

ESTOCAGEM TECIDUAL E UTILIZAÇÃO DE LIPÍDEOS EM MATRINXÃ, *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869)¹.

Maria do Carmo Figueredo SOARES², Elisabeth Criscuolo URBINATI³,
Euclides Braga MALHEIROS⁴.

RESUMO - Os lipídeos exercem diversas funções biológicas, como constituintes de membranas, precursores de hormônios, e por seu alto conteúdo calórico, um eficiente composto para estoque de energia. Nos peixes, ao contrário dos mamíferos, os modelos de deposição lipídica são mais diversos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de lipídeo total no plasma e nos tecidos somático e reprodutivo do matrinxã, *Brycon cephalus*, macho e fêmea, destacando alguns índices somáticos relacionados à dinâmica desse substrato. De outubro/97 a janeiro/99, foram amostrados, mensalmente, 8 a 12 peixes, totalizando 174 animais. Após anestesia, retirou-se sangue heparinizado para dosagem do triacilglicerol plasmático. Cada peixe foi mensurado e fígado, gônadas e gordura visceral retirados e pesados para cálculo do IHS (índice hepatossomático) IGS (índice gonadossomático) e IGVS (índice gorduro-viscerossomático). Os maiores teores do lipídeo total ocorreram no músculo vermelho, com aproximadamente 18%, seguido pelo fígado e gônadas com valores médios de 16,5%. O músculo branco apresentou o menor teor com 2,3%. A análise de variância dos IHS e IGVS mostrou que ambos apresentaram efeito significativo para bimestre, com índices mais baixos em períodos de temperaturas mais altas, e não significativo para sexo e a interação sexo e bimestre. O matrinxã estoca lipídeos em vários tecidos corpóreos incluindo gordura mesentérica, fígado, músculos e gônadas.

Palavras-chave: peixe de água doce, metabolismo, gordura corporal.

Tissue Storage and Utilization of Lipids in Matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869)

ABSTRACT - Lipids have important biological functions, such as membrane constituents, hormone precursors, and are efficient energy reserves, due to their high caloric content. In fish, but not in mammals, lipid storage patterns are quite diverse. The aim of this study was to determine lipid distribution in somatic and reproductive tissues of matrinxã, *Brycon cephalus*, both male and female, highlighting somatic indices related to lipid dynamics. From Oct 98 to Jan 99, a total of 174 fish (8-12 each month) were sampled. After fish anesthesia, heparinized blood was collected for plasma triacylglycerol determination. Fish were individually weighed and measured, and liver, gonads and visceral fat were collected and weighed for HSI (hepatosomatic index), GSI (gonad somatic index) and MFI (mesenteric fat index) calculation. The highest values of total lipids were found in red muscle (about 18%), liver and gonads (about 16.5%). The white muscle had a lower concentration (2.5%). Analyses of variance of HSI and MFI showed fluctuations along the experimental period with lowest concentrations in the periods of highest temperatures. Matrinxã store lipids in several body tissues, including mesenteric fat, liver, muscles and gonads.

Key words: freshwater fish, metabolism, body fat.

¹Parte da tese de doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista.

²Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. CEP 52.171.900, Recife, PE - Correspondência para: Maria do Carmo Figueredo Soares, UFRPE, Departamento de Pesca. Rua Dom Manoel de Medeiros s/n. Dois Irmãos, Recife, PE. CEP 52.171.900. e-mail: mcfsl@terra.com.br.

³Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP e Centro de Aquicultura - CAUNESP. CEP 14.870-000, Jaboticabal, SP

⁴Departamento de Ciências Exatas da UNESP. CEP 14.870-000, Jaboticabal, SP

INTRODUÇÃO

Os lipídeos exercem diversas funções biológicas, como constituintes de membranas, isolantes térmicos e reserva de energia, tendo eles próprios ou seus derivados, também, a função de vitaminas e hormônios. Entre as biomoléculas, os lipídeos representam o grupo mais diverso, tanto estrutural como funcionalmente, e seu alto conteúdo calórico (cal/g) torna-o um eficiente composto para o estoque de energia. Talvez seja este o mais significativo uso dos lipídeos, especialmente entre os animais (Sheridan, 1994).

