

PARÂMETROS POPULACIONAIS, PERÍODO REPRODUTIVO E CRESCIMENTO DE *Prochilodus lineatus* (CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE) NA CABECEIRA DO RIO MIRANDA, ALTO RIO PARAGUAI

Wagner Vicentin^{1*}, Aryadne Simões Rocha², Patrícia Luna Rondon², Fábio Edir dos Santos Costa³ & Yzel Rondon Suárez²

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Av. Costa e Silva, s/n, Campo Grande, MS, CEP: 79070-900 Brasil.

²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Centro Integrado de Análise e Monitoramento Ambiental, Rod. Dourados-Itahum, Km 12, Dourados, MS, CEP: 79804-970, Brasil.

³Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Centro de Pesquisas em Biodiversidade, Rod. Dourados-Itahum, Km 12, Dourados, MS, CEP: 79804-970, Brasil.

Emails: wagnervicentin.bio@gmail.com, aryabio@hotmail.com, pati_rondon@hotmail.com, fabioescosta@uol.com.br, yzel@uems.br

RESUMO

No presente trabalho foram analisados os parâmetros de crescimento, a relação peso-comprimento e a influência da variação sazonal do rio Miranda, alto rio Paraguai, sobre o período reprodutivo de *Prochilodus lineatus*. As amostragens foram realizadas mensalmente entre abril/2000 e outubro/2003. A equação que descreve a relação peso-comprimento total para fêmeas foi $Pt=0,01213 \cdot Ct^{3,039}$ e para os machos $Pt=0,01322 \cdot Ct^{3,012}$. O comprimento total assintótico estimado foi de 55,68cm e taxa de crescimento $K = 0,46/\text{ano}$ e $Rn = 0,183$ foram estimados pela frequência de classes de comprimento. O tamanho de primeira maturação (L50) foi estimado em 28,2cm. O índice gonadossomático (IGS) variou significativamente entre os meses ($H = 136,61$; $p < 0,01$), com valores mais elevados entre setembro e dezembro, contudo foram encontradas fêmeas maduras de agosto a fevereiro. O IGS esteve positivamente correlacionado com a duração do dia ($rs = 0,55$; $p < 0,05$) e com a precipitação ($rs = 0,65$; $p < 0,05$), contudo, não esteve correlacionado com o nível do rio ($rs = 0,48$; $p = 0,1$), ainda que no período de enchente seja perceptível a co-variação entre GSI e o nível do rio. O aumento no comprimento do dia e o início das primeiras chuvas parecem atuar como sinais preditores para que as fêmeas possam iniciar a atividade reprodutiva, a fim de garantir aos ovos e larvas as condições ambientais ideais encontradas nos meses subsequentes de cheia, fato este verificado pela alta proporção de fêmeas maduras de setembro a dezembro. A expectativa de vida de 6,5 anos foi compatível com as 6 coortes estimadas pela curva de crescimento.

Palavras-chave: tamanho de primeira maturação; crescimento; Pantanal.

ABSTRACT

POPULATION STRUCTURE, BREEDING SEASON AND GROWING OF *Prochilodus lineatus* IN HEADWATER OF MIRANDA RIVER, UPPER PARAGUAI RIVER. In the present paper we analyzed growth parameters, length-weight relationship and the influence of seasonal variation of Miranda river, upper Paraguay River, on breeding season of *Prochilodus lineatus*. The samples were accomplished monthly from April/2000 to October/2003. The length-weight relationship described for females was $PT=0.01213 \cdot CP^{3.039}$ and for males was $PT=0.01322 \cdot Ct^{3.012}$. The estimated asymptotic total length was 55.68cm and the growth rate $K = 0.46$ and $Rn = 0.183$ were estimated by frequency of length classes. The estimated size at first maturity (L50) was 28.2cm. The gonadossomatic index (GSI) varied significantly among months ($H = 136.61$; $p < 0.01$), with significant higher values from September to December, however ripe females were caught from August to February. GSI was positively correlated with the day length ($rs = 0.55$; $p < 0.05$) and with rainfall ($rs = 0.65$; $p < 0.05$), however, it was not correlated with the river level ($rs = 0.48$; $p = 0.1$). The increasing in the duration of the day and the begin of the first rains seem to act as cues for females start the breeding activity, in order

to provide to eggs and larvae the optimum environmental conditions that will be found in subsequent flooded months. This fact was verified by the greater proportion of ripe females from September to December. The life expectancy of 6.5 years was compatible with the 6 cohort estimated by the growth curve.

Keywords: size at first maturation; growth; Pantanal.

RESUMEN

PARAMETROS POBLACIONALES, PERIODO REPRODUCTIVO Y CRECIMIENTO DE *Prochilodus lineatus* EN LAS CABECERAS DEL RIO MIRANDA, ALTO RIO PARAGUAY. En este trabajo analizamos los parámetros de crecimiento, la relación longitud-peso y la influencia de la variación estacional del río Miranda, alto río Paraguay, sobre el periodo reproductivo de *Prochilodus lineatus*. Se realizaron muestreos mensuales entre abril/2000 y octubre/2003. La ecuación peso-longitud para hembras fue $Pt=0.01213*Lt^{3.039}$ y para machos $Pt=0.01322*Lt^{3.012}$. La longitud total asintótica fue de 55.68cm y la tasa de crecimiento $K = 0,46/año$ y $Rn = 0,183$ fueron estimados por la frecuencia de clases de longitud. El tamaño de la primera maduración (L50) se estimó en 28,2cm. El índice gonadosomático (IGS) varió significativamente entre los meses ($H = 136,61$; $p < 0,01$), teniendo valores mas elevados entre setiembre y diciembre, aunque se encontraron hembras maduras de agosto a febrero. El IGS estuvo positivamente correlacionado con la duración del día ($rs = 0,55$; $p < 0,05$) y con la precipitación ($rs = 0,65$; $p < 0,05$); no obstante no estuvo correlacionado con el nivel del río ($rs = 0,48$; $p = 0,1$). El aumento en la duración del día y el inicio de las primeras lluvias parecen actuar como señales predictivas para que las hembras inicien la actividad reproductiva, a fin de garantizar a los huevos y larvas las condiciones ambientales ideales de los siguientes meses. Esto fue verificado por la alta proporción de hembras maduras desde setiembre a diciembre. La expectativa de vida de 6,5 años fue compatible con las 6 cohortes estimadas por la curva de crecimiento.

Palabras clave: tamaño de primera maduración; crecimiento; Pantanal.

INTRODUÇÃO

O Pantanal é a maior área úmida do mundo, situada na Bacia do Rio Paraguai, no coração da América do Sul; tem uma área de 365.000km² e aproximadamente 80% de sua extensão encontra-se no território brasileiro, sendo que o restante está distribuído entre Bolívia e Paraguai (Willink *et al.* 2000). A planície pantaneira caracteriza-se pelo recebimento das águas vindas das cabeceiras, estas últimas, além de grande diversidade, apresentam um alto endemismo da ictiofauna e são mais frágeis que a planície (Willink *et al.* 2000), sendo mais susceptíveis ao assoreamento pelo desmatamento e uso do solo para agricultura e pecuária.

Variações na duração, época e magnitude das cheias afetam as espécies de peixes de maneira diferenciada, visto que suas exigências ecológicas e a cronologia dos processos vitais (reprodução, alimentação, crescimento, maturidade) são diferentes (Vazzoler 1996, Bailly 2006). Durante a estação das chuvas, os rios transbordam e se conectam com as áreas laterais (corixos, lagoas, etc), possibilitando

locais de alimentação e reprodução para muitas espécies (Junk *et al.* 1989, Agostinho *et al.* 1993, Willink *et al.* 2000, Cunico *et al.* 2002). Além disso, as grandes inundações permitem que as espécies migradoras de grandes distâncias atinjam as partes mais altas da bacia e a utilizem como áreas de desova e desenvolvimento inicial (Baumgartner *et al.* 2004). Diante deste cenário, cada espécie de peixe desenvolve adaptações de suas táticas reprodutivas para manter o sucesso reprodutivo, que consiste na perpetuação dos seus genes através de seus descendentes (Vazzoler 1996).

Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1836), popularmente conhecido como curimatá, é um peixe de ampla distribuição nas bacias da América do Sul (Castro *et al.* 2003). Possui hábito alimentar iliófago, consumindo finas partículas de lodo, com sedimentos, detritos inorgânicos e diatomáceas (Fugi *et al.* 1996). Por ser um peixe que se alimenta na base da cadeia, exerce função importante no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes no ecossistema (Bowen 1983). É uma espécie que apresenta uma única desova por temporada com alto número de

óvulos, fecundação externa e ausência de cuidado parental (Lowe-McConnell 1999). O comprimento máximo registrado é de 78cm (Castro & Vari, 2003), mas a maioria dos indivíduos varia entre 30 e 40cm. A idade máxima reportada é de nove anos (Sverlij *et al.* 1992).

Experimentos de marcação e recaptura na bacia do rio Paraná, demonstraram que curimbas são capazes de realizar grandes migrações, mais de 1.000 km por ano (Godoy 1962), com valores médios mais comuns entre 450 e 600 km (Agostinho *et al.* 1993; Espinach-Ros & Delfino 1993). É durante os eventos reprodutivos que cardumes de *P. lineatus* realizam grandes migrações, conforme demonstrado por Agostinho *et al.* (1993), onde indivíduos adultos adentram tributários e lagoas laterais ao Alto Paraná, uma região ainda livre de barragens, para desovar, estratégia esta, que segundo os autores, oferece aos ovos e larvas uma área de refúgio para alimentação e desenvolvimento inicial, evidenciando desta forma uma estratificação entre indivíduos jovens, que são encontrados em ambientes lênticos, e indivíduos adultos, que são encontrados em ambientes semi-lênticos e lóticos.

Prochilodus lineatus assim como outras espécies de piracema, é considerada uma espécie de valor comercial e uma das preferidas pela pesca artesanal e esportiva (Alho 2008) e, no caso do Pantanal, está entre as espécies mais pescadas (Nascimento & Lima 2000). Na bacia do Alto Paraguai, um estudo realizado por Resende *et al.* (1995) no rio Miranda e seus afluentes identificou áreas de reprodução em regiões de cabeceiras dos rios Miranda e Aquidauana e áreas de alimentação e crescimento nos cursos inferiores destes mesmos rios, nas planícies e áreas alagáveis marginais, além de evidenciar o ciclo hidrológico como fator que condiciona o ciclo de vida de *P. lineatus* e outras duas espécies de Siluriformes.

Informações sobre tamanho e idade de primeira maturação gonadal, tamanho mínimo de captura, tamanho médio máximo que os exemplares podem atingir, tamanho de menor exemplar adulto capturado, taxa de crescimento e proporção sexual são traços importantes a serem conhecidos para espécies de peixes, principalmente quando estas são utilizadas pela pesca. É sabido que mais de um fator ambiental influencia o processo reprodutivo (Barbieri 1995), e além do ciclo hidrológico, há uma combinação de

estímulos ambientais que auxiliam as populações de peixes encontrarem condições para maximizar o sucesso reprodutivo (Bromage *et al.* 2001). Desta forma os objetivos deste trabalho, em relação às características reprodutivas da espécie, além do ciclo hidrológico já conhecidamente influente na reprodução das espécies migradoras no Pantanal (Resende *et al.* 1995), foram: 1) determinar o período reprodutivo de *P. lineatus* e relacioná-lo com dados ambientais (pluviosidade, pulso de inundação e duração do dia) e assim, entender de que forma estes “gatilhos” influenciam em sua estratégia reprodutiva; 2) definir o tamanho de primeira maturação gonadal; 3) identificar se existe diferença na relação peso-comprimento e proporção entre os sexos; 4) definir os parâmetros de crescimento baseados na frequência por classes de comprimento.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

As coletas de *P. lineatus* foram realizadas mensalmente entre Abril/2000 e Outubro/2003 numa porção de 14km no rio Miranda entre as coordenadas (21° 10'S 56° 10'W e 21 20'S - 56° 15'W) em um trecho compreendido entre os municípios de Bonito, Jardim e Guia Lopes da Laguna em uma área de planalto. O local de estudo caracteriza-se pela grande velocidade da correnteza, porém com elevada transparência devido à baixa quantidade de matéria orgânica e sedimentos em suspensão (Embrapa 1991).

Os peixes foram coletados com tarrafas (nós adjacentes de 1,5 a 8cm) e redes de espera (nós adjacentes de 1,5 a 7cm). Os peixes foram refrigerados e logo em seguida tiveram sua biometria e evisceração para exame das gônadas em laboratório, a fim de evitar a perda de características tais como consistência, coloração e peso. Posteriormente os peixes foram fixados em formalina 10% e depois transferidos para álcool 70%. Um espécime testemunho foi depositado na Coleção de Referência Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS No. 3083). Dados de pluviosidade e nível do rio foram obtidos através de uma estação da Agência Nacional das Águas (<http://www.ana.gov.br/>) localizada próxima à cidade de Bonito. A duração do dia foi calculada a partir do horário do nascer e do pôr-do-sol obtidos

através do Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides (<http://www.bdl.fr>).

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados de comprimento padrão e total (cm), peso total (g), sexo, estágios de maturação gonadal e peso das gônadas de fêmeas foram obtidos no laboratório.

Diferenças na distribuição do comprimento total, entre os sexos de *P. lineatus*, foram verificadas utilizando-se o teste Kolmogorov Smirnov. Este procedimento foi realizado para classes de comprimento de 2 cm com a abundância relativa de machos e fêmeas em cada classe. A proporção sexual (número de machos por fêmeas) foi calculada no total amostrado e mensalmente, o teste qui-quadrado (χ^2) com correção de Yates foi usada para verificar diferenças sazonais na proporção sexual ao longo dos meses.

A relação entre o peso total (Pt) e o comprimento total (Ct) foi estimada para machos e fêmeas pela equação $Pt = aCp^b$ (Ricker 1973) por meio de uma regressão linear após a transformação logarítmica das variáveis $\log Pt = \log a + b \log Ct$ (Froese 2006). A plotagem dos valores logaritmizados do peso/comprimento foi aplicada para inspeção visual de *outliers*, antes de estimar a regressão linear; *outliers* extremos foram excluídos da análise. O coeficiente de determinação (r^2) foi calculado para verificar o grau de associação entre PT-CT. O Intervalo de Confiança (IC) (± 0.95 ; $\alpha = 0,05$) dos parâmetros “a” e “b” também foi estimado a fim de verificar possíveis diferenças nas taxas de incremento do peso em função do comprimento entre os sexos e para verificar se o valor de “b” é estatisticamente diferente de três.

O ciclo de atividade reprodutiva foi determinado através da análise da porcentagem dos estágios de maturação gonadal juntamente com IGS (Vazzoler 1996). Os estágios macroscópicos das gônadas foram determinados de acordo com Vazzoler (1996): A = imaturo, B = em maturação, C = maduro, D = desovado e E = em repouso. O Índice Gonadosomático (IGS) foi calculado por meio de uma proporção entre o peso da gônada (PG) e o peso corporal total (PT): $IGS = (PG/PT) \times 100$. O IGS mensal agrupado entre os anos foi comparado através do teste de Kruskal-wallis por não atender a premissa da normalidade. Os valores médios mensais do IGS foram correlacionados com a

pluviosidade (mm), nível do rio (m) e duração do dia (minutos) através da correlação de Spearman.

