



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP



**DESEMPENHO REPRODUTIVO DO PINTADO,
Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829),
CRIADO EM SISTEMA INTENSIVO COM DIETAS
CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS PROTEÍCOS
E SUPLEMENTADA COM ÓLEO DE MILHO**



pintado, surubim

VANESSA XAVIER LINHARES DE ANDRADE (Bióloga)

Profa. Doutora ELIZABETH ROMAGOSA (Orientadora)

Profa. Doutora MARIA BEATRIZ P. P. OLIVEIRA (Co-orientadora)

nº BEX 334006-6 (CAPES)

Jaboticabal

São Paulo - Brasil

2007

Vanessa Xavier Linhares de Andrade

Tese apresentada ao Centro de Aqüicultura da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Neto” - CAUNESP, campus de Jaboticabal, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Aqüicultura, área de concentração Aqüicultura, intitulado **“Desempenho reprodutivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), criado em sistema intensivo com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho”**.

* Este trabalho foi realizado graças a Auxílios à Pesquisa concedidos pelas: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (bolsa de Doutorado) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (projeto de pesquisa).

Orientadora: Prof^a Dr^a Elizabeth Romagosa

Aprendi que não importa o que aconteça, ou quão ruim pareça o dia de hoje,
a vida continua e amanhã será melhor.

Aprendi que, não importa o tipo de relacionamento que tenha com seus pais,
você sentirá falta deles quando partirem.

Aprendi que "saber ganhar" a vida não é a mesma coisa que "saber viver".

Aprendi que viver não é só receber, é também dar.

Aprendi que se você procurar a felicidade, vai se iludir; mas se focar na
família, amigos e trabalho, a felicidade vai encontrá-lo.

Aprendi que sempre que decido algo com coração aberto, geralmente acerto.

Aprendi que as pessoas se esquecerão do que você disse, do que você fez,
mas nunca esquecerão de como você as tratou.

(Autores Desconhecidos)

APRENDI QUE AINDA TENHO MUITO QUE APRENDER...

Às minhas queridas amigas, companheiras, professoras,

mãe e orientadora,

Eliana Xavier Linhares de Andrade & Elizabeth Romagosa,

dedico este DESPRETENSIOSO trabalho.

AGRADECIMENTOS

Acredito que a parte mais difícil seja agradecer a todos aqueles que tiveram papel importante para que este trabalho chegasse ao fim.

Acima de tudo, gostaria de agradecer a DEUS, que permitiu que as alegrias e realizações sobrepujassem as tristezas e frustrações, fazendo com que esta jornada fosse compensadora.

Ao meu avô, o “Prof. Odelar”, que, pelos inúmeros ensinamentos, me encorajou a seguir a carreira acadêmica; pela alegria de ter sido sua neta; por poder presenciar tantos exemplos de sabedoria, humildade e constante disposição para enfrentar as diversas “peças” que a vida nos prega. Dedico este trabalho também à você, meu mestre, pelo estímulo e apoio desde meus primeiros passos, pela amizade e ótimo convívio. Por todas as vezes que prontamente atendeu aos meus apelos. Obrigada, pelas inúmeras contribuições pertinentes feitas neste estudo, enquanto ainda presente entre nós, e que foram muito importantes para a realização deste projeto. Uma frase resume muito bem meu avô como mestre: *“A ciência prepara a mente humana a tal ponto de chegarmos muito longe e transformarmos difíceis problemas em coisas muito simples”*. Frase escrita por um professor do ITA, em homenagem póstumas ao meu avô, onde refere-se à frase a um momento de sua vida, quando ainda aluno, e encontrou dificuldades em solucionar um problema matemático e foi pedir ajuda, e com um lápis por apontar e um rascunho, tirado do lixo, meu avô explicou, sem pestanejar, e adaptou o problema

apresentado, mostrando ao hoje professor de uma das mais importantes Faculdades de Engenharia, mas, na época, simplesmente um aluno do curso básico de programação, que dependendo de como o problema é demonstrado é muito simples de ser solucionado. E foi assim que meu avô viveu durante 79 anos: como mestre, marido, pai, avô e bisavô. Por isso quis homenageá-lo com esta história e lição simples de vida.

Dedico também este trabalho a duas mulheres muito especiais em minha vida. Acho que a palavra MÃE já resume tudo o que poderia dizer de uma delas. Dedico este trabalho também à você Beth, pessoa simples, honesta, dedicada, por nossa grande sintonia no trabalho, nos momentos de lazer e no dia-a-dia. Obrigada pela amizade, companhia, força e, principalmente, orientação. A concretização deste trabalho se deu pela sua presença constante ao meu lado durante todo o tempo, desde a instalação dos tanques-rede até sua conclusão. Obrigada por confiarem em mim.

Agradeço,

pelos ensinamentos durante a minha vida e por todos os caminhos que percorri. Sempre que precisei, pude contar com seu carinho e compreensão. Obrigada por todas as oportunidades e pela vida que me ofereceu até hoje,
ao meu querido e amado pai, Audeni;

pela amizade, pelos conselhos, pela alegria de tê-los em minha vida e de fazermos parte da mesma família e, sobre tudo, pelo amor,

às minhas irmãs Milena e Cíntia, cunhados Carlos Henrique e Tibério e sobrinhos Felipe e "Sofia" (a MADRINHA espera ansiosa sua chegada);

pelo apoio irrestrito em minhas decisões, pelas vezes que me ofereceram ajuda e por me ensinarem que a vida é sempre uma constante luta por melhores condições,

a família Bento (Daniel, Sr Fernando, Sra Mônica, Patrícia e Guilherme);

por me receber no Laboratório de Bromatologia da Universidade do Porto, na qual é responsável, dar sugestões valiosas nas análises, discussão e conclusões dos resultados referentes ao estudo dos "ácidos gordos" e pela leitura cuidadosa e responsável da primeira versão da minha tese,

à Profa. Dra Maria Beatriz P. P. Oliveira;

pela amizade, constante apoio em todos os momentos durante minha estada em Portugal e pelos momentos de alegria que passamos juntas durante nossos 6 meses de convívio, à duas colegas especiais, que se tornaram minhas companheiras,

à Dra Edite Cunha e Eduarda Cabral;

aos colegas que fiz na Universidade do Porto, pela ajuda e boa receptividade, em nome de todos que conheci, agradeço em especial,

às Dra Eulália Maria Mendes e Anabela da Costa;

pelos ensinamentos de GC/FID e HPLC/FD nos poucos meses de vivência que pude desfrutar de vossas experiências, importantes para completar meus estudos e conhecimentos futuros na área de Cromatografia,

às Profa. Dra Susana Casal e à Dra Rita Alves;

pelo incansável trabalho que foi fundamental para a concretização do meu trabalho dentro e fora do Brasil e da pós-graduação e por estarem sempre prontos àanos atender,

aos colegas do CAUNESP, em particular aos Profs. Dra Irene Vicentini e Dr Flávio Ruas (coordenador e vice) e à Veralice Carpatto (secretária);

por fornecer a ração e ceder, gentilmente, equipamentos para que pudéssemos dar continuidade ao experimento,

às **MOGIANA ALIMENTOS S.A.** (João Manuel e Ambrósio) e **BERNAUER AQUACULTURA LTDA**, respectivamente;

por ceder as dependências do Setor de Piscicultura do Pólo Regional, APTA, do Vale do Ribeira, Pariquera-Açu, SP, para a execução do projeto e pela atenção demonstrada durante nossa estada,

aos PqCs. Drs. Edson Kubo e Dr. Luiz Alberto Saes (diretor e vice) e à Elisete de Sales (secretária);

por ceder, gentilmente, barco de alumínio para que o arraçoamento pudesse ser mais rápido e eficiente durante o experimento,

aos senhores Capitão PM Douglas Vieira Machado e 1º Tenente PM Olivaldi Alves Borges Azevedo do Comando do 4º Batalhão, da 1ª Cia. da Polícia Ambiental de São José do Rio Preto, SP;

pela dedicação no manejo diário dos peixes durante a realização do experimento no Setor de Piscicultura, e pela contínua disposição, apoio nas biometrias e amizade,

aos Benedito (Seu Dito), Edilberto (Dio) e Célio;

pelo auxílio às biometrias e em especial pela amizade,

à Andressa Daniela Lirança de Sousa;

pela alegria de tê-la como “minha melhor amiga”, pelos conselhos e, sobretudo, pelo amor e por sempre me oferecer sua residência nos meses que precisei realizar análises nas Universidades de São Paulo e Mogi das Cruzes,

à Fernanda Palla Beolchi;

pela amizade, carinho, auxílio nas análises estatísticas e por sempre me oferecer acolher em Jaboticabal, para realizar os créditos em Disciplinas do Doutorado,

à Dra Janessa Sampaio Abreu;

por me ensinar o básico sobre extração de lipídios em tecidos de peixes, por me oferecer um curso de CG/FID com técnico da VARIAN e pelo auxílio na primeira coleta e análise dos tecidos,

à Profa. Dra Renata G. Moreira (Universidade de Mogi das Cruzes);

pelas sugestões nas primeiras análises de tecidos,

ao Prof. Dr Matthias Schreiner (Universidade de Vienna, Áustria);

pela leitura e sugestões valiosas da tese durante o exame de qualificação,

aos Profa. Dra Elisabete M. M. Viegas e Dr Giovani Sampaio Gonçalves;

pelas findadas sugestões à tese para o meu exame para obtenção do título de DOUTORA,

aos Profs. Dra Neuza Jorge, Dr Gilberto Moraes, Dr Gustavo O. Bonilla Rodriguez e Dr Wilson R. Boscolo;

pela bolsa

à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES;

pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa

à Fundação de Aperfeiçoamento à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP;

MUITO OBRIGADA A TODOS POR ACREDITAREM EM MIM !!!

