

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA  
DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

NAIARA ZANATTA

**O efeito da concentração de matéria orgânica sobre a densidade energética  
e o bem estar geral de peixes exploradores de fundo**

Maringá  
2013

NAIARA ZANATTA

**O efeito da concentração de matéria orgânica sobre a densidade energética e o bem estar geral de peixes exploradores de fundo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Evanilde Benedito

Maringá  
2013

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

Z27e

Zanatta, Naiara, 1989-

O efeito da concentração de matéria orgânica sobre a densidade energética e o bem estar geral de peixes exploradores de fundo / Naiara Zanatta. -- Maringá, 2013.  
28 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--  
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2013.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Evanilde Benedito.

1. *Prochilodus lineatus* (Characiformes) "curimba" - Ecologia energética - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker & Nijssen, 1979 (Loricariidae, Siluriformes) "cascudo-chinelo" - Ecologia energética - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 3. Detritivoria - Peixes exploradores de fundo - Planície de inundação - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 23. ed. -597.48171309816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

NAIARA ZANATTA

**O efeito da concentração de matéria orgânica do detrito sobre a densidade energética e o fator de condição de peixes exploradores de fundo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Evanilde Benedito  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Dr.<sup>a</sup> Rosemara Fugi  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Cristiano dos Santos Neto  
Universidade Federal de São Carlos

Aprovada em: 25 de maio de 2013.

Local da defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar a frente de tudo o que eu faço e ser a força que me guia sempre adiante. Especialmente aos meus pais e minhas irmãs, que mesmo distantes, souberam estar presentes durante toda a minha caminhada até aqui.

Meu esposo, Danicler, que me ouve e apóia sempre e por acreditar em mim... mais do que eu mesma em muitos momentos.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Evanilde Benedito, pela orientação desde os meus primeiros passos na pesquisa científica e ser minha inspiração.

Ao PEA, aos professores, colegas e amigos da pós-graduação, pela oportunidade concedida para a realização desse importante passo em minha carreira profissional.

Ao Nupélia, pela infraestrutura e recursos oferecidos para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pelo apoio financeiro do projeto e pela bolsa concedida.

Aos membros da banca, Rosemara Fugi e Cristiano dos Santos Neto, por aceitarem o convite para avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões.

A todos os amigos do laboratório de Ecologia, especialmente Laryssa, Lucas, Vivian, Patrícia, Gislaine e Gustavo.

As minhas amigas queridas desde a graduação, Janielly, Anielly, Renata e Natália, por estarem sempre por perto.

Daria tudo o que sei por  
metade do que desconheço.

(René Descartes)

## O efeito da concentração de matéria orgânica sobre a densidade energética e o bem estar geral de peixes exploradores de fundo

### RESUMO

A fim de contribuir para a compreensão da participação dos peixes exploradores de fundo na utilização de energia na cadeia de detrito, foi estabelecida uma metodologia para obter respostas às seguintes questões: a) a quantidade de matéria orgânica do sedimento tem efeito positivo sobre a densidade energética e o fator de condição de peixes exploradores de fundo? b) A variação na densidade energética de *P. lineatus* está associada à variação na quantidade de partículas orgânicas finas de detrito, e a de *L. platymetopon* às partículas grossas? c) Quais variáveis abióticas influenciam a densidade energética e o fator de condição de *P. lineatus* e *L. platymetopon*? Sedimentos e ictiofauna foram coletados em cinco lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná, entre setembro de 2011 (seca) e fevereiro de 2012 (cheia). Correlações não paramétricas de Spearman foram utilizadas para se avaliar a relação entre a matéria orgânica (total, fina e grossa), densidade energética, e fator de condição. A mesma análise foi utilizada para investigar a influência das variáveis abióticas sobre a densidade energética e o fator de condição das espécies analisadas. Concluiu-se que a concentração de matéria orgânica variou temporalmente com maiores valores registrados no período de cheia, com o predomínio de partículas grossas. Observou-se correlação negativa entre a matéria orgânica total e a densidade energética de *L. platymetopon* no período de seca, e positiva entre o fator de condição somático (Kn) de *P. lineatus* e a matéria orgânica no período de cheia. Condutividade elétrica da água, nitrogênio total, e fósforo influenciaram a densidade energética de *P. lineatus* na seca, enquanto o pH influenciou a de *L. platymetopon*. O Kn de *P. lineatus* esteve correlacionado com o oxigênio dissolvido durante o período de cheia, e o pH e a condutividade correlacionaram-se com o Kn de *L. platymetopon* apenas na seca. A matéria orgânica, fina e grossa, não influenciou a densidade energética e o Kn de ambas as espécies de forma diferenciada. A falta de relação observada entre o aumento da concentração de matéria orgânica e a densidade energética dos peixes exploradores de fundo não nos permite aceitar a hipótese que formulamos para o estudo. É possível afirmar que o balanço energético das espécies de peixes exploradores de fundo aparenta ser mais complexo do que, nos induz a pensar, a relação direta entre disponibilidade de alimento e o acúmulo energético no músculo.

**Palavras-chave:** *Prochilodus lineatus*. *Loricariichthys platymetopon*. Detritivoria. Energia. Planície de inundação. Alto rio Paraná.

# The effect of organic matter concentration on the energy density and condition factor on bottom feeder fishes

## ABSTRACT

Aiming to contribute to the understanding of the participation of bottom feeder fishes in energy use in the chain of detritus, this study aimed to answer the following questions: a) Does have the amount of organic matter in the sediment a positive effect on the density energy and condition factor of fish explorers background? b) Is the variation in the energy density of *P. lineatus* associated with variation in amount of fine particles of organic detritus and *L. platymetopon* to coarse? c) What abiotic factors influence the energy density and condition factor of *P. lineatus* and *L. platymetopon*? Sediments and fish species were collected in five lakes in the floodplain of the upper Paraná River, between September 2011 (dry season) and February 2012 (rainy season). Nonparametric Spearman correlations were used to assess the relationship between organic matter (total, fine and coarse), energy density, and condition factor. The same analysis was used to investigate the influence of abiotic factors on the energy density and condition factor of the species analyzed. It was concluded that the concentration of organic matter varied temporally with higher values recorded in the rainy season, with the predominance of coarse particles. We observed a negative correlation between the total organic matter and energy density of *L. platymetopon* in drought, and positive between the somatic condition factor (Kn) of *P. lineatus* and organic matter in the rainy season. Electric conductivity, total nitrogen, and phosphate influenced the energy density of *P. lineatus* in drought, while the pH influenced the *L. platymetopon*. The Kn of *P. lineatus* was correlated with dissolved oxygen during the flood period, the pH and conductivity correlated with Kn of *L. platymetopon* only in the dry. The organic matter, fine and coarse, did not influence the energy density and Kn of both species differently. The lack of correlation observed between the concentration of organic matter and energy density of bottom feeder fishes does not allow us to accept the hypothesis formulated for this study. It can be argued that the energy balance of bottom feeder fishes appears to be more complex that induces us to think, the direct relationship between food availability and energy accumulation in the muscle.

**Keywords:** *Prochilodus lineatus*. *Loricariichthys platymetopon*. Detritivory. Energy. Floodplain. Upper Paraná River.

