

O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes

Francisco Manoel de Souza Braga

Instituto de Biociências, Unesp/Caunesp, Avenida 24 A nº 1515, 13506-900, Rio Claro-São Paulo, Brazil.
fmsbraga@ms.rc.unesp.br.

RESUMO. O método grau de preferência alimentar descreve a alimentação de peixes usando uma simples descrição e computação das preferências alimentares. Esse método é usado quando os valores volumétricos e/ou numéricos para os conteúdos estomacais não são viáveis.

Palavras-chave: alimentação, *Pimelodus maculatus*, *Plagioscion squamosissimus*, metodologia.

ABSTRACT. **The grade of feeding preference: a qualitative and quantitative method for stomach content analysis.** This method describes the feeding of fishes using a simple description and computation of food item preferences. This method is used when volumetric and numerical values for stomach contents are not viable.

Key words: feeding, *Pimelodus maculatus*, *Plagioscion squamosissimus*, methodology.

Embora bastante útil e difundido no estudo da alimentação de peixes, a frequência de ocorrência de determinados itens alimentares nem sempre representam a dieta da espécie de peixe em questão.

Por exemplo, em 100 estômagos analisados, verificou-se a presença incipiente de um certo microcrustáceo em 86 deles e a grande abundância, por estômago, de ninfas de odonata em 48 estômagos. Portanto, analisando-se as frequências de ocorrência, verifica-se que o item microcrustáceo foi mais importante porque ocorreu em 86% dos estômagos, enquanto que o item ninfas de odonata, ocorreu em 48% deles. No entanto, a participação em massa ingerida do item microcrustáceo foi muito menor do que a participação em massa do item ninfas de odonata.

Existem métodos que permitem avaliar a participação de um determinado item em termos de importância relativa, considerando-se conjuntamente o número, o peso e a frequência de ocorrência do item alimentar. Porém, na prática, nem sempre é possível para um certo item alimentar obter-se o número e o peso, pois o item apresenta-se em muitos casos fragmentados, o que compromete a obtenção do peso e principalmente, do número desse item alimentar.

Com o objetivo de que rapidamente se possa apresentar de uma forma quantificada a importância

da participação dos itens alimentares ingeridos, quando o estado de digestão e a maneira de ingestão prejudicar a obtenção do número e do peso respectivos a eles, apresenta-se o Grau de Preferência Alimentar (GPA) no estudo da alimentação de peixes.

Material e métodos

Descrição do método. Os estômagos analisados devem estar todos cheios de alimento, para padronizar a análise dos dados e os itens alimentares identificados por categoria taxonômica. Durante essa fase da análise, são atribuídos até quatro valores numéricos aos itens alimentares identificados, por estômago. Quando no estômago ocorrer somente um item específico ingerido, dá-se o valor 4 ao item desse respectivo estômago. Quando ocorrer mais de um item por estômago, adota-se o seguinte procedimento: aquele que preponderar receberá o valor 3, o que ocorrer com baixa abundância, o valor 1, e o que ocorrer de maneira intermediária, o valor 2. Por exemplo, na análise esquematizada do estômago 2 (Figura 1) foram identificadas quatro categorias de itens alimentares: A, B, C e D. O item A predominou sobre os demais e recebeu valor 3; o D foi o menos abundante e recebeu valor 1; os B e C ocorreram com abundâncias semelhantes e foram considerados intermediários entre A e D, recebendo

ambos o valor 2. Os demais conteúdos esquematizados representam outras situações que poderão ser visualizadas numa análise de conteúdos estomacais.