Agradecimentos, Apoios, Parcerias



ABREVIATURAS e GLOSSÁRIO

AA	Acid Arachidonic ou Ácido Araquidônico (C20:4n6)
APTA	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, SP
Azoto	Nitrogênio
b	Coeficiente "b" ou Coeficiente de "alometria ou Fator de condição "K"
BF ₃	Trifluoreto de Boro
BOKU	Universität Für Bodenkultur, Vienna, Áustria
CAA	Conversão Alimentar Aparente
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAUNESP	Centro de Aquicultura da UNESP, SP
cm	Centímetros
COL	Colesterol
CRT	Consumo de Ração Total
CT	Comprimento Total
DHA	Docosahexaenoic Acid ou Ácido Docosahexaenóico (C22:6n3)
EB	Energia Bruta
EBH	Extrato Bruto de Hipófise
EFA	Essencial Fatty Acid ou Ácidos Graxos Essenciais
EPA	Acid Eicosapentaenoic ou Ácido Eicosapentaenóico (C20:5n3)
<i>et al.</i>	<i>et alli</i>
FAME	Fatty Acid Methyl Ester ou Ácidos Graxos Metil Esterificados
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FFUP	Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal
g	Gramma
GC/FID	Gas Chromatography / Flame Ionization Detector
GPD	Ganho de Peso Diário
GPT	Ganho de Peso Total
GUABI	Mogiana Alimentos, S.A.
HC	Extrato Hipofisário de Carpa
hiperemia	Vermelhidão = aumento do sangue na região afetada
HUFA	Highly Unsaturated Fatty Acid ou Ácidos Graxos Altamente Insaturados
IGS	Índice Gonadossomático
K	Fator de condição "K" ou "b" ou Coeficiente de "Alometria"
Kg	Kilograma
kPa	Kilopascal corresponde à Pressão Manométrica do Gás
Lipídios	Lipídeos
L	Litros
LA	Linoleic Acid ou Ácido Linoléico (C18:2 n 6)
LnA	Linolenic Acid ou Ácido Linolênico (18:3 n 6)
mL	Mililitro
MUFA	Monounsaturated Fatty Acids ou Ácidos Graxos Monoinsaturados
n -3	Ômega 3 (1ª ligação dupla no 3º carbono a partir do METIL)
n -6	Ômega 6 (1ª ligação dupla no 6º carbono a partir do METIL)
NEFA ou FFA	Nonesterified Fatty Acid (Ácidos Graxos Não Esterificados) ou Free Fatty Acid (Ácidos Graxos Livres)
O ₂ D	Oxigênio Dissolvido na Água
OA	Oleic Acid ou Ácido Oléico
PB	Proteína Bruta
ppm	Partes por Milhão

Pf	Peso Final
PG	Peso da Gônada
Pi	Peso Inicial
PL	Fosfolipídeo(s) ou Fosfolipídio(s)
PT	Peso Total
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acids ou Ácidos Graxos Poliinsaturados
PV	Peso Vivo
RF/HPLC/FD	Reverse Fase / Hight Performance Liquid Chromatography / Fluorescence Detector
SFA	Saturaded Fatty Acids ou Ácidos Graxos Saturados
t	Tempo
T1	Tratamento com 28% de PB na ração
T2	Tratamento com 28% de PB na ração, enriquecida com 5% de óleo de milho
T3	Tratamento com 40% de PB na ração
TA	Tecido Adiposo
TG	Triglicerídeo(s) ou Triglicerídio(s) ou Triacilglicerol (óis)
TR	Tanque-Rede (ou Tanques-Rede)
UMC	Universidade de Mogi das Cruzes, SP
UNESP	Universidade do Estado de São Paulo, SP
VE	Viveiro Escavado (ou Viveiros Escavados)
VG	Vitelogenina
µg/kg	Micrograma/Kilograma

ÍNDICE

1. Resumo Geral _____	16
2. Introdução Geral _____	17
3. Normas Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia ____	30
4. Artigo 1 _____	33
5. Normas Aquaculture _____	56
6. Artigo 2 _____	60
7. Normas Fish Physiology Biochemistry _____	76
8. Artigo 3 _____	80
9. Apêndices (Perspectivas Futuras e Pranchas) _____	104

RESUMO GERAL

O presente trabalho objetivou investigar o efeito da adição de de óleo de milho em dietas com diferentes níveis de proteína bruta, para o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, no processo de maturação dos gametas quando mantidos em tanques-rede. Para isso foram avaliados: sobrevivência, relação peso *vs* comprimento, fator de condição e índice gonadossomático. Além dos índices plasmáticos (colesterol, triglicerídeos, lipídios e proteínas totais e ácidos graxos livres) e o perfil de ácidos graxos nos tecidos dessas matrizes. O experimento foi realizado no Pólo Regional, APTA, Pariquera-Açu, SP, de mar/04 a fev/06. Os tratamentos foram: T1: 28% PB; T2: 28% PB + 5% óleo e T3: 40% PB. As dietas não afetaram a qualidade da água nem o crescimento nos 1º e 2º anos de vida. As taxas de sobrevivência foram superiores a 77%. As rações ofertadas não alteraram o processo de maturação gonadal da espécie. Os peixes apresentaram valores elevados de colesterol, triglicerídeos e lipídios totais, quando acondicionados, justificado pelo fato dos animais estarem se adaptando às novas condições. Essa adaptação também levou a um consumo inicial da fração neutra dos SFA nos tecidos, exceto o adiposo. O óleo à dieta provocou aumento nos teores de PUFA *n*-6 (incluindo o AA) no músculo das fêmeas, importante reserva energética na atividade migratória. Os HUFA e o LA foram incorporados, preferencialmente aos TGs ovarianos, evidenciando função energética aos ovócitos em formação. Fêmeas estão alongando e desaturando os ácidos graxos para formar AA (a partir do LA), DHA e EPA (a partir do LnA). O estudo indicou que a ração de 28% PB, precisa de mais *n*-3, preferencialmente EPA e DHA em sua composição, uma vez que foram

baixos seus teores nos músculo e fígado o que poderiam ter sido mobilizados aos ovócitos em formação ao final da maturação.

INTRODUÇÃO GERAL

A aqüicultura, no Brasil, começou no início no século XX com Von Ihering, mas foi durante os anos 90 que a produção total alcançou aproximadamente 30.000 toneladas, subindo para 176.531 toneladas no início da década de 2000 até atingir quase 250.000 toneladas em 2002. De acordo com dados de 2002, as espécies de peixes compreendem cerca de 69% da produção brasileira com 170.000 toneladas, seguida pelos crustáceos com 64.000 toneladas (26%), moluscos com 11.700 toneladas (4,7%) e, finalmente, pelas rãs com 600 toneladas (0,2%). Com isso o país encontra-se classificado em 19º lugar entre os maiores produtores aqüícolas em nível mundial e o 2º produtor da América do Sul, ficando atrás apenas do Chile (FAO, 2003).

Sabe-se que o Brasil apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento da atividade piscícola tais como: clima, inúmeros corpos d'água e a oferta de insumos, entre outras. Entre as espécies carnívoras destacam-se: os surubins, o "black bass", o pirarucu e o tucunaré (IMBIRIBA, 1994; Miranda e Ribeiro, 1997; Kubitza e Lovshin, 1997; Kubitza e Cyrino, 1997).

Os bagres, em particular, têm despertado interesse por parte dos piscicultores em investir em sua criação, entretanto, a falta de informações ainda limita sua produção. Uma das mais nobres espécies de peixe brasileiro, o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829)

(Siluriformes: Pimelodidae), apresenta carne de alta qualidade, com sabor apreciado, baixo teor de gordura, coloração clara, textura firme e ausência de espinhos intramusculares, possibilitando ser oferecida em filés, inteiros ou eviscerados e sua criação vem atendendo às alternativas de investimento da aquicultura e da indústria no país, o que o torna uma espécie atrativa tanto para criação como para pesca recreativa.

Por ter hábito alimentar carnívoro, sua alimentação é onerosa, requerendo alta tecnologia. No entanto, devido à sua preferência alimentar, os surubins só aceitam rações após o condicionamento ou treino alimentar feito durante o período de alevinagem. Dependendo da fase de desenvolvimento, aceitam rações em forma de peletes flutuantes (extrusada) de 2,0 a 15,0 mm, contendo de 40 a 48% de proteína bruta (PB), 8,0 a 12,0% de gordura (extrato etéreo) e amido com teor menor que 30% (Kubitza *et al.*, 1998). É importante comentar que a falta de informações a respeito das exigências nutricionais para peixes carnívoros, principalmente em relação aos níveis de proteína e energia das rações comerciais utilizadas, devem ser pesquisadas com mais cautela e estas, apresentarem preços mais acessíveis (Pezzato *et al.*, 2004).

Como os peixes necessitam de um teor mais elevado de proteína que as aves e os mamíferos, conseqüentemente, a maioria das espécies (carnívoras) possui capacidade de digerir carboidratos. Os lipídios atuam de forma a resguardar a proteína que porventura seria utilizada como energia, permitindo que essa proteína seja utilizada em sua função principal (crescimento). Este efeito já foi demonstrado em muitas espécies de peixes. Dessa forma, é possível diminuir a quantidade de proteína na ração, diminuindo seus custos, já que os ingredientes de origem animal, que eleva a proteína da ração, também será reduzido. Atualmente, a grande

preocupação dos fabricantes de ração e, também, dos pesquisadores é a de aumentar o nível de lipídios, promovendo uma elevação da taxa de eficiência da proteína, que é definida como sendo a razão entre o ganho de peso obtido e a quantidade total de proteína ingerida para a manutenção e o crescimento dos peixes. Como o nitrogênio excretado está intimamente relacionado à quantidade de proteína na ração, a utilização da proteína de forma mais eficiente pelos peixes, proporcionará uma diminuição da descarga para o meio ambiente, proporcionando redução do efeito poluente das rações (Martino, 2002 e 2003).

Os lipídios dos peixes são transportados sob a forma de lipoproteínas através do sistema linfático, passando pelos sistemas circulatório ou diretamente pelo pórtilo, antes de alcançarem o fígado (Sheridan *et al.*, 1985). As lipoproteínas têm a função de mobilizar os ácidos graxos livres, depositados no tecido adiposo, aos tecidos periféricos (Sheridan, 1988). Com isso, o perfil de ácidos graxos livres (não esterificados) (FFA ou NEFA) no plasma modifica-se ao longo das diferentes fases do ciclo reprodutivo dos peixes, refletindo alterações no estado nutricional (Jezierska *et al.*, 1982; Black e Skinner, 1986), estádios de maturação dos gametas (Weigand e Idler, 1985; Ballantyne *et al.*, 1996; Booth *et al.*, 1999) e nível de atividade celular (Henderson e Tocher, 1987; Weber *et al.*, 1996).

O colesterol é o esteroide presente em maior quantidade nos animais e é encontrado nas membranas celulares, onde é o principal representante dos lipídios polares (Crockett, 1998). Dentre as principais funções do colesterol nas células, está a estabilização estrutural das membranas, ou seja, a redução na fluidez, o que, conseqüentemente, reduz a permeabilidade celular. Esse processo, no entanto, é mais evidente em membranas mais saturadas e ocorre menos freqüentemente em membranas com maior

quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (Crockett, 1998). Além disso, é precursor dos hormônios esteróides, sendo registrados elevados teores nos ovários em fase de maturação avançada como *P. mesopotamicus* (Moreira *et al.*, 2003). O colesterol também tem apresentado teores elevados ao longo do desenvolvimento embrionário como foi registrado em *Hippoglossus hippoglossus* por Evans *et al.* (1998).

Os lipídios são, dependendo da sua polaridade, agrupados em polares e apolares ou polares e neutros. Os lipídios neutros geralmente estão acoplados a moléculas de triglicerídeos e, por isso, alguns autores denominam de fração triglicerídica quando se refere à fração apolar e têm como função principal o fornecimento de energia. Entretanto, os polares estão associados a moléculas de fosfolipídios, tendo como função principal estrutural, juntamente com o colesterol e os esfingolipídios, participando como constituinte da membrana celular (Olsen Y, 1998).

O sistema semi-intensivo (viveiros escavados) tem sido utilizado nas regiões Sul e Sudeste, com a utilização de grandes quantidades de fertilizantes e adubos, promovendo a reprodução natural, em larga escala, de algas (Zimmermann e Fitzsimms, 2004). Devido à grande quantidade de ração ofertada, a qualidade da água torna-se um problema (Scorvo *et al.*, 2004). Já no sistema intensivo, a produção de peixes em escala industrial é feita, na maioria das vezes, através de tanques-rede (Bjorndal, 1990; Schmittou, 1997; Outtara *et al.*, 2003; Liao *et al.*, 2004), sendo importante ressaltar a utilização raceway's, por exemplo, na criação de trutas (Ayroza *et al.*, 2000 e Ono, 2005). Verificaram que, no Brasil, na última década a criação em tanques-rede se expandiu de forma expressiva, atribuindo isso aos seguintes fatores: adaptações dos resultados de pesquisas internacionais às condições; utilização de altas densidades de peixes por

unidade de área ou volume; início da oferta de rações completas e podendo-se utilizar tanques de diferentes formas e dimensões durante o processo de recria e/ou engorda.

