

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA,  
CONSERVAÇÃO E MANEJO DA VIDA SILVESTRE

Avaliação da estocagem de curimbatá  
(*Prochilodus lineatus*, Valenciennes, 1836)  
na represa de Volta Grande, Rio Grande,  
MG/SP

Thiago Da Motta e Albuquerque De Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Lima Godinho

Belo Horizonte, MG

2014

THIAGO DA MOTTA E ALBUQUERQUE DE CARVALHO

AVALIAÇÃO DA ESTOCAGEM DE CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*, VALENCIENNES, 1836) NA REPRESA DE VOLTA GRANDE, RIO GRANDE, MG/SP

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Belo Horizonte

Instituto de Ciências Biológicas da UFMG

2014

AVALIAÇÃO DA ESTOCAGEM DE CURIMBATÁ (*Prochilodus lineatus*, VALENCIENNES, 1836) NA REPRESA DE VOLTA GRANDE, RIO GRANDE, MG/SP

Dissertação de mestrado apresentada por  
Thiago da Motta e Albuquerque de Carvalho

Aprovada pela banca composta por:

---

Dr. Alexandre Lima Godinho, orientador

---

Dr. Gilmar Bastos Santos, membro

---

Dr. José Fernandes Bezerra Neto, membro

Este trabalho foi desenvolvido como parte do projeto de pesquisa intitulado “Avaliação do repovoamento nas represas de Jaguará e Volta Grande”, através de parceria entre:



Com financiamento e apoio de:



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Zoo-Botânica, em especial ao Carlyle, pelo incentivo e apoio interno à minha decisão de fazer o mestrado. Espero que possíveis atrasos sejam bem compensados com minhas novas capacitações. À toda minha equipe do Aquário e colegas do Zoológico pela paciência e auxílio.

Sam, muito obrigado pela paciência e pela valiosa orientação e variadas dicas. Os Happy-Hours foram fundamentais para as discussões filosóficas, que ficaram um tanto quanto mais tranquilas, com um teor ético mais elevado. Continue sua produção para que eles agora sejam muito bem regados, com a Sam's Beer!

Greg, valeu pela parceria e amizade! Sua seriedade no trabalho sempre me deixava tranquilo quando não podia participar das coletas. Todos sabemos que sem você seria impossível. Espero que possamos continuar trabalhando juntos e que consigamos colocar em prática as nossas ideias, por mais malucas que possam ser.

Ao Toim e todos os outros pescadores que ajudaram nas coletas. Ao Dalbert e a todos os outros que sofreram com a máquina e ajudaram no trabalho ingrato da marcação dos peixes.

Ao Sérgio, Mayara e ao pessoal da veterinária, com a ajuda fundamental com a radiografia das curimbas.

À Alessandra, Caissor, João e todos da Cemig e da Estação de Volta Grande, que sempre me ajudaram e estavam sempre disponíveis.

À Gisele e a todos os amigos do CTPeixes, pela ajuda com as discussões sérias e com aquelas não tão sérias que sempre ajudaram a relaxar.

Pai e mãe, muito obrigado pelo constante incentivo e pela força nos momentos de desespero. Vocês são meus maiores exemplos, tanto de sucesso profissional, quanto de felicidade, carinho e habilidade de curtir a beleza da vida e se levantar, ainda que faltando pedaços.

Sílvia, não podia me esquecer de você, que foi quem mais sentiu na pele os efeitos colaterais do conjunto dissertação e trabalho. Sem a sua força constante eu não teria conseguido. Me desculpe por cada vez que talvez, quem sabe, eu possa ter

ficado um pouco irritado. Cada dia que passa me faz ter mais certeza de que você é a mulher da minha vida.

Agradeço também a todas as outras pessoas que me ajudaram e que ficaram felizes com minha realização.

## RESUMO

Uma das principais ameaças à biodiversidade de ecossistemas de água doce no mundo é o barramento de rios. A estocagem de peixes é o método mais difundido de manejo da pesca em reservatórios, apesar de possuir grande proporção de fracassos, com resultados infrutíferos ou impactos severos sobre o ambiente e os estoques naturais. Programas de estocagem podem auxiliar no restabelecimento de populações nativas de peixes mas, para isso, o monitoramento e avaliação são fundamentais. Este trabalho avaliou a contribuição da estocagem para a população de curimatá do reservatório de Volta Grande (RVG). Para isso, cerca de 160 mil curimatás não marcados e quase 20 mil marcados com 'coded wire tag' foram estocados no RVG em 2012–2013 e amostragens mensais com redes de emalhar foram conduzidas em diferentes macrohabitats. Espécies introduzidas dominaram as amostras e o curimatá (*Prochilodus lineatus*) foi espécie pouco abundante, mas foi encontrada em todos os macrohabitats estudados, com pequena proporção de indivíduos jovens. A estocagem contribuiu significativamente para a população de curimatás e é possível que todos os indivíduos dessa população sejam provenientes dele. Curimatás estocados no ambiente lântico e com maior tamanho apresentaram menor mortalidade e/ou dispersão. A estocagem foi importante para a manutenção da população de curimatá do RVG, mas uma visão ecossistêmica e o uso em conjunto com outras ações, como a instalação de passagens de peixes e restauração de habitats, podem auxiliar na restauração de uma população autossustentável.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das usinas e reservatórios de Porto Colômbia, Volta Grande, Igarapava e Jaguará, no rio Grande entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. ....	21
Figura 2 Número de alevinos de curimatá estocados anualmente no reservatório de Volta Grande de 1986 a 2013. ....	22
Figura 3 Indivíduos de curimatá estocados nos anos de 2012 e 2013 no RVG, em cada ponto de soltura. Todos os indivíduos soltos em maio, junho e setembro de 2012 estavam marcados com CWT. ....	23
Figura 4 Reservatório de Volta Grande com indicação das cinco áreas de amostragem.....	24
Figura 5. Radiografia de curimatá marcado com indicação do CWT.....	25
Figura 6. Boxplot do comprimento padrão (cm) dos curimatás estocados marcados e não marcados no reservatório de Volta Grande. ....	26
Figura 7. CPUE das espécies capturadas. ....	27
Figura 8. CPUE de curimatá por campanha acumulada e área de coleta.....	28
Figura 9. Número de curimatás amostrados no reservatório de Volta Grande por classe de comprimento padrão. ....	29
Figura 10. Número de indivíduos de curimatá capturados por área e classe de tamanho. ....	30
Figura 11. Locais de soltura e de captura de curimatás marcados e não marcados.....	31
Figura 12. Comprimento padrão e peso corporal da amostragem dos indivíduos soltos e dos indivíduos recapturados. ....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de indivíduos de curimbatá marcados estocados no reservatório de Volta Grande. ....	33
Tabela 2. Esforço de pesca por campanha e área. ....	33
Tabela 3. Captura por unidade de esforço e abundância relativa de curimbatás e piscívoros nas áreas amostradas. ....	34
Tabela 4. Dados de indivíduos de curimbatá capturados marcados.....	34
Tabela 5. Razão da estocagem no reservatório de Volta Grande, por áreas.....	35
Tabela 6. Razão da recaptura no reservatório de Volta Grande, por classes de tamanho. ....	35
Tabela 7. Razão da recaptura no reservatório de Volta Grande, por classes de tamanho e áreas com recapturas.....	36

# Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>3</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO	3
2.2 ESTOCAGEM	4
2.3 MARCAÇÃO	5
2.4 TRANSPORTE E SOLTURA	6
2.5 CAPTURAS	6
2.6 ANÁLISE	8
<b>3 RESULTADOS</b>	<b>9</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b>	<b>11</b>
4.1 ABUNDÂNCIA E ESTRUTURA DA POPULAÇÃO DO CURIMBATÁ	11
4.2 A IMPORTÂNCIA DOS AMBIENTES AMOSTRADOS PARA A POPULAÇÃO DO CURIMBATÁ.	13
4.3 A IMPORTÂNCIA DA ESTOCAGEM PARA A POPULAÇÃO DO CURIMBATÁ	13
4.4 LOCAL DE ESTOCAGEM, DISPERSÃO E SOBREVIVÊNCIA OS PEIXES ESTOCADOS.	14
4.5 TAMANHO DO PEIXE ESTOCADO	14
4.6 SITUAÇÃO DA ESTOCAGEM DO RVG.	15
4.7 A ESTOCAGEM E OUTRAS AÇÕES DE MANEJO DO ECOSISTEMA	16
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>17</b>

## 1 Introdução

Uma das principais ameaças à biodiversidade de ecossistemas de água doce no mundo é o barramento de rios e a alteração dos regimes hidrológicos naturais. (Nilsson *et al.*, 2005; Dudgeon *et al.*, 2006) O bloqueio das migrações de espécies migradoras é um dos mais óbvios impactos das construções de barragens (Godinho & Kynard, 2009), porém, a barragem de rios é um processo tão intenso e dramático que resulta na criação de um novo ecossistema, com uma particular estrutura, biota e funcionamento (Agostinho *et al.*, 2008). Programas de estocagem vêm sendo realizados há mais de 100 anos para mitigar esses impactos e, por sua fácil compreensão e visualização do esforço empreendido na reprodução e soltura, é um método muito popular e também o mais difundido para o manejo de pesca em reservatórios atualmente (Quiros, 1999; Molony & Lenanton, 2003; Agostinho *et al.*, 2007).

As primeiras estocagens no Brasil ocorreram em açudes do nordeste, na década de 1930, com espécies exóticas e em alguns casos até se eliminavam espécies nativas consideradas danosas ou sem valor comercial, como as piranhas e peixes forrageiros (Gurgel & Nepomuceno, 1988). Atualmente a introdução de espécies é ilegal no Brasil, e a estocagem vem sendo utilizada no sudeste brasileiro com espécies autóctones, com o objetivo de se mitigar os impactos de barragens sobre as populações de peixes migradores.

No entanto, a história da estocagem no mundo nos mostra uma grande proporção de fracassos, onde os resultados foram infrutíferos ou causaram impactos severos sobre o ambiente e sobre os estoques naturais. Atualmente, com o desenvolvimento do pensamento de conservação e sustentabilidade no mundo, programas de estocagem não devem ser simplesmente adições de peixes ao ambiente natural, feitas simplesmente por obrigações legais ou motivos eleitoreiros e publicitários (Molony & Lenanton, 2003; Agostinho *et al.*, 2007; Agostinho *et al.*, 2010).

Programas de estocagem, se bem conduzidos, podem auxiliar no restabelecimento de populações nativas de peixes e por isso, têm o potencial de se tornar uma poderosa ferramenta de manejo de recursos pesqueiros. Para isso, é importante que se tenha uma visão ecossistêmica, se avalie o uso de outras

ferramentas, como mecanismos de transposição de peixes e a restauração de habitats e que se adote uma metodologia científica, com planejamento, monitoramento e avaliação do programa a ser realizado (Molony & Lenanton, 2003; Agostinho *et al*, 2007). No Brasil, foram feitos alguns estudos avaliando a variabilidade genética dos indivíduos produzidos para estocagem (Loperra-Barrero, 2009; Dantas, 2010; Gomes & Ribeiro, 2011), porém, nunca foi realizado nenhum estudo experimental para se determinar a contribuição da estocagem em reservatórios.