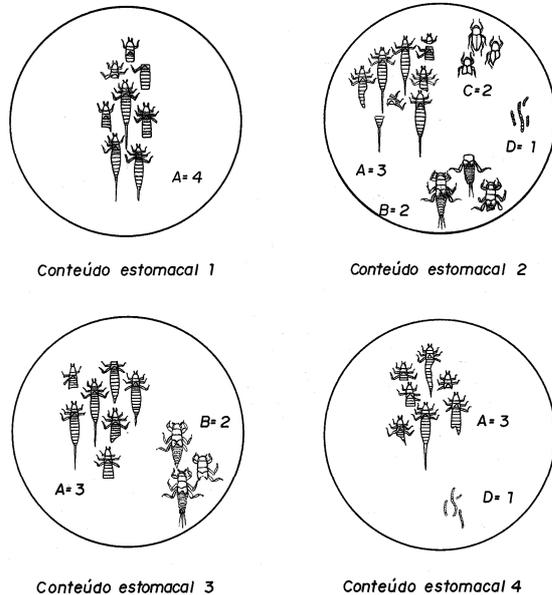


Figura 1. Representação esquemática da análise de quatro conteúdos estomacais, com a identificação de quatro categorias alimentares (A, B, C e D) com os seus respectivos valores atribuídos (1, 2, 3 e 4)

Quando numa situação hipotética, uma espécie de peixe ingeriu somente um tipo de item alimentar, encontrado em n estômagos, sendo o número total de estômagos analisados N e $N = n$, tem-se $(n \cdot 4) / N = (N \cdot 4) / N = 4$, onde, nessa situação, o valor máximo atingido é 4. Isso ocorrendo numa situação real, atribui-se à espécie uma alta especificidade alimentar. Usando-se do mesmo princípio, porém quando a espécie utiliza-se de vários itens alimentares, mas preferencialmente ingere certo tipo de item ao qual atribui-se o valor 3, tem-se $(n \cdot 3) / N = (N \cdot 3) / N = 3$. Portanto, pode-se verificar para itens, cujas preferências alimentares sejam moderadas ou esporádicas, a obtenção de valores máximos esperados de 2 e 1, respectivamente.

Numa situação de alimentação normal, os peixes utilizam de maneira variada os recursos alimentares, podendo ou não dar preferência a certo alimento (i) e dessa forma, os valores atribuídos a i podem ser 1, 2, 3 ou 4, dependendo da preferência pelo item ou de sua disponibilidade no ambiente. A interpretação numérica passa então a ser $S_{(i)} / N$, onde $S_{(i)}$ é a soma dos valores atribuídos à abundância do item alimentar i nos estômagos, e N , o número total de estômagos analisados, que passa agora a ser

considerado o Grau de Preferência Alimentar (GPA).

Os valores estimados para o GPA, referentes a cada item alimentar, passam a ter as seguintes conotações:

GPA = 4: o item em questão tem preferência absoluta;

$3 \leq \text{GPA} < 4$: o item em questão tem alto grau de preferência;

$2 \leq \text{GPA} < 3$: o item em questão é preferencial, mas outros também são ingeridos;

$1 \leq \text{GPA} < 2$: o item em questão é secundário;

$0 < \text{GPA} < 1$: o item em questão é ocasional.

Um exemplo teórico é apresentado, com base na Figura 1, que representa a análise hipotética de quatro estômagos, onde foram identificadas quatro categorias alimentares. A aplicação do grau de preferência alimentar mostra que:

para o item A : $\text{GPA}_A = S_{iA} / N = (4 + 3 + 3 + 3) / 4 = 13 / 4 = 3,25$;

para o item B : $\text{GPA}_B = S_{iB} / N = (0 + 2 + 2 + 0) / 4 = 4 / 4 = 1$;

para o item C : $\text{GPA}_C = S_{iC} / N = (0 + 2 + 0 + 0) / 4 = 2 / 4 = 0,5$;

para o item D : $\text{GPA}_D = S_{iD} / N = (0 + 1 + 0 + 1) / 4 = 2 / 4 = 0,5$.

O item alimentar A é considerado com alto grau de preferência, pois apresenta um valor de GPA de 3,25 ($3 \leq \text{GPA} < 4$), podendo ocorrer como integrante único do conteúdo estomacal e, quando compartilha sua ocorrência com outros itens, sempre predomina. O item B é considerado alimento secundário, apresentando um valor de GPA de 1 ($1 \leq \text{GPA} < 2$); não ocorre em todos os estômagos e, quando ocorre, a sua abundância é intermediária.

Os itens C e D são considerados ocasionais, pois apresentam, ambos, valores de GPA iguais a 0,5 ($0 < \text{GPA} < 1$); não ocorrem em todos os estômagos e quando ocorrem, a sua abundância é baixa.

