

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/237033064>

# CONTEÚDO CALÓRICO DE MÚSCULOS DE *Prochilodus lineatus* (CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE) NO RESERVATÓRIO DE MANSO, BRASIL

Article in *Interciencia* · January 2010

CITATIONS

3

READS

39

4 authors:



**Erik Santos**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

12 PUBLICATIONS 164 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Evanilde Benedito**

Universidade Estadual de Maringá

163 PUBLICATIONS 1,529 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**W. M. Domingues**

Universidade Estadual de Maringá

15 PUBLICATIONS 85 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Luis Alberto Espinola**

Instituto Nacional de Limnología (INALI)

53 PUBLICATIONS 975 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Ações prioritárias para conservação da biodiversidade aquática do Parque Nacional dos Campos Gerais: o papel da microbiota na proteção de uma espécie de cascudo ameaçada de extinção [View project](#)



Landscape pattern changes analysis of Mata Atlantica patches a hotspot in southern Brazil [View project](#)

---

# CONTEÚDO CALÓRICO DE MÚSCULOS DE *Prochilodus lineatus* (CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE) NO RESERVATÓRIO DE MANSO, BRASIL

---

Luis Alberto Espínola, Erik Allan Pinheiro dos Santos, Wladimir Marques Domingues e  
Evanilde Benedito

## RESUMO

Com o objetivo de conhecer as variações intraespecíficas no conteúdo calórico, presentes em músculos de *Prochilodus lineatus*, foram analisados 118 espécimes durante o período de outubro 2002 a setembro 2003 no reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. De cada exemplar foram obtidas as medidas morfométricas, identificando o sexo e estágio de maturação gonadal e extraíndo amostras da musculatura da base da nadadeira dorsal. Cinco amostras de diferentes regiões da musculatura foram amostradas de 18 fêmeas em repouso para se verificar a existência de diferenças calóricas num mesmo indivíduo, associadas à região muscular. Todas as amostras foram secas em estufa a 60°C até alcançar peso constante, mace-radas, homogeneizadas e submetidas à queima em bomba calorimétrica (PARR). Não foram identificadas variações significativas entre

diferentes regiões da musculatura, bem como entre sexos. Entre os estádios reprodutivos, apenas para fêmeas verificaram-se diferenças significativas, sendo o estágio repouso significativamente diferente dos demais. Para machos, durante o estágio de maturação, as amostras musculares apresentaram maior concentração calórica que nos demais estádios. A análise de correlação entre o comprimento-padrão e o conteúdo calórico dos músculos das fêmeas demonstrou que para indivíduos no estágio de repouso existe correlação. Entre os machos, a correlação embora baixa, foi significativa para indivíduos imaturos, em repouso e em maturação. O presente estudo confirma a importância de se considerar as variações calóricas por classe de comprimento e ressalta a importância de se compreender as alterações energéticas decorrentes da maturação gonadal.

## CALORIC CONTENT OF MUSCLES FROM *Prochilodus lineatus* (CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE) IN THE MANSO RESERVOIR, BRAZIL

Luis Alberto Espínola, Erik Allan Pinheiro dos Santos, Wladimir Marques Domingues and Evanilde Benedito

## SUMMARY

With the objective of finding intraspecific variations in muscle caloric content of *Prochilodus lineatus*, 118 specimens were analyzed from October 2002 to September 2003, at the Manso Reservoir, Mato Grosso, Brazil. From each individual, morphometric measurements were obtained, sex and stage of gonadal maturity identified, and muscle samples extracted from base of the dorsal fin. Five samples from different regions of the musculature were taken from 18 resting females in order to verify the existence of caloric differences within the same individual associated to muscle regions. All samples were dried in a laboratory oven at 60°C to constant weight, macerated, homogenized and set to burn in a bomb calorimeter (PARR). Significant variations were not detected among the different regions

of the musculature or between sexes. Among reproductive stages, significant differences were recorded only for females, and the resting stage was significantly different from the others. For males, the muscle samples presented a higher caloric content during the maturation stage than in other stages. The correlation analysis between standard length and caloric content of muscles of females indicated a difference for individuals in the resting stage. Among males, the correlation, although low, was significant for immature individuals, as well as during resting and maturation stages. The present study corroborates the importance of considering caloric variations by body length class and emphasizes the relevance of understanding the energy changes resulting from gonadal maturation.

## Introdução

O estudo do balanço energético de um organismo possibilita maior compreensão da sua ecologia, pois este expressa

qual proporção da energia consumida é direcionada para os vários processos vitais e como esta alocação pode flutuar durante o ciclo de vida da espécie (Phan *et al.*, 1993).

