

2.12. Alimentação de peixes

Participação de bivalves invasores na dieta de *Pterodoras granulosus*

Geuza Catanhede da Silva
Norma Segatti Hahn
Rosemara Fugi
Éder Gubiani

Introdução

Pterodoras granulosus (Valenciennes, 1821), um doradídeo de grande porte, ocupava originalmente as regiões média e baixa do rio Paraná. Após a formação do reservatório de Itaipu, os Saltos de Sete Quedas que era uma barreira natural à distribuição dos peixes a montante foi inundado, permitindo com que essa espécie colonizasse os trechos mais altos desse rio (Agostinho *et al.*, 2003). Atualmente é a espécie mais capturada na pesca comercial do reservatório de Itaipu (Agostinho *et al.*, 2003) e muito abundante nos canais e rios da planície de inundação do alto rio Paraná (Agostinho *et al.*, 2004).

O armado, como é popularmente conhecido, é considerado um peixe onívoro (Hahn *et al.*, 1992, 1997; Gaspar da Luz *et al.*, 2002), embora na planície de inundação do alto rio Paraná tenha apresentado forte tendência à herbivoria (Hahn *et al.*, 1992). Além dos vegetais, larvas aquáticas de insetos e moluscos tiveram participação expressiva em ocorrência na dieta dessa espécie (Hahn *et al.*, 1992). É possível que o hábito de explorar o fundo dos corpos d'água seja uma característica da família Doradidae, pois outros representantes, como *Oxydoras niger*, *Trachydoras paraguayensis* e *Megalodoras* sp., utilizam a bentofauna como fonte de alimento (Lauzanne & Loubens, 1985; Hahn *et al.*, 1991; Sabaj & Ferraris Jr., 2003).

Corbicula fluminea (Müller) ou molusco asiático e *Limnoperna fortunei* (Dunker) ou mexilhão dourado são duas espécies de bivalves de água doce do sudoeste da Ásia, que a partir de 1970 alcançaram a região neotropical através da costa Argentina, estuário do rio da Plata (Ituarte, 1981). Na planície de inundação de alto rio Paraná, *C. fluminea* tem sido documentada desde 1990 (Takeda *et al.*, 2004) e as populações de *L. fortunei* tem mostrado um crescimento exponencial desde o final de 2002 (Takeda *et al.*, 2003).

A introdução de espécies invasoras afeta a biodiversidade nativa, o funcionamento do ecossistema, a saúde de animais e plantas e a economia humana (Darrigran, 2002). Vários autores relatam impactos causados pela introdução desses bivalves, tanto econômicos, como obstrução de hidrelétricas (Darrigran, 2002; Mansur *et al.*, 2004), problemas em estações de tratamento de água, sistemas de refrigeração (Boltovskoy & Cataldo 1999; Darrigran, 2002) e embarcações (Mansur, 2003), quanto ambientais, como alteração na diversidade e abundância de macroinvertebrados nativos, em especial bivalves e gastrópodes (Darrigran *et al.*, 1998; Takeda *et al.*, 2004).

Altas densidades de *C. fluminea* e *L. fortunei* certamente representam uma abundante oferta de alimento para os peixes, em particular para aqueles que apresentam elevada flexibilidade alimentar. Para o anostomídeo *Leporinus obtusidens*, por exemplo, *L. fortunei* representa a principal fonte de alimento no rio da Plata (Penchaszadeh *et al.*, 2000). Dessa maneira, a introdução dessas espécies pode alterar a estrutura das teias alimentares aquáticas por provocar mudanças na dieta das espécies nativas. Cataldo *et al.* (2002) comentam que na bacia do Plata, antes da chegada destes moluscos, a malacofauna tinha uma incidência muito baixa na dieta dos peixes.

No reservatório de Itaipu, uma baixa variação no nível de água em 1992, pode ter sido o fator responsável pela instalação e explosão de *C. fluminea* (Okada, 2001), que passou a ser o recurso alimentar mais importante na dieta de *P. granulatus* nos anos de 1994-96 (Gaspar da Luz *et al.*, 2002). Além deste, outros trabalhos relatam a intensa predação desses bivalves invasores por *P. granulatus* (Darrigran & Colauti, 1994; Montalto *et al.*, 1999; Ferriz *et al.*, 2000; Cataldo *et al.*, 2002), que além de onívoro é altamente oportunista.

