Capítulo 11

Ecologia Energética

Introdução

A determinação da densidade de energia (calórica) de materiais biológicos, assim como, o conhecimento dos fatores que causam sua variabilidade é altamente relevante, pois constitui-se em um parâmetro para a quantificação do balanço energético e na modelagem bioenergética (Hansen *et al*., 1993; Pedersen & Hislop, 2001; Dourado & Benedito-Cecilio, 2005).

Esse parâmetro sofre influência multifatorial e devido à escassez de informações específicas referentes a esta densidade para várias espécies, em muitos casos, têm sido usados valores genéricos e constantes para este parâmetro (Economidis, Pantis & Margaris, 1981; Pedersen & Hislop, 2001). Entretanto, essa ação é inadequada visto que diferenças significativas, intra e interespecíficas têm sido detectadas, tanto em ambientes temperados como em tropicais.

A espécie objeto do presente estudo é *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker & Nijssen, 1979, popularmente conhecida como acari, cari, rapa-canoa, cascudo-viola ou cascudo-chinelo (Reis, Kullander & Ferraris Jr, 2003; Marcucci, Orsi & Shibatta, 2005). É considerada detritívora, pois, ingere grandes partículas de detrito e certa quantidade de organismos bênticos (Fugi, Agostinho & Hahn, 2001).

Estudos sobre a biologia desta espécie realizados no rio Paraná (Dei Tos, Agostinho & Suzuki, 1997) e na bacia do rio Uruguai (Querol, Querol & Gomes, 2002) indicaram que a mesma habita, principalmente, ambientes lênticos e semi-lóticos, reproduzindo-se nos meses quentes (Marcucci, Orsi & Shibatta, 2005). Pelo fato de apresentar um bom rendimento percentual do seu filé em relação ao seu peso total, Querol, Querol & Passos (1995/1996) recomendam a exploração comercial de foram racional de *L. platymetopon*, através de cultivo.

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito do tamanho, sexo, estádio de maturação gonadal e tipo de ambiente, sobre a densidade de energia presente em músculo esquelético estriado de *Loricariichthys platymetopon*.

Material e Métodos

Este estudo abrangeu os seguintes locais na bacia do alto rio Paraná e períodos: Trecho da planície alagágel do alto rio Paraná (PL), localizado a jusante da barragem de Porto Primavera e a montante do reservatório de Itaipu, onde foram amostrados

seis pontos, dois rios (Baia: 4 e Ivinheima: 2) e três lagoas abertas (dos Patos: 1, do Guaraná: 3 e das Garças: 6) nos meses de novembro de 2002, março e setembro de 2003 e, duas lagoas (lagoa Fechada:5 e lagoa do Guaraná:3) em junho, setembro e dezembro de 2006 e fevereiro de 2007. Em três pontos eqüidistantes (7, 8 e 9) dentro do ribeirão Diamante (RD), localizado no interior da Estação Ecológica do Caiuá, durante novembro de 2005 e fevereiro, maio e agosto de 2006. E no ponto lacustre (10) do reservatório de Rosana (RR) em junho e dezembro de 2002 (Fig. 1).

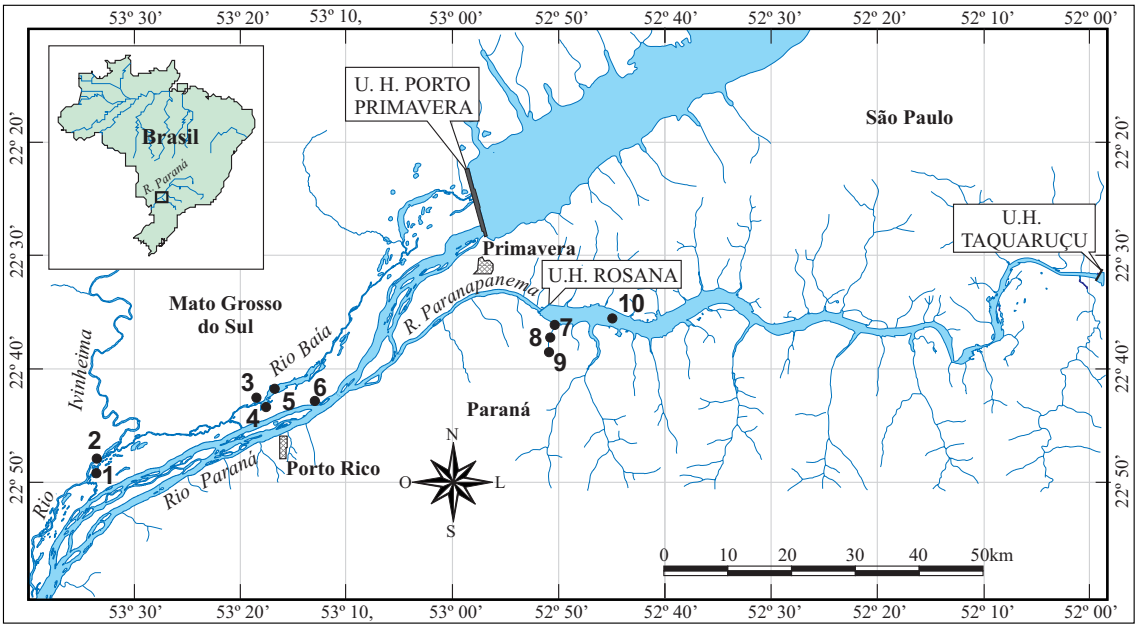


Figura 1: Mapa da área de estudo com a localização dos pontos amostrados na planície alagável do alto rio Paraná (1:lagoa dos Patos, 2:rio Ivinheima, 3:lagoa do Guaraná, 4:rio Baia, 5:lagoa Fechada, 6:lagoa das Garças), no ribeirão Diamante (7, 8 e 9) e no reservatório de Rosana (10:lacustre).

Redes de espera de diferentes malhagens foram expostas por 24 horas em cada ponto amostrado, com revistas a cada 8 horas. De cada exemplar de *Loricariichthys platymetopon* capturado (espécimes-testemunho da planície alagável do alto rio Paraná – NUP 2568 (Rio Paraná) e NUP 445 (lagoas da planície) e reservatório de Rosana e ribeirão Diamante – NUP 2799) foram tomadas medidas como comprimento total, comprimento padrão, e peso total.