A Estação Ambiental de Volta Grande (EAVG) está localizada no município de Conceição das Alagoas, MG, e vêm realizando estocagens na região desde a década de 1970. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estocagem de curimatá (*Prochilodus lineatus*) que ocorre no reservatório de Volta Grande (RVG), através de marcação, soltura e recaptura. As seguintes hipóteses foram formuladas e investigadas:

- 1- A população de curimatás no RVG é abundante, já que há entrada de novos indivíduos por estocagem e um sítio onde ocorre a reprodução natural;
- 2- A estocagem contribui significativamente para a população de curimatás no RVG e a proporção de indivíduos provenientes da reprodução natural é pequena;
- 3- Indivíduos estocados em ambientes com características lóticicas terão uma maior recaptura, devido a uma maior sobrevivência, proporcionada por uma provável maior complexidade desses ambientes, com mais refúgios para evitar a predação;
- 4- Indivíduos estocados com maior tamanho terão maior recaptura, devido à maior sobrevivência e capturabilidade;
- 5- Indivíduos estocados depois de mais tempo em cativeiro terão menor recaptura, uma vez que a sobrevivência será menor, por desenvolvimento de possíveis comportamentos inadequados em cativeiro;

Com a análise das hipóteses acima, o potencial da estocagem e de outras ações de manejo para manutenção e aumento da população de curimatás no RVG foram discutidas.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Espécie de estudo

O curimbatá (*Prochilodus lineatus*) apresenta uma distribuição ampla na bacia do rio Paraná-Paraguai, no Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai. Além dessa bacia, a espécie também ocorre na bacia do rio Paraíba do Sul; na Lagoa dos Patos e em rios que deságuam nela; nos sistemas dos rios Sali e Dule que deságuam no mar Chiquita e também no Rio Salado e Laguna de Chascomús, todos estes na Argentina. (Castro & Vari, 2004) Indivíduos de curimbatá atingem até 75 centímetros de comprimento total (Castro & Vari, 2003). Em planícies de inundação na bacia do Rio Paraná, *P. lineatus* pode ser responsável por até 90% da biomassa de peixes. (Bonetto *et al.*, 1969; Bayley, 1973; Cordivola de Yuan, 1992; citados por Stassen *et al.*, 2010). Pode ser considerado como iliófago, pois se alimenta principalmente de pequenas partículas presentes no sedimento inorgânico, além de detritos finos e diatomáceas (Fugi *et al.*, 1996).

A reprodução do curimbatá ocorre nas partes superiores de alguns grandes tributários do Rio Paraná, de outubro a janeiro, época em que o nível da água se eleva. A migração tem um papel importante no sucesso reprodutivo da espécie, pois promove o encontro e a alta concentração de ambos os sexos em áreas apropriadas para a fertilização e desenvolvimento dos ovos (Sivasundar *et al.*, 2001; Agostinho *et al.*, 2004). Depois de fertilizados e hidratados, os ovos sofrem um aumento de volume e diminuição no peso específico, fazendo com eles flutuem, fiquem à deriva e sejam carregados para a planície de inundação (Agostinho *et al.*, 2004). Os jovens se desenvolvem em lagoas e canais na planície e permanecem nesses ambientes lênticos e semilênticos até atingirem a maturidade sexual, no segundo ano de vida, com cerca de 220 milímetro de comprimento (Agostinho & Júlio Jr, 1999).

### 2.2 Área de estudo

O reservatório de Volta Grande (RVG), formado em 1973, localiza-se no rio Grande, entre os estados de Minas Gerais e São Paulo (19° 57', 20° 10' S e 48° 25', 47° 35' W), na bacia do alto rio Paraná. Para a ictiofauna, a construção de barragens é o impacto mais conspícuo na bacia, virtualmente todos os principais afluentes foram

afetados (Agostinho & Gomes, 2002). Com área inundada de aproximadamente 205 km<sup>2</sup>, perímetro de 80 km e volume de 23 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>, forma, juntamente com 10 outros barramentos, a cascata de reservatório do rio Grande. O RVG está situado a cerca de 500 m acima do nível do mar, tendo a montante o reservatório de Igarapava e a jusante o de Porto Colômbia (Santos & Formagio, 2000). Em 1999, foi construída uma escada para peixes na barragem de Igarapava (Bizzotto *et al*, 2009), conectando os reservatórios de Volta Grande e Igarapava (Figura 1). O principal tributário do RVG é o rio do Carmo. Tem largura na foz de cerca de 50 m (Fonseca, 2010) e várias lagoas marginais ao longo do seu curso. É o único sítio de desova de curimatá entre as barragens de Volta Grande e Jaguará (Ribeiro, 2013).

Para o presente estudo, o RVG foi dividido em dois macrohabitats, o lótico e o lântico, de acordo com suas características ambientais. O lótico vai da ferrovia EF050, que liga Ribeirão Preto a Uberaba, até a barragem de Igarapava. Nesse trecho, a distância entre as margens do rio Grande é menor, entre 0,2 e 0,7 km, e a correnteza é visível. Já o trecho lântico vai da barragem de Volta Grande até a ferrovia EF050, onde o RVG é mais largo, com distâncias entre as margens entre 0,6 e 4,0 km, e não apresenta correnteza aparente.

### 2.3 Estocagem

O RVG vem sendo estocado pela EAVG desde a década de 1970. O número de alevinos estocados por ano variou de mais de 685 mil peixes, em 2001, até nenhum peixe, em 2010 (Figura 2). Nesse estudo foi avaliada a estocagem de curimatás no RVG realizada em 2012 e 2013. Para isso, cerca de 140 mil curimatás não marcados e quase 20 mil marcados com 'coded wire tag' (CWT) foram estocados (Figura 3) e amostragens mensais com redes de emalhar foram conduzidas no reservatório.

Para a produção dos alevinos, cerca de 130 matrizes de curimatá, na proporção de dois machos para cada fêmea, foram capturadas no trecho do rio Grande, localizado entre a jusante da barragem de Porto Colômbia e a jusante da barragem de Igarapava. Foram então levadas para a EAVG, onde foram mantidas em tanques escavados. De outubro a janeiro de 2011, machos e fêmeas que estavam em maturação sexual foram selecionados e neles foi aplicado o hormônio sintético Conceptal®. Foram então mantidos em aquários até o momento em que foi feita a

extrusão dos ovócitos e sêmen em provetas, onde aconteceu a fertilização. Em seguida os ovos foram hidratados e mantidos em incubadora do tipo funil, na proporção de um grama de ovos por litro de água. Cerca de quatro dias depois da eclosão dos ovos, as pós-larvas de curimatá foram então transferidas para tanques escavados de alevinagem, na proporção de 300 indivíduos/m<sup>3</sup>, onde os peixes foram alimentados e mantidos até o momento de marcação ou soltura no RVG. A alimentação nos tanques de alevinagem ocorreu uma vez ao dia, e constituiu-se de rações próprias para peixes, com diferentes proporções de proteína, variando de 52%, na ração farelada para pós larvas e alevinos, até 32%, na ração peletizada para juvenis.

#### 2.4 Marcação

Um total de 19.817 indivíduos, equivalente a 12 % dos indivíduos estocados no RVG nos anos de 2012 e 2013, foram marcados com marcas físicas do tipo 'coded wire tag' (CWT), fabricadas pela Northwest Marine Technology®, antes da soltura. A marcação e posterior soltura dos indivíduos marcados foi realizada em dois períodos: maio-junho e setembro de 2012. A equipe de marcação foi composta de três pessoas, que levaram um total de cinco semanas. Os jovens de curimatás foram classificados em duas classes de tamanho, baseadas na mediana observada do comprimento total dos curimatás usualmente estocados pela EAVG: pequenos, com comprimento total menor que 12 cm e grandes, com comprimento total maior ou igual a 12,0 cm (Tabela 1).

Para a marcação, os curimatás foram capturados com rede de arrasto e transferidos dos tanques escavados para aquários em sacos plásticos com água. A temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido (OD) da água dos aquários foram mensurados com o uso do medidor multiparâmetro HORIBA U-22®, três vezes por dia para se detectar possíveis alterações que poderiam afetar a sobrevivência dos indivíduos.

O CWT foi injetado na musculatura dorsal e o local de injeção variou em função do tamanho e época de soltura. Depois de marcados, os peixes foram contabilizados com contador mecânico e separados em aquários de acordo com o tamanho e o ponto em que seriam soltos. Assim, a proporção entre indivíduos grandes e pequenos foi similar nos dois pontos de soltura (Tabela 1).

## 2.5 Transporte e soltura

Antes da soltura, foi feita a biometria de uma amostra que variou de 40 a 217 indivíduos de cada campanha de soltura. Foram medidos o comprimento padrão e o peso corporal de 1033 peixes marcados e de 2199 peixes não marcados.

Os curimatás foram soltos no RVG de março de 2012 a janeiro de 2013 (Figura 3), sendo que todos os indivíduos soltos entre maio e setembro de 2012 estavam marcados. Os pontos de soltura foram: P1 (Ancoradouro), e P2 (Porto de Areia). P1 é localizado próximo à barragem de Volta Grande, no trecho lêntico, já P2 é localizado próximo à barragem de Igarapava, no trecho lótico (Figura 4). Um terceiro ponto, P3 (Clube Náutico) foi utilizado apenas em março, mas foi descartado por problemas de logística. Lá foram estocados cerca de 14 mil curimatás não marcados (Figura 3).

O transporte até os pontos de soltura ocorreu em caminhão com caixas próprias para o transporte de peixes, com injeção contínua de ar. O transporte até o P1 demorou cerca de 10 minutos e até o P2 cerca de uma hora. A temperatura, pH e OD foram medidos durante o transporte e nos pontos de soltura.

A idade dos peixes estocados variou de 124 a mais de 365 dias de vida para os indivíduos não marcados, soltos em março e abril de 2012; de 155 a 195 dias de vida para os indivíduos marcados, soltos em maio e junho de 2012; e de 233 a 323 dias de vida para os indivíduos marcados, soltos em setembro de 2012.

## 2.6 Capturas

Para as capturas, o perímetro do trecho lêntico foi demarcado no programa Google Earth®. O trecho lêntico foi, então, dividido em três áreas (A, B e C) com perímetros iguais. A área A mais de jusante e a C mais de montante. O trecho lótico foi dividido nas áreas D e E. A área D foi o trecho lótico propriamente dito, a área com correnteza entre a barragem de Igarapava e a ferrovia EF050. A área E correspondeu a três lagoas marginais do rio Grande conectados à área D por canais, que podiam ser acessadas por barco (Figura 4). Um trecho de cerca de 8 km de comprimento, entre as áreas C e D foi excluído da amostragem devido à grande abundância de algas filamentosas que comprometeriam a capturabilidade dos equipamentos de amostragem.

Foram realizadas 13 campanhas de julho de 2012 a outubro de 2013 para amostragem de peixes da RVG, e a metodologia foi diferente para os trechos lótico e lêntico. Em cada campanha, foram amostrados 18 pontos de coleta (PC) no trecho lêntico. O primeiro PC foi sorteado aleatoriamente entre os “waypoints” obtidos no perímetro. A partir do primeiro PC, foram acrescentados PC separados por 500 m de distância, totalizando 572 PC em todo o perímetro do trecho lêntico. Nas áreas A, B e C, foram amostrados seis PC por campanha, sendo três fixos e três aleatórios. Os pontos fixos, equidistantes entre si, permaneceram os mesmos em todas as campanhas de captura, enquanto os pontos aleatórios foram sorteados sem reposição a cada campanha.

Em cada PC do trecho lêntico, 10 redes de emalhar de 20 m de comprimento por cerca de 1,7 m de altura foram montadas. As redes eram das malhas 3 a 16 cm entre nós opostos, dispostas na seguinte ordem: 3, 8, 4, 10, 5, 12, 6, 14, 7 e 16 cm. As baterias foram armadas na zona litorânea, paralelamente à margem, entre 2 e 17 m de profundidade (média = 5 m), no período da tarde e retiradas na manhã do dia seguinte, sendo o tempo de exposição de aproximadamente 17 horas.

Para o trecho lótico, não houve sorteio dos PC, e as redes foram armadas em pontos não aleatórios, uma vez que as redes de emalhar não funcionam em pontos com correnteza forte. Na área D, que foi amostrada em todas as campanhas, foram armadas de uma a três redes de cada uma das malhas acima, isoladamente e em locais com pouco ou nenhum escoamento. Já a área E foi amostrada com baterias de rede iguais às utilizadas nas áreas do trecho lêntico. Essa área foi amostrada em 7 das 13 campanhas. Tanto a área D quanto a E tiveram um esforço de pesca menor que as áreas do trecho lêntico (Tabela 2).