A probabilidade de fêmeas e machos estarem maduros foi estimada através de uma regressão logística. Fêmeas e machos capturados durante o período de atividade reprodutiva com gônadas no estágio imaturo foram considerados não reprodutivos (0) enquanto aqueles em maturação, maduros, esgotados e em repouso foram considerados sexualmente ativos (1), assim a frequência de indivíduos maduros foi usada como variável resposta e o comprimento total como variável exploratória (Roa *et al.* 1999). O comprimento médio total de primeira maturação L50 indica o tamanho no qual 50% dos indivíduos atingem a maturidade (Barbieri 1994) e o L100 o tamanho no qual 100% dos indivíduos estão adultos; para estes valores também foram estimados o Intervalo de Confiança (IC) a fim de verificar possíveis diferenças no tamanho de primeira maturação sexual entre machos e fêmeas. L50 e L100 também foram calculados para os sexos agrupados no intuito de utilizar estes parâmetros na estimativa de tempo relativo (anos) em que a população atinge a primeira maturação e o tempo relativo que a população leva para se tornar completamente adulta, bem como para fins de sua aplicação nas políticas de manejo dos estoques pesqueiros.

O comprimento assintótico (L_∞) foi estimado através da equação de Pauly (1983) a partir do maior indivíduo capturado (L_{max}); $L_\infty = L_{max}/0,95$. Os parâmetros de crescimento foram estimados por meio da frequência mensal das classes de comprimento total, com classes de 2,0 cm agrupados ao longo dos anos amostrados. Sabendo que *P. lineatus* é uma espécie reofílica de reprodução anual (Resende *et al.* 1995), os peixes dos respectivos meses de cada um dos 3,5 anos amostrados foram agrupados a fim de se obter uma melhor distribuição das frequências mensais em comprimento, obtendo assim uma planilha com 12 meses. Isto foi feito no intuito de otimizar a representatividade das coortes que podem estar pouco representadas nos meses fora do período reprodutivo, meses estes onde a captura, ainda que com o esforço padronizado, diminui. Foi assumido que a população apresenta o mesmo padrão de crescimento ao longo dos anos, e desta forma de acordo com Pauly & David (1981) peixes com um mesmo comprimento numa amostra apresentam a mesma idade e diferenças no

tamanho podem ser atribuídas às diferenças de idade.

Os parâmetros de crescimento foram estimados através da rotina do ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) no programa FISAT (Gayanilo & Pauly 1997) conforme a equação de Von Bertalanffy: $L = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$, onde L_{∞} = comprimento assintótico (cm); k = coeficiente de crescimento (ano^{-1}); t = idade do indivíduo; e t_0 = idade do peixe no comprimento zero. Este último parâmetro pode ser considerado apenas um artefato matemático sem significado biológico (Moreau 1987), e foi considerado igual a zero. A longevidade, definido como o tempo que o peixe leva para atingir 95% do comprimento assintótico, foi estimado a partir da equação: $t = t_{\text{max}} + 2,996/k$ (Taylor 1958). O índice de performance de crescimento (ϕ), estimado pelo FISAT calculado de acordo com a equação de Pauly & Munro (1984) ($\phi = \log k + 2 \log L_{\infty}$) permite a comparação dos parâmetros de crescimento entre espécies filogeneticamente relacionadas. Através dos parâmetros de crescimento estimados pelo FISAT (L_{∞} e k), a curva de cresci-

mento de Von Bertalanffy em idade relativa foi plotada a fim de se obter uma estimativa de tempo em que a população leva para atingir L_{50} , L_{100} e L_{max} .

RESULTADOS

Os comprimentos padrão e total mensurados para de *P. lineatus*, variaram de 14,5 a 44,6 (CP) e de 17 a 52,9 (CT) para machos; de 19,4 a 42 (CP) e de 23 a 51cm (CT) para fêmeas. O peso total para machos variou entre 55 e 1.900g e para fêmeas entre 150 a 2.000g (Figura 1). Foi observado que a distribuição do comprimento total foi significativamente diferente entre os sexos, com machos mais frequentes nas classes de comprimento entre 39 e 49cm ($p = 0,02$), contudo, a distribuição do peso total não diferiu entre os sexos ($p = 0,26$).

A variação do peso total em função do comprimento total não foi estatisticamente diferente entre os sexos. Machos e fêmeas apresentaram um crescimento isométrico (Tabela 1; Figura 2).

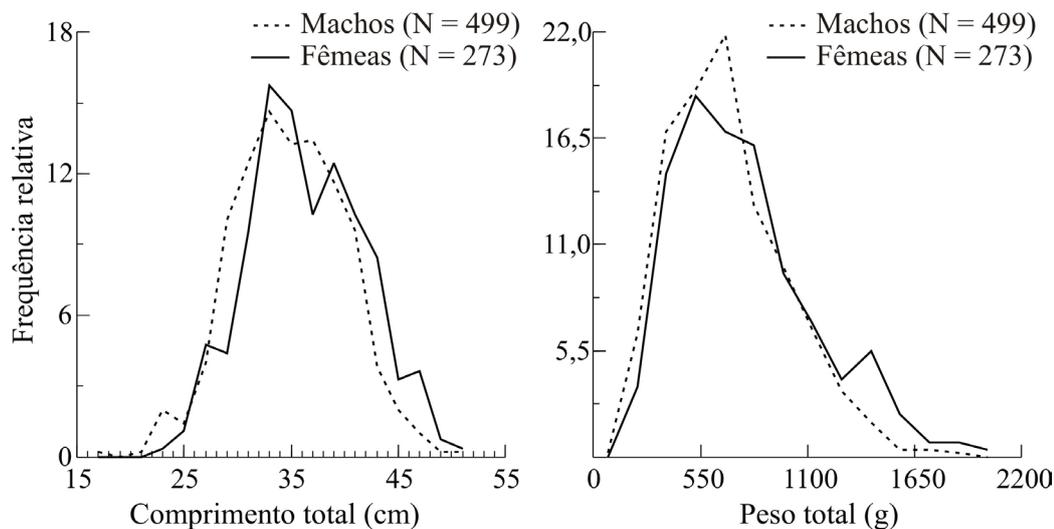


Figura 1. Frequência relativa do número de indivíduos (N) por classes de comprimento total (cm) e peso total (g) para machos e fêmeas de *Prochilodus lineatus* no rio Miranda, amostrados de abril/2000 a outubro/2003.

Figure 1. Relative frequency of number of individuals (N) by classes of total length (cm) and total weight (g) for males and females of *P. lineatus* in Miranda River, sampled from April/2000 to October/2003.

Tabela 1. Valores estimados das relações peso-comprimento para machos e fêmeas de *P. lineatus* na bacia do rio Miranda. (N = número de indivíduos; a = intercepto; b = coeficiente angular; IC = intervalo de confiança; r² = coeficiente de determinação; p = nível de significância).

Table 1. Estimated values of length-weight relationships for males and females of *P. lineatus* in Miranda river. (N = number of individuals; a = intercept; b = angular coefficient; IC = confidence interval; r² = determination coefficient; p = significance level).

Sexo	N	Equação	a (±95% IC)	b (±95% IC)	r ²	p
Machos	499	Pt=0,01322* $Ct^{3,012}$	(0,01064-0,01815)	(2,924-3,101)	0,90	0,0001
Fêmeas	273	Pt=0,01213* $Ct^{3,039}$	(0,00784-0,01876)	(2,918-3,16)	0,90	0,0001

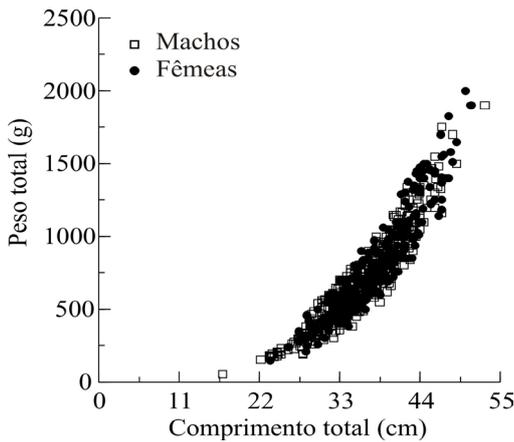


Figura 2. Relações peso-comprimento para machos e fêmeas de *Prochilodus lineatus* no rio Miranda, amostrados entre abril/2000 e outubro/2003.