Visando à determinação macroscópica do sexo e estádio de desenvolvimento gonadal, uma incisão ventral foi realizada para a exposição das gônadas. Os estádios foram categorizados segundo os critérios propostos e adaptados de Vazzoler (1996): imaturo (IMT), repouso (REP), início de maturação (INI), maturação (MAT), maduro (MAD), semi-esgotado (SES), esgotado (ESG) e recuperação (REC).

Amostras da musculatura, de cada exemplar, foram extraídas da região próxima à inserção da nadadeira dorsal. As mesmas foram lavadas com água destilada e

acondicionadas em papel alumínio, etiquetadas e congeladas. Posteriormente, foram secas em estufa de ventilação, a 60°C por 48 horas, e maceradas com auxílio de moinho de esferas, para obtenção de um pó fino e homogêneo.

A densidade de energia ou calórica (quilocaloria por grama de peso seco da amostra: kcal/g PS) das amostras de músculo foi determinada utilizando bomba calorimétrica adiabática (modelo Parr 1261), a qual permitiu medir o valor energético do material biológico amostrado através da liberação de calor durante um processo de combustão.

Para analisar o possível efeito do tamanho sob a densidade calórica, realizou-se inspeção visual dos dados, plotados em gráfico do tipo "scatterplot", uma vez que foi detectado diferença significativa, no tamanho dos espécimes, em função do local/sexo de captura.

Utilizou-se apenas aqueles espécimes, cujo estádio de maturação gonadal foi comum a ambos os sexos, para verificar a ocorrência de diferença na densidade calórica entre machos (M) e fêmeas (F). Foram estes estádios comuns: REP, MAT, SES e ESG para a planície, REP, SES e ESG para o ribeirão e, REP, INI e ESG para o reservatório. Na verificação de possíveis diferenças calóricas entre os estádios de maturação gonadal utilizaram-se todos os espécimes amostrados separados por local e sexo.

A existência de variações na densidade calórica, em função do tipo de ambiente (lêntico ou lótico), foi investigada, primeiramente, analisando-se cada estádio, comum aos três locais amostrados, separadamente, sendo considerados nessa análise indivíduos de ambos os sexos pertencentes aos estádios de maturação gonadal esgotado e repouso. Em seguida, estes mesmos indivíduos foram agrupados, sendo a média para cada local resultante dos valores calóricos de indivíduos de ambos os estádios. Posteriormente, utilizou-se todos os indivíduos amostrados em uma análise por local.

O trecho amostrado no reservatório de Rosana e no ribeirão Diamante foram considerados ambientes lênticos, e dentro da planície, os rios considerados como lóticos e as lagoas, lênticos (Thomaz, Roberto & Bini, 1997). Diferença na densidade calórica em função do tipo de ambiente, também, foi investigada dentro do local planície. Para esta análise utilizou-se indivíduos de ambos os sexos, com estádios de maturação gonadal comuns (REP, MAT e ESG) aos dois tipos de ambiente presentes nas amostragens de novembro de 2002, março e setembro de 2003 (lêntico= lagoas abertas e lótico = rios). O mesmo foi realizado utilizando-se espécimes amostrados em junho, setembro, dezembro de 2006 e fevereiro de 2007, cujos estádios comuns aos dois tipos de ambiente lêntico (lagoa aberta - Lagoa do

Guaraná (lgua) e lagoa fechada - Lagoa Fechada (lfec)) foram REP, INI, MAT e SES. É importante ressaltar que os dados referentes à 2006/2007 foram utilizados apenas nesta análise.

Para verificar se as médias de densidade calórica diferiram estatisticamente entre os sexos, estádios de maturação gonadal e tipo de ambiente foram aplicadas análises de variância não-paramétricas (ANOVA) de modelos nulos (5000 randomizações-ECOSIM) (Gotelli & Enstminger, 2006), pois, os pressupostos da análise de variância paramétrica (homocedasticidade e normalidade) não foram atingidos. Adotou-se nível de significância de á = 0,05. As variações das densidades calóricas foram avaliadas graficamente, considerando os valores médios e de erro-padrão.

Resultados

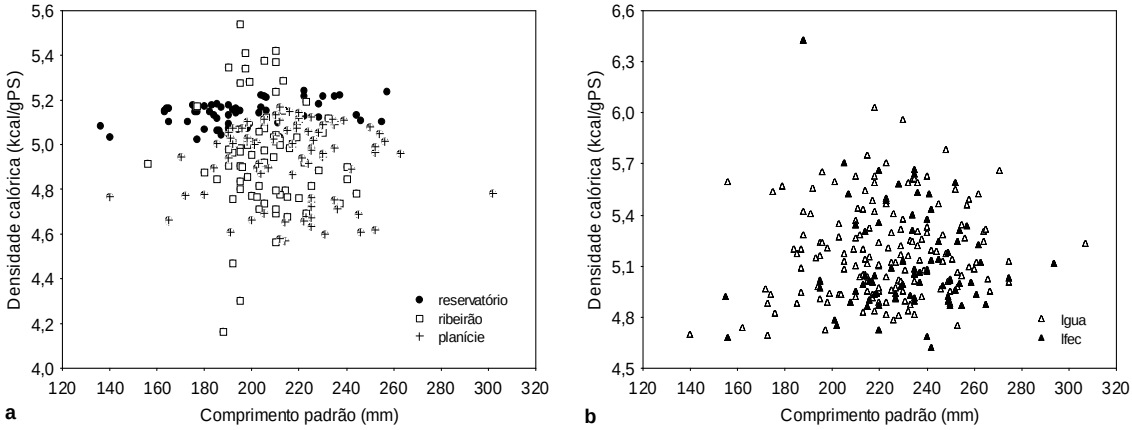
Um total de 454 espécimes de *Loricariichthys platymetopon* foi amostrado, sendo 324 provenientes da planície alagável do alto rio Paraná, 74 do ribeirão Diamante e 56 do reservatório de Rosana. O comprimento padrão diferiu significativamente entre local/sexo (EcoSim $_{PL\text{-}RD\text{-}RR}$: F= 8,07, p=0,00000 e EcoSim $_{lgua\text{-}lfec}$: F= 10,8, p=0,00000) (Tabelas 1-2). Entretanto, através da inspeção visual do gráfico tipo "scatterplot", infere-se que a diferença no tamanho dos indivíduos não pode ser utilizada, neste estudo, para justificar as diferenças significativas encontradas entre os locais (Fig. 2a-b).