Todos os peixes capturados foram identificados e contabilizados por malha e PC. Os curimatás foram etiquetados e fixados. Os demais peixes foram soltos e os mortos descartados. Após fixação, os curimatás foram pesados, medidos (comprimento padrão), avaliados para a presença do CWT e abertos para a determinação do sexo e estágio de maturação gonadal. Foi feita uma radiografia de cada curimatá marcado recapturado para se determinar a posição do CWT e assim saber qual foi a classe de tamanho e época de soltura (Figura 5). Os curimatás capturados foram agrupados em

seis classes de tamanho de comprimento padrão: 10,1 a 16,0 (1), 16,1 a 22,0 (2), 22,1 a 28,0 (3), 28,1 a 34,0 (4), 34,1 a 40,0 (5) e 40,1 a 46,0 (6).

## 2.7 Análise

Foi feito um boxplot, com análise de Kruskal-Wallis no programa SAS®, para se comparar as médias, intervalo interquartil, valores máximos e mínimos do comprimento padrão e peso corporal da amostragem dos indivíduos soltos em março e abril de 2012, que não estavam marcados, e dos soltos de maio a setembro de 2012, que estavam marcados.

A CPUE (captura por unidade de esforço, em número de indivíduos por 100 m<sup>2</sup>) foi calculada para tamanho de malha de rede de acordo com a equação:  $CPUE_m = (N_m / E_m) * 100$ , onde  $N_m$  é o número de indivíduos coletados e  $E_m$  é o esforço de pesca, em m<sup>2</sup> da malha  $m$ .

A CPUE total do RVG foi feita para cada espécie capturada através da soma das CPUE de todas as malhas utilizadas em todas as áreas. Foi também calculada a CPUE por espécie e área, somando-se a CPUE das malhas que cada espécie obteve em cada área.

Para curimatás, além das CPUE acima, também foi calculada a CPUE por campanha acumulada. Ela foi feita através da soma das CPUE das malhas por campanha, levando-se em conta o  $N_m$  e o  $E_m$  obtidos desde a primeira campanha até a campanha em questão.

Para se determinar a CPUE relativa de curimatás, multiplicou-se por 100 a razão entre a CPUE de curimatás e a soma das CPUE das demais espécies. O mesmo foi feito para os piscívoros nativos e introduzidos, i.e., pirambeba (*Serrasalmus maculatus*), corvina (*Plagioscion squamosissimus*), tucunaré-azul (*Cichla piquiti*), trairão (*Hoplias intermedius*) e tucunaré-amarelo (*Cichla kelberi*).

Para se comparar a CPUE de curimatás entre as áreas, foi realizado um teste qui-quadrado, utilizando o programa SAS®. Usou-se a média dos valores de CPUE das áreas como a CPUE esperada.

A constância do curimatá foi calculada por área segundo Dajoz (1973), da seguinte maneira:

$$\text{Constância} = (n/N) * 100, \text{ onde:}$$

n = número de vezes em que a espécie foi registrada na área;

N = número de vezes que a área foi amostrada.

Para cada área, o curimatá foi classificado de acordo com sua constância na amostragem, da seguinte maneira: constante (C), quando foi registrada em 50% ou mais das amostragens; acessória (A), quando foi encontrada entre 25% e 50% das amostragens, e rara (R), quando foi registrada em menos de 25% das amostragens

A razão entre curimatás marcados recapturados e curimatás capturados ( $R_r$ ) foi determinada pela equação:

$$R_r = (N_m / N_c) * 100, \text{ onde:}$$

$N_m$  = número de curimatás marcados recapturados;

$N_c$  = número de curimatás capturados.

A  $R_r$  foi calculada para o RVG, por local de captura e por classe de tamanho dos peixes capturados.

A relação entre o peso corporal e o comprimento padrão foi comparada entre os curimatás antes da soltura e os curimatás marcados recapturados no RVG.

Foi feita uma comparação entre a proporção de peixes marcados estocados e os recapturados, quando esses eram soltos pequenos ou grandes. A determinação da classe de tamanho quando da soltura dos peixes recapturados se baseou na localização do CWT no corpo dos peixes.

### 3 Resultados

Houve diferença significativa no comprimento padrão no momento da soltura entre curimatás não marcados, marcados soltos em maio e marcados soltos em setembro (Kruskal-Wallis:  $p < 0,01$ ). A amplitude do comprimento padrão foi maior nos peixes estocados não marcados do que nos curimatás estocados marcados (Figura 6).

Foram capturados 5.360 indivíduos de 38+ espécies. A pirambeba foi a espécie de maior CPUE no RVG. Entre as 10 espécies de maior CPUE, cinco são introduzidas: corvina, trairão, tucunaré-azul, tucunaré amarelo e pacu-cd (*Metynnis maculatus*), todas elas, com exceção do pacu-cd, são piscívoras. A soma da CPUE da pirambeba e das quatro espécies piscívoras introduzidas correspondeu a 61% da soma das CPUE de todas as espécies (Figura 7).

A maior riqueza de espécies e o menor número de espécies dominantes ocorreram na área D. Nas outras áreas, houve dominância de poucas espécies, em especial de corvina, pirambeba e acará. A corvina foi a espécie de maior CPUE nas áreas A e B, mais próximas à barragem de VG, enquanto que a pirambeba nas áreas C, D e E. As lagoas marginais, em especial, apresentaram grande CPUE da pirambeba. A CPUE relativa de piscívoros atingiu valores acima de 60% em todas as áreas com exceção da D, onde foi igual a 32% (Tabela 3).

Foram coletados 72 indivíduos de curimatá. Ela foi a 13ª espécie de maior CPUE no RVG (Figura 7). Curimatás foram capturados em todas as áreas. Ela foi constante em três (A, C e E) e acessória em duas (B e D). Não houve diferença significativa na CPUE de curimatá entre as áreas ( $\chi^2 = 8,97$ ;  $p = 0,06$ ;  $gl = 1$ ). A CPUE relativa dessa espécie foi próxima entre as cinco áreas amostradas (Tabela 3).

A CPUE por campanha acumulada mostra maior semelhança na variação temporal entre as três áreas do trecho lântico, CPUE maior na área lótica e ainda maior nas lagoas marginais do trecho lótico. Apesar de a CPUE por campanha acumulada de curimatá ter sido maior nas áreas D e E que nas áreas do trecho lântico na maior parte do período amostrado, houve uma queda ao longo do tempo, que terminou em uma estabilização (Figura 8).

O maior número de curimatás capturados foi das classes intermediárias (Figura 9). A proporção de indivíduos das classes menores foi pequena em todas as áreas. A área onde essa proporção foi maior foi a área A, com cinco indivíduos, o que correspondeu a 27% do total (Figura 10).

Entre os curimatás estocados marcados, sete (0,035%) foram recapturados. O comprimento padrão desses peixes variou de 16,6 a 33,5 cm (Tabela 4). Seis peixes estavam em repouso e um indivíduo em maturação sexual. Foram quatro fêmeas e três machos. Dois eram pequenos e cinco eram grandes quando soltos. Os pequenos apresentaram tamanhos similares aos grandes quando recapturados. Cinco peixes foram recapturados na área A, um na B e um na E. A taxa de recaptura dos pequenos (0,015%) foi cinco vezes menor do que a dos grandes (0,072%). A taxa de recaptura foi quase duas vezes maior para os indivíduos estocados em setembro (0,046%) do que para os estocados em maio-junho (0,027%).

A  $R_r$  no RVG foi 9,7%. As áreas de maior de  $R_r$  foram, em ordem decrescente, A, E e B (Tabela 5). Apesar da metade dos indivíduos terem sido soltos na área D, nenhum indivíduo marcado foi recapturado nessa área. Por outro lado, a  $R_r$  da área E, adjacente à área D e onde foi pego um curimatá marcado, foi de 14,3%. Na área B foi capturado apenas um indivíduo. Esse foi o último curimatá marcado a ser recapturado, no local mais distante dos pontos de soltura (C7, na Figura 11), e o de maior porte, com 33,5 cm de comprimento padrão (Tabela 4).

Dos sete indivíduos recapturados, cinco eram da classe de tamanho 2, um da classe 3 e um da classe 4. A  $R_r$  da classe 2 foi a maior, com mais de 55% dos indivíduos marcados (Tabela 6). Na área A e E, todos os indivíduos capturados da classe de tamanho 2 estavam marcados (Tabela 7). Nas classes de tamanho maiores, a  $R_r$  foi de 25% para a classe 3 na área A.

Todos os curimatás marcados recapturados estavam com o peso acima do predito pela relação peso-comprimento dos curimatás estocados na RVG (Figura 12). Os dois indivíduos marcados pequenos que foram recapturados cresceram, no mínimo, cerca de 4 cm por mês, uma vez que tinham pelo menos 12 cm de comprimento total no momento da marcação e estocagem (Tabela 4).

## 4 Discussão

### 4.1 Abundância e estrutura da população do curimatá

O curimatá foi espécie pouco abundante no RVG. Entre as mais de 38 espécies aí capturadas, a CPUE do curimatá foi a 13ª maior e representou apenas 1,2% da CPUE total. O curimatá também não esteve entre as nove espécies mais capturadas em estudos realizados no RVG na década de 1980 e 2000 (Fonseca, 2010).

O número pequeno de novos indivíduos acrescentados à população, sejam eles provenientes da reprodução natural ou da estocagem, e não a falta de alimento, foi a provável causa da baixa abundância de curimatá no RVG. O curimatá contribui razoavelmente para a pesca em reservatórios no Alto Paraná quando esses apresentam trecho à montante sem barragens ou grandes tributários (Agostinho *et al*, 2004). Esse parece não ser o caso do RVG. O trecho lótico do RVG é curto e seu principal tributário, o rio do Carmo, que é sítio de desova e suas lagoas marginais são

berçários de curimatás, é pequeno e com baixa densidade de curimatás (Ribeiro, 2013). Assim, parece que o recrutamento proveniente de desova natural é bastante limitado. A alimentação, por sua vez, parece não ser recurso limitante aos curimatás no RVG, já que todos os curimatás marcados recapturados estavam com o peso acima do predito pela relação peso-comprimento quando os curimatás foram estocados no RVG. Portanto, o curimatá no RVG encontra-se, possivelmente, abaixo da capacidade de suporte do ambiente no aspecto alimentar.

Outro indício do pequeno recrutamento de curimatás no RVG foi a baixa frequência de indivíduos jovens na população. Apenas 15% dos curimatás coletados eram menores que o tamanho de maturação sexual, que é 22 cm. A pequena ocorrência de indivíduos jovens ocorreu em todas as áreas amostradas. Três hipóteses explicam a pequena proporção de jovens capturados: predação, população dependente da estocagem e amostragem tendenciosa.

Pela primeira hipótese, uma forte pressão de predação pode ter influenciado a sobrevivência de curimatás jovens, sejam eles oriundos da reprodução natural ou da estocagem. Mais de 60% da CPUE total foi composta por espécies predadoras, como a corvina, pirambeba, tucunaré-azul, tucunaré-amarelo e trairão. A corvina e a pirambeba são piscívoros generalistas que atingem grande abundância por se alimentarem também de crustáceos e insetos, e por isso, exercem forte pressão sobre a ictiofauna local (Andrade & Braga, 2005; Junior *et al.*, 2008; Fonseca, 2010). No caso da RVG, a introdução da corvina foi responsável por mudanças significativas na estrutura da sua ictiofauna (Fonseca, 2010).

Pela segunda hipótese, o sucesso reprodutivo de curimatás do RVG é pequeno e a maior parte da sua população provém da estocagem. Os indivíduos entram na população com maior tamanho e, na medida em que crescem, diminui a predação. A população, portanto, é composta principalmente por indivíduos maiores, que conseguiram sobreviver e atingir tamanhos onde a predação é mais difícil. Por essa hipótese, a população de curimatás do RVG é altamente dependente da estocagem e tem grandes chances de se extinguir se esse manejo terminar.

Na terceira hipótese, o baixo número de indivíduos pequenos na amostra foi causado pela seletividade dos petrechos de pesca empregados e pela não amostragem de berçários. Redes de malha menor têm menor capturabilidade (Hubert *et al.*, 2012) e

técnicas mais adequadas para a coleta de peixes pequenos não foram utilizadas. Além disso, as lagoas marginais do rio do Carmo, berçários dos curimatás do RVG (Ribeiro, 2013), não foram amostradas.

