

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

**Balanço Energético e Seletividade alimentar de *Hyphessobrycon*
eques e *Serrapinnus notomelas* (Pisces, Characiformes)**

Fábio Eduardo Matheus

Orientadora: Prof^a Odete Rocha

SÃO CARLOS
- 2006 -

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Balanço Energético e Seletividade alimentar de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas* (Pisces, Characiformes).

Fábio Eduardo Matheus

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^a Odete Rocha

SÃO CARLOS
- 2006 -

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M427be

Matheus, Fábio Eduardo.

Balanço energético e seletividade alimentar de
Hyphessobrycon eques e *Serrapinnus notomelas* (Pisces,
Characiformes) / Fábio Eduardo Matheus. -- São Carlos :
UFSCar, 2006.
65 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2006.

1. Limnologia. 2. Seletividade alimentar. 3. Bioenergética.
4. Controle biológico. 5. Balanço energético. 6.
Ecotecnologia. I. Título.

CDD: 574.52632 (20^a)

*Onde cruzam seus talentos e paixões com as
necessidades do mundo, lá está sua direção.*

Aristóteles

Dedico

*Aos meus pais, Carlos e Rosane, à
minha irmã Luciana e à minha
namorada Deborah.*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, pela oportunidade de realização deste curso e deste sonho,

À Comissão de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa.

À professora Dra Odete Rocha, pela orientação do trabalho, e principalmente pela amizade e compreensão de minhas limitações, sendo muitas vezes uma mãe,

A todos os professores do curso de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar,

Aos professores do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Araraquara, por todos os ensinamentos e por toda a confiança e investimento durante os quatro anos de curso,

Ao Fernando, diretor do Parque Ecológico de São Carlos (PESC), pela autorização das coletas e pela amizade.

Ao professor Dr. José Roberto Verani pela enorme amizade e por me auxiliar nos momentos de dificuldade, desde o ingresso do mestrado,

Ao professor Dr. Paulo Pamplin, pela grande amizade e auxílio no decorrer do trabalho, principalmente em minha qualificação,

À professora Dra Maria José, pelo seu carisma e pelas contribuições ao trabalho na qualificação e na defesa da dissertação,

Aos meus pais Carlos e Rosane, por tudo o que vocês me deram e principalmente por me darem força para superar os obstáculos e imprevistos da vida, mesmo que grandes, dando coragem para continuar. Obrigado pai, obrigado mãe.

À minha avó Eurides, por todo o carinho amor e admiração depositados em minha pessoa,

À minha avó Rosa, (em memória), por todo o sacrifício em vida, por toda a dedicação, preocupação e amor até a minha matrícula no mestrado, mas que com certeza me acompanhou até o presente momento,

À minha irmã Luciana, por se orgulhar ao ver mais um passo por mim conquistado, te amo maninha,

À minha namorada Deborah, por todo o amor, carinho e compreensão nos muitos momentos de minha ausência, ao seu companheirismo nos momentos mais difíceis no desenvolver do trabalho, te amo,

Aos meus tios Rosa e Luis, Cristina e Afonso, Ana e Mário Emílio pela vibração positiva e alegria durante o trabalho,

Aos meus primos Cezar, Carol, Patrícia, Gabriela e Débora, que muitas vezes não puderam compartilhar os momentos bons nas reuniões de nossa família devido à minha falta de tempo,

A toda minha família, pois com certeza vocês foram essenciais na realização deste,

Aos amigos do DEBE; Paulo, Magno, Rafael, Zezé, Valdecir, Alcídio, Airton, Luis, Renata, Denise, Fernanda, Fernando, Manuela, Patrícia, Ana Lúcia, Roberta, Kátia, Elisa, Katiucia, Maria de Lourdes e Edna, por toda a força e amizade durante o decorrer da pesquisa e nas horas de descontração na hora do café.

Ao amigo Fernando pela grande amizade e auxílio no decorrer do trabalho,

À Ana, pelo auxílio na formatação final da Dissertação,

Aos amigos e companheiros de curso da Bio – UNIARA, por toda a admiração, pelas boas lembranças de nossas trajetórias, pelos nossos sacrifícios e superações, principalmente dos preconceitos, pois afinal, conquistamos nosso espaço!,

Aos amigos da Bio – UFSCar pela amizade e admiração,

Aos amigos e cunhados ecólogos Leonardo e Gabriela, pela grande amizade, pelas grandes conversas e pelos momentos de descontração, que com certeza me auxiliaram no decorrer do trabalho,

A todos, que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para com a realização deste trabalho,

E principalmente agradeço a Deus, por mais esta oportunidade e por me dar forças para superar mais uma etapa importante em minha vida, um grande sonho!. Muito obrigado !

RESUMO: Balanço energético e seletividade alimentar de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas* (Pisces, Osteichthyes).

A ecologia trófica e os aspectos bioenergéticos da maioria dos peixes de pequeno porte são desconhecidos, embora sejam componentes importantes da ictiofauna, contribuindo grandemente para a riqueza de espécies, e para o fluxo de energia dos ecossistemas aquáticos. Os balanços energéticos e a seletividade alimentar de duas espécies de peixes de pequeno porte, *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, foram estudados. As populações naturais foram amostradas no rio Monjolinho, São Carlos, SP, entre setembro e dezembro de 2005, e janeiro a abril de 2006. Os experimentos de seletividade alimentar e de balanço energético foram realizados em laboratório, utilizando-se invertebrados planctônicos e bentônicos como itens alimentares. Ambas espécies apresentaram seleção positiva para: larvas de *Aedes aegypti*, *Daphnia laevis*, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Chironomus xanthus*, *Chaoborus sp*, Oligochaeta e ausência de seleção ou seleção negativa para *Hyaella meinerti* e *Cypricercus mucronata*. A seleção alimentar positiva para as larvas de *Aedes aegypti* evidenciam estas espécies como promissoras para o controle biológico preventivo de epidemias de dengue. O balanço energético evidenciou que *S. notomelas* apresenta maior consumo e assimilação superior à de *H. eques*, contudo a sua eficiência de produção é menor, devido aos gastos mais elevados com a respiração. Ambas espécies tiveram eficiências instantâneas de produção líquida ($K2_i$), mais elevadas do que aquelas reportadas na literatura como referência padrão para peixes com alimentação de origem animal, e também mais elevadas do que aquelas reportadas às populações naturais de peixes de pequeno porte em região tropical.

Palavras-chave: seletividade alimentar, balanço energético; bioenergética; controle biológico;

Abstract: Energy budget and food selectivity of *Hyphessobrycon eques* and *Serrapinnus notomelas* (Pisces, Osteichthyes).

The trophic ecology and bioenergetic aspects of most small fishes were not yet investigated, although they are important components in the ictiofauna, largely contributing to the richness of species and to the energy flow in aquatic ecosystems. The energy budgets and the food selectivity of two species of small fishes, *Hyphessobrycon eques* and *Serrapinnus notomelas*, were analysed. Natural populations were sampled from Monjolinho River, São Carlos, SP, in the period between September to December 2005, and January to April 2006. Food selectivity experiments and energy budgets experiments were performed in the laboratory using planktonic and benthic invertebrates as food items. Food selection was evaluated by Paloheimo index, by calculating the normalized forage ratio. Both species had preference and positive selection for the dipteran larvae *Aedes aegypti*, *Chironomus xanthus* and *Chaoborus sp.*, as well as for the cladocerans *Daphnia laevis* and *Ceriodaphnia silvestrii*. They presented negative selection or absence of selection for *Hyalella meinerti* and *Cypricercus mucronata*. The positive selection of both species of fishes for the larvae of *Aedes aegypti* evidenced that they have potential to be used in the biological control on dengue disease epidemics. The results obtained from the energy balances revealed that *S. notomelas* has higher consumption and assimilation rates than *H. eques*, however its production efficiency is lower as a consequence of higher metabolic expenditures. On average the production efficiency was 53% for *H. eques* and 22% for *S. notomelas*. The values obtained for the instantaneous net production efficiency of both species were higher than those reported in the literature for carnivorous fishes (20%) and also higher than those reported for natural populations of small fishes in tropical regions.

Key words: food selectivity, energy budgets; fish bioenergetics; biological control;

SUMÁRIO

1.	<i>Introdução</i>	15
2.	<i>Objetivos</i>	17
	2.1 <i>Geral</i>	17
	2.2 <i>Específicos</i>	18
3.	<i>Materiais e Métodos</i>	18
	3.1 <i>Local de Coleta (Área de Estudo)</i>	18
	3.2 <i>Caracterização Geral das Espécies de Peixes</i>	19
	3.3 <i>Metodologia de Coleta e Aclimação dos</i> <i>Indivíduos</i>	21
	3.4 <i>Determinação de Biomassa</i>	22
	3.5 <i>Determinação da Seletividade Alimentar</i>	24
	3.6 <i>Balanco Energético</i>	26
	3.7 <i>Medidas das Funções Metabólicas Básicas</i>	27
4.	<i>Resultados</i>	29
	4.1 <i>Biomassa dos Itens alimentares</i>	29
	4.2 <i>Biomassa dos Peixes</i>	29
	4.3 <i>Parâmetros Básicos do Balanco Energético</i>	31
	4.3.1 <i>Consumo</i>	31
	4.3.2 <i>Egesta</i>	33
	4.3.3 <i>Assimilação</i>	35
	4.3.4 <i>Produção</i>	36

<i>4.3.5 Respiração.....</i>	38
<i>4.4 O Balanço Energético de Hyphessobrycon eques e de Serrapinnus notomelas.....</i>	39
<i>4.5 Eficiências Energéticas</i>	41
<i>4.6 Seletividade Alimentar</i>	43
<i>Discussão</i>	47
<i>Conclusões</i>	52
<i>Referências Bibliográficas</i>	53
<i>Anexos</i>	58
<i>Anexo 1</i>	59
<i>Anexo 2</i>	63

Lista de Figuras:

Figura 01 - Vista geral do curso d'água (Rio Monjolinho)	18
Figura 02 - Ponto de coleta de peixes no rio Monjolinho	19
Figura 03 - <i>Hyphessobrycon eques</i>	19
Figura 04 - <i>Serrapinnus notomelas</i>	19
Figura 05 - Indivíduos de <i>Hyphessobrycon eques</i> em aquário durante o período de aclimatação	22
Figura 06 - Ilustração do procedimento utilizado para a biometria dos peixes utilizados para a obtenção das relações peso-comprimento	23
Figura 07 - Vista geral dos peixes já medidos e transferidos para cadinhos de papel alumínio para secagem em estufa visando a obtenção do peso seco	24
Figura 08 - Vista geral do experimento realizado para determinação da seletividade alimentar dos peixes (<i>Serrapinnus notomelas</i>)	26
Figura 09 - Relação entre o peso-seco (Wt) - em g - e o comprimento total (Lt) – em mm - da espécie <i>Serrapinnus notomelas</i> para uma população natural do rio Monjolinho, São Carlos (SP), amostrada em setembro de 2005	30
Figura 10 - Relação entre o peso-seco (Wt) - em g - e o comprimento total (Lt) – em mm - da espécie <i>Hyphessobrycon eques</i> para uma população natural do rio Monjolinho, São Carlos (SP), amostrada em setembro de 2005	30
Figura 11 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo para cada item alimentar consumido pelos juvenis de <i>H. eques</i> alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos	43
Figura 12 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo para cada item alimentar consumido pelos juvenis de <i>S. notomelas</i> alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos	44
Figura 13 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo para cada repetição <i>H. eques</i> , segundo experimento	45
Figura 14 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo (“Normalized Forage Ratio”) para cada repetição <i>S. notomelas</i> , segundo experimento	46

Anexos

Prancha 1- Aspecto geral de alguns invertebrados utilizados como itens alimentares	
--	--

nos experimentos para determinação do balanço energético e nos testes de seletividade alimentar. Em seqüência e da esquerda para a direita estão representados: larvas de A) *Aedes aegypti*; B) *Daphnia laevis*; C) *Cypricercus mucronata*; D) *Ceriodaphnia silvestrii*; E) *Chironomus xanthus*; F) *Hyalella meinerti*; G) *Chaoborus sp* e H) *Limnodrilus hoffmeisteri* 63

Lista de Tabelas:

Tabela 01 -	Biomassa, em peso seco (mg/indivíduo), dos invertebrados fornecidos como itens alimentares aos juvenis de <i>Hyphessobrycon eques</i> e <i>Serrapinnus notomelas</i> , nos experimentos de seletividade alimentar	29
Tabela 02 -	Número total (n) e biomassa (b) - em mg - dos itens alimentares consumidos pelos juvenis de <i>Hyphessobrycon eques</i> e <i>Serrapinnus notomelas</i> , nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, no experimento 1	31
Tabela 03 -	Número total (n) e biomassa (b) - em mg - dos itens alimentares consumidos pelos juvenis de <i>Serrapinnus notomelas</i> , nas repetições (1), (2), (3), (4) e (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias. D = disponibilidade (n ^o de indivíduos oferecidos)	32
Tabela 04 -	Número total (n) e biomassa (b) - em mg - dos itens alimentares consumidos pelos juvenis de <i>Hyphessobrycon eques</i> , nas repetições (1), (2), (3), (4) e (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, na segunda série de experimentos. D = disponibilidade (n ^o de indivíduos oferecidos)	32
Tabela 05 -	Peso seco das fezes produzidas e porcentagem relativa das fezes em relação à biomassa consumida pelos juvenis de <i>Hyphessobrycon eques</i> , alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados, e para as diferentes repetições	33
Tabela 06 -	Peso seco das fezes produzidas e porcentagem relativa das fezes em relação à biomassa consumida pelos juvenis de <i>Serrapinnus notomelas</i> , alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados, e para as diferentes repetições	34
Tabela 07 -	Valores de assimilação, além dos parâmetros utilizados para os cálculos da assimilação e a % relativa de assimilação de <i>Hyphessobrycon eques</i> alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições	35
Tabela 08 -	Valores de assimilação, além dos parâmetros utilizados para os cálculos da assimilação e a % relativa de assimilação de <i>Serrapinnus notomelas</i> e <i>Hyphessobrycon eques</i> alimentado com invertebrados planctônicos e	

	bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições	35
Tabela 09 -	Valores de tamanho inicial e tamanho final (cm), peso inicial e peso final (g) e produção secundária (mg) de <i>Hyphessobrycon eques</i> , alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições	36
Tabela 10 -	Valores de tamanho inicial e tamanho final (cm), peso inicial e peso final (g) e produção secundária (mg) de <i>Serrapinnus notomelas</i> , alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições	37
Tabela 11 -	Valores de respiração calculados a partir dos valores de assimilação e produção ($R=P-A$), expressos em mg de peso seco, para <i>Hyphessobrycon eques</i> , alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados	38
Tabela 12 -	Valores de assimilação e produção e os valores de respiração calculados a partir destes, ($R=P-A$), expressos em mg de peso seco, para <i>Serrapinnus notomelas</i> alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados	38
Tabela 13 -	Média e Desvio Padrão dos parâmetros básicos do balanço energético (expresso em massa – mgPS); consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) - para a espécie <i>Hyphessobrycon eques</i> , nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na primeira série de experimentos	39
Tabela 14 -	Valores dos parâmetros básicos do balanço energético (expresso em massa – mgPS); - consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) – (segundo experimento) para a espécie <i>Hyphessobrycon eques</i> nas repetições (1) , (2), (3), (4) e (5), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na segunda série de experimentos	40
Tabela 15 -	Média e Desvio Padrão dos parâmetros básicos do balanço energético - consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) - para a espécie <i>Serrapinnus notomelas</i> , nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na primeira série de experimentos	40
Tabela 16 -	Valores dos parâmetros básicos do balanço energético - consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) – (segundo experimento) para a espécie <i>Serrapinnus notomelas</i> , nas repetições (1) , (2), (3), (4) e (5), 2ª série, alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dia, na segunda série de experimentos	40
Tabela 17 -	Valores do coeficiente instantâneo de assimilação bruta (U_i^{-1}),	

coeficiente instantâneo de produção bruta ($K1_i$) e coeficiente instantâneo de produção líquida ($K2_i$) para as espécies *Hiphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na primeira série de experimentos 41

Tabela 18 - Valores do coeficiente instantâneo de assimilação bruta (U_i^{-1}), coeficiente instantâneo de produção bruta ($K1_i$) e coeficiente instantâneo de produção líquida ($K2_i$) para a espécie *Hiphessobrycon eques*, nas repetições (1), (2), (3), (4), (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias .. 42

Tabela 19 - Valores do coeficiente instantâneo de assimilação bruta (U_i^{-1}), coeficiente instantâneo de produção bruta ($K1_i$) e coeficiente instantâneo de produção líquida ($K2_i$) para a espécie *Serrapinnus notomelas* nas repetições (1), (2), (3), (4), (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias..... 42

Anexos

Tabela 01 - Dados referentes ao número de indivíduos (n), Comprimento total (CT), Comprimento Padrão (CP), Largura maior no dorso (LMD), Peso úmido (Pu) e Peso seco (Ps) dos 30 indivíduos de *Hyphessobrycon eques* utilizados para determinação da relação peso-comprimento 59

Tabela 02 - Dados referentes ao número de Indivíduos (n), Comprimento total (CT), Comprimento Padrão (CP), Largura maior no dorso (LMD), Peso úmido (Pu) e Peso seco (Ps) dos 30 indivíduos de *Serrapinnus notomelas* utilizados para determinação da relação peso-comprimento..... 60

Tabela 03 - Dados referentes aos cálculos das taxas normalizadas de consumo e do Índice de Paloheimo, nos experimentos de seletividade alimentar de *Hyphessobrycon eques* e de *Serrapinnus notomelas* alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos..... 61

1. Introdução

Os peixes de pequeno porte são componentes importantes na biota dos ecossistemas de água doce. Fazendo parte da comunidade nectônica, contribuem para incrementar a riqueza de espécies ícticas, tanto nos sistemas lênticos, como em águas correntes, embora, em termos de biomassa, esta contribuição seja freqüentemente menor do que a dos peixes de grande porte. Podem, no entanto desempenhar um papel relevante por apresentarem densas populações, chegando a ser numericamente dominantes na ictiofauna, sendo também componentes importantes das cadeias alimentares, contribuindo ativamente para o fluxo de energia e para a ciclagem de materiais. Por exemplo, as espécies do gênero *Astyanax* encontram-se geralmente bem representados na ictiofauna de riachos, lagoas e represas do sudeste brasileiro. Na represa do Lobo, Fragoso et al. (2005) verificaram que *Astyanax altiparanae* foi numericamente dominante, representando 71,34% dos peixes mensalmente amostrados no período de janeiro a novembro de 2003. Na represa de Bariri, bacia do rio Tietê, a espécie mais abundante foi também *Astyanax altiparanae*, representando 44,0% dos indivíduos amostrados (Marciano, 2005). Uieda (1995), constatou que *Deuterodon* cf. *pedri*, um pequeno caracídeo da subfamília Tetragonoterinae, representou 88,1% da ictiofauna do rio Fazenda, um riacho litorâneo no município de Ubatuba, SP.

As ordens Characiformes e Siluriformes são as mais representativas em lagoas de planícies de inundação, (Veríssimo, 1999), revelando inclusive um amplo domínio de Characiformes sobre Siluriformes. Fato semelhante foi também constatado em lagoas da mesma região por Veríssimo (1994) e Okada (1995). Este acentuado predomínio contrasta com o mencionado na literatura para a ictiofauna dos rios sul americanos (Lowe-McConnell, 1987), assim como para a região em estudo como um todo (Agostinho et al, 1997). Estes trabalhos relatam que Characiformes e Siluriformes dividem equilibradamente o predomínio na ictiofauna dos rios neotropicais.

Quando porém são consultados levantamentos ictiofaunísticos de ambientes lênticos, a grande maioria destes mostram a ordem Characiformes como a ordem mais representativa. Tejenira-Garro et al, (1998), trabalhando em lagoas de planície de inundação do alto rio Araguaia, registraram que os Characiformes englobavam 83,1% dos indivíduos coletados. Castro & Arcifa (1987), coletando em nove reservatórios do Estado de São Paulo, verificaram

que, do total de espécies encontradas, 53% pertenciam à ordem Characiformes. Bonetto et al (1981) obtiveram resultados similares para o sistema Iberá (médio rio Paraná), onde registravam 69% de Characiformes. Numa campanha limnológica, no médio rio Paraná, Yuan (1980) encontrou, em ambientes lênticos, uma relação de 53% e 27% para as ordens Characiformes e Siluriformes respectivamente.

Em pequenos rios, esta tendência também parece manter-se, e que é exemplificado por Uieda (1984) que relata participações de 53% de Characiformes e 17% de Siluriformes, no Ribeirão Tabajara – SP. Da mesma forma, Pavanelli & Charamaschi (1997), trabalhando em dois riachos da margem esquerda do rio Paraná, encontraram uma dominância dos Characiformes (57%). Penczak et al. (1994), por outro lado, relatam uma proporção entre Characiformes e outras espécies de 0,46:0,43 em riachos da região.

Nos ambientes pouco profundos das lagoas, as melhores condições de oxigenação da superfície, aliadas à grande disponibilidade de abrigo e alimento fornecida pelas macrófitas flutuantes, devem conferir vantagens às formas capazes de melhor explorá-las. Este parece ser o caso dos pequenos Characiformes que predominaram nas amostragens.

Levantamentos realizados sobre a ictiofauna associada a macrófitas aquáticas flutuantes revelam que os Characiformes constituem a maior parte das capturas (Yuan et al, 1984; Delariva, 1993).

Para a compreensão do papel funcional das espécies, é necessário avaliar como estas adquirem, processam e armazenam a energia obtida através da alimentação.

As espécies possuem padrões particulares de aquisição e alocação de energia, as quais variam em função do estágio de desenvolvimento ou das condições ambientais. O conhecimento do balanço energético de uma espécie é bastante relevante pois, se o balanço energético é determinado sob condições normais ou ótimas, previamente definidas e mantidas constantes, produz informações úteis para a interpretação da biologia da espécie e serve também de subsídio para outros tipos de estudos, seja para a avaliação das mudanças fisiológicas sob condições de estresse, ou no estudo das cadeias alimentares. Além disso, antes que as mudanças morfológicas nos indivíduos ou as alterações na dinâmica populacional possam ser detectadas, já ocorrem mudanças no balanço energético dos indivíduos (Phillipson, 1981), as quais indicam o estado fisiológico das espécies e podem portanto, ser utilizadas para o monitoramento ambiental.

Atualmente existe também um interesse crescente em informações sobre diversos aspectos da ecologia trófica de peixes, porque os ecólogos reconhecem, cada vez mais, que é necessário saber qual o papel das espécies em seu ambiente isto é, como elas interagem com o meio abiótico e com os demais organismos vivos, para assim entender o funcionamento dos

ecossistemas visando preservá-los ou manejá-los adequadamente (Penczak, et al, 1999). Nesse sentido, o conhecimento do hábito alimentar e da existência ou não de seletividade alimentar é um aspecto importante no estudo ecológico das espécies (Zavala-Camin, 1996) e uma ferramenta para aplicações biotecnológicas.

A maioria dos peixes apresenta plasticidade em suas dietas, considerando-se que escolhem novas presas em função do crescimento, deslocamento para outros habitats, disponibilidade sazonal e anual, ou por seleção ativa em função de preferências individuais (Roche & Rocha, 2005). Muitas espécies de peixes possuem um amplo espectro alimentar, consumindo grande número de itens, embora a maioria mostre preferência por determinados alimentos. Na maioria das vezes, esta preferência está condicionada à disponibilidade no ambiente (Weatherley, 1972).

No presente estudo o balanço energético e a seletividade alimentar de duas espécies de peixes de pequeno porte, do Rio Monjolinho, São Carlos, (SP), são analisados, visando fornecer uma base para a interpretação das características do ciclo de vida destes pequenos peixes, incluindo aspectos como os hábitos alimentares, a ocupação de habitats ou o desempenho reprodutivo. As informações obtidas são importantes não só por fornecerem subsídios para a interpretação do papel ecológico das espécies como elo de transferência de energia nas cadeias alimentares, mas também por possibilitar o uso destas espécies em ecotecnologias, como aquelas vinculadas à biomanipulação de sistemas aquáticos e ao controle biológico. Entre várias possibilidades formula-se a hipótese de que estas espécies sejam adequadas para o controle das larvas de *Aedes aegypti* o mosquito transmissor da dengue e que constitui atualmente um problema de saúde pública regional.

É importante salientar que os resultados obtidos servem de subsídio para um conhecimento mais detalhado em futuros trabalhos envolvendo a dinâmica populacional de espécies de riachos, tão conhecidos e comercializados e ao mesmo tempo tão pouco estudados.

2. Objetivos

2.1 Geral:

O presente estudo teve como principal objetivo analisar de forma comparativa o balanço energético instantâneo e a seletividade alimentar de duas espécies de peixes de pequeno porte, *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*.

2.2 Específicos:

- Estudar a seletividade alimentar de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas* no laboratório e no campo;
- Avaliar como estas espécies adquirem, processam e armazenam a energia obtida via alimentação;
- Determinar as particularidades da aquisição e da alocação de energia;

3. Materiais e Métodos

3.1 Local de Coleta (Área de Estudo)

Os organismos utilizados foram coletados no rio Monjolinho, município de São Carlos, SP (figura 1 e 2), à jusante da captação de água, (SAAE), na área pertencente ao PESC (Parque Ecológico de São Carlos). A profundidade do riacho no ponto de coleta (ponte de acesso ao parque), varia entre 1,5m a 2,0m quando em período de cheia, e largura entre 3 metros na estação seca e 4 a 5 metros no período de cheia.



Figura 1 - Vista geral do curso d'água (Rio Monjolinho).



Figura 2 - Ponto de coleta de peixes no rio Monjolinho.

3.2 Caracterização Geral das Espécies de Peixes

No presente trabalho foram estudadas duas espécies de peixes da Ordem Characiformes, pertencentes à família Characidae: *Hyphessobrycon eques* Steindachner, 1882 (mato-grosso) e *Serrapinnus notomelas* Eigenmann, 1915, (lipis). As referidas espécies são apresentadas nas figuras 3 e 4.



Figura 3 - *Hyphessobrycon eques* (fonte:Fish base)

Figura 4 - *Serrapinnus notomelas* (fonte:Fishbase)

Hyphessobrycon eques, espécie conhecida como mato grosso é uma espécie gregária, vivendo sempre em grandes cardumes, nunca isolado. É um peixe considerado carnívoro, que se alimenta de organismos invertebrados, bentônicos ou zooplancônicos. Esta espécie habita a região inferior da coluna d'água, vindo à tona apenas para buscar alimento. Em ambientes com vegetação assume uma coloração avermelhada, variando desde a cor rosa- pálido até o vermelho escuro. Costuma ser territorialista quando colocado junto com outras espécies. Os machos da espécie costumam se exhibir para as fêmeas, alterando sua coloração e abrindo as nadadeiras, realizando um sincronismo de manobras e contorcionismos que causam tremores no corpo do peixe (observação pessoal).

O dimorfismo sexual é bastante nítido, uma vez que o macho apresenta um pequeno prolongamento em forma de gancho na nadadeira anal. Os machos costumam ser mais avermelhados, e na época da reprodução assumem uma acentuada mudança de cor. As fêmeas por sua vez apresentam o ventre bem arredondado e um corpo mais grosso, visto dorsalmente. Toleram uma faixa de variação de temperatura entre 16 e 33⁰ C e pH entre 4,5 e 8,0, mostrando

ser bem resistentes a tais variáveis. Esta espécie, por ser mais rústica, é bem utilizada na prática do aquarismo, podendo viver anos no aquário. Em contrapartida, são muito suscetíveis à toxicidade e extremamente vulneráveis ao cloro, podendo morrer em alguns minutos. É uma espécie extremamente explorada como peixe ornamental, sendo capturada com grande frequência e quantidade.

H. eques aceita qualquer tipo de ração e é facilmente adaptável ao aquário, de preferência com uma boa iluminação e plantas aquáticas naturais em abundância. Sua aclimatação é bastante simples, podendo ser conseguida com sucesso em 20 minutos.