Tabela 1: Número de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* (n), média±desvio-padrão (xbarra ±DP) e amplitude (amp) do comprimento padrão, dos mesmos, amostrados na planície alagável do alto rio Paraná (PL), no ribeirão Diamante (RD) e no reservatório de Rosana (RR) para fêmeas (f) e machos (m).

Local/ sexo	n	xbarra±DP (mm)	amp (mm)
PLf	45	22,1±2,79	14,0-30,2
PLm	37	21,1±1,96	16,5-25,2
RDf	36	20,8±1,81	15,6-24,4
RDm	38	20,4±1,16	18,0-23,0
RRf	31	20,2±3,09	14,0-25,7
RRm	25	18,8±1,59	13,6-22,8
Total	212		

Tabela 2: Número de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* (n), média±desvio-padrão (xbarra ±DP) e amplitude (amp) do comprimento padrão, dos mesmos, amostrados na Lagoa do Guaraná e Lagoa Fechada, na planície alagável do alto rio Paraná (PL), para fêmeas (f) e machos (m).

Local/ sexo	n	xbarra±DP (mm)	amp (mm)
lguaf	83	22,9±3,00	14,0-30,7
lguam	83	21,6±1,89	17,2-25,3
lfecf	45	23,9±2,22	15,6-29,4
lfecm	31	21,9±1,95	15,5-24,9
Total	242		



Figuras 2a-b: Densidade calórica de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* no reservatório de Rosana (Ï%), no ribeirão Diamante (¡%) e na planície alagável do alto rio Paraná (+) (a) e nas Lagoas (“) do Guaraná e Fechada (²%) (b).

Em relação ao sexo, não foram verificadas diferenças significativas entre as médias calóricas de fêmeas e machos, para os três locais amostrados (EcoSim $_{PL}$: F=1,75, p= 0,19; EcoSim $_{RD}$: F=2,63, p=0,10 ; EcoSim $_{RR}$: F=2,81, p=0,09) (Figs. 3a-c).

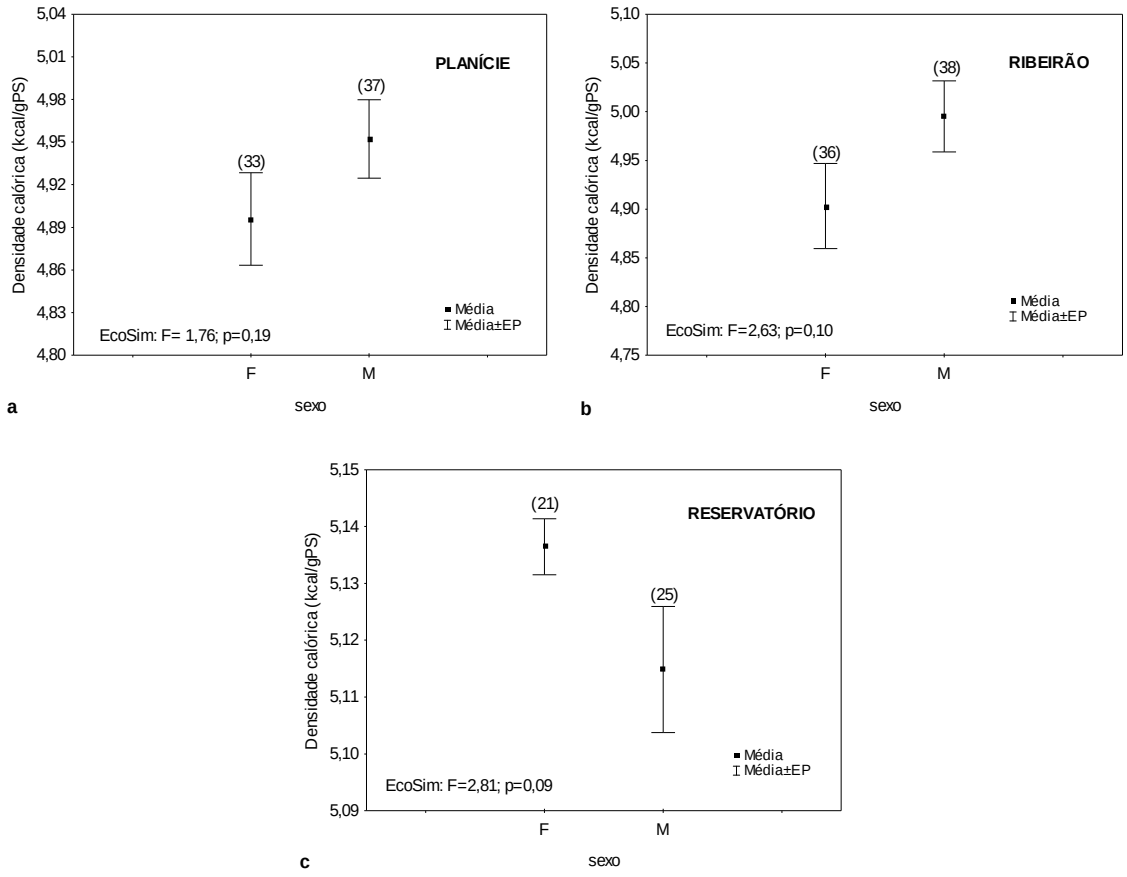
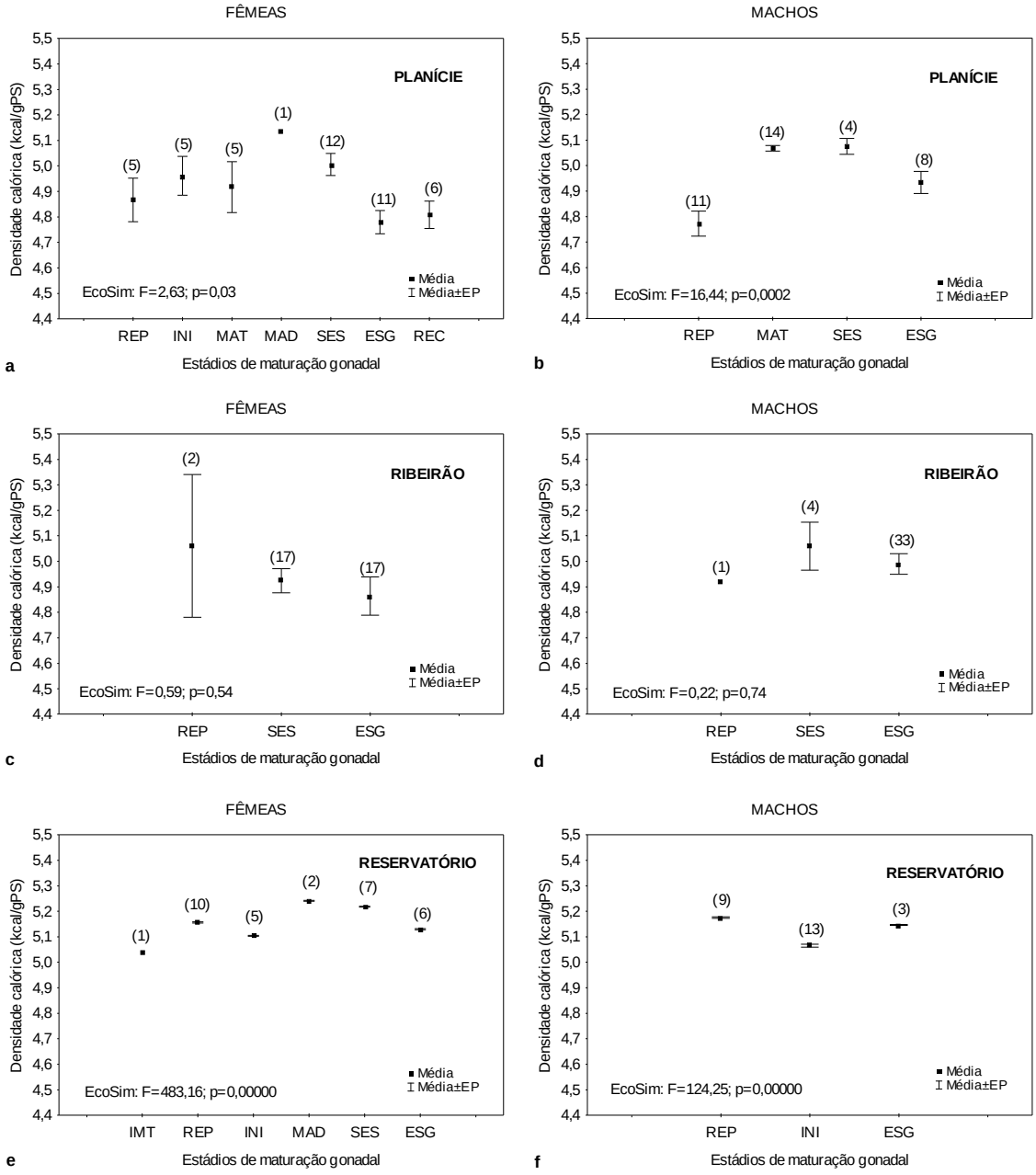