O ciclo de armazenamento e utilização dos lipídeos está geralmente associado com mudanças sazonais de disponibilidade de alimento ou demanda metabólica, havendo variação quanto à função destes estoques (Guillemot *et al.*, 1985) e, com relação a distribuição nos órgãos e tecidos do corpo (Peterssen & Emmersen, 1977; Greene & Selivonchick, 1987).

Em peixes, ao contrário de mamíferos, os modelos de deposição lipídica são mais diversos. A tendência geral neste grupo é estocar lipídeos em vários sítios (gordura mesentérica, fígado e músculos) em oposição a um único, no caso do mamífero, que é o tecido adiposo (Sheridan, 1994).

A gordura mesentérica em peixes, assim como o tecido adiposo em mamíferos, é composta principalmente de lipídeos, chegando a apresentar até mais de 90% (Sheridan, 1988). O fígado também contém considerável quantidade lipídica, variando de 10 a 20% e, em casos extremos, como no

bacalhau, pode chegar até 67%, embora a capacidade de estocagem varie com a espécie, o período do ano e/ou o estado de desenvolvimento do animal (Sheridan, 1988 e 1989). Sendo a gordura um combustível mais leve (Plisetskaya, 1980), representa um aspecto positivo e importante para os peixes, em função do meio em que vive, pois uma das formas para reduzir a tendência ao afundamento e levar o organismo a um estado de flutuabilidade neutra é aumentar a quantidade de substâncias mais leves que a água, em seu interior, principalmente gorduras e óleos.

O músculo do peixe também contém considerável quantidade de lipídeos. O músculo branco, assim como o músculo esquelético do mamífero, contém células adiposas distribuídas entre as suas fibras e como resultado, a maioria da gordura do músculo branco do peixe está contida em adipócitos (Sheridan, 1994). Já, o músculo vermelho contém substancialmente mais lipídeos do que o branco, apresentando-os dentro da própria fibra muscular (Robinson & Mead, 1973).

Nos teleósteos, numerosas evidências sustentam a hipótese de que as gorduras constituem a principal reserva interna e suprimento ambiental de energia (Nagai & Ikeda, 1970). Essa capacidade dos peixes para o consumo e metabolização intensiva de lipídeos pode também ser observada durante o estudo dos processos digestivos. O amplo espectro de aproveitamento de substâncias gordurosas no meio externo é maior

do que o dos animais terrestres, e muitas espécies de peixes marinhos utilizam ceras, além de triglicerídeos, como fonte alternativa de gordura (Patton & Benson, 1975).

Em muitos teleósteos, a conexão entre metabolismo lipídico e o ciclo reprodutivo tem sido estabelecido. A variação anual de gordura nos peixes geralmente mostra uma correlação negativa com a reprodução (Jangaard *et al.*, 1967; Vlaming, 1971; Lewander *et al.*, 1974 apud Lal & Singh, 1987). Durante a fase de desova do peixe migratório salmão *Oncorhynchus nerka* (Idler & Bitners, 1960), e em peixes de água doce não migratórios, como *Clarias batrachus* (Singh & Singh, 1983) e *Cirrhinus mrigala* (Singh & Singh, 1984) observou-se que o lipídeo total hepático e o colesterol diminuíram, concomitantemente, com o aumento de lipídeos ovarianos. Mudanças no nível de lipídeos plasmático também têm sido descritas para outras espécies de teleósteos (Idler & Bitners, 1960; Shatunovsky 1971; Lapin, 1973; Peterssen & Emmersen, 1977).

Em função da importância da fisiologia auxiliando a criação de peixes, procurou-se observar alguns aspectos do metabolismo lipídico do matrinxã, *Brycon cephalus* que é uma espécie endêmica da Bacia Amazônica e introduzida, através da piscicultura, em várias regiões do país, tornando-se um peixe muito apreciado. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de lipídeo total no plasma e nos tecidos somático e reprodutivo do matrinxã, *B. cephalus*, macho e fêmea, destacando alguns índices

morfométricos correlacionados, ao longo de um período de 16 meses.