Esta é uma espécie de difícil reprodução, não existe nenhum relato concreto, ou pelo menos publicado de reprodução desta espécie em cativeiro.

Serrapinnus notomelas, ou lipis, é também uma espécie gregária, vivendo em grandes cardumes. É livre natante, ocupando toda a coluna d'água. De índole pacífica, vive em harmonia com outras espécies, podendo ser presa fácil para espécies de grande porte. A coloração varia de branco-pálido a prata, com uma mancha escura na base do pedúnculo caudal. Os machos e as fêmeas distinguem-se facilmente pelo formato do corpo. O macho é mais comprido e fino, enquanto a fêmea possui uma forma mais oval e um ventre mais arredondado. Alimenta-se de pequenos organismos zooplancônicos. Também toleram uma variação de temperatura entre 15 a 33 °C, não suportando, no entanto, quedas muito bruscas de temperatura. Toleram uma faixa de pH variando entre 4,5 e 7,5.

É uma espécie de difícil reprodução no aquário, podendo ser conseguida com sucesso em tanques de piscicultura com vegetação submersa abundante, com volume de pelo menos 1000L e rasos, com temperatura elevada e alta intensidade luminosa. É bastante explorada como espécie ornamental pela sua beleza e resistência. Na época da reprodução apresentam uma linha pálida pretejada na horizontal, acompanhando a linha lateral, tornando-se mais acentuada entre o abdômen e o pedúnculo caudal. (observação pessoal)

3.3 Metodologia de Coleta e Aclimação dos Indivíduos

Indivíduos jovens, com comprimento total entre 2,5 e 2,7cm das espécies *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas* foram coletados no córrego Monjolinho, São Carlos, SP, imediatamente na porção à montante da represa do Monjolinho.

Para o presente fim foram utilizados dois covos de tamanho médio, entre 40 e 50 cm de comprimento, diâmetro total médio de 18 cm e diâmetro de abertura (boca do covo) de 5 cm.

Para atrair os peixes foi utilizada uma quantidade pequena, de ração floclada, oferecida dentro das armadilhas.

Após lançados, os covos permaneciam submersos por aproximadamente 20 minutos em cada lançamento, a 1 metro abaixo da água.

Além das espécies utilizadas no estudo, *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas* foram capturados em todas as coletas exemplares de *Astyanax sp*, *Gambusia affinis* e *Poecilia reticulata*.

Os indivíduos foram mantidos para aclimação, em aquário com aeração (figura 5), durante o período de uma semana, durante o qual foram alimentados com a ração “Super-red” para peixe, da marca “Hai Feng”.



Figura 5 – Indivíduos de *Hyphessobrycon eques* em aquário durante o período de aclimatação.

3.4 Determinação de Biomassa

Para a determinação do balanço energético são necessários dados de biomassa inicial e final dos peixes, as quais são obtidas por meio de uma relação entre o peso-seco e o comprimento. Para a determinação da relação peso seco-comprimento, indivíduos oriundos da mesma população dos indivíduos selecionados para os experimentos de determinação do balanço energético, foram amostrados. Cada indivíduo foi medido quanto ao comprimento total, acondicionado em um cadinho de papel alumínio previamente pesado, e levado à estufa para secar a 60°C, por quarenta e oito ou setenta e duas horas (até peso constante). Após este período os indivíduos foram pesados, determinando-se o peso seco de cada um. A Figura 6 ilustra momento da biometria dos peixes enquanto a Figura 7 apresenta aspecto do experimento para a determinação do peso seco dos indivíduos.



Figura 6 – Ilustração do procedimento utilizado para a biometria dos peixes utilizados para a obtenção das relações peso-comprimento.

A biomassa dos itens alimentares (diferentes espécies de invertebrados) foi também determinada gravimetricamente, por procedimento semelhante. No caso dos invertebrados, foi necessário acumular um conjunto de indivíduos da mesma espécie, previamente medidos para determinação de seu tamanho médio. Após as amostras serem secas até peso constante, o peso seco da amostra foi dividido pelo número de invertebrados acumulados em cada cadinho, obtendo-se desta forma o peso seco médio de um indivíduo. As determinações de biomassa foram feitas segundo a metodologia descrita por Grodzinski *et al.*, 1975.



Figura 7 – Vista geral dos peixes já medidos e transferidos para cadinhos de papel alumínio para secagem em estufa visando a obtenção do peso seco.

3.5 Determinação da Seletividade Alimentar

Para o experimento de seletividade, os indivíduos pertencentes às duas espécies de peixes, foram medidos quanto ao comprimento total e individualmente acondicionados em béqueres de 500mL com água filtrada do local de onde foram coletados.

Para determinação da existência ou não de seletividade alimentar foram realizadas duas séries de experimentos para cada espécie.

Na primeira bateria foram utilizados 2 exemplares e na segunda quatro exemplares.

Aos frascos experimentais, onde os peixes eram mantidos isoladamente, em arranjo aleatório, adicionaram-se quantidades conhecidas dos seguintes itens alimentares: *Daphnia laevis* e *Ceriodaphnia silvestrii* (Crustacea, Cladocera), *Aedes aegypti* (Insecta, Diptera), *Cypricercus mucronata* (Crustacea, Ostracoda) *Hyallela meinerti* (Crustacea, Amphipoda); *Chironomus xanthus* (Insecta Diptera) e *Limnodrilus hoffmeisteri* (Anellida, Oligochaeta).

Experimentos adicionais foram realizados visando testar a existência de seletividade por tamanho, com a espécie *Hyphessobrycon eques* à qual foram oferecidos o anfípoda *Hyallela meinerti* com indivíduos pequenos e médios.

No intervalo de quatro a oito horas os itens alimentares remanescentes foram contados, e a partir desses dados, calculou-se o índice de seletividade de Paloheimo (Paloheimo, 1979), de acordo com a equação:

$$\text{NFR}_i = \frac{(r_i / p_i)}{(\sum r_i / p_i)}$$

onde: NFR_i = Taxa de Consumo Normalizada; r_i = proporção do tipo de alimento na dieta do consumidor; p_i = proporção do tipo de alimento no ambiente.

Para avaliação da existência ou não de seletividade, o valor do índice obtido é comparado com o valor de referência, obtido para cada composição de alimento, igual a $1/n$, onde n é o número de diferentes itens alimentares no ambiente. Se $\text{NFR}_i > 1/n$, a seleção é positiva; se $\text{NFR}_i < 1/n$, a seleção é negativa e se $\text{NFR}_i = 1/n$, não há seleção. Neste índice o cálculo de seletividade é feito a partir das diferenças entre as freqüências relativas das diferentes espécies de presas na dieta do predador e a freqüência relativa das presas no ambiente. Este índice é baseado na taxa de consumo normalizado e independe da abundância relativa das presas, refletindo as diferenças na seleção aparente existente entre os diferentes tipos de presas.

A figura 8 ilustra a montagem do experimento sobre seletividade alimentar.



Figura 8 – Vista geral do primeiro experimento realizado para determinação da seletividade alimentar dos peixes (*Serrapinnus notomelas*).

3.6 Balanço Energético

Para a determinação do balanço energético foram utilizadas duas repetições na primeira bateria de experimentos, e cinco repetições na segunda. Indivíduos de cada espécie foram mantidos isoladamente em béqueres de 250mL. Os experimentos foram realizados durante 8 dias, durante os quais foram medidas as principais variáveis relacionadas à equação geral de balanço energético (Grodzinski *et al.*, 1975), como explicitada a seguir:

Equação geral: $C = A + FU$

Equações derivadas: $C = (P + R) + FU$ e $C = (Pg + Pr) + R + FU$

onde: **C** = consumo de alimento; **A** = assimilação; **FU** = fezes; **R** = respiração e **P** = produção.

3.7 Medidas das Funções Metabólicas Básicas

Consumo (C): a taxa de consumo foi quantificada pela determinação da taxa de ingestão, em experimentos realizados em laboratório, sob condições controladas. Os peixes mantidos individualmente foram expostos a uma suspensão alimentar contendo um determinado número de organismos vivos (invertebrados planctônicos e bentônicos). O consumo total foi calculado pela somatória dos itens consumidos a cada dia.

A **biomassa** dos itens alimentares foi determinada por meio da quantificação do peso seco. Para isso cerca de 30 indivíduos de cada item alimentar foram acumulados em cadinhos de papel alumínio, secando-se o material em estufa a 60°C por 48 horas.

Produção de fezes (FU): a quantidade de fezes produzidas foi determinada coletando-se as fezes produzidas individualmente por cada peixe, as quais foram preservadas em formol 4%, e acumuladas por 8 dias. Ao final do experimento o material foi transferido para cadinhos de alumínio, secos em estufa a 60°C e seu peso determinado.

Assimilação (A): A assimilação foi calculada pela equação do balanço energético ($A = C - FU$), que é a diferença entre o consumo e a egestão.

Produção (P): A produção foi determinada por meio das variações individuais de peso (biomassa) no início e no final do experimento, que correspondem à produção canalizada para crescimento corporal. $P = P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}}$.

Para obtenção destes valores os peixes foram medidos no início do experimento e a biomassa foi calculada utilizando-se uma relação peso-comprimento previamente determinada para indivíduos oriundos da população natural. O incremento em biomassa após os 8 dias de experimento corresponde à produção secundária, um dos parâmetros básicos do balanço energético.

Respiração (R): esta variável foi calculada por meio de equação derivada diretamente da equação do balanço energético. A respiração representa a diferença entre a assimilação e a produção. Dessa forma, depois de quantificadas estas variáveis, foi possível calcular a respiração, como $R = A - P$.

Eficiências: as eficiências metabólicas foram calculadas a partir dos parâmetros do balanço energético C, P e R de acordo com as definições usadas por Grodzinski *et al.* (1975) e Duncan & Klekowski (1975).

a) Coeficiente instantâneo de eficiência de assimilação de: $U_i^{-1} = A / C$

b) Coeficiente instantâneo de utilização de energia consumida para o crescimento, ou coeficiente de produção bruta: $K1_i = P / C$

c) Coeficiente instantâneo de utilização de energia assimilada para o crescimento, ou coeficiente de produção líquida: $K2_i = P / A$

4. Resultados

4.1 Biomassa dos Itens alimentares

O peso seco médio dos invertebrados utilizados como itens alimentares nos testes de seletividade alimentar pelos peixes *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinus notomelas*, são apresentados na Tabela 1. Observa-se que os maiores valores de biomassa correspondem às larvas de Diptera *Chironomus xanthus* e *Aedes aegypti* e do microcrustáceo *Hyalella meinerti* (Amphipoda). Os microcrustáceos *Daphnia laevis* e *Ceriodaphnia silvestrii* (Cladocera) e *Cypricercus mucronata* (Ostracoda) tem uma biomassa seca muito menor que a dos itens anteriores.

Tabela 1: Biomassa, em peso seco (mg/indivíduo), dos invertebrados fornecidos como itens alimentares aos juvenis de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinus notomelas*, nos experimentos de seletividade alimentar

ITENS ALIMENTARES	TAMANHO (μm)	PESO SECO (mg)
<i>Aedes aegypti</i>	4,2-7,2mm	0,36
<i>Chironomus xanthus</i>	6,2-12,7 mm	0,67
<i>Chaoborus</i> sp	6,7-8,7mm	0,017
<i>Daphnia laevis</i>	0,7-1,5mm	0,0087
<i>Hyalella meinerti</i>	1,2-2,5mm	0,26
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	0,4-0,6mm	0,0068
<i>Cypricercus mucronata</i>	0,08-0,12mm	0,0085
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	3,3-14,2mm	0,006

4.2 Biomassa dos Peixes

As relações obtidas entre o peso (peso-seco) e o comprimento total das espécies *H. eques* e *S. notomelas* são apresentadas nas figuras 9 e 10.

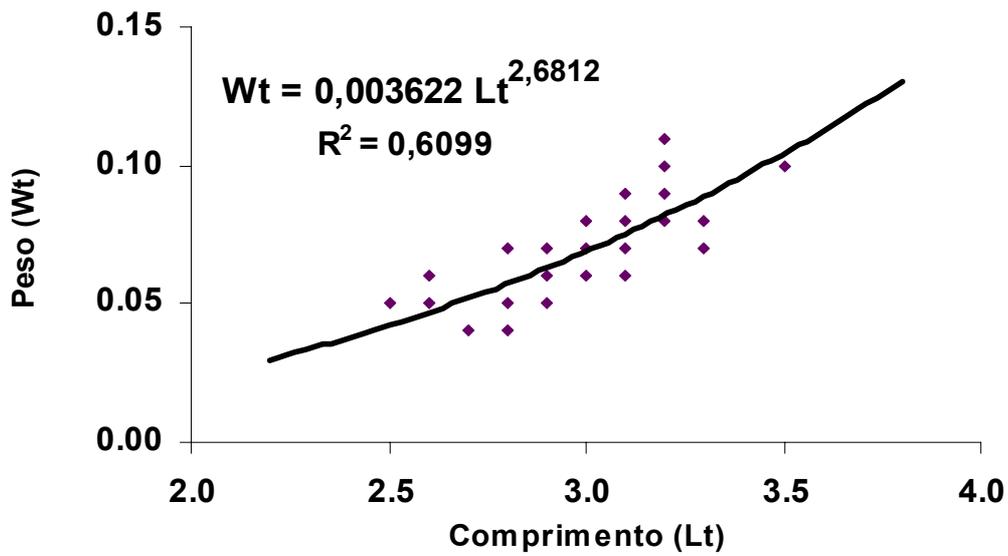


Figura 09 – Relação entre o peso-seco (W_t) - em g - e o comprimento total (L_t) – em mm - da espécie *Serrapinus notomelas*) para uma população natural do rio Monjolinho, São Carlos (SP), amostrada em setembro de 2005.