Figure 2. Length-weight relationships for males and females of *Prochilodus lineatus* in Miranda river, sampled from April/2000 to October/2003.

A proporção sexual total foi de 1.82 machos por fêmea considerando todo o período amostral, estatisticamente diferente da proporção esperada (1:1) ($\chi^2 = 66,16$; $p < 0,01$). A proporção de machos também foi estatisticamente maior do que fêmeas nos meses entre agosto e dezembro e nos meses de fevereiro e março ($\chi^2 = 43,21$; $p < 0,01$); no mês de março a proporção atingiu seu maior pico, 8,5 machos por fêmea. O número de machos ao longo dos meses variou de 4 a 112 indivíduos e fêmeas de 1 a 47, no total foram registrados 499 machos e 273 fêmeas (Figura 3).

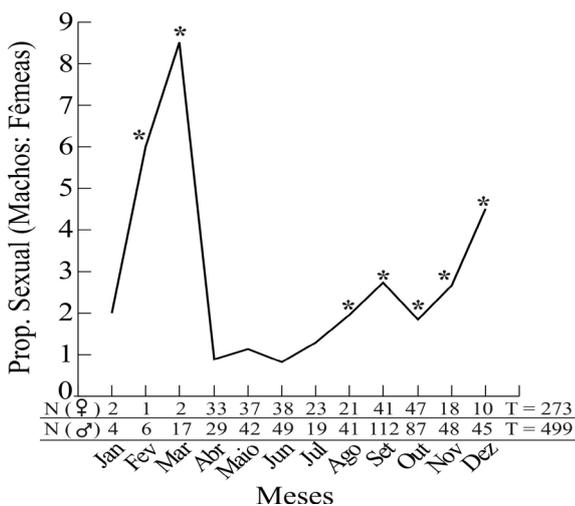


Figura 3. Variação sazonal da proporção sexual (machos: fêmea) e o número de indivíduos (N) para machos (♂), fêmeas (♀) e total (T) para *P. lineatus* na bacia do rio Miranda. * indica os meses onde a proporção foi significativamente diferente entre os sexos.

Figure 3. Seasonal variation in sex-ratio (males: females) and the number of individuals (N) for males (♂), females (♀) and total (T) for *P. lineatus* in Miranda river. * indicates the months where the ratio was significantly different between the sexes.

Os primeiros indivíduos com gônadas maduras foram amostrados no mês de agosto, atingiram uma maior frequência em dezembro e não foi registrado nenhum indivíduo se reproduzindo em março (Figura 4a). O período de chuvas iniciou em agosto, atingiu dois picos, um maior em dezembro e um menor em fevereiro, diminuindo no mês seguinte e atingindo seu menor valor em julho. O nível do rio apresentou comportamento similar ao período de chuvas, com exceção no mês de agosto, onde foi registrado o menor nível do rio, este começou a aumentar em setembro, um mês mais tarde que o período das chuvas (Figura 4b). A duração do dia começou a aumentar notavelmente em agosto, atingiu seu maior valor em dezembro e o menor valor em junho (Figura 4c). O Índice Gonadossomático (IGS) variou significativamente entre os meses ($H = 136,61$; $p < 0,01$), sendo que os maiores valores encontrados foram entre setembro e dezembro ($p < 0,05$). O IGS esteve significativamente correlacionado com duração do dia ($r_s = 0,55$; $p < 0,05$) e com a precipitação ($r_s = 0,65$; $p < 0,05$) e não esteve correlacionado com nível do rio ($r_s = 0,48$; $p = 0,1$), ainda que do período de seca para a cheia seja perceptível a co-variação entre IGS e nível do rio. As primeiras fêmeas com gônadas maduras começaram a aparecer em agosto, início do período de chuvas e aumento na duração do dia. Embora o IGS tenha apresentado valores médios com diferenças significativas somente entre os meses de setembro e dezembro, ao analisar a frequência de gônadas maduras, verificou-se que o período reprodutivo pode ser mais longo, entre agosto e fevereiro, com acentuada queda na atividade reprodutiva a partir de janeiro. Registrou-se que o pico reprodutivo em dezembro foi coincidente com o pico na duração do dia e com os valores mais altos de pluviosidade e nível do rio (Figura 4c).

O comprimento assintótico estimado para *P. lineatus* foi 55,68cm, enquanto a taxa de crescimento (K) foi $0,46 \text{ ano}^{-1}$, com longevidade estimada em 6.5 anos e índice de performance (ϕ) de 3,15. O melhor ajuste (Rn) encontrado foi 0,183. A curva de crescimento de Von Bertalanffy obtida através da frequência por classes de comprimento no ELEFAN estimou 6 cortes (Figura 5).

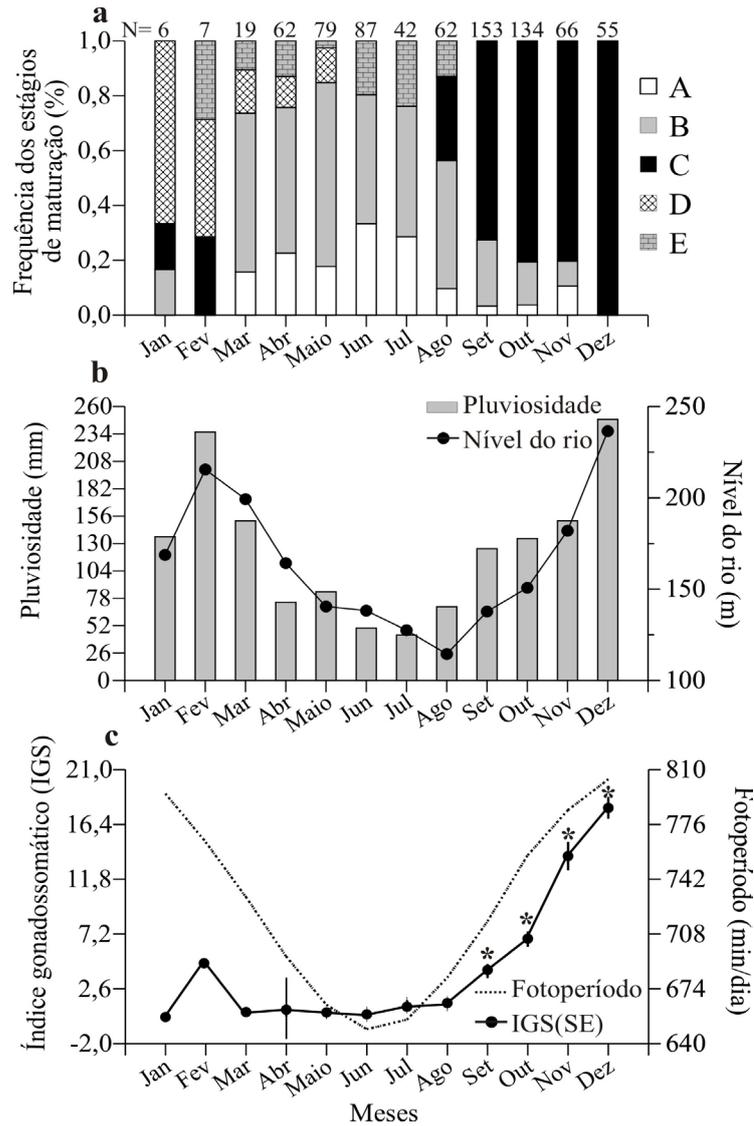


Figura 4. Variação sazonal (a) na frequência (%) dos estágios de maturação gonadal (N = número de peixes analisados), (b) pluviosidade média e nível médio do rio, (c) fotoperíodo e Índice Gonadosossomático médio (%) para fêmeas de *Prochilodus lineatus* no rio Miranda. * = valores médios significativamente diferentes ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Dunn.

Figure 4. Seasonal variation (a) in the percentage of stages of gonadal maturation, (b) rainfall and river level, (c) photoperiod and Gonadosomatic index for females of *Prochilodus lineatus* in Miranda river. * = significantly different mean values ($p < 0.05$) according to Dunn test.