#### 4.2 A importância dos ambientes amostrados para a população do curimatá.

Os curimatás utilizaram todos os ambientes amostrados do RVG. Isso reforça a afirmação de Hahn *et al.*, (1998) que diz que o curimatá consegue sobreviver em reservatórios, uma vez que o alimento é abundante. A proporção de predadores não afetou a utilização dos diferentes habitats, mas a CPUE por campanha acumulada encontrada sugere que os curimatás preferiram utilizar o trecho lótico e suas lagoas marginais, em detrimento do trecho lêntico do reservatório. Em Itaipu, ao contrário, curimatás adultos preferem utilizar o trecho lêntico para alimentação e crescimento (AGOSTINHO *et al.*, 1993).

#### 4.3 A importância da estocagem para a população do curimatá

A estocagem contribuiu significativamente para a população de curimatás do RVG e é possível que todos os indivíduos dessa população sejam provenientes dele. Apesar de apenas sete dos quase 20 mil indivíduos estocados terem sido recapturados (0,035%), aplicando-se essa taxa de recaptura para calcular a recaptura esperada para os cerca de 160 mil alevinos estocados em 2012–2013, chega-se ao resultado de 56 indivíduos. Isso equivale a 78% dos curimatás capturados no RVG. Os 22% restantes podem ser oriundos de estocagens realizadas em anos anteriores, que teriam maiores tamanhos. No presente estudo, 32% dos curimatás capturados eram de peixes das duas maiores classes de tamanho. Ademais, considerando a expectativa de vida de seis anos para curimatá (Vicentin *et al.*, 2012), a estocagem de 259 mil curimatás entre 2008–2013 no RVG, a taxa de recaptura encontrada no presente trabalho e mortalidade igual a zero entre o segundo e sexto ano de vida, esperar-se-ia capturar 90 curimatás, número próximo aos 72 que foram capturados.

#### 4.4 Local de estocagem, dispersão e sobrevivência os peixes estocados.

Curimatás estocados no ambiente lêntico do RVG apresentaram, aparentemente, menor mortalidade e/ou dispersão do que os soltos no ambiente lótico. Duas evidências suportam essa hipótese. A primeira foi a recaptura de curimatás marcados estocados, que só ocorreu no ambiente lêntico do reservatório e em uma lagoa marginal próxima ao trecho lótico. Supondo que indivíduos marcados recapturados tenham sido estocados no ponto de soltura mais próximo do local de recaptura, a taxa de recaptura dos peixes estocados no trecho lêntico foi seis vezes maior do que a dos soltos trecho lótico.

A segunda evidência foi a queda da CPUE por campanha acumulada de curimatá no trecho lótico nos primeiros meses após a estocagem. O trecho lótico foi estocado com a mesma quantidade de indivíduos do que o trecho lêntico. Por ter área menor, a densidade de estocagem no trecho lótico foi maior, o que, possivelmente, justifica as maiores CPUE por campanha acumulada nas primeiras campanhas. Já a redução das CPUE por campanha acumulada do trecho lótico explica-se pela maior dispersão e/ou maior taxa de mortalidade nos peixes soltos no trecho lótico. A dispersão pode ter sido para o trecho lêntico a jusante ou para a represa de Igarapava, via escada de peixes.

A maior abundância de peixes piscívoros no local de soltura parece não ter afetado a sobrevivência dos peixes estocados. A CPUE dos peixes piscívoros foi cerca de duas vezes maior no trecho lêntico do que no trecho lótico. Apesar disso, os curimatás estocados no ambiente lêntico apresentaram maior sobrevivência e/ou menor dispersão do que os soltos no ambiente lótico.

#### 4.5 Tamanho e idade do peixe estocado

O tamanho do curimatá no momento da soltura influenciou o sucesso da estocagem no RVG. Mortalidade logo após a soltura é um dos grandes problemas da estocagem em todo mundo. A sobrevivência do salmão, por exemplo, aumenta significativamente após as três primeiras semanas da soltura (Brown & Laland, 2001). O tamanho do peixe no momento da estocagem é fundamental na sua sobrevivência. Quando estocados com tamanho maior, menores são as chances de serem predados, porém, indivíduos que ficam mais tempo em cativeiro têm maior chance de se

tornarem “domesticados” e desenvolver comportamentos inadequados para a sobrevivência na natureza (Molony & Lenanton, 2003). A taxa de recaptura de curimatá estocado grande foi cinco vezes maior do que o estocado pequeno. Essa diferença não pode ser explicada pelo desenvolvimento de comportamentos impróprios decorrentes do tempo de cultivo já que curimatás grandes e pequenos permaneceram o mesmo tempo em cativeiro. Pode-se sugerir que, além da menor chance dos peixes maiores serem predados, indivíduos que crescem mais rapidamente em cativeiro também têm maior chance de sobreviver no ambiente natural.

A idade de estocagem dos curimatás também influenciou o sucesso de estocagem, mas em menor escala do que o tamanho. A taxa de recaptura dos indivíduos estocados mais velhos foi quase duas vezes maior do que os estocados mais jovens. Assim, embora possa ter havido o desenvolvimento de comportamentos inadequados nos curimatás estocados mais velhos, o maior tamanho foi mais importante ao sucesso da estocagem do que a idade de soltura.

#### 4.6 Situação da estocagem do reservatório de Volta Grande

A estocagem de curimatá no RVG foi responsável pela proveniência da maioria, senão da totalidade, dos curimatás do RVG. A atual população de curimatá do RVG é grande o suficiente para ser uma das espécies mais importantes à pesca profissional do RVG (Godinho, comunicação pessoal, 2014). Assim, a pesca profissional depende, em parte, da estocagem. Por isso, estocar parece ser uma opção melhor do que não estocar.

Mesmo sendo responsável pela maioria dos curimatás do RVG, a taxa de recaptura foi muito baixa, o que deve estar relacionado com a dominância do reservatório por piscívoros. Parece ser mais vantajoso estocar indivíduos de maior tamanho em ambientes lênticos, mas é importante que mais experimentos sejam feitos. Estocar no rio do Carmo e em lagoas marginais do rio Grande ou do Carmo são alternativas a serem testadas. Outro aspecto é a inclusão de mais pontos de soltura, permitindo uma maior distribuição dos indivíduos. É possível que o constante uso dos mesmos pontos de soltura resulte em um condicionamento dos predadores, resultando numa alta abundância dessas espécies nesses locais.

A estocagem no RVG pode ser classificada como “estocagem para mitigação” (Cowx, 1999), utilizada para mitigar os impactos da construção de barragens. Ela deverá ser feita continuamente, já que é improvável a restauração de uma população autossustentável, uma vez que a causa da diminuição da população continua presente. Caso a estocagem seja interrompida e nenhuma outra ação para sua conservação for tomada, a população de curimatás no RVG provavelmente irá se reduzir significativamente, podendo até mesmo se extinguir. Nesse cenário, a ictiofauna da RVG será composta apenas por peixes não migradores e dominada por espécies invasoras, como a corvina e os tucunarés, e sem importância pesqueira, como a pirambeba e o acará.

#### 4.7 A estocagem e outras ações de manejo do ecossistema

A estocagem é ferramenta poderosa, mas deve estar associada ao manejo que considere todo o ecossistema, e, ainda assim, ela poderá não resolver todos os problemas relacionados ao manejo de pesca (Molony & Lenanton, 2003). Quando o objetivo é conservar populações naturais, a estocagem geralmente não deve ser substituída à restauração de habitats e redução da pressão de pesca (Penman & McAndrew, 1998). O objetivo primário deve ser a obtenção de populações autossustentáveis, sendo a estocagem uma ferramenta que ajude a alcançá-lo.

Para se obter populações autossustentáveis é essencial que se tenha recrutamento natural. Para a população de curimatás do RVG, a contribuição da estocagem foi muito superior ao da desova que ocorre no rio do Carmo. A razão do rio do Carmo ser pouco importante ao recrutamento ainda não é conhecida. Essa pequena contribuição pode ser devido (i) ao seu pequeno tamanho, (ii) ao seu mal estado de conservação, o que inclui um possível fluxo de inundação inadequado para se formar conexão duradoura entre as lagoas marginais e o rio e/ou (iii) aos peixes estocados não o usarem para a reprodução. A importância de cada uma dessas hipóteses precisa ainda ser avaliada.

Ribeiro (2013) propôs, como medida para a restauração das populações de curimatá nas represas de Porto Colômbia e Volta Grande, a restauração e conservação dos sítios de desova e berçários dos rios do Carmo, Sapucaí-Paulista e Pardo, e a construção de passagens de peixes nas barragens de Volta Grande e Porto

Colômbia. Isso promoverá fluxo gênico, dinâmica de metapopulação e a incorporação dos peixes vagantes sedentários que se acumulam no sopé dessas barragens e não se reproduzem. Caso a razão da pequena contribuição do rio do Carmo para o recrutamento sejam as descritas como (ii) e/ou (iii) acima, as medidas propostas por Ribeiro (2013) podem favorecer a formação e manutenção de população autossustentável de curimatás e, portanto, têm prioridade em relação à estocagem para mitigação. A estocagem para restauração, sensu Cowx (1999), no entanto, poderá ser utilizada em conjunto com as ações propostas por Ribeiro (2013) para auxiliar na reativação dos sítios de desova e berçários.

Se o motivo da pequena contribuição do rio do Carmo for devido ao seu pequeno tamanho, é provável que a densidade do curimatá na RVG não chegue próxima da sua capacidade de suporte mesmo após as ações de manejo acima serem implementadas e o recrutamento natural seja restaurado. Nesse caso, a estocagem para aumento, sensu Cowx (1999), poderá ser utilizada para aumentar a densidade dos curimatás.

Caso a estocagem venha a ser executada, o seu sucesso depende da clara definição dos objetivos, do uso de peixes marcados, do uso de matrizes geneticamente diversas e próximas da população hospedeira (GARCEZ *et al*, 2011). Cuidados no cultivo e transporte dos peixes a serem estocados devem ser tomados para evitar a introdução de doenças e espécies exóticas.

## 5 Bibliografia

AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A.; GOMES, L.; 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. **Rev. Hydrobiol. trop.**, v. 26, n. 1, p. 79–90, 1993.

AGOSTINHO, A.; GOMES, L. Biodiversity and fisheries management in the Paraná river basin: successes and failures. In: **The Blue Millenium Project: Managing Fisheries for Biodiversity**. Victoria: World Fisheries Trust - CRDI - UNEP, 2002.

AGOSTINHO, A.; GOMES, L.; PELICICE, F. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. p. 501

AGOSTINHO, A.; GOMES, L.; SUZUKI, H.; JÚLIO JR, H. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Eds.). **Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. [s.l.] World Bank Publications, 2004.

AGOSTINHO, A.; JÚLIO JR, H. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-MCCONNEL, R. (Ed.). **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. [s.l.] Editora da Universidade de São Paulo, 1999. p. 374–400.

AGOSTINHO, A.; PELICICE, F.; GOMES, L. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia**, v. 68, n. 4 Suppl, p. 1119–32, nov. 2008.

AGOSTINHO, A.; PELICICE, F.; GOMES, L.; JÚLIO JUNIOR, H. Reservoir Fish Stocking: When One Plus One May Be Less Than Two. **Natureza & Conservação**, v. 08, n. 02, p. 103–111, 2010.

ANDRADE, P. M.; BRAGA, F. M. S. Diet and feeding of fish from Grande River, located below the Volta Grande Reservoir, MG-SP. **Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia**, v. 65, n. 3, p. 377–85, ago. 2005.

BIZZOTTO, P. M.; GODINHO, A. L.; VONO, V.; KYNARD, B.; GODINHO, H. P. Influence of seasonal, diel, lunar, and other environmental factors on upstream fish passage in the Igarapava Fish Ladder, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 18, n. 3, p. 461–472, set. 2009.