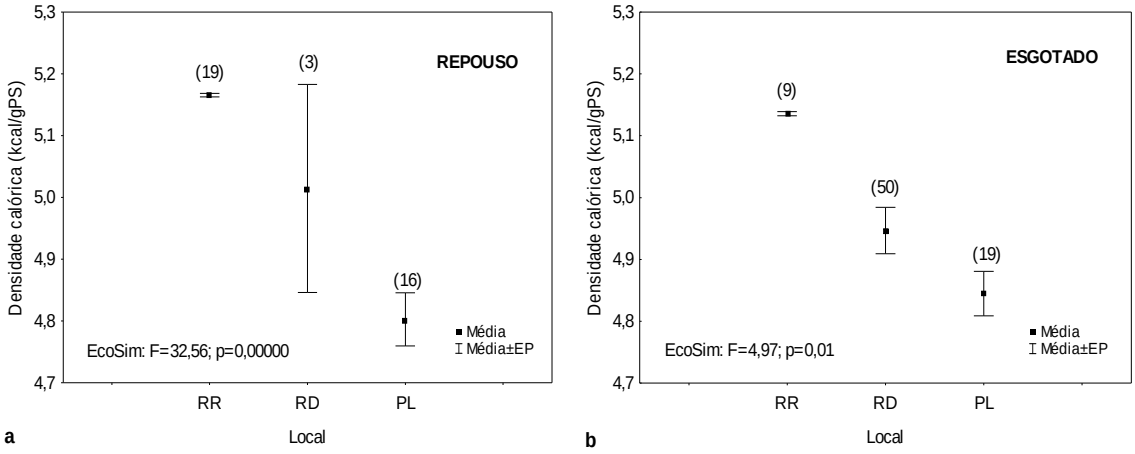
Figura 3a-c: Média (± EP) da densidade calórica de fêmeas (F) e machos (M) de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* na planície alagável do alto rio Paraná (a), no ribeirão Diamante (b) e no reservatório de Rosana (c), (n=número de espécimes).

Houve diferença significativa entre as médias calóricas de fêmeas e machos durante a maturação gonadal na planície alagável do alto rio Paraná (EcoSim $_F$: F=2,63, p= 0,03; EcoSim $_M$: F=16,4, p= 0,0002) e no reservatório de Rosana (EcoSim $_F$: F=483,16, p= 0,00000; EcoSim $_M$: F=124,26, p= 0,00000). Entretanto, para o ribeirão Diamante isso não foi observado (EcoSim $_F$: F=0,59, p= 0,53; EcoSim $_M$: F=0,22, p= 0,75). A densidade calórica média para os estádios foi maior e a variabilidade (erro-padrão) menor no reservatório do que na planície e no ribeirão em questão (Figs. 4a-f).