O presente estudo teve por finalidade avaliar o estado atual da dieta de *P. granulatus*, em diferentes ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná, onde moluscos invasores vem se instalando com sucesso. Através da composição da dieta pretende-se obter subsídios sobre o comportamento de forrageamento desse predador e discutir seu possível papel como dispersor ou controlador biológico de tais moluscos.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

A planície de inundação do alto rio Paraná está situada entre o reservatório de Porto Primavera e a foz do rio Piquiri (Fig. 1) e apresenta uma extensão de 230 km, chegando a atingir 20 km de largura. Representa o último trecho livre de barramento do rio Paraná em território brasileiro. A planície de inundação é composta por numerosos canais secundários, lagoas, o rio Baía e os trechos inferiores dos rios Ivaí, Ivinhema, Piquiri, Amambaí e Iguatemi (Agostinho & Zalewski, 1995; 1996). Nesse trecho, o rio Paraná apresenta um amplo canal anastomosado, com baixa declividade (0,09m/km) (Agostinho *et al.*, 1995).

Além do subsistema Paraná (22°43'S e 53°11'W), foram selecionados para amostragem os subsistemas Baía e Ivinhema. O rio Baía (22°43'S e 53°18'W) apresenta canal semilótico e forma inúmeras lagoas ao longo do seu curso. O rio Ivinhema (22°49'S e 53°33'W) por sua vez, tem canal tipicamente lótico com águas turbulentas e é um dos principais contribuintes da margem direita do rio Paraná. Ambos subsistemas estão localizados no estado do Mato Grosso do Sul (Fig. 1). Informações complementares acerca da caracterização limnológica e física dos subsistemas podem ser encontradas em Thomaz *et al.* (2004) e Souza Filho & Stevaux (2004).

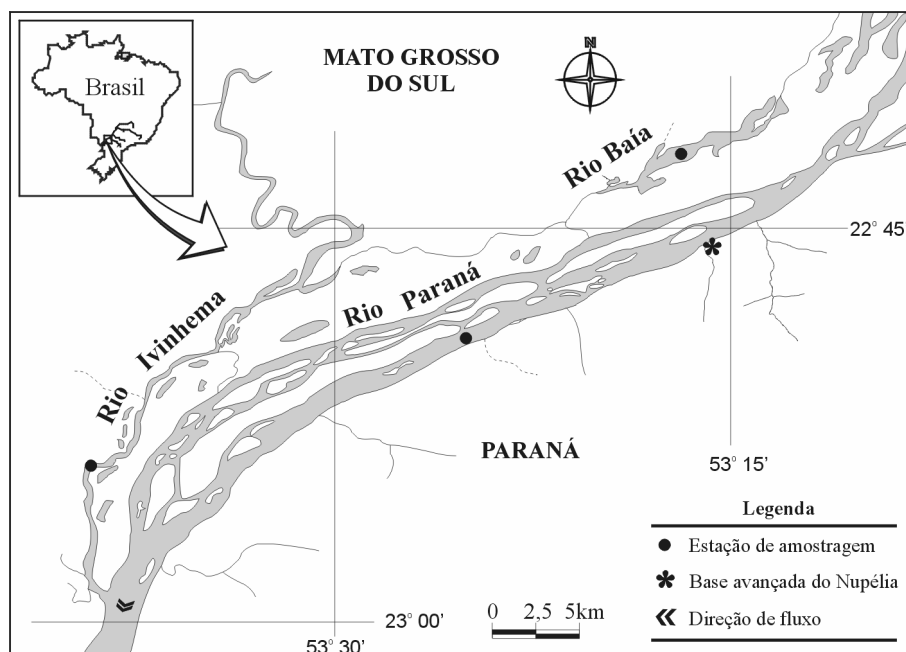


Figura 1. Planície de inundação do alto rio Paraná (PR/MS), evidenciando os subsistemas Paraná, Baía e Ivinhema.