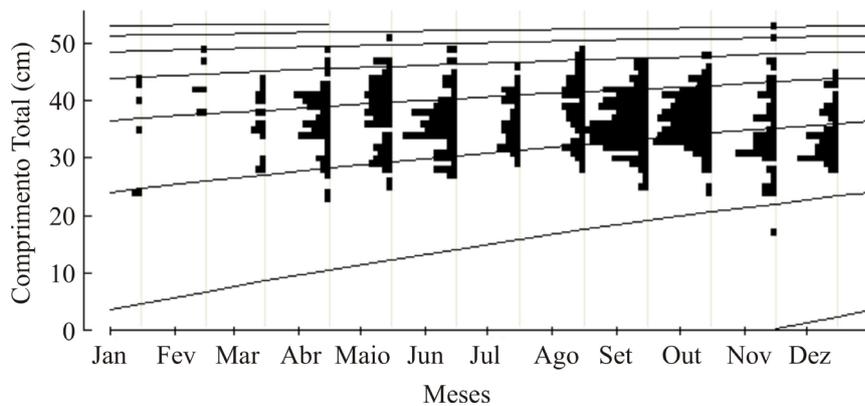


Figura 5. Frequência de comprimento total e curvas de crescimento estimadas pelo FISAT para *Prochilodus lineatus* no rio Miranda ao longo de todo o período de amostragem de abril/2000 a outubro/2003.

Figure 5. Total length frequency and growth curves estimated by FISAT for *Prochilodus lineatus* in Miranda river over the entire sampling period from April/2000 to October/2013.

Não foi registrada diferença significativa entre o comprimento total estimado de primeira maturação de fêmeas $L_{50} = 29,2\text{cm}$, $IC (\alpha=0,05) = 27,8$ a $30,1$ e machos $L_{50} = 27,8\text{cm}$, $IC (\alpha=0,05) = 26,3$ a $28,9$. Também não foi registrada diferença significativa para o L_{100} estimado para fêmeas de $40,7\text{cm}$, $IC (\alpha=0,05) = 38,1$ a $45,7$ e para machos de $48,3\text{cm}$, $IC (\alpha=0,05) = 45$ a $53,6$ (Figura 6). O L_{50} populacional para os sexos agrupados foi de $28,2\text{cm}$, com $IC (\alpha=0,05) = 27,24$ a

$29,1$. O tamanho no qual 100% da população está adulta foi $45,8$, $IC (\alpha=0,05) = 43,4$ a $49,3\text{cm}$. A partir da curva de crescimento de Von Bertalanffy foi estimado tempo, idade relativa uma vez que o valor de t_0 é desconhecido, em que a população levou para atingir o L_{50} e L_{100} , 1,6 e 3,8 anos, respectivamente (Figura 7). O tempo que a população levou para atingir o L_{max} ($52,9\text{cm}$) foi de 5,9 anos, valor próximo a expectativa de vida de 6,5 anos e das 6 coortes estimadas pelo ELEFAN.

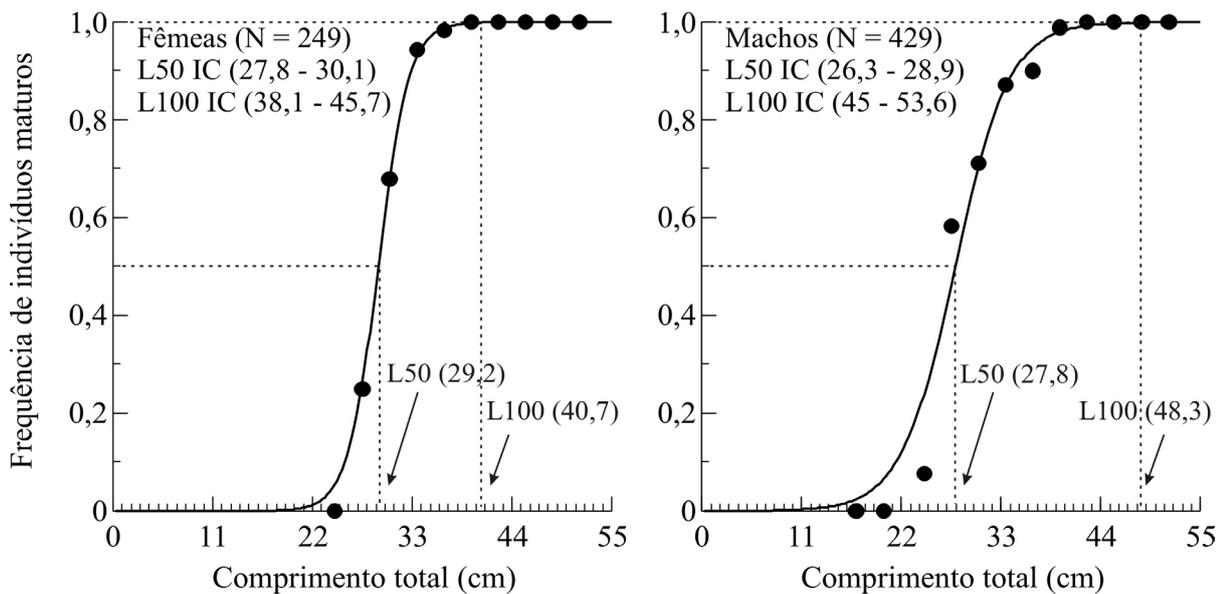


Figure 6. Proporção de indivíduos fêmeas e machos maduros e os respectivos intervalos de confiança (IC) para *Prochilodus lineatus* na bacia do rio Miranda. Pontos escuros representam a proporção de indivíduos por classes de comprimento de 2,0 cm.

Figure 6. Proportion of individuals of mature females and males and their respective confidence interval (IC) for *Prochilodus lineatus* in Miranda river. Dark circles represents the proportion of individuals by length classes of 2.0 cm.

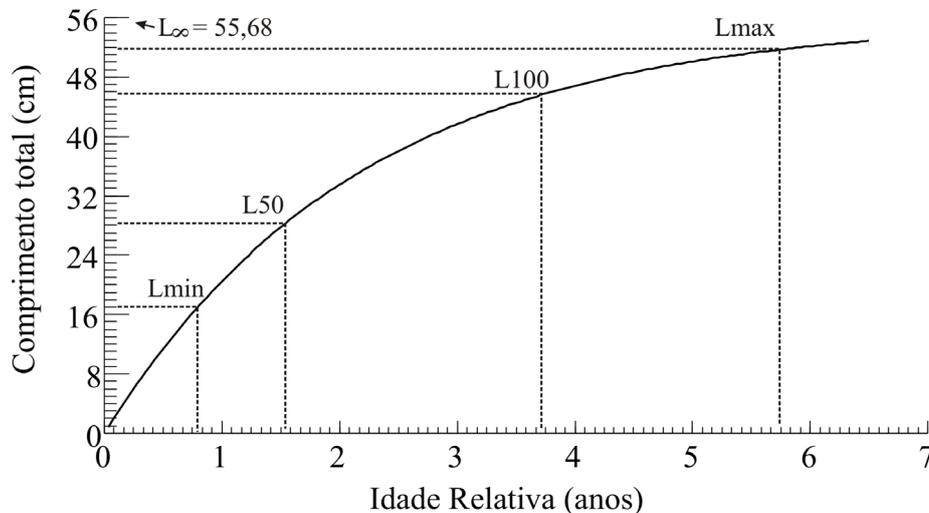


Figure 7. Curva de crescimento de Von Bertalanffy em idade relativa (anos) estimada pelo ELEFAN para *Prochilodus lineatus* na bacia do rio Miranda.

Figure 7. Growth curve of Von Bertalanffy in relative age (years) estimated by ELEFAN for *Prochilodus lineatus* in Miranda river.