MATERIAL E MÉTODOS

Mensalmente, no período de outubro/97 a janeiro/99, no Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais CEPTA/IBAMA, Pirassununga, SP, foram amostrados 8 a 12 exemplares de matrinxãs, *Brycon cephalus*, de ambos os sexos, com idade inicial de 1 ano e 10 meses, procedentes de reprodução induzida, totalizando 174 indivíduos. Registraram-se a temperatura superficial e o conteúdo de oxigênio dissolvido da água do viveiro utilizando oxigenômetro YSI modelo 55, provido de termistor acoplado à sonda, fazendo-se as leituras nas respectivas escalas expressas em °C e ppm. A análise do material biológico foi realizada no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal/UNESP, sendo os dados agrupados por bimestre

Após jejum de 24 horas, os peixes foram anestesiados com benzocaína para coleta de sangue heparinizado, por punção da veia caudal. No plasma, determinou-se as concentrações de triacilglicerol por método colorimétrico, com kit da Labtest. Esses animais foram mensurados (peso total, comprimento total e padrão) e fígado, gônadas e gordura visceral, retirados e pesados, para cálculo do IHS (índice hepatossomático), IGS (índice gonadossomático) e IGVS (índice gordura viscerossomático) através das seguintes expressões: IHS =

$P_f/P_t \times 100$; $IGS = P_g/P_t \times 100$ e $IGVS = P_{gv}/P_t \times 100$, respectivamente, onde p_f = peso do fígado em gramas, p_g = peso da gônada(g), p_{gv} = peso da gordura visceral (g) e P_t = peso total (g). Verificou-se, também, após extração com clorofórmio/metanol, a quantidade de lipídeo total presente no fígado, músculo branco, músculo vermelho e gônadas do matrinxã pelo método de Bligh & Dyer (1959) que consiste na extração a frio do lipídeo total (LT), expresso em g/100g de tecido.

Análise estatística

Dos dados obtidos, calculou-se a média, o desvio padrão da média, os valores máximos e mínimos e os coeficientes de variação ao longo do período com auxílio do "Statistical Analysis System"- SAS/STAT, versão

6.12. Efetuou-se a análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Models) do SAS, considerando um delineamento em parcelas e subparcelas com dois fatores: sexo e bimestre.

RESULTADOS

Os valores da quantidade de lipídeo total encontrados nos músculos, fígado e gônadas, além da concentração plasmática do triacilglicerol do matrinxã, *Brycon cephalus*, de modo geral e por sexo, são apresentados na Tabela 1. Observou-se que dos dois tipos de músculo, vermelho e branco, o primeiro apresentou maior quantidade de lipídeos, seguido pelo fígado e gônada.

A concentração do triacilglicerol plasmático do

Tabela 1 . Dados estatísticos da caracterização metabólica geral e por sexo, do matrinxã *Brycon cephalus*, de outubro/97 a janeiro/99.

Variáveis	Estatística descritiva								
	N	Média	DP	CV%	Máx	Min	Q1	Q2	Q3
Lipídeo total hepático (%)	164	16,52	4,63	28,00	36,67	7,45	12,84	16,85	19,60
Macho	97	16,18	4,88	30,14	36,67	7,46	12,73	15,68	19,50
Fêmea	49	17,02	4,37	25,68	26,06	7,49	14,45	17,67	19,71
Macho c/ ovócito	5	17,24	4,66	27,03	22,97	12,22	12,68	18,58	19,74
Lipídeo total do MB (%)	164	2,31	1,05	45,46	5,65	0,74	1,46	2,09	2,85
Macho	97	2,33	1,04	44,73	5,65	0,75	1,53	2,09	2,88
Fêmea	48	2,21	1,00	45,22	4,56	0,74	1,31	2,06	2,85
Macho c/ ovócito	5	2,42	1,79	73,89	5,35	0,97	1,19	1,76	2,84
Lipídeo total do MV (%)	170	17,91	4,06	22,68	28,92	8,46	15,15	17,82	20,85
Macho	100	17,75	4,01	22,58	28,92	8,46	15,03	17,61	20,86
Fêmea	51	17,59	4,02	22,83	27,28	9,96	14,83	17,29	20,68
Macho c/ ovócito	5	16,37	4,31	26,31	20,47	9,37	15,42	18,43	20,47
Triacilglicerol (mg/dl)	171	310,14	103,54	33,38	686,11	106,25	247,96	301,85	375,24
Macho	100	317,56	109,74	34,54	686,11	117,36	255,17	307,36	381,80
Fêmea	53	308,55	98,29	31,86	521,29	106,25	244,44	300,00	375,24
Macho c/ ovócito	5	262,82	58,46	22,24	322,61	190,97	228,47	249,42	322,61
Lipídeo gonadal (%)	98	16,48	16,57	100,54	73,18	0,83	2,68	11,40	23,47
Macho	42	22,29	14,77	66,28	57,44	0,83	11,75	20,95	30,71
Fêmea	54	12,13	16,94	139,65	73,18	0,85	1,55	4,23	14,87