BRAGA, F. DE S.; GOMIERO, L. Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). **B. Inst. Pesca**, v. 24 (único), p. 131–138, 1997.

BROWN, C.; LALAND, K. Social learning and life skills training for hatchery reared fish. **Journal of Fish Biology**, v. 59, n. 3, p. 471–493, set. 2001.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. **Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei:Ostariophysi:Characiformes): a phylogenetic and revisionary study**. Washington, DC: Smithsonian Books, 2004. p. 1–189

CASTRO, R.; VARI, R. Prochilodontidae (Fannel mouth characiforms). In: REIS, R.; KULLANDER, S.; FERRARIS, C. J. (Eds.). **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 65–70.

CEMIG, C. E. DE M. G.-. **Memória Ambiental da Cemig: Águas da Luz e da Vida**. Belo Horizonte: Cemig, 2012. p. 344

COWX, I. G. An appraisal of stocking strategies in the light of developing country constraints. **Fisheries Management and Ecology**, v. 6, n. 1, p. 21–34, fev. 1999.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1973. p. 471

DANTAS, H. L. **Avaliação da estrutura genética do surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Actinopterygii: Siluriformes) como subsídio para o repovoamento do submédio São Francisco** [s.l.] Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

DUDGEON, D.; ARHINGTON, A. H.; GESSNER, M. O.; KAWABATA, Z.-I.; KNOWLER, D. J.; LÉVÊQUE, C.; NAIMAN, R. J.; PRIEUR-RICHARD, A.-H.; SOTO, D.; STIASSNY, M. L. J.; SULLIVAN, C. A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 81, n. 2, p. 163–82, maio 2006.

FONSECA, M. **VARIAÇÕES TEMPORAIS E SAZONAIS NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES DO RESERVATÓRIO DE VOLTA GRANDE (RIO GRANDE), COM ÊNFASE NO ESTABELECIMENTO DA CORVINA, *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840)**. [s.l.] PUC-MG, 2010.

FUGI, R.; HAHN, N.; AGOSTINHO, A. Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná River. **Environmental Biology of Fishes**, v. 46, p. 297–307, 1996.

GARCEZ, R.; CALCAGNOTTO, D.; DE ALMEIDA-TOLEDO, L. F. Population structure of the migratory fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes) from rio Grande basin (Brazil), an area fragmented by dams. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 21, n. 3, p. 268–275, 14 maio 2011.

GODINHO, A.; KYNARD, B. Migratory Fishes Of Brazil: Life History And Fish Passage Needs. **River Research and Applications**, v. 25, n. 6, p. 702–712, 2009.]

GOMES, P; RIBEIRO, R. Diversidade genética de dourado utilizado em programas de repovoamento no rio Paranapanema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 46, n. 2, p. 167–173, 2011.

GURGEL JJS & NEPOMUCENO FH. Povoamento e repovoamento de reservatórios. In: Chacon JO, Nepomuceno FH, Gurgel JJ & Farias JO. **Manual sobre manejo de reservatório para a produção de peixes**. Brasília: DNOCS/ FAO, 1988

HAHN, N.; AGOSTINHO, A.; GOMES, L.; BINI, L. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciência**, v. 23, n. 5, p. 299–305, 1998.

HUBERT, W. A.; POPE, K. L.; DETTMERS, J. M. Passive Capture Techniques. In: ZALE, A.; PARRISH, D.; SUTTON, T. (Eds.). **Fisheries techniques**. 3rd. ed. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2012. p. 223–265.

JUNIOR, G. V.; GOMIERO, L. M.; GOITEIN, R. Alimentação de *Serrasalmus maculatus* (Kner, 1858)(Characiformes; Serrasalminidae) no trecho inferior bacia do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 30, n. 3, p. 267–273, 2008.

LOPERRA-BARRERO, NM. Diversidad genética de lotes de *Piaractus mesopotamicus* usados en programas de repoblamiento y sus implicaciones en la conservación. **Agrociencia**, v. 43, n. 3, p. 249–256, 2009.

MOLONY, B.; LENANTON, R. Stock enhancement as a fisheries management tool. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 13, p. 409–432, 2003.

NILSSON, C.; REIDY, C. A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. **Science (New York, N.Y.)**, v. 308, n. 5720, p. 405–8, 15 abr. 2005.

PENMAN, D.; MCANDREW, B. Practical aspects of selection and fitness of stocked fish. In: PETR, T. (Ed.). **Inland Fisheries Enhancements**. Toowomba: FAO Fisheries Technical Paper, 1998. p. 223–234.

QUIROS, R. The relationship between fish yield and stocking density in reservoirs from tropical and temperate regions. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Eds.). **Theoretical Reservoir Ecology and its Applications**. [s.l.] International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, 1999.

RIBEIRO, T. C. **MIGRAÇÃO DE PEIXES NEOTROPICAIS EM RIOS COM BARRAMENTOS SUCESSIVOS**. [s.l.] Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

SANTOS, G.; FORMAGIO, P. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 203, p. 98–106, 2000.

SIVASUNDAR, A.; BERMINGHAM, E.; ORTÍ, G. Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (*Prochilodus*: Characiformes) in major South American rivers. **Molecular ecology**, v. 10, n. 2, p. 407–17, fev. 2001.

STASSEN, M. J. M.; VAN DE VEN, M. W. P. M.; VAN DER HEIDE, T.; HIZA, M. A. G.; VAN DER VELDE, G.; SMOLDERS, A. J. P. Population dynamics of the migratory fish *Prochilodus lineatus* in a neotropical river: the relationships with river discharge, flood pulse, El Niño and fluvial megafan behaviour. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 1, p. 113–122, mar. 2010.

VICENTIN, W.; ROCHA, A. S.; RONDON, P. L.; EDIR, F.; SÚAREZ, Y. R. Parâmetros populacionais , período reprodutivo e crescimento de *Prochilodus lineatus* ( Characiformes , Prochilodontidae ) na cabeceira do rio Miranda , alto rio Paraguai. **Oecologia australis**, v. 16, n. 4, p. 891–904, 2012.

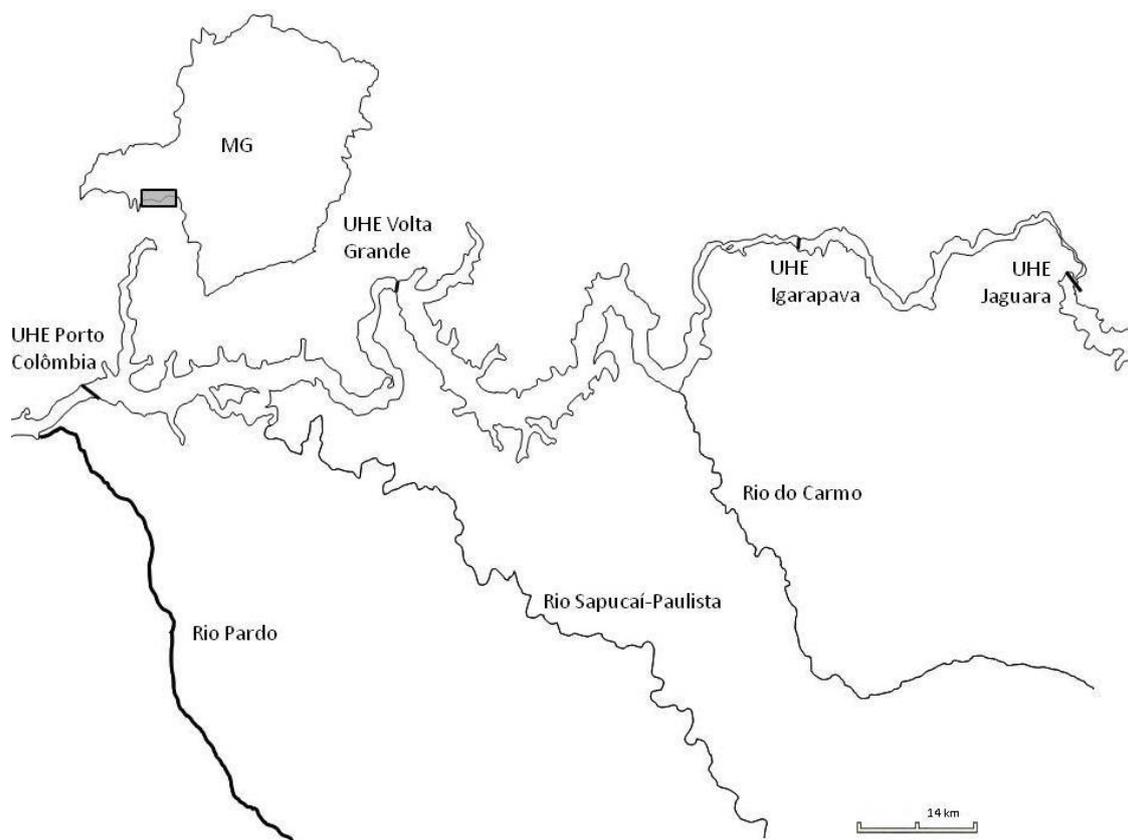


Figura 1. Localização das usinas e reservatórios de Porto Colômbia, Volta Grande, Igarapava e Jaguará, no rio Grande entre os estados de Minas Gerais e São Paulo.

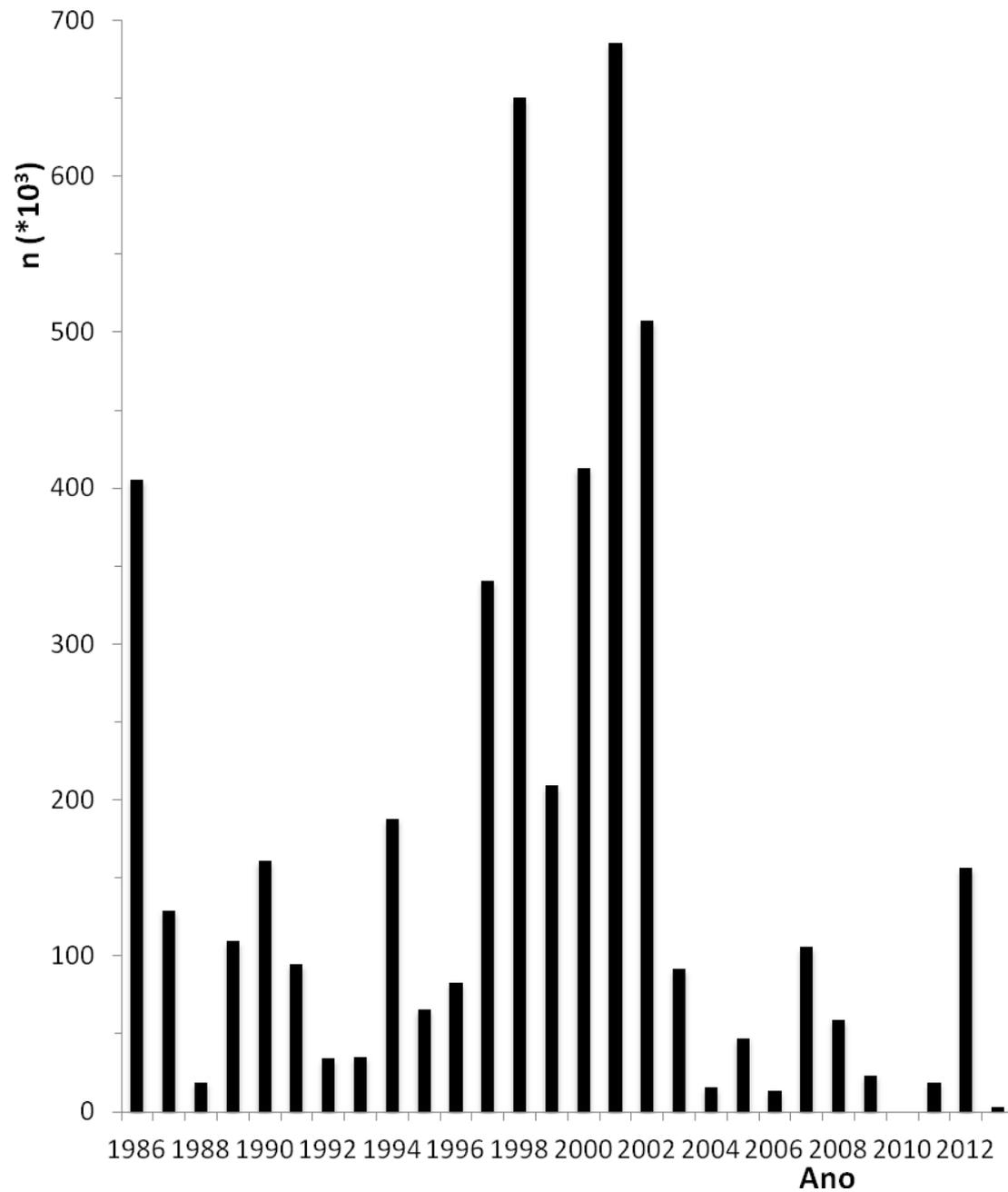


Figura 2 Número de alevinos de curimatá estocados anualmente no reservatório de Volta Grande de 1986 a 2013 (Fonte: CEMIG).