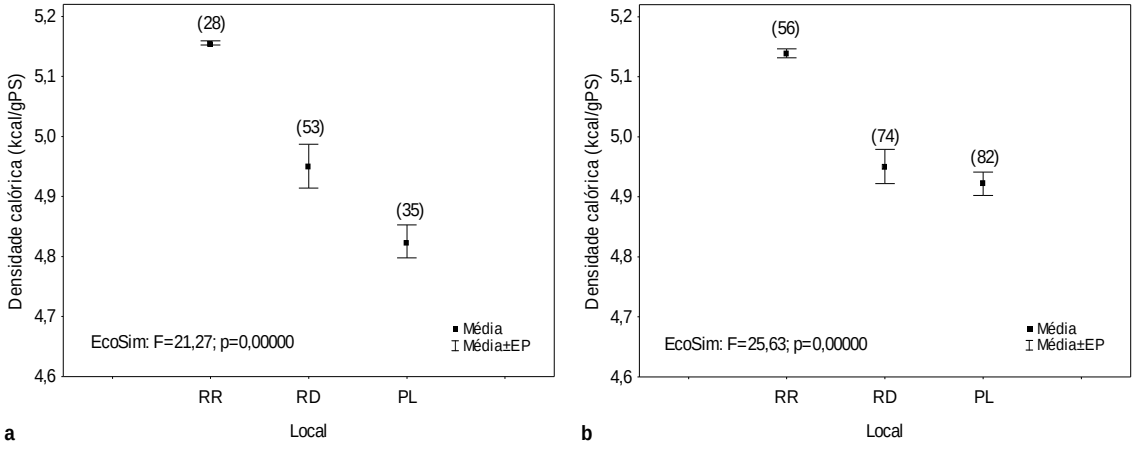


Figuras 4a-f: Média (± EP) da densidade calórica de fêmeas (a,c,e) e machos (b,d,f) de espécimes de *Loricariichthys platymetopon,* por estádio de maturação gonadal, no reservatório de Rosana, no ribeirão Diamante e na planície alagável do alto rio Paraná. (n=número de espécimes).

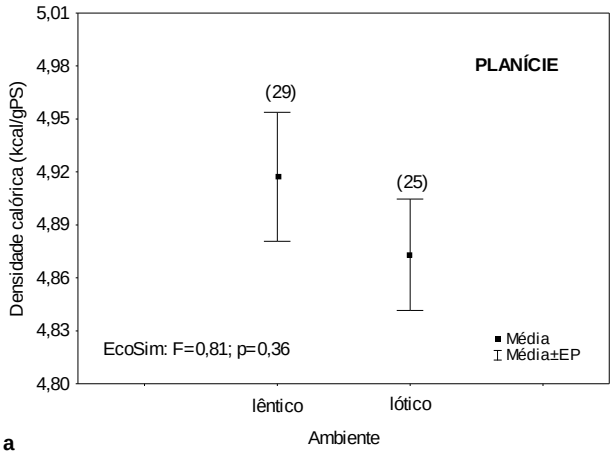
Observou-se diferença significativa entre as médias calóricas dos três locais de amostragem (EcoSim $_{REP}$: F=32,56, p=0,00000; EcoSim $_{ESG}$: F=4,97, p=0,01; EcoSim $_{REP+ESG}$: F=21,27, p=0,00000 e EcoSim $_{TODOS}$: F=25,62, p=0,00000) (Figs. 5a-b - 6a-b). A densidade calórica para esta espécie variou de 4,17 a 5,54 Kcal/g PS, sendo que as médias (±EP) encontradas foram 5,14± 0,008 Kcal/g PS para o reservatório, 4,95±0,029 Kcal/g PS para o ribeirão e, 4,92 ±0,02 Kcal/g PS para a planície (Fig. 6b). Entretanto, essa diferença não foi significativa entre os ambientes (lênticos e lóticos) da planície (EcoSim: F=0,81, p=0,36) assim como, entre os ambientes lênticos (EcoSim: F=2,82, p=0,09) Lagoa do Guaraná e Lagoa Fechada (Fig. 7a - 8a).



Figuras. 5a-b: Média (±EP) da densidade calórica de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* no reservatório de Rosana, no ribeirão Diamante e na planície alagável do alto rio Paraná por estádio de maturação gonadal repouso (a) e esgotado (b), (n=número de espécimes).

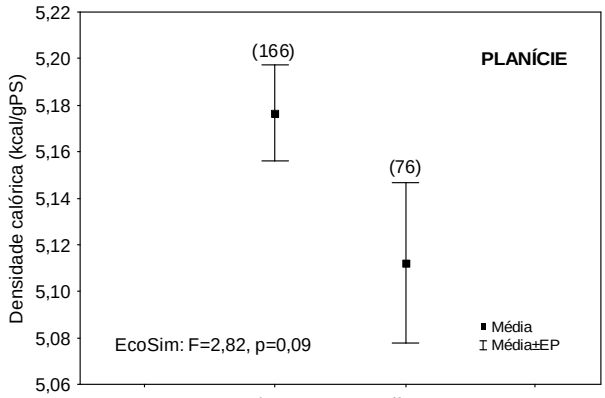


Figuras: 6a-b. Média (±EP) da densidade calórica de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* de ambos os sexo e mesmos estádios de maturação gonadal (a) e para ambos os sexos e todos os estádios amostrados (b) no reservatório de Rosana, no ribeirão Diamante e na planície alagável do alto rio Paraná, (n=número de espécimes).



a

Figura 7a: Média (±EP) da densidade calórica de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* de ambos os sexos e mesmos estádios de maturação gonadal por tipo de ambiente amostrados na planície alagável do alto rio Paraná, (n=número de espécimes).



a

Figura 8a: Média (±EP) da densidade calórica de espécimes de *Loricariichthys platymetopon* de ambos os sexos e mesmos estádios de maturação gonadal por tipo de ambiente lêntico (lagoa aberta - Lagoa do Guaraná e lagoa fechada – Lagoa Fechada) amostrado na planície alagável do alto rio Paraná, (n=número de espécimes).

Discussão

Dentre os fatores que influenciam a alocação de energia em peixes destacam-se àqueles classificados como bióticos e abióticos. Consideram-se bióticos os fatores de interação ou inerentes ao organismo, e abióticos aqueles parâmetros ligados aos fatores climáticos e aspectos físicos e químicos da água (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005).

De acordo com Paul, Paul & Brown (1998) o tamanho e a idade são fatores que influenciam a quantidade de energia somática do peixe inteiro em *Clupea pallasi* (Clupeiformes), sendo essa energia diretamente proporcional à idade e tamanho. Entretanto, no presente estudo não pode-se avaliar o efeito da idade sobre a energia armazenada no músculo de *Loricariichthys platymetopon*, pois, não

existe bibliografia que oriente a determinação da idade para indivíduos dessa espécie. O efeito do tamanho sob a energia armazenada não foi detectado, mesmo tendo sido encontrada diferença significativa entre as médias de comprimento padrão.