OBS: Ocorreram alguns indivíduos machos com a presença de ovócitos em suas gônadas (3,11%)
 N= número de exemplares, DP= desvio padrão da média; CV%= coeficiente de variação em percentual; Máx= valor máximo; Min= valor mínimo; Q₁, Q₂ e Q₃ = quartis

matrinxã, ao longo de um período de 16 meses, apresentou valores que variaram de 106,25 a 686,11 mg/dl. A partir dos dados da Tabela 1, é possível estabelecer valores referenciais para os diversos parâmetros analisados para a espécie, *B. cephalus*, sob condições de criação em viveiro. Esta caracterização permitiu o registro da mediana, dos valores máximos e mínimos, da média com seus respectivos desvio padrão e coeficiente de variação, possibilitando assim, o embasamento de estudos futuros com esta espécie e o estabelecimento de comparação destes parâmetros com outras espécies de

peixes tropicais.

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de variância, dos dados agrupados por bimestre e sexo. Pelos valores de F, verificou-se que não houve efeito significativo para sexo nos parâmetros lipídeo total hepático, do músculo branco e músculo vermelho e, da concentração de triacilglicerol plasmático. Entretanto, ocorreu efeito significativo para bimestre nestes parâmetros, indicando flutuação sazonal e, com relação a interação sexo e bimestre foi significativa apenas para a quantidade de lipídeo total hepático.

A Figura 1 mostra a evolução do conteúdo de lipídeos estocados

Tabela 2. Valores médios, valores de F, probabilidade (P) e coeficientes de variação(CV) obtidos da análise de variância para os parâmetros metabólicos do matrinxã, *Brycon cephalus*.

Estatísticas	Variáveis			
	Lipídeo total hepático	Lipídeo total do MB	Lipídeo total do MV	Triacilglicerol plasmático
F para Sexo (s)	2,31 (0,1320) ¹	1,41 (0,2381) ¹	1,21 (0,2732) ¹	2,21 (0,1399) ¹
F para bimestre (b)	3,45 (0,0024)	3,93 (0,0008)	2,71 (0,0127)	18,05 (0,0001)
F para interação s x b	3,10 (0,0053)	0,14 (0,9953)	1,22(0,2986)	1,80 (0,0948)
CV(%) parcela	27,87	42,97	19,72	27,80
CV (%) subparcela	25,66	42,02	22,22	21,51
Médias por bimestre				
1 (out/nov/97)	15,20	1,66 c	19,95 a	279,49 d
2 (dez/97/jan/98)	14,59	2,51 abc	18,80 ab	298,88 cd
3 (fev/mar/98)	17,02	2,91 ab	16,04 ab	345,78 bcd
4 (abr/mai/98)	19,34	2,33 abc	18,07 ab	371,99 ab
5 (jun/jul/98)	18,55	1,78 bc	18,98 ab	383,07 a
6 (ago/set/98)	15,78	1,72 c	18,11 ab	230,07 e
7 (out/nov/98)	12,65	2,05 abc	16,66 ab	162,95 e
8 (dez/98/jan/99)	17,69	2,79 a	14,59 b	353,59 bc

¹() = Valor da probabilidade (P) MB = músculo branco; MV = músculo vermelho.
Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,10).

nos músculos e fígado. Verificou-se que a quantidade de lipídeos do fígado apresentou correlação positiva ($P < 0,01$) com a de lipídeos do músculo branco e músculo vermelho e não ocorreu correlação entre o conteúdo lipídico dos músculos entre si.

Os índices hepatossomático

(IHS) e gordura viscerossomático (IGVS) são apresentados por sexo, na Figura 2. A análise de variância destes índices mostrou que ambos apresentaram efeito significativo para bimestre ($P < 0,01$) e não significativo para sexo e interação sexo e bimestre.