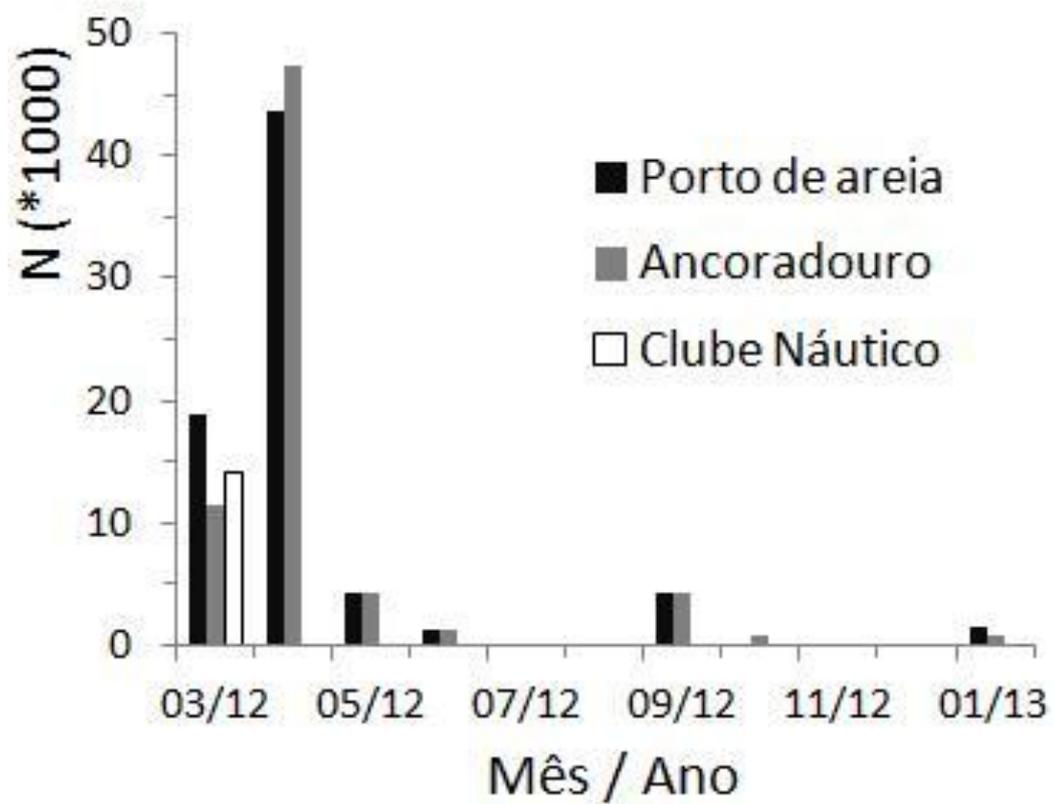


Figura 3 Indivíduos de curimatá estocados nos anos de 2012 e 2013 no Reservatório de Volta Grande, em cada ponto de soltura. Todos os indivíduos soltos em maio, junho e setembro de 2012 estavam marcados.

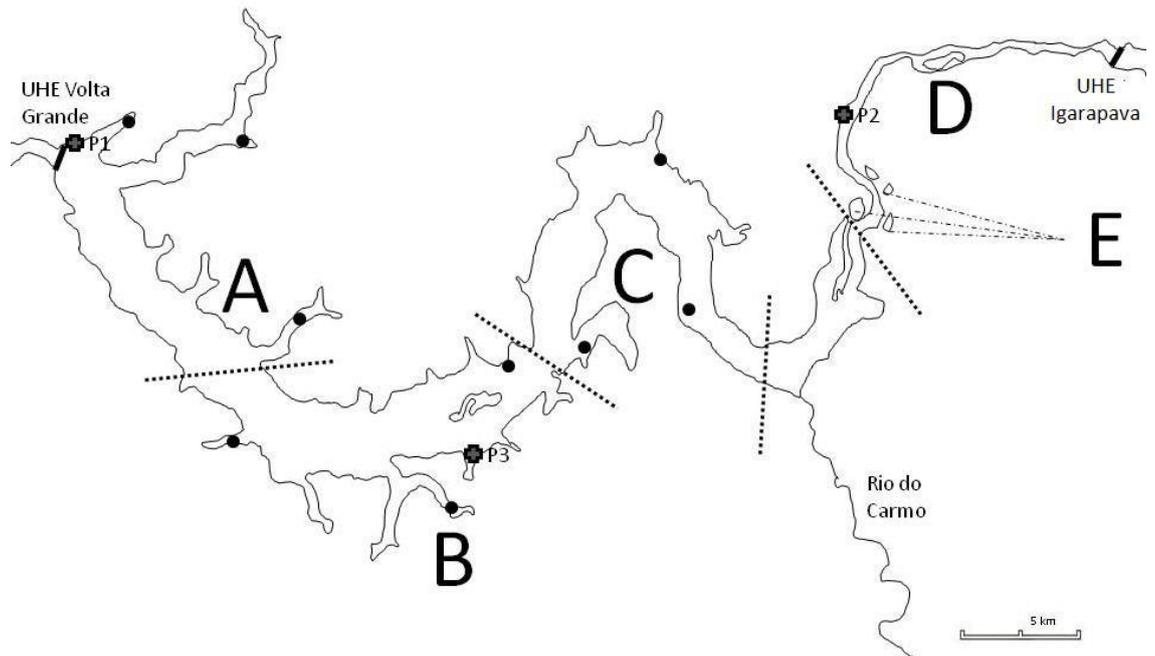


Figura 4 Reservatório de Volta Grande com indicação das cinco áreas de amostragem. Pontos pretos indicam pontos de amostragem fixos e as cruzes, os locais de estocagem P1, P2 e P3.

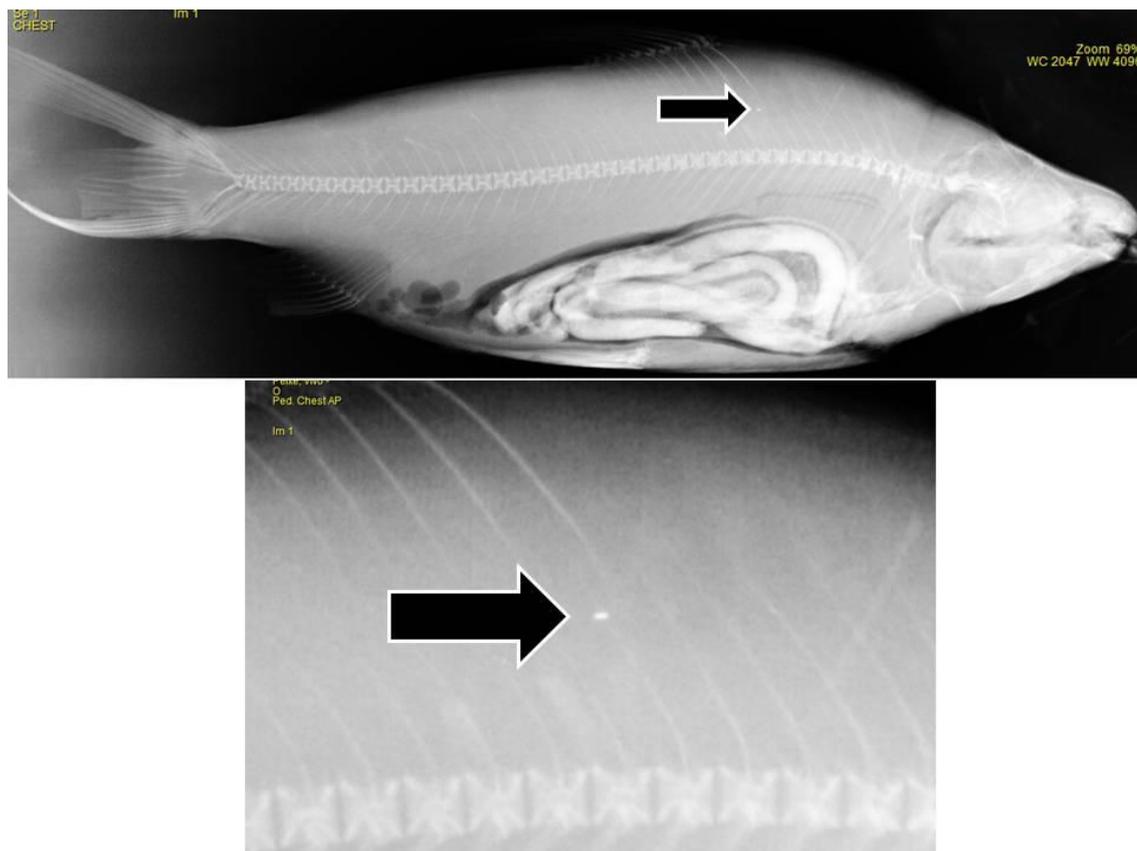


Figura 5. Radiografia de curimatá marcado com indicação da marcação física, o “Coded Wire Tag” (seta).

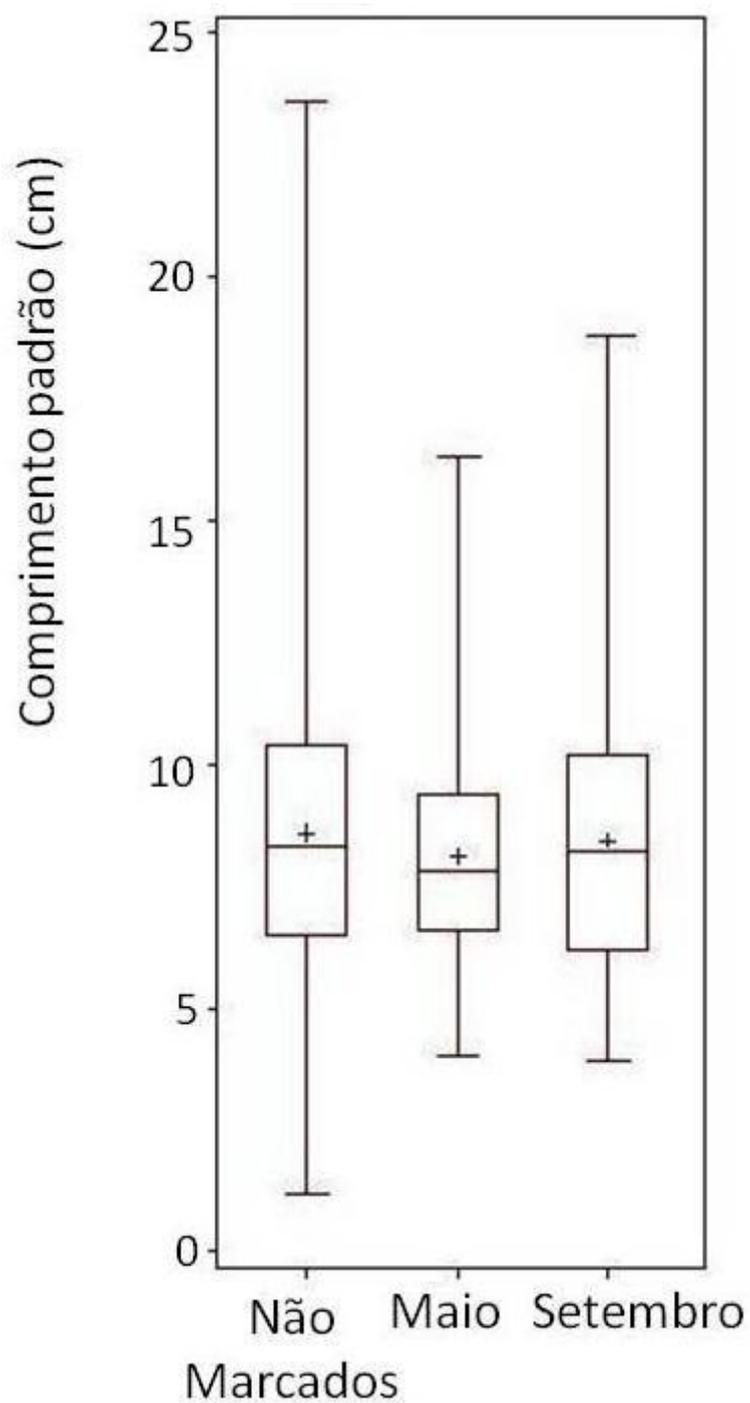


Figura 6. Boxplot do comprimento padrão (cm) dos curimatás estocados marcados e não marcados no reservatório de Volta Grande (traço vertical = amplitude; box = intervalo interquartil; traço horizontal = mediana; + = média).