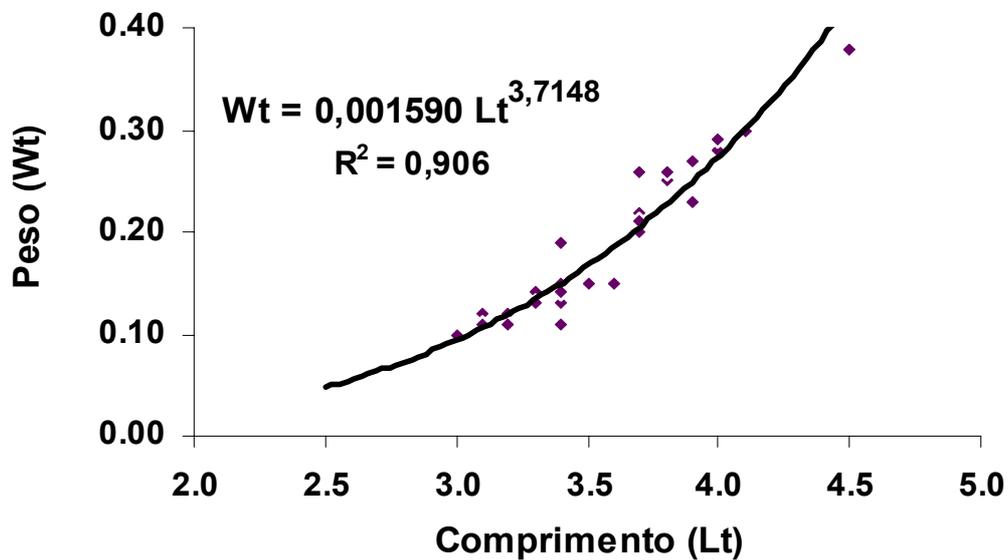


Figura 10 – Relação entre o peso-seco (W_t) - em g - e o comprimento total (L_t) – em mm - da espécie *Hyphessobrycon eques* para uma população natural do rio Monjolinho, São Carlos (SP), amostrada em setembro de 2005.

As relações obtidas evidenciam as diferenças no crescimento das espécies estudadas que resultam em morfologias diferenciadas. *Serrapinnus notomelas* cresce com incrementos de peso por unidade de tempo menores do que aqueles de *Hyphessobrycon eques*, como evidenciados pelos valores dos coeficientes angulares, que foram de 2,6812 e 3,7148, respectivamente.

4.3 Parâmetros Básicos do Balanço Energético

4.3.1 Consumo

O número e a biomassa dos itens alimentares consumidos, no período de 8 dias, pelos juvenis de *H. eques* e de *S. notomelas* em duas séries de experimentos são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4 respectivamente. Observa-se pelos resultados, que ambas espécies consumiram em maior quantidade as larvas do Diptera *Aedes aegypti*, os microcrustáceos *Daphnia laevis* e *Ceriodaphnia silvestrii*; os itens consumidos em menor quantidade foram o anfípodo *Hyalella meinerti* e o Ostracoda *Cypricercus mucronata*. Houve maior variação entre o total de alimento consumido para os juvenis de *H. eques* do que para os de *S. notomelas*, considerando-se as repetições. Em relação ao consumo, houve maior variação entre os juvenis de *Hyphessobrycon eques* do que entre aqueles de *Serrapinnus notomelas*, comparando-se a biomassa total dos itens alimentares.

Tabela 2: Número total (n) e biomassa (b) - em mg - dos itens alimentares consumidos pelos juvenis de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, no experimento 1.

	D	<i>H.eques</i> (1)		<i>H.eques</i> (2)		<i>S.notomelas</i> (1)		<i>S.notomelas</i> (2)	
		n	b	n	b	n	b	n	b
<i>Aedes aegypti</i>	130	103	37,08	73	26,28	128	46,08	119	42,84
<i>Hyalella meinerti</i>	66	12	3,12	13	3,38	13	3,38	22	5,72
<i>Cypricercus mucronata</i>	80	4	0,034	12	0,102	21	0,178	11	0,093
<i>Daphnia laevis</i>	100	79	0,687	90	0,783	70	0,609	100	0,87
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	90	70	0,476	80	0,544	70	0,476	90	0,612
<i>Chironomus sp</i>	10	10	6,7	10	6,7	10	6,7	10	6,7
Total	463	278	48,097	278	37,789	312	57,423	352	56,835

D = disponibilidade (nº de indivíduos oferecidos) para cada peixe (exemplar) de ambas espécies em experimentação.

As tabelas 3 e 4 apresentam respectivamente, os resultados obtidos na segunda série de experimentos realizados para a determinação das taxas de consumo: número de itens alimentares oferecidos, número de itens alimentares consumidos e biomassa correspondente a todos os itens consumidos, para ambas espécies, *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*.

Tabela 3: Número total (**n**) e biomassa (**b**) - em mg - dos itens alimentares consumidos pelos juvenis de *Serrapinnus notomelas*, nas repetições (1), (2), (3), (4) e (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias. D = disponibilidade (n⁰ de indivíduos oferecidos)

	D	<i>S.notomelas 1</i>		<i>S.notomelas 2</i>		<i>S.notomelas 3</i>		<i>S.notomelas 4</i>		<i>S.notomelas 5</i>	
		n	b	n	b	n	b	n	b	n	b
<i>Aedes aegypti</i>	20	20	7,20	20	7,20	16	7,20	20	7,20	20	7,20
<i>Chaoborus sp</i>	85	85	1,44	85	1,44	85	1,44	85	1,44	85	1,44
<i>Daphnia laevis</i>	21	21	0,18	21	0,18	21	0,18	21	0,18	21	0,18
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	60	60	0,40	60	0,40	60	0,40	60	0,40	60	0,40
<i>Chironomus xanthus</i>	47	47	31,49	47	31,49	45	30,15	44	29,48	45	30,15
Total	233	233	40,71	233	40,71	227	39,37	230	38,70	231	39,37

Tabela 4: Número total (**n**) e biomassa (**b**) - em mg - dos itens alimentares consumidos pelos juvenis de *Hyphessobrycon eques*, nas repetições (1), (2), (3), (4) e (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, na segunda série de experimentos.
D = disponibilidade (n⁰ de indivíduos oferecidos)

	D	H. eques 1		H. eques 2		H. eques 3		H. eques 4		H. eques 5	
		n	b	n	b	n	b	n	b	n	b
<i>Aedes aegypti</i>	20	20	7,20	20	7,20	20	7,20	20	7,20	20	7,20
<i>Chaoborus</i>	85	85	1,44	85	1,44	85	1,44	85	1,44	85	1,44
<i>Daphnia laevis</i>	21	21	0,18	21	0,18	21	0,18	21	0,18	21	0,18
<i>Ceriodaphnia silvestii</i>	60	60	0,40	60	0,40	60	0,40	60	0,40	60	0,40
<i>Chironomus sp</i>	47	47	31,49	47	31,49	47	31,49	47	31,49	47	31,49
Total	233	233	40,71	233	40,71	233	40,71	233	40,71	233	40,71

4.3.2 Egesta

As tabelas 5 e 6 mostram os resultados relativos à obtenção dos parâmetros para a variável egesta, nos balanços energéticos de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, respectivamente.

Tabela 5: Peso seco das fezes produzidas e porcentagem relativa das fezes em relação à biomassa consumida pelos juvenis de *Hyphessobrycon eques*, alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados, e para as diferentes repetições.

<i>Hyphessobrycon eques</i>	Repetições	Peso inicial cadinho	Peso cadinho com as fezes	Peso das fezes	Biomassa consumida	% de fezes
1ª Série	<i>H. eques 1</i>	0,0378	1,7378	1,7	48,09	3,53
	<i>H. eques 2</i>	0,0378	2,7378	2,7	37,78	7,14
2ª Série	<i>H. eques 1</i>	0,0326	0,1459	0,1133	40,71	0,27
	<i>H. eques 2</i>	0,0363	0,1536	0,1173	40,71	0,28
	<i>H. eques 3</i>	0,0273	0,1635	0,1362	40,71	0,33
	<i>H. eques 4</i>	0,0378	0,1514	0,1136	40,71	0,27
	<i>H. eques 5</i>	0,0378	0,1659	0,1281	40,71	0,31

Tabela 6: Peso seco das fezes produzidas e porcentagem relativa das fezes em relação à biomassa consumida pelos juvenis de *Serrapinnus notomelas*, alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados, e para as diferentes repetições.

<i>Serrapinnus notomelas</i>	Repetições	Peso inicial cadinho	Peso cadinho com as fezes	Peso das fezes	Biomassa consumida	% de fezes
1ªSérie	<i>S.notomelas1</i>	0,0413	9,7413	9,7	56,87	17,05
	<i>S.notomelas2</i>	0,0346	9,7346	9,7	56,83	17,06
2ªSérie	<i>S.notomelas1</i>	0,0369	0,1759	0,1390	40,71	0,34
	<i>S.notomelas2</i>	0,0321	0,1384	0,1063	40,71	0,26
	<i>S.notomelas3</i>	0,0365	0,1595	0,1230	39,37	0,31
	<i>S.notomelas4</i>	0,0289	0,1314	0,1025	30,70	0,33
	<i>S.notomelas5</i>	0,0335	0,1328	0,0993	39,37	0,25

Os resultados evidenciam que para ambas espécies, a quantidade de fezes produzidas foi muito menor na segunda série de experimentos, sendo inferior a 1% da biomassa consumida. Provavelmente isto decorre da re-ingestão de fezes pelos peixes no período de 24 horas, devido ao fato da quantidade de itens alimentares oferecidos nesta série de experimentos ter sido menor que do que na primeira série de experimentos, tendo sido possivelmente insuficiente para suprir os requerimentos energéticos dos peixes. Isto é ainda mais aparente no caso de *Serrapinnus notomelas*, onde na primeira série de experimentos as fezes representaram 17% da biomassa de alimento consumido e menos de 1% na segunda série de experimentos. Os valores obtidos na primeira série de experimentos, para ambas espécies foram portanto mais próximos ao esperado.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados os parâmetros de consumo e de produção de fezes utilizados para o cálculo da assimilação, os valores obtidos para a assimilação (em mg PS) e a % de assimilação em relação à biomassa consumida para as espécies de peixe estudadas.

4.3.3 Assimilação

Tabela 7: Valores de assimilação e dos parâmetros utilizados para os cálculos da assimilação e a % relativa de assimilação de *Hyphessobrycon eques* alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições.

<i>Hyphessobrycon eques</i>	Repetições	Consumo (C)	Fezes (F)	Assimilação (C - F)	% Assimilação
1ª Série	<i>H. eques</i> 1	48,09	1,7	46,39	96,46%
	<i>H. eques</i> 2	37,78	2,7	35,09	92,87%
2ª Série	<i>H. eques</i> 1	40,71	0,1133	40,5967	99,71%
	<i>H. eques</i> 2	40,71	0,1173	40,5927	99,71%
	<i>H. eques</i> 3	40,71	0,1362	40,5738	99,66%
	<i>H. eques</i> 4	40,71	0,1136	40,5964	99,72%
	<i>H. eques</i> 5	40,71	0,1281	40,5819	99,68%

Tabela 8: Valores de assimilação, além dos parâmetros utilizados para os cálculos da assimilação e a % relativa de assimilação de *Serrapinnus notomelas* *Hyphessobrycon eques* alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições.

<i>Serrapinnus notomelas</i>	Repetições	Consumo	Fezes	Assimilação	% Assimilação
1ª Série	<i>S.notomelas1</i>	56,87	9,7	47,17	82,94%
	<i>S.notomelas2</i>	56,83	9,7	47,13	82,93%
2ª Série	<i>S.notomelas1</i>	40,71	0,1390	40,5710	99,71%
	<i>S.notomelas2</i>	40,71	0,1063	40,6037	99,73%
	<i>S.notomelas3</i>	39,37	0,1230	39,2470	99,68%
	<i>S.notomelas4</i>	30,70	0,1025	30,5975	99,66%
	<i>S.notomelas5</i>	39,37	0,0993	39,2707	99,74%

4.3.4 Produção

As Tabelas 9 e 10 apresentam os resultados relativos à produção secundária para as espécies estudadas, incluindo o tamanho dos organismos e os valores de peso seco correspondentes, derivados das relações peso-comprimento obtidas para indivíduos oriundos das populações naturais de onde os organismos experimentais foram obtidos.

Tabela 9: Valores de tamanho inicial e tamanho final (cm), peso inicial e peso final (g) e produção secundária (mg) de *Hyphessobrycon eques*, alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições.

<i>Hyphessobrycon eques</i>	Repetições	Tamanho inicial	Tamanho final	Peso inicial	Peso final	Produção Secundária
1ª Série	<i>H. eques</i> 1	2,7	2,8	1,566	1,624	5,8
	<i>H. eques</i> 2	2,5	2,8	1,450	1,624	17,4
2ª Série	<i>H. eques</i> 1	3,9	4,0	0,2495	0,2741	24,6
	<i>H. eques</i> 2	3,7	3,8	0,2051	0,2265	21,4
	<i>H. eques</i> 3	3,6	3,7	0,1853	0,2051	19,8
	<i>H. eques</i> 4	3,5	3,6	0,1669	0,1853	18,4
	<i>H. eques</i> 5	3,9	4,0	0,2495	0,2741	24,6

Tabela 10: Valores de tamanho inicial e tamanho final (cm), peso inicial e peso final (g) e produção secundária (mg) de *Serrapinnus notomelas*, alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados e diferentes repetições.

<i>Serrapinnus notomelas</i>	Repetições	Tamanho inicial	Tamanho final	Peso inicial	Peso final	Produção Secundária
1ª Série	<i>S. notomelas</i> 1	2,5	2,6	0,0423	0,0469	4,6
	<i>S. notomelas</i> 2	2,6	2,8	0,0469	0,0573	10,4
2ª Série	<i>S. notomelas</i> 1	3,0	3,1	0,0688	0,0752	6,4
	<i>S. notomelas</i> 2	3,2	3,4	0,0819	0,0963	14,4
	<i>S. notomelas</i> 3	3,2	3,3	0,0819	0,0889	7,0
	<i>S. notomelas</i> 4	3,4	3,5	0,0963	0,1041	7,8
	<i>S. notomelas</i> 5	3,3	3,4	0,0889	0,0963	7,4

4.3.5 Respiração

As Tabelas 11 e 12 apresentam os resultados relativos ao parâmetro respiração para as espécies *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, respectivamente.

Tabela 11: Valores de respiração calculados a partir dos valores de assimilação e produção ($R=P-A$), expressos em mg de peso seco, para *Hyphessobrycon eques*, alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados.

