandre Lima, orientador

Dr. Daniel Cardoso de Carvalho, membro

Dr. Hugo Pereira Godinho, membro

Dra. Lisiane Hahn, membro

Dr. Uwe Horst Schulz, membro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	iv
CAPÍTULO 2.....	vi
LISTA DE TABELAS E FIGURAS CAPÍTULO 1	vii
LISTA DE TABELAS E FIGURAS CAPÍTULO 2	viii
DEDICATÓRIA	ix
AGRADECIMENTOS	x

CAPÍTULO 1

Modelo conceitual do comportamento migratório do curimatá *Prochilodus lineatus* no rio Grande, Brasil

1. Introdução.....	1
2. Materiais e Métodos.....	3
2.1. Área de estudo.....	3
2.2. Estádio de maturação gonadal e gordura celomática.....	4
2.3. Captura.....	4
2.4. Marcação.....	5
2.5. Rastreamento automático.....	6
2.6. Rastreamento manual.....	7
2.7. Análises de dados.....	8
2.8. Coleta de ictioplâncton.....	11
2.9. Coleta de alevinos em lagoas marginais.....	11
3. Resultados.....	12
3.1. Estágio de maturação gonadal e gordura celomática.....	12
3.2. Peixes marcados com transmissores.....	12
3.3. Etologia.....	12
3.4. Curimatás soltos a jusante de Porto Colômbia.....	13
3.5. Curimatás soltos no reservatório de Porto Colômbia.....	14
3.6. Curimatás soltos a jusante de Volta Grande.....	15
3.7. Curimatás soltos no reservatório de Volta Grande.....	16
3.8. Condições que interferem no comportameneto.....	18
3.9. Coleta de ovos, larvas e alevinos.....	19
4. Discussão.....	19
5. Óbice à maturação gonadal.....	19
5.1. Categorias comportamentais dos peixes marcados.....	20
5.2. Área de vida linear.....	21
5.3. Domiciliantes e vagantes.....	22
5.4. Sítios de desova.....	24

5.5. Meta-população.....	26
5.6. Modelo conceitual.....	27
5.7. Passagens para peixes e o modelo conceitual.....	29
5.8. Benefícios da construção de passagens para peixes.....	30
5.9. Riscos da construção de passagens para peixes.....	31
5.10. Recomendações para manejo com passagens para peixes.....	32
6. Referencias Bibliográficas.....	77

CAPÍTULO 2

Comportamento migratório do curimatá *Prochilodus lineatus* e pacu *Piaractus mesopotamicus* estocados em dois reservatórios do rio Grande, Brasil

1. Introdução.....	52
2. Materiais e métodos.....	55
2.1. Área de estudos	55
2.2. Produção de peixes para estocagem.....	56
2.3. Marcação e estocagem dos peixes.....	56
2.4. Coleta e análise dos dados.....	57
3. Resultados.....	58
3.1. Data de estocagem dos peixes recapturados.....	59
3.2. Direção de deslocamento.....	59
3.3. Distância de recaptura.....	60
3.4. Tempo de recaptura.....	61
4. Discussão.....	62
4.1. Direção de deslocamento.....	63
4.2. Distância de recaptura.....	64
4.3. Tempo de recaptura.....	66
4.4. Considerações à estocagem nos reservatórios de Itutinga e Camargos.....	66
5. Referências bibliográficas.....	83

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

CAPÍTULO 1

TABELAS

Tabela 1: Características das barragens na área de estudos no rio Grande.....	34
Tabela 2: Distribuição do número de peixes por local de soltura e sexo.....	34
Tabela 3: Dados biométricos dos peixes marcados com transmissores.....	35
Tabela 4: Etograma das categorias e condutas observadas dentre os peixes marcados com transmissores.....	38
Tabela 5: Número de peixes por categoria comportamental e local de soltura.....	39
Tabela 6: Ações de manejo recomendadas para a conservação de curimatás no médio-baixo rio Grande.....	40

FIGURAS

Figura 1: Curimatá <i>Prochilodus lineatus</i>	41
Figura 2: Área de estudo com indicação dos principais rios e barragens.....	42
Figura 3: Exemplo das categorias de comportamento de curimatás soltos ao sopé da barragem de Porto Colômbia.....	43
Figura 4: Categorias e condutas de comportamentos realizadas por curimatás.....	44
Figura 5: Área de vida linear dos curimatás.....	45
Figura 6: Exemplo das categorias de comportamento de curimatás soltos no reservatório de Porto Colômbia.....	46
Figura 7: Exemplo das categorias de comportamento de curimatás soltos ao sopé da barragem de Volta Grande.....	47
Figura 8: Exemplo das categorias de comportamento de curimatás soltos no reservatório de Volta Grande.....	48
Figura 9: Modelo Conceitual vigente.....	49

Figura 10: Modelo conceitual preditivo.....	50
---	----

CAPÍTULO 2

TABELAS

Tabela 1: Anos de maior estocagem e recapturas.....	69
Tabela 2: Número de curimbatás e pacus capturados por local de captura.....	69
Tabela 3: Porcentagem de peixes capturados segundo estação do ano e local de soltura.....	70
Tabela 4: Tempo de recaptura (dias) entre as estações de chuva e seca.....	70

FIGURAS

Figura 1: Curimbatá <i>Prochilodus lineatus</i> e pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	71
Figura 2: Área de estudo.....	72
Figura 3: Número de peixes recapturados por direção de deslocamento.....	73
Figura 4: Número de curimbatás e pacus recapturados (N) por distância de recaptura.....	74
Figura 5: Número de curimbatás e pacus recapturados (N) por tempo de recaptura.....	75
Figura 6: Distância de recaptura por tempo de recaptura de curimbatás e pacus soltos nos reservatórios de Itutinga (painéis da esquerda) e Camargos (direita).....	76

DEDICATÓRIA

À minha querida esposa Luiza, aos meus pais Mozart Ribeiro e Maria Mazzarello Cotta Ribeiro e irmãos Daniela, Mateus e Leonardo.

AGRADECIMENTOS

Eu estou profundamente grato a todas as instituições e pessoas que tornaram possível este estudo. Agradeço a CEMIG pelo apoio financeiro e pessoal, a todas equipes de operação, administração e técnica, especialmente João de Magalhães Lopes, Fernanda Oliveira Silva, Sr. Newton Jose Schmidt Prado, Pedro Lucena, Sonia Maria Ramos, João Daniel da Silva. Registro meu agradecimento especial ao Caissor Lemes da Costa pela imensa boa vontade e prestabilidade durante todo o projeto, sua ajuda foi muito importante. Agradeço a Furnas pelo apoio logístico e a todas equipes de operação, administração e técnica, especialmente Sr. Haroldo José da Silva. Agradeço também à Fundação O Boticário, à FAPEMIG e ao CNPq pelo importante apoio financeiro ao projeto. Agradeço à equipe técnico-administrativa da usina hidroelétrica de Itutinga pelo fornecimento dos dados utilizados nas análises do capítulo dois dessa tese.

Agradeço aos pescadores José Roberto, Mecias e Tim pela ajuda em campo. Também agradeço a todos colegas e amigos que me acompanharam nos rastreamentos em campo: Daniel Rocha, Lucas Perillo, Paulo Bittencourt, Tiago Rodrigues, Yuri Caldeira, Davidson Moreira, Alejandro Giraldo e Rafael Ferrari. Agradeço ao programa de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, incluindo professores que participaram de minha formação, à equipe da secretaria Frederico Teixeira e Cristiane Costa por toda atenção e boa vontade em ajudar. Agradeço à equipe do laboratório de biologia molecular em especial ao professor Dr. Evanguedes Kalapothakis e Dra. Tatiana Barroca. Agradeço a toda equipe do Centro de Transposição de Peixes, à Gisele de Paula pelo apoio multifuncional. Agradeço especialmente ao meu orientador Dr. Alexandre Lima Godinho por compartilhar comigo seu conhecimento e principalmente pela dedicação ao meu processo formativo enquanto seu aluno. Meu agradecimento ao governo brasileiro por viabilizar este trabalho por meio da concessão de minha bolsa de estudos – CAPES.

Minha homenagem a todos que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho, bem como para meu crescimento pessoal e profissional.

Muito Obrigado!

CAPÍTULO 1

MODELO CONCEITUAL DO COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO DO CURIMBATÁ *PROCHILODUS LINEATUS* (VALENCIENNES, 1847) NO RIO GRANDE, BRASIL

Resumo

A quebra da conexão entre habitats essenciais por barragens e reservatórios reduz a abundância e diversidade de peixes migradores. Para conter esse declínio, passagens para peixes foram desenvolvidas em diversas regiões do mundo incluindo o Brasil. O curimatá *Prochilodus lineatus*, objeto desse estudo, com ampla distribuição na América do Sul é o potamódromo neotropical mais estudado. Com o uso da radiotelemetria, associada à coletas de ovos, larvas e alevinos, novo e atualizado modelo conceitual é proposto para o comportamento migratório de curimatás no trecho do rio Grande que compreende as barragens de Marimbondo, Porto Colômbia, Volta Grande, Igarapava e Jaguará. Também são testadas cinco hipóteses: (h_1) que a implementação de passagens para peixes nas barragens de Porto Colômbia e Volta Grande não cumprirá as precondições para que funcionem como armadilhas ecológicas; (h_2) peixes artificialmente transpostos migram com maior probabilidade que os soltos no sopé das barragens; (h_3) peixes soltos no reservatório mostram comportamento direcionado para montante e não se perdem dentro do reservatório; (h_4) peixes soltos no reservatório podem usar tributários que são sítios de reprodução e (h_5) peixes após se deslocarem para montante são capazes de retornar através do reservatório e transpor a barragem em direção para jusante. O novo modelo conceitual mostra que peixes utilizam os tributários Carmo (a montante de Volta Grande), Sapucaí-Paulista (a montante de Porto Colômbia) e Pardo-Mogi-Guaçu (a jusante de Porto Colômbia) como sítios reprodutivos. Também que o acúmulo de peixes sedentários ao sopé das barragens estudadas é notório. Os resultados indicam que a teoria de armadilhas ecológicas não se aplica ao caso das barragens de Porto Colômbia e Volta Grande, pois, as precondições: *migração unidirecional e habitats a montante da barragem de baixa qualidade para reprodução e desenvolvimento dos alevinos*, não se aplicam ao trecho estudado no rio Grande. Dados mostram que peixes são capazes de atravessar grandes reservatórios como os de Porto Colômbia e Volta Grande através em movimentos migratórios descendentes. Além de serem capazes de transpor as barragens e continuar sua migração para a jusante. Os dados também confirmam a atividade reprodutiva e presença de berçários naturais da espécie a montante de ambas barragens. Concluo a partir desses resultados que a construção de passagens para peixes nas barragens de Porto Colômbia e Volta Grande poderá auxiliar na conservação e promover o aumento da abundância do curimatá na região.

46 **Introdução**

47

48 O Brasil possui a maior diversidade de peixes do mundo e muitos são
49 migradores (Godoy 1975; Petrere 1985; Barthem e Goulding 1997; Carolsfeld
50 2003; Godinho e Kynard 2006). O rompimento da conexão entre habitats
51 essenciais por barragens e reservatórios reduz a abundância e diversidade
52 desses migradores (Godinho e Godinho 1994; Agostinho et al. 2007a; Pelicice e
53 Agostinho 2008; Godinho e Kynard 2008). Para conter esse declínio, passagens
54 para peixes foram desenvolvidas (Cowx 1994; Stanford et al. 1996) e estudos
55 para avaliar seus efeitos em regiões neotropicais foram realizados (Larinier e
56 Travade 2002a; Agostinho 2003; Agostinho et al. 2007b; Agostinho et al. 2007c;
57 Godinho et al. 2007a; Marques 2007; Dias 2007; Hahn et al. 2007; Pelicice e
58 Agostinho 2008).

59 Desenhadas para manejo de peixes em regiões temperadas, essas
60 passagens atuam de forma distinta em peixes neotropicais. Assim, as teorias
61 armadilhas ecológicas para peixes (Pelicice e Agostinho 2008) e fonte-sumidouro
62 (Godinho e Kynard 2008) foram desenvolvidas para explicar seus efeitos em
63 ambientes neotropicais. A primeira se refere à diminuição da abundância de
64 migradores caso a passagem para peixes seja construída sob quatro
65 condições: 1- atração suficiente para induzir a subida; 2- migração
66 unidirecional (= peixes que se deslocarem para montante não terão condições de
67 retornar); 3- habitats a montante são de baixa qualidade para reprodução e
68 desenvolvimento dos alevinos; 4- existem habitats apropriados a jusante da
69 barragem. A segunda teoria, fonte-sumidouro, se refere à extinção local a

70 montante da barragem. A aplicabilidade de ambas teorias requer conhecimento
71 sobre a história de vida dos peixes e características físicas da região.

72 O curimbatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1847), com ampla
73 distribuição na América do Sul é o potamódromo neotropical mais estudado (Fig.
74 1). Sua distribuição está entre a bacia do alto rio Paraná ao norte e a bacia do rio
75 Salado ao sul, na Argentina (Sverlij et al. 1993). É abundante, com grande
76 representatividade no desembarque pesqueiro (Bonetto 1975; Espinach-Ros e
77 Delfino 1993). Por ser iliófago, desempenha papel no fluxo de energia do
78 ecossistema em que habita (Flecker 1996; Jepsen et al. 1997).

79 O primeiro modelo conceitual para o comportamento migratório dos
80 curimbatás no rio Grande foi proposto por Godoy (1959, 1967). Adultos migram
81 de seus sítios de alimentação no rio Grande em direção ao sítio de desova no alto
82 Mogi-Guaçu. Após a desova, adultos realizam migrações tróficas descendentes
83 em direção ao rio Grande. Ovos e larvas levados pelas águas se desenvolvem em
84 lagoas marginais que funcionam como berçários.

85 Entretanto, esse modelo foi elaborado antes da fragmentação do médio
86 rio Grande. Silva (2012) propôs novo modelo conceitual para curimbatás
87 manualmente transpostos pela barragem de Volta Grande, onde curimbatás
88 transpostos dispersam para montante. Muitos alcançam a barragem de
89 Igarapava; parte deles transpõe a escada para peixes e voltam a se acumular ao
90 sopé da barragem de Jaguará, localizada a montante. Nenhum curimbatá
91 retornou para jusante da barragem de Volta Grande ou fez uso de tributários.

92 Com o uso da técnica de radiotelemetria, associada à coletas de ovos,
93 larvas e alevinos, novo e atualizado modelo conceitual é proposto para o
94 comportamento migratório de curimbatás presentes entre as barragens de

95 Marimbondo e Jaguará no rio Grande. Com base nesse modelo, os eventuais
96 efeitos da implementação de passagens para peixes nas barragens de Porto
97 Colômbia e Volta Grande foram avaliados.

98 Também serão testadas outras cinco hipóteses: (h_1) a implementação de
99 passagens para peixes nas barragens de Porto Colômbia e Volta Grande não
100 cumprirá as quatro condições para que funcionem como armadilhas
101 ecológicas; (h_2) peixes artificialmente transpostos migram com maior
102 probabilidade que os soltos no sopé das barragens; (h_3) peixes soltos no
103 reservatório mostram comportamento direcionado para montante e não se
104 perdem dentro do reservatório; (h_4) peixes soltos no reservatório podem usar
105 tributários que são sítios de reprodução e (h_5) peixes após se deslocarem para
106 montante são capazes de retornar através do reservatório e transpor a barragem
107 em direção para jusante.

108

109 **Materiais e Métodos**

110

111 **Área de Estudo**

112 O presente estudo foi realizado no trecho do rio Grande com cerca de 310
113 km entre as barragens de Marimbondo, Porto Colômbia, Volta Grande, Igarapava
114 e Jaguará (Fig. 2). Características das barragens nesse trecho estão na Tabela 1. A
115 barragem de Igarapava é a única que possui passagem para peixes, que é do tipo
116 ranhura vertical, com 325 m de extensão e 87 tanques (Bizzoto et al. 2009).

117 Entre as barragens de Marimbondo e Porto Colômbia está a
118 desembocadura do rio Pardo, sítio de desova do curimatá (Godoy 1959, 1967).
119 No trecho entre as barragens de Porto Colômbia e Volta Grande, estão as

120 desembocaduras dos rios Uberaba e Sapucaí-Paulista. Entre as barragens de
121 Volta Grande e Igarapava estão as desembocaduras dos rios Buritis, Água
122 Comprida e Carmo. Entre as barragens de Igarapava e Jaguará existem apenas
123 pequenos córregos como o Fundão.

124 Dou destaque aos rios Pardo, Sapucaí-Paulista e Carmo. Todos são
125 afluentes da margem esquerda (Castro et al. 2004). Os rios Pardo e Sapucaí-
126 Paulista são rios de segunda ordem, com profundidade de 0,5–6,0 m. Possuem
127 águas turvas, substratos de areia, pedra e lama, onde a água corre sem muita
128 turbulência. Não obstante, existem nesses rios regiões de corredeiras, pedreiras
129 e pequenas quedas. Também possuem várzeas e lagoas marginais. O rio Carmo é
130 de menor porte, também com água turva que corre sem muita turbulência,
131 possuindo ainda, várzeas e lagoas marginais. Assoreamento, poluição da água e
132 desmatamento da vegetação ciliar são notórios nesses rios.

133

134 **Estádios de maturação gonadal e grau de acúmulo de gordura celomática**

135 Para melhor compreensão acerca do grupo de curimatás que se acumula
136 ao sopé da barragem de Porto Colômbia, analisei 276 espécimes nos meses de
137 janeiro, março, outubro, novembro e dezembro de 2009. A captura foi realizada
138 por pescadores profissionais utilizando tarrafa de malha 12 cm (malha total).
139 Determinei o número de peixes capturados por unidade de esforço (CPUE), o
140 estágio de maturação gonadal (EMG) segundo Sverlij et al. (1993), o
141 comprimento padrão, o sexo e a quantidade de gordura celomática (GC).
142 Classifiquei a quantidade de GC como pouca, média e muita, sendo considerada
143 muita, quando a GC cobria totalmente todos os órgãos internos do peixe.

144

145 **Captura para marcação**

146 Capturei 100 curimatás adultos em dezembro de 2010, janeiro de 2011 e
147 janeiro de 2012 no primeiro km a jusante das usinas de Porto Colômbia (JPC) e
148 Volta Grande (JVG). A captura foi realizada por pescadores profissionais
149 embarcados que utilizaram tarrafas e redes de espera. Os pescadores
150 transportaram os peixes capturados em caixa com 70 L de água do rio, do local
151 de captura até sua margem. Em JPC, os peixes foram colocados em tanque rede
152 de 3,9 m³. Em JVG, eles foram transportados de carro por 0,8 km numa caixa de
153 250 L até a Estação Ambiental de Volta Grande e, depois, colocados em caixa de
154 500 L com renovação constante de água proveniente da represa de Volta Grande.

155

156 **Marcação**

157 A marcação foi feita em tanque cirúrgico com capacidade de 75 L.
158 Adicionei à água desse tanque 10 ml/L de protetor de muco para peixes marca
159 Aquasafe® ou 2 ml/L de protetor de muco da marca Prime® e 0,005 ml/L e
160 cerca de 12 – 15 gotas de óleo de cravo-da-índia (função anestésica) diluído em
161 10 ml de etanol 92%. A imobilização do peixe foi por eletronarrose (Kynard e
162 Lonsdale 1975; Ross e Ross 1999; Godinho et al. 2010). Promovi aeração
163 constante dentro do tanque durante todo o procedimento. Antes de iniciar a
164 marcação, medi os comprimentos total (CT) e padrão (CP) e o peso corporal (PC)
165 dos peixes. Renovei a água do tanque a cada quatro peixes marcados. A
166 temperatura da água do tanque oscilou entre 26 e 28 °C.

167 Utilizei transmissores codificados Lotek®, modelo MCFT2-3EM de
168 149,780 MHz, com 53 mm de comprimento, 12 mm de diâmetro, peso no ar de
169 10 g e 6,5 s de intervalo entre bips. O peso dos transmissores não ultrapassou

170 1,3% do peso corporal dos peixes. Inseti o transmissor na cavidade celomática
171 por meio de incisão de 3-4 cm na parede lateral, distante cerca de 1 cm dorso-
172 posterior à nadadeira pélvica esquerda, após remoção de três fileiras de escamas
173 da área. Para marcação, cada peixe foi retirado de maneira aleatória do tanque
174 rede (ou caixa d'água).

175 Determinei sexo e EMG com auxílio de boroscópio introduzido pela
176 incisão (Kynard e Kieffer 2002; Godinho e Kynard 2006). Classifiquei os peixes
177 segundo sua atividade sexual: em repouso (gônadas pouco desenvolvidas:
178 testículos translúcidos; ovários delgados, ligeiramente avermelhados e
179 translúcidos) e sexualmente ativos (gônadas mais desenvolvidas: testículos
180 esbranquiçados; ovários globosos, avermelhados, não translúcidos, com ou sem
181 ovócitos visíveis).

182 Após introduzir o transmissor, transpassei sua antena pela parede
183 corporal do peixe, mantendo-a exteriorizada. Fechei a incisão com suturas de
184 ponto simples separados, utilizando monofilamento absorvível Polysuture®. O
185 procedimento durou de 30 a 40 minutos por peixe.

186 Após a cirurgia, mantive os peixes sob observação por 2-20 h até o
187 momento da soltura. Marquei 100 curimbatás entre dezembro de 2010 e janeiro
188 de 2011, 60 capturados em JPC e 40, em JVG (primeira marcação, Tab. 2). Dos 60
189 curimbatás capturados em JPC 20 foram soltos em JPC 120 m a jusante da
190 barragem, 20 foram soltos no reservatório de Porto Colômbia (RPC), a 700 m a
191 montante da barragem e outros 20 foram soltos no reservatório de Volta Grande
192 (RVG), a 400 m a montante da barragem. Dos 40 curimbatás capturados em JVG
193 20 foram soltos em JVG (520 m a jusante da barragem) e os outros 20 foram

194 soltos no RVG a 400 m a montante da barragem. Peixes foram marcados na razão
195 sexual de 1:1 entre locais de soltura (Tabela 2). Para soltura em RPC, JVG e RVG,
196 transporte os peixes em caixa contendo 250 L de água, com oxigenação e 0,3 g/L
197 de sal (antiparasitário). A maior distância transportada foi de 100 km para
198 transpor peixes de JPC para RVG. Em janeiro de 2012 marquei e soltei em JPC e
199 RPC mais 12 curimatás com transmissores da primeira marcação recuperados
200 por pescadores ou encontrados abandonados nas margens do rio Grande
201 durante o primeiro ano de rastreamento (segunda marcação, Tab.2).

202

203 **Rastreamento automático**

204 Instalarei estações automáticas de telemetria (EAT) nas barragens de
205 Marimondo, Porto Colômbia, Volta Grande, Igarapava e Jaguará e nos rios Pardo
206 e Sapucaí-Paulista (Fig. 2). Cada EAT era composta de receptor Lotek® modelo
207 SRX_400 ou SRX_DL com duas (tributários e barragem de Marimondo) ou quatro
208 (demais estações) antenas. As EATs permaneceram em funcionamento
209 continuamente entre dezembro de 2010 e janeiro de 2013 e campanhas mensais
210 para realizar downloads dos dados foram realizadas.

211 Nas EATs com quatro antenas, direcionei duas antenas Yagi de 6
212 elementos para montante (uma voltada para o vertedouro e outra para as
213 tomadas d'água das turbinas) e duas Yagi de 4 elementos para jusante (uma
214 voltada para a restituição do vertedouro e a outra para o canal de fuga). Na
215 barragem de Marimondo, usei apenas duas antenas (uma voltada para
216 montante e outra para jusante) por não ter sido possível instalar a EAT entre os

217 vertedores e as tomadas d'água das turbinas. Usei antenas Yagi de 6 elementos
218 voltadas para o reservatório devido ao seu maior ganho.

219 Em cada um dos rios Pardo e Sapucaí-Paulista, instalei uma EAT em uma
220 residência na margem, em ambos os rios, a cerca de 30 km da foz. Usei duas
221 antenas Yagi de 4 elementos, uma voltada para montante e outra para jusante.
222 Usei uma bateria de 12 V recarregável, conectada a um carregador, como
223 *nobreak*. A EAT do rio Sapucaí-Paulista foi furtada em maio de 2011 e não
224 substituída.

225

226 **Rastreamento manual**

227 Realizei rastreamentos de barco de dezembro de 2010 a janeiro de 2013.
228 Na estação seca (abril-setembro), os rastreamentos foram bimensais e na
229 estação chuvosa (outubro-março), mensais. Usei receptor móvel SRX-400 W5
230 Lotek® e duas antenas Yagi de 3 elementos orientadas em 30° em relação ao eixo
231 longitudinal do barco. Utilizei antena H para determinações mais precisas de
232 alguns peixes, sobretudo aqueles suspeitos de estarem mortos. Determinei as
233 coordenadas geográficas de cada localização com GSP Garmin®.