Os centros comerciais dedicados à produção de alevinos geralmente não são dotados de equipamentos para manejo especial de alimentação aos plantéis de reprodutores. Estes são, simplesmente, alimentados com a mesma ração fornecida durante as fases de crescimento e engorda e, geralmente, com taxa de 2-3% da biomassa/dia (Woynaróvich, 1986). Estas proporções e os valores nutricionais oferecidos são empíricos, na maioria das vezes, sem respaldo técnico e/ou científico que garantam que as dietas fornecidas aos peixes tropicais sul-americanos, mantidos em cativeiro, correspondam à exigência nutricional necessária para as espécies utilizadas na piscicultura. Por outro lado, deve-se lembrar que o item de maior custo nos sistemas de produção é a ração, que continua perfazendo mais da metade do custo total de produção na aquicultura brasileira (Scorvo Filho *et. al.*, 1998).

Para que se possa tornar a criação de peixes uma atividade rentável, é necessário dispor de dietas que satisfaçam às exigências de nutrientes essenciais de energia e, em quantidades adequadas, assegure um bom desempenho: crescimento, maturação gonadal, reprodução, qualidade dos ovos e larvas e boa saúde dos reprodutores. Segundo Cantelmo (1989), os peixes necessitam de dietas específicas nas diferentes fases de desenvolvimento gonadal. Assim, os reprodutores, durante a fase de maior desenvolvimento das gônadas, provavelmente apresentam exigências nutricionais diferentes de peixes que se encontram imaturos.

Nos peixes, os lipídios desempenham um papel nutricional muito importante, tanto como fonte principal de energia, como de ácidos graxos

essenciais (EFA). Estudos realizados nas décadas de 80 e 90 sobre a influência dos ácidos graxos em espécies com potencial para a aquicultura mostraram que, em alevinos de Pacu, quando alimentados com diferentes fontes e níveis de lipídios, não sofreram alterações hepáticas. Entretanto, semelhante aos resultados encontrados para peixes marinhos, foi crescente o depósito lipídico visceral com o aumento do teor de gordura de origem animal da dieta, principalmente o ácido eicosapentaenóico (EPA/C20:5n3) e o ácido docosahexaenóico (DHA/C22:6n3) (Moreira *et al.*, 2003a, b). Em outro estudo com a mesma espécie, foi observado que os ácidos graxos da ração influenciaram diretamente na composição corporal dos animais (Moreira *et al.*, 2002).

É crucial para um desenvolvimento de uma aquicultura sustentável a conservação dos recursos marinhos, que são limitados, substituindo a farinha e o óleo de peixe por fontes alternativas (Naylor *et al.*, 2000). Estudos conduzidos em peixe de água doce demonstraram que os óleos vegetais podem substituir parcial ou totalmente, com sucesso, o óleo de peixe nas dietas sem afetar a sobrevivência e o crescimento dos animais (Wonnacott *et al.*, 2004; Subhadra *et al.*, 2006; Bahurmiz *et al.*, 2007). Destes, os óleos de soja, linhaça, canola e girassol foram frequentemente avaliados em dietas para espécies de peixe de clima temperado sem reduzir o desempenho em crescimento ou utilização do alimento, mas afetando a composição dos lipídios nos tecidos, refletindo claramente o tipo de óleo usado na dieta (Greene e Selivonchick, 1990; Izquierdo *et al.*, 2005; Montero *et al.*, 2005; Francis *et al.*, 2006). Caballero *et al.* (2002) reforçaram estes estudos em truta arco-íris (*O. mykiss*) concluindo que o óleo de origem animal da ração pode ser substituído em até 90% por óleos

vegetais (soja, canola, azeite e palma) sem comprometer o crescimento dos animais.

Os trabalhos desenvolvidos até o presente obtiveram resultados positivos com o óleo de milho para outras espécies tropicais, por exemplo, os realizados por Moreira *et al.* (2002); Moreira *et al.* (2003a,b) com pacu, *Piaractus mesopotamicus* e Moreira *et al.* (2004) com jundiá, *Rhamdia quelem*. A disponibilidade no mercado e o baixo custo, o elevado teor de ácido linoléico/C18:2n6 (53,4%) e antioxidante/Vitamina E (>100mg/15mL) foram algumas das justificativas para a escolha do óleo de milho no experimento. É importante ressaltar que a escolha do óleo de milho também teve influência na composição dos óleos, já que o óleo de soja, além de 53% de LA, apresenta 7,8% de ácido linolênico/LnA, 23,4% de ácido oléico/OL e uma baixa quantidade de antioxidante (3mg/15mL), que poderia influenciar nos resultados e não conseguiríamos mostrar se o n-6 estava realmente influenciando nos resultados para os animais alimentados com ração suplementada.

Diante disso, este estudo pretende contribuir para o aumento do conhecimento científico, a nível nutricional, da melhor estratégia a implementar na produção de peixes de aquicultura em países tropicais. Além de investigar o desempenho reprodutivo, foram avaliadas as evoluções dos teores de lipídios plasmáticos e comparadas às diferenças entre as dietas oferecidas, referentes ao colesterol, aos triglicerídeos, lipídios e proteínas totais e ácidos graxos livres. Além do plasma, foram verificadas as classes de ácidos graxos nos tecidos, para se avaliar a mobilização destes durante o ciclo maturacional. Portanto, nos órgãos como músculo, fígado, gônadas e tecido adiposo, as classes lipídicas analisadas foram: saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA), polinsaturados (PUFA n-3/n-6) e os altamente

insaturados (HUFA) como os ácidos araquidônico (AA), docosahexaenóico (DHA) e eicosapentaenóico (EPA). Cada etapa deste estudo foi dividida em artigos, para melhor compreensão, e apresentada em formato apropriado para publicação nas respectivas revistas escolhidas:

- 1) Processo de maturação das gônadas de *Pseudoplatystoma corruscans* alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho. (*Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*)
- 2) Índices plasmáticos em reprodutores de *Pseudoplatystoma corruscans*, alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho. (*Aquaculture*)
- 3) Mobilização de ácidos graxos nos tecidos de fêmeas *Pseudoplatystoma corruscans*, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho. (*Fish Physiology Biochemistry*)

BIBLIOGRAFIA

- Ayroza LM; Romagosa E; Scorvo Filho JD; Frasca-Scorvo CM. 2000. Desempenho da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, em empresa rural. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 11, Florianópolis, SC. SIMBRAq, CD-Rom.
- Bahurmiz OM; Ng WK, 2007. Effects of dietary palm oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., raised from stocking to marketable size. *Aquaculture*, Amsterdam, 262: 382- 392.
- Ballantyne JS; Mercure F; Gerrits MF; Van Der Kraak G; Mckinley S; Martens DW; Hinch SG; Diewert RE, 1996. Plasma nonesterified fatty acid profiles in male and female sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, during their spawning migration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 1418- 1426.
- Bjorndal T. *The Economics of Salmon Aquaculture*, London and Boston: Blackwell Scientific Publications, 1990. 119p.
- Black D; Skinner ER, 1986. Features of the lipid transport system of fish as demonstrated by studies on starvation in the rainbow trout. *J. Comp. Physiol. B* 156: 497- 502.
- Booth RK; Mckinley RS; Ballantyne JS, 1999. Plasma non-esterified fatty acid profiles in wild Atlantic salmon during their freshwater migration and spawning. *Journal of Fish Biology*, 55: 260- 273.
- Caballero MJ; Obach A; Rosenlund G; Montero D; Gisvold M; Izquierdo MS, 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, Amsterdam, 214: 253- 271.
- Cantelmo OA, 1989. Nutrição de peixes e aqüicultura. In: Cultivo de Colossoma. Bogotá: Guadalupe. 86-95
- Crockett EL, 1998. Cholesterol Function in Plasma Membranes from Ectotherms: Membrane-Specific Roles in Adaptation to Temperature. *American Zoologist*, Londres, 38: 291- 304.
- Evans RP; Parrish CC; Zhhu P; Brown JA; Davis PJ, 1998. Changes in Phospholipase A(2) activity and lipid content during early development of Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*. *Marine Biology*, 130: 369- 376.

FAO. The State of World's Fisheries and Aquaculture, 2003. <http://www.fao.org/sof/sofia/index.en.htm>. Acesso em: 02/10/2007.

Francis DS; Turchini GM; Jones PL; De Silva SS, 2006. Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. *Aquaculture*, Amsterdam, 253: 547- 556.

Greene DHS; Selivonchick DP, 1990. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, 89: 165- 182.

Henderson RJ; Tocher DR, 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress Lipid Research*, Minnesota, 26: 281- 347.

Imbiriba, E. P., 1994. Reprodução, Larva e alevinagem do Pirarucu (*Arapaima gigas*). Empresa de Pesquisa Agropecuária do Brasil-EMBRAPA. Belém, PA. Recomendações Básicas nº 26. Centro de Pesquisa Agroflorestal a Amazônia Oriental-CPATU.

Izquierdo MS; Montero D; Robaina L; Caballero MJ; Rosenlund G; Ginés R, 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250: 431- 444.

Jeziarska B; Hazel JR; Gerking SD, 1982. Lipid mobilization during starvation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, R., with attention to fatty acids. *J. Fish Biol.* 21: 681- 692.

Kubitza F; Cyrino JEP, 1997. Feed Training Strategies for the Piscivorous Peacock Bass *Cichla spp.* In: International Symposium Biology of Tropical Fishes. INPA-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM. p.139.

Kubitza F; Lovshin LL, 1997. Formulated Diets, Feeding Strategies, and Cannibalism Control During Intensive Culture of Juvenile Carnivorous Fishes. *Reviews in Fisheries Science*, v 7, 1: 1- 22.

Kubitza F; Campos JL; Brum JA, 1998. Produção Intensiva no PROJETO PACU Ltda. e AGROPEIXE Ltda. *Panorama da Aqüicultura*, RJ, 8: 41- 49.

Liao IC; Huang TS; Tsai WS; Hsuen CM; Chang SL; Leão EM, 2004. *Cobia* Culture in Taiwan: Current Status and Problems. *Aquaculture*, 237: 155- 165.

Martino RC, 2002. Exigências e cuidados da adição de lipídeos em rações para peixes e a sua importância para o homem. *Rev. Panorama da Aqüicultura*, v.12, n.74, p.52- 54.

Martino RC, 2003. Exigências e cuidados da adição de lipídeos em rações para peixes e a sua importância para o homem - Parte 2. *Rev. Panorama da Aqüicultura*, v.13, n.75, p.58-60.

Miranda MOT; Ribeiro PL, 1997. Características Zootécnicas do Surubim. In: Miranda MOT (Org). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, (Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca), 43- 56.

Montero D; Robaina L; Caballero MJ; Ginés R; Izquierdo MS, 2005. Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: a time-course study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet. *Aquaculture*, 248: 121- 134.