<i>Hyphessobrycon eques</i>	Repetições	Assimilação	Produção	Respiração	R/A (%relativa)
1ªSérie	<i>H.eques</i> 1	46,39	5,8	40,59	87,50
	<i>H.eques</i> 2	35,09	17,4	17,69	50,41
2ªSérie	<i>H.eques</i> 1	40,60	24,6	15,99	39,38
	<i>H.eques</i> 2	40,59	21,4	19,19	47,28
	<i>H.eques</i> 3	40,57	19,8	20,77	51,19
	<i>H.eques</i> 4	40,60	18,4	22,20	54,68
	<i>H.eques</i> 5	40,58	24,6	15,98	39,38

Tabela 12: Valores de assimilação e produção e os valores de respiração calculados a partir destes, ($R=P-A$), expressos em mg de peso seco, para *Serrapinnus notomelas* alimentado com invertebrados planctônicos e bentônicos, pelo período de 8 dias, nas duas séries de experimentos realizados.

<i>Serrapinnus notomelas</i>	Repetições	Assimilação	Produção	Respiração	R/A (%relativa)
1ªSérie	<i>S.notomelas1</i>	47,17	4,6	42,57	90,24
	<i>S.notomelas2</i>	47,13	10,4	36,73	77,93
2ªSérie	<i>S.notomelas1</i>	40,57	6,4	34,17	84,22
	<i>S.notomelas2</i>	40,60	14,4	26,20	64,53
	<i>S.notomelas3</i>	39,25	7,0	32,25	82,16
	<i>S.notomelas4</i>	30,60	7,8	22,80	74,51
	<i>S.notomelas5</i>	39,27	7,4	31,87	81,15

4.4 O Balanço Energético de *Hyphessobrycon eques* e de *Serrapinnus notomelas*

Com base nos parâmetros do balanço energético, apresentados nas Tabelas 13 a 16, pode-se verificar, na primeira série de experimentos, que *Serrapinnus notomelas* teve um consumo total superior ao de *Hyphessobrycon eques*. A assimilação foi bastante elevada para ambas espécies, contudo, *H. eques* teve uma assimilação superior a 90% enquanto para *S. notomelas* esta foi ligeiramente menor, próxima a 80%. A produção de fezes foi bem menor em *H. eques* do que em *S. notomelas*. Para a segunda bateria de experimentos observou-se que os valores de consumo, assimilação e respiração foram semelhantes para ambas espécies e com valores muito próximos. As espécies diferem no entanto, em relação ao investimento em produção, a qual varia entre aproximadamente 42 a 54% do material assimilado para *Hyphesobrycon eques* e de 16 a 21% para *S. notomelas*.

Tabela 13: Média e Desvio Padrão dos parâmetros básicos do balanço energético (expresso em massa – mgPS); consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) - para a espécie *Hyphessobrycon eques*, nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na primeira série de experimentos.

	C	FU	A	P	R
Média	42,93	2,2	40,74	17,19	23,54
DP	7,29	0,70	7,99	11,17	19,16

Tabela 14: Valores dos parâmetros básicos do balanço energético (expresso em massa – mgPS); - consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) – (segundo experimento) para a espécie *Hyphessobrycon eques* nas repetições (1) , (2), (3), (4) e (5), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na segunda série de experimentos.

	C	FU	A	P	R
Média	40,71	0,1217	40,5883	21,76	18,82
DP	0,0	0,01	0,01	2,80	2,39

Tabela 15: Média e Desvio Padrão dos parâmetros básicos do balanço energético - consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) - para a espécie *Serrapinnus notomelas*, nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na primeira série de experimentos.

	C	FU	A	P	R
Média	56,85	9,7	47,15	7,50	39,65
DP	0,02	0,0	0,02	4,10	4,12

Tabela 16: Valores dos parâmetros básicos do balanço energético - consumo (C), egesta (FU), assimilação (A), produção (P) e respiração (R) – (segundo experimento) para a espécie *Serrapinnus notomelas*, nas repetições (1) , (2), (3), (4) e (5), 2ª série, alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dia, na segunda série de experimentos.

	C	FU	A	P	R
Média	38,17	0,1140	38,0580	8,6	29,45
DP	4,23	0,01	4,22	3,28	3,43

4.5 Eficiências Energéticas

Os valores obtidos para as eficiências energéticas instantâneas de *Hyphessobrycon eques* e de *Serrapinnus notomelas*, calculados a partir dos parâmetros obtidos no balanço energético são apresentados nas tabelas 17 a 19. Observa-se que na primeira série de experimentos (Tabela 16) as eficiências instantâneas do coeficiente de assimilação foram notadamente elevadas e similares entre os dois indivíduos de uma mesma espécie (U_i^{-1}). Já as variações individuais para os coeficientes instantâneos de utilização da energia consumida para o crescimento (K_i^1) e o coeficiente instantâneo de utilização da energia assimilada para o crescimento (K_{i2}) foram elevadas.

Tabela 17: Valores do coeficiente instantâneo de assimilação bruta (U_i^{-1}), coeficiente instantâneo de produção bruta (K_{i1}) e coeficiente instantâneo de produção líquida (K_{i2}) para as espécies *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, nas repetições (1) e (2), alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias, na primeira série de experimentos.

Indivíduos	U_i^{-1}	K_i^1	K_i^2
<i>H.eques</i> (1)	0,96	0,19	0,20
<i>H.eques</i> (2)	0,93	0,66	0,71
<i>S.notomelas</i> (1)	0,83	0,08	0,10
<i>S.notomelas</i> (2)	0,83	0,18	0,22

Na segunda série de experimentos houve grande homogeneidade em relação às repetições, com elevados valores para todos os coeficientes de eficiência energética. As eficiências relacionadas com o investimento do material assimilado em produção (crescimento corporal) foram bastante próximas. Ambos coeficientes variaram entre 45 e 60% para *Hyphessobrycon eques*. Para a espécie *Serrapinnus notomelas*, embora os coeficientes de eficiência de assimilação tenham sido similares àqueles obtidos para *Hyphesobrycon eques* e extremamente elevados (99%), os

coeficientes relacionados ao investimento do material assimilado para o crescimento foram bem menores, variando entre 6,36 % para o K_i^{-1} até o valor máximo de 35,37% obtidos para ambos os coeficientes, K_i^{-1} e K_i^{-2} .

Tabela 18: Valores do coeficiente instantâneo de assimilação bruta (U_i^{-1}), coeficiente instantâneo de produção bruta ($K1_i$) e coeficiente instantâneo de produção líquida ($K2_i$) para a espécie *Hiphessobrycon eques*, nas repetições (1), (2), (3), (4), (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias.

Indivíduo	U_1^{-1}	$K1_i$	$K2_i$
<i>H.eques</i> (1)	0,99	60,42	60,59
<i>H.eques</i> (2)	0,99	52,56	52,71
<i>H.eques</i> (3)	0,99	48,63	48,80
<i>H.eques</i> (4)	0,99	45,19	45,32
<i>H.eques</i> (5)	0,99	60,42	60,61

Tabela 19: Valores do coeficiente instantâneo de assimilação bruta (U_i^{-1}), coeficiente instantâneo de produção bruta ($K1_i$) e coeficiente instantâneo de produção líquida ($K2_i$) para a espécie *Serrapinnus notomelas* nas repetições (1), (2), (3), (4), (5) alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos, durante um período de 8 dias.

Indivíduo	U_1^{-1}	$K1_i$	$K2_i$
<i>S.notomelas</i> (1)	0,99	6,36	15,77
<i>S.notomelas</i> (2)	0,99	35,37	35,37
<i>S.notomelas</i> (3)	0,99	17,78	17,83
<i>S.notomelas</i> (4)	0,99	25,40	25,49
<i>S.notomelas</i> (5)	0,99	18,79	18,84

4.6 Seletividade Alimentar

1ª. Série de experimentos

Com base na disponibilidade dos invertebrados na suspensão alimentar e na quantidade consumida de cada item (Tabela 2) foram calculados os índices de seletividade alimentar para os juvenis de *H. eques* e de *S. notomelas* (duas réplicas para cada espécie) e para oito repetições (oito experimentos realizados subsequentemente). Os resultados são apresentados nas Fig. 11 e 12.

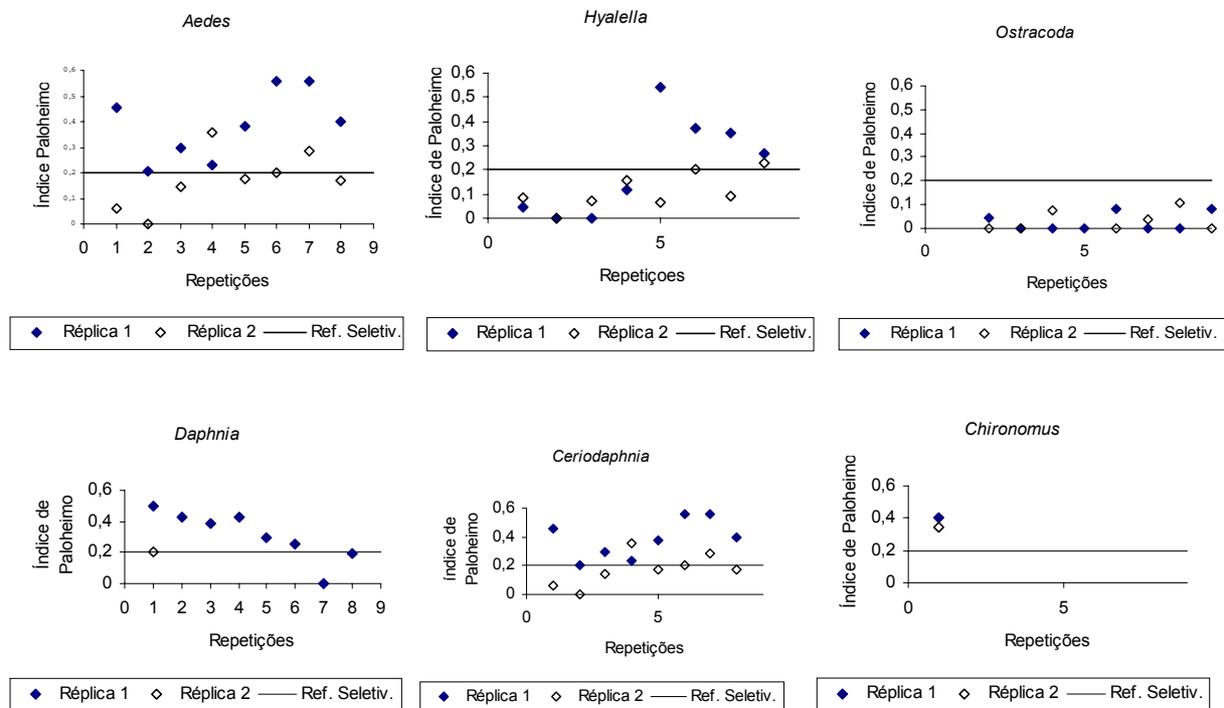


Figura 11 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo para cada item alimentar consumido pelos juvenis de *H. eques* alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos.

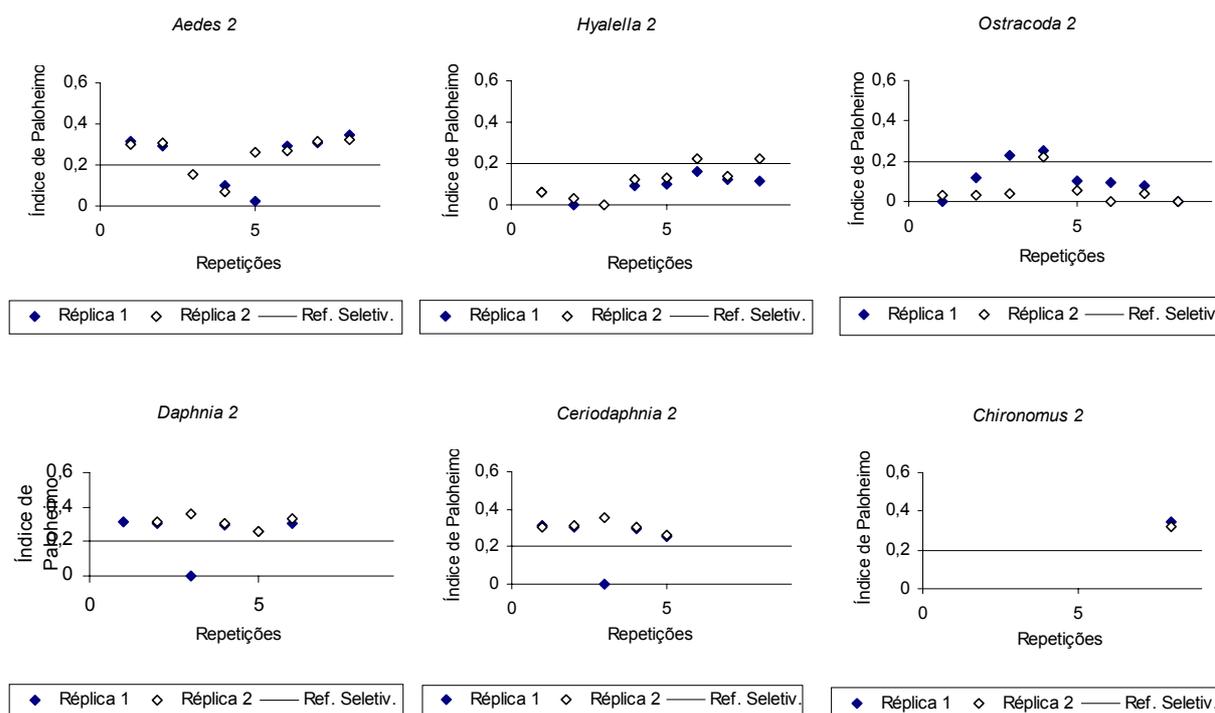
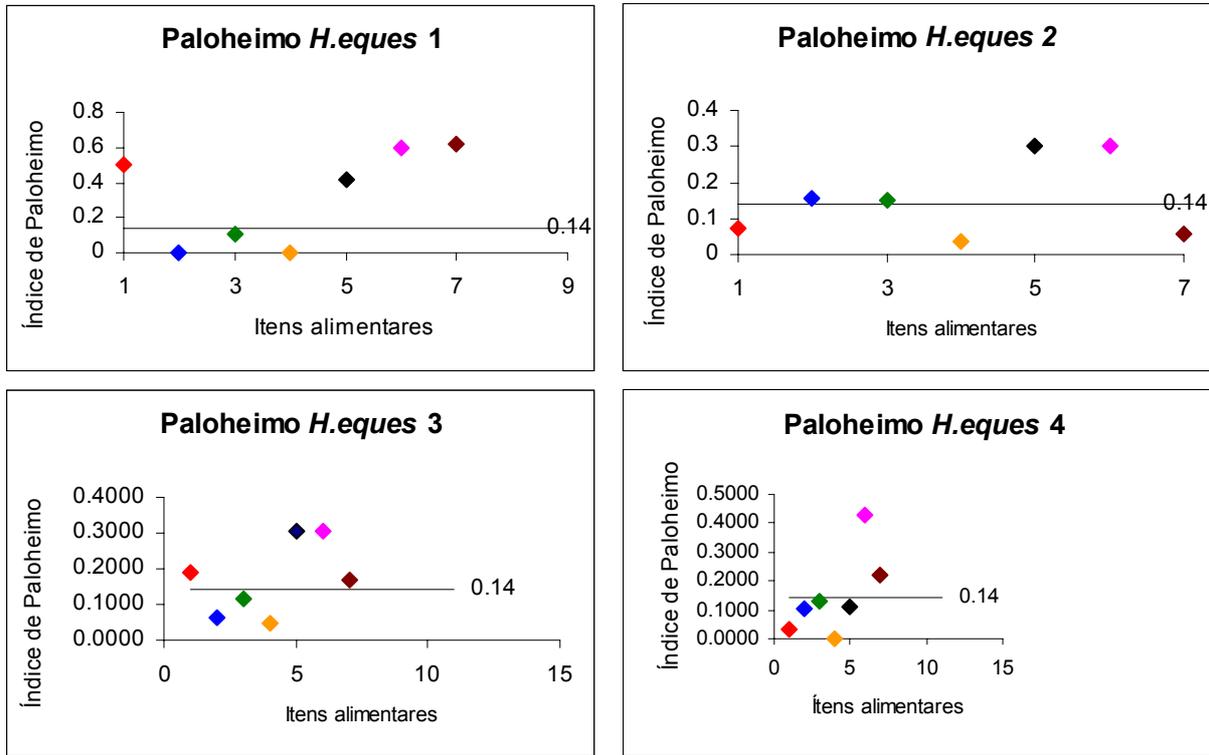