234 Realizei o rastreamento manual embarcado entre duas barragens
235 adjacentes seguindo por uma margem do reservatório até sua metade e
236 retornando pela outra. No dia seguinte, rastreei a metade restante. Em alguns
237 momentos, realizei manobras em direção ao centro do reservatório para checar a
238 presença de peixes na região. Na maioria dos rastreamentos, incluiu visitas a
239 alguns tributários como o rio Pardo, rio Sapucaí-Paulista, rio Uberaba, rio Buritis
240 e rio Água Comprida.

241 Em 14 campanhas de rastreamento realizadas percorri 9,540 kmr, sendo
242 cerca de 680 kmr em cada uma. Também realizei rastreamento manual em barco
243 da cachoeira de Emas até o rio Grande. Nessa ocasião, percorri cerca de 440 kmr
244 pelos rios Mogi-Guaçu e Pardo até alcançar o rio Grande.

245

246 **Análises dos dados**

247

248 *Períodos de seca e chuva*

249 Estações seca e chuvosa foram definidas a partir da média mensal de
250 precipitação entre 1961 e 1990 (SOMAR Meteorologia 2013). Considerei como
251 estação chuvosa os meses com precipitação média igual ou superior a 100 mm.
252 Assim, a estação chuvosa compreendeu os meses de outubro a março e a estação
253 seca, de abril a setembro. O período reprodutivo do curimatá (de outubro a
254 março; Godoy 1959, 1967) coincide com a estação chuvosa no médio rio Grande.

255

256 *Definição do kmr*

257 A posição geográfica, em kmr, de cada uma das EATs foi estabelecida
258 considerando-se a foz do rio Grande com kmr 0. Para determinar deslocamentos
259 e áreas de vida linear, transferi a coordenada de cada peixe localizado para o
260 software MapSource®. Após estabelecer um eixo longitudinal equidistante entre
261 as margens do rio, medi a distância do peixe até a barragem imediatamente a
262 jusante. Subtraindo o menor do maior kmr observado para determinado peixe,
263 obtive sua área de vida linear.

264

265

266 *Determinando categorias comportamentais*

267 Criei quatro categorias comportamentais com base nos deslocamentos
268 observados. Para cada uma, descrevi as condutas realizadas pelos peixes
269 segundo seu aspecto funcional. A primeira categoria comportamental foi
270 *sedentário*, cujas condutas foram permanecer próximo à barragem por duas
271 estações reprodutivas consecutivas (≥ 12 meses), realizando apenas curtos
272 deslocamentos locais (< 3 km). A segunda categoria comportamental foi *deslocar*
273 *para jusante*, cujas condutas foram deslocamentos curtos (> 3 km e ≤ 5 km) e
274 longos (> 5 km). A terceira categoria comportamental foi *deslocar para montante*,
275 cujas condutas foram deslocar para montante mas sem alcançar a barragem de
276 montante; alcançar a barragem de montante e tornar-se sedentário; alcançar a
277 barragem de montante e retornar ao local de soltura e alcançar novamente a
278 barragem de montante e, usar a escada de peixes de Igarapava. A quarta
279 categoria foi *usar tributários*, cujas condutas foram com e sem retorno ao rio
280 Grande seguido de deslocamento para jusante ou para montante (Tabela 4). O
281 número de peixes em cada categoria comportamental e conduta por local de
282 soltura foi determinado.

283

284 *Vagantes e domiciliantes*

285 Classifiquei os peixes marcados como vagantes ou domiciliantes. Para
286 isso, considere que ambos fenótipos existem na população e que grande parte
287 dos peixes migradores acumulados ao sopé das barragens está em busca de uma
288 passagem para montante. Muitos desses peixes nasceram em sítios de desova
289 localizados a jusante e portanto, são peixes tentando se deslocar para sítios

290 nunca antes utilizados. A associação desses fatos com os fenótipos vagantes e
291 domiciliares permitiu a seguinte classificação: uma vez transpostos para
292 montante, peixes que se dispersaram em busca de sítios de desova e não mais
293 retornaram para jusante foram classificados como vagantes. Aqueles transpostos
294 para montante e que retornaram para jusante em direção a seu sítio natal no
295 período de desova, foram classificados como domiciliares.

296

297 *Eliminando falsos-positivos*

298 Escrevi algoritmo em SAS® para análise dos registros nas EATs dos
299 peixes marcados. Primeiro, eliminei os registros falso-positivos provocados por
300 fontes geradores de ruídos na mesma frequência dos radiotransmissores usados.
301 Após a primeira detecção de um transmissor, o receptor automático registra, por
302 10 min, o código, o número de eventos (emissões do sinal), data, hora,
303 intensidade do sinal e o número da antena que o captou. Assim, escrevi o
304 algoritmo de filtragem para eliminar registros com número de eventos acima do
305 possível em 10 min, pois o sinal é emitido a cada 6,5 s pelo transmissor. Também
306 excluí registros de códigos não usados na marcação. Eliminei todos os registros
307 que apresentassem eventos menores ou iguais a 2 (normalmente detecções
308 positivas foram acima de dois eventos). Durante a instalação e configuração das
309 EATs, as datas de início dos registros e a numeração das antenas foi realizada.
310 Assim, eliminei todos registros fora do período de estudo e todas as detecções
311 que não correspondessem à numeração correta das antenas. Dessa maneira,
312 possivelmente eliminei a maior parte dos falso-positivos.

313

314 *Análises estatística de relações comportamentais*

315 Utilizei o qui-quadrado para determinar se houve diferenças nas
316 frequências de peixes entre categorias de comportamento e entre condutas
317 segundo a origem do peixe, sexo e atividade sexual. Utilizei ANOVA para testar
318 diferenças entre médias das áreas de vida linear com sexo, local de soltura e
319 atividade sexual. Usei regressão múltipla para testar relação entre área de vida
320 linear com CP, peso corporal e fator de condição. O fator de condição usado foi de
321 Fulton (K) com a equação $K = (PC \times 100)/CP^b$. Usei $b = 2,5$ fornecido por Ramos
322 et al. (2010).

323

324 **Coleta de ictioplâncton**

325 Coletei ovos e larvas nos tributários Pardo, Uberaba, Buritis, Sapucaí-
326 Paulista, Carmo e Fundão em novembro de 2009 e dezembro de 2010. Em
327 janeiro de 2013, realizei coleta no rio Grande, 300 m a jusante da barragem de
328 Porto Colômbia e novamente no rio Pardo. Realizei as coletas diurnas com rede
329 de ictioplâncton (malha 0,5 mm de diâmetro). As redes permaneceram dentro da
330 água de 25–40 min e foram filtrados cerca de 160 m³ de água em cada coleta.
331 Algumas amostras foram fixadas em formol 6%. Outras foram colocadas
332 diretamente em etanol 70% para preservação da integridade do DNA genômico
333 das amostras. Após a triagem, os ovos e larvas coletados foram encaminhados ao
334 laboratório de Biotecnologia e Marcadores Moleculares, do Instituto de Ciências
335 Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, onde foram testados através
336 de PCR para determinar se esse material pertencia à espécie *Prochilodus lineatus*.

337 A análise de DNA das amostras de ovos e larvas coletadas foram
338 realizadas pela equipe de pesquisadores do Laboratório de Biotecnologia e

339 Marcadores Moleculares. O marcador de complexas repetições hipervariáveis
340 2V35 foi isolado de uma biblioteca genômica primária para *P. lineatus* usando o
341 método com proteinase K-fenol (Barroca *et al*, 2012a, Sambrook and Russell,
342 2001; Yazbeck and Kalapothakis, 2007).

343 O DNA genômico foi isolado das amostras de ovos e larvas coletados nos
344 rios Pardo, Uberaba, Buritis, Sapucaí-Paulista, Carmo e Fundão pela digestão com
345 proteinase K a 37°C “overnight”, seguido de extração padronizada Proteinase K-
346 fenol (Sambrook and Russell, 2001). O complexo hipervariável repetido 2V35 foi
347 amplificado em todas as amostras utilizando a reação em cadeia pela polimerase
348 (nested PCR), com os seguintes oligonucleotídeos iniciadores (primers): F1, 5’-
349 TAA TGA TTC TCT TTG CTT GTG TC-3’, R1, 5’-GCA GAC CCC TCA GCAC-3’, F2, 5’-
350 TCT TTG CTT GTG TCT TG-3’ e R2, 5’-AAG GCC TGA AAT ACA GTG CA-3’ (Barroca
351 *et al*. 2012a, Barroca *et al*. 2012a)

352 Cada *nested* PCR foi realizada utilizando um volume total de 25 µL que
353 continha 20-50 ng de DNA genômico (primeiro *round*) ou 0,5 ng produto PCR
354 (segundo *round*, 5 pM de cada primer (F1/R1 primeiro turno ou F2/R2 segunda
355 rodada) e um pré-mix contendo tampão de PCR, dNTPs e Taq DNA polimerase
356 (Phoneutria Biotecnologia e Serviços, Belo Horizonte, Brasil). O primeiro turno
357 tinha as seguintes condições de ciclagem: uma desnaturação inicial a 94°C
358 durante 2 min, seguido por 35 ciclos de desnaturação a 94°C durante 30 s,
359 hibridação do primer a 54°C durante 30 s e extensão a 72°C durante 40 s, com
360 um passo de extensão final a 72°C durante 5 min. O segundo turno do PCR tinha
361 condições de ciclagem semelhantes, exceto que a temperatura de anelamento
362 dos *primers* foi de 51°C. Produtos de PCR (8 µL) foram visualizados em gel de
363 agarose a 2%.

364

365 **Coleta de alevinos em lagoas marginais e várzeas**

366 Amostrei lagoas marginais nos rios Sapucaí-Paulista, Uberaba e Carmo em
367 maio de 2012 para a captura de alevinos de curimatá. Nessas coletas, utilizei
368 peneiras, redes de espera (3 a 8 cm de malha total), redes de arrasto e tarrafa (3
369 cm de malha total). Fixei os peixes capturados em formol e os deposei na
370 coleção da UFMG. Em maio de 2013, armei redes de espera (3 cm de malha total)
371 em várzeas no rio Grande a jusante da foz do rio Pardo.

372

373

374 **Resultados**

375

376 **Estádios de maturação gonadal e grau de acúmulo de gordura celomática**

377 Dentre os peixes capturados entre os meses de outubro e fevereiro de
378 2009 (144 fêmeas e 132 machos), 81% estavam em repouso o restante em
379 diferentes fases da maturação gonadal. Cerca de 88% foram classificados com
380 muita gordura celomática. Não houve diferença no acúmulo de gordura entre
381 machos e fêmeas ($\chi^2 = 0,08$; gl = 1; P = 0,77). A CPUE foi de 19 peixes/h.

382

383 **Peixes marcados com transmissores**

384 Foram marcados 112 peixes adultos, todos com L_{100} de primeira
385 maturação inferior aos tamanhos capturados. Peixes marcados tinham de 33,0 a
386 69,0 cm de CP e 0,86 a 10,14 kg de PC (Tabela 3). A maior parte dos peixes estava
387 em repouso (78%). O restante se encontrava em diferentes fases da maturação
388 gonadal.

389 Ao final do estudo, 66 (59%) peixes estavam vivos, 24 (21%)
390 desapareceram, 12 (11%) morreram e 10 (9%) transmissores estavam imóveis.
391 Dos peixes mortos, sete foram capturados. Encontrei outros quatro
392 transmissores nas margens do rio Grande.

393

394 **Etologia**

395 Identifiquei 13 condutas agrupadas em 4 categorias comportamentais
396 (Tabela 4). Embora tenham sido detectados apenas próximo ao local de soltura,
397 vinte e seis curimatás não permaneceram no local por tempo suficiente para
398 serem categorizados como sedentários. Ainda sim, categorizei 86 curimatás,
399 sendo oito enquadrados em mais de uma categoria.

400 As categorias mais frequentes foram sedentário determinada
401 principalmente por peixes que permaneceram ao sopé das barragens de Porto
402 Colômbia e Volta Grande e deslocar para montante determinada principalmente
403 pelos peixes soltos em RPC e RVG. O maior uso de tributário foi de peixes soltos
404 no RPC em relação aos demais locais (Tabela 5).

405 Portanto, de maneira geral, a maior parte (65%) dos curimatás soltos a
406 jusante das barragens foi sedentária, permanecendo na região por dois períodos
407 reprodutivos consecutivos. Cerca de 88% dos peixes que usaram tributários, o
408 fizeram no período reprodutivo.

409

410 **Deslocamentos de curimatás soltos a jusante de Porto Colômbia**

411 Dos 27 peixes soltos em JPC, observei três categorias comportamentais:
412 sedentário, deslocar para jusante e usar tributário (Fig. 3). Nove curimatás
413 foram categorizados como sedentários e permaneceram ao sopé da barragem de

414 Porto Colômbia entre 12–20 meses. Eles se deslocaram entre canal de fuga e a
415 restituição do vertedor. Não era incomum encontrá-los em cardumes e, algumas
416 vezes, afastados momentaneamente da barragem por cerca de 3 km, bem como
417 em habitats pouco profundos (entre 1–2 m), com substrato misto, composto por
418 partes de lama, algas e rochas. Outros sete curimatás foram detectados apenas
419 ao sopé dessa barragem, mas não permaneceram aí tempo suficiente (dois
420 períodos reprodutivos consecutivos) para categorizá-los como sedentários e
421 portanto não foram utilizados nas análises comportamentais.

422 Dez curimatás se deslocaram para jusante. Cinco foram até região
423 próxima à foz do rio Pardo (entre 5–8 kmr da barragem). Dois morreram: um
424 dos transmissores foi encontrado enterrado à margem do rio Grande e o outro
425 foi devolvido por pescador. O transmissor de um terceiro peixe permaneceu
426 imóvel nessa região durante o restante do estudo. Os outros dois curimatás
427 retornaram a JPC. Desses, um permaneceu ao sopé da barragem até o final do
428 estudo, o outro desapareceu desse local após um ano e dois meses. Cinco
429 curimatás se deslocaram ainda mais para jusante (entre 15–45 kmr). Desses,
430 dois foram pescados, um desapareceu e dois retornaram a JPC em dezembro
431 2011, onde permaneceram até o final do estudo. Apenas um peixe solto em JPC
432 usou o rio Pardo. Ele foi registrado na EAT em outubro de 2011, deslocando-se
433 para a montante. Esse peixe não foi mais registrado e foi considerado
434 desaparecido. Esses comportamentos estão ilustrados na Figura 4A.

435 O tamanho da área de vida linear dos curimatás soltos em JPC foi de 0 a
436 56 kmr (Fig. 5A). Dezesesseis peixes apresentaram área de vida linear inferior a 5
437 kmr, cinco entre 5–15 kmr e apenas quatro, acima de 30 kmr. A maior área de
438 vida linear foi de 56 kmr registrada para o peixe que usou o rio Pardo.

439

440 **Deslocamentos de curimatás soltos no reservatório de Porto Colômbia**

441 Dos 25 peixes soltos em RPC, observei as quatro categorias
442 comportamentais: sedentário, deslocar para montante, deslocar para jusante e
443 usar tributário (Fig. 6).

444 Quatro curimatás foram categorizados como sedentários e
445 permaneceram próximos a barragem de Porto Colômbia entre 15–20 meses
446 antes de desaparecerem ou serem pescados. Embora outros seis curimatás
447 tenham sido detectados apenas próximos a essa barragem, não permaneceram
448 tempo suficiente para serem categorizados como sedentários.

449 Três foram categorizados em deslocamento para jusante. Eles desceram
450 possivelmente pelo vertedor em janeiro de 2010 e de 2012, dois ficaram
451 próximos ao sopé dessa barragem e foram categorizados como sedentários em
452 JPC. O terceiro curimatá entrou no rio Pardo em março de 2012 e retornou a
453 JPC em maio de 2012, onde permaneceu por 4 meses antes de desaparecer.

454 Doze curimatás se deslocaram para montante no RPC. Quatro
455 permaneceram no corpo do reservatório (0,5–22,0 kmr da barragem). Oito
456 alcançaram a barragem de Volta Grande.

457 Três peixes soltos no RPC usaram tributários: um, o rio Sapucaí-Paulista,
458 outro, o rio Uberaba e o terceiro, o rio Pardo. Os peixes que usaram os rios
459 Sapucaí-Paulista e Uberaba em janeiro de 2011 desapareceram após sua
460 detecção nesses rios. O curimatá detectado em março de 2012 no rio Pardo
461 permaneceu cerca de 2 dias nesse rio antes de retornar a JPC onde permaneceu
462 por mais três meses antes de desaparecer. Esses comportamentos estão
463 ilustrados na Figura 4B.

464 As maiores áreas de vida linear foram de 54 kmr, equivalente à distância
465 entre as barragens de PC e VG (Figura 5B) Treze curimatás apresentaram área
466 de vida linear acima de 10 kmr.

467

468 **Deslocamentos de curimatás soltos a jusante de Volta Grande**

469 Dos 20 peixes soltos em JVG, observei duas categorias comportamentais:
470 sedentário e deslocar para jusante (Fig. 7).

471 Dezesete curimatás foram categorizados como sedentários em JVG e
472 permaneceram ao sopé da barragem entre 12–25 meses. Quatorze deles foram
473 capturados e soltos em JVG, os outros três foram capturados em JVG mas soltos
474 em RVG, eles desceram pelos vertedores, dois em janeiro e outro em março de
475 2012. Esses peixes categorizados como sedentários realizaram curtas
476 movimentações (< 3kmr). Foram frequentemente encontrados em cardumes e
477 em regiões pouco profundas (1-2 m). Embora outros quatro curimatás tenham
478 sido detectados apenas ao sopé dessa barragem, não permaneceram tempo
479 suficiente para categorizá-los como sedentários.

480 Três peixes se deslocaram para jusante. Localizei dois a 9 kmr da
481 barragem de Volta Grande. Um deles permaneceu imóvel nesse local durante o
482 restante do estudo. Outro retornou à barragem de Volta Grande, onde
483 permaneceu por 2 meses antes de desaparecer. O terceiro desapareceu após ser
484 detectado a 4,5 kmr a jusante da barragem de Porto Colômbia. Esses
485 comportamentos estão ilustrados na Figura 4C.

486 A área de vida linear para peixes soltos em JVG pode ser observada na
487 Figura 5C. Todos os peixes apresentaram áreas de vida linear pouco
488 representativas, sendo a maioria menor que 5 kmr.

489

490 **Deslocamentos de curimatás soltos no reservatório de Volta Grande**

491 Dos 40 peixes soltos em RVG, observei quatro categorias
492 comportamentais: sedentário, deslocar para jusante, deslocar para montante e
493 usar tributário (Fig. 8).

494 Três curimatás foram categorizados como sedentários e permaneceram
495 na região próxima a barragem de 15–17 meses antes de desaparecerem ou
496 serem pescados. Comumente observados próximos aos vertedores e tomada
497 d'água, também frequentaram regiões menos profundas próximas às margens do
498 reservatório, com substrato lamacento intercalado por regiões rochosas
499 (observação pessoal). Embora outros nove curimatás tenham sido detectados
500 apenas na região próxima dessa barragem, não permaneceram tempo suficiente
501 para categorizá-los como sedentários.

502 Cinco peixes (todos capturados e soltos em JVG) desceram a barragem de
503 Volta Grande possivelmente pelos vertedores. Desses, três permaneceram ao
504 sopé da barragem e foram categorizados como sedentários em JVG. Dois peixes
505 deslocaram-se mais para jusante. Um deles se distanciou-se 16 kmr de JVG, onde
506 permaneceu por cerca de oito meses antes de retornar à JVG. Outro peixe
507 deslocou-se cerca de 52 kmr para jusante e se aproximou da barragem de Porto
508 Colômbia em janeiro de 2012. Ele permaneceu nesse local por 8 dias antes de
509 retornar à JVG.

510 Vinte e três curimatás deslocaram-se para montante. Sete foram
511 detectados somente no reservatório de Volta Grande e dezesseis alcançaram a
512 barragem de Igarapava entre janeiro e março de 2011. Dois desses regressaram
513 à barragem de Volta Grande entre janeiro e fevereiro. Um terceiro foi detectado a

514 dois terços do caminho entre as barragens de Volta Grande e Igarapava. Quatro
515 curimatás (25% dos peixes que alcançaram a barragem de Igarapava)
516 transpuseram a escada de peixes entre janeiro e março de 2011. Todos
517 alcançaram a barragem de Jaguará e permaneceram a maior parte do tempo
518 próximos ao canal de fuga. Desses, três permaneceram nesse local durante o
519 restante de suas detecções e um regressou à barragem de Igarapava onde
520 permaneceu entre outubro e dezembro de 2011. Esse peixe retornou à barragem
521 de Jaguará em fevereiro de 2012. Três desses quatro peixes levaram de um a dois
522 dias entre a chegada à barragem de Igarapava e sua entrada na escada, o quarto
523 demorou cerca de onze meses. O tempo para transpor a escada foi em média
524 cerca de 2.5 h.

525 Quatro curimatás usaram tributários. Dois usaram o rio Água Comprida,
526 um, o rio Buritis e outro, o rio Sapucaí-Paulista. Dois desses permaneceram
527 imóveis durante o restante do estudo: um, no rio Buritis e outro, no rio Água
528 Comprida. O curimatá que usou o rio Água Comprida retornou a RVG antes de
529 desaparecer e o peixe que usou o rio Sapucaí-Paulista não foi mais detectado.
530 Esses comportamentos estão ilustrados na Figura 4D.

531 A representação gráfica da área de vida linear registrada para os
532 curimatás soltos no RVG foi dividida entre peixes de JPC (Fig. 5D) e JVG (Fig.
533 5E). As maiores áreas de vida linear (129 kmr) foram realizadas por quatro
534 peixes (três de JVG e um de JPC) que chegaram até a barragem de Jaguará. Dos
535 dezoito curimatás que apresentaram área de vida linear de 81 kmr, treze eram
536 provenientes de JVG.

537

538 **Condições que interferem no comportamento**

539 Não houve diferenças significativas na frequência das categorias
540 comportamentais entre sexo ($\chi^2 = 0,52$; gl = 3; P = 0,91) e atividade sexual ($\chi^2 =$
541 0,64; gl = 3; P = 0,88). O número de peixes sedentários foi significativamente
542 maior entre os peixes soltos a jusante de uma barragem do que entre os soltos a
543 montante ($\chi^2 = 28,5$ gl = 1; P < 0,001). Não houve diferenças significativas no
544 número de peixes que alcançaram a barragem a montante do local de soltura
545 entre os peixes soltos em RVG e RPC ($\chi^2 = 0,48$; gl = 1; P = 0,48). O número de
546 curimatás soltos em RVG que alcançaram a barragem de Igarapava foi
547 significativamente maior entre os peixes capturados em JVG do que os peixes
548 capturados em JPC ($\chi^2 = 9,37$; gl = 1; P = 0,002).

549 Após transformação logarítmica, as variáveis CP e PC apresentaram
550 distribuição normal. O teste de ANOVA entre área de vida linear e sexo não foi
551 significativo ($F_{(1, 107)} = 1,96$; P = 0,16). A área de vida linear foi significativamente
552 maior para os peixes sexualmente ativos quando feita de maneira independente
553 do local de soltura ($F_{(1, 107)} = 3,96$; P = 0,04). Quando esse teste foi realizado por
554 local de soltura, diferenças significativas desapareceram (JPC: $F_{(1, 23)} = 0,18$; P =
555 0,66; RPC: $F_{(1, 22)} = 0,83$; P = 0,37; JVG: $F_{(1, 18)} = 0,73$; P = 0,40; RVG: $F_{(1, 38)} = 3,34$; P
556 = 0,07). A regressão linear múltipla da área de vida, CP, PC e K também não foi
557 significativa (F = 0,92; gl = 3,10; P = 0,62).

558

559 **Coleta de ovos, larvas e alevinos**

560 Ovos e larvas de peixes foram encontrados nos rios Carmo (n = 17),
561 Sapucaí-Paulista (n = 44) e Pardo (n = 53). O exame de DNA constatou a presença
562 do curimatá nas amostras de ictioplâncton coletadas nesses três tributários.

563 Em maio de 2012, capturei vinte e cinco alevinos de curimbatá (CP= 8–10
564 cm) em lagoa marginal do rio Sapucaí-Paulista e um alevino (CP = 12 cm) em
565 uma das lagoas marginais do rio Carmo. Em maio de 2013 capturei cinco
566 alevinos de curimbatá (CP = 10 cm) em várzeas no rio Grande a jusante da foz do
567 rio Pardo.