Existe uma estreita relação entre as variações no *status* fisiológico do peixe e a composição do corpo. Desse modo mudanças sazonais no crescimento e ciclo reprodu-

tivo dos peixes, normalmente relacionadas a alterações dos fatores bióticos e abióticos, podem provocar mudanças no conteúdo calórico dos tecidos (Encina e Granado-

---

## Palavras chave / Conteúdo Calórico / Músculo / Prochilodontidae / *Prochilodus lineatus* / Reservatórios /

Recebido: 01/09/2009. Modificado: 20/04/2010. Aceito: 21/04/2010.

**Luis Alberto Espínola.** Licenciado em Biodiversidade, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Doutor em Ciências Ambientais, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil. Pós-doutorando, Instituto Nacional de

Limnología (INALI), Argentina. Endereço: Ciudad Universitaria, Paraje "El Pozo", CP 3000, Santa Fe, Argentina. e-mail: laespn@gmail.com  
**Erik Allan Pinheiro dos Santos.** Biólogo, Universidade Fede-

ral de Sergipe (UFS), Brasil. Mestrado em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. Biólogo, UFS, Brasil.  
**Wladimir Marques Domingues.** Biólogo e Doutor em Ciências

Ambientais, (UEM), Brasil. Biólogo, (UEM), Brasil.  
**Evanilde Benedito.** Doutora em Ecologia e Recursos Naturais, UEM, Brasil. Professora, UEM, Brasil.

# CONTENIDO CALÓRICO DE MÚSCULOS DE *Prochilodus lineatus* (CHARACIFORMES, PROCHILODONTIDAE) EN EL EMBALSE DE MANSO, BRASIL

Luis Alberto Espínola, Erik Allan Pinheiro dos Santos, Wladimir Marques Domingues and Evanilde Benedito

## RESUMEN

Con el objetivo de conocer las variaciones intraespecíficas en el contenido calórico presentes en músculos de *Prochilodus lineatus*, se analizaron 118 especímenes durante el período comprendido entre octubre 2002 y septiembre 2003 en el embalse de Manso, Mato Grosso, Brasil. En cada ejemplar se midió la longitud estándar, el peso corporal húmedo, se identificó el sexo y el estadio de desarrollo gonadal macroscópico. Se extrajeron muestras de musculatura de la base de la aleta dorsal. Se tomaron cinco muestras de diferentes regiones de la musculatura en cada una de 18 hembras en reposo para verificar la existencia de diferencias calóricas individuales asociadas a la región muscular. Todas las muestras se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante, maceradas, homogeneizadas y quemadas en una bomba calorimétrica (PARR). No se detectaron variaciones significativas entre diferentes regiones de la musculatura ni entre sexos. Entre los estadios reproductivos, sólo en las hembras se obtuvieron diferencias significativas, siendo el estadio de reposo significativamente diferente del resto. Para los machos el contenido calórico en el estadio de maduración fue mayor que en los demás. En las hembras en reposo se obtuvo una correlación significativa entre longitud estándar y contenido calórico de la musculatura. Entre los machos la correlación, aunque baja, fue significativa para los individuos inmaduros, en reposo y en maduración. El presente estudio confirma la importancia de considerar las variaciones calóricas por clase de talla y resalta el valor de comprender las alteraciones energéticas asociadas al proceso de maduración gonadal.

trica (PARR). No se detectaron variaciones significativas entre diferentes regiones de la musculatura ni entre sexos. Entre los estadios reproductivos, sólo en las hembras se obtuvieron diferencias significativas, siendo el estadio de reposo significativamente diferente del resto. Para los machos el contenido calórico en el estadio de maduración fue mayor que en los demás. En las hembras en reposo se obtuvo una correlación significativa entre longitud estándar y contenido calórico de la musculatura. Entre los machos la correlación, aunque baja, fue significativa para los individuos inmaduros, en reposo y en maduración. El presente estudio confirma la importancia de considerar las variaciones calóricas por clase de talla y resalta el valor de comprender las alteraciones energéticas asociadas al proceso de maduración gonadal.

Lorenzo, 1997; Benedito-Cecilio *et al.*, 2005).

Em espécies migradoras, como *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), o acúmulo de lipídios nos tecidos e o seu conseqüente incremento calórico é de grande importância para a migração e reprodução. Assim, os padrões de reserva e direcionamento de energia no metabolismo são fontes de informações valiosas para a compreensão de sua ecologia (Saldaña e Venables, 1983).