Dissertação elaborada e formatada  
conforme as normas da publicação  
científica *Neotropical Ichthyology*.  
Disponível em:  
<[www.scielo.br/scielo.php?script=sci@serial&pid=1679/6225&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci@serial&pid=1679/6225&lng=pt&nrm=iso)>

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	12
2.2	AMOSTRAGEM.....	13
2.3	ANÁLISE DOS DADOS.....	14
3	<b>RESULTADOS</b> .....	14
4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	19
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	22
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1 INTRODUÇÃO

Planícies de inundação são macroecossistemas fluviais formados por áreas de transição entre os sistemas terrestres e aquáticos (Junk, 1980), e, devido ao regime hidrológico característico de pulsos de inundação, volumes consideráveis de plantas e animais são incorporados ao ambiente, tornando grande quantidade de matéria orgânica disponível como recurso alimentar para os organismos (Agostinho *et al.*, 2004; Junk *et al.*, 1989). A elevada produtividade, característica de áreas inundáveis, resulta da atividade de organismos decompositores, que atuam sobre a matéria orgânica e liberam nutrientes essenciais à produção primária, como formas assimiláveis de fósforo e nitrogênio, tornando-os disponíveis na coluna de água (Esteves, 1998; Silva *et al.*, 2012). Deste modo, a produção primária e secundária, em planícies alagadas, resulta da somatória das fases terrestres e aquáticas (Junk *et al.*, 1989). Uma pequena porção proveniente desse processo é prontamente assimilada pelos organismos, o restante acumula-se no ambiente na forma de detrito (Bianchini Junior, 1999).

A dinâmica das planícies de inundação caracterizada pelo ciclo anual de seca e cheia é responsável pela estrutura e funcionamento do ecossistema em planícies de inundação (Thomaz *et al.*, 2004), e é acompanhado por adaptações morfológicas, fisiológicas e ecológicas da comunidade aquática, cuja sobrevivência depende da magnitude, duração e recorrência dos pulsos de inundação (Agostinho *et al.*, 2004). No sedimento desses sistemas o detrito encontra-se em diferentes estágios de decomposição, associado a partículas inorgânicas, e é composto por resto de plantas e animais mortos, perifíton e organismos bentônicos (Fugi *et al.*, 1996; Yossa & Araujo-Lima, 1998). Assim como a composição bioquímica do sedimento (Thomaz *et al.*, 2001), a quantidade de matéria orgânica também pode ser considerada como um indicativo da qualidade do detrito presente no sedimento, e a energia proveniente das partículas orgânicas de detrito sustenta populações de peixes de valor comercial relevante (Oliveira *et al.*, 2006) que desempenham importante função nas teias alimentares ao participarem, juntamente com os microrganismos, do processo de ciclagem de nutrientes.

O detrito é considerado um dos principais elos na ciclagem de matéria orgânica e fluxo de energia (Wetzel, 1975), e a base de muitas teias tróficas (Catella & Petrere Junior 1996; Abelha *et al.*, 2006), mantendo elevada riqueza de espécies que exploram o fundo dos corpos aquáticos como local de alimentação, especialmente em planícies de inundação tropicais,

onde os peixes exploradores de fundo estão entre os mais especializados (Mérona *et al.*, 2001) e podem dominar a biomassa da ictiofauna (Bowen, 1983; Buress *et al.*, 2013).

Apesar de muitas espécies de peixes alimentarem-se do sedimento dos corpos aquáticos, nem todos os peixes exploradores de fundo consomem o mesmo recurso alimentar (Fugi *et al.*, 1996). Estudos de ecologia trófica permitiram classificar os peixes exploradores de fundo em diferentes guildas tróficas de acordo com o item alimentar ingerido (Agostinho *et al.*, 1997; Fugi *et al.*, 2001; Peretti & Andrian, 2004). Espécies de peixe que se alimentam no fundo e consomem sedimento inorgânico finamente particulado associado a detrito e algas foram classificados como iliófagos por Fugi *et al.* (1996), enquanto peixes cujo recurso alimentar é composto principalmente por aglomerados de partículas grandes de detrito orgânico e invertebrados bentônicos, como detritívoros por Fugi *et al.* (1996) e Agostinho *et al.* (1997), estes últimos apresentam mais matéria orgânica em seu conteúdo estomacal do que os peixes classificados como iliófagos (Fugi *et al.*, 2001). Na planície de inundação do alto rio Paraná, as espécies *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) e *Loricariichthys platymetopon* Isbrücker & Nijssen, 1979 são representantes destes dois grupos, respectivamente (Fugi *et al.*, 1996). Estas espécies pertencem às famílias Prochilodontidae e Loricariidae, que juntamente com Curimatidae, concentram o maior número de espécies exploradoras de fundo nos grandes rios da América do Sul (Bowen, 1983; Hanh *et al.*, 1997) e correspondem a uma considerável biomassa de peixes capturados neste ambiente (Agostinho & Júlio Jr., 1999).

Assim como a ecologia trófica, informações sobre a densidade energética dos organismos são ferramentas valiosas na determinação de variações e relações alimentares. A densidade energética é influenciada por muitos fatores bióticos e ambientais (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005), dentre estes, destaca-se o recurso alimentar consumido, um dos requisitos ambientais responsáveis pela distribuição e a abundância das espécies (Begon *et al.*, 2007), o qual pode ser visto como fator gerador de competição ou coexistência entre elas (Colwell & Futuyma, 1971). Estudos realizados na planície de inundação do alto rio Paraná (Garcia *et al.*, 2010) e em ambientes aquáticos de regiões temperadas (Hondorp *et al.*, 2005; Buchheister *et al.*, 2006; Pothoven *et al.*, 2006) sugerem que a disponibilidade e a quantidade do recurso alimentar no ambiente podem contribuir para variações na densidade energética.

O conhecimento acerca da densidade energética dos peixes exploradores de fundo, associado à quantificação da matéria orgânica do sedimento, possibilita estabelecer relações proporcionais entre a quantidade do recurso alimentar e a assimilação deste pelos peixes. Considerando que a quantidade do recurso alimentar esta relacionada à densidade energética dos organismos (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005), o presente estudo teve por objetivo

responder as seguintes questões: a) A quantidade de matéria orgânica presente no sedimento tem efeito positivo sobre a densidade energética e o fator de condição de peixes exploradores de fundo? b) A variação na densidade energética de *P. lineatus* está associada à variação na quantidade de partículas orgânicas de detrito de menor tamanho (<0,062 a 0,125 mm), enquanto a de *L. platymetopon* às partículas de maior tamanho (0,125 a 0,500 mm)? c) Quais variáveis abióticas influenciam a densidade energética e o fator de condição de *P. lineatus* e *L. platymetopon*?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o trecho da planície de inundação do alto rio Paraná situado à jusante da barragem de Porto Primavera e a montante do reservatório de Itaipu (Thomaz *et al.*, 1997). A ictiofauna foi coletada com auxílio de redes de espera (malhas 2; 4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16 cm entre nós adjacentes) em cinco lagoas (Patos, Guaraná, Garças, Ventura e Fechada), em setembro de 2011 (período de águas baixas) e fevereiro de 2012 (período de águas altas) (Figura 1).