Aplicações do método. Para a demonstração prática do método, foram analisados estômagos cheios de alimento, de corvina, *Plagioscion squamosissimus*, e de mandi, *Pimelodus maculatus*, coletados no reservatório de Volta Grande, rio Grande, ao norte do Estado de São Paulo e fronteira com o Estado de Minas Gerais ($48^{\circ}25'$ e $47^{\circ}35'W$ e $19^{\circ}57'$ e $20^{\circ}10'S$), no período de junho a dezembro de 1995 (Braga e Gomiero, 1997).

Foram analisados 133 estômagos da corvina e 87 do mandi. Os itens alimentares foram identificados por grupo taxonômico até a menor categoria que foi permitida. As espécies e famílias de peixes reconhecidas foram identificadas segundo Braga e Gomiero (1997) e agrupadas em Teleostei; a

identificação dos grupos de invertebrados se fez segundo Needham e Needham (1982). Para esses grupos, foi estimada a frequência porcentual de ocorrência por estômago e o grau de preferência alimentar (GPA). Aos valores de frequência de ocorrência e os respectivos graus de preferência alimentar, foi aplicado um teste de correlação de classes de Spearman (Siegel, 1975), para verificar a existência ou não de similaridade entre os procedimentos.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os itens alimentares identificados para *Plagioscion squamosissimus*, a frequência de ocorrência desses itens nos estômagos e os valores do grau de preferência alimentar para esses itens. Essas informações encontram-se também na Tabela 2, porém para *Pimelodus maculatus*.

Os itens alimentares encontrados nos estômagos de *Pimelodus maculatus* foram mais diversificados do que aqueles encontrados nos estômagos de *Plagioscion squamosissimus*. Em *Pimelodus maculatus*, foram verificados estômagos contendo desde um grupo taxonômico como alimento até estômagos contendo seis categorias alimentares, com um valor mediano estimado em 3,2 grupos por estômago. Em *Plagioscion squamosissimus*, a diversidade de alimento encontrada foi menor, variando de um grupo taxonômico até três grupos por estômago, com um valor mediano estimado em 1,6 grupo por estômago.

Tabela 1. Relação dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *Plagioscion squamosissimus*; frequência absoluta de estômagos contendo determinado item (n), frequência relativa (%), soma dos valores atribuídos a cada item (S_i), grau de preferência alimentar de cada item (GPA) com sua respectiva classificação e número total de estômagos analisados (N)

Item alimentar	n	%	S_i	GPA	Classificação
Odonata (ninfás)	78	58,6	375	2,82	preferencial
Diptera (larvas)	24	18,0	91	0,68	ocasional
Ephemeroptera (ninfás)	18	13,5	51	0,38	ocasional
Diptera (adultos)	1	0,8	1	0,01	ocasional
Decapoda	1	0,8	4	0,03	ocasional
Trichoptera	1	0,8	4	0,03	ocasional
Teleostei	10	7,5	25	0,19	ocasional
Total (N) = 133		GPA = $S_{(i)} / N$			

Plagioscion squamosissimus teve como item preferencial ninfás de Odonata, sendo os demais itens considerados ocasionais (Tabela 1). Houve uma correlação muito alta entre as frequências de ocorrência dos itens com os respectivos valores do GPA ($p < 0,01$), ou seja, a presa mais freqüente (58,6%) foi a que apresentou um maior valor para o GPA (2,82), havendo um decréscimo correspondente entre as frequências de ocorrência e

os respectivos graus de preferência alimentar para as demais presas (Tabela 3). Por outro lado, larvas de Diptera, que apresentaram um valor considerável em termos de frequência de ocorrência (18,0%), tiveram uma participação efetiva, em termos de alimento, quatro vezes menor do que o item ninfás de Odonata, classificado como preferencial.