Conhecido popularmente como curimatá ou curimba, *P. lineatus* alimenta-se basicamente de lodo, constituído por sedimentos inorgânicos, detritos orgânicos, algas e microinvertebrados (Fugli, 1993). Esta espécie apresenta grande importância comercial, estando entre as dez mais abundantes nos desembarques pesqueiros do reservatório de Itaipu (Fuem.Nupelia/Itaipu Binacional, 2006) e corresponde a uma das espécies dominantes nos reservatórios de Corumbá e Manso (Agostinho *et al.*, 2007).

Em virtude da grande parcela de detritos ingeridos por esta espécie, Lopes *et al.* (2007), analisando os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  para a espécie, identificaram amplas variações deste isótopo (19,1-37,2‰)

para a planície de inundação do alto rio Paraná, demonstrando que além de participação do fitoplâncton e do carbono orgânico particulado, as macrófitas  $\text{C}_4$  também são fontes de carbono para a espécie. Além disso, a ação bacteriana e dos fungos parecem intermediar a transferência de energia dos produtores a esta espécie. Assim, embora se tenha indicações sobre as vias de energia responsáveis pela manutenção da biomassa do *P. lineatus*, nenhum esforço ainda foi feito no sentido de identificar a variabilidade calórica na espécie. Estas densidades podem influenciar os cálculos do modelo de consumo, produção e eficiência de conversão, os quais são imprescindíveis para o estabelecimento de modelos bioenergéticos e na obtenção de respostas para questões específicas no manejo de recursos (Economids *et al.*, 1981).

Por outro lado, tecidos utilizados nas análises calorimétricas provêm principalmente do fígado, gônadas e músculos. Este último é citado em diversos trabalhos de forma ampla, sem indicação de qual região do corpo foi extraído (Nishiyama 1970; Jensen, 1979; Flath e Diana, 1985; Jonsson *et al.*, 1997), exceto para alguns que indicam a extração da musculatura

branca presente na base da nadadeira dorsal (Phan *et al.*, 1993). Diante da possibilidade das diferentes partes da musculatura de um peixe apresentarem distintos valores energéticos, neste trabalho foi determinado para *P. lineatus* o conteúdo calórico de cinco regiões de sua musculatura e analisadas suas variações calóricas. Hipotizou-se, ainda que o conteúdo calórico da musculatura de exemplares de diferentes sexos, classes de comprimento e estágio de maturação coletados no reservatório de Manso apresentariam diferenças energéticas associadas à reprodução da espécie.

## Material e Métodos

### Área de amostragem

As coletas de *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) foram realizadas em três estações de amostragem: baía Sinhá Mariana (16°20'20,5"S / 55°54'10,3"O), baía de Chacororé (16°30'36,8"S / 56°82'36,0O) e Barão de Melgaço (16°34'50"S / 56°15'58"O). As amostragens foram realizadas mensalmente entre outubro 2002 e agosto 2003, excetuando o mês de abril 2003, totalizando dez meses de coleta. Em cada estação de amostragem

foram utilizadas redes de espera simples e do triplo tresmalho (feiticeira) com malhagens variando entre 2 e 30cm entre nós opostos. As redes ficaram expostas por períodos de 24h, com revistas a cada 8h.

### Obtenção dos dados

Após cada revista os peixes foram acondicionados em sacos plásticos e, posteriormente á identificação taxonômica, de cada exemplar, obtiveram-se os comprimento-padrão (cm), peso total (g), sexo e estágio de maturação gonadal. A precisão dos valores de comprimento e peso foi de uma casa decimal. O estágio de desenvolvimento gonadal foi determinado macroscopicamente, utilizando-se a escala de maturação proposta por Vazzoler (1996), constituída pelos seguintes estádios: imaturo (imt), repouso (rep), maturação (mat), maduro (mad) e esgotado (esg). Os indivíduos analisados tiveram comprimento-padrão entre 19,0 e 43,0cm.

Para o estudo da variação calórica individual utilizaram-se 18 fêmeas de *P. lineatus* em estágio de repouso, com comprimento-padrão variando de 24,0 a 40,4cm (Tabela I). De cada exemplar foram retiradas amostras de

músculo de cinco regiões diferentes do corpo (Figura 1): musculatura lateral próxima à região cefálica, P1; base da nadadeira dorsal, P2; linha lateral, P3; ventral, P4; e caudal, P5.

Foram analisadas as amostras da musculatura da base da nadadeira dorsal de sete exemplares para ambos os sexos em cada estágio de maturação gonadal.