O conteúdo de lipídeo total

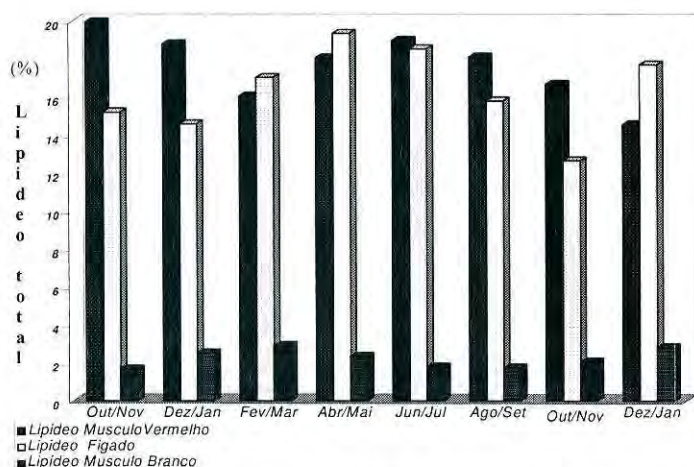


Figura 1. Valores médios dos lipídeos totais do fígado, músculos branco e vermelho do matrinxã, *B. cephalus* no período de outubro/97 a janeiro/99.

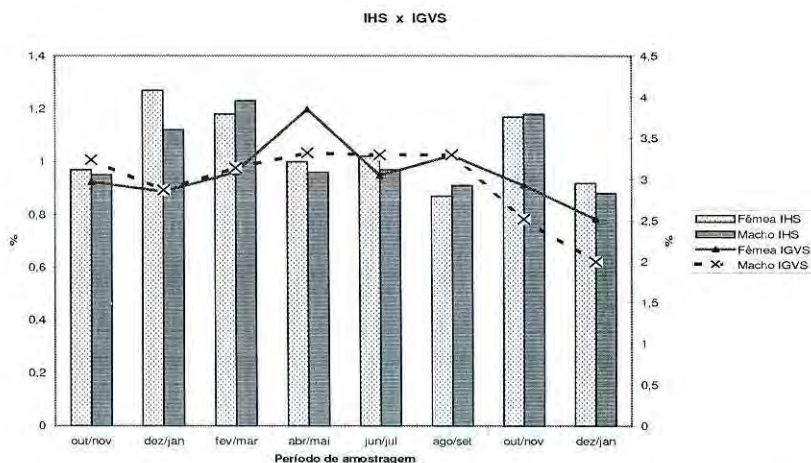


Figura 2. Valores médios dos índices hepatossomático (IHS) e gordura viscerossomático (IGVS) do matrinxã, *Brycon cephalus*.

gonadal (Tab. 3) apresentou diferenças estatísticas ($P < 0,05$) entre machos e fêmeas na maior parte do período, com teores mais elevados nos machos. Vale destacar que se tratava de indivíduos que estavam entrando na 1ª maturação sexual e, neste caso, a grande maioria era peixes imaturos, conforme pode ser verificado na Figura 3, através dos valores dos índices gonadosomático. Na Tabela 3 são

apresentados os valores obtidos por períodos que não obedeceram o bimestre, em função do método de extração do conteúdo de lipídeo total exigir uma quantidade tecidual igual a 0,5g, necessitando assim, que se fizesse um “pool” de gônadas de machos e fêmeas, tendo-se o cuidado de agrupá-los por proximidades das amostragens e pela semelhança do estágio de maturação gonadal.

Dados sobre a temperatura

Tabela 3. Valores de F, probabilidade (P), coeficientes de variação (CV) e médias obtidas por períodos de agrupamento através da análise de variância do lipídeo total das gônadas do matrinxã, *Brycon cephalus*.