Neste estudo, houve ausência de diferença significativa na densidade calórica entre os sexos, para os três locais. Rogers (1988) afirma que o alto investimento de energia por fêmeas de *Pomatoschistus microps* (Perciforme), do estuário Teign (Inglaterra) na maturação e manutenção das gônadas antes e durante a desova não foi correspondente em machos. No auge da estação de desova o conteúdo de energia absoluto da gônada do macho foi aproximadamente 3,7% daquele da fêmea.

Wootton (1985) estudando *Gasterosteus aculeatus* (Gasterosteiformes) concluiu que machos e fêmeas desta espécie tem estratégias reprodutivas contrastantes, sendo o investimento reprodutivo (primariamente citoplasmático) realizado pela fêmea, na formação e maturação de seus gametas (ovócitos), de elevado custo energético em comparação com o macho, podendo a mesma desovar várias vezes durante o período reprodutivo, em intervalos de poucos dias. O macho, entretanto, apresentava baixa produção de esperma e realizava poucas fertilizações neste período.

De acordo com esses dois autores o custo energético da maturação gonadal é menor no macho do que na fêmea das espécies em questão. Entretanto, o custo de comportamento associado com a reprodução, tais como, construção de ninho, comportamento de corte, defesa territorial, cuidado parental dos ovos e/ou larvas, e o desenvolvimento de características sexuais secundárias, são provavelmente muito superiores, devendo então ser equivalentes ao alto custo anabólico da fêmea.

Provavelmente, um processo semelhante aconteça com *L. platymetopon*, segundo Dei Tos, Agostinho & Suzuki (1997) os machos de *Loricariichthys platymetopon* sofrem perdas energéticas maiores após o período de desova, isso possivelmente devido ao dimorfismo sexual e ao cuidado parental que esta espécie também realiza.

O acasalamento nesta espécie ocorre aos pares distintos, os ovos são grandes e adesivos, sendo que os recém-fecundados apresentam diâmetro médio de 3,08mm (Breder & Rosen, 1966; Nakatani *et al.*, 2001). O dimorfismo sexual em *L. platymetopon* durante o período reprodutivo é caracterizado pelo alongamento do lábio inferior e da parte posterior do superior, o que permite aos machos carregar e proteger os ovos até o momento da eclosão, e possivelmente também as larvas em estágios iniciais (Isbrücker & Nijssen, 1979; Marcucci, Orsi & Shibatta, 2005).

O efeito do estádio de maturação sobre a energia armazenada nos músculos foi detectado na planície alagável o alto rio Paraná e no reservatório de Rosana. Entretanto, não fora no ribeirão Diamante, possivelmente por causa do baixo número de espécimes amostrados, para o estádio REP.

O efeito da maturação gonadal sob a energia armazenada no músculo também foi detectado por Vismara, Benedito-Cecilio & Faria (2004) para *Serrasalmus marginatus* e *Leporinus friderici* (Characiformes) e *Parauchenipterus galeatus* (Silurformes) e *Loricariichthys platymetopon* - na planície alagável do alto rio Paraná e, por Santos (2006) para *Serrassalmus marginatus* e *Serrassalmus maculatus* no reservatório de Manso, Estado do Mato Grosso.

Jonsson, Jonsson & Hansen (1997) afirmam em seu estudo com *Salmo salar* (Salmoniformes) do canal Drammens e do Rio Drammen (Noruega) e das Ilhas Faroe, que a energia utilizada durante o desenvolvimento reprodutivo dessa espécie migradora é mobilizada tanto dos músculos como do tecido visceral. Encina & Loureiro (1997) atribuíram o declínio no conteúdo de energia somático de *Leuciscus pyrenaicus* (Cypriniformes), na cabeceira do Rio Guadalete (Espanha) há uma transferência de energia deste para as gônadas.

Entretanto, em estudo de Doria & Andrian (1997) o músculo não atuou como fonte de reserva acessória de energia para o desenvolvimento gonadal de *Schizodon borelli* (Characiformes) e *Pimelodus maculatus* (Siluriformes), amostrados na planície alagável do Alto Rio Paraná, uma vez que os valores calóricos médios nos músculos não variaram significativamente entre os estádios. Essa ausência de variação foi atribuída às condições ambientais favoráveis, como disponibilidade de alimento, sob as quais os indivíduos estavam sujeitos durante o período analisado e, ao fato destas espécies terem possivelmente, utilizado a gordura visceral como fonte de reserva.

No presente estudo registrou-se variação do conteúdo calórico em função do tipo de ambiente, sendo a maior média calórica detectada no reservatório de Rosana. Segundo Tundisi (1988) em termos ecológicos, os reservatórios constituem ecossistemas seminaturais e intermediários entre rios e lagos, e com o represamento os mesmos deixam de apresentar um caráter lótico tornando-se um ambiente lêntico.

Wootton (1990) afirma que a velocidade da correnteza (fluxo da água) ocasiona um maior gasto de energia pelo peixe na manutenção de sua posição na água, ou mesmo para seu deslocamento contra a correnteza.

Rosenfeld & Boss (2001) em experimento realizado com juvenis de *Oncorhynchus clarki* (Salmoniformes) em um pequeno riacho natural (Hudson Creek) na Columbia Britânica encontraram que, juvenis maiores (120-160 mm) desta espécie tinham custos energéticos com a natação maiores em "riffles" (ambiente lótico), o que acarretava uma perda de peso. Concluíram que juvenis menores (40-60 mm) habitam "pool" (ambiente lêntico) por uma questão de preferência, enquanto que os maiores, por requerimento.

Fausch (1984) realizou um experimento com salmonídeos juvenis, num aquário que simulava um riacho, e detectou que estes selecionavam posições relativamente fixas, denominados pontos focais, com base na velocidade da água e no suprimento alimentar. Eles escolhiam uma área ao redor deste ponto focal que maximizasse o ganho líquido de energia. As áreas de baixa velocidade da água (ambiente lêntico) eram escolhidas por minimizar os gastos energéticos com a natação, o que consequentemente aumentava o ganho líquido de energia.

Os estudos acima mencionados comprovam a influência da velocidade da água sobre a energética de um organismo. Sendo, que o valor calórico mais elevado encontrado para o reservatório de Rosana justifica-se, em parte, pela menor velocidade do fluxo da água (ambiente lêntico) neste local. Apesar da ausência de diferença significativa entre os valores calóricos dos ambientes lóticos e lênticos da planície, pode-se observar que a média calórica foi maior no ambiente lêntico, assim como, no ambiente lêntico que apresenta conectividade com o rio.