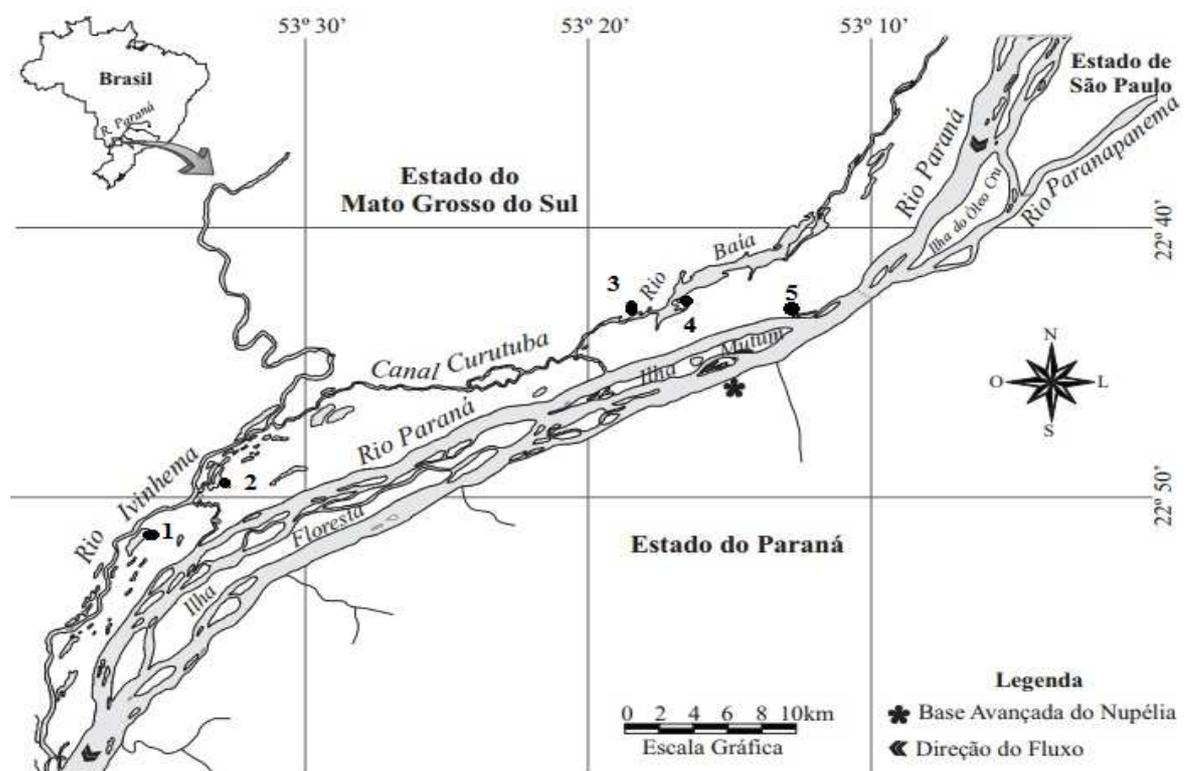


Figura 1. Mapa da planície de inundação do alto rio Paraná, PR, MS. Área de estudo e localização dos pontos de amostragem. 1) Lagoa Ventura, 2) Lagoa dos Patos, 3) Lagoa Guaraná, 4) Lagoa Fechada, e 5) Lagoa das Garças.

## 2.2 AMOSTRAGEM

Os exemplares coletados foram identificados e tiveram seus dados biométricos registrados. Em seguida, foram conservados em gelo e transportados ao laboratório de Ecologia Energética na Universidade Estadual de Maringá. As amostras de músculo de cada indivíduo foram extraídas da base da nadadeira dorsal, enxaguadas em água destilada, embaladas em papel alumínio, etiquetadas e congeladas. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (60°C, 48h) até obtenção de peso constante, e maceradas, em moinho de esferas, até obtenção de um pó fino e homogêneo. A quantidade de energia presente no músculo (Kcal/g de peso seco) foi obtida por meio de combustão em bomba calorimétrica (modelo Parr 1261).

Para estimar a quantidade de matéria orgânica do detrito presente no sedimento dos ambientes amostrados, foram coletadas três amostras de sedimento, na região central e próxima às margens das lagoas, utilizando uma versão modificada da draga Petersen. As amostras foram submetidas a um fracionamento granulométrico utilizando-se um conjunto de oito peneiras, montado umas sobre as outras, com a abertura em milímetros (mm), em ordem crescente (malhas: <0,062; 0,062; 0,125; 0,250; 0,500; 1,000; 2,000; e 4,000 mm). Para o presente estudo, foram consideradas apenas as partículas de matéria orgânica de detrito de tamanho <0,062 a 0,500 mm. O critério utilizado para o fracionamento granulométrico utilizado nas análises foi estabelecido de acordo com os resultados obtidos por Fugi *et al.*, (2001). De acordo com este trabalho, *P. lineatus* alimenta-se, preferencialmente, das menores partículas presentes no sedimento (<0,062 a 0,125 mm), consideradas no presente estudo como partículas finas, enquanto *L. platymetopon* consome, preferencialmente, partículas maiores (0,125 a 0,500 mm), aqui consideradas como partículas grossas.

As amostras contendo porções orgânicas e inorgânicas do sedimento foram secas e posteriormente queimadas a 560°C (Hakanson & Janson, 1983) em mufla por 4 horas. Após a queima, as amostras foram resfriadas em ambiente livre de umidade por 2 horas e pesadas. A quantificação da matéria orgânica através da queima foi calculada pela diferença de peso seco antes e após a combustão do material.

De cada lagoa obteve-se a concentração de nitrogênio total e fósforo total dissolvidos na água, resultados fornecidos pelo Laboratório de Limnologia do Nupélia – UEM. Além dos nutrientes, foi obtida a temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido na água (mg/L), condutividade (uS/cm), turbidez (NTU) e pH.

## 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Diferenças entre as lagoas e entre os períodos de coleta na concentração de matéria orgânica presente no sedimento foi verificada por meio da análise de variância (ANOVA), enquanto diferenças significativas das médias da densidade energética foram investigadas por uma análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis).

O fator de condição relativo somático (Kn) (Le Cren, 1951) foi calculado com auxílio da expressão  $Kn = (Pt - Pg / a * Cp^b) \times 100$ , sendo Pt = peso úmido total (g), Pg = peso úmido das gônadas, Cp = comprimento padrão (cm), *a* é o coeficiente linear e *b* o coeficiente angular da regressão linear entre Wt e Ls (relação peso-comprimento), no qual desconsiderou-se o peso das gônadas nas análises.

Para identificar possíveis correlações entre a concentração da matéria orgânica total, fina e grossa, presente no sedimento, e a densidade energética, presente no músculo de *P. lineatus* e *L. platymetopon*, foi realizada uma análise de correlação não paramétrica de Spearman (Zar, 1996), uma vez que os pressupostos de normalidade e homocedasticidade não foram atingidos. A mesma análise foi utilizada para investigar a relação entre o fator de condição dos peixes e a concentração de matéria orgânica presente no sedimento.

A influencia das variáveis abióticas sobre a densidade energética e o fator de condição foi investigada através de uma análise de correlação de Spearman.

## 3 RESULTADOS

Foram analisados 296 exemplares adultos, cujo comprimento variou de 13 a 29,7 cm para *L. platymetopon* e de 16,5 a 36 cm para *P. lineatus*.

Tabela 1. Número de exemplares amostrados de *Lorycariichthys platymetopon* e *P. lineatus* (n), Cp = amplitude de comprimento padrão e amplitude de peso (g) por local de coleta. LPAT = lagoa dos Patos, LGAR = lagoa das Garças, LGUA = lagoa Guaraná, LVEN = lagoa Ventura, LFEC = lagoa Fechada.