Moreira RG; Parrish CC; Colquhoun A; Bicudo JEPW, 2002. Lipid profiles during the reproductive cycle of *Piaractus mesopotamicus* (Teleostei: Characidae) fed diets of varying polyunsaturated fatty acid composition. In: 5TH International Congress on the Biology of Fish, University of British Columbia-Vancouver, BC, Canadá, 2002, 83- 87 (Abstract).

Moreira RG; Parrish CC; Senhorini JA; Orozco-Zapata CR; Bicudo JEPW, 2003a. Effects of broodstock diet on lipid classes of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. XXI Congresso da Associação Latina Americana de Ciências Fisiológicas (ALACF), Ribeirão Preto, SP, pg. 305.

Moreira RG; Parrish CC; Senhorini JA; Orozco-Zapata CR; Bicudo JEPW, 2003b. Effects of Broodstock diet on fatty acid composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. WAS-2003, Salvador, BA, pg. 500.

Moreira RG; Orozco-Zapata CR; Schreiner M; Colquhoun A; Silva TFC; Mimura OM, 2004. Influence of broodstock dietary fatty acids on egg lipid composition of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Pisces, Teleostei, Pimelodidae). 6th International Congress on the Biology of Fish - Manaus, AM, Brazil.

Naylor RL; Goldberg RJ; Primavera JH; Kautsky N; Beveridge MCM; Clay J; Folke C; Lubchenco J; Mooney H; Troell M, 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017- 1024.

Olsen Y, 1998. Lipids and essential fatty acids in aquatic food webs: What can freshwater ecologists learn from mariculture? In: Arts MT; Wainman BC. *Lipids in freshwater ecosystems*. NY: Springer-Verlag, 8: 160- 202.

Ono EA, 2005. Criação de Peixes em Tanques-Rede. In: ZOOTEC 2005, Campo Grande, MS, 1- 14.

Outtara NI; Teugels GG; N'Douba V; Philippart JC, 2003. Aquaculture Potential of the black-chinned tilapia, *Sarotherodon melanotheron* (Cichlidae). Comparative Study of the Effect of Stocking Density on Growth Performance of Landlocks and Natural Populations Under Cage Culture Conditions in Lake Ayame (Côte d'Ivoire). *Aquac. Res*, 34: 1223- 1229.

Pezzato LE; Barros MM; Fracalossi DM; Cyrino JEP, 2004. *Nutrição de peixes*. In: Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva, Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática - Aquabio, 75- 170.

Schmittou HR, 1997. Produção de Peixes em Alta Densidade em Tanques-Redes de Pequeno Volume. Campinas: *Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja*, 78p.

Scorvo-Filho JD; Ayroza LMS; Colherinhas Novato PF, 1998. Aspectos econômicos da piscicultura de água doce com ênfase na cadeia produtiva. In: Simpósio sobre manejo e produção de peixes. Piracicaba, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 21- 34.

Scorvo-Filho JD; Romagosa E; Ayroza LMS; Frascá-Scorvo CMD, 2004. Desempenho do Pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) criado nos sistemas intensivo e semi-intensivo. In: I Congresso da Aquabio/Aquimerco, Vitória, ES, Vitória: Aquaciência, 145p.

Sheridan MA; Woo NYS; Bern HA, 1985. Biochemical basis of molt-associated lipid and carbohydrate depletion. *Aquaculture* 45: 388- 389.

Sheridan MA, 1988. Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. *Comp. Biochem. Physiol.* 90B: 679-690.

Subhadra B; Lochmann R; Rawles S; Chen RG, 2006. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 255Ç 210- 222.

Zimmerman S; Fitzsimmons K, 2004. Tilapicultura Intensiva. In: *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. Aquabio. TecArt, 9: 239- 266.

Weber JM; Brichon G; Zwinglestein G; McClelland G; Saucedo C; Weibel ER; Taylor CR, 1996. Design of the oxygen and substrate pathways. IV. Partitioning of energy from fatty acids. *J. Exp. Biol.* 199: 1667- 1674.

Weigand MD; Idler DR, 1985. Ovarian neutral fatty acid composition varies with state of ovarian growth in landlocked Atlantic salmon. *Can. J. Zoology* 63: 2773- 2777.

Wonnacott EJ; Lane RL; Kohler CC, 2004. Influence of dietary replacement of menhaden oil with canola oil on fatty acid composition of sunshine bass. *N. Am. J. Aquac.*, 66: 243- 250.

Woyanovich E, 1986. In: *Tambaqui e pirapitinga: Propagação artificial e criação de alevinos*. CODEVASF, DF, Brasil, 66 p.

Processo de maturação das gônadas de *Pseudoplatystoma corruscans* alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho

Vanessa Xavier Linhares Andrade ¹; Renato Massashi Honji ²; Elizabeth Romagosa ^{3 1}

¹ Centro de Aqüicultura da UNESP/CAUNESP, campus Jaboticabal, SP

² Universidade de São Paulo USP, campus de São Paulo, SP

³ Instituto de Pesca - APTA, São Paulo, SP.

RESUMO

O presente trabalho objetivou investigar o efeito da adição de C18:2n6, através da inclusão de óleo de milho em dietas com diferentes níveis de proteína bruta, para o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, no processo de maturação dos gametas quando mantidos em sistema de criação intensiva. Para isso foram avaliados os seguintes parâmetros zootécnicos: sobrevivência, relação peso vs comprimento, fator de condição e índice gonadossomático. O experimento foi conduzido no Pólo Regional, Pariquera-Açu, SP, mar./04 a fev./06, com 12 tanques-rede distribuídos em seis viveiros-escavados e densidade de 20 peixes por tanque-rede. Elaborou-se três tratamentos, sendo duas repetições/viveiro: T1: 28% PB; T2: 28% PB + 5% óleo de milho e T3: 40% PB. As dietas não afetaram a qualidade da água nem o crescimento nos 1º e 2º anos de vida, com um crescimento ligeiramente superior dos peixes do T3. As taxas de sobrevivência foram superiores a 77%. Pode-se inferir que as rações ofertadas não causaram alterações histomorfológicas durante o processo de maturação gonadal desta espécie. Entretanto, o índice gonadossomático (IGS) e o fator de condição (K) apresentaram-se ligeiramente avançado e superior nos animais alimentados com a ração enriquecida com óleo de milho.

Palavras-chaves: pintado; reprodutor, ácido linoléico, proteína, cativo

ABSTRACT

The present work aimed to investigate the effect of the addition of C18:2n6, through the corn oil inclusion in diets with different meaning of crude protein, of the surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, on the process of gamet maturation, for fish maintained

¹ Corresponding author. Instituto de Pesca, APTA, SP, Av Francisco Matarazzo, 455, Água Branca, São Paulo, 05031-900
E-mail address: eromagosa@pesca.sp.gov.br (ERomagosa)

in cages. The experiment was conducted in Regional Polo, Pariquera-Açu, SP, mar./04 to feb./06, with 12 cages distributed in six tanks, with 20 fishes per cage. It was elaborated three treatments, being two repetitions/tank: T1: 28% CP; T2: 28% CP + 5% corn oil and T3: 40% CP. The diets seems not to have affected the water's quality neither the growth in the 1st and 2nd years old, with a growth superior lightly of the fish of T3. The survival rates were superior to 77%. It can be inferred that the offered diet did not cause hystomorfologic alterations during the process of gonadal maturation of this species. However, the index gonadossomático (IGS) and the condition factor (K) were slightly advanced and superior in the animals fed with the diet enriched with corn oil.

Keywords: surubim; broodstock; linoleic acid; protein; captive.

INTRODUÇÃO

Embora exista relação direta entre a exigência nutricional e a reprodução dos peixes, poucos estudos avaliam suas implicações, sendo que a maioria das pesquisas desenvolvidas está fundamentada na determinação do nível protéico que promova o melhor desempenho produtivo. Com relação à melhora da resposta reprodutiva (ciclo gonadal, período de desova, qualidade e quantidade de ovos, entre outros), são considerados insuficientes e divergentes os resultados oriundos de várias pesquisas (Watanabe et al., 1985a; Watanabe et al., 1985b; Mourente e Odriozola, 1990; Harel et al., 1994; Watanabe e Kiron, 1995; Sargent, 1995; Moreira et al., 2002; Moreira et al., 2003a, b e Moreira et al., 2004). De maneira geral, em seu meio natural, os peixes raramente apresentam sinais de deficiência nutricional, uma vez que os alimentos disponíveis são capazes de formar uma dieta balanceada. Entretanto, quando confinados, este balanceamento natural pode estar ausente ou ser limitado (Pezzato, 1990; Barros et al., 2007).

A nutrição dos reprodutores tem efeito significativo na maturação dos gametas (Watanabe et al., 1985a; Watanabe et al., 1985b). Entre os componentes nutricionais dos reprodutores, os lipídios são os que afetam drasticamente a composição dos ovos por serem essenciais na formação das células e membranas dos tecidos (Watanabe et al., 1985a; Watanabe et al., 1985b; Sargent, 1995). Diversos estudos têm mostrado que a quantidade e a qualidade nos lipídios dos alimentos, bem como o regime alimentar

durante a gametogênese, geram impacto, principalmente na desova e qualidade dos ovos (Watanabe et al., 1985b; Mourente e Odriozola, 1990; Hare et al., 1994; Watanabe e Kiron, 1995). Ovos de baixa qualidade podem reduzir a sobrevivência das larvas, especialmente durante a transição da alimentação endógena para exógena.

Recentemente, Moreira et al. (2002); Moreira et al. (2003a,b) e Moreira et al. (2004) mostraram que suplementações com PUFA *n*-6 (óleo de milho) nas dietas de reprodutores de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, e de jundiá, *Rhamdia quelen*, promovem aumento no desempenho reprodutivo das fêmeas. A dieta oferecida parece influenciar, também, a produção de espermatozoides em machos de *P. fasciatus* (Leonardo et al., 2004). Estes autores observaram que os machos não espermiaram quando receberam ração de baixo nível protéico (28% PB), mostrando problemas na formação e quantidade de gametas, afetando diretamente o sucesso no momento da desova e, conseqüentemente, a produção de larvas.

O presente trabalho teve como objetivo investigar se a adição de óleo de milho à dietas com diferentes níveis de proteína bruta para reprodutores de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, mantidos em sistema intensivo de criação (tanques-rede), poderia comprometer o processo de maturação dos gametas. Tendo em vista, a carência de informações sobre esses parâmetros esse dados, poderão otimizar a produção sistemática de alevinos e, conseqüentemente, minimizar o custo da ração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com adultos de pintado, *P. corruscans* (um ano de vida com peso médio inicial de 1,28 e final 3,28 Kg), nas dependências do Pólo Regional Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira - APTA, Pariquera-Açu, SP, Brasil (latitude 24°43'S e longitude 47°53'W), durante os meses de março de 2004 a janeiro de 2006 (Prancha 1A).

Foram utilizados seis viveiros escavados (VE), com 600 m² de espelho d' água (12,0 x 50,0 x 1,50 m), com abastecimento e escoamento (monges) independentes, fluxo d' água em média de 30 L/min. Em cada VE foram instalados dois tanques-rede (TR) de 2,7 m³ (1,50 x 1,50 x 1,20 m), sendo quatro repetições/tratamento. Os peixes foram mantidos em uma única densidade de estocagem (20 peixes/TR) em 12 TR, perfazendo o total de 240 peixes. Todos os TR foram cobertos com tela tipo sombrite 40% para

proporcionar um ambiente mais adequado aos peixes cativos, com uma abertura central para administração da ração (Prancha 1B-G).