Todas as amostras foram conservadas em gelo e transportadas ao laboratório de Ecologia Energética do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil, onde foram processadas.

Cada amostra foi enxaguada em água destilada e seca até alcançar peso constante em estufa de ventilação forçada a 60°C. Os músculos secos foram macerados em moinho de esferas até obtenção de um pó fino. O valor calórico da amostra (Kcal·g<sup>-1</sup> de peso seco) foi obtido por meio de bomba calorimétrica (PARR 1261).

#### Análise dos dados

Todas as análises gráficas e estatísticas foram conduzidas no STATISTICA 7.1™ Statsoft (2005). Diferenças entre as médias calóricas verificadas entre as porções da musculatura, estágio de maturação gonadal e sexo foram investigadas por meio da análise paramétrica de variância uni fatorial. Quando não foi possível atingir os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. A relação entre comprimento-padrão e o conteúdo calórico foi investigado utilizando o coeficiente de correlação de Pearson.

#### Resultados e Discussão

Foram analisados 118 exemplares de *Prochilodus lineatus*, dos quais 62 eram machos e 56 fêmeas.

TABELA 1  
COMPRIMENTO-PADRÃO E PESO CORPORAL DAS FÊMEAS EM REPOUSO

Número de indivíduo	Longitud padrão (cm)	Peso (gr)
1	24,0	345,13
2	24,0	346,76
3	24,0	343,88
4	24,4	355,8
5	24,6	381,11
6	26,2	496,1
7	26,3	455,99
8	26,4	416,33
9	26,5	546,5
10	26,6	483,94
11	27,0	442,18
12	28,5	624,3
13	29,0	744,2
14	33,0	987,3
15	34,0	1121,1
16	34,5	1079,3
17	37,0	1683,5
18	40,4	1931,2

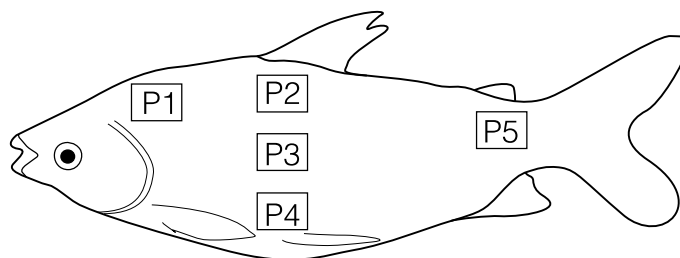


Figura 1. Regiões da musculatura de *P. lineatus* amostradas. P1: musculatura cefálica, P2: base da nadadeira dorsal, P3: linha lateral, P4: região ventral, P5: região caudal.

Comparando-se os resultados de conteúdo calórico da musculatura das diferentes regiões do corpo, não foram identificadas diferenças significativas entre elas (GL= 4; F= 0,64; p= 0,63; Figura 2), indicando uma distribuição uniforme entre as densidades calóricas da musculatura corpórea para a espécie. Cabe destacar que as maiores variabilidades foram registradas para as regiões P2 e P4, enquanto as médias obtidas para P1, P3 e P5 foram muito semelhantes.

havia sido realizada para peixes e, portanto, necessita que sejam realizados trabalhos desta natureza com outras espécies, pois não se pode, ainda, afirmar com segurança se este padrão é comum entre espécies relacionadas filogeneticamente ou ao hábito de vida (sedentárias ou migratórias, por exemplo).

No presente estudo, embora não tenham sido detectadas diferenças significativas entre as médias calóricas de machos e fêmeas de *P. lineatus* (ANOVA: GI= 1; F= 0,81; p= 0,37), as fêmeas apresentaram os mais elevados

requisitos intraespecíficos nos conteúdos calóricos das espécies de peixes podem estar associadas a fatores como o desenvolvimento, fisiologia, sexo, sazonalidade e condições alimentares (Prus, 1970), ou mesmo uma combinação destes. É sabido que as fêmeas de muitas espécies apresentam maior desgaste energético durante o período da maturação gonadal (Narahara *et al.*, 1985).

Da mesma forma, Flath e Diana (1985) e Espínola *et al.* (2008) não constataram diferenças entre as densidades energéticas para ambos os sexos das espécies por eles analisadas. O primeiro autor verificou que a rápida perda de lipídios do corpo ocorre concomitantemente com o aumento do peso das gônadas. Então, as fêmeas utilizam maiores reservas energéticas para a produção dos ovócitos, enquanto os machos têm gastos energéticos nas atividades relacionadas à fecundação dos mesmos, como coorte, construção de ninhos, entre outras estratégias reprodutivas.