568

569 **Discussão**

570

571 **Óbice à maturação gonadal**

572 A maioria (88%) dos peixes capturados em JPC apresentaram muita
573 gordura celomática — característica de peixes em vias de iniciar sua migração
574 reprodutiva (Godoy, 1967) — e 81% estava em repouso. Isso sugere que
575 curimbatás podem atingir condições para iniciar sua migração reprodutiva, mas
576 aparentemente algum fator interfere no completo desenvolvimento gonadal. É
577 possível que a seleção natural não tenha eliminado o comportamento de
578 acumular gordura durante as poucas gerações desde a existência das barragens.
579 A predominância de migradores também em repouso a jusante das barragens no
580 rio São Francisco é algo conhecido (Sato et al. 2005). A baixa temperatura da
581 água do canal de fuga (max. 23.5°C) da barragem de Três Marias foi apontada
582 como o fator responsável pelo grande número de *P. argenteus* em repouso
583 gonadal nessa região (Sato et al. 2005). Perini et al. (2013), trabalhando com a
584 mesma população de curimbatás existente a jusante da barragem de Porto
585 Colômbia que utilizei no presente estudo, sugerem que a baixa flutuação da
586 condutividade e transparência da água em JPC são pouco favoráveis à maturação
587 ovariana, resultando em baixa fecundidade e altas taxas de folículos em atresia.

588 De qualquer forma, considero necessário a elaboração de testes experimentais
589 para esclarecer essa questão.

590

591 **Categorias comportamentais dos peixes marcados**

592 A maior parte dos peixes soltos a jusante das barragens permaneceram
593 sedentários ou realizaram deslocamentos para jusante. Poucos usaram
594 tributários. A maior parte dos peixes soltos nos reservatórios se deslocou para
595 montante do local de soltura. Deslocamentos em direção a montante já foi
596 observado para curimatás juvenis (Casali et al. 2010) e para adultos soltos em
597 reservatórios nesse trecho do rio Grande (Silva 2012). A variedade de
598 comportamentos migratórios observados é comum dentro de uma mesma
599 população de migradores (Quinn 2005; Hanh 2011; Makrakis 2012).

600 Apesar da menor tendência de peixes migradores atravessarem grandes
601 reservatórios em deslocamentos para jusante (Pompeu et. al. 2012), cinco
602 curimatás apresentaram essa conduta. Comportamento similar havia sido
603 observado anteriormente para curimatás soltos no RVG (Silva 2012). Todos os
604 peixes realizaram esse deslocamento para a jusante durante o período
605 reprodutivo. Isso sugere a hipótese de que possa ser um comportamento de
606 busca a um sítio de desova alternativo, em resposta ao obstáculo em sua rota
607 migratória (Antônio et al. 2007). Com exceção de um, todos os peixes que
608 apresentaram essa conduta (de deslocar para a jusante) retornaram novamente
609 para montante, ao sopé da barragem de onde iniciaram o deslocamento para
610 jusante. Apesar desses casos, a maior parte dos peixes que alcançou barragens a
611 montante não retornou pelos reservatórios, ao contrário, voltaram a se acumular
612 e apresentar comportamento sedentário.

613 Não houve relação entre sexo e área de vida para os peixes marcados.
614 Esse resultado corrobora ao descrito por Silva (2012). Também não foi
615 significativa a relação entre sexo e categorias comportamentais. Contudo,
616 encontrei maior área de vida para peixes sexualmente ativos. Uma hipótese
617 explicativa seria que a necessidade de encontrar um sítio adequado de desova os
618 leve a percorrer maiores distâncias.

619 Uma hipótese explicativa ao fato da maior parte dos peixes que alcançou o
620 sopé da barragem de Igarapava ser proveniente de JVG e não JPC pode estar
621 ligado à origem do peixe, como, por exemplo, a provável existência de duas
622 populações com áreas de vida linear localizadas em diferentes regiões.

623

624 **Área de vida linear**

625 A área de vida linear observada para curimatás no trecho estudado é
626 claramente limitada pela presença das barragens de Porto Colômbia, Volta
627 Grande e Jaguara. Como predito por Toledo-Filho et al. (1986) e observado por
628 Silva (2012), houve diminuição considerável da área de vida linear originalmente
629 determinada por Godoy (1959, 1972, 1975), com cerca de 665,7 kmr. As maiores
630 áreas de vida linear (129 km) foram de peixes soltos em RVG que alcançaram o
631 sopé da barragem de Jaguara, após passarem pela escada de peixes de Igarapava.
632 O tamanho máximo das áreas de vida linear pode estar subestimado devido à
633 ausência de uma EAT no alto dos rios Pardo-Mogi-Guaçu e Sapucaí-Paulista. No
634 entanto, os efeitos da fragmentação pela construção das barragens de Porto
635 Colômbia, Volta Grande, Igarapava e Jaguara ficam evidentes. As áreas de vida
636 linear dos curimatás estudados foram menores do que as registradas em rios

637 menos fragmentados, como o rio Prata com 1.440 km (Sverj e Espinach-Ros
638 1986) e no rio Paraná com cerca de 500 km (Agostinho et al. 1993).

639 Por outro lado, Pessoa e Schulz (2010) encontraram menores áreas de vida
640 linear (média de 50 km) para curimatás no rio Sinos. Esses autores atribuem os
641 reduzidos valores à seleção dependente da pesca a curimatás menos móveis.
642 Aparentemente, essa seleção não se aplica aos curimatás no presente estudo,
643 pois a redução da área de vida linear ocorreu em função de obstáculos físicos. De
644 fato, as maiores áreas de vida linear foram de peixes cuja rota migratória se
645 encontrava desobstruída pela escada para peixes de Igarapava.

646

647 **Domiciliantes e vagantes**

648 A confirmação da presença dos fenótipos domiciliantes e vagantes tem
649 importantes implicações uma vez que vagantes não requerem passagens para
650 jusante, enquanto domiciliantes necessitam de tais dispositivos. As passagens
651 para jusante são, normalmente, obras de engenharia mais caras e complexas do
652 que as passagens para montante (Godinho e Kynard 2008).

653 Comportamentos observados para curimatás marcados apóiam a
654 hipótese dos fenótipos domiciliantes e vagantes. Sedentarismo dos peixes a
655 jusante das barragens, deslocamentos para montante e uso de tributários dentre
656 os peixes transpostos são comportamentos que condizem ao esperado para o
657 fenótipo vagante. Modelos conceituais de migrações parciais (Chapman 2012)
658 indicam que nem todos os peixes de uma população realizam migrações
659 reprodutivas durante anos consecutivos. Godinho e Kynard (2006) também
660 fazem menção a esse comportamento para a espécie afim *Prochilodus argenteus*
661 no rio São Francisco.

662 Domiciliantes foram menos frequentes entre os curimatás estudados. A
663 principal evidência desse fenótipo foi o peixe solto no RPC que, no período
664 reprodutivo, desceu pelo vertedouro e entrou no rio Pardo. Outra possível
665 evidência foi a de um peixe solto em JPC que subiu o rio Pardo no período
666 reprodutivo. A presença da fidelidade reprodutiva a um sítio de desova, foi
667 observada para essa espécie nos rios Sinos (Pessoa e Schuz 2010) e Mogi-Guaçu
668 (Godoy 1959). Essa fidelidade também foi sugerida para outras espécies
669 migradoras neotropicais (Godinho e Kynard 2006; Hahn et al. 2011). Portanto,
670 considero provável a presença de ambos fenótipos (domiciliantes e vagantes)
671 nas populações de curimatás no trecho entre as barragens de Marimondo e
672 Jaguará no rio Grande.

673 Dados do presente estudo não corroboram inteiramente o modelo
674 apresentado por Perini et al. (2013). Esses autores descrevem que curimatás ao
675 sopé da barragem de Porto Colômbia deixam a região e se deslocam para
676 desovar no rio Mogi-Guaçu e que, provavelmente, após a desova retornam a JPC,
677 onde permanecem até o próximo período reprodutivo. Dados obtidos no
678 presente estudo sugerem que tal comportamento ocorre em apenas uma
679 pequena fração dos curimatás de JPC e que a maior parte deles não se desloca
680 em direção ao Mogi-Guaçu para desovar. Ao contrário, a maior parte permanece
681 sedentária por períodos reprodutivos consecutivos.

682 A diferença entre proporções de domiciliantes e vagantes descrita para
683 salmões e trutas é variada, embora exista uma tendência ao maior número de
684 domiciliantes (Quinn 2005). Apesar disso, a maior parte dos comportamentos
685 observados para os curimatás marcados ao sopé das barragens de Porto
686 Colômbia e Volta Grande foi condizente ao fenótipo vagante. Uma hipótese que

687 poderia explicar essa situação é que a maior parte dos peixes acumulados ao
688 sopé das barragens sejam vagantes em busca de passagem para montante. Outra
689 hipótese é pelo o fato de que a marcação ocorreu no período reprodutivo e
690 provavelmente, grande parte dos peixes domiciliantes já teria se deslocado para
691 os rios Pardo-Mogi-Guaçu e Sapucaí-Paulista.

692

693 **Sítios de desova**

694 O rio Mogi-Guaçu é um reconhecido sítio de desova do curimbatá e o rio
695 Pardo uma via de conexão entre sítio de desova e alimentação (Godoy 1954;
696 Capeleti e Petrere 2006; Perini et al. 2013). A detecção positiva da presença de
697 ovos e larvas de curimbatá no rio Pardo, mostra que esse rio continua exercendo
698 importante papel na história de vida dos curimbatás dessa região. Perini et al.
699 (2013) reforçam a importância do rio Pardo como via de acesso para ovos e
700 larvas em deriva em direção ao rio Grande. Embora não se pode descartar a
701 possibilidade de desova de curimbatás também no rio Pardo.

702 Os rios Sapucaí-Paulista e Uberaba localizados a montante de Porto
703 Colômbia também são importantes para a conservação local do curimbatá. O rio
704 Sapucaí-Paulista foi pouco destacado no meio acadêmico como sítio de desova
705 (Santos e Formagio 2000). O uso desse tributário no período reprodutivo, junto
706 com a presença de ovos, larvas e alevinos de curimbatás, o coloca como peça
707 chave para conservação local desses peixes como sitio de desova. O uso do rio
708 Uberaba por curimbatás adultos sugere que esse rio pode ter papel importante
709 na história de vida desses peixes como sítio de alimentação. Embora falem
710 provas, não se pode descartar que ele também possa servir como sítio de desova.

711 O rio Carmo também é sítio de desova do curimatá. Nele, encontrei ovos
712 e larvas de curimatá, além de alevino em lagoa marginal. Essas são provas
713 físicas da desova, pois, não ocorreram peixamentos no rio Carmo ou em suas
714 lagoas marginais durante o estudo, ou no ano anterior a ele (segundo técnicos
715 responsáveis por peixamentos da CEMIG e de FURNAS). A captura desse alevino
716 também é uma evidência de que lagoas marginais do rio Carmo podem funcionar
717 como berçários para curimatás. O status de sítio de desova junto com a
718 existência de berçários nesse rio são alerta para sua importância, elevando a
719 necessidade da recuperação e preservação de sua qualidade ambiental.

720 Até o momento, o rio Carmo é o único sítio de desova de curimatás
721 conhecido entre as barragens de Volta Grande e Jaguará. Ele já era suspeito como
722 tal antes da construção da barragem de Igarapava (Vono et al. 1997). O uso dos
723 rios Buritis e Água Comprida (Braga 2001) no RVG por adultos sugere que esses
724 rios podem ter papel como sítio de alimentação. Embora não tenham sido
725 capturados ovos e larvas nesses dois rios não se pode descartar que eles possam
726 servir também como sítios de desova.

727 O rio Grande possui, a jusante da foz do rio Pardo, várzeas com lagoas
728 marginais que servem de berçários para curimatás. Ao contrário, nos rios
729 Sapucaí-Paulista e Carmo, que têm foz diretamente em RPC e RVG, não contam
730 com berçários. Assim, o recrutamento ocorreria, portanto, apenas em razão de
731 peixes que se desenvolveriam em lagoas marginais existentes nesses tributários,
732 pois ovos e larvas que alcançarem os RPC e RVG, provavelmente experimentarão
733 alta mortalidade (Agostinho et al. 2002; Pompeu et al. 2012) devido
734 principalmente à presença de predadores e ausência de refúgios.

735

736 **Meta-população**

737 Provavelmente curimatás do rio Grande entre as barragens de
738 Marimondo e Jaguara estão estruturados em meta-população. Machado e
739 Foresti (2012) determinaram através de caracteres morfométricos, presença de
740 pelo menos duas populações menores que usam o rio Mogi-Guaçu, uma residente
741 e outra migradora. Da mesma forma, a presença de sítio de desovas nos rios
742 Sapucaí-Paulista e Carmo reforça a hipótese da meta-população. Somado, o
743 maior número de peixes de JVG do que o de JPC, a alcançar a barragem de
744 Igarapava, pode também ser reflexo de diferentes origens populacionais, cujas
745 áreas de vida estejam localizadas em diferentes regiões. Estrutura semelhante foi
746 descrita para *P. argenteus* no rio São Francisco (Godinho e Kynard 2006).

747 Portanto, é possível a existência de três populações de curimatás
748 estruturadas em meta-população e, atualmente, parcialmente isoladas (migração
749 apenas sentido montante-jusante) pelas barragens de Porto Colômbia e Volta
750 Grande, compostas por curimatás do rio Mogi-Guaçu, rio Sapucaí-Paulista e a do
751 rio Carmo.

752 O estabelecimento desse conceito é de grande importância para
753 conservação, pois a extinção de uma população por evento estocástico poderia se
754 reverter através recolonização proveniente de migrantes existentes em
755 populações locais (“turnover”) (Hanski e Simberloff 1997). Uma vez que as
756 barragens de PC e VG promovem um isolamento parcial, a perda do sítio de
757 desova a montante no rio Carmo, criaria uma meta-população desequilibrada
758 (Hanski e Simberloff 1997), onde a impossibilidade de migração de jusante da
759 barragem de PC para sua montante não permitiria o “turnover” caso a população
760 do rio Sapucaí–Paulista venha sofrer extinção local.

761

762 **Modelo conceitual**

763 Nesse estudo, proponho modelo conceitual de migração dos curimatás
764 do rio Grande entre as barragens de Marimbondo e Jaguará. Esse modelo
765 considera que esses curimatás estão estruturados em uma meta-população
766 composta por pelo menos três populações com sítios de desova,
767 respectivamente, nos rios Mogi-Guaçu/Pardo, Sapucaí-Paulista e Carmo. Os sítios
768 de alimentação da população do Mogi-Guaçu/Pardo incluem o baixo rio Pardo e
769 o rio Grande. É possível que o rio Grande também seja sítio de alimentação para
770 as outras populações. Com a construção das barragens, essa meta-população foi
771 fragmentada, isolando parcialmente essas três populações.

772 Esse modelo conceitual é marcado pelo acúmulo de peixes ao sopé das
773 barragens de Porto Colômbia, Volta Grande, Igarapava e Jaguará (Fig. 9). O
774 acúmulo de peixes na barragem de Porto Colômbia é, notavelmente, o maior
775 deles. A maior parte dos peixes que se acumula ao sopé das barragens de Porto
776 Colômbia e Volta Grande é vagante. Com a ausência de passagem para montante,
777 maior parte dos peixes tende ao sedentarismo e não se reproduz. É possível que
778 alguns vagantes, ao se depararem com essas barragens, procurem por sítios de
779 desova alternativos.

780 Curimatás domiciliares das populações do Mogi-Guaçu, Sapucaí-
781 Paulista e Carmo, utilizam os respectivos rios como sítios de desova. A desova
782 desses peixes, possivelmente, mantém as populações nesse trecho do rio Grande.

783 Ovos e larvas se desenvolvem em lagoas marginais que funcionam como
784 berçários ao longo dos rios Mogi-Guaçu, Sapucaí-Paulista e Carmo. Parte dos
785 ovos e larvas produzidos no Mogi-Guaçu deriva até o rio Grande. Nesse rio, eles

786 podem alcançar as várzeas a jusante da foz do rio Pardo. Essas áreas, ricas em
787 macrófitas e localmente conhecidas como “varjões”, têm lagoas marginais que
788 atuam como berçários.

789 Por outro lado, ovos e larvas que derivam até a foz dos rios Sapucaí-
790 Paulista e Carmo, caem respectivamente, nos reservatórios de Porto Colômbia e
791 Volta Grande. Nesses locais, não existem várzeas e lagoas marginais como no rio
792 Grande a jusante da foz do rio Pardo e possivelmente, a sobrevivência e
793 desenvolvimento desses ovos e larvas no próprio reservatório é muito baixa ou
794 nula. O recrutamento, portanto, seria aquele proveniente dos ovos e larvas que
795 se desenvolveriam em lagoas marginais existentes nos rios Sapucaí-Paulista e
796 Carmo.

797 A área de vida linear dos curimbatás foi reduzida em função da
798 fragmentação do sítio de alimentação. É possível que tal fragmentação tenha
799 diminuído o fluxo gênico entre populações. É provável também que parte desse
800 fluxo fosse mantido principalmente por peixes vagantes, que, atualmente na
801 ausência de uma passagem para montante, se tornam sedentários ao sopé das
802 barragens de Porto Colômbia e Volta Grande.

803

804 **Passagens para peixes e o modelo conceitual**

805 Com eventual implementação de passagens para peixes nas barragens de
806 Porto Colômbia e Volta Grande, eu espero a redução na densidade de curimbatás
807 ao sopé dessas barragens (Fig. 10). A emigração de peixes de uma população de
808 jusante para a montante, aumentaria a dinâmica meta-populacional e manteria o
809 fluxo gênico. Peixes vagantes, anteriormente sedentários, se incorporariam à
810 população de montante. Essa situação possibilitaria a criação de um sistema do

811 tipo fonte-fonte devido à presença dos sítios de desova a montante e jusante das
812 barragens de Porto Colômbia e Volta Grande. O sistema fonte-sumidouro,
813 exemplificado pelo desempenho funcional da escada de Igarapava (Godinho e
814 Kynard 2008), não se alteraria. Pompeu et. al. (2012) alertam aos riscos de
815 decréscimo do estoque pesqueiro a jusante em virtude da ausência de
816 movimentos descendentes. A existência de domiciliantes nessas populações e de
817 uma população residente no Mogi-Guaçu (Machado e Foresti 2012) minimiza,
818 por sua vez, esse risco. Passagens para peixes com sítios de desova a montante e
819 jusante são questionáveis pela possibilidade de populações se tornarem auto-
820 sustentáveis a longo prazo em ambas regiões, mas ao mesmo tempo, são
821 justificadas pela manutenção do fluxo gênico (Pompeu et. al. 2012).

822 O habitat de alimentação não seria alterado com as passagens para peixes.
823 É possível que curimatás domiciliantes, em migrações tróficas que
824 transpuserem as barragens, possam retornar ao sítio natal pelos vertedores (tal
825 como observado no presente estudo). Pode-se esperar entretanto, certa
826 mortalidade durante a descida pelos vertedores, mesmo que não tenha sido
827 detectada no presente trabalho. Dificilmente peixes utilizam passagens para
828 montante para deslocamentos descendentes (Godinho & Kynard, 2008, Pelicice e
829 Agostinho 2012, Pompeu et. al. 2012).

830 A passagem para peixes em Porto Colômbia poderia contribuir para o
831 aumento da densidade de curimatás no rio Sapucaí-Paulista. Embora estudos
832 específicos sejam necessários, é possível que, em virtude dos impactos negativos
833 causados pelas barragens de Porto Colômbia e Volta Grande, o uso desse
834 tributário por essa espécie esteja abaixo de sua capacidade suporte. É também

835 esperado aumento da densidade de curimatás ao sopé da barragem de Volta
836 Grande.

837 Na hipótese de construção de apenas uma passagem para peixes, a opção
838 mais adequada seria na barragem de Porto Colômbia. Isso porque o acúmulo de
839 peixes ao sopé dessa barragem é maior do que o da barragem de Volta Grande.
840 Outro motivo seria a melhor condição do rio Sapucaí-Paulista em comparação ao
841 rio Carmo.

842

843 **Benefícios da construção de passagens para peixes**

844 A construção de passagens para peixes nas barragens de Porto Colômbia e
845 Volta Grande poderá auxiliar na conservação e promover o aumento da
846 abundância do curimatá na região. Esse manejo se enquadraria, segundo
847 objetivos estabelecidos pela CEMIG, como ferramenta de conservação (Lopes
848 2012). A implementação de passagens para peixes nessas barragens poderá
849 contribuir para a manutenção da alta diversidade genética já existente no médio
850 rio Grande (Garcez et al. 2011). Melhoraria também a distribuição de peixes na
851 região, evitando seu acúmulo e sedentarismo ao sopé dessas barragens – onde
852 são alvos fáceis de pescadores ilegais, favorecendo a sobrepesca. Fortaleceria a
853 estrutura de meta-população e diminuiria as chances de que se torne uma meta-
854 população em desequilíbrio (Hanski e Simberloff 1997).

855 A maior parte dos peixes estudados que se acumula ao sopé das barragens
856 apresentou comportamento tipicamente vagante. Peixes vagantes não requerem
857 passagens para a jusante, que ainda é o gargalo tecnológico da engenharia do
858 setor (Godinho & Kynard, 2008). Outro ponto favorável a esse manejo, é a
859 presença de sítios de desova a jusante e montante das barragens de Porto

860 Colômbia e Volta Grande (rios Mogi-Guaçu, Sapucaí-Paulista e Carmo). Peixes
861 sedentários ao sopé dessas barragens poderão usar sítios de desova a montante
862 e contribuir para uma população maior e auto-sustentável.

863

864 **Riscos da construção de passagens para peixes**

865 Passagens para peixes construídas em situações inadequadas podem
866 comprometer ainda mais a população remanescente a jusante dos barramentos.
867 Pelicice e Agostinho (2008) descrevem quatro precondições para que passagens
868 para peixes funcionem como armadilhas ecológicas. Contudo, no caso das
869 barragens de Porto Colômbia e Volta Grande, a teoria de armadilhas ecológicas
870 não se aplicaria pois, as precondições 2- migração unidirecional e 3- habitats a
871 montante da barragem de baixa qualidade para reprodução e desenvolvimento
872 dos alevinos não se aplicam ao trecho estudado no rio Grande. Observei que
873 peixes são capazes de atravessar grandes reservatórios como os de Porto
874 Colômbia e Volta Grande através de movimentos migratórios descendentes.
875 Além de serem capazes de transpor as barragens e continuar sua migração para
876 a jusante. Também determinei atividade reprodutiva e presença de berçários da
877 espécie a montante de ambas barragens. Embora isso, para que essas condições
878 sejam mantidas é importante que medidas de manejo apresentadas a seguir
879 sejam corretamente implementadas.

880 A porcentagem de transposição para curimatás (25%) pela escada para
881 peixes de Igarapava pode ser algo favorável, uma vez que evita a subida
882 excessiva de peixes (que possa comprometer a população de jusante) e
883 minimiza a chance de que esse manejo venha diminuir o estoque de curimatás
884 remanescente a jusante (Agostinho *et al.* 2002). Entre os anos de 2003 e 2004,

885 Silva (2012) encontrou eficiência com cerca de 70% na transposição de
886 curimatás nessa escada. A possibilidade dessa maior taxa de transposição faz
887 com que a melhoria da qualidade ambiental e conservação do rio Carmo, seja
888 ainda mais importante. Assim, o aumento da produção de peixes no rio Carmo
889 contribuiria para amortecer eventuais impactos negativos gerados pela
890 transposição excessiva de peixes.

891

892 **Recomendações para manejo de passagens para peixes**

893 Para que a passagem para peixes em Porto Colômbia funcione como
894 ferramenta de conservação, é essencial boa qualidade ambiental nos rios Grande,
895 Pardo, Mogi-Guaçu e Sapucaí-Paulista. É de grande importância mapear onde
896 ocorre a desova no Mogi-Guaçu e quais lagoas marginais funcionam como
897 berçários nesses rios, para que assim, medidas de conservação sejam mais
898 efetivas. Makrakis et al. (2012) alertam sobre a intensa movimentação de
899 curimatás entre o rio principal e seus tributários, assim como a importância da
900 conservação dos mesmos. É preocupante a situação de conservação do rio
901 Sapucaí-Paulista, dada sua desvalorizada importância como sítio de desova. É
902 clara a má utilização do solo à suas margens, onde a mata ciliar muitas vezes
903 cede espaço aos campos agrícolas na região. Também é preocupante
904 empreendimentos que nele ocorrem, como por exemplo, a construção de duas
905 pequenas centrais hidrelétricas que estão em andamento.