Amostragem

Os espécimes de *P. granulosus* foram capturados por meio de redes de espera de diferentes malhagens (2, 4, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 e 16mm entre nós opostos), além de espinhéis (4/0, 7/0 e 9/0). As coletas foram realizadas trimestralmente, de junho de 2004 a junho de 2005, nos três subsistemas da planície de inundação do alto rio Paraná: rios Baía, Ivinheima e Paraná. Após as despescas e obtenção das biometrias (comprimento padrão, em centímetros) os exemplares foram eviscerados e os estômagos e intestinos fixados em formol a 4%. Os conteúdos estomacais e intestinais foram analisados sob microscópio estereoscópico e os itens identificados através de chaves de identificação específicas.

Composição da dieta

Para a análise dos conteúdos, foram estimadas a frequência de ocorrência e a frequência gravimétrica (Hyslop, 1980) dos itens alimentares. Esses dados foram utilizados para o cálculo do Índice Alimentar (IAi), o qual foi modificado adequando-se o peso ao volume originalmente proposto, através da expressão:

$$IAi = \frac{FO \times FG}{\sum (FO \times FG)} \times 100$$

onde:

FO = frequência de ocorrência

FG = frequência gravimétrica

Diferenças espaciais na dieta do armado nos três subsistemas foram verificadas através uma análise de ordenação (Análise de Correspondência-CA; Gauch Jr., 1982) sobre os dados do IAi. Para testar essas diferenças foi aplicada a correlação de rank de Spearman (Zar, 1994).

Os exemplares de peixes foram divididos em 7 classes de tamanho, com base na amplitude do comprimento padrão: 1 (< 30cm; n = 7), 2 (30-35cm; n = 17), 3 (35-40cm; n = 10), 4 (40-45cm; n = 6), 5 (45-50cm; n = 7), 6 (50-55cm; n = 2) e 7 (> 55cm; n = 6). De cada exemplar foi mensurado um máximo de 200 conchas, de cada gênero de molusco predado, para a obtenção do tamanho médio das presas ingeridas por classe de tamanho do predador.

O trato digestório foi dividido em: estômago (Est), intestino anterior (Ina), médio (Inm) e posterior (Inp). Os moluscos foram também avaliados quanto ao grau de digestão nas diferentes porções do trato digestório do predador, através da seguinte escala: (1) concha sem conteúdo ou vazia; (2) concha com conteúdo.

As análises gráficas e estatísticas foram conduzidas no software STATISTICA™ 7.1 (Statsoft, 2005), à exceção do gráfico da CA que foi produzida no programa PC-ORD 4.1 for Windows (McCune & Mefford, 1999).

Resultados

Foram amostrados os tratos digestórios de 84 indivíduos de *P. granulosus*, sendo que a análise do conteúdo alimentar revelou que em 57 deles (67,8%) os moluscos invasores *C. fluminea* e/ou *L. fortunei* ocorreram.

O índice alimentar apontou diferenças na dieta de *P. granulosus* entre os subsistemas Baía, Ivinheima e Paraná. No rio Baía, *C. fluminea* representou mais de 90% da dieta, enquanto que no rio Paraná houve predomínio de *L. fortunei* (36,7%), seguido de vegetal (26,4%), pedra (21,3%), detrito/sedimento (7,8%) e fruto/semente (4,2%). No Ivinheima os itens de origem vegetal totalizaram

quase 95% da dieta (Tab. 01). Dentre esses itens foram mais frequentes aqueles pertencentes aos gêneros *Inga*, *Cecropia*, *Ficus* e *Chrysophyllum*.

O eixo 1 da análise de correspondência explicou 86% da ordenação dos dados. Esse eixo foi retido para a interpretação e mostrou uma nítida segregação dos exemplares coletados no rio Baía em relação àqueles provenientes dos demais subsistemas (Fig. 02). Esse padrão foi confirmado pelos valores de correlação-R de Spearman, os quais apontaram correlação negativa dos exemplares do Baía com os do Ivinheima e Paraná, sendo que entre esses últimos houve correlação positiva. O teste de rank de Spearman indicou que essas correlações entre os pares de subsistemas analisados foram significativas (Tab. 2).