Variável	Estatísticas	Períodos				
		1	2	3	4	5
		out/nov/dez/97jan/98	fev/mar/abr/98	mai/jun/jul/ago/98	set/out/98	Nov/dez/98jan/99
Lipídeo total das gônadas	F para sexo	0,00	4,70*	31,98*	0,80	108,67*
	Valor de P	0,9993	0,0446	0,0001	0,3841	0,0001
	CV(%)	50,32	89,70	74,72	101,55	34,01
	Médias M	34,01	29,06	18,18	12,66	17,20
	F	34,00	11,82	2,86	8,03	1,24

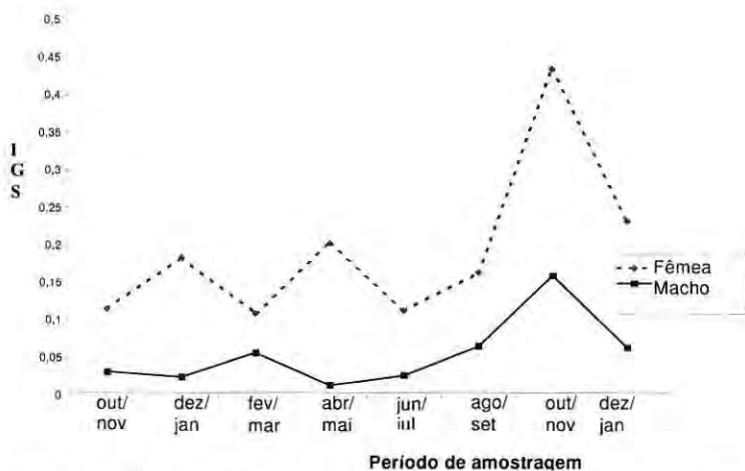


Figura 3. Índice gonadosomático (IGS) médio para o matrinxã, *Brycon cephalus*, no período de outubro/97 a janeiro/99.

média e conteúdo de oxigênio dissolvido da água dos viveiros são apresentados na Figura 4 tendo os valores mais baixos de temperatura ocorrido no 5º bimestre (junho e julho/98), enquanto o oxigênio dissolvido aumentou neste período.

DISCUSSÃO

Os maiores teores de lipídeos no músculo vermelho (Tab. 1 e Fig. 1) corroboram com os dados de Sheridan (1988) citando várias espécies de teleósteos e com os de Robinson & Mead (1973) ao afirmarem que o músculo vermelho do peixe contém substancialmente mais lipídeos do que o branco. Para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, também foi verificado um maior teor de lipídeo total no músculo vermelho e semelhanças nos teores lipídicos do músculo branco e fígado, em alguns meses do ano

(Oliveira *et al.*, 1997).

Apesar de haver uma grande variabilidade interespecífica entre as fibras musculares dos peixes, os dois tipos principais são vermelho e branco, que diferem com respeito às propriedades metabólicas e ultraestruturais. Cada tipo de fibra está altamente adaptada para a performance de certos tipos de comportamento contrátil. O músculo vermelho representa aproximadamente 7% do total da massa muscular dos teleósteos, enquanto o branco, 60% da massa corporal. Entretanto, o vermelho tem alta capacidade para o metabolismo oxidativo (aeróbico) de lipídeos e carboidratos e o branco tem alta capacidade para o metabolismo de carboidratos, via glicolítica, ou seja, anaeróbico, sendo pobre em mitocôndrias e mais rico em enzimas glicolíticas (Van Der Vusse & Reneman, 1996).

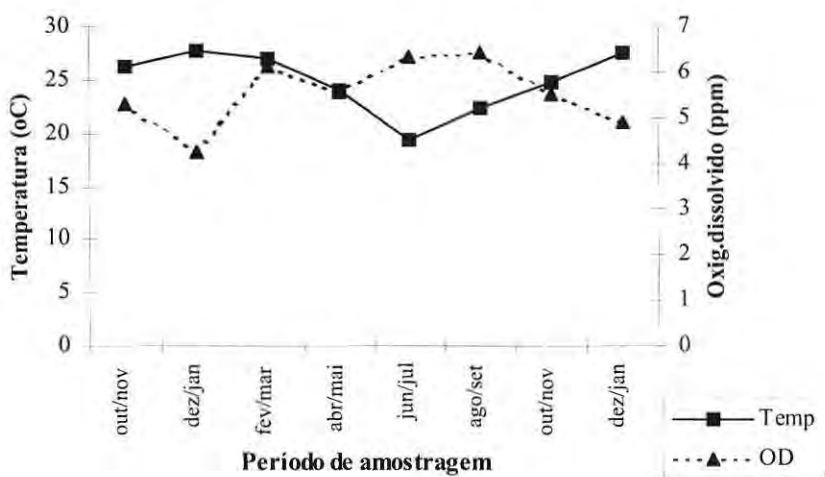


Figura 4. Temperatura média e oxigênio dissolvido da água dos viveiros do matrinxá, no CEPTA, Pirassununga, SP.