DISCUSSÃO

As análises de tamanho entre os sexos demonstraram que os machos tiveram uma amplitude significativamente maior em comprimento total nas modas entre 39 e 49 cm. A estrutura em classes de comprimento de uma população pode variar devido ao regime de recrutamento e mortalidade de indivíduos (Lourenço *et al.* 2008, Benitez & Suárez 2009), resultado do efeito de variáveis ambientais sobre taxas de natalidade, sobrevivência e estado nutricional de cada população (Bagarinão & Thayaparan 1986, Gurgel 2004). O comprimento padrão máximo registrado neste trabalho (44,6) foi menor do que o encontrado por Resende *et al.* (1995), $L_{max} = 48$ cm, nesta mesma bacia, contudo, esta diferença pode ser resultado da maior representatividade das amostragens de Resende *et al.* (1995) que amostraram maior número de exemplares ($N=1587$) bem como de diferenças entre sub-populações na bacia, uma vez que os indivíduos capturados na planície pantaneira se reproduzem tanto na sub-bacia do rio Miranda, como na sub-bacia do rio Aquidauana.

As regressões entre peso e comprimento para ambos os sexos foram altamente significativas ($p < 0,01$), ambas explicaram 90% da variação no peso, com um alto valor de correlação e sem diferença significativa entre machos e fêmeas. Ambos os sexos apresentaram um crescimento isométrico ($b = 3$), ou seja, apresentam investimento proporcional em comprimento e biomassa.

A proporção sexual fornece dados importantes sobre a estrutura e dinâmica das populações de peixes (Braga 2006), bem como subsídios importantes para o conhecimento da relação entre os indivíduos e o meio ambiente e sobre a situação populacional de uma dada espécie (Nikolsky 1969). O presente trabalho está de acordo com Resende *et al.* (1995), um estudo feito na mesma bacia para esta espécie, ao evidenciar significativamente o predomínio de machos. Segundo Vazzoler (1996), a mortalidade é um dos fatores que pode atuar de modo diferencial sobre machos e fêmeas, determinando o predomínio de indivíduos de um dos sexos. Diferenças nas taxas de crescimento podem influenciar na frequência de machos e fêmeas em determinadas classes de comprimento (Wootton 1999), influenciando no tamanho máximo atingido. Garcia *et al.* (2004) afirmam que a proporção

sexual pode ser alterada pela mortalidade específica de tamanho de um dos sexos e Rodd & Reznick (1997) atestam que a principal causa da mortalidade diferencial entre os sexos é a predação. Mazzoni & Caramaschi (1995) sugerem que o maior investimento reprodutivo por parte das fêmeas, representado pela maior proporção do tamanho das gônadas em fêmeas maiores, pode influenciar numa taxa de mortalidade maior. Desta forma, fêmeas mais fragilizadas com gônadas mais representativas, podem estar mais susceptíveis as intempéries ambientais ou ao ataque de potenciais predadores. Contudo, a possibilidade de uma segregação ou dispersão espacial entre machos e fêmeas em função dos fatores de pressão ambiental (Veregue & Orsi 2003), também não pode ser descartada para a população de *P. lineatus* amostrada neste trecho do rio, em uma região de planalto. Resende *et al.* (1995) demonstraram que a frequência de fêmeas e machos em reprodução (maduras) na região de planalto foi maior do que 50% até dezembro. Esta proporção diminuiu expressivamente para fêmeas em fevereiro, enquanto machos ainda mantiveram a mesma proporção. Isto pode ser um indicativo de que fêmeas migram para a planície logo após a reprodução.

O período de atividade reprodutiva evidenciado pelo IGS demonstrou que o maior investimento reprodutivo desta espécie ocorreu entre os meses de setembro e dezembro, contudo, ainda que em baixa proporção, indivíduos com gônadas maduras foram registrados em agosto, janeiro e fevereiro, o que corrobora os resultados relatados por Resende *et al.* (1995), onde foram registradas fêmeas maduras de outubro a abril. Sabe-se que o regime de inundações no Pantanal é caracterizado por variações sazonais e pela alternância de períodos plurianuais de seca e de cheia (Galdino *et al.* 2006) e que estas variações influenciam de um ano para o outro no sucesso reprodutivo das espécies, contudo, dado ao nosso número de indivíduos amostrados não foi possível considerar esta variação interanual.

Nos sistemas rio/planície de inundação, o regime hidrológico é a principal função de força, sendo o pulso de inundação de importância crucial para a manutenção da alta produtividade e diversidade desses ecossistemas complexos e frágeis (Junk *et al.* 1989). Em diferentes bacias hidrográficas, a sazonalidade na reprodução em peixes é influenciada pela pluviosidade

(Gurgel, 2004), pelo fotoperíodo (Duponchelle *et al.* 2007), e coincidente com o nível fluviométrico (Agostinho *et al.* 2004, Martins-Queiroz *et al.* 2008). O início das chuvas é um indicativo do aumento no nível do rio e muitas espécies iniciam a maturação ao sinal das primeiras chuvas e esta percepção pode ser em função das mudanças nas características físicas e químicas da água (Wootton 1999).

A respeito disso, Duponchelle *et al.* (2007) debate que as chuvas podem sofrer variação em seu padrão e variar fortemente entre os anos, assim depender apenas das chuvas pode ser uma estratégia arriscada. Os mesmos autores ainda afirmam que as variações no comprimento do dia são mais consistentes entre os anos e desta forma, podem ser um sinal mais confiável ou adicional para indução da maturação gonadal, embora ainda possam ser insuficientes como um sinal aproximado para a desova. A atividade reprodutiva de *P. lineatus* esteve sincronizada com o fotoperíodo e pluviosidade e embora dessincronizada com o nível do rio, o aumento no comprimento do dia e início das primeiras chuvas podem indicar o início da maturação e migração, fato verificado pelo aumento na densidade de indivíduos desta espécie nesta região durante as cheias. Este resultado está de acordo com Suzuki *et al.* (2004) ao propor que o fotoperíodo constitui um gatilho preditivo na maturação gonadal enquanto o início das cheias constituem o gatinho sincronizador para desova e o pico da cheia é o gatilho finalizador do período reprodutivo e ainda de acordo com Agostinho *et al.* (2003), o início da migração pode estar relacionado às primeiras chuvas. Em regiões tropicais um dos fatores determinantes no ciclo reprodutivo é pluviosidade (Vazzoler & Menezes 1992) que está intimamente relacionada com o aumento de temperatura (Tucci 2001) em função do aumento na duração do dia nos meses de verão. Segundo Vazzoler & Menezes (1992) é entre os meses de primavera e verão a maioria dos Characiformes se reproduzem e o aumento na duração do dia tem demonstrado ser um precursor para determinar o início do período reprodutivo das espécies desta ordem (Gonçalves *et al.* 2005; Duponchele *et al.* 2007; Vicentin *et al.* 2012).

Embora o IGS não tenha sido correlacionado com o nível do rio, é observado que este índice acompanha o aumento da pluviosidade e cheia até dezembro e, posteriormente a este mês, o IGS diminui

significativamente, mas a pluviosidade e a cheia com queda em janeiro voltam a aumentar em fevereiro e começam a diminuir em março. Nestes últimos três meses de pluviosidade ainda alta, já não é verificada mais a atividade reprodutiva para esta população. Provavelmente por isso a atividade reprodutiva não tenha sido correlacionada significativamente com a cheia.

Uma desova inicial/precoce logo no início das chuvas possibilita que juvenis, que são carreados rio abaixo, aproveitem as condições favoráveis como abrigo e alimento durante a cheia nos meses subsequentes, pois conforme o nível do rio diminui na cabeceira, há um estacionamento das águas na região de planície. A despeito disso, Resende *et al.* (1995) demonstraram que a frequência de indivíduos jovens é maior na planície e somente os indivíduos adultos prontos para reprodução fazem migração em direção as cabeceiras do rio no período das chuvas. De acordo com Polizer *et al.* (2000), médias do nível do rio Miranda, entre 1996 e 1999 na região de planície (passo do Lontra), atingiram cotas máximas de 400 cm entre janeiro e maio, enquanto o principal pico médio de cheia registrado no presente trabalho na cabeceira foi de 236 cm no mês de dezembro, com um segundo pico em fevereiro de 215 cm. Desta forma, esta defasagem de tempo e nível do rio entre as regiões de cabeceira e planície, provavelmente, atua de modo que os indivíduos adultos iniciem a migração logo no início das chuvas e a reprodução logo no início das cheias possibilitando que juvenis encontrem as condições ideais para o seu desenvolvimento durante o período de cheia na planície.