Início: ração de manutenção antes do início do experimento para que não perdessem peso, apenas como valor base de partida para os ensaios.

Foram empregados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1: ração extrusada com 28% PB, 2.480 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm.

Tratamento 2: ração extrusada com 28% PB, 2.480 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm, acrescido de 5% de óleo de milho.

Tratamento 3: ração extrusada com 40% PB, 2.750 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm.

Tabela 1. Análise bromatológica e perfil de ácidos graxos das três dietas (T1, T2 e T3) utilizadas ao longo do período estudado.

RAÇÃO	28%PB (T1)	28%PB + óleo (T2)	40%PB (T3)
(%)			
<u>Lipídios Totais</u>	2,88	8,37	4,47
<u>Proteínas</u>	28,86	26,22	40,79
<u>Matéria Seca</u>	6,44	6,93	6,87
<u>Cinzas</u>	11,21	10,69	10,11
<u>Ácidos Graxos (%)</u>			
SFA	32,25	19,48	31,72
MUFA	32,27	35,14	35,68
PUFA	34,83	45,37	32,60
C18:2n6 (LA)	33,75	44,30	30,62
C18:3n3 (LnA)	1,07	1,08	1,98

SFA: ácidos graxos saturados; MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos poliinsaturados; LA: ácido linoléico; LnA: ácido linolênico

A ração utilizada foi fornecida pela *MOGIANA ALIMENTOS S.A.* ao longo do experimento. O óleo de milho contém cerca de 53,4% de ácido linoléico (LA/18:2n-6) (Rostagno et al., 2005) e foi incorporado manualmente com auxílio de um pulverizador, sendo a distribuição feita de maneira homogênea. O arraçoamento foi diário, em duas porções (8:00 e 17:00 horas), sendo feito sempre a lanço. A quantidade de ração variou de 1,2% a 1,5 % peso vivo (PV) até o final do experimento, exceto nos meses mais frios onde foi oferecido 0,6 % (Prancha 1H e I).

Foram realizadas biometrias bimensais nos peixes de todos os TR, exceto durante o inverno (maio, junho e julho). Os peixes foram acondicionados e anestesiados por

quatro minutos em benzocaína em solução alcoólica dissolvida na proporção de 3,0 g/150 mL, diluída em 20 L de água. De cada exemplar, foram registrados comprimento e peso totais (CT e PT), em centímetros e quilogramas, respectivamente. Após a recuperação da anestesia, os animais foram devolvidos aos respectivos TR de origem (Prancha 1 J-N e 2 A-G).

Durante as biometrias, dois exemplares de cada TR/tratamento, nas diferentes fases de desenvolvimento maturacional (MATURAÇÃO: inicial, intermediária e final; REGRESSÃO: inicial, intermediária e final), foram sacrificados e dissecados através de incisão ventral longitudinal, para identificar os sexos e caracterizar macroscopicamente os estádios de maturação gonadal (Romagosa, 1998). As gônadas foram extraídas e seu peso (PG) obtido em balança de precisão. Fragmentos dos testículos e dos ovários, para estudos de microscopia de luz, foram retirados, fixados em solução de Bouin (seis h), incluídos em historesina (5 µm), corados em hematoxilina-eosina, identificados e os diferentes tipos de células germinativas fotografados.

A avaliação do desempenho zootécnica de reprodutores de *P. corruscans* foi realizada, pelos seguintes parâmetros:

Sobrevivência (%): Foi calculada a relação porcentual entre o número de peixes no início e no final do experimento.

Relação Peso x Comprimento: Foi empregada a metodologia proposta por Le Cren, (1951). A curva foi ajustada de acordo com a tendência de dispersão dos pontos cuja expressão potencial é dada por $PT = K \cdot CT^b$, onde:

PT = peso total,

CT = comprimento total,

K= fator de condição, relacionado ao “bem-estar” dos indivíduos,

b = constante relacionada ao tipo de crescimento (isométrico ou alométrico).

Fator de Condição: O cálculo foi feito por meio da expressão $K = PT / CT^b$, onde:

b = valor obtido na curva da relação $PT = K \cdot CT^b$ de Le Cren (1951).

Os valores individuais de K foram submetidos a tratamento estatístico para se verificar a existência de diferenças significativas.

Índice Gonadosomático: A razão entre o peso das gônadas (PG) e o peso total (PT) de cada exemplar, cujo cálculo foi expresso pela fórmula $IGS = PG / PT \cdot 100$.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, sendo os contrastes de médias testados através do método de Tukey (com nível de significância de 5%). Todas as análises foram realizadas com o *software* Sigma Stat, pacote estatístico da Jandel Corporation (Zar, 1998).

Para análise da qualidade da água dos tanques-rede e viveiros escavados (dentro e entorno), diariamente, foram anotados os valores das temperaturas máxima e mínima da água e três vezes por semana foram registrados dados de pH, O₂D e amônia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura da água dos seis viveiros-escavados estão sumarizadas na Figura 1. Neste estudo, os valores obtidos encontram-se dentro dos padrões aceitáveis para a espécie (Campos, 2005; Scorvo Filho et al., prelo). Os valores médios de temperatura da água registrados oscilaram entre 19°C (jun/04) e 33°C (jan/06). Estatisticamente, estes valores, quando comparados entre os três tratamentos, não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5%.

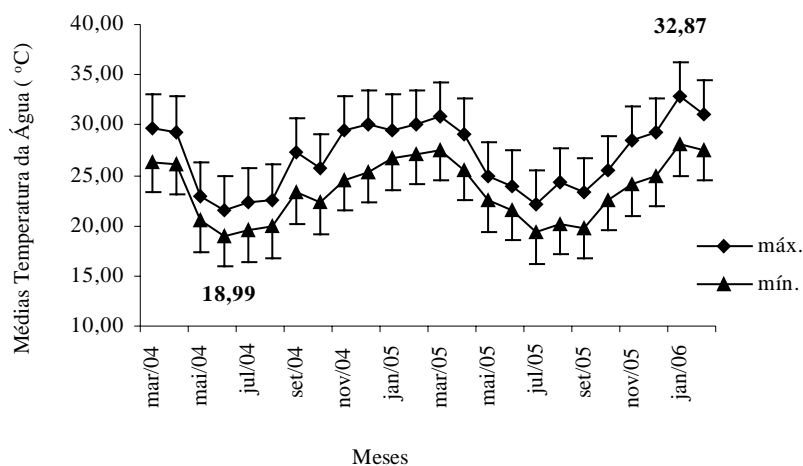


Figura 1. Média de temperatura da água dos três tratamentos durante o experimento.

Segundo Kubitzka et al. (1998) e Romagosa *et al.* (2003), os surubins toleram temperaturas da água de, aproximadamente, 14,0° C sem haver registros de mortalidade. Burkert (2002) registrou os maiores índices de mortalidade (92,6%) em juvenis de pintado criados em TR, com três rações comerciais, somente quando foram monitorados valores de temperatura próximos de 8,5° C durante o outono-inverno.

Os valores médios dos índices de sobrevivência de *P. corruscans* foram para os três tratamentos estão mostrados na Tabela 1, sendo, a melhor taxa de sobrevivência observada nos peixes alimentados com ração contendo 40% PB. Liranço et al. (2006) encontraram valores médios próximos a estes (90,67%) mantendo os peixes em sistema intensivo, porém em maiores densidades de estocagem e alimentados com ração de 40%PB, pelete de 15mm. Em relação aos pH e O₂D na água, não houve diferente estatística entre os três tratamentos, com médias variam entre 6,9±0,2 - 7,5±0,4 e 7,35±1,0 - 8,2±0,75, respectivamente.

Tabela 1. Valores médios iniciais e finais de peso total (PT), comprimento total (CT) e sobrevivência (S) de *P. corruscans*.

	T1 (28%)		T2 (óleo)		T3 (40%)	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final
Pt (Kg)	1,26 ± 0,34 ^a	3,20 ± 0,52 ^A	1,34 ± 0,39 ^a	3,11 ± 0,55 ^A	1,25 ± 0,35 ^a	3,53 ± 0,31 ^B
Ct (cm)	57,23 ± 4,4 ^a	71,21 ± 4,6 ^A	57,87 ± 4,7 ^a	71,83 ± 4,4 ^A	56,27 ± 4,9 ^a	74,49 ± 4,7 ^B
S (%)	100,0	77,5 ± 3,177 ^B	100,0	89,8 ± 4,1 ^B	100,0	92,5 ± 4,0 ^A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados expressam a média ± desvio-padrão

Letras minúsculas para os valores iniciais e maiúsculas para os valores finais

O efeito das dietas no crescimento de *P. corruscans* relativo ao peso e comprimento ao longo do experimento seguiu um padrão semelhante (Tabela 1 e Figura 2). Na Figura 2 pode-se observar que os peixes dos três tratamentos apresentaram crescimento próximo durante o período de março/04 a novembro/04. Entretanto, a partir de janeiro/05, os pintados que receberam a dieta do T3 mostraram os parâmetros ligeiramente superiores quando comparados aos outros tratamentos (T1 e T2). Foi observada diferença significativa somente no T3 (Tabela 1).

Resultados de Moreira *et al.* (2002) demonstram que pacus que recebem óleo de fígado de bacalhau apresentam valores de peso total superiores aos demais (óleo de milho, mistura dos dois óleos e controle). Entretanto, os resultados de Martino *et al.* (2002a, b), para *P. corruscans*, mostram que a composição da dieta lipídica não causa diferenças significativas durante o crescimento. Fracalossi e Lovell (1995) relatam que dietas ricas em *n-3* para *Ictalurus punctatus* influenciam o crescimento dos peixes. Estes

resultados corroboram os estudos nos dez primeiros meses, com ligeiro aumento nos valores em relação ao T3.

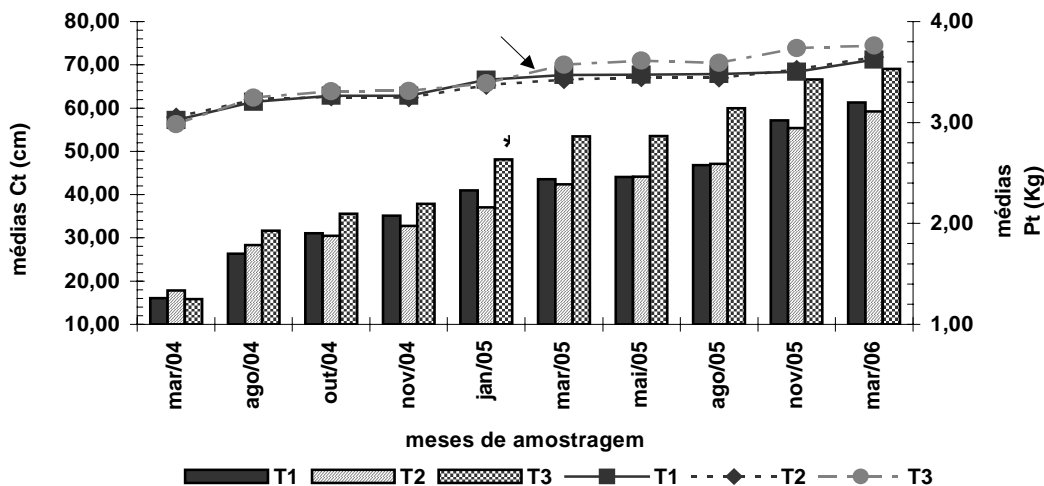


Figura 2. Distribuição dos valores médios de peso total e comprimento total de *P. corruscans* durante o período estudado. As barras expressam os valores de peso total (Pt) e as linhas expressam os valores de comprimento total (Ct). (T1 = 28%PB); (T2 = 28% + óleo de milho); (T3 = 40%).