906 Para implementar uma passagem para peixes em Volta Grande com
907 objetivo de conservação do curimatá é necessário melhorar a qualidade
908 ambiental e a conservação do rio Carmo. Assim, peixes que transpusessem essa
909 barragem teriam o rio Carmo a montante como sítio de desova com a capacidade

910 suporte necessária à nova demanda dos peixes. Para aqueles curimatás que não
911 a transpusessem ou que retornassem a jusante, haveria o rio Sapucaí-Paulista
912 como opção de sítio de desova. Caso o estado de conservação do rio Carmo piore,
913 sua função de sítio de desova e/ou berçário poderia ficar comprometida. Nessa
914 situação, a passagem para peixes em Volta Grande criaria um sistema fonte-
915 sumidouro (Godinho e Kynard 2008), tal como é hoje, a escada de peixes de
916 Igarapava.

917 Além da restauração e conservação dos rios Carmo, Sapucaí-Paulista e
918 Pardo-Mogi-Guaçu, outras medidas são necessárias para assegurar e avaliar o
919 uso de passagem para peixes no manejo do curimatá (Tabela 6). Será
920 necessário monitorar a abundância de peixes a jusante e montante de cada uma
921 das barragens envolvidas. É importante que esse monitoramento ocorra antes e
922 depois da construção das passagens para peixes e que se perpetue durante todo
923 período de seu funcionamento. Será importante monitorar a variação temporal
924 da densidade de ovos e larvas nos tributários Carmo, Sapucaí-Paulista e Pardo-
925 Mogi-Guaçu, além do monitoramento da presença e abundância de alevinos em
926 suas lagoas marginais. O trânsito de peixes pelas passagens para peixes deverá
927 ser quantificado. As passagens para peixes precisarão contar com mecanismo de
928 fechamento para, se necessário, conter subidas excessivas.

929 É importante lembrar que existem outros peixes migradores nessa região.
930 Assim, estudos similares ao desenvolvido por mim precisam ser realizados para
931 outras espécies como o dourado (*Salminus brasiliensis*), piapara (*Leporinus*
932 *obtusidens*), mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*). A seletividade da passagem
933 (Godinho e Kynard 2008, Roscoe e Hinch 2010) e dominância de algumas

934 espécies que a utilizam (Pompeu et. al. 2012) são questões que também deverão
935 ser abordadas para a implementação desse manejo.

Tabela 1: Características das barragens na área de estudos no rio Grande.

Barragem	Ano de construção	Potência (MW)	Área alagada (km ²)	Altura (m)	Distância da foz (kmr)
Marimbondo	1975	1.440	438	94	252
Porto Colômbia	1973	320	143	40	380
Volta Grande	1974	380	222	56	434
Igarapava	1998	210	41	32	515
Jaguara	1971	424	36	71	563

Tabela 2: Distribuição dos peixes marcados por número, local de soltura e sexo.

Procedência	Local de soltura/Sexo								Total
	Porto Colômbia				Volta Grande				
	Jusante		Montante		Jusante		Montante		
	M	F	M	F	M	F	M	F	
<i>Primeira marcação</i>									
Jusante de Porto Colômbia	10	10	10	10	-	-	10	10	60
Jusante de Volta Grande	-	-	-	-	10	10	11	9	40
<i>Segunda marcação</i>									
Jusante Porto Colômbia	-	7	1	4	-	-	-	-	12
Total	10	17	11	14	10	10	21	19	112

Tabela 3: Dados biométricos dos peixes marcados.

Número	Local de captura	Dias rastreados	CP (cm)	PC	Sexo	EMG	Data de soltura	Situação
Soltos a jusante da barragem de Porto Colômbia								
1	Jusante de PC	312	46,0	2790	F	1	12/15/2010	Vivo
2	Jusante de PC	424	40,0	1460	M	1	12/13/2010	Vivo
3	Jusante de PC	66	36,0	1160	M	2A	12/12/2010	Morto
4	Jusante de PC	428	36,0	1290	F	1	12/13/2010	Desaparecido
5	Jusante de PC	175	38,0	1160	F	1	12/13/2010	Morto
6	Jusante de PC	16	43,0	1700	M	1	01/06/2012	Desaparecido
7	Jusante de PC	370	52,0	2950	F	3	01/07/2012	Vivo
8	Jusante de PC	444	44,0	2480	F	1	12/13/2010	Desaparecido
9	Jusante de PC	457	43,0	1860	F	1	12/13/2010	Vivo
10	Jusante de PC	334	45,0	2020	F	1	01/07/2012	Vivo
11	Jusante de PC	457	38,5	1440	F	1	12/13/2010	Vivo
12	Jusante de PC	457	40,3	1820	M	2A	12/15/2010	Vivo
13	Jusante de PC	125	45,0	2000	F	1	01/07/2012	Vivo
14	Jusante de PC	457	40,5	1460	M	1	12/13/2010	Vivo
15	Jusante de PC	685	42,5	1900	M	2A	12/15/2010	Vivo
16	Jusante de PC	158	35,0	1020	M	1	12/12/2010	Morto
17	Jusante de PC	212	43,8	2060	F	1	12/15/2010	Morto
18	Jusante de PC	449	46,0	2280	M	2A	12/15/2010	Vivo
19	Jusante de PC	687	35,4	1220	F	1	12/15/2010	Vivo
20	Jusante de PC	604	35,5	1170	F	1	12/15/2010	Imóvel
21	Jusante de PC	655	45,0	2180	F	2A	12/13/2010	Imóvel
22	Jusante de PC	605	38,5	1380	M	2A	12/12/2010	Imóvel
23	Jusante de PC	656	35,0	1140	M	1	12/12/2010	Imóvel
24	Jusante de PC	214	39,0	1800	F	1	01/07/2012	Vivo
25	Jusante de PC	438	39,5	1540	M	2A	12/12/2010	Imóvel
Soltos a montante da barragem de Porto Colômbia								
26	Jusante de PC	248	52,0	3250	F	1	01/06/2012	Vivo
27	Jusante de PC	447	34,5	1000	F	1	12/12/2010	Imóvel
28	Jusante de PC	53	44,5	2280	F	1	12/21/2010	Morto
29	Jusante de PC	349	41,7	1880	M	2B	12/12/2010	Morto
30	Jusante de PC	651	40,5	1500	F	1	12/12/2010	Desaparecido
31	Jusante de PC	651	35,0	1180	M	2A	12/12/2010	Desaparecido
32	Jusante de PC	309	37,0	1100	M	2B	12/13/2010	Morto
33	Jusante de PC	337	40,2	1480	F	1	12/15/2010	Morto
34	Jusante de PC	378	45,0	2040	F	1	01/06/2012	Vivo
35	Jusante de PC	268	42,0	1790	F	1	01/06/2012	Vivo
36	Jusante de PC	617	43,0	2060	M	2A	12/15/2010	Morto
37	Jusante de PC	180	41,5	1940	M	2A	12/21/2010	Vivo
38	Jusante de PC	102	41,0	1630	F	1	01/06/2012	Vivo
39	Jusante de PC	457	47,0	2490	M	2B	12/13/2010	Vivo
40	Jusante de PC	51	43,0	1800	F	1	01/06/2012	Vivo
41	Jusante de PC	605	40,0	1560	M	2A	12/13/2010	Vivo
42	Jusante de PC	687	38,5	1240	M	2A	12/13/2010	Vivo
43	Jusante de PC	505	41,0	1580	M	2A	12/13/2010	Desaparecido
44	Jusante de PC	446	36,8	1160	F	1	12/15/2010	Desaparecido
45	Jusante de PC	446	40,0	1600	F	1	12/15/2010	Desaparecido

Continua.

Tabela 3: Dados biométricos. *Continuação.*

Número	Local de captura	Dias rastreados	CP (cm)	PC (g)	Sexo	EMG	Data de soltura	Situação
46	Jusante de PC	499	43,5	2120	M	2A	12/15/2010	Desaparecido
47	Jusante de PC	604	43,0	1780	F	1	12/13/2010	Vivo
48	Jusante de PC	557	37,4	1100	F	1	12/12/2010	Desaparecido
49	Jusante de PC	616	45,0	2320	F	1	12/13/2010	Desaparecido
50	Jusante de PC	651	40,0	1620	M	2A	12/13/2010	Vivo
51	Jusante de PC	207	41,0	1500	F	1	01/06/2012	Vivo
52	Jusante de PC	-	42,0	1710	F	1	01/06/2012	Desaparecido
Soltos a jusante da barragem de Volta Grande								
53	Jusante de VG	619	48,5	2890	M	2C	12/31/2010	Vivo
54	Jusante de VG	714	47,0	2690	M	2A	01/03/2011	Vivo
55	Jusante de VG	340	69,0	10140	F	3	12/31/2010	Morto
56	Jusante de VG	645	63,0	6140	F	2C	12/31/2010	Vivo
57	Jusante de VG	643	54,0	3940	F	2A	12/31/2010	Vivo
58	Jusante de VG	639	50,5	3280	M	2B	01/05/2011	Imóvel
59	Jusante de VG	633	52,0	3790	F	2A	01/11/2011	Vivo
60	Jusante de VG	633	52,0	4690	F	2C	01/11/2011	Vivo
61	Jusante de VG	692	49,0	3240	F	1	01/11/2011	Vivo
62	Jusante de VG	743	47,0	2260	M	2A	12/31/2010	Vivo
63	Jusante de VG	671	49,0	2790	M	2B	01/04/2011	Vivo
64	Jusante de VG	726	52,5	3940	F	1	01/04/2011	Vivo
65	Jusante de VG	484	50,0	3090	M	2A	01/11/2011	Desaparecido
66	Jusante de VG	649	46,0	2740	M	2B	01/05/2011	Vivo
67	Jusante de VG	635	52,0	3940	F	1	01/04/2011	Vivo
68	Jusante de VG	645	51,0	3190	M	2B	12/31/2010	Vivo
69	Jusante de VG	644	50,0	3390	M	2B	12/31/2010	Vivo
70	Jusante de VG	181	56,0	4390	F	2C	01/11/2011	Vivo
71	Jusante de VG	646	60,0	5240	F	1	01/05/2011	Imóvel
72	Jusante de VG	759	45,0	2140	M	2A	01/04/2011	Vivo
Soltos a montante da barragem de Volta Grande								
73	Jusante de PC	740	33,0	860	M	2A	12/12/2010	Imóvel
74	Jusante de PC	604	53,0	3290	F	1	12/12/2010	Imóvel
75	Jusante de PC	609	36,5	1200	F	1	12/12/2010	Desaparecido
76	Jusante de PC	403	34,8	1040	M	2A	12/18/2010	Desaparecido
77	Jusante de PC	461	40,0	1780	M	2B	12/12/2010	Vivo
78	Jusante de PC	403	48,0	3040	F	1	12/12/2010	Desaparecido
79	Jusante de PC	454	39,9	2060	M	2A	12/14/2010	Desaparecido
80	Jusante de PC	398	49,7	3100	F	1	12/18/2010	Vivo
81	Jusante de PC	256	38,0	1440	M	1	12/14/2010	Morto
82	Jusante de PC	645	43,5	2120	M	2B	12/14/2010	Vivo
83	Jusante de PC	426	51,5	3490	F	1	12/14/2010	Desaparecido
84	Jusante de PC	652	46,7	2990	F	1	12/18/2010	Vivo
85	Jusante de PC	603	47,0	2440	F	1	12/12/2010	Desaparecido
86	Jusante de PC	25	36,8	1200	M	2A	12/14/2010	Vivo
87	Jusante de PC	142	37,0	1100	F	1	12/14/2010	Morto
88	Jusante de PC	460	44,0	2080	F	1	12/14/2010	Vivo
89	Jusante de PC	644	45,3	2840	F	2B	12/14/2010	Vivo
90	Jusante de PC	449	33,8	1000	M	2A	12/18/2010	Desaparecido

Continua.

Tabela 3: Dados biométricos. *Continuação.*

Número	Local de captura	Dias rastreados	CP (cm)	PC	Sexo	EMG	Data de soltura	Situação
91	Jusante de PC	618	43,8	2340	M	2A	12/18/2010	Vivo
92	Jusante de PC	532	43,0	2340	M	2A	12/14/2010	Vivo
93	Jusante de VG	599	60,5	5590	M	2A	12/31/2010	Vivo
94	Jusante de VG	672	55,0	3990	F	1	01/04/2011	Desaparecido
95	Jusante de VG	414	56,0	3640	F	2A	01/11/2011	Vivo
96	Jusante de VG	630	49,0	3140	M	2B	01/11/2011	Vivo
97	Jusante de VG	565	49,5	3290	F	1	01/02/2011	Vivo
98	Jusante de VG	428	59,0	2890	M	2B	01/11/2011	Vivo
99	Jusante de VG	261	45,5	2540	M	2A	01/04/2011	Desaparecido
100	Jusante de VG	408	55,5	5140	F	1	01/11/2011	Vivo
101	Jusante de VG	427	52,0	3890	F	2A	12/31/2010	Vivo
102	Jusante de VG	599	48,0	2390	M	2B	01/11/2011	Vivo
103	Jusante de VG	659	50,0	2690	M	2A	12/31/2010	Vivo
104	Jusante de VG	677	54,0	3790	F	2A	12/31/2010	Vivo
105	Jusante de VG	640	45,5	2280	F	1	01/04/2011	Vivo
106	Jusante de VG	552	58,0	6440	F	2C	01/05/2011	Desaparecido
107	Jusante de VG	436	45,5	2040	M	2B	01/11/2011	Vivo
108	Jusante de VG	626	56,0	4940	F	2C	01/11/2011	Vivo
109	Jusante de VG	645	50,0	3290	M	2B	01/11/2011	Vivo
110	Jusante de VG	349	52,4	2690	M	2B	12/31/2010	Vivo
111	Jusante de VG	706	45,0	2000	M	2C	12/31/2010	Vivo
112	Jusante de VG	741	48,5	2840	M	2A	01/04/2011	Desaparecido

Tabela 4: Etograma das categorias e condutas observadas dentre os peixes marcados com transmissores.

Categorias	Conduta
Sedentário	Permanência próxima à barragem por duas estações reprodutivas consecutivas (≥ 12 meses). Deslocamento local (< 3 km)
Deslocar para jusante	Deslocamento curto (> 3 km e ≤ 5 km) Deslocamento longo (> 5 km)
Deslocar para montante	Não alcançar a barragem de montante Alcançar a barragem de montante e tornar-se sedentário Alcançar a barragem de montante e retornar ao local de soltura
Usar tributário	Usar a usar a escada de peixes de Igarapava Sem retorno ao rio Grande Com retorno ao rio Grande e deslocamento para jusante Com retorno ao rio Grande e deslocamento para montante

Tabela 5: Número de peixes por categoria comportamental e local de soltura. Porcentagem do total da coluna entre parêntesis. JPC= jusante de Porto Colômbia; RPC= reservatório de Porto Colômbia; JVG= jusante de Volta Grande; RPC= reservatório de Volta Grande; símbolo “-” indica ausência de peixes na categoria. Valores em negrito indicam as maiores frequências de comportamentos observados para cada uma das categorias comportamentais.

Categoria comportamental	Local de soltura				Total
	JPC	RPC	JVG	RVG	
Sedentário	9 (45%)	4 (18%)	17 (85%)	3 (9%)	33 (36%)
Deslocar para jusante	10 (50%)	3 (14%)	3 (15%)	5 (15%)	21 (22%)
Deslocar para montante	-	12 (55%)	-	22 (67%)	34 (36%)
Uso de tributário	1 (5%)	3 (14%)	-	4 (12%)	8 (8%)
Total	20	22	20	34	6

Tabela 6: Ações de manejo recomendadas para a conservação de curimatás no médio-baixo rio Grande.

Ações	Rio			
	Grande	Pardo-Mogi-Guaçu	Sapucaí-Paulista	Carmo
Preservar sítios de desova	-	Mapear e incluir em programas de proteção ambiental.	Mapear e incluir em programas de proteção ambiental.	Mapear e incluir em programas de proteção ambiental.
Preservar berçários naturais	Mapear e monitorar presença de alevinos em várzeas.	Mapear e monitorar presença de alevinos em lagoas marginais.	Mapear e monitorar presença de alevinos em lagoas marginais.	Mapear e monitorar presença de alevinos em lagoas marginais.
Monitorar	Abundância de peixes a jusante e montante das barragens.	Abundâncias de adultos, jovens, ovos e larvas	Abundâncias de adultos, jovens, ovos e larvas.	Abundâncias de adultos, jovens, ovos e larvas.
Recuperar e conservar	Intensificar vigilância sobre a pesca. Identificar e fiscalizar fontes poluidoras. Recuperar estado de conservação de matas ciliares.	Intensificar vigilância sobre a pesca. Identificar e fiscalizar fontes poluidoras. Recuperar estado de conservação de matas ciliares.	Intensificar vigilância sobre a pesca. Identificar e fiscalizar fontes poluidoras. Recuperar estado de conservação de matas ciliares. Analisar impactos que serão gerados por PCH em construção nesse rio.	Intensificar vigilância sobre a pesca. Identificar e fiscalizar fontes poluidoras. Recuperar estado de conservação de matas ciliares. Reverter o processo de assoreamento existente nesse rio.

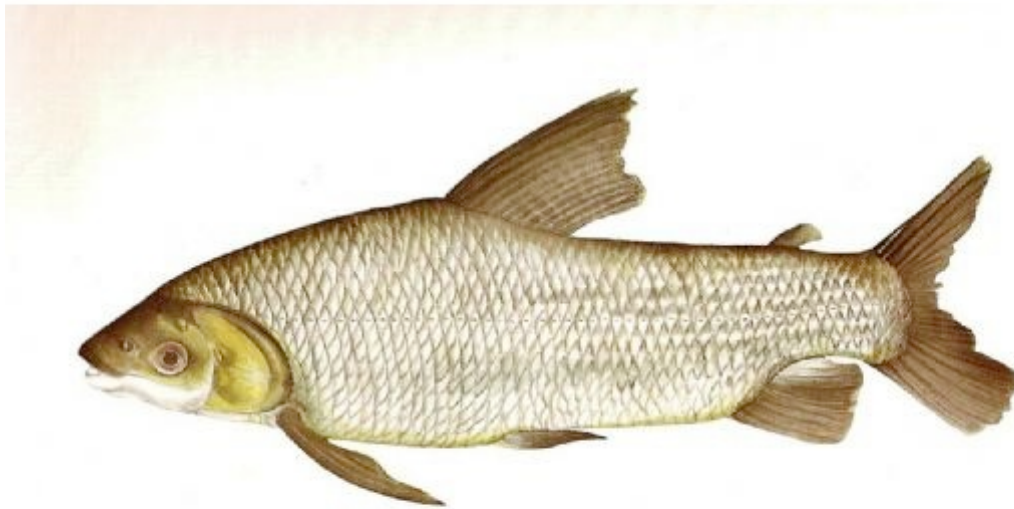


Figura 1: Curimbatá *Prochilodus lineatus* (Fonte: www.ecoadventures.com.br).

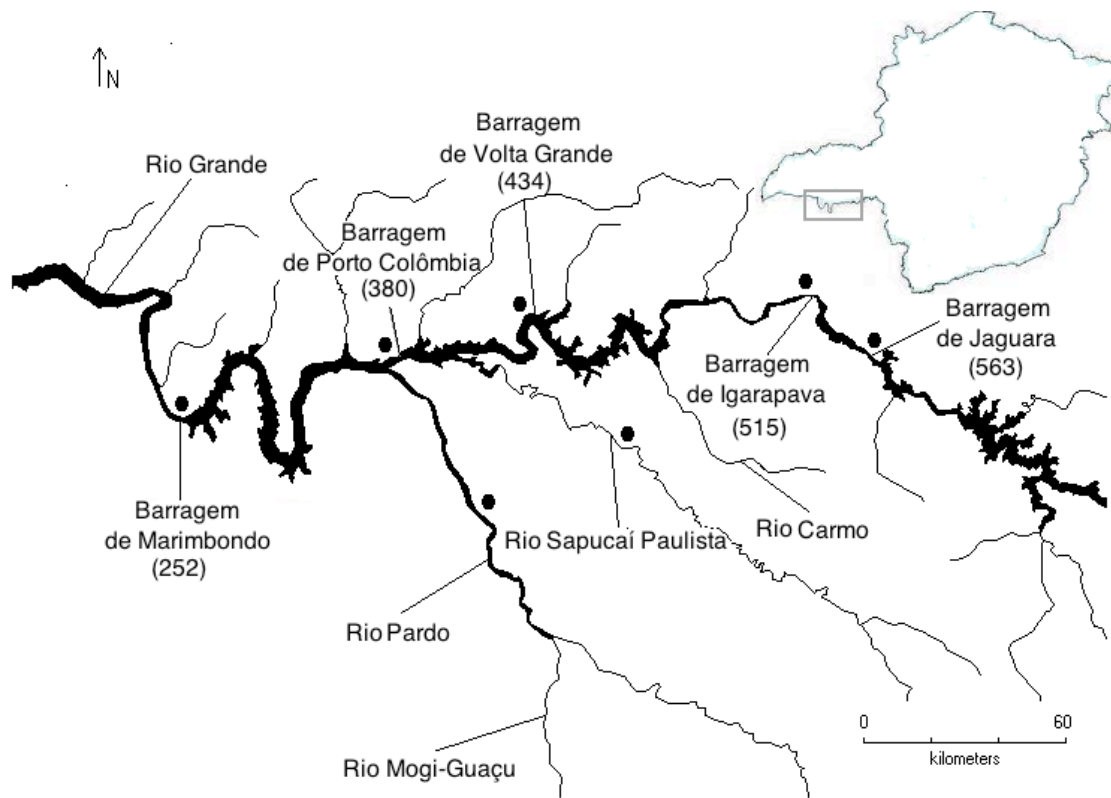


Figura 2: Principais rios e barragens na área de estudo. Kmr das barragens entre parêntesis. Círculos pretos indicam localização das estações automáticas de telemetria (EAT).

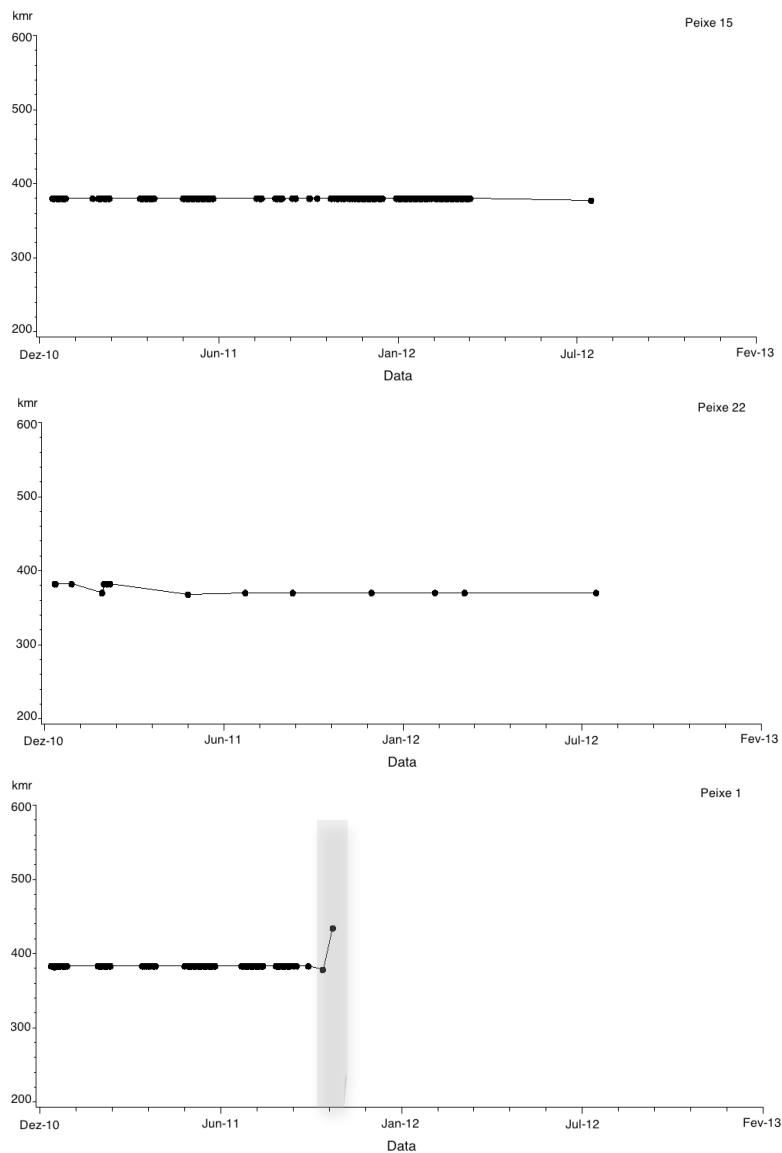


Figura 3: Exemplo das categorias de comportamento sedentário (painel superior), deslocar para jusante (central) e usar tributário (painel inferior) de curimatás soltos ao sopé da barragem de Porto Colômbia. Retângulo cinza no painel inferior indica época (dezembro de 2011) de uso do tributário.