Espécie	Local	N	Cp (cm)	Peso (g)
<i>L. platymetopon</i>	LVEN	42	17,0 - 28,0	31,7 - 173,3
	LPAT	26	13,3 - 29,0	17,4 - 211,1
	LGUA	26	14,5 - 28,0	22,9 - 182,3
	LFEC	21	13,0 - 29,7	19,5 - 217,3
	LGAR	37	13,2 - 20,4	12,9 - 96,7
Total		152	13,0 - 29,7	12,9 - 217,3
<i>P. lineatus</i>	LVEN	20	17,0 - 24,0	146,9 - 301,3
	LPAT	28	21,0 - 36,0	273,2 - 1.166,9
	LGUA	28	16,5 - 30,0	238,9 - 716,3
	LFEC	35	21,0 - 28,3	268,5 - 587,3
	LGAR	33	17,0 - 27,4	144,1 - 462,7
Total		144	16,0 - 36,0	44,1 - 1.166,9

Não foram registradas diferenças significativas ( $F= 2,303$ ;  $p= 0,093$ ) dos valores de porcentagem de matéria orgânica total entre os locais de coleta. Entretanto, a quantidade de matéria orgânica aumentou significativamente durante o mês de cheia ( $F= 8,123$ ;  $p= 0,009$ ) (Figura 2), período de maior entrada de material alóctone do ambiente.

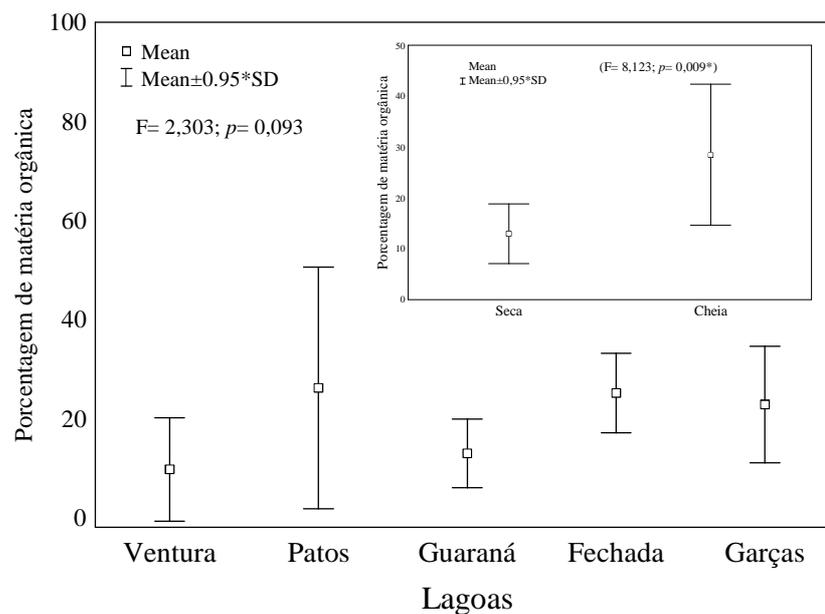


Figura 2. Média e desvio padrão da porcentagem de matéria orgânica por lagoas e período de estudo.

Observou-se que a concentração de matéria orgânica associada às partículas finas de detrito não diferiu entre os períodos, já a concentração de matéria orgânica associada às partículas grossas de detrito foi maior no período de cheia (Figura 3). Não foram registradas diferenças na concentração de matéria orgânica entre os locais.

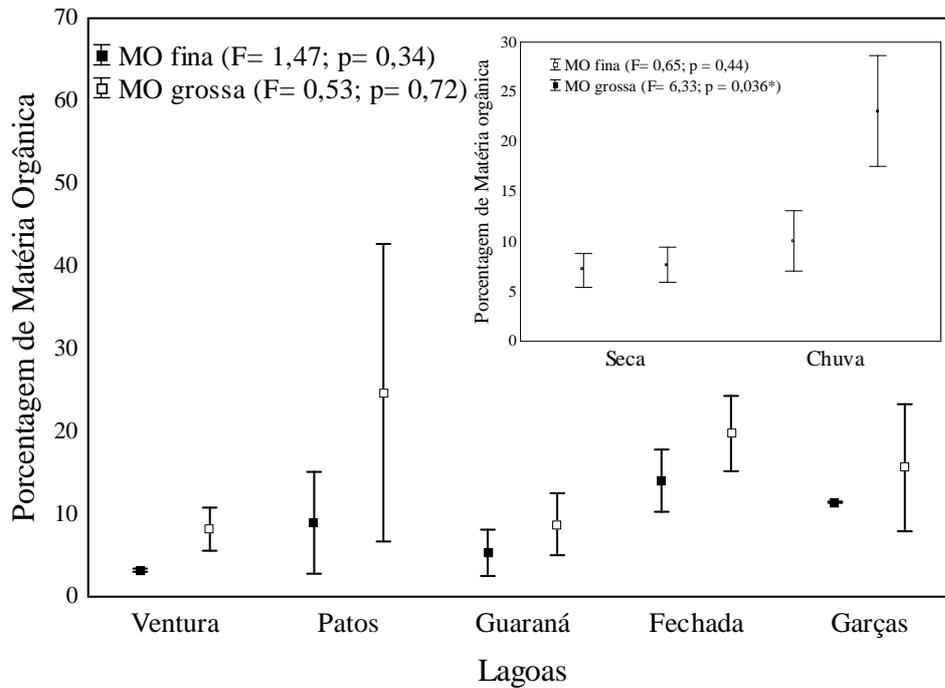


Figura 3. Porcentagem de matéria orgânica fina e grossa de detrito presente nas lagoas estudadas.

Os valores médios da densidade energética, para exemplares de *L. platymetopon* amostrados na lagoa Fechada, foi significativamente maior do que nas lagoas Ventura, Guaraná e Garças. Para *P. lineatus*, a densidade energética observada nas lagoas Guaraná e Fechada foi significativamente superior à das demais lagoas (Figura 4). Quanto ao período de coleta, as maiores médias de densidade, tanto para *P. lineatus* quanto para *L. platymetopon*, foram registradas no período de cheia.

O fator de condição de ambas as espécies não apresentou variação significativa entre os locais, e diferiu entre os meses apenas para *P. lineatus*, com maiores valores em setembro (Figura 4).