Para *P. lineatus*, as diferenças significativas encontradas (Kruskal-Wallis test; H= 22,71; p= 0,0001), entre os estádios de maturação das fêmeas analisadas vêm mais uma vez reforçar o efeito da atividade reprodutiva sobre a mobilização de energia somática. Fêmeas em repouso

tiveram valores calóricos significativos nos músculos se comparadas com espécimes imaturas (p= 0,000088) e os maiores valores calóricos em relação aos indivíduos maduros (Figura 3). Este resultado indica acúmulo de reservas a serem, posteriormente, mobilizadas para a maturação gonadal. No estágio maduro, os gastos energéti-

valores calóricos médios, refletindo diferenças fisiológicas na utilização da energia, possivelmente relacionada à maturação dos ovócitos. Cabe considerar que dife-

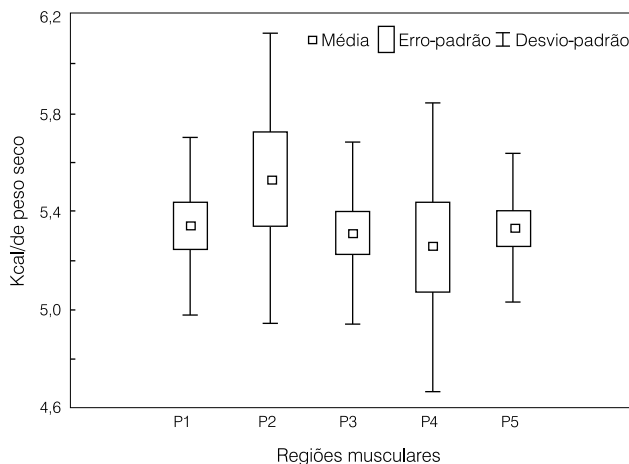


Figura 2. Valores médios, erro e desvio-padrão dos valores calóricos obtidos para as cinco diferentes regiões do corpo de *P. Lineatus*. 1: musculatura cefálica, 2: base da nadadeira dorsal, 3: linha lateral, 4: região ventral, 5: região caudal.

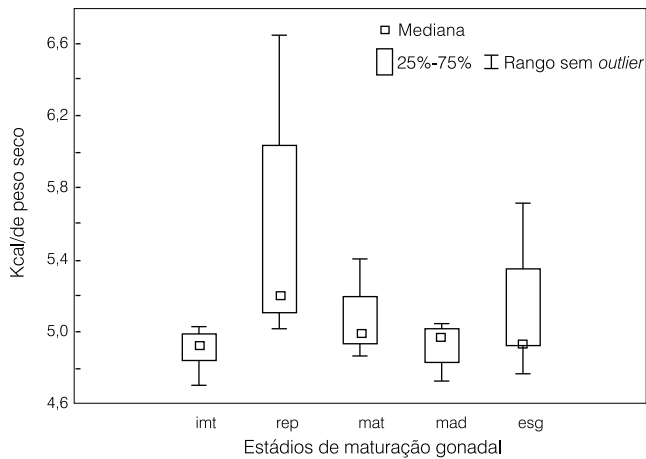


Figura 3. Mediana e quartis dos valores calóricos obtidos para fêmeas de *P. lineatus* nos diferentes estádios de maturação gonadal. imt: imaturo, rep: repouso, mat: maturação, mad: maduro, esg: esgotado.

cos relativos à reprodução, intensificam-se o que é demonstrado pelos baixos valores de energia neste estágio. Este fato indica que há um consumo de energia por parte da espécie, sendo a mesma mobilizada dos músculos para as gônadas.

Os machos não exibiram variação significativa na densidade calórica nos músculos, associada ao estágio de maturação gonadal ( $F_{1;4} = 1,01$ ;  $p = 0,412$ ). Entretanto, o estágio maturação foi aquele que apresentou as maiores concentrações de energia seguida de significativo decréscimo, também no estágio maduro (Figura 4). Segundo Prus (1970), os valores calóricos dos indivíduos são, geralmente, maiores nos períodos que precedem à escassez de alimento, ou ao do período reprodutivo. Por outro lado, Pereira (2002), estudando o caraciforme *Acestrorhynchus lacustris*, determinou que, tanto para os machos como para as fêmeas, o estágio maduro apresentou as maiores médias calóricas. Fato inverso ao constatado no presente estudo, pois tanto para fêmeas quanto para machos maduros, foram observados decréscimos nos valores calóricos em relação aos estádios que o antecedem (repouso e maturação), reforçando que independente do sexo, durante este estágio,