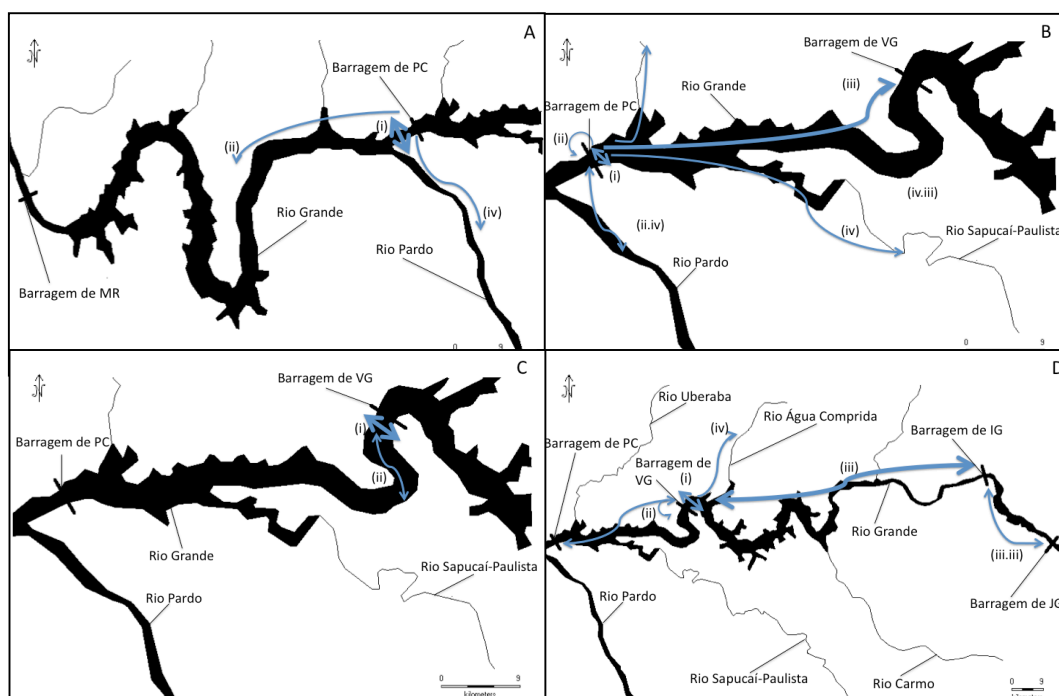


Figura 4: Categorias e condutas de comportamentos realizadas por curimatás. A espessura do traço indica a frequência de ocorrência da conduta. (A) Peixes soltos a jusante da barragem de Porto Colômbia. (B) Peixes soltos no reservatório de Porto Colômbia. (C) Peixes soltos a jusante da barragem de Volta Grande. (D) Peixes soltos no reservatório de Volta Grande. (i) Peixes permanecem ao sopé da barragem, realizando curtas movimentações na região. (ii) Peixes que deslocaram para jusante. (iii) Peixes que alcançam a barragem a montante. (iv) Peixes que usam tributários. (ii.iv) Peixes que deslocaram para jusante e usaram tributários. (iv.iii) Peixes que usaram tributários e regressaram ao rio Grande e deslocaram para montante. (iii.iii) Peixes que alcançam a barragem a montante e transpuseram a escada de peixes de Igarapava, e alcançaram a barragem de Jaguará.

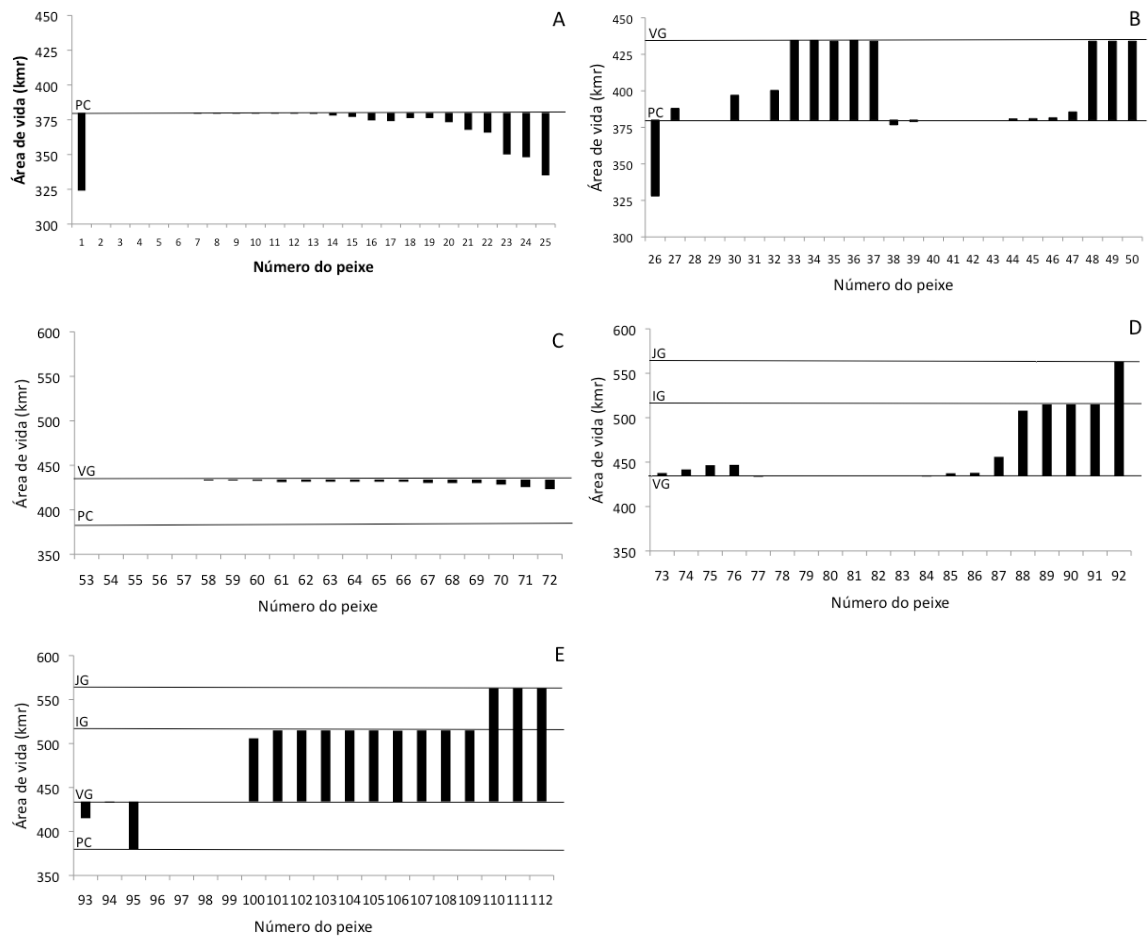


Figura 5: Área de vida linear dos curimatás. (A) Soltos a jusante da barragem de Porto Colômbia (PC). (B) Soltos no reservatório de Porto Colômbia. (C) Soltos a jusante da barragem de VG. (D) Peixes capturados a jusante da barragem de PC e soltos no reservatório de Volta Grande. (E) Peixes capturados a jusante de da barragem de VG e soltos no reservatório de Volta Grande. Linhas horizontais indicam localização das barragens de Porto Colômbia (PC), Volta Grande (VG), Igarapava (IG) e Jaguara (JG).

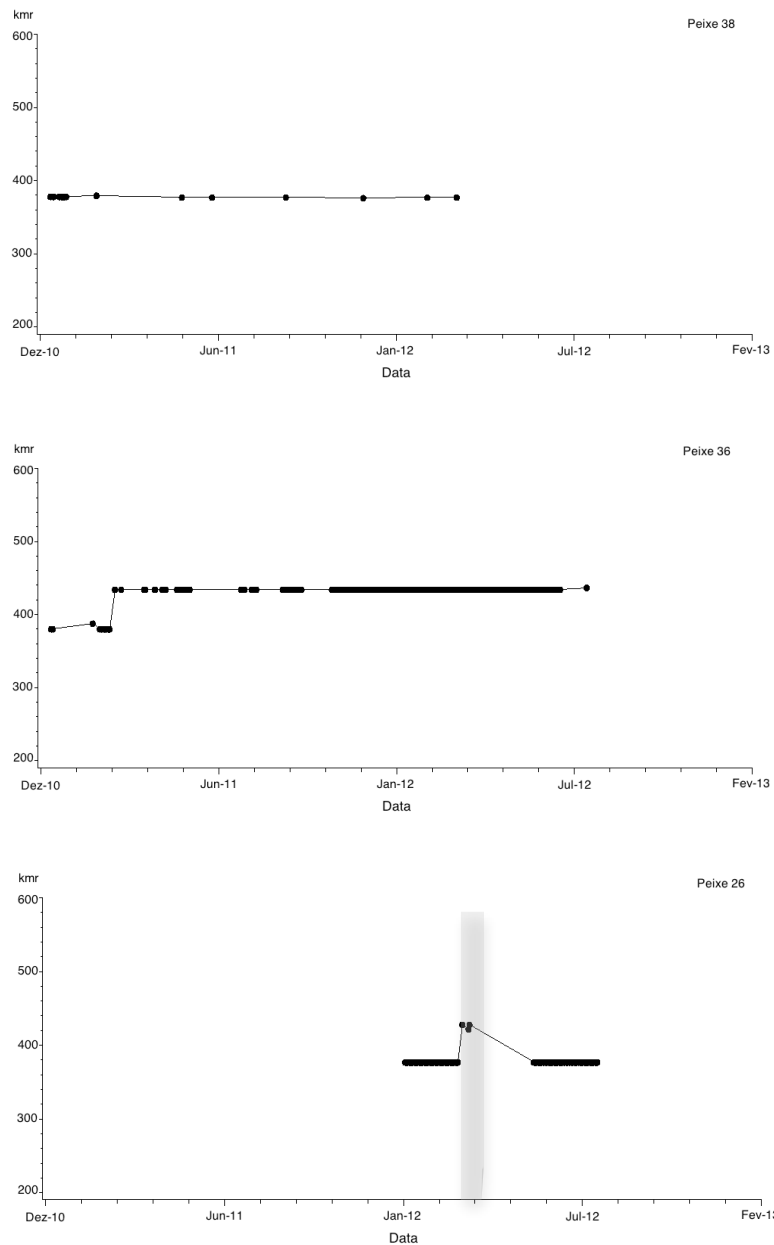


Figura 6: Exemplo das categorias de comportamento sedentário (painel superior), deslocar para montante (painel central), usar tributário (painel inferior) de curimatás soltos no reservatório de Porto Colômbia. Retângulo cinza no painel inferior indica época (março de 2012) de uso do tributário.

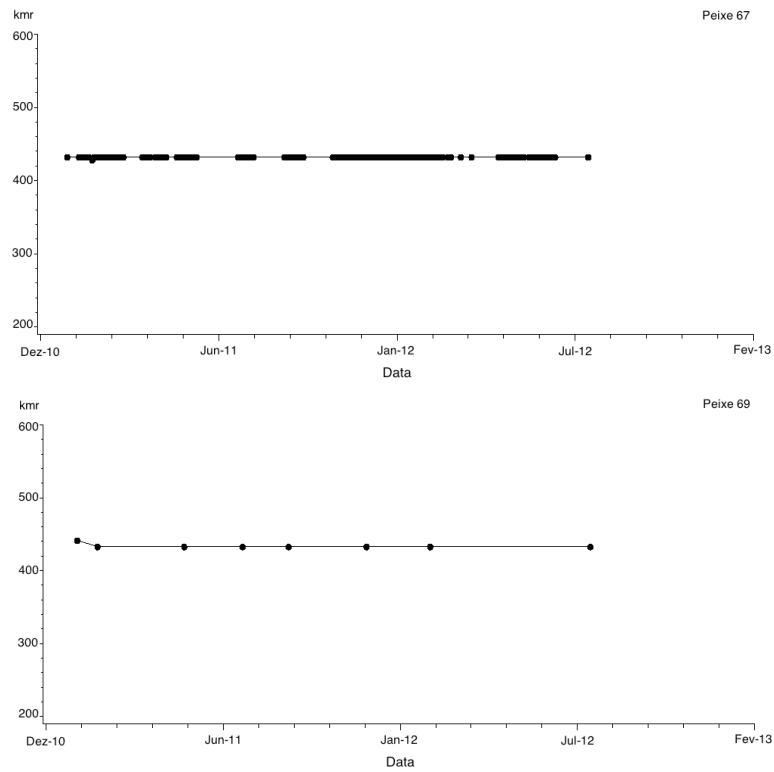


Figura 7: Exemplo das categorias de comportamento sedentário (painel superior) e deslocar a jusante (painel inferior) de curimatás soltos ao sopé da barragem de Volta Grande.

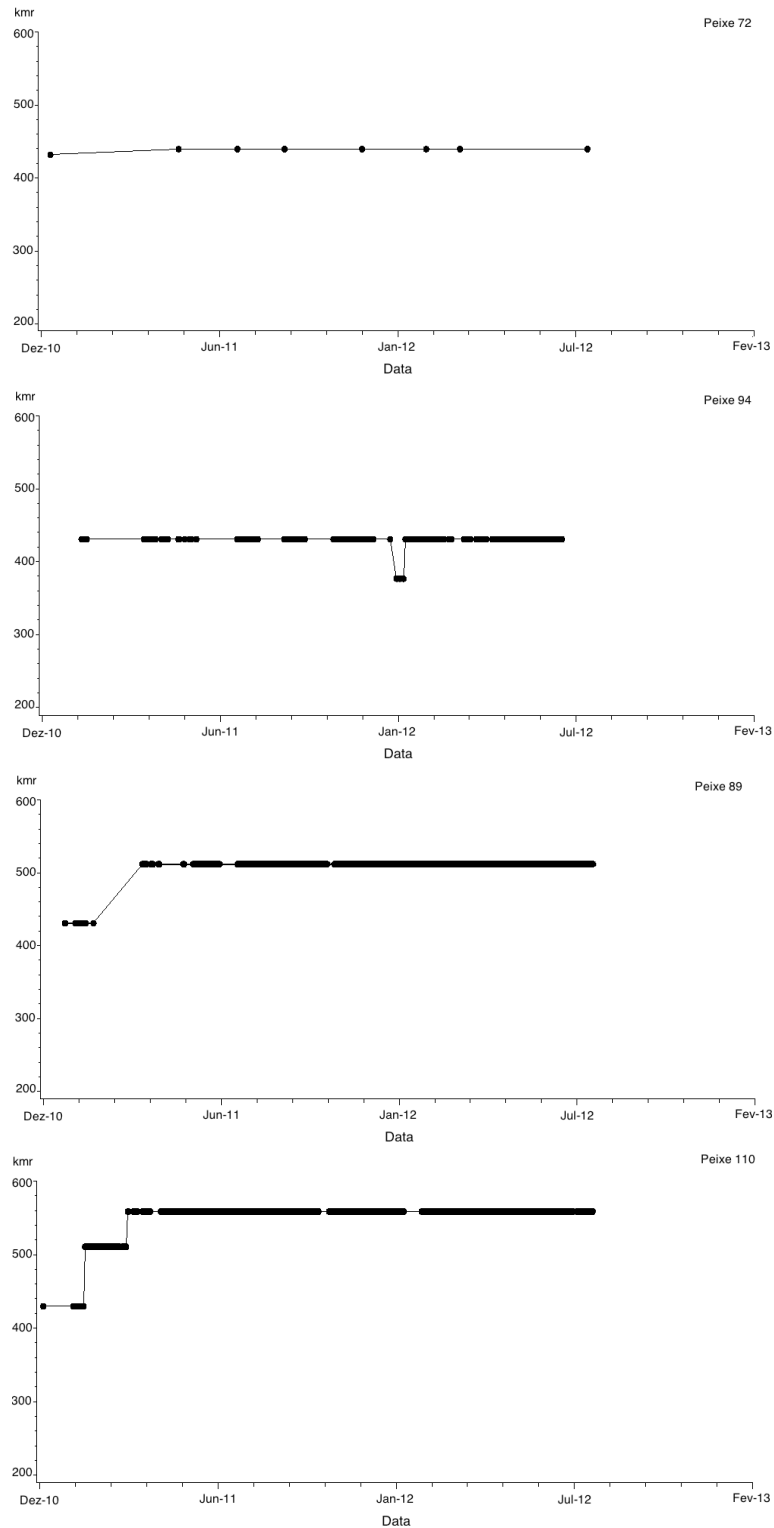


Figura 8: Exemplo de três categorias de comportamento: sedentário (primeiro painel), deslocar a jusante (segundo painel) e deslocar para montante (terceiro e quarto painéis) de curimatás no reservatório de Volta Grande. O painel inferior é exemplo de um peixe que transpôs a escada de Igarapava.

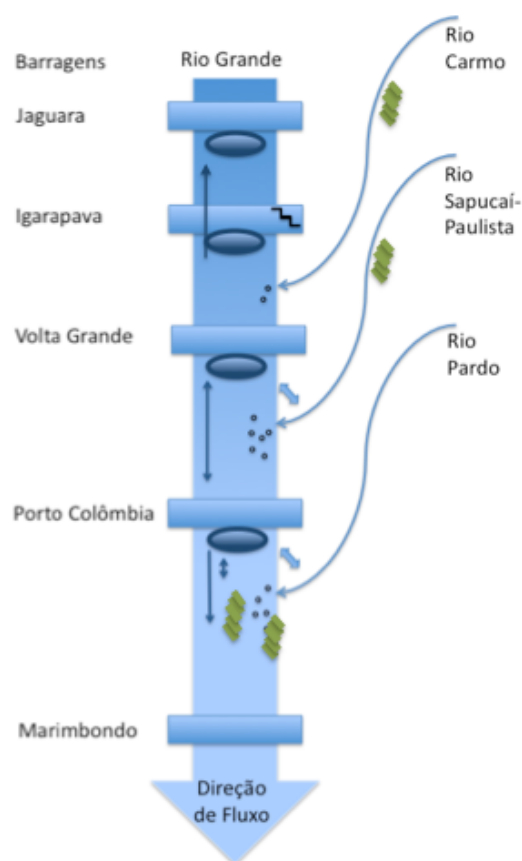


Figura 9: Modelo conceitual vigente. Seta grande central (↓) representa o rio Grande e direção do fluxo de água. Os símbolos ovais (○) representam locais de maior acúmulo de curimatás na região. As setas menores no rio Grande (↓, ↑ e ⇅), assim como as laterais (↯), representam os principais movimentos realizados pelos curimatás presentes a jusante de PC e VG. O símbolo (↯) indica a escada de peixes da barragem de Igarapava. Os pontos pretos representam ovos e larvas oriundos dos rios Carmo, Sapucaí Paulista e Pardo. Regiões rachuradas (⊞) representam berçários naturais.

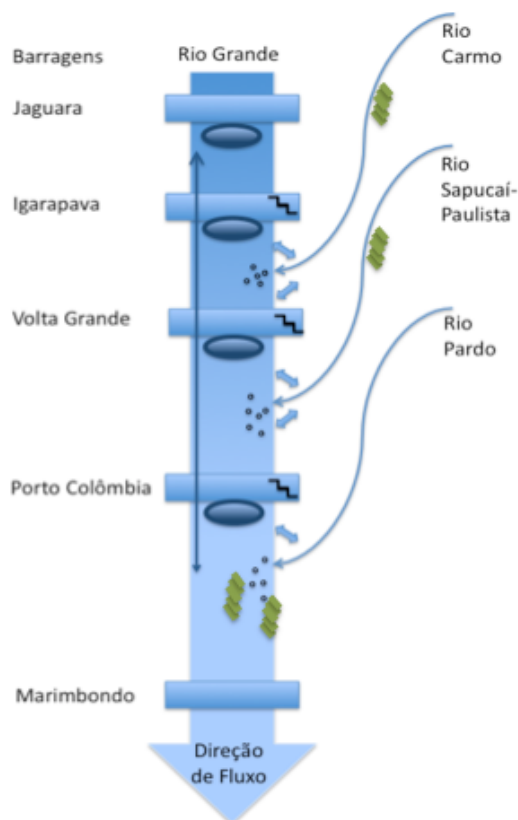


Figura 10: Modelo conceitual preditivo. Implementação de passagens para peixes nas barragens de Porto Colômbia e Volta Grande. Seta grande central (\Downarrow) representa o rio Grande e direção do fluxo de água. Os símbolos ovais (\circ) representam locais de maior acúmulo de curimatás na região. A seta menores no rio Grande (\updownarrow), assim como as laterais (\downarrow e \uparrow), representam os principais movimentos realizados pelos curimatás presentes a jusante de PC e VG. Os símbolos (escada) indicam escadas de peixes. Os pontos pretos representam ovos e larvas oriundos dos rios Carmo, Sapucaí Paulista e Pardo. Regiões rachuradas (rachurado) representam berçários naturais.

CAPÍTULO 2

COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO DO CURIMBATÁ (*PROCHILODUS LINEATUS*) E PACU (*PIARACTUS MESOPOTAMICUS*) ESTOCADOS EM DOIS RESERVATÓRIOS DO RIO GRANDE, MG

Resumo

Algumas espécies de peixes da megadiversa fauna brasileira realizam migrações ao longo dos rios em diferentes fases da vida entre habitats essenciais ao seu ciclo de vida. Para suprir a crescente demanda de energia no Brasil, grande número de barragens hidroelétricas foram construídas ao longo dos rios. Essas barragens geram profundas alterações no hábitat e obstruem rotas de peixes migradores. Esses impactos são suficientes para causar queda na abundância e extinção local de peixes migradores. Com intenção de conter o declínio das espécies migradoras, peixes de cativeiro são estocados em diversas partes do mundo, sem estudos ou monitoramentos para avaliação de seus efeitos. Assim, diversos programas de estocagem acarretaram em fracassos e gastos indevidos de dinheiro. a partir da década de 80, estudos sobre o comportamento de peixes estocados e seus efeitos no ecossistema avaliaram como as formas de estocagem afetam o comportamento dos peixes e o sucesso desse manejo. Com objetivo de descrever o comportamento de peixes estocados, analisei o movimento de curimbatás e pacus de cativeiro com marcas tipo LEA, soltos nos reservatórios de Itutinga (RI) e Camargos (RC), no alto rio Grande, MG. Os resultados mostram que peixes do RI se deslocaram para três locais: no próprio reservatório de Itutinga, rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga e o reservatório de Furnas, sendo este último o mais frequente. Peixes do RC se deslocaram para cinco locais: no próprio reservatório de Camargos, o rio Grande a montante do reservatório de Camargos, o rio Aiuruoca a montante do reservatório de Camargos, o rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga e o reservatório de Furnas, sendo o local mais frequente, a montante do RC. Dos peixes do RI, as maiores distâncias de recaptura foram 236 kmr para curimbatás e 274 kmr para pacus a jusante do local. As maiores distâncias de recaptura dos peixes do RC foram a 113 kmr a montante para curimbatás e a 161 kmr a jusante para pacus. Conclui-se com este estudo que é necessário o monitoramento dos estoques pesqueiros para reavaliação da relação custo-benefício. É possível que a estocagem do curimbatá nos reservatórios de Itutinga e Camargos seja pouco efetiva para a manutenção de estoques pesqueiros na região, pois grande parte dos peixes migraram grandes distâncias do local de estocagem. A estocagem de pacu no alto rio Grande não é recomendada por não ser ele nativo nesse trecho da bacia. O curto tempo de recaptura da maior parte dos peixes e a rápida diminuição no número de recapturas até cessarem por completo sugerem que peixes estocados no RI e RC são, aparentemente, um recurso de curta disponibilidade. Monitoramentos experimentais e do desembarque pesqueiro comercial devem ser implementados para que os custos (financeiros e ambientais) e benefícios da estocagem sejam reavaliados.

47 **Introdução**

48 Algumas espécies de peixes da megadiversa fauna brasileira (Buckup *et*
49 *al.*, 2007) realizam migrações ao longo dos rios em diferentes fases da vida entre
50 habitats essenciais ao seu ciclo de vida (e.g., Godoy, 1975; Petrere, 1985;
51 Barthem & Goulding, 1997; Carolsfeld, 2003; Godinho *et al.*, 2006a; Godinho &
52 Kynard, 2008).

53 Para suprir a crescente demanda de energia no Brasil, grande número de
54 barragens hidroelétricas foram construídas ao longo dos rios (Agostinho *et al.*,
55 2002). Essas barragens geram profundas alterações no hábitat e obstruem rotas
56 de peixes migradores. Esses impactos são suficientes para causar queda na
57 abundância e extinção local de peixes migradores (Swales, 1989; Welcomme,
58 1989; FAO/DVWK, 2002; Agostinho *et al.*, 2007). Ao se depararem com essas
59 barreiras, alguns podem buscar por sítios alternativos de desova (Antônio *et al.*,
60 2007) embora, normalmente, venham apresentar maior frequência de ovócitos
61 em atresia e maiores taxas de regressão gonadal (Agostinho *et al.*, 1993;
62 Agostinho *et al.*, 2003).