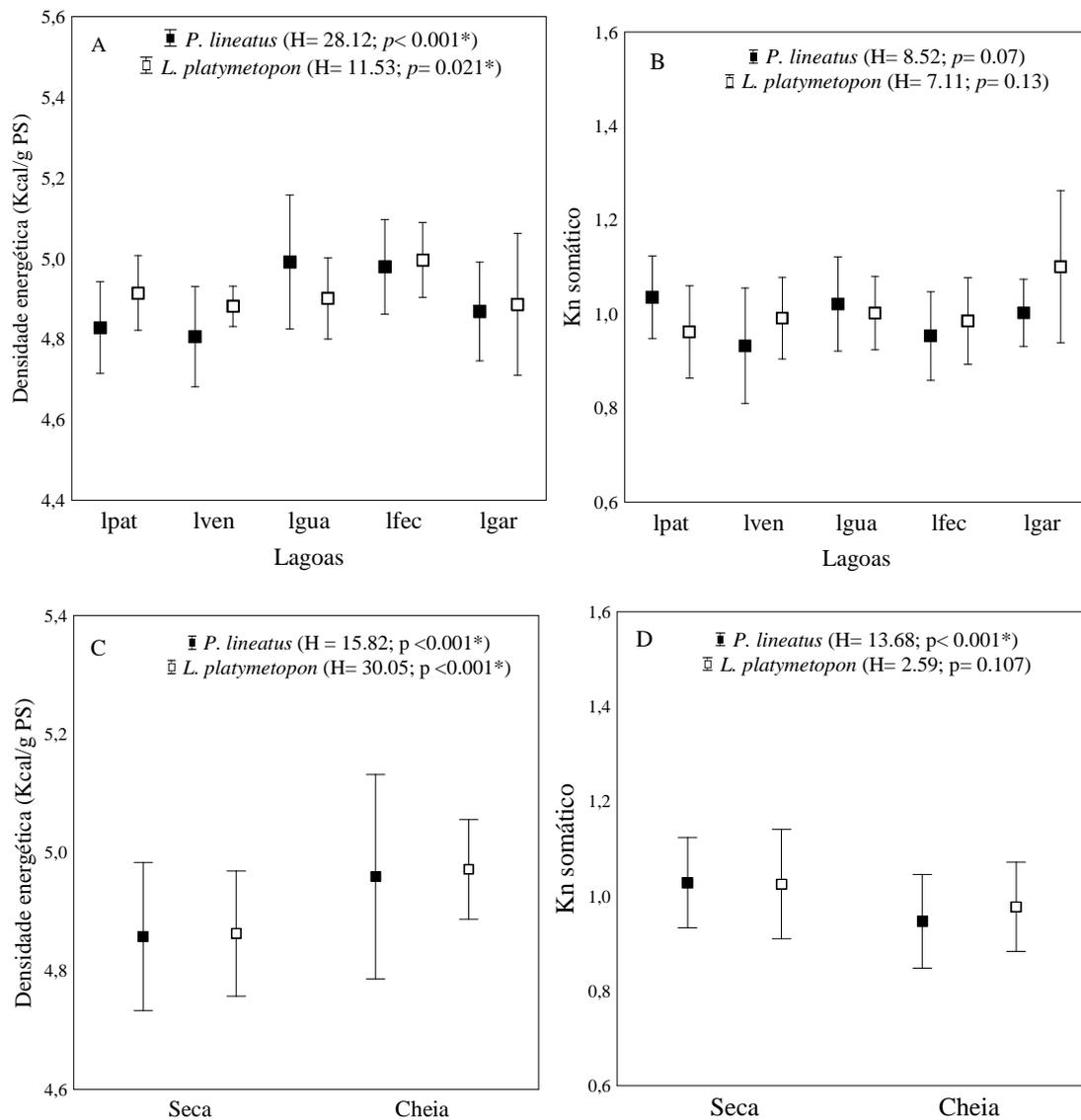


Figura 4. Densidade energética média e fator de condição ( $\pm$ desvio padrão) de *P. lineatus* e *L. platymetopon* por local (A e B) e período de coleta (C e D). (\*= significativo  $p < 0,05$ ). Lpat= Lagoa dos Patos; lven= Lagoa Ventura; lgua= Lagoa Guaraná; lfec= Lagoa Fechada; lgar= Lagoas das Garças.

Quanto à relação entre a porcentagem de matéria orgânica e a densidade energética, observou-se correlação significativa negativa para *L. platymetopon* no período de seca. Quanto ao fator de condição relativo somático (Kn), este apresentou correlação significativa com a porcentagem de matéria orgânica apenas para *P. lineatus* no período de cheia (Figura 5).

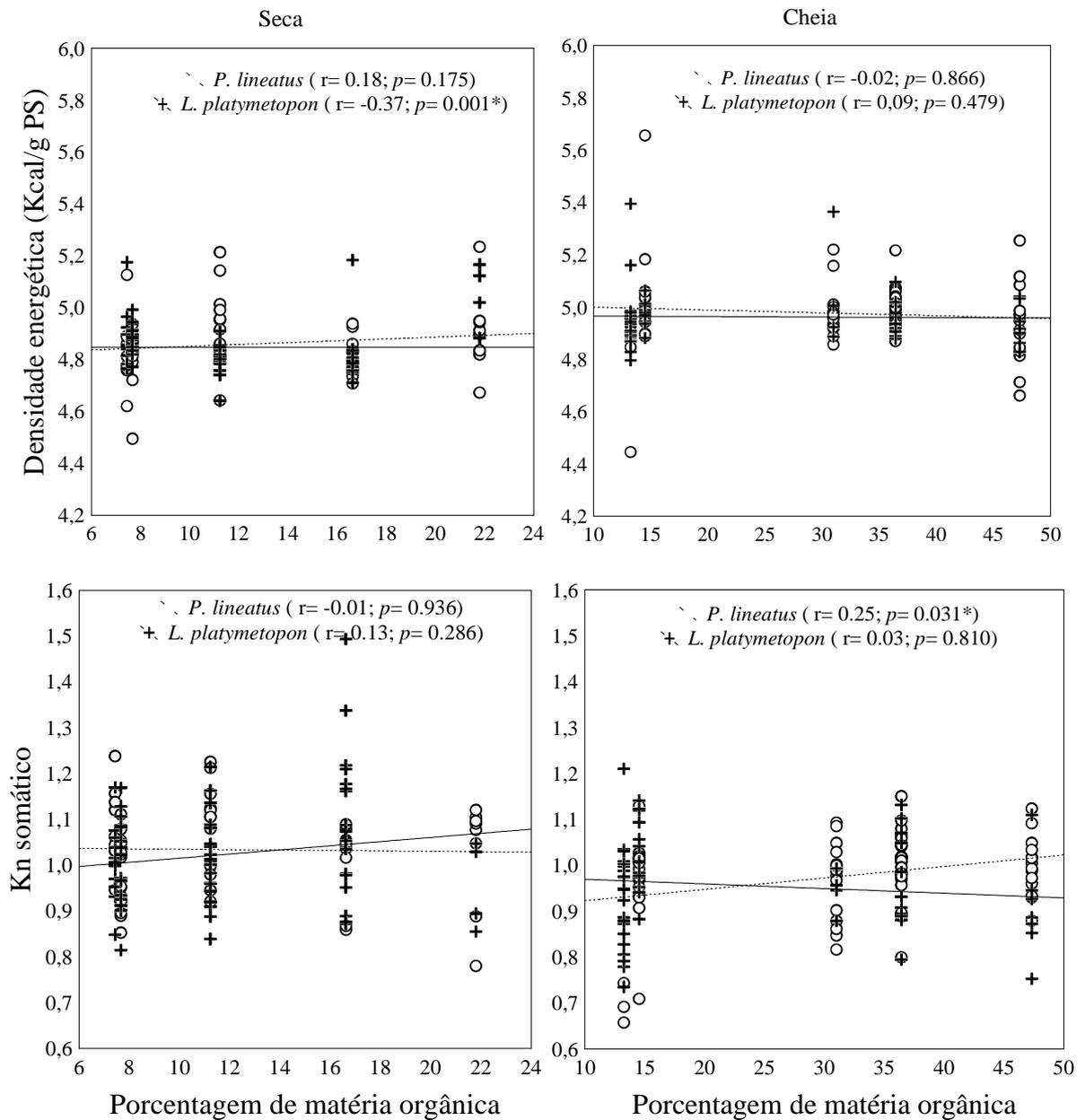


Figura 5. Distribuição dos valores de densidade energética de *P. lineatus* e *L. platymetopon* e da porcentagem de matéria orgânica, e distribuição dos valores médios do fator de condição relativo (Kn) de *P. lineatus* e *L. platymetopon* e dos valores da porcentagem de matéria orgânica.