há um redirecionamento da energia armazenada no músculo para a efetivação da desova. Deve-se considerar que ambas as espécies apresentam estratégias reprodutivas e alimentares distintas, isto é a espécie *A. lacustris* é piscívoro, de desova parcelada e sedentária enquanto que *P. lineatus* é detritívoro, de desova total e migradora (Vazzoler, 1992). Embora pareça provável que as diferenças entre os caraciformes possam estar associadas ao comportamento reprodutivo, Espínola *et al.* (2008) constataram para o caraciforme migrador *Salminus brasiliensis* valores calóricos crescentes para machos e fêmeas, em direção ao estágio maduro. Sendo assim, não é possível estabelecer padrões de variação calórica nos músculos dos peixes. Podem ainda existir efeitos do metabolismo inerente à energia do alimento consumido que necessitam ser melhor estudado. O hábito detritívoro de

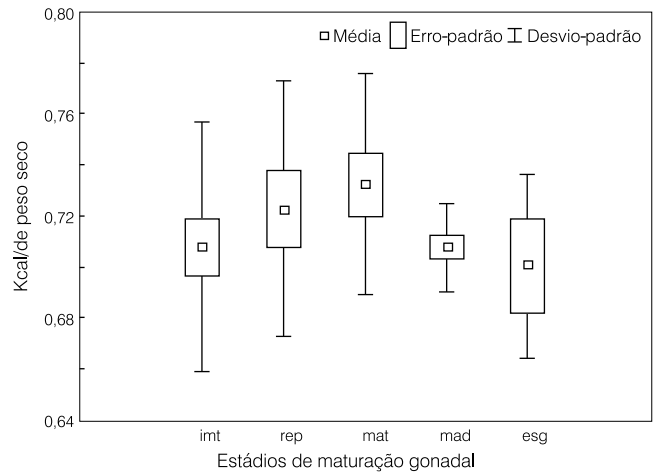


Figura 4. Valores médios, erro e desvio-padrão dos valores calóricos obtidos para machos de *P. lineatus*, em diferentes estádios de maturação gonadal. imt: imaturo, rep: repouso, mat: maturação, mad: maduro, esg: esgotado.

*P. lineatus* pode exigir uma demanda energética distinta daquela requerida por peixes de hábito piscívoro, como *A. lacustris* e *S. brasiliensis*. Assim, as variações energéticas podem ser ainda mais complexas e dependentes do

conjunto das características biológicas de cada espécie.

Por meio da análise de regressão linear realizada entre o comprimento padrão e o conteúdo calórico presente nos músculos das fêmeas, identificou-se correlação apenas para as fêmeas em repouso ( $r^2 = 0,71$ ,  $p < 0,0001$ ) e os indivíduos em maturação ( $r^2 = 0,73$ ,  $p = 0,0068$ ; Figura 5a). Ambos os estádios apresentam maiores valores calóricos quando comparados com o estágio maduro à medida que os indivíduos aumentam seu tamanho. Para fêmeas, no estágio repouso, a correlação entre o ganho energético e o comprimento padrão é justificada pelo fato de que, para a maioria das espécies, as funções metabólicas decrescem com o tamanho ou biomassa do indivíduo. Este resultado indica que indivíduos maiores de uma mesma espécie apresentam metabolismo mais lentos, ocorrendo