Tabela 2. Relação dos itens alimentares encontrados nos estômagos de *Pimelodus maculatus*, frequência absoluta de estômagos contendo determinado item (n), frequência relativa (%), soma dos valores atribuídos a cada item (S_i), grau de preferência alimentar de cada item (GPA) com sua respectiva classificação e número total de estômagos analisados (N)

Item alimentar	n	%	S_i	GPA	Classificação
Ephemeroptera (ninfás)	30	34,5	93	1,07	secundário
Odonata (ninfás)	24	27,6	60	0,69	ocasional
Trichoptera (larvas)	42	48,3	66	0,76	ocasional
Diptera (larvas)	51	58,6	117	1,34	secundário
Himenoptera	15	17,2	50	0,57	ocasional
Ephemeroptera (adultos)	1	1,1	2	0,02	ocasional
Gastropoda	11	12,6	12	0,14	ocasional
Cladocera	1	1,1	1	0,01	ocasional
Coleoptera (larvas)	1	1,1	1	0,01	ocasional
Restos vegetais	2	2,3	3	0,03	ocasional
Ostracoda	5	5,7	13	0,15	ocasional
Hemiptera (aquática)	7	8,0	14	0,16	ocasional
Teleostei	1	1,1	3	0,03	ocasional
Diptera (adultos)	2	2,3	2	0,02	ocasional
Coleoptera	18	20,7	32	0,37	ocasional
Hemiptera (terrestre)	2	2,3	2	0,02	ocasional
Isoptera	8	9,2	15	0,17	ocasional
Arachnida	1	1,1	1	0,01	ocasional
Total (N) = 87		GPA = $S_{(i)} / N$			

Tabela 3. Resultado do teste de correlação de classes de Spearman entre a frequência de ocorrência dos itens alimentares e o respectivo grau de preferência alimentar, para as espécies *Plagioscion squamosissimus* e *Pimelodus maculatus*

Espécie	r_s	g.l.	$t_{0,01}$	t_s
<i>P. squamosissimus</i>	0,97	5	4,03	8,85 **
<i>P. maculatus</i>	0,93	16	2,92	10,12 **

r_s = coeficiente de correlação; g.l. = graus de liberdade; $t_{0,01}$ = valor esperado a 0,01 de significância; t_s = valor calculado

A espécie *Pimelodus maculatus* diversificou mais a sua alimentação, tendo como presas secundárias ninfás de Ephemeroptera e larvas de Diptera, sendo os demais itens ocasionais (Tabela 2). Neste caso, também ocorreu uma alta correlação entre as frequências de ocorrência dos itens com os respectivos valores do GPA ($p < 0,01$) (Tabela 3). Verificou-se também que a frequência de ocorrência pode superestimar a participação de certo item como componente alimentar, como no caso de larvas de Trichoptera. A frequência de ocorrência deste item foi 48,3%, e o GPA estimado foi o de presa ocasional. Por outro lado, o item ninfá de Ephemeroptera, que teve uma frequência de ocorrência inferior à de larva de Trichoptera, teve um valor de GPA considerado como secundário, em

conseqüência não só de sua ocorrência nos estômagos, como também do volume ocupado neles.

Em linhas gerais, *Pimelodus maculatus* foi considerada uma espécie oportunista, em função de seu amplo espectro alimentar, que variou entre presas secundárias e ocasionais, sem demonstrar preferências. Todavia, *Plagioscion squamosissimus*, por ser menos generalista, apresentou um item preferencial, enquanto que os demais foram ocasionais.

Discussão

Descrever e quantificar os itens alimentares que fazem parte da alimentação de uma espécie de peixe são tarefas que nem sempre se associam harmonicamente. A descrição dos itens alimentares depende da capacidade do analista em reconhecer os itens a nível taxonômico, enquanto que a análise quantitativa depende da integridade desses itens, ou seja, a maneira em que eles se encontram nos estômagos, se já digeridos ou não, íntegros ou fragmentados. A maneira mais simples e imediata de avaliar o conteúdo estomacal de uma espécie é pela frequência de ocorrência dos itens nos estômagos analisados (Hyslop, 1980). Esse método é útil, porém não permite uma análise quantitativa e pode superestimar a importância de certos itens que sejam frequentes nos estômagos, mas com abundância pequena. Nos estômagos de *Pimelodus maculatus* analisados, o item larva de Trichoptera foi o segundo mais frequente em ocorrência (48,3%), porém, foi considerado ocasional ao se empregar o grau de preferência alimentar, devido a sua pequena participação em abundância (GPA = 0,76).