O índice de performance de crescimento (ϕ) estimado para *P. lineatus* (3.15) foi próximo aos valores que estimamos a partir dos dados de Resende *et al.* (1995) (machos $\phi = 2,71$ e fêmeas $\phi = 2,97$) e dos dados de Barbieri *et al.* (2000) (machos $\phi = 3,19$ e fêmeas $\phi = 3.28$). Este índice é uma boa forma de avaliar os parâmetros de crescimentos de uma espécie, pois este valor não deve variar mais que 5% quando diferentes populações de uma mesma espécie são comparadas (Sparre & Venema 1997). Desta forma, o valor encontrado neste trabalho sugere uma estimativa satisfatória dos parâmetros de crescimento para *P. lineatus* na cabeceira do rio Miranda.

Os parâmetros populacionais estimados pela frequência em classes de comprimento ($K = 0,46/$

ano e longevidade de 6,5 anos) estão próximos aos registrados para esta mesma espécie em outros trabalhos ($K = 0,27$ e $0,45$; longevidade = 5 e 6 anos – Resende *et al.* 1995; $K = 0,38$ e $0,48$; longevidade = 6 e 7 anos – Barbieri *et al.* 2000; ambos os trabalhos, machos e fêmeas respectivamente). Isto demonstra que os parâmetros estimados pelo ELEFAN são congruentes com os de outros trabalhos onde estas estimativas foram feitas por meio de identificação de anéis de crescimento em escamas.

O início da maturidade sexual é um período de transição crítico para os indivíduos devido à alocação de energia para a nova demanda acrescida à necessidade do crescimento e sobrevivência (Wootton 1999). O comprimento médio de primeira maturação (total e padrão = 28,29 e 21,05cm, respectivamente) para os sexos agrupados, visto que não foi encontrada diferença significativa entre machos e fêmeas, de *P. lineatus* foram menores que os comprimentos padrão de L50 registrados por Resende *et al.* (1995) para esta mesma espécie (26,8 e 28,5; machos e fêmeas, respectivamente). Os valores de comprimento total de L50, no presente trabalho, foram significativamente maiores, considerando o IC, do que os valores registrados por Barbieri *et al.* (2000) ($LT_{50} = 24,1$ e $24,8$; machos e fêmeas, respectivamente), para esta mesma espécie no rio Mogi-Guaçu, bacia do rio Paraná. Estas diferenças podem ser em razão de táticas distintas entre populações diferentes da mesma espécie, que são empregadas em função das flutuações ambientais diversas para permitir a manutenção destas populações em locais diferenciados (Wootton 1999), corroborando a idéia de que as estratégias de sobrevivência das espécies são fortemente relacionadas com as características dos seus habitats, devido à seleção natural destas estratégias (Mann *et al.* 1990).

A legislação estadual em Mato Grosso do Sul define o tamanho mínimo para captura de *P. lineatus* como 38 cm (Resolução SEMAC 04/2011). Embora o L100 estimado para machos (48,3 cm) tenha sido superior ao valor estimado para fêmeas (40,71 cm), não foi encontrada uma diferença significativa entre os sexos. Desta forma acreditamos que o L100 médio de 45,8 cm seja o valor mais aceitável para a população amostrada e, neste sentido, nossos dados sugerem a necessidade de uma revisão na legislação estadual, visando garantir a conservação dos estoques da espécie em questão.

Frente aos resultados obtidos, pode-se dizer que o padrão de atividade reprodutiva para esta espécie nesta bacia se mantém, quando comparado com o estudo de Resende *et al.* (1995), onde os dados foram coletados entre 1987 e 1989, com atividade reprodutiva registrada entre agosto e fevereiro. Evidencia-se a importância da pluviosidade e do pulso de inundação para o sucesso reprodutivo da espécie. Fica clara a caracterização do local amostrado como uma área de reprodução e relevante para a preservação, visto que as porções de cabeceiras de rio (planalto) atuam como uma extensão ao hábitat de planície e que podem ser ocupadas por espécies migradoras durante os eventos reprodutivos. Demonstra a necessidade de se manter esta conexão e interdependência entre planalto e planície, visando à sustentação dos fenômenos físicos e biológicos relacionados ao pulso de inundação fundamentais para a preservação, conservação e uso sustentável do ambiente e de organismos que dependem deste ciclo das águas na bacia do Alto Rio Paraguai.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao apoio financeiro da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e ao Centro de Pesquisas do Pantanal (CPP/MCT). W. Vicentin agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de doutorado e Y. R. Suárez agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H.I. & JÚLIO Jr., H.F. 2003. Migratory fish from the upper Parana River basin, Brazil. Pp. 19-99. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross, A. Baer & C. Ross (eds.). Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status. World Fisheries Trust, the World Bank and the International Development Research Centre, Victoria, BC, 383.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; VERÍSIMO, S. & OKADA, E.K. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14:11-19, <http://dx.doi.org/10.1007/s11160-004-3551-y>
- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.E.M.; GOMES, L.C. & OKADA, E.K. 1993. Estratificación y comportamiento de *Prochilodus scrofa* em distintas fases del ciclo de vida, en la

- planície de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 2: 79-90.
- ALHO, C.J.R. 2008. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. *Brazilian Journal of Biology*, 68: 957-966, <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005>
- BAGARINÃO, T. & THAYAPARAN, K. 1986. The length-weight relationship, food habitats and condition factor of wild juvenile milkfish in Sri Lanka. *Aquaculture*, 55: 241-246, [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90119-5](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(86)90119-5)
- BAILLY, D. 2006. Influência do regime de cheias na reprodução de espécies de peixes com estratégias reprodutivas da planície de inundação do rio Cuiabá, Alto Pantanal, Brasil. *Dissertação de Mestrado-Universidade Estadual de Maringá*. Maringá, PR, Brasil. 26p.
- BARBIERI, G. 1994. Dinâmica da reprodução do cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 11:605-615, <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751994000400003>
- BARBIERI, G. 1995. Biologia populacional de *Cyphocharax modesta* (Characiformes, Curimatidae) da Represa do Lobo, Estado de São Paulo. II – Dinâmica da reprodução e influência de fatores abióticos. *Boletim do Instituto de Pesca*, 22: 57-62.
- BARBIERI, G.; SALLES, F.A. & CESTAROLLI, M.A. 2000. Análise populacional do curimbata, *Prochilodus lineatus*, do rio Mogi Guaçu, Pirassununga, São Paulo (Characiformes, Prochilodontidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, 26: 17-25
- BAUMGARTNER, G.K.; NAKATANI, L.C.; GOMES, A.; BIALETZKI, P.V.; SANCHES & MAKRAKIS, M.C. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 115-125, <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-004-0098-z>
- BENITEZ, R.S. & SÚAREZ Y.R. 2009. Biologia populacional de *Serrapinnus notomelas* (Eingenmann, 1915) (Characiformes, Cheirodontinae) em um riacho de primeira ordem na bacia do rio Dourados, Alto rio Paraná. *Pan-American Journal Aquatic Science*, 4: 271-278.
- BOWEN, S.H. 1983. Detritivory in neotropical fish communities. *Biology of Fish*, 9: 137-144, <http://dx.doi.org/10.1007/BF00690858>
- BRAGA, F.M.S. 2006. Aspectos da reprodução no gênero *Characidium Reinhardt*, 1867 (Crenuchidae, Characidiinae), na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil. *Acta Scientiarum Biological Science*, 28: 365-371.
- BROMAGE, N.; PORTER, M. & RANDALL, C. 2001. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, 197:63-98. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00583-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00583-X)
- CASTRO, R.M.C & VARI, R.P. 2003. Family Prochilodontidae. Pp. 65-70. In: R.E. Reis, S.O. Kullander, C.J.Jr. Ferraris (eds.). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, RS. 742p.
- CUNICO, A.M.; GRAÇA, W.J. DA; VERÍSSIMO, S. & BINI, L.M. 2002. Influência do nível hidrológico sobre a assembléia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Science*, 24: 383 -389.
- DUPONCHELLE F.; LINO, F.; HUBERT, N.; PANFILI, J.; RENNO, J.F.; BARAS, E.; TORRICO, J.P.; DUGUE, R. & NUÑEZ, J. 2007. Environment-related life-history trait variations of the Red-bellied Piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*. 71: 1113-1134, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01583.x>
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Pantanal). 1990. Avaliação da contaminação ambiental da bacia Hidrográfica do Rio Miranda. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS. 174p.
- ESPINACH-ROS, A. & DELFINO, R. 1993. Situación de las pesquerías de la Cuenca de la Plata en Paraguay, Bolívia, Argentina e Uruguay. *FAO Informaciones de Pesca*, 490: 36-51.
- FROESE, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 22: 241-253, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- FUGI, R.; HAHN, N.S. & AGOSTINHO, A.A. 1996. Feeding of five species of bottom feeding fish of the Paraná River (PR, MS, Brasil). *Environmental Biology of Fishes*, 46: 297-307, <http://dx.doi.org/10.1007/BF00005006>
- GALDINO, S.; VIEIRA, L.M. & PELLEGRIN, L.A. 2006. *Impactos Ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal*. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS. 356p
- GARCIA, A.M.; VIEIRA, J.P.; WINEMILLER, K.O. & RASEIRA, M.B. 2004. Reproductive cycle and spational temporal variation in abundance of the one-sided livebear *Jenynsia*