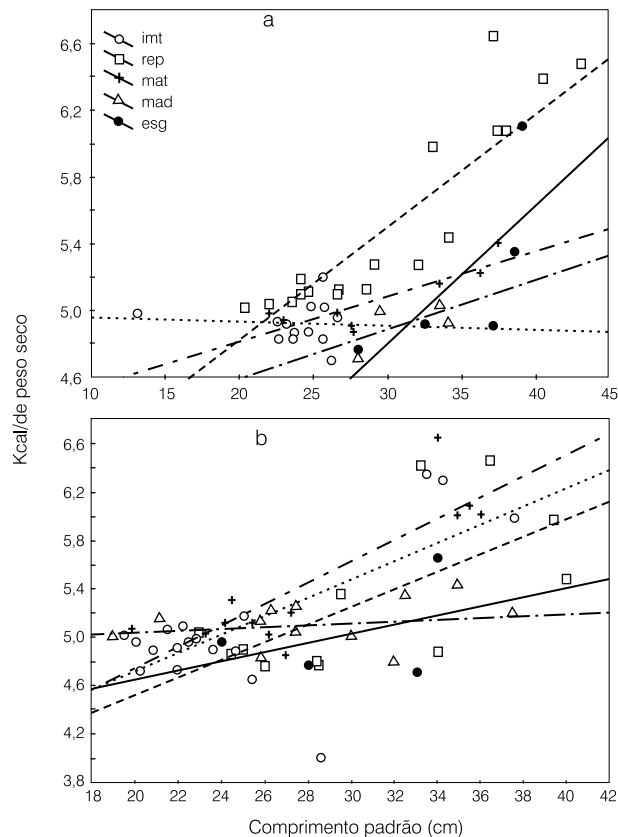


Figura 5. Correlação entre os dados de comprimento padrão e o conteúdo calórico de fêmeas (a) e machos (b) de *P. lineatus* em diferentes estádios de maturação gonadal. imt: imaturo, rep: repouso, mat: maturação, mad: maduro, esg: esgotado.

consideráveis ganhos calóricos com o crescimento (Phan *et al.*, 1993) os quais mobilizam a reprodução e, portanto, fêmeas maiores terão sua fecundidade aumentada (Vazzoler, 1996).

Para machos, a análise de correlação entre o crescimento e o conteúdo calórico (Figura 5b) demonstrou que unicamente foi significativa para os indivíduos imaturos, em maturação e em repouso, apresentando elevada correlação para o estágio em maturação ( $r^2 = 0,73$   $p < 0,00016$ ) quando comparados com os estádios imaturos ( $r^2 = 0,51$ ;  $p = 0,00035$ ) e em repouso ( $r^2 = 0,44$ ;  $p = 0,017$ ).

Ao contrário das fêmeas, os machos em repouso não tiveram semelhante acréscimo das reservas musculares com o tamanho. Neste caso, deve-se destacar que os machos analisados apresentavam comprimento-padrão entre 18 e 40cm e, possivelmente, iniciaram seu processo reprodutivo (tamanho de primeira maturação) entre 21 e 26cm (Vazzoler, 1992). Sendo assim, os menores indivíduos analisados encontravam-se num período de transição quanto às exigências energéticas (reprodutivas e somáticas) o que pode ter conduzido aos resultados obtidos.

A alta correlação entre a quantidade de energia disponível no músculo e o crescimento para o indivíduo em maturação para ambos os sexos, indica que ocorre a mobilização de energia para as gônadas em valores relativamente constantes durante os diferentes tamanhos dos indivíduos.

A ausência de correlação entre o comprimento e o conteúdo calórico para indivíduos maduros e esgotados para ambos os sexos, pode estar associada ao elevado desgaste energético experimentado com a atividade reprodutiva e que é experimentado pelos indivíduos independente do tamanho. Meakins (1976), detectou que conforme os peixes crescem, decrescem os gastos metabólicos e aumentam os

custos associados com a reprodução. Para *P. lineatus*, isso parece ser mais complexo, pois o estágio esgotado indica não só o fim do investimento energético na produção de tecidos germinativos, mas também o de gastos relacionados à atividades necessárias a reprodução, como migração e comportamento de corte.

Benedito-Cecilio e Morimoto (2002), estudando o conteúdo calórico de músculos de *Hoplias cf. malabaricus* não identificaram variações calóricas associadas ao comprimento-padrão da espécie. Deve-se considerar que só recentemente, este táxon tem sido reconhecido como um complexo de espécies e três espécies têm sido identificadas (*Hoplias* sp1, *Hoplias* sp2 e *Hoplias* sp3) taxonomicamente (Graça e Pavanelli, 2007).

Entretanto, o presente estudo confirma que se devem considerar as variações calóricas por classe de comprimento e ressalta a importância de se compreender as variações ocorrentes entre os estádios de maturação gonadal, como também destacado por Rand *et al.* (1994) para peixes pelágicos por ele estudados no lago Ontário, Nova Iorque, EEUU.

Assim, estudos detalhados, investigando as variações no conteúdo energético dos peixes presentes nos principais rios brasileiros e especialmente naqueles já represados, não só esclarecem, mas destacam novas questões a cerca da ecologia e biologia das espécies. *Prochilodus lineatus*, por ser uma espécie migradora de comprovado interesse comercial, merece em curto e em médio prazo ter esclarecidas suas relações ecológicas a fim de que medidas de manejo possam contemplar, numa visão geral, as vias de energia que garantam a sustentabilidade da espécie nestes ambientes.