O músculo vermelho tem alta concentração de mioglobina, localizando-se nas laterais do animal e estendendo-se em direção à coluna vertebral. A natação à velocidade cruzado é inteiramente executada por esse músculo, enquanto que a grande massa de músculo branco (tipo fásico) representa uma reserva de força para curtos surtos de atividade de alta velocidade, como natação explosiva (Rayner & Kennan, 1967). O mecanismo de ação dos lipídeos na atividade muscular e na realização dos vários graus de exercícios precisa ser melhor elucidado, embora sejam especialmente, o substrato energético para o funcionamento dos músculos (Fredrickson & Gordon, 1958; Plisetskaya, 1980).

O fígado foi o sítio de estocagem de lipídeos que se seguiu ao músculo vermelho, e este órgão é o ponto central do processamento dos lipídeos no organismo, recebendo-o da dieta via porta hepática e da circulação sistêmica via linfa (Sheridan, 1994). O fígado do peixe tem alta capacidade para a síntese lipídica. Em geral, os lipídeos são estocados quando a alimentação é intensa, sendo mobilizados no crescimento, manutenção e reprodução (Hunter & Leong, 1981; Meffe & Senelson, Jr., 1993).

O fígado do matrinxã, *B. cephalus*, contém considerável quantidade de lipídeo, com valor médio de 16,52%, encontrando-se no intervalo descrito para a maioria dos teleósteos que é de 10 a 20% (Sheridan, 1994). O tamanho do fígado entre machos e fêmeas do matrinxã são bastante semelhantes,

conforme os valores do IHS (Fig. 2). O menor valor do IHS foi encontrado no bimestre agosto/setembro, período que antecedeu o pico do IGS, ocorrido em outubro/novembro, quando o conteúdo de lipídeo total hepático foi o mais baixo (Tab. 2). Assumindo que o fígado é o canal para a transferência de lipídeos do depósito mesentérico para as gônadas (White *et al.*, 1968), a variação no tamanho do fígado do matrinxã, neste período e a queda no seu conteúdo de lipídeo total no período subsequente, esteve provavelmente ligada a alocação de lipídeos para as gônadas. E, a partir deste período, o IGVS começou a diminuir, atingindo seu valor mínimo em dezembro/fevereiro, época da reprodução desta espécie na região tropical, sendo que, a gordura mesentérica começou a ser mobilizada quando as gônadas iniciaram o desenvolvimento dos seus produtos sexuais.

A estação de desova é, segundo Wootton *et al.* (1978), um tempo de depleção das reservas de lipídeos e glicogênio do fígado e das carcaças em fêmeas de *Gasterosteus aculeatus*. Os lipídeos estocados nos teleósteos suprem a energia necessária para a maturação gonadal (Shulman, 1974) e a conexão entre metabolismo lipídico e o ciclo reprodutivo tem sido estabelecida, com a variação anual de gordura mostrando correlação negativa com a reprodução (Lal & Sing, 1987; Rowe *et al.*, 1991; Xie *et al.*, 1998; Hutchings *et al.*, 1999; Soares & Urbinati, 1999). Henderson *et al.* (1996), estudando a reprodução do *Stizostedion vitreum*, concluíram que o depósito de gordura mesentérica

parece ser a mais importante reserva de lipídeos destinado para os ovários.

Foi encontrado, também, um alto teor de lipídeos nas gônadas do matrinxã (Tabs 1 e 3), sendo este o tecido que se seguiu ao fígado e por último o músculo branco. É interessante observar que a maioria dos peixes eram imaturos e, portanto, suas gônadas ainda se encontravam no 1^a estágio de maturação. É possível que a gônada também sirva de sítio de estocagem de gordura, independente da presença de um estágio avançado de maturação sexual. Segundo Sheridan (1994), nos anfíbios, as gônadas também estocam considerável quantidade de lipídeos, dependendo do status reprodutivo do animal, pois muito dos lipídeos gonadal estão contidos nos gametas.