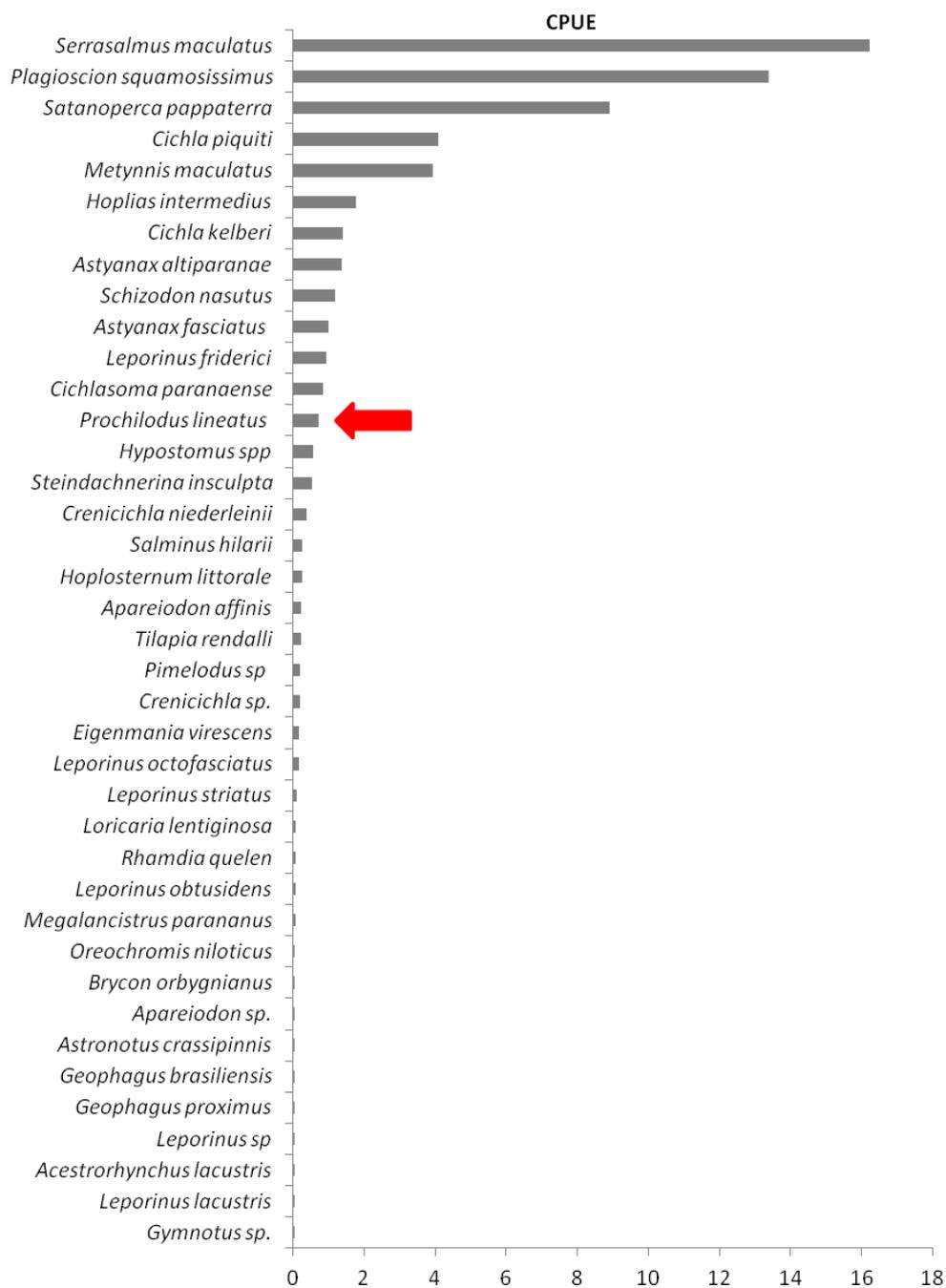


Figura 7. Captura por unidade de esforço, em número de indivíduos por 100 m<sup>2</sup> de esforço de pesca, das espécies capturadas.

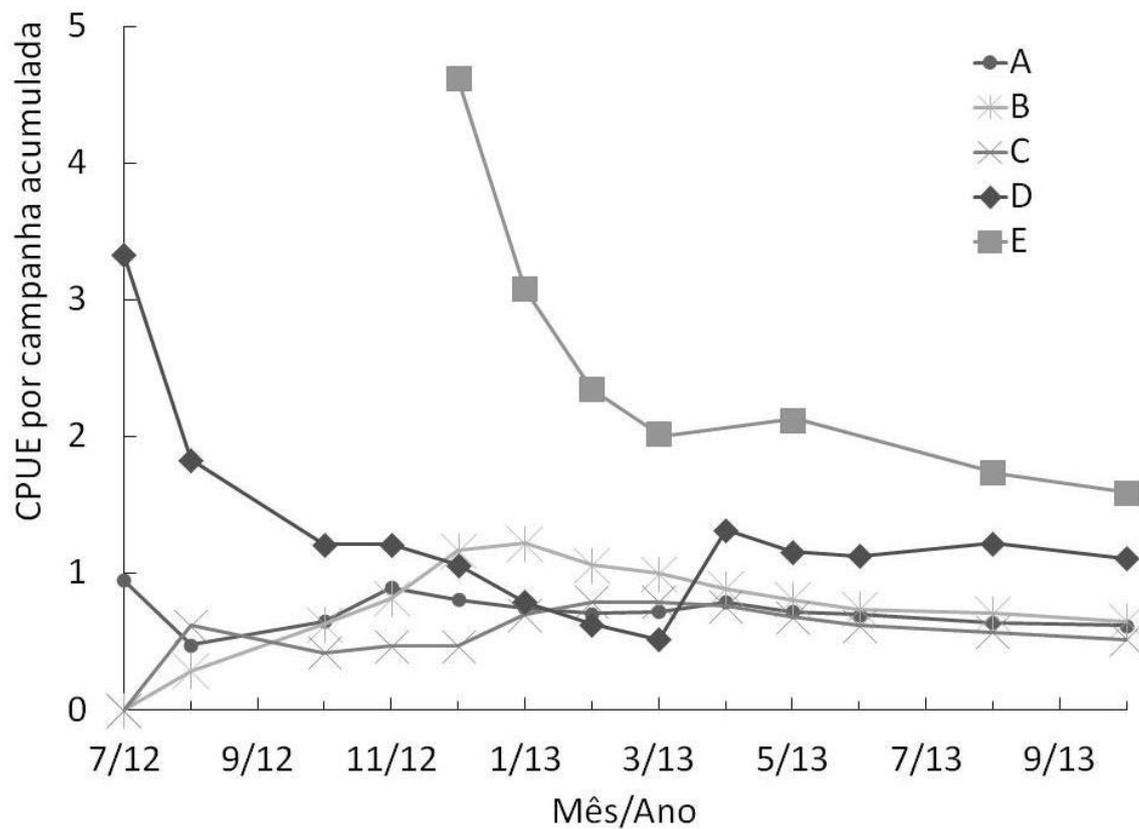


Figura 8. Captura por unidade de esforço por campanha acumulada de curimatá, em número de indivíduos por 100 m<sup>2</sup> de esforço de pesca, e área de coleta. Códigos das área de coleta de acordo com a Figura 4.

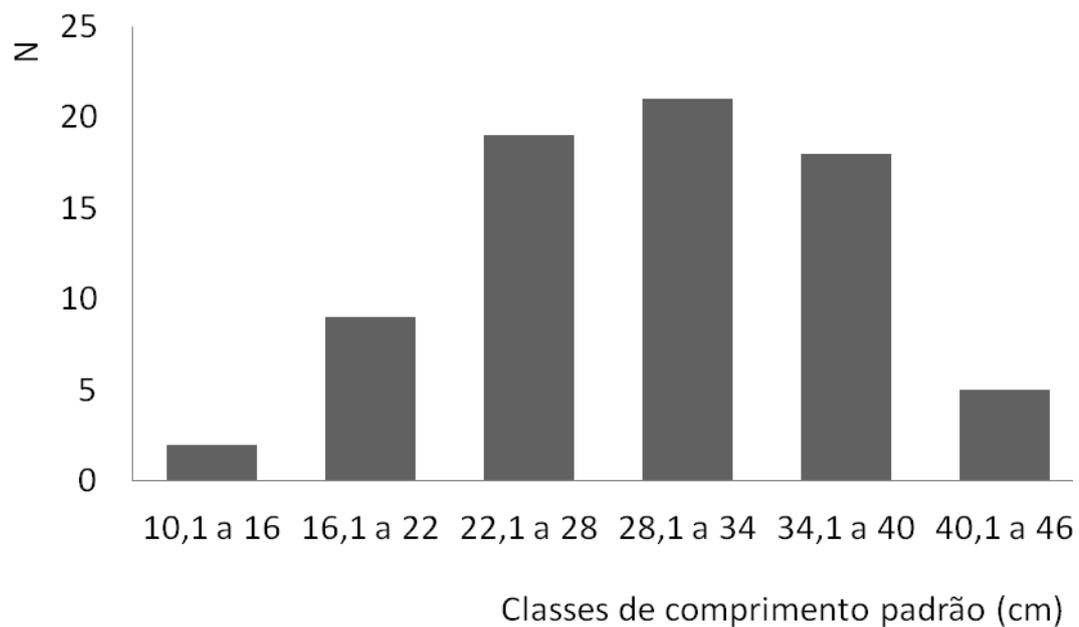


Figura 9. Número (N) de curimatás amostrados no reservatório de Volta Grande por classe de comprimento padrão.