Tabela 1. Valores do índice alimentar obtidos para *Pterodoras granulosus* em três subsistemas da planície de inundação do alto rio Paraná (junho/04 a junho/05). n = número de indivíduos analisados; FO = frequência de ocorrência; FG = frequência gravimétrica; IAi = índice alimentar.

LOCAL ITENS	Rio Baía (n = 12)			Rio Paraná (n = 38)			Rio Ivinheima (n = 34)		
	FO	FG	IAi	FO	FG	IAi	FO	FG	IAi
<i>Limnoperna</i>	16,67	0,02	< 0,01	71,05	20,82	36,71	23,53	5,32	1,63
<i>Corbicula</i>	100,00	84,15	91,68	60,53	1,50	2,25	35,29	4,33	1,99
massa de molusco	66,67	5,35	3,89	26,32	1,35	0,88	17,65	0,43	0,10
outros moluscos	16,67	0,48	0,09	10,53	1,31	0,34	17,65	1,29	0,30
Insetos				2,63	< 0,01	< 0,01	2,94	0,04	< 0,01
Peixe				2,63	0,34	0,02			
Vegetal	41,67	8,18	3,71	21,05	50,62	26,45	91,18	76,51	90,77
Fruto/semente	8,33	0,56	0,05	42,10	4,01	4,19	35,29	9,15	4,20
Pedra				57,89	14,85	21,35	8,824	1,175	0,13
detrito/sedimento	41,67	1,25	0,57	60,53	5,19	7,80	38,23	1,77	0,88