63 Com intenção de conter o declínio das espécies migradoras, peixes de
64 cativeiro são estocados em diversas partes do mundo, sem estudos ou
65 monitoramentos para avaliação de seus efeitos. Assim, diversos programas de
66 estocagem acarretaram em fracassos e gastos indevidos de dinheiro (Cowx,
67 1999). No Brasil, não tem sido diferente e apesar de milhões de peixes já terem
68 sido estocados, poucos estudos foram desenvolvidos para o aprimoramento
69 técnico-científico desse manejo. Apoiadas pela opinião pública e com forte apelo
70 político, estocagens com peixes nativos e exóticos vêm ocorrendo em todo país. A
71 sociedade impulsionada pelo consenso popular de “quanto mais peixes melhor” e

72 de “que peixe é peixe”, realizou inadvertidamente inúmeras estocagens. Por fim,
73 muitas delas acabaram por comprometer ainda mais a integridade das
74 comunidades de peixes nativos remanescentes em regiões afetadas por
75 empreendimentos (Amarasinghe, 1998; Vieira & Pompeu, 2001; Agostinho *et al.*,
76 2005; Agostinho *et al.*, 2010). Monitoramentos por mais de 15 anos das
77 estocagens realizadas em reservatórios no rio Tietê apresentaram resultados
78 reduzidos ou nulos sobre os desembarques pesqueiros nos grandes
79 reservatórios (AES-Tietê, 2007). Certamente, o baixo nível técnico-científico da
80 estocagem no Brasil contribuiu para tais fracassos.

81 Principalmente, a partir da década de 80, estudos sobre o
82 comportamento de peixes estocados e seus efeitos no ecossistema ganharam
83 maior atenção (Jenkins *et al.*, 2004). Esses estudos avaliaram como as formas
84 (concentrada ou dispersa) de estocagem (Cortes *et al.*, 1998), idade dos peixes
85 estocados (Cortes *et al.*, 1998, Näslund, 1998), a densidade da estocagem
86 (Cresswell, 1981; Berg & Jorgensen, 1994; Cowx, 1998; Quirós, 1999), o local
87 adequado para que ela ocorra (Cortes *et al.*, 1998) e o aprimoramento genético
88 das matrizes (Toledo-Filho *et al.*, 1992; Cowx, 1994; Cowx, 1998; Welcome &
89 Bartley, 1998) afetam o comportamento dos peixes e o sucesso desse manejo.
90 Cortes *et al.*, (1998) sugere maior efetividade de estocagem com indivíduos
91 silvestres.

92 Grande parte desses estudos foi realizada através da marcação e
93 recaptura de peixes. Essa metodologia foi revolucionária em estudos para
94 estimar a distribuição marinha do salmão, assim como seus padrões de
95 comportamentos e taxas de mortalidade (Quinn, 2005). Näslund (1998),
96 comparando estocagens com trutas (*Salmo trutta*) de 1 e 2 anos, descobriu que

97 peixes de 1 ano vivem mais tempo no ambiente silvestre, tendem a se dispersar
98 mais e se deslocar para montante, enquanto alevinos de 2 anos se afastam menos
99 do local da estocagem e deslocam em ambas as direções. Ao fim, esse autor
100 concluiu que estocagem com peixes mais jovens é mais indicado para
101 restabelecimento ou enriquecimento dos estoques de trutas. No Brasil, Godoy
102 (1975) determinou importantes padrões de migração e reprodução dos
103 curimatás no médio rio Grande, informações que determinaram o rio Mogi-
104 Guaçu como importante sítio de desova da espécie. Torloni *et al.*, (1990), em
105 estudo com pacus de cativeiro estocados no reservatório de Mário Lopes Leão,
106 rio Tietê, determinou a prevalência dos peixes em áreas com abundante
107 vegetação ciliar, ricas em macrófitas e próximas a foz de tributários.

108 O curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) e o pacu
109 *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) são caracídeos de valor comercial
110 cujos adultos podem atingir, 80 e 78 cm respectivamente, de comprimento total
111 (Vazzoler *et al.*, 1997; Agostinho *et al.*, 2003; Capítulo 1). O curimatá é a espécie
112 mais estudada na bacia do rio Grande (Godoy, 1967; Silva, 2012). As densidades
113 de suas populações dependem da existência de trechos livres de obstáculos ou
114 de grandes tributários (Agostinho *et al.*, 2003). O curimatá é iliófago e
115 normalmente se alimenta durante o dia (Sverlij *et al.*, 1993; Fugi *et al.*, 1996). O
116 pacu, por sua vez, alimenta-se principalmente de plantas superiores e insetos.
117 Ambas espécies habitam ecossistemas lóticos e semilênticos (Agostinho *et al.*,
118 2004) e vêm experimentando sério declínio em seus estoques, devido,
119 principalmente, às alterações ambientais em grande escala como barramentos
120 (Smith *et al.*, 2003) e à sobrepesca (Agostinho *et al.*, 2003; Resende, 2003).

121 Com objetivo de descrever o comportamento de peixes estocados,
122 analisei o movimento de curimatás e pacus de cativeiro marcados e soltos nos
123 reservatórios de Itutinga (RI) e Camargos (RC), no alto rio Grande, MG. A estação
124 de piscicultura da usina de Itutinga foi responsável pela produção, marcação e
125 soltura dos peixes. Os dados de recaptura também foram fornecidos por esta
126 estação de piscicultura.

127

128 **Materiais e Métodos**

129 **Área de estudo**

130 O trabalho foi realizado na bacia do alto rio Grande, Minas Gerais (Fig.
131 1). O rio Grande, com 1.360 km, nasce na Serra da Mantiqueira, no município de
132 Bocaina de Minas. Sua bacia, com cerca de 143 mil km², é responsável por 67%
133 da energia hidráulica gerada em Minas Gerais. No alto rio Grande localizam-se as
134 usinas de Itutinga e Camargos, duas das treze construídas ao longo do seu curso.
135 Sua vazão média nessa região é de 175 m³/s.

136 A usina de Itutinga, inaugurada em meados de 1954, possui turbinas
137 Kaplan, barragem com altura máxima de 25 m, comprimento total de 551 m e
138 potência instalada de 48 MW. Seu pequeno reservatório é do tipo “fio d’água”,
139 com área alagada de apenas 1,64 km² e sem tributários relevantes. Os dados
140 apresentados no presente trabalho foram obtidos no período em que a usina de
141 Funil, situada imediatamente a jusante da usina de Itutinga, ainda não havia sido
142 construída, de sorte que o reservatório mais a jusante da usina de Itutinga era o
143 de Furnas. Nessa condição, o trecho do rio Grande, entre a barragem de Itutinga
144 e o reservatório de Furnas, tinha aproximadamente 170 km de extensão. Esse

145 trecho apresenta várzeas e lagoas marginais e os tributários são os rios das
146 Mortes e Capivari.

147 A usina de Camargos, instalada em 1961, está localizada a 7 quilômetros
148 de rio (kmr) a montante da usina de Itutinga. Possui barragem com altura
149 máxima de 37 m, comprimento total de 598 m, turbinas do tipo Kaplan e
150 potência instalada de 52 MW. Seu reservatório é consideravelmente maior que o
151 RI, com 76 km². A montante do RC existe remanescente lótico do rio Grande sem
152 barramentos que se estende até sua nascente. Esse trecho apresenta planícies de
153 inundação e um tributário de porte, o rio Aiuruoca. Entre o RI e a barragem de
154 Camargos existe remanescente do rio Grande de 5,6 kmr, sem tributários.

155

156 **Produção de peixes para estocagem**

157 Os curimatás utilizados no presente estudo foram produzidos a partir
158 de matrizes silvestres capturadas próximas ao canal de fuga da usina de Itutinga.
159 As matrizes silvestres de pacus foram trazidas de outras regiões do sul do estado
160 de Minas Gerais. Os peixes foram levados para a estação de piscicultura e
161 acomodados em aquários. A reprodução foi realizada pelo método de hipofisacção
162 (Von Ihering & Azevedo, 1936).

163

164 **Marcação e estocagem dos peixes**

165 Foram soltos por funcionários da estação de piscicultura de Itutinga
166 2.459 curimatás e 2.637 pacus marcados com etiquetas do tipo LEA entre 1993
167 e 2003. Desses, 1.132 curimatás e 1.492 pacus foram estocados no RI e 1.327
168 curimatás e 1.145 pacus estocados no RC. Grande parte dos peixes (74%) foi
169 marcada com cerca de um ano de idade (1 ano). O peso médio dos curimatás

170 era de 438 ±S.D. g (amplitude = 100-2.000 g) e dos pacus, 671 g (amplitude =
171 100-1.950 g). A marca constituída de tubo plástico com 5 mm de diâmetro e
172 extremidades seladas por aquecimento junto com fio de nylon, foi afixada entre
173 as nadadeiras dorsal e adiposa utilizando-se agulha de sutura. No interior do
174 tubo plástico, havia mensagem com instruções para a entrega ou envio da marca
175 e o fornecimento de dados sobre o peixe recapturado (i.e., espécie, local da
176 recaptura, data, comprimento e peso).

177 Após a marcação, funcionários da estação de piscicultura de Itutinga
178 transportaram os peixes em caixas térmicas especiais acomodadas em caminhão
179 e os soltaram nos reservatórios de Itutinga e Camargos anualmente de 1993 a
180 2003, em praticamente, todos os meses do ano. No entanto, a maior parte dos
181 curimatás (94%) foi solta em 1998 e a maior parte dos pacus (82%) em 2002 e
182 2003. Em ambos os reservatórios, a grande maioria dos peixes foi solta cerca de
183 3 km da respectiva barragem. Apenas alguns peixes foram soltos mais a
184 montante do RC, próximo ao município de Madre de Deus a aproximadamente 85
185 kmr da barragem.

186

187 **Coleta e análise dos dados**

188 Dados sobre os peixes recapturados foram fornecidos exclusiva e
189 espontaneamente por pescadores. Para cada peixe recapturado, determinei seu
190 kmr de acordo com o município de recaptura. Como existem vários kmr de rio no
191 trecho em que ele passa dentro de um determinado município, foi necessário
192 definir qual desses kmr seria usado como local de recaptura. Para isso utilizei o
193 kmr da metade da distância entre os pontos onde o rio entra e sai de
194 determinado município. Determinei também (i) a direção de deslocamento

195 (jusante ou montante) em relação ao local de estocagem, (ii) a distância de
196 recaptura (em kmr) entre o local de estocagem e recaptura, e (iii) o tempo de
197 recaptura (em dias) entre as datas de estocagem e recaptura de cada peixe
198 recapturado. Considerei o local de soltura como sendo o local de estocagem
199 quando os peixes foram recapturados a menos de 5 kmr desse local de soltura.

200 Defini estações seca e chuvosa a partir da média mensal de precipitação
201 entre 1961 e 1990 (SOMAR Meteorologia, 2012). Defini como estação chuvosa os
202 meses com precipitação média igual ou superior a 100 mm e a estação seca, os
203 meses com precipitação média inferior a 100 mm. Assim, estação chuvosa
204 compreendeu os meses de outubro a março, e a estação seca, os de abril a
205 setembro.

206 Analisei as diferenças na distância de recaptura e no tempo de recaptura
207 entre os peixes estocados no RI e RC pelo teste não paramétrico de Mann-
208 Whitney. Utilizei esse mesmo teste para avaliar diferenças na distância de
209 recaptura entre peixes estocados na seca e chuva. Analisei a influência da direção
210 de deslocamento no tempo de recaptura com teste não paramétrico de Kruskal-
211 Wallis. Verifiquei a relação entre tempo de recaptura e distância de recaptura
212 com correlação de Spearman. Usei testes não paramétricos porque os dados não
213 se normalizaram após utilizar a série de transformações sugeridas por Sokal &
214 Rohlf (1995).

215

216 **Resultados**

217 Entre 1993 e 2004 foram devolvidas 147 (2,9% dos peixes estocados)
218 marcas. Para cerca de um terço dessas marcas, pescadores não informaram
219 dados completos sobre o peixe recapturado. Dos peixes do RI, foram

220 recapturados 32 curimatás (2,8%) e 37 pacus (2,5%). Dos peixes do RC, foram
221 recapturados 33 curimatás (2,5%) e 45 pacus (3,9%).

222 **Data de estocagem dos peixes recapturados**

223 De maneira geral, anos de maior estocagem foram também aqueles com
224 maior número de recapturas (Tabela 1). Metade dos curimatás soltos no RI foi
225 recapturada no ano em que ocorreu maior estocagem, enquanto pacus tiveram a
226 maior parte recapturada em outro ano que não os de maior estocagem. Cerca de
227 metade dos curimatás e pacus soltos no RC foram recapturados também ano de
228 maior estocagem nesse reservatório.

229

230 **Direção de deslocamento**

231 Obtive informações completas sobre a direção de deslocamento para 28
232 curimatás e 68 pacus. Maior parte dos curimatás (71%) e pacus (84%) do RI
233 deslocaram para jusante. Enquanto maior parte dos curimatás (72%) e pacus
234 (67%) do RC deslocaram-se para montante (Fig. 3).

235 Peixes do RI se deslocaram para três locais: no próprio reservatório de
236 Itutinga, rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga e o reservatório de
237 Furnas (Tabela 2), sendo mais o frequente, o reservatório de Furnas. Peixes do
238 RC se deslocaram para cinco locais: no próprio reservatório de Camargos, o rio
239 Grande a montante do reservatório de Camargos, o rio Aiuruoca a montante do
240 reservatório de Camargos, o rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga e o
241 reservatório de Furnas (Tabela 2), sendo o mais frequente, o próprio RC.

242 Em ambas estações do ano, maior porcentagem de peixes do RI se
243 deslocou para jusante, enquanto que maior porcentagem de peixes do RC se
244 deslocou para montante (Tabela 3).

245

246 **Distância de recaptura**

247 Obtive informações completas sobre distância de recaptura para 28
248 curimatás e 68 pacus. Dos peixes do RI, as maiores distâncias de recaptura
249 foram 236 kmr para curimatás e 274 kmr para pacus a jusante do local (Fig. 4).
250 Para ambas as espécies, o maior número de recapturas ocorreu nos primeiros 30
251 kmr a jusante e montante, bem como entre 150 e 180 kmr a jusante (Fig. 4). Não
252 encontrei diferenças significativas nas distâncias de recaptura entre curimatás
253 e pacus do RI (Mann-Whitney: $U = 194$; $P = 0,29$).

254 As maiores distâncias de recaptura dos peixes do RC foram a 113 kmr a
255 montante para curimatás e a 161 kmr a jusante para pacus. As duas espécies
256 tiveram o maior número de peixes recapturados nos primeiros 30 kmr a
257 montante e jusante (Fig. 3). A maior parte dos peixes recapturados a montante
258 ainda permanecia dentro do RC. O restante dos peixes do RC foram recapturados
259 tanto a sua montante nos rios Grande e Aiuruoca, como a jusante do RI, no trecho
260 lótico do rio Grande e no reservatório de Furnas (Tabela 1). Não encontrei
261 diferenças significativas nas distâncias de recaptura entre curimatás e pacus do
262 RC (Mann-Whitney: $U = 165$; $P = 0,12$). As diferenças nas distâncias de recaptura
263 entre os peixes soltos nas estações chuvosa e seca foram significativas apenas
264 para pacus (Mann-Whitney: $U = 303$; $P = 0,03$). No entanto, quando as diferenças
265 nas distâncias de recaptura entre as estações de chuva e seca no RI (Mann-
266 Whitney: $U = 49$; $P = 0,35$) e RC (Mann-Whitney: $U = 133$; $P = 0,95$) relativas ao
267 pacu foram testadas separadamente, os resultados não foram significativos.

268

269 **Tempo de recaptura**

270 Obtive dados completos do tempo de recaptura para 58 curimbatás e 61
271 pacus. Sendo o maior tempo de recaptura de 464 dias para curimbatás e 584 dias
272 para pacus. As recapturas cessaram por completo cerca de 19 meses após o
273 término da estocagem de peixes marcados.

274 Curimbatás e pacus do RI apresentaram maior frequência de recapturas
275 em tempo de recaptura maior do que peixes do RC (Mann-Whitney: $U = 1216$; P
276 $< 0,001$). Registrou-se maior frequência de tempo de recaptura dos peixes do RI
277 entre 150 e 200 dias para curimbatás e 100 a 150 dias para pacus (Fig. 5).
278 Curimbatás do RC tiveram maior frequência de tempo de recaptura entre 0 e 150
279 dias, enquanto que pacus do RC, entre 0 e 100 dias (Fig. 5).

280 Dados obtidos mostraram recapturas para o curimbatá de até 300 dias e
281 para o pacu de até 600 dias. Apesar disso não encontrei diferenças significativas
282 no tempo de recaptura entre as espécies estudadas do RI (Mann-Whitney: $U =$
283 $393,5$; $P = 0,67$), nem no tempo de recaptura entre as direções de deslocamento
284 para curimbatás (Kruskal Wallis: $H = 5$; $P = 0,08$) e pacus (Kruskal Wallis: $H =$
285 $0,30$; $P = 0,85$).

286 Para os peixes do RC, verifiquei tempo de recaptura significativamente
287 maior para curimbatás que pacus (Mann-Whitney: $U = 308$; $P = 0,02$). Não
288 encontrei diferenças significativas no tempo de recaptura entre as direções de
289 deslocamento para curimbatás (Kruskal Wallis: $H = 2,59$; $P = 0,27$) e pacus
290 (Kruskal Wallis: $H = 2,92$; $P = 0,23$) do RC.

291 Os menores tempos de recaptura foram para peixes soltos na estação
292 chuvosa em relação à seca (Tabela 4). Apesar disso, essas diferenças não foram
293 significativas tanto para curimbatás (Mann-Whitney: $U = 38$; $P = 0,17$) como para
294 pacus (Mann-Whitney: $U = 535$; $P = 0,26$).

295 Não encontrei correlação de Spearman significativa entre distância de
296 recaptura e tempo de recaptura, tanto para curimatás ($r_s = -0,06$; $N = 13$; $P =$
297 $0,83$) e pacus ($r_s = -0,18$; $N = 28$; $P = 0,33$) do RI, como para curimatás ($r_s = 0,22$;
298 $N = 13$; $P = 0,46$) e pacus ($r_s = -0,10$; $N = 27$; $P = 0,59$) do RC (Fig. 6).

299

300 **Discussão**

301 Monitoramento é peça chave em qualquer tipo de manejo. Através dele
302 interpretações de seus efeitos e tomadas de decisões são acessadas de maneira
303 ágil e efetiva. Apesar disso, monitoramentos em manejos de peixes como
304 estocagens ou passagens para peixes são raros (Roscoe & Hinch, 2010; Pompeu
305 *et al.*, 2012) e muitas vezes realizados com baixa qualidade, resultando pouco
306 úteis em tomadas de decisões (Pompeu *et al.*, 2012). Estudos como de marcação
307 e recaptura de peixes estocados são importantes no auxílio do planejamento de
308 monitoramentos. Através dele, por exemplo, observei que peixes do RI podem
309 deslocar para Furnas (ou Funil atualmente) e peixes do RC podem deslocar
310 centenas de kmr a montante da barragem. Essas informações implicam em
311 monitoramentos também nessas regiões, além do próprio reservatório onde
312 peixes são estocados. Também, informações ligadas à periodicidade de
313 estocagem, como o tempo de recaptura máxima com cerca de 19 meses, agrega
314 outra variável à equação de custo/benefício do manejo.

315 As baixas porcentagens de marcas devolvidas (2,9%) no presente estudo
316 são comuns em estudos com marcação e recaptura no Brasil. Godoy (1972)
317 obteve devolução de aproximadamente 10% dos 27 mil peixes marcados no rio
318 Mogi-Guaçu. No caso da piava (*Leporinus copelandii*) foram recuperados cerca de
319 10% dos peixes marcados em 10 anos (Nomura, 1975). Para os pacus soltos no

320 reservatório Mario Lopes Leão, foram devolvidas 5% das marcas (Torloni *et al.*,
321 1990). A perda de marcas e altas taxas de mortalidade são alguns dos motivos
322 dessas baixas porcentagens de recaptura (Näslund, 1998; Ruzzante *et al.*, 2004).
323 Informações incompletas fornecidas por pescadores também contribuíram para
324 baixas porcentagens de recaptura observadas no presente trabalho.

325

326 **Direção de deslocamento**

327 Uma hipótese explicativa para o fato da maior parte dos peixes do RI ter
328 se deslocado para jusante, estaria ligada ao pequeno tamanho desse
329 reservatório, densidade de peixes estocados acima da capacidade suporte desse
330 reservatório e elevada competição intra-específica no mesmo. Peixes do RC
331 também se deslocaram para jusante, porém em menor número se comparado
332 aos do RI. Sugiro duas possíveis hipóteses explicativas para essa menor
333 recaptura. Primeira, menos peixes se deslocaram para jusante porque RC
334 possivelmente é melhor habitat (i.e. reservatório grande, provavelmente com
335 maior capacidade suporte e menor competição intra-específica) que RI. Segunda,
336 peixes do RC ao se deslocarem para jusante passam por duas barragens, o que
337 poderia dificultar a passagem e aumentar as taxas de mortalidade.

338 O grande número de peixes do RC que se deslocou para montante não foi
339 inesperada. Movimentos como esse foram descritos em outros trabalhos com
340 caracídeos migradores de cativeiro e silvestres (Bonetto *et al.*, 1971; Agostinho
341 *et al.*, 1993; Sverlij *et al.*, 1993; Makrakis *et al.*, 2007). A presença de peixes
342 migradores neotropicais juvenis em regiões de montante pode estar ligada ao
343 fenômeno conhecido no Brasil como arribação (Godinho & Kynard, 2008). Como
344 também observado por Godinho & Kynard, (2006b), grande número de juvenis

345 de *Prochilodus argenteus*, em migrações para montante, se acumulam ao sopé da
346 barragem de Três Marias no rio São Francisco. Godoy (1954) também relata
347 migrações ascendentes entre juvenis de curimatás, *P. lineatus*, no rio Mogi-
348 Guaçu.

349 A estação do ano não influenciou a direção de deslocamento dos peixes
350 do RI e RC. Isso já era esperado, pois migrações para a jusante e montante foram
351 registradas em ambas estações anteriormente (Welcomme *et. al.*, 2006; Makrakis
352 *et. al.*, 2012). Em outras palavras, a direção de deslocamento dos peixes
353 estocados parece estar mais ligada ao habitat (p.e. qualidade ambiental e local
354 onde ocorrerá a estocagem e a localização dos sítios de alimentação, refúgio e
355 desova) que por influência da chuva ou seca.

356

357 **Distância de recaptura**

358 As diferentes distâncias de recaptura para curimatás e pacus no
359 presente estudo ilustram a grande variedade no comportamento migratório. Por
360 exemplo, nos rios Paraná e Paraguai curimatás percorreram distâncias entre
361 450 a 939 kmr (Bonetto *et al.*, 1971; Bonetto *et. al.* 1981; Agostinho *et al.*, 1993;
362 Sverlij *et al.*, 1993); 1.440 kmr para o dourado (Sverlij & Espinach-Ros, 1986);
363 442 kmr para pacus estocados no rio Paraná (Makrakis, 2007) e cerca de 100
364 kmr no rio Tietê (Torloni *et al.*, 1990). No Mogi-Guaçu curimatás silvestres
365 deslocam cerca de 550 kmr entre sítio de desova e alimentação (Godoy, 1975).
366 Por outro lado curimatás no rio Sinos apresentaram distâncias médias de 50
367 kmr (Pessoa e Schulz, 2010). Salmonídeos juvenis de cativeiro apresentaram
368 distâncias de recaptura entre 200 m (Cortes *et al.*, 1998; Näslund, 1998) e 35 km
369 (Jenkins *et al.*, 2004). Esses trabalhos, juntamente com o presente estudo,

370 ilustram a grande variedade no comportamento de peixes migradores estocados
371 e reforçam a necessidade de estudos relacionados ao deslocamento e destino
372 desses peixes após a soltura. Assim, monitoramentos específicos a cada caso e
373 predições do manejo poderão ser elaborados de maneira mais adequada.

374 O maior número de peixes recapturados em determinado local pode ser
375 consequência da maior pressão de pesca. A maioria dos peixes do RI foi
376 recapturada no reservatório de Furnas, local de intensa pesca esportiva e
377 artesanal (Agostinho, 2007). Da mesma forma, a maior recaptura de peixes do RC
378 nos primeiros kmr a montante do local de estocagem pode estar ligada à maior
379 atividade pesqueira, em consequência da maior ocupação humana nessa região
380 (observação pessoal).