Verificou-se uma correlação significativa ($p < 0,01$) entre as frequências de ocorrência dos itens alimentares com os respectivos valores do grau de preferência alimentar. No entanto, são maneiras distintas de se analisar a questão. Como dito anteriormente, a frequência de ocorrência pode superestimar a participação de um item, enquanto que o grau de preferência alimentar dimensiona a participação do item como alimento. Essa aparente correspondência restringiu-se só aos valores numéricos, pois não são correlatas quanto ao significado do hábito alimentar. No exemplo apresentado anteriormente, onde se discutiu a participação do item larva de Trichoptera, verificou-se a contribuição espúria desse item, como sendo importante para a alimentação da espécie, em termos de frequência de ocorrência. Por outro lado, pode-se observar a correlação entre a frequência de ocorrência desse item em relação ao valor do seu GPA, bem como entre os demais valores, conforme demonstrado. Portanto, a análise do grau de

preferência alimentar estima um valor mais consistente ao se analisar os itens integrantes da alimentação de uma espécie, pois, se por um lado corresponde com a frequência de ocorrência, apresentando uma visão de como esses itens participam da dieta alimentar da espécie, por outro, quantificam de forma mais real a participação dos itens como alimento.

A utilização dos métodos disponíveis para o estudo da alimentação de peixes são discutidos em Zavala-Camin (1996). Portanto, ao se iniciar um estudo sobre a alimentação de peixes, deve-se procurar um método de análise que se adequa não só aos objetivos propostos como também às condições reais em que se encontram os itens alimentares nos estômagos analisados.

Na seqüência desses estudos, os itens alimentares identificados são analisados segundo a frequência relativa de ocorrência, frequência relativa numérica e frequência relativa de peso ou volume. A combinação desses métodos fornece a possibilidade de utilização de uma variedade de índices, todos com o objetivo de avaliar o hábito alimentar de espécies de peixes (Hynes, 1950; Pinkas *et al.*, 1971; Kawakami e Vazzoler, 1980). Uma análise sobre o emprego prático de diversas metodologias, envolvendo frequências relativas e índices alimentares, em relação a suas vantagens e desvantagens, foi apresentada por Walsh e Fitzgerald (1984) e Roscchi e Nouage (1987).

Se são várias as causas que fazem com que um peixe se utilize de uma certa fonte alimentar (palatabilidade, odor, cor, forma, localização, adaptação, disponibilidade, abundância, etc.), uma outra causa, inerente ao próprio peixe, age de maneira a conturbar a análise de qualquer estudo sobre alimentação de peixes, que é a seletividade exercida sobre os itens alimentares. Somando-se a isso, tem-se a questão da amostragem, que mesmo quando praticada de maneira correta, é feita em cima de uma seletividade previamente realizada e sobre a qual, em situações naturais, não se tem nenhum controle. Portanto, vê-se que não se pode descartar a utilização de índices, desde que devidamente desenvolvidos, no estudo da alimentação de peixes. Os estudos de alimentação não devem ser analisados sob o enfoque da estatística paramétrica, mas sim da estatística não-paramétrica, onde a utilização de índices, escores e graus são procedimentos normais.

Mais recentemente, têm surgido novos métodos que fazem uso de índices associados a gráficos para o estudo da alimentação em comunidades de peixes (Mohan e Sankaran, 1998; Costello, 1990; Amundsen *et al.*, 1996). No entanto, esses métodos

também necessitam de informações sobre o volume e o número de itens alimentares ingeridos.

O grau de preferência alimentar apresentado oferece como vantagem a praticidade de, ao se fazer a identificação dos itens alimentares encontrados nos estômagos (análise qualitativa), atribuir-lhe também graus (análise quantitativa) e com isso obter valores de uma maneira mais prática, principalmente quando é difícil obter valores precisos do número, peso ou volume dos itens alimentares.