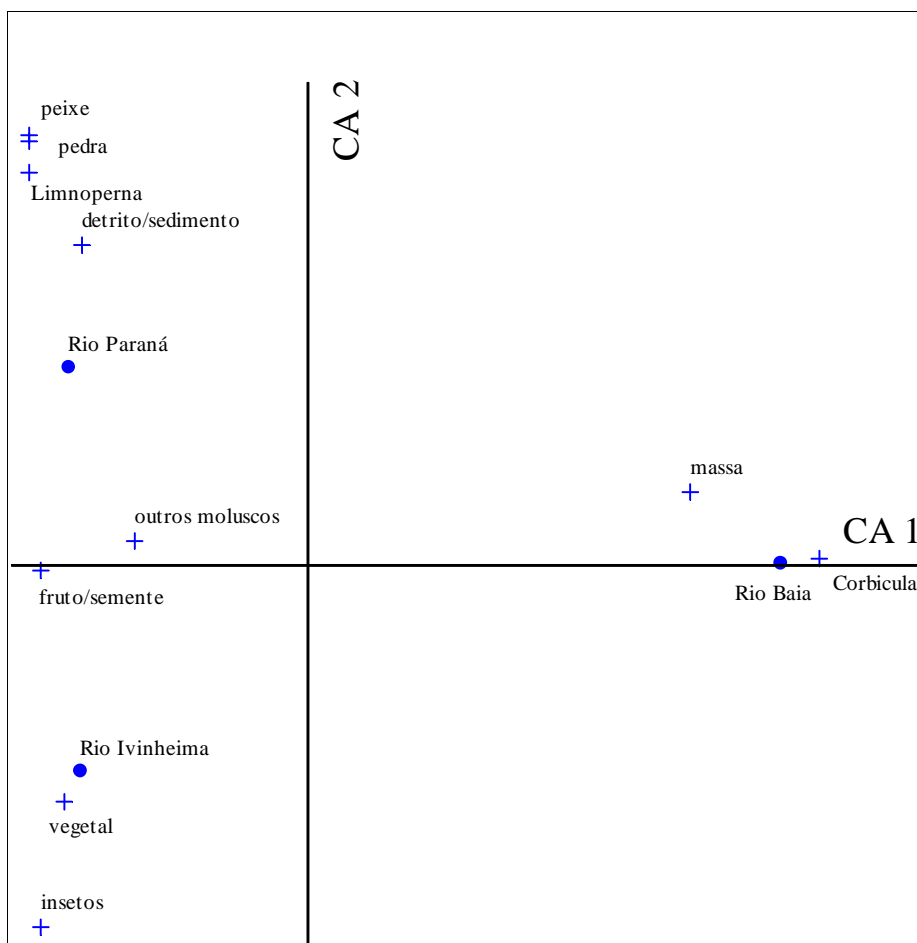


Figura 2. Análise de Correspondência (CA) com os valores do Índice Alimentar obtidos de *Pterodoras granulatus* por subsistema amostrado na planície de inundação do alto rio Paraná (junho/04 a junho/05).

Tabela 2. Correlação de rank de Spearman entre os pares de subsistemas amostrados na planície de inundação do alto rio Paraná (junho/04 a julho/05), utilizando os valores do Índice Alimentar obtidos de *Pterodoras granulatus*. Valores de P estão em itálico e os valores de R estão em negrito.

	Rio Baía	Rio Paraná	Rio Ivinheima
<i>Rio Baía</i>		<i>0,383317</i>	<i>0,879048</i>
Rio Paraná	-0,392857		<i>0,099186</i>
Rio Ivinheima	-0,071429	0,583333	

Para o estabelecimento da relação predador-presa, o comprimento médio da concha de cada espécie de molusco foi plotado por classe de tamanho do peixe (Fig. 3). *Corbicula fluminea* e *Limnoperna fortunei* mostraram uma tendência similar. Verificou-se que conforme aumenta o tamanho do predador, ocorre concomitantemente, leve incremento no tamanho das conchas, muito embora seja nítido um decréscimo no comprimento das presas a partir da classe 6 do predador. A figura 3 revela ainda uma maior variação em torno da média para as conchas de *C. fluminea*.

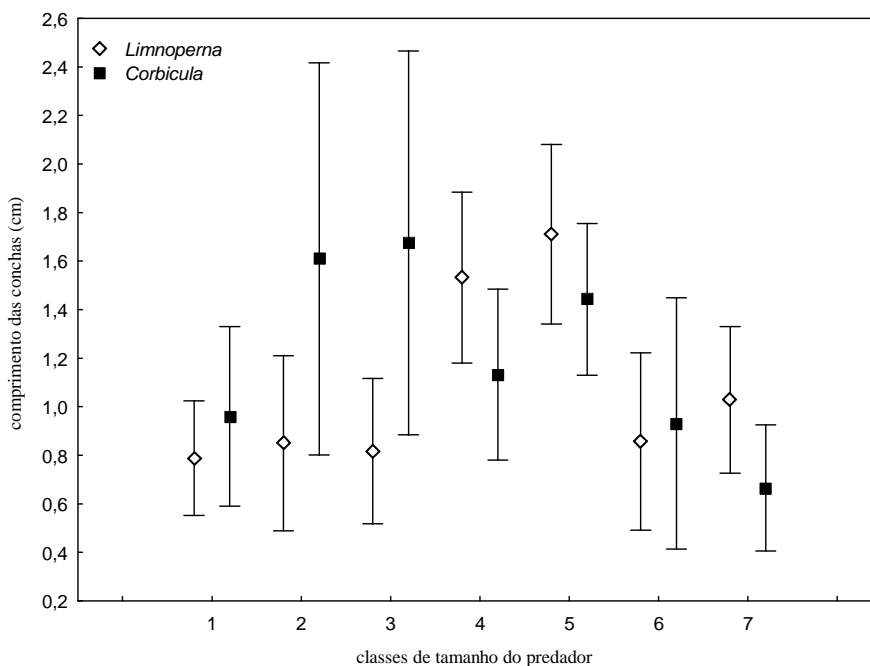


Figura 3. Relação entre os comprimentos padrão de *Pterodoras granulosus* e o comprimento médio de suas presas *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea*, na planície de inundação do alto rio Paraná (junho/04 a junho/05). Classes de tamanho do predador: 1 = < 30cm, 2 = 30-35cm, 3 = 35-40cm, 4 = 40-45cm, 5 = 45-50cm, 6 = 50-55cm e 7 = > 55cm. As barras verticais representam o desvio padrão.