Figura 12 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo para cada item alimentar consumido pelos juvenis de *S. notomelas* alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos.

Os resultados obtidos no primeiro experimento revelaram que ambas espécies têm preferência alimentar e seleção positiva para as larvas do Diptera *Aedes aegypti* e pelos microcrustáceos *Daphnia laevis* e *Ceriodaphnia silvestrii*. Em apenas três experimentos as larvas de *Chironomus* sp foram oferecidas e nestes casos houve seleção positiva para este item. Por outro lado, predominaram a seleção negativa ou a ausência de seleção pelo anfípodo *Hyalella meinerti* e a seleção negativa para o Ostracoda *Cypricercus mucronata*. O comportamento de seletividade alimentar foi similar para os juvenis de ambas as espécies.

2ª. Série de experimentos

Na segunda série de experimentos, realizada com quatro repetições para cada espécie, Para a preferência alimentar foi similar à anteriormente observada. Nestes experimentos, dois novos itens alimentares foram incluídos na dieta de *H. eques*. Assim, além dos itens já mencionados, *H. eques* apresentou seleção positiva também para *Chaoborus* sp, e *Limnodrilus hoffmeisteri*. Estes itens não foram incluídos na dieta de *S. notomelas*, não sendo portanto possível inferir sobre a preferência da espécie em relação a estes itens.



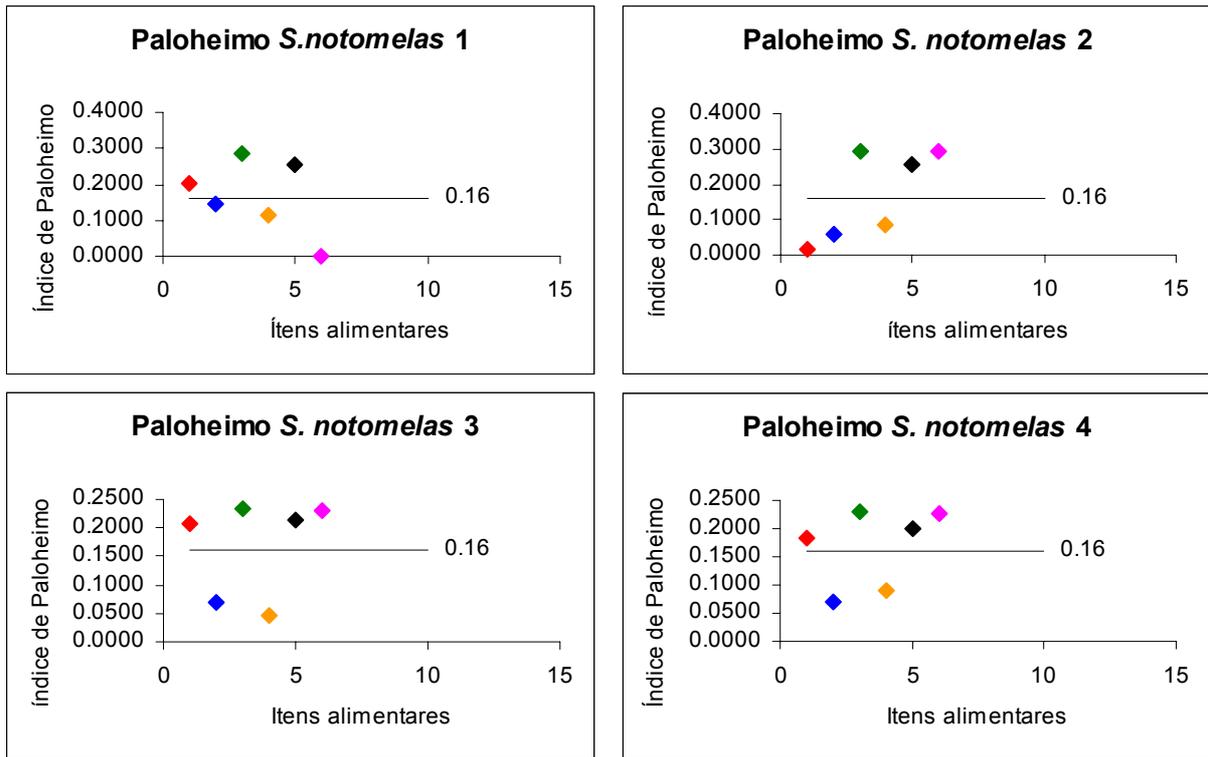
Legenda:

◆ *Hyaella meinerti* pequenos.
 ◆ *Hyaella meinerti* médios

◆ *Aedes aegypti*
 ◆ *Cypricercus mucronata*
 ◆ *Chironomus xanthus*

◆ *Chaoborus* sp
 ◆ *Limnodrilus hoffmeisteri*
 – Valor de referência

Figura 13 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo (“Normalized Forage Ratio”) para *Hyphessobrycon eques*, na segunda série de experimentos. São apresentados os índices para 4 repetições.



Legenda:

◆ *Hyalella meinerti* pequenos
 ◆ *Hyalella meinerti* médios

◆ *Aedes aegypti*
 ◆ *Cypricercus mucronata*
 ◆ *Chironomus xanthus*

◆ *Ceriodaphnia silvestrii*
 – Valor de referência

Figura 14 - Índices de seletividade alimentar de Paloheimo (“Normalized Forage Ratio”) para *Serrapinnus notomelas*, na segunda série de experimentos. São apresentados os índices para as 4 repetições.

Discussão

Diversos são os fatores que interferem na dieta alimentar dos peixes e na existência ou não de seletividade alimentar, tais como: a disponibilidade e o tamanho das presas, a facilidade de captura (incluindo a visibilidade e a habilidade de escape das presas), a qualidade nutricional e a rentabilidade energética, bem como a ontogenia do peixe (Roche & Rocha, 2005). Embora para alguns peixes a dieta seja bastante específica e definida, devido às adaptações anatômicas e à escolha do habitat (Lazzaro, 1987, 1991; Zavala-Camin, 1996; Fugi *et al.* 2001), há evidências de que especialmente para os peixes jovens a qualidade nutricional e a rentabilidade energética são fatores importantes (Hanson *et al.*, 1997). Os itens alimentares com carapaças duras ou com espinhos, não são geralmente palatáveis, sendo pouco consumidos pelos alevinos e juvenis de peixes.

De acordo com Hanazato & Yasuno (1989), o papel dos vertebrados predadores (peixes) na determinação da estrutura da comunidade planctônica está bem estabelecido. Estes eliminam seletivamente os organismos de maior tamanho (O'Brien 1979; Zaret 1980; Lazzaro 1987; Northcote 1988; Northcote *et al.*, 1990, Matheus & Barbieri, 1998, alterando a estrutura da comunidade zooplânctônica e acarretando a predominância de populações de espécies com indivíduos de menor porte (Brooks & Dodson, 1965; Wells, 1970; Lynch 1979; Post & McQueen, 1987; Black & Harston, 1988, e Matheus & Barbieri 1999.

Este aspecto foi confirmado em trabalho desenvolvido por Matheus (1993) onde no tanque controle (sem peixes) houve aumento da porcentagem de organismos zooplânctônicos maiores (crustáceos), enquanto nos demais tanques, onde foram estocados alevinos de *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo), *Cyprinus carpio* (carpa comum) e *Hypophthalmichthys molitrix* (carpa prateada), a porcentagem de crustáceos decresceu, sugerindo que foram eliminados pela predação.

No presente estudo, dentre os itens alimentares testados, as características inadequadas dos itens alimentares estiveram presentes no anfípodo *Hyaella meinerti* e no ostrácodo *Cypricercus mucronata*, sendo esta a provável causa para o baixo consumo registrado para estes itens. Mesmo abundantes na suspensão alimentar, os indivíduos de *Hyaella meinerti* e de *Cypricercus mucronata* não foram selecionados pelos juvenis de *H. eques* e de *S. notomelas*, e em alguns dos experimentos não foram consumidos por eles. Caracteriza-se neste caso, uma seleção negativa, com rejeição a este tipo de alimento.

Em contrapartida, quando *Hyaella meinerti* é oferecida na suspensão alimentar em diferentes tamanhos, os menores são selecionados positivamente, na ausência de outros organismos.

Quando os indivíduos de *Hyaella meinerti* e *Cypricercus mucronata* foram adicionados juntamente com outros organismos, estes não são selecionados. Porém, na ausência de outros organismos *H. meinerti* é selecionada como uma segunda preferência alimentar e *C. mucronata* como uma terceira preferência.

Em relação à biomassa, para os predadores visuais, é mais vantajoso capturar um ou poucos alimentos grandes do que muitos pequenos, de tal forma que o tamanho do alimento se torna um fator importante para a obtenção mais eficiente dos recursos energéticos necessários à sobrevivência e ao crescimento do predador (Zavala-Camin, 1996, Hanson et al. 1997). No caso das espécies de peixes estudadas, este foi provavelmente o fator preponderante, associado a um maior retorno energético, em relação ao maior consumo e seleção positiva observados para as larvas de *Aedes aegypti*, tendo em vista que nas larvas de Díptera, com exceção da cápsula cefálica, que é quitinizada, as demais partes são moles e facilmente digeríveis.

Sipaúba-Tavares (1988) realizou testes de seletividade alimentar com larvas de pacu e de tambaqui, verificando que as larvas destas espécies, com sete dias de idade, tinham preferência por Cladocera, enquanto aos 20 dias de idade tinham preferência por Rotifera, que eram as presas mais abundantes. Para *Astyanax fasciatus*, Maia-Barbosa (1982) observou preferência por Copepoda nos indivíduos menores, e por Cladocera e Rotifera nos maiores. No presente estudo não foram avaliadas as mudanças de preferência alimentar em relação ao desenvolvimento ontogenético das espécies *H. eques* e *S. notomelas*, visto que os testes foram feitos apenas com juvenis, mas seria esperado que também apresentassem mudanças no hábito alimentar ao longo do desenvolvimento, já que este é um mecanismo presente na maioria das espécies animais, contribuindo para minimizar a competição intra-específica.

Considerando-se que as espécies estudadas mostram seleção positiva para as larvas de *Aedes aegypti*, um mosquito transmissor de doenças como a dengue, a qual tem elevada incidência no sudeste brasileiro, elas podem ser consideradas espécies com potencial para o controle biológico. Por serem adaptadas a viver em pequenos volumes de águas lânticas, uma das possíveis aplicações ecotecnológicas seria a utilização destas espécies em épocas de epidemia de dengue, para controle das larvas em pequenos açudes rurais, em caixas d'água, bebedouros de animais ou em recipientes com água, a exemplo do que é feito com os guarus ("guppies") nos Estados Unidos.

Sintetizando os trabalhos sobre bioenergética de peixes, Brett & Groves (1979) apresentaram uma generalização sobre os balanços energéticos, considerando o balanço como: Energia Consumida = Respiração + Egesta + Crescimento e normalizando a energia consumida para 100%, então peixes crescendo sob taxas “normais” teriam balanços energéticos aproximadamente do tipo:

Para carnívoros: $100 = 44 + 27 + 29$ e para herbívoros: $100 = 37 + 43 + 20$;

Estes balanços energéticos médios revelam características importantes: primeiro que os peixes herbívoros têm taxas de crescimento mais baixas e maiores taxas de perda de energia na forma de egesta, por unidade de energia consumida, em consequência da ingestão de itens alimentares com menor valor calórico e com alta fração indigerível. Segundo, que ambos os tipos de peixes tem elevada eficiência de crescimento, comparada com aquela das aves e dos mamíferos.