A adoção de três graus (valores) para caracterizar a abundância dos itens alimentares nos estômagos pode parecer um tanto subjetiva, mas na prática irá depender da acuidade do analista. Tomando-se três valores ao se considerar pouco, intermediário ou muito, a abundância do item alimentar em questão, diminuiu-se a subjetividade da análise. Aumentando-se os números dos valores atribuídos à abundância dos itens alimentares, procurando com isso maior precisão, na realidade aumenta-se a subjetividade e a margem de erro. O grau 4 adotado nesse caso não aumenta a margem de erro, por ser um valor atribuído à totalidade de certo item em um estômago.

Para a utilização do grau de preferência alimentar é necessária a análise de estômagos cheios, a fim de permitir uma padronização da abundância dos itens alimentares por estômago e no total, no que se refere aos graus atribuídos às categorias de abundância.

A análise da alimentação de *Pimelodus maculatus*, espécie que apresentou uma diversidade alimentar alta, com um espectro alimentar formado por 18 tipos diferentes de itens, teve um valor mediano de somente 3,2 categorias de itens por estômago. No único estômago onde ocorreu o maior número de itens, seis, foram identificados Ostrococha com grau 3, ninfas de Odonata com grau 3, Hemiptera aquática com grau 2, larvas de Diptera, larvas de Trichoptera e Gastropoda, todos com grau 1. Esse estômago representa bem um exemplo de diversidade alimentar máxima encontrada e a atribuição de graus de abundância.

A corvina, *Plagioscion squamosissimus*, teve uma dieta alimentar baseada em um menor número de itens, o que caracteriza o seu hábito predador (Hahn *et al.*, 1997; Braga, 1998), ocorrendo sete tipos de itens alimentares. O valor mediano de categorias de itens por estômago foi 1,6.

O propósito deste trabalho foi o de demonstrar a utilização de um método, ficando para análises posteriores uma abordagem mais ampla do método a nível intraespecífico, interespecífico e de comunidades e trabalhando-se com um maior número de exemplos por amostra.

O grau de preferência alimentar (GPA) é um método adequado para a análise da alimentação em

peixes. Se por um lado ele representa a participação dos itens alimentares, por ter correlação com a frequência de ocorrência, por outro quantifica também a participação dos itens utilizados como alimento, dando-lhes a devida importância. Ele é apresentado não como mais um método a ser utilizado, mas sim como um método alternativo, quando outros não podem ser empregados.

Referências bibliográficas

- Amundsen, P.A.; Gabler, H.M.; Stalduik, F.J. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48:607-614, 1996.
- Braga, F.M. de S. Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Sciaenidae) no reservatório de Barra Bonita, Estado de São Paulo. *Iheringia*, 84:11-19, 1998. (Sér. Zool.)
- Braga, F.M. de S.; Gomiero, L.M. Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). *Bol. Inst. Pesca*, 24:131-138, 1997.
- Costello, M.J. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.*, 36:261-263, 1990.
- Hahn, N.S.; Agostinho, A.A.; Goitein, R. Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu Reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnol. Brasil.*, 9:11-22, 1997.
- Hynes, H.B.N. The food of freshwater stickle-backs (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, 19:36-58, 1950.
- Hyslop, E.J. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17:411-429, 1980.
- Kawakami, E.; Vazzoler, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 29(2):205-207, 1980.
- Mohan, M.V.; Sankaran, T.M. Two new indices for stomach content analysis of fishes. *J. Fish Biol.*, 33:289-292, 1988.
- Needham, J.G.; Needham, P.R. *Guia para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona: Reverté, 1982.
- Pinkas, L.; Oliphant, M.S.; Iverson, I.L.K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152:1-105, 1971.
- Rosecchi, E.; Nouaze, Y. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 49(3/4):111-123, 1987.
- Siegel, S. *Estatística não-paramétrica*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- Walsh, G.; Fitzgerald, G.J. Biais inhérents à l'analyse de l'alimentation des poissons: cas de trois espèces d'épinoches (Gasterosteidae). *Natural. Can.* 111:193-202, 1984.
- Zavala-Camin, L.B. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá: Eduem, 1996.

Received on March 27, 1999.

Accepted on May 27, 1999.