Em relação ao grau de digestão dos moluscos ao longo do trato digestório, observa-se um aumento acentuado de conchas vazias de *L. fortunei* a partir da porção anterior do intestino. Para essa espécie de molusco, o peso das conchas com conteúdo foi superior ao das conchas vazias apenas no estômago. Já para *C. fluminea* o peso das conchas com conteúdo foi superior àquelas sem conteúdo, em todas as porções do trato digestório, embora tenha ocorrido um leve aumento de moluscos com concha vazia a partir do estômago (Fig. 4). Comparando as duas espécies de presas, nota-se que o peso das conchas de *C. fluminea* com conteúdo é maior que o peso das conchas de *L. fortunei*, em todo trato digestório.

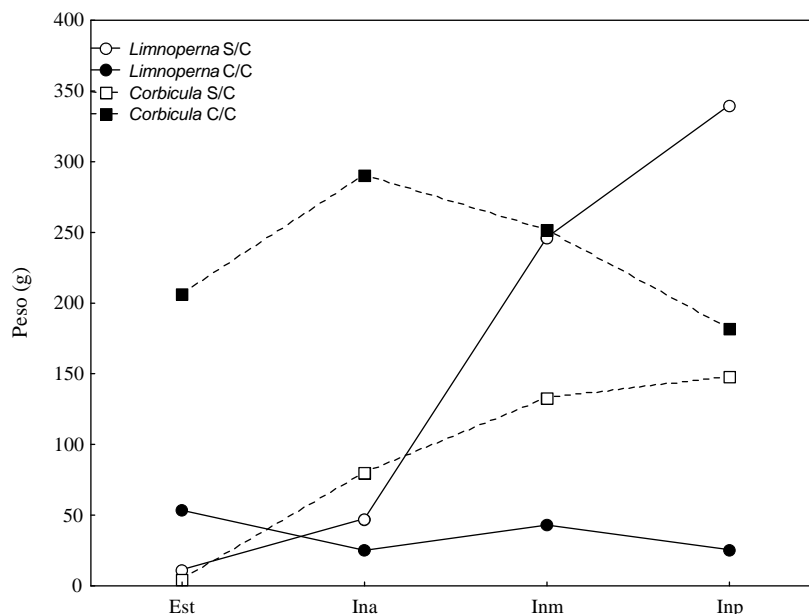


Figura 4. Grau de digestão dos moluscos *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea* ao longo do trato digestório de *Pterodoras granulosus* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná (junho/04 a junho/05). Est = estômago; Ina = intestino anterior; Inm = intestino médio; Inp = intestino posterior; S/C = conchas sem conteúdo ou vazias; C/C = conchas com conteúdo.

Considerando os valores pronunciados de conchas com conteúdo de *C. fluminea* nas porções finais do intestino, foi contabilizado nessa categoria o número de conchas fechadas ao longo do trato digestório. Os valores em porcentagem demonstram que embora haja aumento evidente de conchas abertas, cerca de 30% das conchas no intestino posterior ainda permanecem fechadas (Fig. 5).