381 As maiores distâncias de recaptura na estação chuvosa sugerem que
382 esse período favoreça a dispersão dos peixes. Essa conduta poderia minimizar,
383 caso houvesse, competição intra-específica entre os peixes de cativeiro. Apesar
384 disso, Pessoa e Schultz, (2010) sugerem que peixes que apresentam maiores
385 movimentações são capturados mais rapidamente. As maiores distâncias de
386 recaptura para peixes estocados no período chuvoso, coincidem com o
387 encontrado por Makrakis *et al.* (2007). Embora não tenha encontrado estudos
388 específicos sobre essa questão em migrações de pacus juvenis, sabe-se que pacus
389 adultos realizam migrações tróficas a áreas inundadas em busca de frutos e
390 sementes (Resende, 2003). Os remanescentes lóticos do rio Grande a jusante do
391 RI e a montante do RC apresentam planícies de inundação que disponibilizam
392 fontes de recursos durante as cheias, especialmente ao pacu, que possui dieta
393 dependente de material alóctone (Agostinho *et al.*, 2003; Makrakis *et al.*, 2007).

394

395 **Tempo de recaptura**

396 A pressão de pesca pode ser fator importante na determinação do tempo
397 de recaptura dos curimatás e pacus do RI e RC. Os maiores tempos de recaptura
398 ocorreram para os peixes soltos no RI, onde a pressão de pesca é baixa (Alves *et*
399 *al.*, 1998). A baixa pressão de pesca diminui a chance de um peixe marcado ser
400 recapturado. A maior atividade pesqueira no RC pode ser a causa do menor
401 tempo de recaptura dos peixes soltos nesse local.

402 O menor tempo de recaptura dos pacus em relação aos curimatás no RC
403 pode estar ligado à maior susceptibilidade do pacu à pesca e/ou maior pressão
404 de pesca a ele direcionada. De fato, o pacu possui carne mais apreciada e de valor
405 mais elevado no mercado. Torloni *et al.*, (1990) também atribuiu o curto tempo
406 de recaptura dos pacus, em seu trabalho, ao maior esforço de pesca voltado a
407 essa espécie e acrescenta a possível desorientação dos peixes de cativeiro na
408 busca de alimento e refúgio, fato que os tornam mais suscetíveis à predação e
409 captura.

410

411 **Considerações à estocagem nos reservatórios de Itutinga e Camargos**

412 Peixes migradores, como o curimatá e o pacu, não desovam em
413 ambientes confinados como o RI (Sverlij *et al.*, 1993; Gomes & Agostinho, 1997;
414 Agostinho *et al.*, 2003; Agostinho *et al.*, 2005). A estocagem de peixes migradores
415 em habitats sem sítios de desova assume o objetivo único de formar e/ou manter
416 o estoque pesqueiro.

417 Mesmo nos casos como Itutinga em que não existam sítios de desova,
418 cuidados precisam ser tomados para evitar que os indivíduos estocados
419 provoquem danos às populações silvestres. Cortes *et al.*, (1998) descrevem

420 impactos na população silvestre causados por estocagens em altas densidades de
421 trutas. Essas práticas em alta densidade de peixes podem ultrapassar a
422 capacidade suporte do ambiente hospedeiro e comprometer o equilíbrio do
423 mesmo. Cortes *et al.* (1998) ressalta que a densidade de estocagem adequada
424 pode ser definida a partir de índices baseados em características morfo-edáficas
425 e capacidade biogênica do meio (Welcomme, 1976; Welcomme, 1989;
426 Amarasinghe, 1998). Cowx (1994, 1998, 1999) menciona outros riscos da
427 estocagem como alteração na estrutura, enfraquecimento adaptativo e perda de
428 diversidade genética devido à hibridizações nas populações silvestres. Lembra
429 também a importância do planejamento adequado da estocagem. O
430 monitoramento comercial e experimental dos estoques pesqueiros antes
431 (quando possível), durante e depois do manejo é indispensável (AES-Tietê,
432 2007). Dessa forma, impactos negativos poderão ser percebidos ainda em
433 estágios iniciais e atitudes corretas poderão ser tomadas em tempo hábil.

434 É necessário o monitoramento dos estoques pesqueiros para reavaliação
435 da relação custo-benefício. É possível que a estocagem do curimatá nos
436 reservatórios de Itutinga e Camargos seja pouco efetiva para a manutenção de
437 estoques pesqueiros na região, pois grande parte dos peixes migraram grandes
438 distâncias do local de estocagem.

439 A estocagem de pacu no alto rio Grande não é recomendada por não ser
440 ele nativo nesse trecho da bacia. É importante destacar que essa prática não
441 ocorre já alguns anos na região. Introdução de espécies exóticas é o tipo de
442 estocagem mais controverso e aquele que requer maior atenção aos riscos
443 envolvidos. Muitos são os casos em que a espécie exótica provocou graves
444 alterações ao ecossistema, com consequências catastróficas ao ambiente natural.

445 Estas alterações podem gerar alterações no hábitat por consumo da vegetação e
446 degradação da qualidade da água; alterações tróficas; competição
447 interespecífica; introdução de parasitas; deterioração genética por hibridização,
448 além de efeitos sócio-econômicos negativos (Cowx, 1994, 1998, 1999; Lever,
449 1998; Agostinho *et al.*, 2008).

450 Poucos são os casos de introdução de espécies exóticas cujas
451 justificativas são consideradas apropriadas ou benéficas, embora ainda sim,
452 discutíveis (Alves *et al.* 2007). Entre eles, por exemplo, constam o controle de
453 planctívoros em ambientes eutrofizados, de macrófitas em crescimento
454 desequilibrado, de vetores de doenças e para a produção de recurso alimentar
455 em regiões de baixa produtividade pesqueira (Lever, 1998). Nenhuma dessas
456 justificativas são aplicáveis ao alto rio Grande e, portanto, estocagem com o pacu
457 parece inapropriada.

458 O curto tempo de recaptura da maior parte dos peixes e a rápida
459 diminuição no número de recapturas até cessarem por completo sugerem que
460 peixes estocados no RI e RC são, aparentemente, um recurso de curta
461 disponibilidade. Monitoramentos experimentais e do desembarque pesqueiro
462 comercial devem ser implementados para que os custos (financeiros e
463 ambientais) e benefícios da estocagem sejam reavaliados.

Tabela 1: Anos de maior estocagem e recapturas. Em parênteses, as porcentagens do peixes capturados.

Espécie	Ano de maior estocagem	Ano de maior captura
<i>Reservatório de Itutinga</i>		
Curimbatá	1998	1998 (50)
Pacu	2002-2003	1993 (73)
<i>Reservatório de Camargos</i>		
Curimbatá	1998	1998 (43)
Pacu	2002-2003	2003 (71)

Tabela 2: Número de curimbatás e pacus capturados por local de captura.

Local de Captura	Curimbatá	Pacu
<i>Peixes estocados no reservatório de Itutinga</i>		
Reservatório de Itutinga	4	5
Rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga	3	2
Reservatório de Furnas	7	25
Desconhecido	18	5
Total	32	37
<i>Peixes estocados no reservatório de Camargos</i>		
Reservatório de Camargos	10	26
Rio Grande a montante do reservatório de Camargos	1	3
Rio Aiuruoca a montante do reservatório de Camargos	0	1
Rio Grande a jusante do reservatório de Itutinga	3	4
Reservatório de Furnas	0	2
Desconhecido	19	9
Total	33	45

Tabela 3: Porcentagem de peixes capturados segundo estação do ano e local de soltura. Maiores valores estão destacados em negrito.

Espécie	Reservatório de Itutinga					
	Estação Seca			Estação chuvosa		
	jusante	local de estocagem	montante	jusante	local de estocagem	montante
Curimbatá	100	0	0	62	15	23
Pacu	60	20	20	89	7	4
	Reservatório de Camargos					
Curimbatá	17	0	83	43	0	57
Pacu	22	0	78	0	33	67

Tabela 4: Tempo de recaptura (dias) entre as estações de chuva e seca.

Espécie	Estação	
	Chuvosa	Seca
Curimbatá	300	464
Pacu	509	584

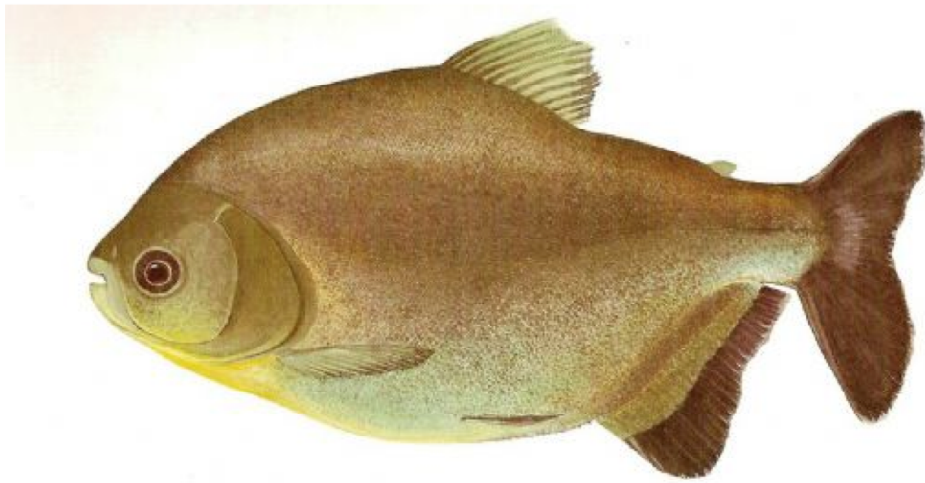
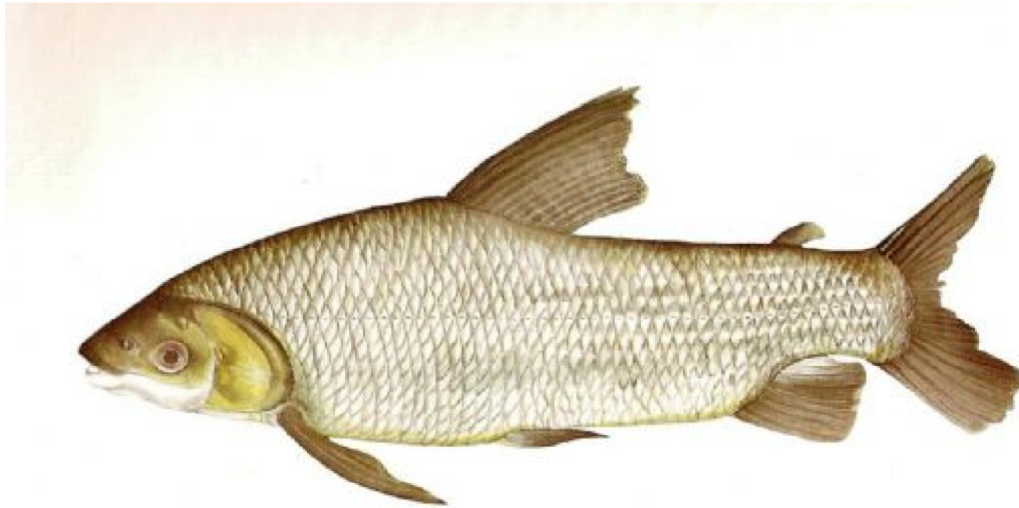


Figura 1: Curimbatá *Prochilodus lineatus* (painel superior) e pacu *Piaractus mesopotamicus* (painel inferior). Fonte: www.ecoadventures.com.br.

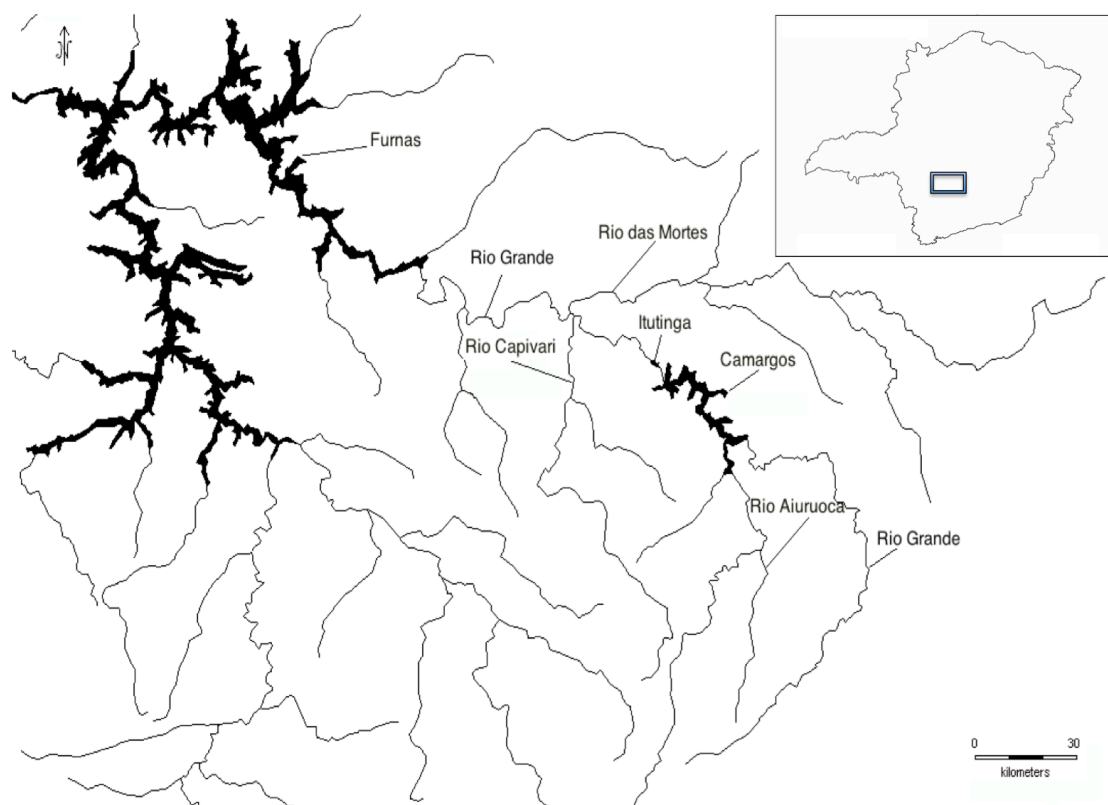


Figura 2: Área de estudo no alto rio Grande com indicação dos reservatórios de Furnas, Itutinga, Camargos e os tributários rio das Mortes, Capivari e Aiuruoca.

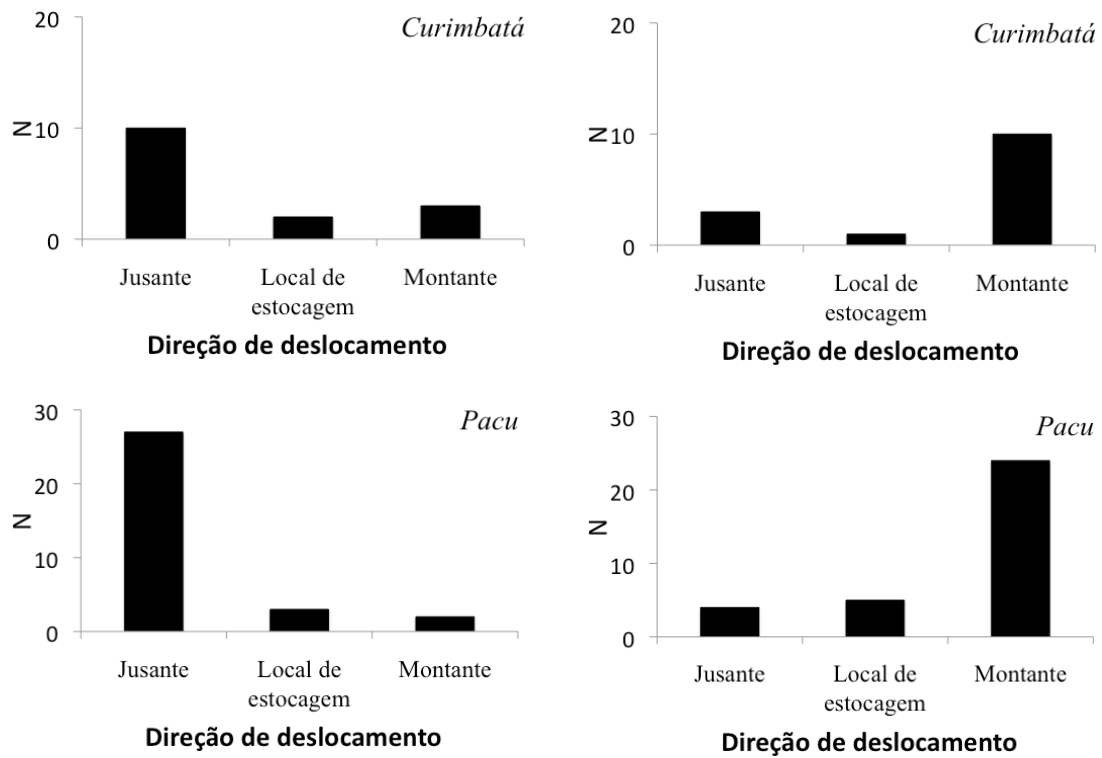


Figura 3: Número de peixes recapturados (N) por direção de deslocamento para peixes estocados nos reservatórios de Itutinga (painéis da esquerda) e Camargos (painéis da direita).

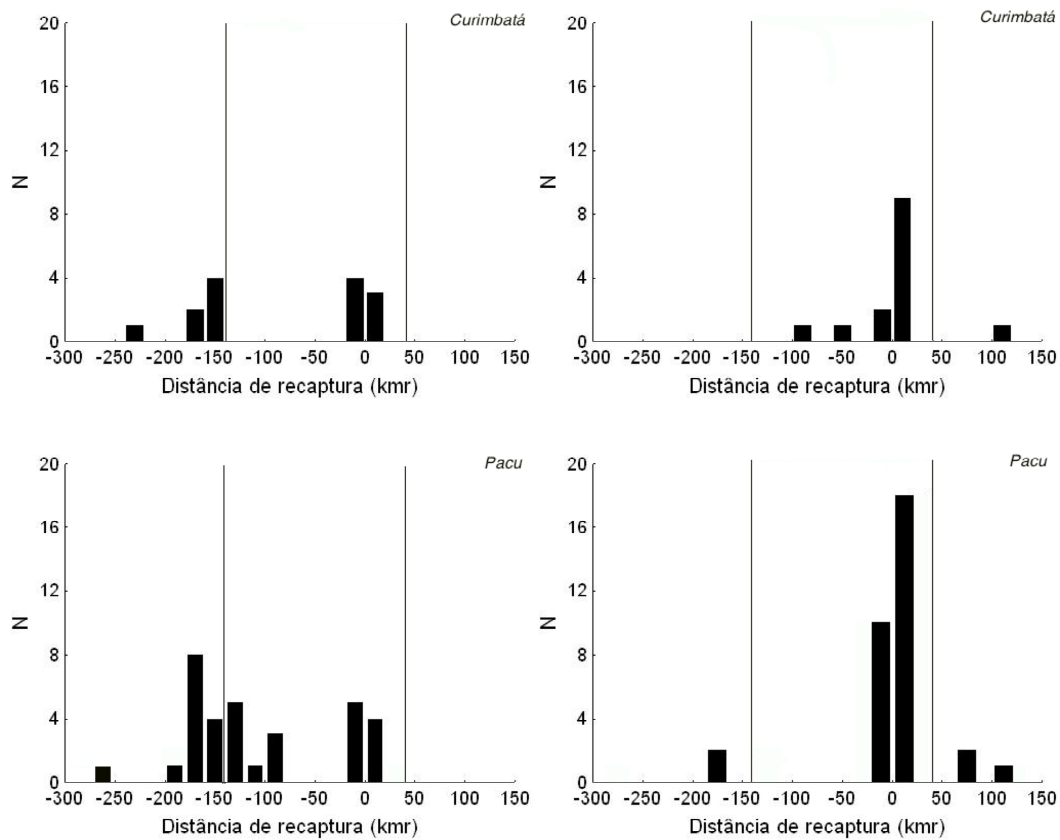


Figura 4: Número de curimbatás e pacus recapturados (N) por distância de recaptura. Painéis da esquerda para os peixes estocados no reservatório de Itutinga e os da direita para os no reservatório de Camargos. O kmr 0 representa o local de estocagem; kmr positivo indica recaptura a montante do local de estocagem, e kmr negativo recaptura a jusante do local de estocagem. A linha horizontal da esquerda representa o início do reservatório de Furnas e a linha horizontal da direita, o início do reservatório de Camargos.

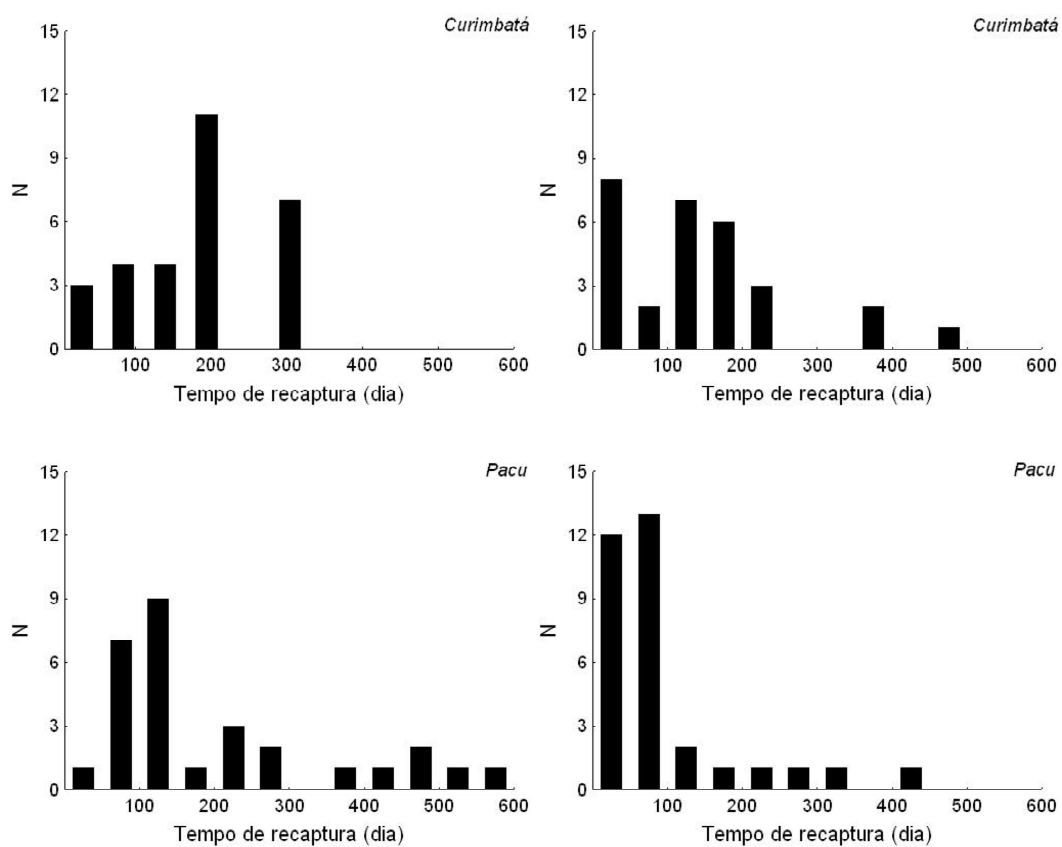


Figura 5: Número de curimbatás e pacus recapturados (N) por tempo de recaptura. Painéis da esquerda para os peixes estocados no reservatório de Itutinga e os da direita para os no reservatório de Camargos.