## REFERENCIAS

Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM (2007) *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reser-*

- servatórios do Brasil*. Eduem. Maringá, Brasil. 501 pp.
- Benedito-Cecilio E, Morimoto M (2002) Effect of preservatives on caloric density in the muscles of *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) Erythrinidae. *Acta Sci. Biol Sci.* 24: 489-492.
- Benedito-Cecilio E, Pereira AI, Baleroni H, Faria Acea (2005) Effects of habitat on physiological indicators in *Leporinus friderici* (Pisces, Anostomidae) in the influence area of the Corumbá Reservoir, Goiás, Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 17: 71-79.
- Economids PS, Pantis J, Margaris NS (1981) Caloric content in some freshwater and marine fishes from Greece. *Cybiurn* 5: 97-100.
- Encina L, Granado-Lorencio C (1997) Seasonal variations in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub. *J. Fish. Biol.* 50: 511-522.
- Espínola LA, Domingues WM, Benedito E (2008) Variaciones en el contenido de energía en músculos de *Salminus brasiliensis* en diferentes estados de desenvolvimiento gonadal en el área de influencia del reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia Sér. Zool.* 98: 1-5.
- Flath LE, Diana JS (1985) Seasonal energy dynamics of the alewife in Southeastern Lake Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.* 114: 328-337.
- Fuem.Nupelia/Itaipu Binacional (2006) *Reservatório de Itaipu - Estatística de Rendimento Pesqueiro*. Eduem. Maringá, Brasil. 451 pp.
- Fugi R (1993) *Estratégias Alimentares Utilizadas por Cinco Espécies de Peixes Comedores de Fundo do Alto Rio Paraná/PR-MS*. These. Universidade Federal de São Carlos. Brasil. 142 pp.
- Graça WJ, Pavanelli .S (2007) Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Eduem. Maringá, Brasil. 241 pp.
- Jensen AJ (1979) Energy content analysis from weight and liver index measurements of immature Pollock (*Pollachius virens*). *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 1207-1213.
- Jonsson N, Jonsson B, Hansen LP (1997) Changes in proximate composition and estimates of energetic costs during upstream migration and spawning in Atlantic salmon *Salmo salar*. *J. Anim. Ecol.* 66: 425-436.
- Lopes CA, Benedito-Cecilio E, Martinelli LA (2007) Variability in the carbon isotope signature of *Prochilodus lineatus* (Prochilodontidae, Characiformes) a bottom-feeding fish of the Neotropical region. *J. Fish. Biol.* 70: 1649-1659.
- Meakins RH (1976) Variations in the energy content of freshwater fish. *J. Fish. Biol.* 8: 221-224.
- Narahara MY, Godinho HM, Fenerich-Verani N, Romagosa E (1985) Relação peso-comprimento e fator de condição de *Rhandia hilarii* Valenciennes, 1840 (Osteichthys, Siluriformes, Pimelodidae). *Bol. Inst. Pesca* 4: 13-22.
- Nishiyama T (1970) Caloric values of ovaries of sockeye Salmon at last stage of marine life. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 11: 1095-1100.
- Pereira AL (2002) *Determinação do Conteúdo Calórico de Acestorhynchus lacustris (Characiformes, Characidae) e de suas Principais Presas no Alto Rio Paraná*. Relatório. Universidade Estadual de Maringá. Brasil. 20pp.
- Phan VN, Gomes V, Morais DM, Passos MJACR (1993) Estudos bioenergéticos de animais marinhos costeiros *Paralanchurus brasiliensis* (Perciformes, Sciaenidae). *Pub. Esp. Inst. Oceanogr.* 10: 199-215.
- Prus T (1970) Calorific value of animals an element of bioenergetical investigations. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 30: 183-199.
- Rand PS, Lantry FB, O'gorman R, Owens RW, Stewart DJ (1994) Energy density and size of pelagic prey fishes in lake Ontario, 1978-1990: implications for Salmonine energetics. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123: 519-534.
- Saldaña J, Venables B (1983) Energy compartmentalization in a migratory fish, *Prochilodus marie* (Prochilodontidae), of the Orinoco river. *Copeia* 3: 617-623.
- StatSoft (2005) *Statistica* (data analysis software system), ver. 7.1. StatSoft, Inc. www.statsoft.com.
- Vazzoler AEAM (1992) Estado atual do conhecimento da ictiologia no Brasil. In: Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil. *IX Encontro Brasileiro de Ictiologia*. UEM-Nupelia. Maringá. Brasil. pp. 1-13.
- Vazzoler AEAM (1996) *Biologia da Reprodução de Peixes Teleosteos: Teoria e Prática*. Eduem. Maringá, Brasil. 169 pp.