Entretanto, Santana, Benedito-Cecilio & Domingues (2005) não encontraram diferenças significativas entre os valores calóricos médios de peixes tropicais - *Leporinus friderici, Acestrorhynchus pantaneiro* (Characiformes) e *Schizodon borelli* - em função do tipo de ambiente (reservatório, rio e baía). Esses autores atribuíram essa ausência de diferença ao fato de se ter utilizado apenas indivíduos em estádio de maturação gonadal REP na análise, entretanto, para *L. platymetopon* diferença significativa foi detectada mesmo utilizando-se o estádio em questão.

De acordo com Moore *et al.* (2004), a qualidade e quantidade de detritos varia entre sistemas e, Gimenes *et al.* (2004) em seu estudo sobre a concentrações de matéria orgânica no sedimento de lagoas abertas, canal e rios da planície alagável do alto rio Paraná, durante dois períodos (seca e chuvoso) do ano, detectaram que, no geral, lagoas (ambiente lêntico) apresentam concentrações de matéria orgânica superiores aquelas verificadas para os rios (ambiente lótico) e que na região marginal, também de forma geral, essa concentração é maior do que na região central, o que foi explicado primariamente pela proximidade das margens à vegetação ripária.

Provavelmente, a quantidade de detrito no reservatório seja maior do que na planície (rios e lagoas), sendo essa uma segunda hipótese para justificar o valor calórico mais elevado encontrado para o reservatório de Rosana. Adams, McLean & Parrota (1982) afirmam que a quantidade e a disponibilidade de alimento são fatores primários na distribuição da energia para os diferentes processos fisiológicos dos peixes e, segundo Wootton (1990) se a taxa de consumo de alimento é suficientemente alta o peixe pode, devido a este aumento na entrada de energia, crescer, produzir gametas ou armazenar produtos.

O armazenamento de energia em um organismo pode ser de curta ou longa duração. A armazenagem de curta duração é proporcionada por compostos fosforilados (ex. ATP), os quais podem liberar parte da energia que contêm rapidamente. Entretanto, no armazenamento de longa duração a energia é fornecida por substâncias coletivamente chamadas de reserva. Estas são polímeros e normalmente moléculas grandes, que não podem ser usadas rapidamente, tais como o glicogênio (animal) e amido (vegetal), lipídios (óleos vegetais e gorduras animais) e proteínas (Lucas, 1996).

Buchheister *et al.* (2006) detectaram variação regional no conteúdo calórico de juvenis de *Theragra chalcogramma* (Gadiformes), de 0-1 ano de idade, habitantes do oeste do Golfo do Alaska (EUA). Os indivíduos foram capturados em três regiões, Kodiak, Semidi e Shumagin, sendo que os indivíduos de Kodiak apresentaram, geralmente, conteúdos calóricos do corpo inteiro, superiores aos daqueles das outras duas regiões. Estes autores atribuíram esse fato a maior disponibilidade de presa (recurso alimentar) na região de Kodiak.

Pothoven *et al.* (2006) também encontraram diferença na densidade de energia de *Coregonus clupeaformis* (Salmoniformes) entre dois lagos dos EUA (Lago Michigan e Lago Huron). Segundo eles essa diferença era devido à variação na dieta e conteúdo de energia da presa, assim como, aos fatores que afetavam as taxas de alimentação, tais como, a densidade de *Coregonus clupeaformis* (Perciformes) nos lagos e abundância de presa. No lago Huron a competição pelos recursos alimentares era mais intensa devido à maior densidade dessa espécie no mesmo, o que pode ter limitado suas taxas de alimentação.

De acordo com Gaspar da Luz *et al.* (2004) e Luiz *et al.* (2004), *L. platymetopon* é considerada uma das espécies com as mais elevadas ocorrências numéricas nos três ambientes (rios, canais e lagoas) da planície de inundação do alto rio Paraná, ocorrendo o mesmo no ribeirão Diamante, segundo Morales (2007). Sendo assim, como ocorreu no Lago Huron, a competição intra-específica pelo recurso alimentar (detrito) pode ter sido mais intensa nos ambientes da planície e no ribeirão do que no reservatório.

As diferenças na densidade calórica encontradas neste estudo foram analisadas em função dos fatores sexo, estádio de maturação das gônadas e tipo de ambiente. Entretanto, como mencionado a princípio, essa variável pode ser influenciada por diversos fatores, tais como, atividade reprodutiva, disponibilidade de recurso alimentar, tamanho, velocidade de fluxo da água, interações com outras espécies (competição, predação, parasitismo), pH, oxigênio, salinidade e temperatura. (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005).

As variações na densidade calórica intraespecífica e interespecífica devem ser consideradas na quantificação do balanço energético e na modelagem bioenergética ecológica. Para tanto, estudos visando à determinação dessa densidade, também denominada conteúdo calórico por alguns autores, precisam ser intensificados e expandidos com o intuito de gerar informações úteis ao monitoramento e para o estabelecimento de estratégias racionais para o manejo de ecossistemas.

Agradecimentos

Agradecemos a Cnpq/Capes/UEM pelo suporte financeiro e logístico. As equipes de campo e laboratório dos projetos Peld, Pronex e Caiuá (UEM-Nupelia) pela ajuda nas coletas dos materiais biológicos. Ao curso de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (Pea-UEM). A Capes pela concessão da bolsa de mestrado. A Jaime Luiz Lopes Pereira pela confecção do mapa e a Maria Salete Ribellato Arita, João Fabio Hildebrandt e Márcia Regina Paiva pelo auxílio na revisão bibliográfica. A Dayani Bailly e Lorena Torres Oporto pela leitura do manuscrito.

Referências

Adams, S. M. *et al*. 1982. Energy Partitioning in Lrgemouth Bass under Conditions of Seasonally Fluctuating Prey Availability. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111: 549-558.

Alvim, M. C. C. & A. C. Peret. 2004. Food resources sustaining the fish fauna in a section of the upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, 64(2): 195-202.

Breder, C. M. Jr. & D. E. Rosen. 1966. *Modes of reproduction in fishes*. New York, American Museum of Natural History, 941 p.,il.