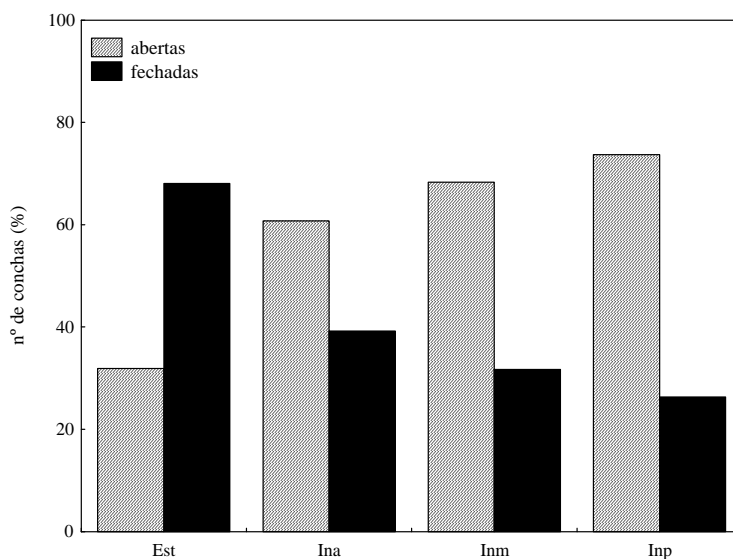


Figura 5. Percentual de conchas com conteúdo abertas e fechadas de *Corbicula fluminea* ao longo do trato digestório de *Pterodoras granulosus* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná (junho/04 a junho/05). Est = estômago; Ina = intestino anterior; Inm = intestino médio; Inp = intestino posterior.

Discussão

A dieta de *P. granulosus* parece refletir a abundância dos recursos alimentares nos diferentes ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná, embora esse tipo de avaliação não tenha sido realizada durante as coletas. Uma evidência dessa afirmação foi a participação expressiva de vegetais nos conteúdos estomacais de exemplares capturados no rio Ivinheima, onde a mata ciliar está amplamente mais preservada que nos demais ambientes (Thomaz *et al.*, 2004). Outro indício dessa afirmação foi o predomínio de *C. fluminea* somente na dieta dos exemplares de *P. granulosus* coletados no rio Baía. Segundo Takeda *et al.* (2004), atualmente esse molusco domina ambientes associados a esse rio, embora sua introdução tenha sido iniciada com a colonização do canal principal do rio Paraná. No subsistema Ivinheima, *C. fluminea* tem começado a se proliferar. Esse molusco é aparentemente bem adaptado a canais secundários devido ao fluxo de água relativamente constante, ausência de variações bruscas no regime hídrico e características físicas e químicas relativamente estáveis (Takeda *et al.*, 2004). Para o subsistema Paraná, no entanto, *L. fortunei* foi o molusco mais predado, o que reflete uma disponibilidade provavelmente maior do mexilhão dourado em relação à *C. fluminea*.

Na categoria “outros moluscos” foram identificados gastrópodes dos gêneros *Pomacea* sp. e *Aylacostoma* sp. e bivalves pertencentes à família Mycetopodidae. A baixa participação desses moluscos na dieta do armado é, provavelmente, reflexo de suas baixas ocorrências nos ambientes amostrados. Segundo Mansur *et al.* (2004), *Limnoperna fortunei* costuma fixar-se à região posterior de bivalves e gastrópodes nativos, não permitindo o fechamento total de suas valvas. Darrigran *et al.* (1998) acreditam que, com o estabelecimento de *L. fortunei*, os gastrópodes autóctones tendem a diminuir em densidade e serem substituídos por outros moluscos.

O tamanho médio das conchas de *C. fluminea* e *L. fortunei* consumidas foi levemente maior à medida que aumenta o tamanho do predador. Resultado semelhante foi relatado por Darrigran & Colauti (1994) em um estudo sobre a alimentação de *P. granulosus* no rio da Plata, embora os autores acreditem que o armado não apresenta esse tipo de seleção. No presente estudo um decréscimo no tamanho médio das duas espécies de moluscos nos exemplares com comprimentos superiores a 50cm pode ser reflexo do hábito oportunista da espécie. *P. granulosus* parece maximizar seus ganhos energéticos economizando na busca por alimento, embora seja consenso que predadores maiores tenham maiores demandas de energia e por isso busquem itens presa maiores, os quais são energeticamente mais vantajosos (Elliot & Hurley, 2000). Segundo a teoria de forrageamento ótimo, o predador faz um prévio julgamento entre, a energia e o tempo requerido para se deslocar até a presa grande e o ganho em capturar uma presa próxima de tamanho pequeno (Gerking, 1994).