Os lipídeos em peixes são estocados nos vários órgãos, primariamente como triacilglicerol (Sheridan, 1988), entretanto, ésteres de glicerol e análogos têm sido reportados em certos tecidos de algumas espécies (Kapoulas & Miniadis-Meimaroglou, 1985). Na utilização das reservas de lipídeos, a energia produzida pelos processos de oxidação dos ácidos graxos é precedida pela liberação dos ácidos graxos a partir do triacilglicerol (Vlaming & Pardo, 1975). Para o matrinxã, neste experimento, o menor valor da concentração plasmática de triacilglicerol ocorreu em outubro/novembro, quando o IGS foi máximo para estes peixes. O triacilglicerol foi também mais elevado no bimestre em que a temperatura foi menor (junho/

julho). Mudanças na concentração de lipídeos plasmáticos têm sido descritas para outras espécies de teleósteos (Idler & Bitners 1960; Shatunovski, 1971; Lapin, 1973; Peterssen & Emmersen, 1977).

A temperatura da água de cultivo foi mais elevada nos últimos bimestres, assumindo uma tendência crescente (Figura 4). Sendo os peixes animais pecilotérmicos, esse parâmetro é de fundamental importância para o desempenho de suas funções e interfere diretamente no metabolismo energético. Com relação ao oxigênio dissolvido, observou-se que os maiores valores foram encontrados quando a temperatura da água esteve mais baixa. O oxigênio dissolvido é um fator limitante na piscicultura, pois embora os peixes possuam ampla variedade de respostas fisiológicas que minimizam os efeitos da hipóxia, o uso destes mecanismos implica num gasto extra de energia que poderia ser canalizada para outras atividades. Certamente, um grande número de fatores interagem, de maneira complexa, influenciando a dinâmica de lipídeos nos peixes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng^o Geraldo Bernardino, então diretor do CEPTA/IBAMA, pelas facilidades na instalação do experimento e cessão dos exemplares de matrinxã. Agradecimento especial ao Dr. José Augusto Senhorine pelo auxílio em todo trabalho experimental de campo.

Bibliografia citada

- Bligh, E. G.; Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 8: 911-917.
- Fredrickson, D. S.; Gordon, R. S. 1958. Transport of fatty acids. *Physiol. Rev.*, 38:585-630.
- Greene, D. H. S.; Selivonchick, D. P. 1987. Lipid metabolism in fish. *Progress Lipid Research*, 26:53-85.
- Guillemont, P. J.; Larson, R. J.; Lenarz, W. H. 1985. Seasonal cycles of fat and gonad volume in five species of northern california rockfish (Scorpenidae: Sebastes) *Fish. Bull.*, 83: 299-311.
- Henderson, B. A.; Wong, J. L.; Nepszy, S. J. 1996. Reproduction of walleye in Lake Erie: allocation of energy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, Ottawa, 53:127-133.
- Hunter, J. R.; Leong, R. 1981. The spawning energetics of female northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.*, 79 (2): 215-230.
- Hutchings, J. A.; Pickle, A.; McGregor-Shaw, C.R.; Poirier, L. 1999. Influence of sex, body size, and reproduction on overwinter lipid depletion in brook trout. *Journal of Fish Biology*, 55: 1020-1028.
- Idler, D. R.; Bitners, I. 1960. Biochemical studies on sockeye salmon during migration. IX. Fat, protein and water in the major internal organs and cholesterol in liver and gonads of the standard fish. *Journal of the Fish Research Board of Canada*, Ottawa, 17:113-122.
- Kapoulas V. M.; Miniadis-Meimaroglou, S. 1985. Composition and distribution of lipids in tissues of Bogue (*Boops boops*). *Zeitschrift fuer Naturforschung*, Section C Biosciences, Suebinzen, 40C:562-565.
- Lal, B.; Singh, T. P. 1987. Changes in tissue levels in freshwater catfish *Clarias batrachus* associated with the reproductive cycle. *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, 3: 191-201.
- Lapin, V. I. 1973. Seasonal variation in the biochemical composition of the organ and tissues of the white sea flounder, *Platichthys flesus bogdanoui* (Sandberg). *Journal of Ichthyology*, Bethesda, 13: 262-274.
- Meffe, G. K.; Snelson, Jr. F. F. 1993. Lipid dynamics during reproduction in two live bearing fishes, *Gambusia holbrooki* and *Poecilia latipinna*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50: 2185-2191.

Aceito para publicação em 17/12/2001