A análise dos parâmetros da curva de crescimento visa explorar os aspectos científicos bem como os comerciais (Barbieri e Santos, 1988). Portanto, têm, como propósito, avaliar a variação do peso de um indivíduo em um certo comprimento, como indicador de engorda, “bem-estar”, desenvolvimento gonadal, entre outros aspectos (Le Cren, 1951). Neste estudo, os valores de $\bar{b} > 3,0$ estão dentro dos limites indicados pela literatura (Morato et al., 2001; Romagosa et al., 2005). Não pudemos testar as diferenças entre os sexos devido ao pequeno número de exemplares machos capturados durante a realização do experimento. Durante as biometrias, pôde-se verificar que as fêmeas apresentaram um incremento em peso levemente superior ao dos machos, indicando, assim, que, em um dado comprimento, elas são mais pesadas. Esta diferença provavelmente está relacionada ao peso dos ovários, decorrente, em grande parte, do acúmulo de material de reserva nos ovócitos em maturação.

Em *P. corruscans*, os valores de \bar{b} para os três tratamentos foram: 3,57 (T1); 3,47 (T2) e 3,52 (T3). Romagosa et al. (2003) citaram, para *P. fasciatum*, valores de \bar{b} próximos aos deste estudo. Todavia, estes valores foram inferiores aos encontrados por Liranço et al. (2006) para a mesma espécie mantida em tanques-rede, nas mesmas

condições ambientais e alimentados com ração comercial de pelete 15,0 mm. Estes valores quando comparados aos de *P. corruscans*, capturados no rio São Francisco do Sul (Miranda e Ribeiro, 1997 e Godinho et al., 1997), são ligeiramente inferiores ($\underline{b} > 3,33$) aos do sistema intensivo. Mateus e Petrere Jr (2004) verificaram valores de $\underline{b} > 3,13$ em pintados capturados na bacia do rio Cuiabá, Pantanal de Mato Grosso. Resultado semelhante foi observado por Romagosa et al. (2003). Estudando *P. fasciatum* em confinamento, estes autores demonstraram que o crescimento das fêmeas é bem mais abrupto que o dos machos a partir do 2º ano de vida, possivelmente devido a acúmulo de reservas para a produção de óvulos. A comparação das curvas de crescimento de surubins (*P. corruscans* e *P. fasciatum*), mantidos em viveiros de terra e gaiolas, é significativamente maior no primeiro sistema de criação (Romagosa et al. 2005). Liranço et al. (2006), comparando o crescimento de populações de pintado em dois sistemas de criação (tanques-rede e viveiros), observaram uma predominância de fêmeas (87,5%) em relação aos machos (12,5%). Entretanto, estes resultados diferem dos encontrados por Resende et al. (1996), que mostraram predominância de machos de pintados quando capturados na bacia hidrográfica do pantanal matogrossense.

A estimativa do fator de condição (K) indica o grau de higidez do peixe, determinado tanto por fatores intrínsecos (metabolismo, doenças, parasitismo, etc.) como extrínsecos (qualidade do ambiente, disponibilidade de alimento, temperatura, etc.), ou seja, se o organismo está “saudável” ou “combalido” (Vazzoler, 1997). Para a espécie em estudo, os valores de \underline{K} para os três tratamentos (T1=0,71±0,11; T2=1,10±0,01 e T3=0,97±0,14) não variaram significativamente. Entretanto, Liranço et al. (2006) encontraram valores de \underline{K} para *P. corruscans* ligeiramente inferiores quando compararam animais mantidos em TR (0,03–0,04) com os de VE (0,08–0,10).

Neste experimento, exemplares de *P. corruscans* apresentaram arquétipos anatômicos e histomorfológicos similares durante o processo de espermição e diferenciação dos folículos ovarianos nos três tratamentos (Figuras 3 e 4).

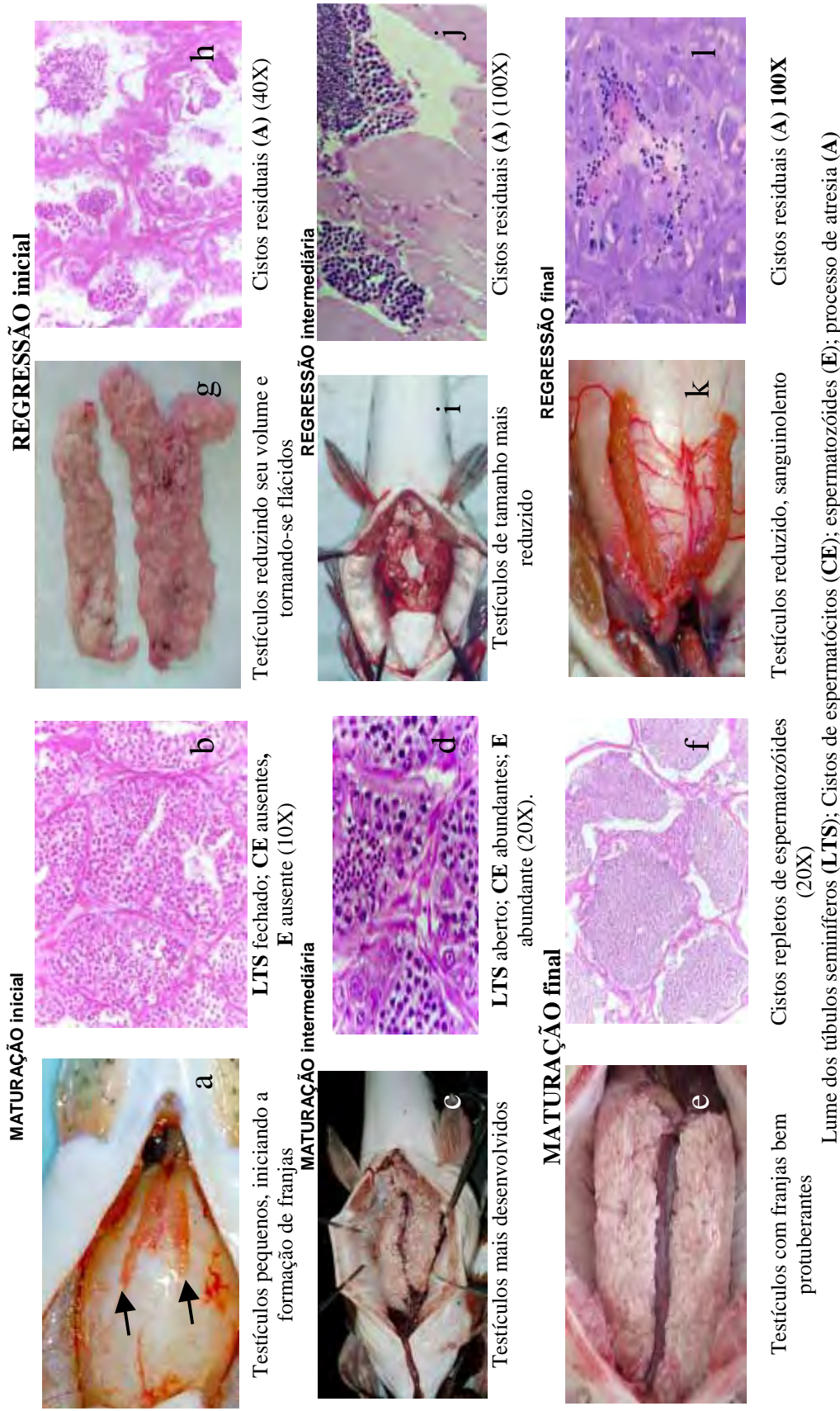
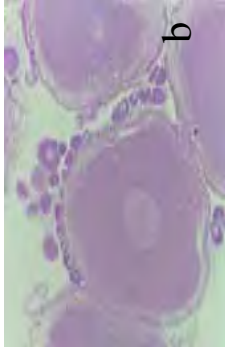


Figura 3. Escala geral de maturação baseada nas características macro e microscópicas dos machos de *P. corruscans*.

MATURAÇÃO inicial



Ovários globosos

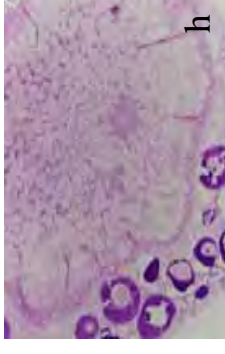


OPI (cabeça de seta); **OPa** (seta) (20X)

REGRESSÃO inicial



Ovários reduzem seu volume, hemorrágicos



Opi (cabeça de seta); **A** (seta) (40X)

MATURAÇÃO intermediária



Ovários maiores, vascularizados

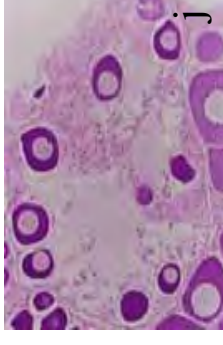


Oac (40X)

REGRESSÃO intermediária

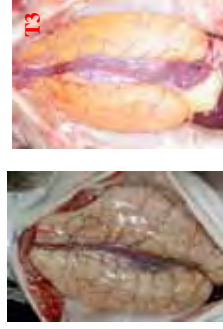


Ovários menos volumosos, hemorrágicos

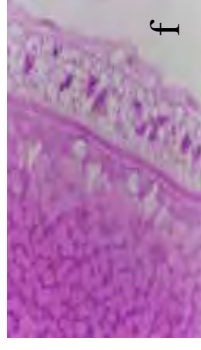


Opi (cabeça de seta); **A** (seta) (40X)

MATURAÇÃO final



Ovários bem volumosos, presença de **VSC** e inúmeros **VSP** ovócitos em processo de atresia (**A**); folículo pós-ovulatório (**FPO**); vaso sanguíneo central (**VSC**) e vaso sanguíneo periférico (**VSP**)



OPa, **OV** predominantes (100X)

REGRESSÃO final



Ovários com ovócitos residuais, hemorrágicos



Atresia adiantada ou final (**A**) (40X)

Figura 4. Escala geral de maturação baseada nas características macro e microscópicas das fêmeas de *P. corruscans*.

Os testículos de *P. corruscans* apresentaram franjas em todo seu comprimento que vão se tornando cada vez mais protuberantes ao longo do ciclo (Figura 3a, c, e). Este padrão anatômico é o característico da maioria dos Siluriformes (Santos et al., 2001; Batlouni et al., 2006). Os ovários de *P. corruscans* são estruturas pares, alongadas e saciformes, prendem-se à bexiga gasosa através do mesórquio e mesovário (Figura 4a, c, e, g, i, k). Tanto os testículos como os ovários se fundem na região caudal para formar um único ducto, que se abre na papila urogenital (Figuras 3 e 4). Em relação às características gerais dos ovários dos bagres sul-americanos, as observações coincidem com as citadas por Leonardo et al. (2004) para *P. fasciatum*.