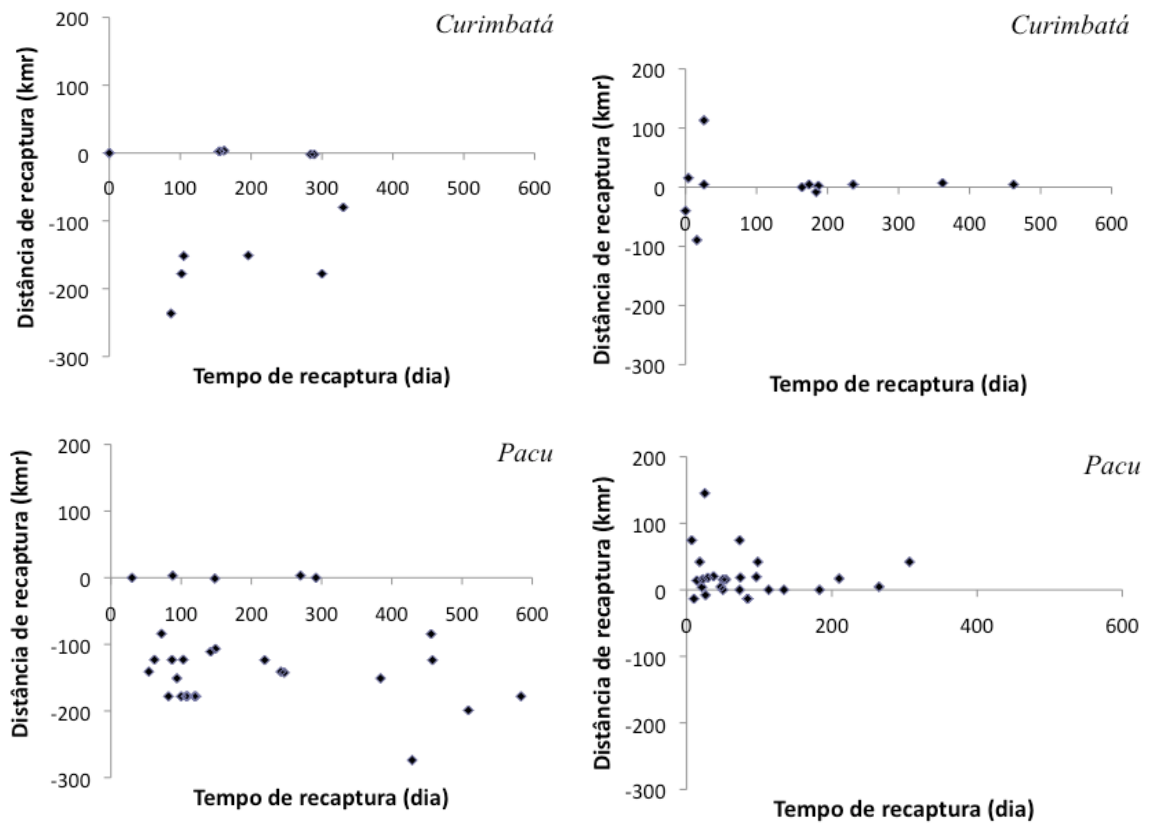


Figura 6: Distância de recaptura por tempo de recaptura de curimatás e pacus soltos nos reservatórios de Itutinga (painéis da esquerda) e Camargos (direita).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 1

- Agostinho, A. A.; Vazzoler, A. E. A. M.; Gomes, L. C.; Okada, E. K. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. 1993. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 26(1): 79 – 90.
- Agostinho A. A.; Gomes L. C.; Fernandes D. R.; Suzuki H. I. 2002. Efficiency of fish ladders for Neotropical ichthyofauna. *River Research and Applications* 18: 299 – 306.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki & H. F. Julio, Jr. 2003. Migratory fishes of the Upper Parana River Basin Brazil. In: *Migratory Fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross, A. Baer (Eds), World Bank, Vitoria, 19-89.
- Agostinho, A. A.; Gomes, L. C.; Pelicice, F. M. 2007a. Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em reservatórios de Brasil. Maringá, Ed. Eduem, p. 501.
- Agostinho, A. A.; Marques E. E.; Agostinho C. S.; Almeida D. A.; Oliveira R. J.; Melo J. R. B. 2007b. Fish Ladder of Lajeado Dam: migrations on one way routes? *Neotropical Ichthyology*, 5(2):121 – 130.
- Agostinho, A. A.; Gomes, L. C.; Fernandez D. R.; Suzuki, H. I. 2007c. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. *River research and applications*. 18: 229 – 306.
- Antonio, R. R.; Agostinho, A. A.; Pelicice, F. M.; Bailly, D.; Okada, E. K.; Dias, J. H. P. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology*, 5: 177 – 184.
- Barroca, T. M.; Arantes, F. P.; Magalhães, B. F.; Siqueira, F. F.; Horta, C. C. R.; Pena, I. F.; Dergam, J. A.; Kalapothakis, E. 2012. Genetic diversity and population structure of *Prochilodus costatus* and *Prochilodus argenteus* preceding dam construction in the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil. *Open Journal of Genetics*, 2: 121 – 130.
- Barthem, R. and M. Goulding. 1997. *The catfish connection*. New York: Columbia University Press.
- Bonetto, A. A. 1975. Hydrologic regime of the Paraná river and its influence on ecosystems. In: A. D. Hasler (editor). *Coupling land and water systems*.

Springer-Verlag, New York. 175 – 197.

- Braga, F. M. S. 2001. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, rio Grande, Sudeste do Brasil. *Iheringia*, Ser. Zool., Porto Alegre, 91: 67 – 74.
- Caapeleti, A. R. and Petrere Jr. M. 2006. Migration of the curimbatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Pisces, Prochilodontidae) at the waterfall “Cachoeira de Emas” of the Mogi-Guaçu River - São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology*, 66: 651 – 659.
- Casali, R. C. V.; Vono, V.; Godinho, H. P.; Luz, R. K.; Bazzoli, N. 2010. Passage and reproductive activity of fishes in the Igarapava fish ladder, Grande River, southeastern Brazil. *Rivers Research and Applications*, 26: 157 – 165.
- Castro, R. M. P.; Vari, R. P. 2004. Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 622: 1 – 90.
- Carolsfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. and Baer, A. 2003. *Migratory fishes of South America*. Victoria: World Fisheries Trust.
- Chapman, B. B.; Skov, C.; Hulthén, K.; Brodersen, J.; Nilsson, P. A.; Hansson, L. A. and Brönmark, C. 2012. Partial migration in fishes: definitions, methodologies and taxonomic distribution. *Journal of Fish Biology*, 81: 479 – 499.
- Cowx, I. G. 1994. Strategic approach to fishery rehabilitation. In: Cowx, I.G. (ed.). *Rehabilitation of freshwater fisheries*, Oxford: Fishing News Books, 3 – 10.
- Espinach Ros, A. and Delfino, R. (1993). Las pesquerias de la cuenca del Plata en Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay. *FAO*. 490: 36 – 51.
- FAO/DVWK (Food and Agriculture Organization/German Association for Water Management and Improvement). 2002. *Fish passes: design, dimensions and monitoring*. Rome: FAO.
- Flecker, A. S. (1996). Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream. *Ecology*, 77(6): 1845 – 1854.
- Garcez, R.; Calcagnotto, D.; Almeida-Toledo, L. F. 2011. Population structure of the migratory fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes) from rio Grande basin (Brazil), an area fragmented by dams. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 21: 268 – 275.

- Godinho, H. P. and Godinho, A. L. 1994. Fish communities in southeastern Brazilian river basins submitted to hydroelectric impoundments. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 5: 187 – 197.
- Godinho A. L. and Kynard, B. 2006. Migration and spawning of radio-tagged zulega (*Prochilodus argenteus*, Prochilodontidae) in a dammed Brazilian river. *Transactions of the American Fisheries Society* 135: 811 – 824.
- Godinho, A. L.; B. Kynard and Godinho, H. P. 2007. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 4: 421 – 433.
- Godinho, A. L.; Kynard, B. 2008. Migratory fishes of Brazil: life history and fish passage needs. *River Research and Applications*, 25: 702 – 712.
- Godinho, A. L.; Lamas, I. R.; Godinho, H. P. 2010. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environ Biol Fish*, 87: 143 – 162.
- Godoy, M. P. 1954. Locais de desova de peixes num trecho do rio Mogi Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 14(4): 375 – 396.
- Godoy, M. P. 1959. Age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplantation of the curimatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, São Paulo State, Brasil. *Acad Bras Ciênc.*, 31: 447 – 477.
- Godoy, M. P. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do Rio Mogi-Guassu. *Rev. Brasil. Biol.*, 27(1): 1 – 12.
- Godoy, M. P. 1972. Brazilian tagging experiments, fishes migration, and upper Paraná River Basin eco-system. *Rev. Brasil. Biol.*, 32(4): 473 – 484.
- Godoy, M. P. 1975. *Peixes do Brasil*. Piracicaba: Franciscana, 216 p.
- Hanski, I. and Simberloff, D. 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual Domain, and application to conservation. In: Hanski, I. and Gilpin, M. (eds), *Metapopulation biology*. Academic Press, 5 – 26.
- Hahn, L.; English, K.; Carosfeld, J.; Silva, L. G. M.; Latini, J. D.; Agostinho, A. A.; Fernadez, D. R. 2007. Preliminary study on the application of radio-telemetry techniques to evaluate movements of fish in the lateral canal at Itaipu Dam, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(2): 103 – 108.

- Hahn, L.; Agostinho, A. A.; English, K. K.; Carosfeld J.; Câmara, L. F.; Cooke, S. J. 2011. Use of radiotelemetry to track threatened dorados *Salminus brasiliensis* in the upper Uruguay River, Brazil. *Endang Species Res.* 15: 103 – 114.
- Jepsen, D. B.; Winemiller, K. O. and Taphorn, D. C. 1997, Temporal patterns of resources partitioning among *Cichla* species in a Venezuelan blackwater river. *Jour. Fish Biol.*, 51: 1085 – 1108.
- Kynard, B.; Lonsdale, E. 1975. Experimental study of galvanonarcosis for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) immobilization. *J Fish Res Board Can*, 32: 300 – 302.
- Kynard, B.; Kieffer, M. (2002). Use of borescope to determine the sex and egg maturity stage of sturgeons and the effect of borescope use on reproductive structures. *J Appl Ichthyol* 18: 505 – 508.
- Larinier, M. 2002. Fishways-General Considerations. *Bull.Fr.PêchePisci*, 364: 21 – 27.
- Lopes, J. M. and Silva, F. O. 2012. Metodologia para o planejamento, implantação, definição de objetivos e monitoramento de sistemas de transposição de peixes pela CEMIG. In: Transposição de peixes, CEMIG. 170 p.
- Machado, M. R. F. and Foresti, F. 2012. Morphometric characteristics of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1847), of the migratory and resident stocks of the river Mogí-Guaçu, São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, 34(4): 341 – 346.
- Makrakis, M. C.; Miranda, L. E.; Makrakis, S.; Fontes, H.; Júnior, M.; Morlis, W. G.; Dias, J. H. P. and Garcia, J. O. 2012. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin. *Journal of Fish Biology*, 81: 866 – 881.
- Pelicice, F. M. e Agostinho, A. A. 2008. Fish-Passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. *Conservation Biology*, (22)1: 180 – 188.
- Pelicice, F. M. and Agostinho, C. S. 2012. Deficient downstream passage through fish ladders: the case of Peixe Angical Dam, Tocantins River, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(4): 705 – 713.
- Perini, V. R.; Paschoalini, A. L.; Cruz, C. K. F.; Rocha, R. C. G. A.; Senhorini J. A.; Ribeiro, D. M.; Formagio, P. S.; Bazzoli, N.; Rizzo, E. (prelo). Profiles of sex steroids, fecundity and spawning of a migratory characiform fish from the Paraguay–Paraná basin: a comparative study in a three-river system. *Fish Physiol Biochem*.

- Pesoa, N. A. and Schulz, U. H. 2010. Diel and seasonal movements of grumatã *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1836) (Characiformes: Prochilodontidae) in the Sinos River, Southern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 70(4): 1169 – 1177.
- Petrere Jr. M. 1985. Migraciones de peces de agua dulce en America Latina: algunos comentarios. *COPESCAL Documento Ocasional*, 1: 1 – 17.
- Pompeu, P. S.; A. A. Agostinho and Pelicice, F. M. 2012. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. *River Research and Applications*, 28: 504 – 512.
- Quinn, T. P. 2005. the behavior and ecology of Pacific Salmon and Trout. *American Fisheries Society*. 378 p.
- Ramos, R. O.; Peret, A. C.; Ramos, S. M.; Melo, J. S. C. 2010. Parâmetros reprodutivos do curimatã no rio Mogi-Guaçu. *Rev. Ceres, Viçosa*, (57)4: 520 – 525.
- Ross, L. G.; Ross, B. (1999) Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. Blackwell Science, Oxford. 159 p.
- Roscoe, D. W.; Hinch, S. G. 2010. Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish and Fisheries*, 11: 12 – 33.
- Santos, G. B. and Formagio, P. S. 2000. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. *Informe Agropecuário*, 21(203): 98 – 106.
- Sato, Y.; N. Bazzoli; E. Rizzo; M. B. Boschi & Miranda, M. O. T. 2005. Influence of the Abaeté River on the reproductive success of the neotropical migratory teleost *Prochilodus argenteus* in the São Francisco River, downstream from the Três Marias Dam, southeastern Brazil. *River Research and Applications*, 21: 939 – 950.
- Silva, L. G. M. 2012. Parâmetros migratórios e transposição de curimatãs e mandis-amarelos no médio rio Grande. In: *Transposição de peixes*, CEMIG. 170 p.
- Stanford, J. A.; Ward, J. V.; Liss, W. J.; Frissell, C. A.; Williams, R. N.; Lichatowich, J. A. and Coutant C. C. 1996. A general protocol for restoration of regulated rivers. *Regulated Rivers: Research e Management*, 12: 391 – 413.
- Sverlij, S. B.; Espinach-Ros, A. 1986. El dorado, *Salminus maxillosus* (Pisces, Characiformes), en el rio de La Plata y Rio Uruguay inferior. *Rev. Invest.*

Desarro. Pesq., 6: 57 – 75.

Sverlij, S. B.; Ros, A. E. and Orti, G. 1993, Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sabalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). *FAO Sinopsis sobre la Pesca*, 154: 64.

Toledo-Filho, S. A.; Godoy, M. P.; Santos, E. P. 1986. Curva de migração do curimatá, *Prochilodus scrofa* (Pisces, Prochilodontidae) na bacia superior do Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 46: 447 – 452.

Vono, V.; Alves, C. B. M.; Magalhães, A. L. B. A ictiofauna dos cursos d'água tributários da futura UHE-Igarapava, rio Grande (MG). 1997. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9: 33 – 43.

CAPÍTULO 2

- AES-Tietê. 2007. Programa de manejo e conservação de bacias hidrográficas e reservatórios: ictiofauna e qualidade da água. Promissão, SP: Eco Consultoria Ambiental. 364p.
- Agostinho, A. A., A. E. A. M. Vazzoler, L. C. Gomes & E. K. Okada. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus lineatus* em distintas fases del ciclo de vida, em la vida, em la planicie de inundacion Del alto rio Parana y embalse de Itaipu, Parana, Brasil. *Hydrobiologia Tropical*, 26: 79-90.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, D. R. Fernandez & H. I. Suzuki. 2002. Efficiency of fish ladders for Neotropical ichthyofauna. *River Research and Applications*, 18: 299-306.
- Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki & H. F. Julio, Jr. 2003. Migratory fishes of the Upper Parana River Basin Brazil. In: *Migratory Fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross, A. Baer (Eds), World Bank, Vitoria, 19-89.
- Agostinho, A. A., L. M. Bini, L. C. Gomes, H. F. Julio Jr, C. S. Pavanelli & C. S. Agostinho. 2004. Fish assemblages. In: *The Upper Parana River floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Thomaz, S. M., A. A. Agostinho, N. S. Hahn (Eds), Backhuys Publishers, Leiden, 223-246.
- Agostinho, A. A., M. T. Sidinei & L. C. Gomes. 2005. Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. *Conservation Biology*, 19(3): 646-652.
- Agostinho, A. A.; L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservato rios do Brasil. Eduem, Maringá, 512p.
- Agostinho, A. A., F. M. Pelicice, & L. C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Revista Brasileira de Biologia*, 68(4): 1119-1132.
- Agostinho, A. A.; F. M. Pelicice; L. C. Gomes, H. F. Júlio Jr. 2010. Reservior Fish Stocking: When One Plus One Maybe Less Than Two. *Natureza e Conservação*, 8(2): 103-111.
- Alves, C. B. M., A. L. Godinho, H. P. Godinho & V. C. Torquato. 1998. A ictiofauna da represa de Itutinga, Rio Grande (Minas Gerais - Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, 58(1): 121-129.
- Alves, C. B. M., F. Vieira, A. L. B. Magalhães, M. F. G. Brito. 2007. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects. In: Bert, T. M. *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*, 6:291-314.

- Amarasinghe, U. S. 1998. How effective are the stocking strategies for the management of reservoir fisheries in Sri Lanka? In: Stoking and introduction of fish. Ed. Cowx, I. G. 59-76.
- Barthem, R & M. Goulding. 1997. The catfish connection. New York: Columbia University Press. 137p.
- Berg & Jorgensen, 1994. Stockig eel (*Anguilla anguilla*) in streams. In: Cowx ed. Rehabilitation of freshwater fisharies, 314-325.
- Bonetto, A. A., C. Pignalbery, E. Cordiviola de Yuan, & O. Oliveros. 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. Physis (B. Aires), 30(81): 505-520.
- Bonetto, A. A., M. Cannon-Veron, & D. Roldan. 1981. Nuevos aportes ao conocimiento de las migraciones de peces en el rio Paraná. ECOSUR (Argentina), 8(16): 29-40.
- Buckup, P. A., N. A. Menezes & M. S. Ghazzi. 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195p.
- Carolsfeld J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer. 2003. Migratory fishes of South America. Victoria: World Fisheries Trust/IDRC/World Bank. 372p.
- Cortes R., Teixeira A. & Pereira C. 1998. Repovoamento e Transferencia de Trutas para Recuperação de Rios de Salmonideos: Soluções ou Ameaças? Silva Lusitana, 6(I): 1 - 17.
- Cowx, I. G. 1994. Stocking strategies. Fisheries Management and Ecology, 1: 15-30.
- Cowx, I. G. 1998. Stocking strategies: issues and options for future enhancement programmes. In: Stocking and Introduction of Fish, I. G. Cowx (ed), Fishing News Books, Oxford, UK. 3-13.
- Cowx, I. G. 1999. An appraisal of stocking strategies in the light of Developing Country Constrains. Fisheries Management and Ecology, 6: 21-34.
- Cresswell, R. C. 1981. Post-stocking movements and recapture of hatchery-reared trout released into flowing waters – a review. Journal of Fish Biology, 18: 429-442.
- FAO/DVWK (Food and Agriculture Organization/German Association for Water Management and Improvement). 2002. Fish passes: design, dimensions and monitoring. Rome: FAO. 117p.
- Fugi, R., N. S. Harm & A. A. Agostinho. 1996. Feeding styles of five species of bottom feedings fishes of the High Parana River. Environmental Biology of Fishes, 46(3): 297-307.

- Godinho, A. L. & B. Kynard. 2006. Migration and spawning of radio-tagged zulega (*Prochilodus argenteus*, Prochilodontidae) in a dammed Brazilian river. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135: 811-824.
- Godinho, A. L., B. Kynard & H. P. Godinho. 2006. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 4: 421-433.
- Godinho, A. L. & B. Kynard. 2008. Migratory fishes of Brazil: life history and fish passage needs. *River Research and Applications*, 25: 702-712.
- Godoy, M. P. 1954. Locais de desovas de peixes num trecho do rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil (Spawning site of fishes in a reach of the Mogi-Guaçu River, São Paulo State, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, 14: 375-396.
- Godoy, M. P. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do Rio Mogi-Guassu. *Rev. Brasil. Biol.*, 27(1): 1 - 12.
- Godoy, M. P. 1972. Brazilian Tagging experiments, fishes migration, and upper Paraná river basin ecosystem. *Revista Brasileira de Biologia*, 32: 473-484.
- Godoy, M. P. 1975. Peixes do Brasil. Piracicaba: Franciscana. 4: 631-847.
- Gomes, L. C. & A. A. Agostinho. 1997. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in Upper Parana River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 263-274.
- Jenkins, W. E., Simth, T. I. J., Denson M. R. 2004. Stocking Red Drum: Lessons Learned. *American Fisheries Symposium*, 44: 45-56.
- Lever, C. 1998. Introduced fishes: an overview. In: *Stocking and Introduction of Fish*, I. G. Cowx (ed), Fishing News Books, Oxford, UK. 143-152.
- Makrakis, M. C., L. E. Miranda, S. Makrakis, A. M. M. Xavier, H. M. Fontes and W. G. Morlis. 2007. Migratory movements of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, in the highly Paraná River. *Journal of Applied Ichthyology*, 23:700-704.
- Makrakis, M. C.; Miranda, L. E.; Makrakis, S.; Fontes, H.; Júnior, M.; Morlis, W. G.; Dias, J. H. P. and Garcia, J. O. 2012. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin. *Journal of Fish Biology*, 81: 866 - 881.
- Näslund, I. 1998. Survival and dispersal of hatchery-reared brown trout, *Salmo trutta*, released in small streams. In: *Stoking and introduction of fish*. Ed. Cowx, I. G. 59-76.

- Nomura, H. 1975. Marcação e migração da piava, *Leporinus copelandii* Steindachner, 1875 (Osteichthyes, Anostomidae) do rio Mogi Guaçu, São Paulo. *Revista Ceres*, 22(123): 332-340.
- Pesoa, N. A. and Schulz, U. H. 2010. Diel and seasonal movements of grumatã *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1836) (Characiformes: Prochilodontidae) in the Sinos River, Southern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 70(4): 1169 – 1177.
- Petrere, Jr. M. 1985. Migraciones de peces de agua dulce en America Latina: algunos comentários. COPESCAL Documento Ocasional, 1: 1-17.
- Pompeu, P. S.; A. A. Agostinho and Pelicice, F. M. 2012. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. *River Research and Applications*, 28: 504 – 512.
- Quinn, T. P. 2005. the behavior and ecology of Pacific Salmon and Trout. American Fisheries Society. 378p.
- Quirós, R. 1999. The relationship between fish yield and stocking density in reservoirs from tropical and temperate regions. Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos: International Institute of ecology; Leiden The Netherlands: Backhuys Publishers; Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences, 67-83.
- Resende, E. K. 2003. Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin excluding the Upper Paraná River. In: Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status. Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross, A. Baer (Eds), World Bank, Vitoria, 99-155.
- Roscoe, D. W.; Hinch, S. G. 2010. Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish and Fisheries*, 11: 12 – 33.
- Ruzzante D. E., D. E., Michael M. H., Dorte M., Kaare M. E. 2004. Stocking impact and migration pattern in an anadromous brown trout (*Salmo trutta*) complex: where have all the stocked spawning sea trout gone? *Molecular Ecology*, 13: 1433-1445.
- Silva, L. G. M. 2012. Parâmetros migratórios e transposição de curimatás e mandis-amarelos no médio rio Grande. In: Transposição de peixes, CEMIG. 170 p.
- Smith, W. S.; E. L. G. Espindola, M. Petrere, Jr & O. Rocha. 2003. Fishing modification due dam, pollution and introduction fish species in the Tiete River, Monograph Collation, SP, Brazil, Progress in Water Resources, 7: 494p.
- SokalL, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. Biometry. 3rd ed., Freeman Co., New York. 887p.

- SOMAR Meteorologia, 2012. Disponível em: <http://www.tempoagora.com.br>, acessado em 15/02/2012.
- Sverlij, S. B. & A. Espinach-Ros. 1986. El dorado, *Salminus maxillosus* (Pisces, Characiformes), en el rio de la Plata y rio Uruguay Inferior. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 6: 57-75.
- Sverlij, S. B., A. Espinach-Ros & G.Orti. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sabalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). FAO Fish. Synop, 154: 64p.
- Swales, S. 1989. The use of instream habitat improvement methodology in mitigating the adverse effects of river regulation on fisheries. In: Gore, J.A. e Petts, G.E. (eds). Alternatives in regulated river management, Boca Raton: CRC, 186-208.
- Toledo-Filho, S. A., L. F. A. Toledo, F. Foresti, E. Galhardo, E. Donola. 1992. Conservação Genética de Peixes em Projetos de Repovoamento de Reservatórios. cadernos de Ictiogenética, São Paulo. 1: 39p.
- Torloni, C. E. C, J. A. Cruz, R. A. F. Belmont & C. A. Onaga. 1990. Marcação e captura de pacu (*Colossoma mitrei*) no reservatório da UHE Mário Lopes Leão - Promissão, Estado de São Paulo. São Paulo, CESP. 17p.
- Vazzoler, A. E. A. M.; H. I. Suzuki, E. E. Marques & M. A. Lizama-Peres. 1997. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho, N. S. Hahn (Eds), EDUEM, Maringá, Paraná, 249-265.
- Vieira, F. & Pompeu, P. S. 2001. Peixamento, uma alternativa eficiente? Ciência Hoje, 30:28-33.
- Von Ihering, R. & P. Azevedo. 1936. A desova e a hipofisação dos peixes. Evolução de dois Nematognathas. Arquivos do Instituto de Biologia, São Paulo, 7: 107-18.
- Welcomme, R. L. 1976. Some general and theoretical considerations on the fish yield of African rivers. Journal of Fish Biology, 8: 351-364.
- Welcomme, R. L. 1989. Floodplain fisheries management. In: Gore, J. A. & Petts, G. E. (eds). Alternatives in regulated river management, Boca Raton: CRC, 210-233.
- Welcome, R. L. & D. M. Bartley. 1998. Current approaches to the enhancement of fisheries. Fisheries management and Ecology, 5: 351-382.
- Welcomme, R. L., Winemiller, K. O. & Cowx, I. G. 2006. Fish environmental guilds

as a tool for assessment of ecological condition of rivers. *River Research and Applications*, 22:377-396.