Comparando as duas espécies de moluscos, observa-se que *L. fortunei* teve menor contribuição em peso na dieta de *P. granulosus*, devido ao menor tamanho das conchas; em contrapartida, a espécie apresentou valores mais elevados de frequência de ocorrência. Resultados semelhantes foram obtidos por Ferriz *et al.* (2000). Como a concha de *L. fortunei* é frágil, o armado consegue digerir seus tecidos mais rapidamente; já a partir da porção anterior do intestino há um aumento acentuado de conchas vazias. A inexpressiva quantidade de conchas com conteúdo no final do trato digestório, indica que o mexilhão dourado é uma importante fonte de alimento para a espécie de peixe estudada. *Corbicula fluminea*, por sua vez, apresenta uma concha mais resistente. A proporção de conchas abertas (com e sem conteúdo) e fechadas ao longo do trato digestório demonstram, aparentemente, uma maior dificuldade de *P. granulosus* em ter acesso aos tecidos desse molusco.

Algumas espécies de peixes podem restringir a dispersão e conseqüentemente a dominância de moluscos invasores através do forrageamento. Cataldo *et al.* (2002) concluíram, através de experimentos em macrocosmos, que a predação por parte de algumas espécies de peixes tem sido muito efetiva para manter o controle sobre o mexilhão dourado. Dessa forma, não parece impróprio supor que *P. granulosus* esteja se comportando como potencial controlador biológico, se consideradas as grandes quantidades de *C. fluminea* e de *L. fortunei* encontradas em seus tratos digestórios. Ressalta-se, entretanto, que a velocidade de expansão desses moluscos no ambiente, em especial de *L. fortunei*, é muito elevada e eles ainda conseguem manter níveis populacionais muito altos. Outros estudos enfatizam o controle biológico de *P. granulosus* sobre os moluscos invasores (Gaspar da Luz *et al.*, 2002; Darrigran & Colauti, 1994; Ferriz *et al.*, 2000). López Armengol & Casciotta (1998), estudando a alimentação do scianídeo *Micropogonias furnieri* concluíram que a exterminação do mexilhão dourado no estuário do rio da Plata através da predação parece improvável. De qualquer maneira, a predação por peixes pode atuar como uma alternativa mitigadora do impacto causado pelos moluscos invasores.

Embora se alimentando na superfície da região marginal, como evidenciado pelo consumo de partes de vegetais superiores terrestres, a presença marcante da macrofauna bêntica no conteúdo alimentar indicam que esse peixe explora todo o ambiente a procura de alimento (Hahn *et al.*, 1992). Como migrador de longa distância (Souza-Stevaux *et al.*, 1994; Sabaj & Ferraris Jr., 2003; Agostinho, *et al.*, 2003), amplamente distribuído no rio Paraná e com hábito alimentar onívoro (Hahn *et al.*, 1992; 1997), a espécie tem comportamento favorável à atuação como agente dispersor, de acordo com Gottsberger (1978). A quantidade de sementes intactas e viáveis na porção final do seu trato alimentar sugere que esta espécie pode ser importante para a dispersão de espécies de plantas à montante do rio

(Souza-Stevaux *et al.*, 1994) tais como *Cecropia pachystachya* (Pilatti *et al.*, 1997), contribuindo para ampliar a área de colonização ou de ocupação de espécies vegetais.

Diferentemente das outras espécies de peixes que estão se alimentando dos moluscos invasores, como *Micropogonias furnieri* e *Leporinus obtusidens* (López Armengol & Casciotta, 1998; Penchaszadeh *et al.* 2000), *P. granulosus* consegue aproveitar os tecidos moles tanto de *C. fluminea* como de *L. fortunei* sem danificar as conchas. Além disso, um percentual considerável de conchas de *C. fluminea* ainda encontravam-se fechadas e intactas na porção final do trato digestório. Tal fato representa um indício de que o armado poderia estar contribuindo para a dispersão desse invasor na planície de inundação do alto rio Paraná. Considerando que a proliferação desses moluscos traz impactos altamente negativos, como anteriormente discutido, torna-se urgente investigar meios de dispersão que, juntamente com os meios artificiais, têm contribuído para ampliar a área de ocupação dessas espécies.