Os estádios de maturação gonadal, durante o ciclo reprodutivo de *P. corruscans*, sofrem marcantes modificações sazonais (volume, cor, espessura, entre outras) em exemplares capturados na natureza (Resende et al., 1996), mantidos em viveiros escavados em terra (Batlouni et al., 2006) ou em gaiolas (Liranço et al., prelo). As variações observadas quanto à cor dos testículos de *P. corruscans* foram discretas quando comparadas às dos ovários (Figuras 3 e 4 a, c, e). Os testículos são, geralmente, transparentes na fase não reprodutiva e, branco-leitosos na reprodutiva (Resende et al., 1996; Batlouni et al., 2006) (Figuras 3a, c, e, g, i, k). Nas fêmeas de *P. corruscans*, somente na fase final do processo maturacional foi possível visualizar diferenças marcantes entre os ovócitos dos exemplares que receberam as dietas referentes aos T1 e T2, de cor amarela, e os do T3, alaranjada (Figuras 4e). A cor laranja foi verificada também na musculatura dos animais do T3 e isto pode ser atribuído à incorporação de astaxantina e carotenóides nos tecidos, já que as indústrias de ração utilizam glútem de milho como componente para elevar o teor de proteína às rações e baixar o custo.

A organização testicular e a ovariana aqui descrita foram bem próximas às de Batlouni et al. (2006) e às de Leonardo et al. (2006) para *P. fasciatum* confinados e às de Resende et al. (1996) para *P. fasciatum* e *P. corruscans*, capturados na natureza. Em *P. corruscans*, a escala de maturação foi adaptada, segundo Batlouni et al., (2006) e Romagosa (2006), para machos cativos: maturação (inicial; intermediária; final) e regressão (inicial, intermediária, final) (Figura 3) e, fêmeas: maturação (inicial, intermediária; final) e regressão (inicial e final) (Figura 4).

No início do experimento, os pintados encontravam-se com um ano de vida e com as gônadas imaturas (machos: presença de espermatogônias e espermatócitos e as fêmeas: ovogônias e ovócitos perinucleolares) (Figuras 3b, d, f, h, j, l e 4b, d, f, h, j, l)

Esta fase é típica da maioria dos Siluriformes de água doce capturados em seu habitat (Lopes et al., 1987; Resende et al., 1996) ou mantidas em confinamento (Batlouni et al., 2006; Romagosa, 2006).

Torres (1994), estudando a pirapitinga, *Piaractus brachypomus*, observou a presença de ovócitos atrésicos nos tratamentos com níveis crescentes de proteína e energia (25,4; 32,8; 38,2% PB e 2.605; 3.415 e 3.828 Kcal EB). Tal fato contradiz os resultados obtidos, pois o aparecimento de folículos atrésicos nas diferentes fases do desenvolvimento ovariano de *P. corruscans* (pré-maturação e maturação final) entre os três tratamentos empregados foi semelhante (Figura 4 h, j, l). O maior porcentual foi registrado na fase de regressão ovariana, pois, para que o pintado libere seus ovócitos, é necessário induzi-los à reprodução. Resultados semelhantes também foram descritos por Leonardo et al. (2006), que estudaram *P. fasciatum* em confinamento. Segundo Blazer (2002), o aumento de ovócitos atrésicos, particularmente em folículos pré-vitelogênicos, pode indicar uma condição fisiológica adversa, refletindo a presença de vários agentes estressores.

Neste estudo, também foi utilizado o Índice Gonadossomático (IGS) por estágio de maturação gonadal como indicador quantitativo da atividade reprodutiva, durante o ciclo reprodutivo de *P. corruscans* (Romagosa, 1998), pois a maturação das células germinativas ocorre simultaneamente ao aumento do peso das gônadas (Le Cren, 1951). Assim, valores crescentes de IGS estão associados à maturação e os decrescentes à eliminação ou reabsorção dos gametas (Agostinho et al., 1990; Romagosa, 1998 e 2006; Batlouni et al., 2006).

O IGS de machos em maturação final de *P. corruscans*, durante o período experimental, mostrou valores significativamente superiores no T1 e T3 e inferiores no T2 ($p \leq 0,05$) (Figura 5a). Em relação ao ciclo reprodutivo, os machos de *P. corruscans*, a partir do 2º ano de vida, iniciaram o processo de maturação em set-out/04, tornando-se potencialmente ativos de nov/04 a jan/05. É importante ressaltar que o “n” dos machos foi significativamente inferior ao das fêmeas (seis e 40 respectivamente).

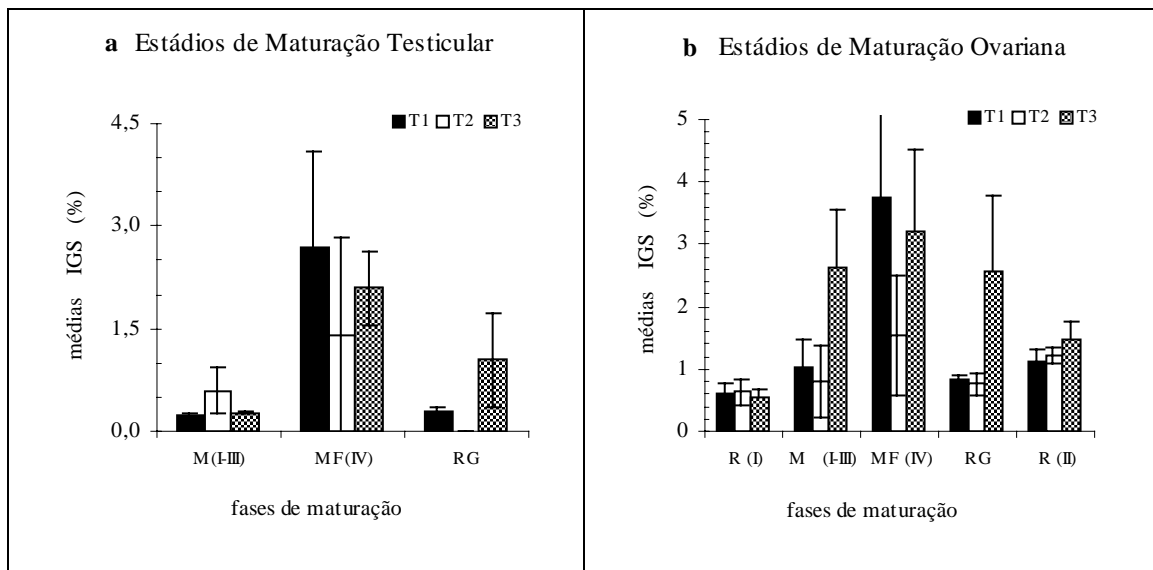


Figura 5. Representação gráfica da distribuição dos valores médios de IGS nos estádios de maturação testicular (a) e ovariana (b) de *P. corruscans* para os três tratamentos. R-reposo; M-maturação; MF-maturação final; RG-regressão (T1=28%; T2=28%+óleo de milho; T3=40%).

Pôde-se observar que, no período de mar a ago/04, as fêmeas se encontravam na fase de Repouso I e se mantiveram no mesmo estágio de set/04 a jan/05, onde somente 13,8 % apresentaram indícios de maturação (Figura 5b). As fêmeas somente atingiram a maturação final no 3º ano de vida, de nov/05 a fev/06. Estes resultados confirmam os descritos por Resende et al. (1995), onde a desova nos rios Miranda e Aquidauna, MS, ocorrem de novembro a fevereiro. Entretanto, Kunkel e Flores (1996) afirmam que, para o pintado das águas doces da Argentina, o período de desova é contínuo e, na maior parte do ano, pode-se encontrar ovócitos em desenvolvimento, de forma fracionada, o que se torna evidente pelo esvaziamento parcial dos ovários.

Em relação aos valores médios dos IGS, pode-se visualizar, na Figura 5b, que durante a fase de maturação houve um ligeiro aumento dos valores nos três tratamentos, entretanto, o valor do IGS no T3 foi superior. A análise dos dados permitiu constatar que, para fêmeas de *P. corruscans* no estágio de Repouso e Maturação inicial, os ovários apresentaram valores mais elevados de K e maior deposição de gordura celomática, e um decréscimo desses parâmetros ao longo da maturação dos ovários, indicando sua provável utilização neste processo de desova e/ou durante a subida do rio na “migração” (natureza). Os pintados parecem ter um comportamento de mobilização não só das reservas lipídicas hepáticas, mas, também, musculares e subcutâneas durante o processo de maturação. Um dos mecanismos afetados pela dieta foi a vitelogênese. Em *P. corruscans*, a redução nos valores de K, durante o período de desova, tem sido

atribuído às espécies que apresentam comportamento migratório. Resultados semelhantes foram descritos por Agostinho (1985).

É importante comentar que os valores médios do IGS dos animais alimentados com dieta T2 (Figura 5a, b) foram sempre mais adiantados em ambos os sexos. Como se sabe, o IGS é indicador de atividade reprodutiva, assim valor crescente de IGS, estão associados à maturação e decrescentes à eliminação ou reabsorção dos gametas e se observa valores sempre mais adiantados para os animais do T2 quando comparados aos demais tratamentos.

Os valores médios de IGS de fêmeas de *P. corruscans* em maturação ($T1 = 2,39 \pm 1,36\%$; $T2 = 1,17 \pm 0,76\%$ e $T3 = 2,92 \pm 0,27\%$), em comparação a de *P. fasciatum* ($15,1 \pm 2,2\%$ e $19,1 \pm 2,8\%$ nos 1º e 2º ciclos reprodutivos, respectivamente) criados em confinamento, nas mesmas condições climáticas, não atingiram valores maiores que 1/5 deste índice (Romagosa, 2003). Poderia se levar em consideração os sistemas de criação que os peixes foram mantidos, pois a espécie em questão foi mantida em tanques-rede e a outra, soltos em viveiros escavados. Registros desta diferença de índices em peixes capturados em represas foram citados por Diniz (1997) para *Leporinus striatus*, onde o valor máximo de IGS foi igual a $7,33 \pm 5,08$ na represa de Camargos, MG e, com outra espécie de piau, *L. piau*, foi de $23,3 \pm 3,2$ na represa de Três Marias, MG.

Estes resultados evidenciaram, também, que o período de reprodução de *P. corruscans*, mantidos em tanques-rede, é curto com desova total, ocorrendo de novembro a janeiro, nos 2º e 3º ano de vida para os machos e fêmeas, respectivamente.

Segundo Schreck (1981), a determinação dos estádios de maturação, bem como das condições biológicas das espécies de peixe associadas ao meio ambiente, influenciam na performance reprodutiva dos peixes. Quando se trata de criação intensiva (tanques-rede), deve-se lembrar que os pintados foram submetidos a uma carga de estresse diário, como a utilização de barco para o arraçoamento diário, a limpeza dos TR e capturas bimensais, para que os mesmos fossem pesados e medidos sob efeito do anestésico. Enfim, até que ponto o “estresse” pode ter efeito ou não no processo reprodutivo? Sabe-se que a prática destes manejos deve ser realizada com “certos cuidados” visando, principalmente, a saúde e a qualidade das matrizes, proporcionando, assim, o bem-estar dos animais, refletindo em um aumento significativo e sistemático de ovos e larvas (quantidade e qualidade) produzidas e, conseqüentemente, maior lucratividade.