Em relação à porcentagem de matéria orgânica fina e grossa de detrito, observou-se, apesar de fraca, correlação significativa negativa entre os valores de densidade energética de *L. platymetopon* e a porcentagem de matéria orgânica fina em setembro. Durante o período de cheia, registrou-se correlação significativa entre o fator de condição de *P. lineatus* e a porcentagem de matéria orgânica fina e grossa (Tabela 2), resultados similares aos registrados em relação à matéria orgânica total.

Tabela 2. Valores dos parâmetros  $r$  e  $p$  resultantes da análise de correlação de Spearman. DE= densidade energética; MO= matéria orgânica e Kn= fator de condição relativo. \*= significativo ( $p < 0,05$ ).

		Seca	
		DE e % MO	Kn e % MO
<i>P. lineatus</i>	MO fina	$r = 0,107; p = 0,43$	$r = -0,047; p = 0,733$
	MO grossa	$r = -0,160; p = 0,242$	$r = -0,054; p = 0,692$
<i>L. platymetopon</i>	MO fina	$r = -0,487; p < 0,001^*$	$r = 0,172; p = 0,144$
	MO grossa	$r = 0,004; p = 0,971$	$r = 0,123; p = 0,299$
		Cheia	
		DE e % MO	Kn e % MO
<i>P. lineatus</i>	MO fina	$r = 0,07; p = 0,524$	$r = 0,242; p = 0,039^*$
	MO grossa	$r = -0,020; p = 0,866$	$r = 0,253; p = 0,031^*$
<i>L. platymetopon</i>	MO fina	$r = -0,112; p = 0,396$	$r = -0,245; p = 0,061$
	MO grossa	$r = 0,094; p = 0,479$	$r = 0,031; p = 0,810$

A densidade energética de *P. lineatus* apresentou correlação com a condutividade ( $r = -0,90; p < 0,05$ ) e nitrogênio ( $r = 0,90; p < 0,05$ ), fósforo ( $r = 0,90; p < 0,05$ ) durante o período de seca. Já a densidade energética de *L. platymetopon* apresentou correlação negativa apenas com o pH ( $r = -0,90; p < 0,05$ ) no período de cheia. O fator de condição de *P. lineatus* esteve correlacionado com o oxigênio dissolvido ( $r = 0,83; p < 0,05$ ) no período de cheia, enquanto o de *L. platymetopon* esteve correlacionado com o pH ( $r = 0,79; p < 0,05$ ) e a condutividade da água ( $r = 0,86; p < 0,05$ ).

#### 4 DISCUSSÃO

As maiores concentrações de matéria orgânica no sedimento foram registradas no período de cheia, principalmente a matéria orgânica particulada grossa. Esse resultado reflete a dinâmica do detrito na planície de inundação, que em período de águas baixas apresenta *input* de material alóctone reduzido (Esteves, 1998; Gimenes *et al.*, 2004), acompanhado do aumento na sedimentação, principalmente das partículas finas. Para o período chuvoso ocorreu o predomínio de partículas de maior tamanho, uma vez que o pulso de inundação aumenta a disponibilidade desse recurso que é incorporado ao sistema aquático. O carreamento de matéria orgânica das margens para dentro dos corpos aquáticos contribui para a ocorrência de microorganismos e invertebrados bentônicos que processam o detrito presente

nesses ambientes (Anjos *et al.*, 2011), bem como de peixes que o exploram como recurso alimentar (Fugi *et al.*, 1996; Salvador *et al.*, 2009; Bonato *et al.*, 2012). Como consequência do processo de decomposição o detrito apresenta baixa quantidade de proteínas e energia digestível quando comparado às demais fontes de alimento (Bowen, 1987; Gimenes *et al.*, 2004).

Constatou-se para as espécies analisadas pouca variação dos valores médios de densidade energética quando comparada a outros trabalhos desenvolvidos com as mesmas espécies (Vismara *et al.*, 2004; Garcia & Benedito, 2010; Garcia *et al.*, 2010; Espínola *et al.*, 2010). Este fato pode ter sido consequência do pequeno número de estádios reprodutivos amostrados, bem como da ausência de imaturos nas análises, uma vez que estes últimos apresentam menor energia acumulada devido a sua utilização em crescimento e manutenção (Calow, 1985; Vazzoler, 1996). Estudos apontam que as maiores variações na densidade energética estão relacionadas à reprodução e a fase de vida dos organismos, bem como a variações no ciclo sazonal de seca e cheia (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005; Garcia & Benedito, 2010; Espínola *et al.*, 2012).

O fator de condição, de forma similar às medidas de densidade energética, é uma ferramenta bastante utilizada na indicação das condições nutricionais dos peixes (Vazzoler, 1996). De acordo com essa métrica os indivíduos com maior massa para um dado comprimento estão em melhores condições (Lima-Junior & Goitein, 2006; Camara *et al.*, 2011). Assim, espera-se que em situações de maior disponibilidade de recurso alimentar o fator de condição, ou as condições dos organismos, seja maior. Contudo, esta predição confirmou-se apenas para *P. lineatus* no período de maior disponibilidade de matéria orgânica. A ausência de relação para *L. platymetopon* em ambos os períodos de coleta, bem como para *P. lineatus* durante a seca, pode ser atribuída às demais atividades realizadas pelas espécies as quais demandam gasto energético e, que podem não estar diretamente relacionadas à obtenção do recurso alimentar tais como: locomoção, competição, fuga de predadores. Ainda, deve-se considerar que os maiores valores do fator de condição coincidiram com o início da atividade reprodutiva (Vazzoler, 1996; Cunico *et al.*, 2002; Bailly *et al.*, 2011), época na qual ocorre acúmulo de energia em biomassa que será utilizada durante o período reprodutivo (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005; Monterio *et al.*, 2007).

A falta de relação entre o aumento da concentração de matéria orgânica presente no sedimento e a densidade energética dos peixes exploradores de fundo, que utilizam esse recurso alimentar, não nos permite aceitar a hipótese formulada para o presente estudo. A ausência de relação pode estar associada à grande quantidade de matéria orgânica presente em

planícies de inundação (Tockner *et al.*, 1999; Anjos *et al.*, 2011), contribuindo para que sempre exista alimento disponível. Assim, mesmo a menor concentração registrada nas lagoas estudadas já pode ter sido suficiente para que *P. lineatus* e *L. platymetopon* tenham atingido a capacidade total de incorporação de energia obtida através da ingestão do recurso alimentar. Desta forma, embora a quantidade de alimento tenha aumentado em determinado período, este aumento não produz efeito direto sobre a densidade energética. Destaca-se também, que a qualidade do recurso alimentar, ou seja, sua constituição bioquímica, e não apenas a quantidade, pode variar sazonal e espacialmente e influenciar de forma direta o acúmulo de energia presente nos músculos dos peixes (Faria & Benedito, 2011), podendo ser mais importante do que a quantidade do recurso disponível. Além disso, outros fatores como o período reprodutivo e as variações ambientais, podem ter atuado como limitadores na obtenção e assimilação de energia dessas populações, que não apenas a captação de alimento do ambiente.

Entretanto, apesar de não ter sido registrada correlação significativa entre o aumento da quantidade de matéria orgânica e a densidade energética, observou-se que as médias de ambas variaram sazonalmente, com maiores valores no período chuvoso. Ou seja, a relação investigada pode não ser direta, mas de alguma forma a densidade energética é afetada pelas variações sazonais. Deve-se ressaltar também que peixes que utilizam detrito como principal fonte alimentar estão continuamente se alimentando (Bowen, 1983) afim para compensar o baixo valor nutricional desse recurso (Bowen, 1987; Faria & Benedito, 2011), gastando mais energia na tomada de alimento do que espécies com diferentes hábitos alimentares. Assim, a atividade constante de busca por alimento também pode ter influenciado a relação entre a quantidade de matéria orgânica presente no sedimento e a densidade energética de peixes exploradores de fundo.