- multidentata*, in Patos Lagos, Brazil. *Hydrobiologia*. 515:39-48, <http://dx.doi.org/10.1023/B:HYDR.0000027316.59258.a0>
- GAYANILO, F.C. & PAULY, D. 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT), reference manual. *FAO computerized information series (Fisheries)*. No 8, FAO, Rome. 196p.
- GONÇALVES, T.K.; AZEVEDO, M.A.; MALABARBA, L.R. & FIALHO C.B. 2005. Reproductive biology and development of sexually dimorphic structures in *Aphyocharax anisitsi* (Ostariophysi: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 3: 433-438, <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252005000300012>
- GURGEL, H.C.B. 2004. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Curvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira Biologia* 21(1):131-135, <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000100022>
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in riverfloodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127.
- LOURENÇO, L.S.; MATEUS, L.A. & MACHADO, N.G. 2008. Sincronia na reprodução de *Moenkhausia sanctaflomenae* (Steindachner) (Characiformes: Characidae) na planície de inundação do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia*, 25: 20-27.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 382p
- MANN, R.H.K.; MILLS, C.A. & CRISP, D.T. 1990. Geographical variation in the Life-history Tactics of some species of freshwater fish. Pp. 171-185. In: G.W. POTTS & R.J. WOOTON (eds.). *Fish reproduction: Strategies and Tactics*. Academic Press, London. 371p.
- MARTINS-QUEIROZ, M.F.; MATEUS, L.A.F.; GARUTTI, V. & VENERE, P.C. 2008. Reproductive biology of *Triporthus trifurcatus* (Castelnau, 1855) (Characiformes: Characidae) in the middle rio Araguaia, MT, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 6: 231-236, <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252008000200010>
- MAZZONI, R. & CARAMASCHI, E.P. 1995. Size structure, sex ratio and onset of sexual maturity of two species of *Hypostomus*. *Journal of Fish Biology*, 47: 841-849, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb06006.x>
- MOREAU, J. 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. Pp. 81-113. In: R.C. Summerfelt & G.E. Hall (eds.). *The age and growth of fish*. Iowa State University Press, Iowa. 544p.
- NASCIMENTO, F.L. & LIMA, C.A.R.M. 2000. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. *Boletim de Pesquisa*. Embrapa – CPAP, Corumbá. 25p.
- NIKOLSKY, G.V. 1969. *Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources*. Oliver & Boyd, Edinburgh. 323p.
- PAULY, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper* 234: 1-52.
- PAULY, D. & DAVID, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. *Meeresforschung*, 28: 205-211
- PAULY, D. & MUNRO, J.L. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2: 1-21
- POLIZER, M.; LASTÓRIA, G. & RONDON, M.A.C. 2000. Características físicas da região do Passo do Lontra. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste. Brasília, DF, Brasil. <http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_centro_oeste_bsb.php>. (Acesso em 15/05/2012).
- RESENDE, E.K.; CATELLA, A.C.; NASCIMENTO, E.L.; PALMEIRA, S.S.; PEREIRA, R A C.; LIMA, M.S. & ALMEIDA, V.L.L. 1995. Biologia do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Boletim de Pesquisa*. Embrapa - CPAP, Corumbá. 36p.
- ROA, R.; ERNST, B. & TAPIA, F. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, 97:570-580.
- ROOD, F.H. & REZCNICK, D.N. 1997. Variation in the demography of guppy population: the importance of predation and life histories. *Ecology*, 78: 405-418, [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[0405:VITDOG\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[0405:VITDOG]2.0.CO;2)
- SEMAC. (Secretaria de Estado de Meio Ambiente, de Planejamento da Ciência e Tecnologia). 2011. Resolução nº 04, de 22 de março de 2011. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul, Poder Executivo, Campo Grande, MS
- SPARRE, P. & VENEMA, S.C. 1997. *Introdução à Avaliação de Mananciais de Peixes Tropicais. Parte I: Manual*. FAO, Rome.
- SUZUKI, H.I.; VAZZOLER, A.E.A.M.; MARQUES, E.E.; PEREZ-LIZAMA, M.A. & INADA, P. 2004. Reproductive ecology of the fish assemblages. Pp. 271-292. In: S.M. Thomaz, A.A. Agostinho. & N.S. Hahn (eds.). *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, HT. 393p.

SVERLIJ, SB.; ESPINACH-ROS, A. & GERACITANO, A. 1992. Estrutura de idades de os efectivos de sábalos *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) del rio Uruguay inferior. *Publicaciones de la Comisión Administradora del Rio Uruguay (CARU), Serie Técnico-Científica*, 1: 54-62.

TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *Journal du Conseil International pour L'Exploration de la Mer*, 23: 366-370.

TUCCI, C.E.M. 2001. *Hidrologia Ciência e Aplicação. Segunda edição*. ABRH/UFRGS, Porto Alegre. 942p.

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

VAZZOLER, A.E.A.M. & MENEZES, N.A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). *Revista Brasileira. Biologia*, 52: 627-640.

VEREGUE, A.M.L. & ORSI, M.L. 2003. Biologia reprodutiva de *Astyanax scabripinnis paranae* (Eigenmann) (Osteichthyes, Characidae), do ribeirão das Marrecas, bacia do rio Tibagi. Paraná. *Revista Brasileira Zoologia*, 20: 97-105.

VICENTIN, W.; COSTA, F.E.S. & SÚAREZ, Y.R. 2012. Population ecology of Red-bellied Piranha Kner, 1858 (Characidae: Serrasalminae) in the Negro River, Pantanal, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, (in press), <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-012-0022-5>

WILLINK, P.W.; CHERNOFF, B.; ALONSO L.E.; MONTAMBAULT J.R. & LOURIVAL, R. 2000. AquaRAP . *Boletim de Avaliação Biológica nº18. Uma avaliação biológica dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Conservation International*. CD-ROM.

WOOTTON, R.J. 1999. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London. 392p.

Submetido em 30/03/2012

Aceito em 27/08/2012