No presente trabalho as espécies estudadas apresentaram em média os seguintes balanços:

Para o primeiro experimento :

Hypessobrycon eques: $100 = 52,4 + 5,4 + 42,2$

Serrapinnus notomelas: $100 = 69,7 + 13,2 + 17,2$

Para o segundo experimento:

Hypessobrycon eques: $100 = 46,2 + 0,3 + 53,4$

Serrapinnus notomelas: $100 = 77,2 + 0,3 + 22,5$

Apesar da grande variabilidade entre as repetições na primeira série de experimentos, com a segunda série obteve-se uma maior homogeneidade de respostas metabólicas entre os indivíduos da mesma espécie. É possível observar que ambas espécies ingerem os diversos tipos de invertebrados oferecidos como presas. Em análises de conteúdo estomacal de 10 exemplares de *H. eques* recém-capturados no campo (dados não publicados), verificou-se a presença de material vegetal, indicando que na natureza esta espécie tem hábito alimentar onívoro.

Observa-se que as taxas de assimilação foram extremamente elevadas, acima de 90%, em ambos experimentos. É freqüente que em experimentos de laboratório as taxas de assimilação sejam mais elevadas do que na natureza, pois os organismos são mantidos em condições isoladas, sem atividades normais, quase próximos ao repouso.

Contudo, é possível que em parte valores tão elevados sejam decorrentes da técnica utilizada para a determinação da biomassa egerida, e que não leva em conta o material

particulado fino e a matéria orgânica dissolvida, pois as fezes são coletadas manualmente, com pipeta Pasteur, a cada 24 horas.

Considerando-se os valores de egesta apenas da primeira série de experimentos, onde os organismos não estiveram limitados por alimento, a egesta foi inferior a 20% do consumo, indicando um maior aproveitamento do alimento, em comparação com o padrão médio apresentado por Brett & Groves (1979) para carnívoros e herbívoros. As expressões destes autores são no entanto muito genéricas e podem não representar adequadamente os padrões metabólicos de pequenos peixes de riacho, de hábito onívoro, como as espécies aqui estudadas.

Para pequenos vertebrados, Drozd (1967, 1968) obteve valores para a proporção fezes/consumo que variaram de 7 a 23%. Os valores obtidos no presente estudo para ambas espécies na primeira série de experimentos foram, portanto, mais próximos ao esperado.

Um aspecto importante a destacar comparando-se as duas espécies estudadas é que *Hyphessobrycon eques* teve gastos proporcionalmente menores com a respiração, do que *Serrapinnus notomelas*. Para *H. eques* os gastos com a respiração representaram em média (considerando-se os dois experimentos realizados) 50% da energia consumida. Já para *S. notomelas* estes representaram mais de 70% da energia consumida.

Um outro aspecto que deve ser ressaltado é que os gastos metabólicos foram elevados, superiores a 50%, para ambas as espécies estudadas. De acordo com Kitchell (1977), é reconhecido que embora os peixes estejam entre os animais com as mais elevadas eficiências de conversão alimentar, estas podem variar amplamente em relação ao balanço energético médio, variando desde eficiências elevadas, superiores a 90%, até balanços negativos, como aqueles do salmão em migração (Brett, 1995, in Kitchell, 1997). Ainda, de acordo com esse autor, a partição da energia assimilada entre o crescimento (produção) e os gastos metabólicos (respiração) não é constante, podendo ser altamente variável.

Penczak et al.(1999) determinaram os balanços energéticos para as espécies de peixes mais abundantes em dois riachos afluentes do rio Paraná, tendo obtido baixos valores de eficiência de produção bruta e líquida para os peixes, em geral, nas populações de campo. Para *Astyanax bimaculatus* os autores obtiveram valores de $K_1= 5,7\%$ e $K_2= 12,1\%$; para *Astyanax scabripinis* os valores correspondentes foram de 4,0% e 8,1% respectivamente. Estes valores, com exceção de um indivíduo de *S. notomelas*, que teve o mais baixo desempenho, foram muito inferiores aos valores obtidos no presente trabalho para *H. eques* e *S. notomelas*. Estas diferenças podem ser em parte atribuídas a diferenças metodológicas e em parte ao desempenho inferior das

populações naturais, pois na natureza as condições ambientais são muito mais limitantes, resultando em eficiências muito menores do que aquelas obtidas em experimentos de laboratório, como os do presente estudo.

Segundo Hahn et al (1991), estudos sobre dieta e atividade alimentar em peixes têm gerado subsídios para um melhor entendimento das relações entre os componentes da ictiofauna e os demais organismos da comunidade aquática. O conhecimento das fontes alimentares utilizadas pelos peixes pode fornecer dados sobre habitat, disponibilidade de alimento no ambiente e mesmo sobre alguns aspectos do comportamento enquanto que informações acerca da intensidade na tomada de alimento podem ser úteis para a complementação de estudos que visem detectar interações competitivas entre as espécies ou partição de recursos entre elas. Windell & Bowen (1978) relatam que estudos baseados na análise de conteúdos gástricos têm servido de base para o entendimento ecológico do papel desempenhado pelas espécies de peixes.

Em regiões tropicais, apesar de existirem peixes especializados em determinados tipos de alimento, a maioria das espécies exibe grande plasticidade em suas dietas (Lowe-McConnell, 1987), o que dificulta o delineamento de padrões tróficos.

Os invertebrados, principalmente os aquáticos, são, de modo geral, bastante consumidos pelos peixes; alguns ocorrem ocasionalmente nos conteúdos gástricos, enquanto outros são muito freqüentes. Os grupos mais consumidos são os nematóides, briozoários e, especialmente os microcrustáceos e os insetos. Dentre os microcrustáceos, cladóceros e copépodos são muito predados (Fugi et al.,1996).

De acordo com Gerking (1994), o comportamento alimentar de um peixe deve ser visto sob variadas condições, inclusive no suprimento alimentar, porquanto um especialista pode se tornar um generalista, se uma fonte de alimento específica declinar.

Em qualquer espécie, o crescimento observado é uma resposta integrada a uma situação complexa envolvendo os recursos alimentares e as condições ambientais. A dedução quantitativa dos componentes de causa e efeito constitui um desafio nos estudos ecológicos. Informações sobre balanços energéticos para espécies de peixe de pequeno porte, em águas doces tropicais, são ainda incipientes. Contudo estudos detalhados sobre a ecologia trófica e os balanços energéticos destas espécies poderão contribuir para o estabelecimento de modelos bioenergéticos ou padrões de referência, a exemplo daqueles existentes para regiões temperadas, que permitirão uma melhor compreensão do papel destas espécies nas cadeias tróficas dos ecossistemas aquáticos tropicais.

Conclusões

- Os juvenis das espécies *Hyphesobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas* apresentam elevadas taxas de consumo sobre invertebrados aquáticos, ambos planctônicos e bentônicos.
- As taxas de assimilação obtidas, variando entre 85 a 99%, sugerem que estas estejam provavelmente superestimadas, devido à subestimação do egesta, um aspecto que poderá ser corrigido em futuros estudos, com adaptação de outra metodologia.
- Os juvenis da espécie *Hyphesobrycon eques* tem uma produção secundária de cerca de duas vezes superior aquela de *Serrapinnus notomelas* nas condições experimentais testadas.
- Os elevados custos metabólicos dos juvenis de *Serrapinnus notomelas* e conseqüentemente om menor investimento em crescimento podem estar relacionados com a maior atividade desta espécie, que habita toda a coluna d'água, com maior atividade natatória que *Hyphesobrycon eques*.
- Sob condições similares, os balanços energéticos das duas espécies indicam que *Hyphesobrycon eques* tem eficiências de conversão energética, tanto em termos de assimilação quanto em relação ao investimento do material assimilado em crescimento corporal, representado pela produção, muito mais elevadas do que *Serrapinnus notomelas*.
- Ambas espécies, *Hyphesobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, apresentam seletividade alimentar com preferência (seletividade positiva) pelos cladóceros *Daphnia* e *Ceriodaphnia* e pelas larvas de Diptera *Chironomus xanthus* e *Chaoborus* sp.
- Ambas espécies, *Hyphesobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, apresentam seletividade negativa (rejeição) pelo anfípodo *Hyaella meinerti* e pelo Ostracoda *Cypricercus mucronata*. possivelmente por uma combinação de seleção negativa pelo maior tamanho do primeiro item e pelo menor retorno energético do segundo.
- Devido ao elevado consumo e preferência alimentar de ambas espécies de peixes pelas larvas do Díptera *Aedes aegypti*, o mosquito transmissor da dengue, estas espécies são potenciais organismos para o manejo e controle biológico da infestação nas epidemias de dengue aplicando-se a ecotecnologia.

Referências Bibliográficas

- Agostinho, A.A ., Júlio Jr., H F. J. ; Gomes, I. C.; Bini, L. M.; Agostinho, C. S. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: Vazzoler R, A. E. A. M.; Agostinho, A. A.; Hahn, N.S. (Eds.) A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Maringá: EDUEM, cap. II.4. P. 179-208.
- Almeida, V.L.L.; Hahn, N. S.; Vazzoler A E. A. de M. (no prelo). Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná river floodplain (PR, Brasil). Ecol. of Fresh. Fish. V.1007, n.6
- Andrian, I. de F.1991. Estrutura da população e alimentação de *Parauchenipterus galeatus* Linnaeus, 1766 (Siluriformes, Auchenipteridae), do reservatório de Itaipu e alguns de seus tributários, PR. São Carlos: UFSCar. 274p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos.
- Black, B.W. & Hairston, N. G., Jr. 1988. Predators driven changes in community structure . Oecology, 77: 468-479.
- Bonetto, A. A.; Roldán, D; Verón, M. C. 1981. Algunos aspectos estructurales y ecologicos de la ictiofauna del sistema Iberá (Corrientes, Argentina) . ECOSUR, v. 8, n. 15, p 79-89.
- Brooks, J. L. & Dodson, S.I. 1965 Predation, body size, and composition of plankton. Science, 150: 28-35
- Brett, J. R., and Groves, T. D. D. 1979. Physiological energetics. In W. S. Hoar, D. J. Randall, and J. R. Brett. (eds.). Fish Physiology. Volume 8. Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York, pages 279-35
- Castro, R.M. C.; Arcifa, M. S. 1997. Comunidades de peixes de reservatório no sul do Brasil. Revista Brasileira de de BIOLOGIA, v 47, n 4, p. 493-500.
- Delariva, R. L. 1993. Ictiofauna associada às macrófitas aquáticas na planície de inundação do rio Paraná nas imediações dos municípios de Porto Rico PR – Nova Andradina, MS. Maringá: FUEM. 46P. Monografia (bacharelado em Ciências Biológicas) – Fundação Universidade Estadual de Maringá, 1993.
- Duncan, A & Klekowski, R. Z. 1975. Parameters of an energy budget. In. Methods for Ecological Bioenergetics. IBP Handbook N. 24. Blackwell Scientific Publications. 367pp
- Drozd, A. 1967. Food preference, food digestibility and natural food supply of small rodents. In: Secondary Productivity of Terrestrial Ecosystems (Principles and Methods). Ed. K Petruszewicz.. Warszawa-Kraków, pp. 323-330.
- Drozd, A. 1968. Digestibility and utilization of natural foods in small rodents. Small

- Fragoso, E.N.; Souza, J.E.; Velludo, M.R.; Soares, A. S.; Silva, L.H.; Rodrigues-Filho, J.L.; Fenerich-Verani, N.; Verani, J.R.; Rocha, O. 2005. Introdução de espécies e estado atual da ictiofauna da represa do Lobo, Brotas-Itirapina, SP. In: Rocha, O.; Espíndola, E.L.G.; Fenerich-Verani, N.; Verani, J.R.; Rietzler, A.C. (Orgs.). Espécies Invasoras em Águas Doces: Estudos de Caso e Propostas de Manejo. 416p.. São Carlos: EDUFSCar p. 47-58
- Fugi, R.; Hahn, N.S. Agostinho, A.A . 1996 Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná river. Environ. Biol. Fishes, v.46, n.3, p.297-307.
- Fugi, R., Agostinho, A.A .& Hahn, N.S. 2001. Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. Braz. J. Biol. 61: 27-33
- Gerking, S.D. 1994 Feeding ecology of fish. San Diego: Academic Press. 416p.
- Grodzinski, W.; Klekowski, R. Z.; Duncan, A. 1975. Methods for Ecological Bioenergetics. IPB Handbook, Blackwell Publications, Oxford, 24, 367 pp
- Hahn, N. S. 1991. Alimentação e dinâmica da alimentação da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Pisces, Perciformes) e aspectos da estrutura trófica da ictiofauna acompanhante no rio Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil. 137pp.
- Hanazato, T. & Yasuno, M. 1989 Zooplankton community structure driven by vertebrate and invertebrate predators. Oecologia, 81: 450-458.
- Hanson, P.C.; Johnson, T.B.; Schindler, D.E.; Kitchell, J. F. Fish Bioenergetics 3.0. Madison Center for Limnology & Sea Grant Institute, University of Wisconsin. 1997. Disponível em: <http://limnology.wis.Edu/research/bioenergetics/bioenergetics.html>
- Kitchell, J.F., Stewart, D.J, and Weininger, D. 1979. Applications of a bioenergetic model to perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum*). J. Fish. Res. Board Can. 34:1922-1935
- Lazzaro, X. 1991. Feeding convergence in South American and African zooplanktivorous cichlids *Geophagus brasiliensis* and *Tilapia rendalli*. Env. Biol. Fish., v. 31 n. 3 p. 283 – 293
- Lazzaro, X. 1987. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviors, selectivities, and impacts. Hydrobiologia, v. 146, p. 96-167.
- Linch, M. 1979. Predation, competition and zooplankton community structure: an experimental study. Limnol. Oceanogr., 24: 253-272.
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: Cambridge University Press. 382 p.