O registro da ingestão diferencial de partículas para *P. lineatus* e *L. platymetopon* em estudos de dieta (Fugi, 1996; Gaspar da Luz *et al.*, 2001; Peretti & Andrian, 2004) não teve efeito sobre a densidade energética das espécies, uma vez que os valores de matéria orgânica total, e da matéria orgânica fina e grossa tiveram a mesma influência sobre a densidade energética de as ambas as espécies. A seleção diferencial de partículas no ambiente pode ser importante para a segregação de habitat e coexistência de espécies no ambiente (Pombo *et al.*, 2013), mas não o mesmo efeito sobre a assimilação energética dos peixes. Este resultado, assim como observado para a matéria orgânica total, pode estar relacionado com a abundância do recurso alimentar encontrado no ambiente, que é acompanhado de um grande número de

espécies de peixes exploradoras de fundo que coexistem em populações numerosas em planícies de inundação tropicais (Bowen, 1983).

Além de fatores biológicos, as variáveis abióticas estão entre os responsáveis por variações na densidade energética (Dourado & Benedito-Cecilio, 2005; Espínola *et al.*, 2012). Assim, parte da estrutura e dinâmica de populações e comunidades nas planícies de inundação pode ser explicada pela dinâmica dos fatores abióticos (Roberto *et al.*, 2009). A densidade energética foi influenciada pelos valores pH e oxigênio dissolvido e, de acordo com Jackson *et al.* (2001), estas variáveis estão entre as principais variáveis químicas responsáveis pela estruturação das comunidades, uma vez que ambos tem efeito sobre o comportamento e a fisiologia dos peixes (Garcia *et al.*, 2010), interferindo no metabolismo dos organismos (Jackson *et al.*, 2001). Já a condutividade elétrica da água, bem como o nitrogênio dissolvido está muito associada ao processo de decomposição da matéria orgânica (Esteves, 1998), recurso alimentar utilizado pelas espécies estudadas.

Com base nos resultados obtidos, surgem questões a respeito da dinâmica da cadeia detrito em planícies de inundação, uma vez que essa cadeia apresentou-se mais complexa do que o pensado inicialmente, no que diz respeito à relação entre a disponibilidade do recurso alimentar e a assimilação energética pelos peixes que o consomem. Uma vez que a cadeia de detrito é uma das mais complexas nos sistemas aquáticos, será que a relação investigada no presente estudo apresenta comportamento diferente quando considerados peixes de outras guildas tróficas? Será que a composição bioquímica do recurso alimentar é mais importante do que a quantidade do mesmo para a incorporação energética? Ainda, em condições de escassez de alimento, a ingestão diferencial das partículas, de acordo com o tamanho, por *P. lineatus* e *L. platymetopon* tem influência sobre a densidade energética destas espécies? Assim, sugere-se a realização de trabalhos complementares que poderão fornecer informações mais esclarecedoras a respeito dos efeitos diretos que o tamanho das partículas pode ter sobre a densidade energética das espécies que consomem esse recurso de forma diferenciada.

## 5 CONCLUSÃO

A hipótese assumida no presente estudo não pode ser aceita, uma vez que não foi constatar, para os peixes exploradores de fundo estudados, uma relação significativa entre a quantidade da matéria orgânica e a densidade energética, mesmo quando considerado o tamanho das partículas ingeridas pelas espécies. Da mesma forma, o fator de condição, tanto

de *P. lineatus* quanto de *L. platymetopon*, não apresentou correlação significativa com a porcentagem de matéria orgânica presente no sedimento. É possível afirmar que o balanço energético das espécies de peixes exploradores de fundo é mais complexo que a relação direta entre disponibilidade de alimento e o acúmulo energético no músculo. A dinâmica energética, além de ser influenciada por variáveis abióticas, é fortemente dependente da fisiologia e das demais atividades desenvolvidas pelos organismos, em especial as que envolvem a atividade reprodutiva.

## REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F., E. GOULART, E. A. L. KASHIWAQUI & M. R. SILVA. 2006. *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 (Characiformes: Characidae) in the Alagados Reservoir, Paraná, Brazil: diet composition and variation. *Neotropical Ichthyology* 4: 349-356.
- AGOSTINHO, A. A., N. S. HAHN, L. C. GOMES & L. M. BINI. 1997. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M., A. A. AGOSTINHO & N. S. HANH. (eds) *Planície de inundação do rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM/NUPELIA, Maringá, PP. 209-228.
- AGOSTINHO, A. A. & H. F. JÚLIO JR. 1999. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. In: LOWE-McCONNEL, R. H. (Ed.). *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. (Trads.: Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & P. T. M. Cunningham. São Paulo: EDUSP. pp. 374-400.
- AGOSTINHO, A. A., L. C. GOMES, S. VERÍSSIMO & E. K. OKADA. 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.
- ANJOS, A. F., A. M. TAKEDA & G. D. PINHA. 2011. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae em diferentes ambientes do complexo - rio Baía, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Science*, 33: 417-426.
- BAILLY, D., V. F. BATISTA-SILVA, M. C. F. ABELHA, E. A. L. KASHIWAQUI, C. A. FERNANDES & E. D. CARVALHO. 2011. Relative abundance and reproductive tactics of a Loricariidae species at Saraiva Lagoon, Ilha Grande National Park, MS-PR, Brazil. *Biota*

Neotropica, 11: 171-178.

BEGON, M., C. R. TOWNSEND & J. L. HARPER. 2007. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, 4 ed., p.759.

BIANCHINI JUNIOR, I. 1999. Aspectos do processo de decomposição nos Ecossistemas aquáticos continentais. In: POMPEO, M. L. M. (Org.). Perspectivas da Limnologia no Brasil. São Luís: União. p. 21- 43.

BONATO, K. O., R. L. DELARIVA, & DA SILVA, J. C. 2012. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the Northwest of Parana, Brazil. Zoologia, 29: 27-38.

BOWEN, S. H. 1983. Detritivory in Neotropical fish communities. Environmental Biology of Fishes, 9:137–144.

BOWEN, S. H. 1987. Composition and nutritional value of detritus. In: MORIART, D. J. W., PULLIN, R. S. V. (Ed.) Detritus and microbial ecology in aquaculture. ICLARM Conference Proceedings. International Center for Living Aquatic Resource Management, Manila, Philippines, p.192-216.

BUCHHEISTER, A., M. T. WILSON, R. J. FOY & D. A. BEAUCHAMP. 2006. Seasonal and geographic variation in condition of juvenile walleye pollock in the Western Gulf of Alaska.

BURRESS, E. D., A. DUARTE, M. M. GANGLOFF & L. SIEFFERMAN. 2013. Isotopic trophic guild structure of a diverse subtropical South American fish community. Ecology of Freshwater Fish, 22: 66–72.

CALOW, P. 1985. Adaptive aspects of energy allocation. In: TYTLER, P. & P. CALOW, (Ed). Fish energetics: new perspectives. London; Sydney: Croom Helm, pp. 1-31.

CAMARA, E. M., E. P. CARAMASCHI & A. C. PETRY. 2011. Fator de condição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. Oecologia Australis,15: 249-274.