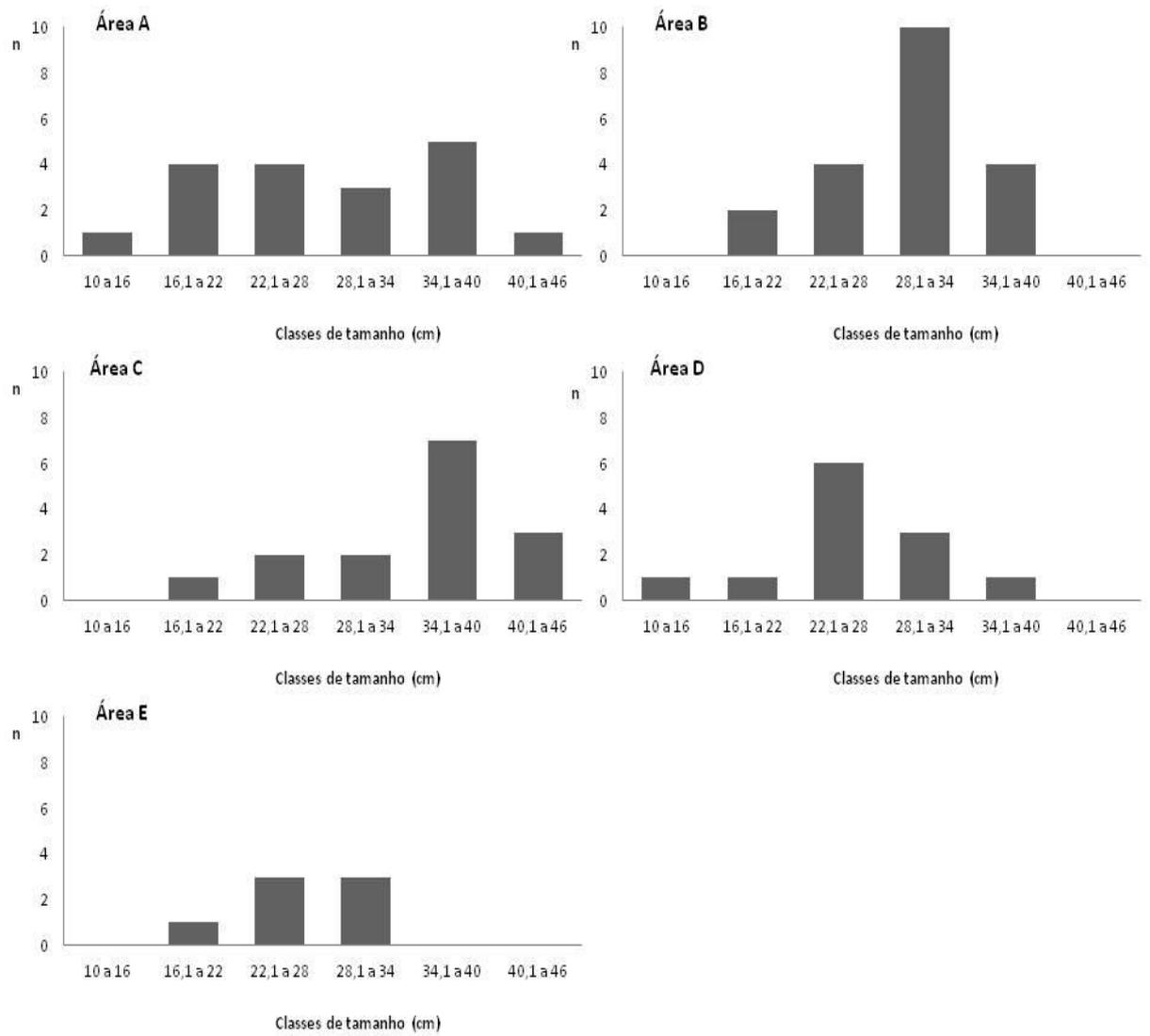


Figura 10. Número de indivíduos de curimatá capturados por área e classe de tamanho.

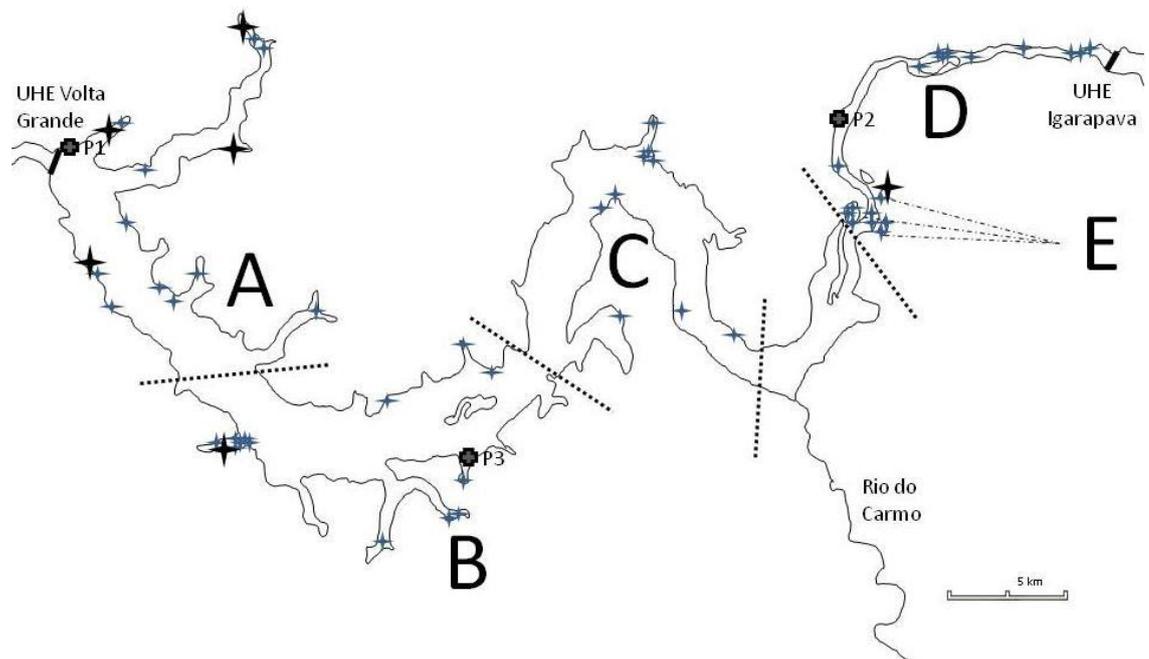


Figura 11. Locais de soltura (■) e de captura de curimatás marcados (★) e não marcados (★).

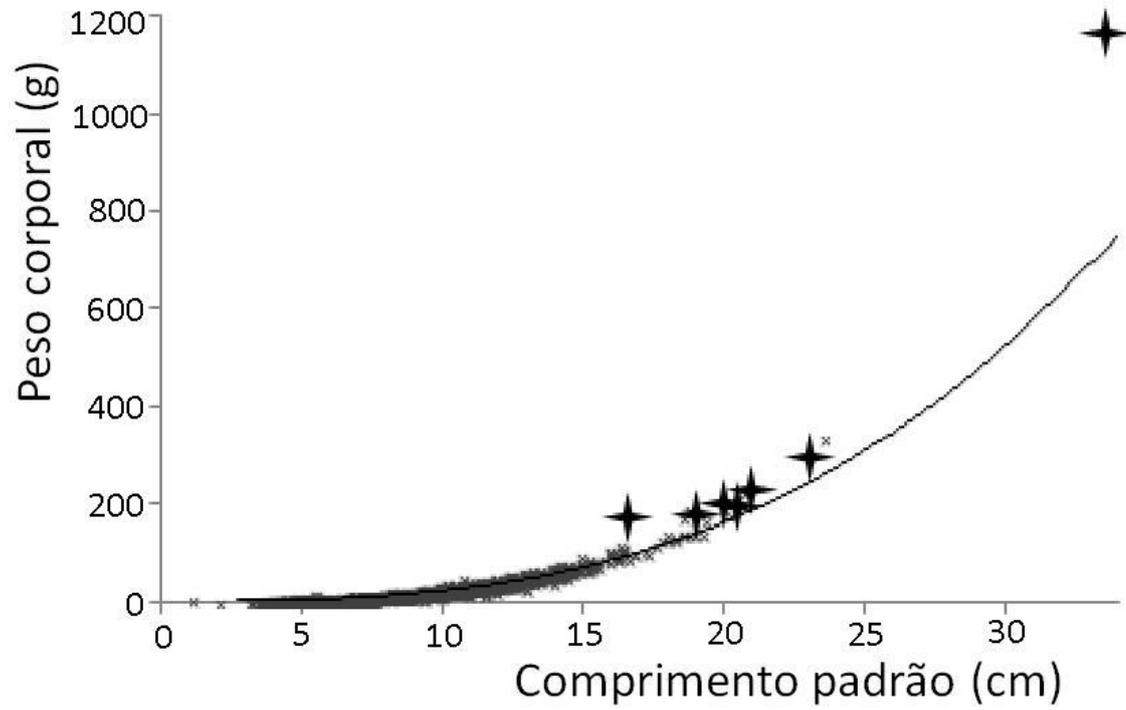


Figura 12. Comprimento padrão e peso corporal da amostragem dos indivíduos soltos (x) e dos indivíduos recapturados (+).

Tabela 1. Número de indivíduos de curimatá marcados estocados no reservatório de Volta Grande.

Época de marcação e estocagem	Classe de tamanho				Total
	Pequeno		Grande		
	Ponto de soltura				
	1	2	1	2	
Maio e junho de 2012	4.336	4.355	1.220	1.237	11.148
Setembro de 2012	2.145	2.084	2.231	2.209	8.669
Total	6.481	6.439	3.451	3.446	19.817

Tabela 2. Esforço de pesca por campanha e área, em m<sup>2</sup>.

Área	Campanha													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	1737	2084	2084	2084	26745
B	2084	2084	2084	2080	2080	2084	2084	1737	2084	2084	2084	2084	2084	26737
C	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	2084	27092
D	695	922	741	1010	347	1012	1012	1012	969	969	1042	999	1042	11772
E	0	0	0	0	0	347	695	695	0	695	0	695	347	3474

Tabela 3. Captura por unidade de esforço de curimatás e piscívoros nas áreas amostradas.

Área	CPUE de curimatás	CPUE relativa de curimatás	CPUE relativa de predadores	CPUE relativa de corvinas	CPUE relativa de pirambebas
A	0,62	1,1	61,9	39,9	8,5
B	0,65	1,1	64,4	34,8	19,4
C	0,52	0,9	70,1	4,4	50,3
D	1,11	1,7	31,9	3,3	19,6
E	1,59	2,0	70,2	2,2	62,6
Reservatório de VG	0,72	1,2	61,8	22,4	27,2

Tabela 4. Dados de indivíduos de curimatá capturados marcados. PC = peso corporal; CP = comprimento padrão.

Curimatá	Dados de recaptura						Dados de soltura	
	Data	Área	PC (g)	CP (cm)	Sexo	EMG	Data	Tamanho
1	23/10/12	A	180,0	19,0	Fêmea	Repouso	Maio / Junho	Grande
2	20/11/12	A	202,0	20,5	Fêmea	Maturação	Setembro	Grande
3	20/11/12	A	204,0	20,0	Macho	Repouso	Setembro	Pequeno
4	20/11/12	A	233,0	21,0	Fêmea	Imaturo	Maio / Junho	Grande
5	10/12/12	A	299,0	23,0	Macho	Repouso	Setembro	Pequeno
6	11/12/12	E	177,0	16,6	Macho	Repouso	Setembro	Grande
7	31/01/13	B	1171,0	33,5	Macho	Repouso	Maio / Junho	Grande

Tabela 5. Razão da estocagem no reservatório de Volta Grande, por área.

Área	Curimatás capturados	Curimatás recapturados marcados	Razão da estocagem (%)
A	18	5	27,8
B	19	1	5,3
C	16	0	0,0
D	12	0	0,0
E	7	1	14,3
RVG	72	7	9,7

Tabela 6. Razão da recaptura no reservatório de Volta Grande, por classes de tamanho.

Tamanho (cm)	Curimatás capturados	Curimatás recapturados marcados	Razão da estocagem (%)
10,1 a 16,0	2	0	0,0
16,1 a 22,0	9	5	55,6
22,1 a 28,0	19	1	5,3
28,1 a 34,0	21	1	4,8
34,1 a 40,0	18	0	0,0
40,1 a 46,0	5	0	0,0
Total	72	7	9,7

Tabela 7. Razão da recaptura no reservatório de Volta Grande, por classes de tamanho e áreas com recapturas.

<b>Tamanho (cm)</b>	<b>Área A</b>	<b>Área B</b>	<b>Área E</b>
10,1 a 16,0	0	-	-
16,1 a 22,0	100	0	100
22,1 a 28,0	25	0	0
28,1 a 34,0	0	10	0
34,1 a 40,0	0	0	-
40,1 a 46,0	0	-	-