Buchheister, A. *et al*. 2006. Seasonal and Geographic Variation in Condition of Juvenile Walleye Pollock in the Western Gulf of Alaska. *Transactions of the American Fisheries Society*. 135: 897–907.

Dei Tos, C., A. A. Agostinho & H. I. Suzuki. 1997. Population structure and reproductive biology of *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Pisces) in the upper river Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 40(4): 793-807.

Doria , C. R.& I. F. Andrian. 1997. Variation in energy content somatic and reproductive, tissues related to the reproductive cycle and feeding female *Pimelodus maculates* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae) and *Schizodon borelli* Boulenger, 1895 (Characiformes, Anostomidae). *Revista Unimar*, 9(2): 421-437.

Dourado, E. C. dos S. & E. Benedito-Cecílio. 2005. *Ecologia Energética de Peixes: influência de fatores abióticos e bióticos*. Maringá, Eduem, 53 p.

Economidis, P. S., J. Pantis & N. S. Margaris. 1981. Caloric content in some freshwater and marine fishes from Greece. *Cybium*, 3e série, 5(4): 97-100.

Encina, L. & C. Granado-Lorencio. 1997. Seasonal variations in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub. *Journal of Fish Biology*, 50: 511-522.

Fausch, K. D. 1984. Profitable stream positions for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain. *Canadian Journal of Zoology*, 62:441-451.

Fugi, R., A. A. Agostinho, & N. S. Hahn. 2001. Trophic morfology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(1): 27-33.

Gimenes, M. de F. 2004. Availability of sedimentary organic matter for benthic fishes of the upper Paraná river floofplain. *Acta Scientiarum*, 26 (2): 181-187.

Gotelli, N.J. and G.L. Entsminger. 2006. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465. http://garyentsminger.com/ecosim.htm.

Hansen *et al*. 1993. Applications of Bioenergetics Models to Fish Ecology and Management: Where Do We Go from Here? *Transactions of the American Fisheries Society*, 122: 1019-1030.

Isbrücker, I. J. H. & H. Nijssen. 1979. Three new south american mailed catfishes of the genera Rineloricaria and Loricariichthys (Pisces, Siluriformes, Loricaridae). *Bijdr*, 48(2): 151-211.

Jonsson, N., B. Jonsson & L. P. Hansen. 1997. Changes in proximate composition and estimates of energetics costs during upstream migration and spawning in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology*, 66: 425-436.

Lucas, A. 1996. Cellular Bioenergetics. Pp. 21-39. In: Lucas, A. *Bioenergetics of Aquatic Animals*. London, Taylor & Francis Ltd, 169 p.

Marcucci, K. M. I., M. L. Orsi & O. A. Shibatta. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos de Loricariichthys platymetopon (Siluriformes, Loricariidae) em quatro estações da represa Capivara, médio rio Paranapanema. *Iheringia, Serie Zoologia*, 95 (2): 197-203.

Moore, J. C. *et al*. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7: 584-600.

Morales, B. F. 2007. Composição e estrutura da ictiofauna da estação ecológica do Caiuá, Diamante do Norte/PR. Relatório de Iniciação científica – Pibic/Cnpq – UEM. 35p.

Nakatani *et al*. 2001. *Ovos e larvas de peixes de água doce*: Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, Eduem, 378 p.

Paul, A. J., J. M. Paul & E. D. Brown. 1998. Fall and spring somatic energy content for Alaskan Pacific herring (*Clupea pallasi* Valenciennes 1847) relative to age, size and sex. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 223: 133-142.

Pedersen, J. & J. R. G. Hislop. 2001. Seasonal variation in the energy density of fishes in the North Sea. *Journal of Fish Biology*, 59(2): 380-389.

Pothoven, S. A. *et al*. 2006. Energy density of lake whitefish *Coregonus cupleaformis* in Lakes Huron and Michigan. *Environmental Biology of Fishes*, 76(2-4): 151–158.

Querol, M. V. M., E. Querol & V. M. Passos. 1995/1996. Estudo preliminar do cascudo *Loricariichthys platymetopon* (Isbrucker & Nijssen, 1979) (Siluriformes, Loricariidae) visando o aproveitamento comercial, na região de Uruguaiana, RS, Brasil. *Revista de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, 2/3 (1): 13-17.

Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris Jr (Org.). 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 742 p.

Rogers, S. I. 1988. The seasonal partitioning of energy in an estuarine fish, the common goby, *Pomatoschistus microps* Krøyer. *Journal of Fish Biology*, 33: 45–50.

Rosenfeld, J. S.; Boss, S. 2001. Fitness consequences of habitat use for juvenile cutthroat trout: energetic costs and benefits in pools and riffles. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(3):585-593.

Santana, A. R., E. Benedito-Cecilio & W. M. Domingues. 2005. Conteúdo energético de peixes do reservatório do rio Manso: variações espaciais e por grupo trófico. *Acta Scientiarum Biological Science*, 27(4): 391-395.

Santos, M. H. dos; E. Bendito-Cecilio & W. M. Domingues. 2006. Efeito da maturação gonadal sobre a energia dos músculos de duas espécies de piranhas do reservatório do rio Manso, MT. *Acta Scientiarum*, 28: 227-236.

Thomaz, S. M.; Robertom M. do C. & Bini, L. M. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. Pp. 73-102. In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, Eduem:Nupelia, 460p.

Tundisi, J. G. 1988. Impactos ecológicos da construção de represas e aspecto específicos e problemas de manejo. Pp. 1-77. In: Tundisi, J. G. (Ed.). *Limnologia e manejo de represas*. São Paulo, Academia de Ciências de São Paulo, 506 p.

Vazzoler, A. E. A. de M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos*: teoria e prática. Maringá, Eduem:Nupelia; São Paulo, SBI, 169 p., il.

Vismara, M. R., E. Benedito-Cecilio & A. C. E. A. Faria. 2004. Efeito da maturação gonadal sobre o conteúdo calórico e condição geral de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum*, 26(2): 189-199.

Wootton, R. J. 1985. Energetics of Reproduction. Pp. 231-254. In: Tyler, P. & P. Calow (Ed.). *Fish Energetics* - New Perspectives. London, Croom Helm, 349 p.

Wootton, R. J. 1990. Growth. Pp.117-158. In: Wootton, R. J. *Ecology of teleost fishes*. London, Chapman & Hall, 404 p.