CATELLA , A. C. & M. PETRERE JR. 1996. Feeding patterns in a fish community of Baía da Onça, a floodplain lake of the Aquidauana River, Pantanal, Brazil. Fisheries Management and Ecology, 3: 229-237.

- COWEL, R. K. & D. J. FUTUYMA. 1971. On measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 52: 567-576.
- CUNICO, A. M., W. J. GRAÇA, S. VERÍSSIMO & L. M. BINI. 2002. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum Biological Science*, 24: 383-389.
- DOURADO, E. C. S. & E. BENEDITO-CECILIO. *Ecologia energética de peixes: influência de fatores abióticos e bióticos*. EDUEM, Maringá, 2005.
- ESPÍNOLA, L. A., E. A. P. SANTOS., W. M. DOMINGUES & E. BENEDITO. 2010. Conteúdo calórico de músculos de *Prochilodus lineatus* (Characiformes: Prochilodontidae) no reservatório de Manso, Brasil. *Interciencia*, 35: 445-449.
- ESPÍNOLA, L. A., JULIO, H. F. & BENEDITO, E. 2012. Invasive non-native species of fish in upper Parana river Basin, Brazil: variations of caloric content in *Cichla kelberi*. *Neotropical Ichthyology*, 10: 401-408.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 226p, 1998.
- FARIA, A. C. E. A., E. BENEDITO. 2011. Quality and digestibility of food ingested by different trophic fish groups in the Upper Paraná River floodplain. *Revista de Biologia Tropical*, 59: 85-101.
- FUGI, R., N. S. HAHN & A. A. AGOSTINHO. 1996. Feeding styles of five species of bottom feeding fishes of the high Paraná river. *Environmental Biology of Fishes*, 46: 297-307.
- FUGI, R., A. A. AGOSTINHO & N. S. HAHN. 2001. Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. *Revista Brasileira de Biologia*, 61: 27-33.
- GARCIA, D., E. BENEDITO & A. M. TAKEDA. 2010. Caloric Density of *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes: Loricariidae) in the Upper Paraná River Floodplain, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53: 1109-1118.
- GARCIA, D. & E. BENEDITO. 2010. Variation in energy density of *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes: Loricariidae) in the upper Paraná River basin. *Neotropical Ichthyology*, 8: 321-327.

- GASPAR da LUZ, K. D., F. ABUJANRA, A. A. AGOSTINHO & L. C. GOMES. 2001. Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Science*, 23: 401-407.
- GIMENES, M. F., E. BENEDITO-CECILIO, A. M. TAKEDA & M. R. Vismara. 2004. Availability of sedimentary organic matter for benthic fishes of the upper Paraná river floodplain. *Acta Scientiarum Biological Science*, 26: 181-187.
- HAHN, N. S., I. F. ANDRIAN, R. FUGI & V. L. L. ALMEIDA. 1997. Ecologia trófica. in: VAZZOLER, A. E. A. M., A. A. AGOSTINHO & N. S. HAHN. (Eds) A planície de inundação do rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM/NUPELIA, Maringá, 209-228.
- HAKANSON, L. & M. JANSSON. 1983. Principles of lake sedimentology. Berlin: Springer-Verlag, 316 p.
- HONDORP, D. W., S. A. POTHOVEN, & S. B. BRANDT. 2005. Influence of *Diporeia* density on diet composition, relative abundance, and energy density of planktivorous fishes in southeast Lake Michigan. *Transactions of the American Fisheries Society*, 134: 588-601.
- JACKSON, D. A., P. R. PERES-NETO & J. D. OLDEN. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities — the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 58: 157–170.
- JUNK, W. J. 1980. Áreas inundáveis – Um desafio para a Limnologia. *Acta Amazônica*, 10: 775-795.
- JUNK, W. J., P. B. BAYLEY & R. E. SPARKS. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D. P. (ed.), Proceedings of the International Large River Symposium (LARS). Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110-127.
- LE CREN, E. D. 1951 The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-19.
- LIMA-JUNIOR, S. E. & R. GOITEIN. 2006. Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes: Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, 32: 87-94.

- MÉRONA, B., G. M. SANTOS & R. G. ALMEIDA. 2001. Short term effects of Tucuruí dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology or Fishes*, 60: 375-392.
- MONTEIRO, V., E. BENEDITO & W. M. DOMINGUES. 2007. Efeito da estratégia de vida sobre as variações no conteúdo de energia de duas espécies de peixes (*Brycon hilarii* e *Hypophthalmus edentatus*), durante o ciclo reprodutivo. *Acta Scientiarum Biological Science*, 29: 151-159.
- OLIVEIRA, A. C., M. G. M. SOARES, L. A. MARTINELLI & M. Z. MOREIRA. 2006. Carbon sources of fish in an Amazonian floodplain lake. *Aquatic Science*, 68:229-238.
- PERETTI, D. & I. D. F. ANDRIAN. 2004. Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Parana River floodplain, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 95-103.
- POMBO, M., M. R. DENADAI & A. TURRA. 2013. Seasonality, dietary overlap and the role of taxonomic resolution in the study of the diet of three congeneric fishes from a Tropical Bay. *PLoS ONE* 8: e56107. doi:10.1371/journal.pone.0056107
- POTHOVEN, S. A., T. F. NALEPA, C. P. MADENJIAN, R. R. REDISKE, P. J. SCHNEEBERGER & J. X. HE. 2006. Energy density of lake whitefish *Coregonus clupeaformis* in Lakes Huron and Michigan. *Environmental Biology of Fishes*, 76: 151-158.
- ROBERTO, M. C., N. F. SANTANA & S. M. THOMAZ. 2009. Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology*, 69: 717-725.
- SALVADOR, L. F., Jr., G. N. SALVADOR & G. B. SANTOS. 2009. Morphology of the digestive tract and feeding habits of *Loricaria lentiginosa* Isbrucker, 1979 in a Brazilian reservoir. *Acta Zoologica*, 90: 101-109.
- SILVA, D. S., E. E. MARQUES & S. F. LOLIS. 2012. Macrófitas aquáticas: “vilãs ou mocinhas”? *Interface*, 4: 17-27.

THOMAZ, S. M., M. C. ROBERTO & L. M. BINI. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Eds.: Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn, Maringá : EDUEM : Nupélia, p. 73-102.

THOMAZ, S. M., G. PEREIRA & T. A. PAGIORO. 2001. Microbial respiration and chemical composition of different sediment fractions in waterbodies of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61: 277- 286.

THOMAZ, S. M., T. A. PAGIORO, L. M. BINI, M. C. ROBERTO & R. R. A. ROCHA. 2004. Limnology of the upper Paraná floodplain habitats: patterns of spatiotemporal variations and influence of the water levels. In: AGOSTINHO, A. A., L. RODRIGUES, L. C. GOMES, S. M. THOMAZ & L. E. MIRANDA. (Ed.) Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain: LTER – Site 6 – (PELD – Sítio 6). Maringá: Eduem. p. 37-41.

TOCKNER, K., D. PENNETZDORFER, N. REINER, F. SCHIEMER, J. V. WARD. 1999. Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river–floodplain system (Danube, Austria). *Freshwater Biology*, 41: 521-535.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. *Biologia reprodutiva de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM. 169p.

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 Biological Science*, 26: 189-199.

WETZEL, R. G. 1975. *Limnology*. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Company.

YOSSA, M. I. & C. A. R. M. ARAUJO-LIMA. 1998. Detritivory in two Amazonian fish species. *Journal of Fish Biology*. 52, 1141-1153.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. London, Prentice Hall, 662p.