- Maia-Barbosa, P.M.. 1982. Predação de organismos zooplanctônicos pelo *Astyanax fasciatus* Cuvier 1819 (Osteichyties, Characidae) na represa do Lobo (“Broa”). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos
- Marciano, F. T. 2005. Composição, abundância e aspectos reprodutivos das espécies de peixes do reservatório Álvaro Souza Lima (Bariri, SP) e sua relação com as características ambientais do sistema. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 221p.
- Matheus, C.E. 1993 . Policultivo de peixes em efluentes de indústrias de processamento de frutas cítricas e efeitos na qualidade de água. São Carlos, USP, 375P. (Tese de Doutorado. SHS-EESC-USP).
- Matheus, C.E. ; Povinelli, J.; Tundisi, J. G.; Aguiar, V.R. 1998. Ecotechnological system involving polyculture of fishes and industrial wastewater treatment. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2276-2279.
- Matheus, C.E. ; Barbieri, G. 1999 Interações entre os peixes e as comunidades fito e zooplantônicas em tanques de piscicultura: bases teóricas para o manejo – Boletim Técnico nº 27, Instituto de Pesca. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento.
- Northcote, T.G. 1988. Fish in the structure and function of freshwater ecosystems: a top-down view. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 361-379.
- Northcode, J.C.; Arcifa, M.S.; Munro, K.A. 1990. An experimental study of the effects on fish zooplanktivory on the phytoplankton of a Brazilian reservoir. Hydrobiologia, 194: 31-45.
- O’Brien, W. J. 1979. The predator-prey interactions of planktivorous fish on zooplankton. Am. Sci., 67: 572-581.
- Okada, E. K. 1995. Diversidade e abundância de peixes em corpos de água sazonalmente isolados na planície alagável do alto rio Paraná e fatores ambientais relacionados. Maringá : UEM. 24 P. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, 1995.
- Paloheimo, J.E. 1979. Indices of food type preference by a predator. J. Fish. Res. Board. Can., v. 36, p. 470-473
- Pavanelli, C.S.; Caramaschi, E.P. 1997. Composition of the ichthyofauna of two small tributaries of the Paraná river, Porto Rico, Paraná State, Brazil. Ichthyological Explorations of Freshwaters, v.8, n. 1, p. 23-31.
- Penczak, T.; Agostinho, A. A.; Okada, E.K. 1994. Fish diversity and community structure in two small tributaries of the Paraná river, Paraná State. Brazil. Hydrobiologia, v. 294, p. 243-251.
- Penczak, T.; Agostinho, A. A.; Hahn, N. S.; Fugi, R. & Gomes, L. C. . 1999. Energy budgets of fish populations in two tributaries of the Paraná, Brazil. Journal of Tropical ecology,

- Phillipson, J. 1981 Bioenergetic options and phylogeny. In: Townsend, C. R. & Callow, P (eds.) *Physiological Ecology: An evolutionary Approach to resource Use*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 393 pp
- Post, J.R. & McQueen, D.J. 1987. The impact of planktivorous fish on the structure of a plankton community. *Freshwater Biology*, 17: 79-89.
- Roche, K. F. & Rocha, O. 2005. Aspectos da Predação por Peixes em Lagos e Represas, com Ênfase na Planctivoria. In: K.F. Roche & Em Rocha (orgs), *Ecologia Trófica de Peixes com Ênfase na Planctivoria de Ambientes Lênticos de Água Doce no Brasil*. Rima Editora, São Carlos, 136p
- Sipaúba-Tavares, L.H. 1988. Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos
- Tejenira – Garro, F.I.; Fortin, R.; Rodriguez, M.Em 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia river, Amazon Basin. *Environmental Biology of Fishes*, n.51, p.399-410.
- Uieda, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 44, n.2, p.203-213.
- Uieda, V. S. 1995. Comunidade de Peixes de um Riacho Litorâneo: Composição, habitat e Hábitos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 229p
- Vazzoler, A .E.A .M.; Agostinho, A . A .& Hahn, N.S. 1997. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997.
- Veríssimo, S.1994. Variações na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas, na planície de inundação do alto rio Paraná, ilha Porto Rico, PR – Brasil. São Carlos: UFSCar. 77p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1994.
- Veríssimo, S. 1999. Influência do Regime Hidrológico sobre a Ictiocenose de três lagoas da planície Aluvial do Alto rio Paraná. São Carlos: UFSCar. 90p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1999.
- Weatherley, A. H. 1972. *Growth and ecology of fish populations*. London: Academic Press. 293p
- Wells, L. 1970. Effects of alewife predation on zooplankton populations in Lake Michigan. *Limnol. Oceanogr.*, 15: 556-565.
- Windell, J.T. & Bowen, S.H. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. In Bagenal, T. (Ed.). *Methods for Assesment of Fish Production in Fresh Waters*. Oxford: Blackwell Scientific. P.219-226.

- Yuan, E. C. 1980. Campaña limnológica “Keratela I” em el rio Paraná médio: Taxocenosis de peces de ambientes leníticos. *Ecologia*, n.4, p.103-113.
- Yuan, E. C. ; Oldani, N.; Oliveros, O.; Hassan, C. P. 1984. Aspectos limnológicos de ambientes próximos a la ciudad de Santa Fé (Paraná médio: Poblaciones de peces ligadas a la vegetacion. *Neotropica*, v.30, n.84, p.127-139.
- Zaret, T.M. 1980. *Predation and freshwater communities*. Yale University Press, New York, 187 p.
- Zavala-Camin, L.A. 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*, Maringá, EDUEM – Editora da UEM, 129p

Anexos

Anexo 1

Tabela 1: Dados referentes ao número de indivíduos (n), Comprimento total (CT), Comprimento Padrão (CP), Largura maior no dorso (LMD) , Peso úmido (Pu) e Peso seco (Ps) dos 30 indivíduos de *Hyphessobrycon eques* utilizados para determinação da relação peso-comprimento.

n	CT	CP	LMD	Pu	Ps
1	3,1	2,6	0,9	0,69	0,11
2	3,4	2,9	1,1	0,59	0,15
3	3,9	3,2	1,3	0,65	0,27
4	3,7	3,0	1,2	0,81	0,26
5	3,8	3,1	1,3	0,90	0,25
6	3,4	2,8	0,9	0,51	0,13
7	3,3	2,6	1,0	0,44	0,13
8	3,1	2,5	0,8	0,43	0,12
9	3,4	2,7	1,0	0,42	0,14
10	3,1	2,5	0,9	0,45	0,11
11	3,0	2,5	0,9	0,34	0,10
12	3,4	2,6	0,9	0,42	0,11
13	3,8	3,1	1,2	0,80	0,26
14	3,3	2,6	0,9	0,44	0,14
15	3,1	2,5	0,8	0,36	0,11
16	4,0	3,2	1,3	0,86	0,28
17	3,7	3,0	1,1	0,68	0,22
18	4,1	3,3	1,4	0,96	0,30
19	3,5	2,8	1,1	0,48	0,15
20	4,5	3,6	1,5	1,18	0,38
21	3,7	3,0	1,1	0,70	0,20
22	3,9	2,7	1,0	0,45	0,13
23	4,0	3,3	1,4	0,93	0,29
24	3,2	2,7	0,9	0,46	0,12
25	3,3	2,6	0,9	0,42	0,13
26	3,4	2,6	1,0	0,48	0,14
27	3,2	2,6	0,8	0,37	0,11
28	3,4	2,8	1,0	0,51	0,19
29	3,6	3,0	1,2	0,61	0,15
30	3,7	3,0	1,1	0,65	0,21

Tabela 2: Dados referentes ao número de Indivíduos (n), Comprimento total (CT), Comprimento Padrão (CP), Largura maior no dorso (LMD) , Peso úmido (Pu) e Peso seco (Ps) dos 30 indivíduos de *Serrapinnus notomelas* utilizados para determinação da relação peso-comprimento.

n	CT (mm)	CP (mm)	LMD	Pu (g)	Ps (g)
1	2,7	2,2	0,7	0,28	0,04
2	2,8	2,4	0,8	0,30	0,05
3	3,1	2,5	0,8	0,38	0,07
4	2,8	2,4	0,6	0,33	0,05
5	3,1	2,7	0,6	0,48	0,07
6	2,5	2,0	0,4	0,28	0,05
7	3,0	2,5	0,5	0,36	0,04
8	2,6	2,1	0,4	0,27	0,06
9	2,6	2,3	0,6	0,26	0,05
10	2,7	2,3	0,4	0,28	0,04
11	2,8	2,4	0,5	0,30	0,05
12	3,0	2,5	0,7	0,32	0,08
13	3,2	2,6	0,8	0,36	0,08
14	3,1	2,6	0,8	0,33	0,09
15	3,3	2,7	0,9	0,38	0,08
16	3,1	2,5	0,7	0,36	0,08
17	2,9	2,3	0,7	0,26	0,05
18	3,2	2,6	0,9	0,39	0,10
19	3,2	2,6	0,9	0,42	0,09
20	3,0	2,3	0,7	0,25	0,06
21	3,2	2,5	0,7	0,39	0,11
22	3,0	2,3	0,9	0,32	0,07
23	3,3	2,7	0,7	0,33	0,07
24	3,2	2,6	1,0	0,49	0,15
25	2,9	2,3	0,8	0,28	0,06
26	3,5	2,8	1,0	0,49	0,10
27	2,8	2,2	0,8	0,30	0,09
28	2,9	2,3	0,8	0,31	0,07
29	3,2	2,5	0,9	0,37	0,09
30	3,1	2,6	0,8	0,36	0,06

Tabela 3: Dados referentes aos cálculos das taxas normalizadas de consumo e do Índice de Paloheimo, nos experimentos de seletividade alimentar de *Hyphessobrycon eques* e de *Serrapinnus notomelas* alimentados com invertebrados planctônicos e bentônicos.

H.eques 1						
item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	3	8	0,0606	0,0667	1,0017	0,5061
2	0	25	0,1894	0,0000	0,0000	0,0000
3	1	8	0,0606	0,0222	0,3663	0,1082
4	0	25	0,1894	0,0000	0,0000	0,0000
5	12	25	0,1894	0,2667	0,0000	0,4160
6	11	16	0,1212	0,2444	2,0165	0,5958
7	18	25	0,1894	0,4000	0,0000	0,6240
total	45	132	1	1	3,384538	1,7295

S. notom 1						
item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	7	10	0,0943	0,0787	0,8346	0,2013
2	5	10	0,0943	0,0562	0,5960	0,1437
3	1	1	0,0094	0,0112	1,1915	0,2874
4	4	10	0,0943	0,0449	0,4761	0,1149
5	22	25	0,2358	0,2472	1,0483	0,2529
6	50	50	0,4717	0,5518	0,0000	0,000
total	89	106	0,9998	0,9900	4,1465	1,0000

H.eques 2						
item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	2	8	0,0645	0,023	0,3566	0,0749
2	13	25	0,2016	0,1494	0,7411	0,1557
3	4	8	0,0645	0,0460	0,7132	0,1499
4	3	25	0,2016	0,0345	0,1711	0,0360
5	25	25	0,2016	0,2874	1,4256	0,2996
6	16	16	0,1290	0,1839	1,4256	0,2996
7	24	25	0,2016	0,2759	0,2824	0,0593
total	87	132	1,0644	0,9771	4,7590	1,0001

S. notom 2						
item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	6	10	0,0943	0,0714	0,0715	0,0165
2	2	10	0,0943	0,0238	0,2524	0,0581
3	1	1	0,0094	0,0119	1,2660	0,2916
4	3	10	0,0943	0,0357	0,3786	0,0872
5	22	25	0,2358	0,2619	1,1107	0,2559
6	50	50	0,4717	0,5952	1,2618	0,291
total	84	106	0,9998	0,9999	4,3409	1,0000

H.eques 3

item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	5	8	0,0606	0,0694	1,1452	0,1896
2	5	25	0,1894	0,0694	0,3664	0,0607
3	3	8	0,0606	0,0417	0,6881	0,1139
4	4	25	0,1894	0,0556	0,2936	0,0486
5	25	25	0,1894	0,3472	1,8332	0,3035
6	16	16	0,1212	0,2222	1,8333	0,3035
7	14	25	0,1894	0,1944	1,0264	0,1699
total	72	132	1,0000	0,9305	6,0410	1,1897

S. notom 3

item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	9	10	0,0943	0,1023	1,0848	0,2081
2	3	10	0,0943	0,0341	0,3616	0,0694
3	1	1	0,0094	0,0114	1,2128	0,2326
4	2	10	0,0943	0,0227	0,2407	0,0462
5	23	25	0,2358	0,2614	1,1086	0,2127
6	50	50	0,4717	0,5682	1,2046	0,2311
total	88	106	0,9998	1,0001	5,2131	1,0001

H.eques 4

item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	1	8	0,0606	0,0130	0,2145	0,0330
2	10	25	0,1894	0,1299	0,6859	0,1054
3	4	8	0,0606	0,0519	0,8564	0,1317
4	0	25	0,1894	0,0000	0,0000	0,0000
5	25	25	0,1894	0,3247	0,7144	0,1098
6	16	16	0,1212	0,3404	2,8086	0,4318
7	21	25	0,1894	0,2727	1,4398	0,2213
total	77	132	0,9394	1,1196	6,5051	1,0000

S. notom 4

item	total cons	total disp	pi	ri	ri/pi	Paloheimo
1	8	10	0,0862	0,0909	1,0545	0,1824
2	3	10	0,0862	0,0341	0,3956	0,0684
3	1	1	0,0086	0,0114	1,3256	0,2293
4	4	10	0,0862	0,0455	0,5278	0,0913
5	22	25	0,2155	0,2500	1,1601	0,2006
6	50	50	0,4310	0,5682	1,3183	0,2280
total	88	116	0,9137	1,0001	5,7819	1,0000

Anexo 2

Prancha 1: Aspecto geral de alguns invertebrados utilizados como itens alimentares nos experimentos para determinação do balanço energético e nos testes de seletividade alimentar. Em seqüência e da esquerda para a direita estão representados: larvas de A) *Aedes aegypti*; B) *Daphnia laevis*; C) *Cypricercus mucronata*; D) *Ceriodaphnia silvestrii*; E) *Chironomus xanthus*; F) *Hyaella meinerti*; G) *Chaoborus sp* e H) *Limnodrilus hoffmeisteri*.



A) *Aedes aegypti*



B) *Daphnia laevis*



C) *Cypricercus mucronata*



D) *Ceriodaphnia silvestrii*



E) *Chironomus xanthus*



F) *Hyaella meinerti*



G) *Chaoborus sp*



H) *Limnodrilus hoffmeisteri*