CONCLUSÕES

Pseudoplatystoma corruscans parece ter se adaptado às condições climáticas da região do Vale do Ribeira e, também, às de manejo, quando mantido em sistema intensivo (tanques-rede). De forma geral, pode-se inferir que reprodutores de pintados alimentados com as três rações ofertadas não tenham sofrido alteração metabólica, ocorrendo normalmente o processo de maturação gonadal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à *MOGIANA ALIMENTOS S.A.* e à *BERNAUER AQUACULTURA LTDA.* Em especial, aos colegas de Pariquera-Açu (doutoranda: Andressa, pesquisadores: Antônio Fernando, Camila e Tachibana e apoio técnico: Benedito, Célio e Edilberto).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.A. *Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de Rhinelepis aspera (Agassiz, 1829) do rio Paranapanema, PR.* 1985. 229f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, São Carlos, SP.

AGOSTINHO, A.A. Ciclo reprodutivo e primeira maturação de fêmeas de *Hypostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Loricaridae) no reservatório Capivari-Cachoeira, Pr. *Rev. Brasil. Biol.*, v.51, n.1, p.31-37, 1990.

BARBIERI, G.; SANTOS, E.P. Análise comparativa do crescimento e de aspectos reprodutivos da piava, *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) da Represa do Lobo e do Rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.40, p.693- 697, 1988.

BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R.; GUIMARÃES, I.G. Estratégias nutricionais e a higidez de peixes. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE. 1º ENCONTRO DE PISCICULTORES DE MATO GROSSO DO SUL. Dourados, MS. CD room, 2007.

BLAZER, V.S. Histopathological assessment of gonad tissue in wild fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, v.26, p.85- 101, 2002.

BATLOUNI, S.R.; ROMAGOSA, E.; BORELLA, M.I. The reproductive cycle of male catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* (Teleostei, Pimelodidae) revealed by changes of the germinal epithelium. An approach addressed to aquaculture. *Animal Reproduction Science*, Amsterdam, v.96, p.116- 132, 2006.

BOOTH, R.K.; MCKINLEY, R.S.; BALLANTYNE, J.S. Plasma non-esterified fatty acid profiles in wild Atlantic salmon during their freshwater migration and spawning. *Journal of Fish Biology*, Londres, v.55, p.260- 273, 1999.

BURKERT, D. *Cultivo do Surubim em Tanques-Redes com Três Rações para Peixes Carnívoros*. 2002. 78f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Centro de Ciência e Tecnologia Agropecuária, Universidade do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.

CAMPOS, J. L. O cultivo do pintado, *Pseudoplatytoma coruscans* (Spix e Agassiz, 1829). In: BERNARDO BALDISSEROTTO e LEVY DE CARVALHO GOMES. *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. Editora UFSM, Santa Maria, RS. 2005. p.327- 344.

DINIZ, C.C. Dinâmica reprodutiva de *Leporinus stritus* e histologia do ovário de cinco espécies do gênero *Leporinus* Spix 1829 na represa de Camargos, MG. 1997. 69f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FRACALOSSO, D. M.; LOVELL, R.T. Growth and polar fatty acid composition of year-1 channel catfish fed various lipid sources at two water temperatures. *The Progressive Fish-Culturist*, v.57, p.107- 113, 1995.

FRINGS, C.S., FENDLY, T.W., DUNN, R.T., QUENN, C.A. Improved determination of total lipids by the sulpho-phospho-vanilin reaction. *Clin. Chem.*, v.18, p.673- 674, 1972.

GODINHO, H. P.; MIRANDA, M.O.T.; GODINHO, A.L.; SANTOS, J.E. *O Surubim. Pesca e biologia do surubim Pseudoplatystoma coruscans das bacias dos rios São Francisco e Paraguai*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed) *Surubim*. Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca, v.19, p.27- 42, 1997.

HAREL, M.; TANDLER, A.; KISSIL, G.W. The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead seabream (*Sparus aurata*) females and the subsequent effects on egg composition and egg quality and egg quality. *British Journal of Nutrition*, Londres, v.72, p.45- 58, 1994.

KUNKEL, L.H.; FLORES, S. Estructura histológica de los ovarios de *Pseudoplatystoma corruscans* (AGASSIZ, 1829). Pimelodiade. Siluriformes. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, v.23, p.203- 212, 1996.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; BRUM, J. A. Produção Intensiva no PROJETO PACU Ltda. e AGROPEIXE Ltda. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, v.8, p.41-49, 1998.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight condition in the Perch *Perca fluviatilis*. *J. Anim. Ecol.*, Oxford, v.20, p.201- 219, 1951.

LEONARDO, A F. G.; ROMAGOSA, E.; BORELLA, M.I.; BATLOUNI, S.R. Characterization and Hormonal Efficiency in Female Cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), kept in captivity. *Aquaculture*, The Netherlands, v.240, p.451- 461, 2004.

LEONARDO A.F.G; ROMAGOSA, E; BATLOUNI, S. R; BORELLA, M.I. Ocorrência e importância da regressão ovariana e folicular em cacharas, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). Enfoque histológico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.58, n.5, p.831- 840, 2006.

LIRANÇO, A.D.; SCORVO FILHO, J.D.; ROMAGOSA, E. Efeito dos sistemas de criação semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede) no desenvolvimento produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (SPIX & AGASSIZ, 1829)(Siluriformes: Pimelodidae). *Acta scientiarum*, Maringá (prelo).

LOPES, R.A.; LOPES, O.V.P.; PAULA, C.V.; SANTOS, H.S.L.; NUTISOBRIHO, A. On the reproduction of brazilian fishes. IX. Spermatogenesis of the surubim *Pseudoplatystoma corruscans* Agassiz, 1829 (Pisces, Pimelodidae). *Ars veterinaria*, Jaboticabal, v.3, n.1, p.17- 22, 1987.

MARTINO, R. C.; CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; TRUGO, L. C. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.209, p.209- 218, 2002a.

MARTINO, R. C.; CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; TRUGO, L. C. Performance and fatty composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture*, Amsterdam, v.209, p.233- 246, 2002b.

MATEUS, L. A. F.; PETRERE JR, M. Age, Growth and Yield per Recruit Analysis of the Pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) in the Cuiabá River Basin, Pantanal Matogrossense, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, São Carlos, v.64, n.2, p.257- 264, 2004.

MIRANDA, M. O. T.; RIBEIRO, P. L. Características Zootécnicas do Surubim. In: MIRANDA, M.O. T (Org). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, (Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca). 1997. p.43- 56.

MORATO, T.; AFONSO, P.; LOURINHO, P.; BARREIROS, J.P.; SANTOS, R.S.; NASH, R.D.M. Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research*, Amsterdam, v.50, p.297- 302, 2001.

MOREIRA, R.G.; PARRISH, C.C.; COLQUHOUN, A.; BICUDO, J.E.P.W.

Lipid profiles during the reproductive cycle of *Piaractus mesopotamicus* (Teleostei: Characidae) fed diets of varying polyunsaturated fatty acid composition. In: 5TH INTERNATIONAL CONGRESS ON THE BIOLOGY OF FISH, University of British Columbia-Vancouver, BC, Canadá, 2002. p. 83- 87 (Abstract).

MOREIRA, R.G.; PARRISH, C.C.; SENHORINI, J.A.; OROZCO-ZAPATA, C.R. and BICUDO, J.E.P.W. Effects of broodstock diet on lipid classes of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. In: XXI CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINA AMERICANA DE CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS (ALACF), Ribeirão Preto, São Paulo, 2003a. p.305. (Resumo).

MOREIRA, R.G.; PARRISH, C.C.; SENHORINI, J.A. ; OROZCO-ZAPATA, C.R. ; BICUDO, J. E. P. W. Effects of Broodstock diet on fatty acid composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. In: WORLD AQUACULTURE 2003, Salvador, Bahia, 2003b. p.500. (Abstract).

MOREIRA, R.G.; OROZCO-ZAPATA, C.R.; SCHREINER, M.; COLQUHOUN, A., SILVA, T.F.C.; MIMURA, O.M. Influence of broodstock dietary fatty acids on egg lipid composition of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Pisces, Teleostei, Pimelodidae). In: 6th INTERNATIONAL CONGRESS ON THE BIOLOGY OF FISH, Manaus, Amazônia, 2004. (Abstract-CD room).

MOURENTE, G.; ODRIÓZOLA, J.M. Effect of broodstock diets on lipid classes and their fatty acid composition in eggs of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, v.8, p.93- 101, 1990.

PEZZATO, L. E. *Efeito de diferentes níveis de gordura de origem animal e vegetal sobre o desenvolvimento e deposição de ácidos graxos em pacu, Piaractus mesopotamicus*. 1990. 91f. Tese (doutorado em aquicultura). Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista/CAUNESP, Jaboticabal, São Paulo.

RESENDE, E.K.; CATELLA, A.C.; NASCIMENTO, F.L.; PALMEIRAS, S.S.; PEREIRA, R.A.C.; LIMA, M.S.; ALMEIDA, V.L.L. *Biologia do curimatá*

(*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02. 1996. 75p.

ROMAGOSA, E. *Desenvolvimento gonadal (morfologia; ultra-estrutura) e indução da reprodução do matrinxã Brycon cephalus (Günther, 1869) em cativeiro, Vale do Ribeira, São Paulo*. 1998. 218f. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos/UFSCar, São Carlos, São Paulo.

ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; GODINHO, H. M.; TALMELLI, E. Características morfométricas e crescimento do cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* em cativeiro. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.2, n.7, p.277- 283, 2003.

ROMAGOSA, E.; SCORVO-FILHO, J. D.; LIRANÇO, A.D.S.; ANDRADE, V.X.L. Engorde de Surubins (*Pseudoplatystoma coruscans* y *Pseudoplatystoma fasciatum*) en estanques y jaulas. In: 2º ACUACUBA, Habana, Cuba, 2005. (CD room).

ROMAGOSA, E. Biologia reprodutiva e fisiologia de peixes em confinamento: o cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* como modelo. In: AQUACIÊNCIA 2004 (Vitória). TÓPICOS ESPECIAIS EM BIOLOGIA AQUÁTICA E AQUICULTURA: eds./palestras José Eurico P. Cyrino e Elisabeth C. Urbinati. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, São Paulo, 2006. p.107- 116.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SANTOS, J.E.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E.; SANTOS, G.B. Morphofunctional organization of the male reproductive system of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lutken, 1874) (Siluriformes:Pimelodidae). *Tissue & Cell*, Siena, v.33, n.5, p.1- 8, 2001.

SARGENT, J. R. *Origins and functions of egg lipids: Nutritional implications*. In: Bromage, N.R.A.R., R.J. (Ed.), *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science Ltd. University Press, Cambridge, 1995. p. 353- 372.

SCHRECK, C. B. *Stress and compensation in teleostean fishes: Response to social and physical factors*. In: Pickering, A. D. (ed). *Stress and Fish*. Academic Press, London, 1981. p.295- 321.

SCORVO FILHO, J. D.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, L. M. S.; FRASCA-SCORVO, C.M.D. Manejo criatório do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, (Spix & Agassiz, 1829) em tanques-rede e viveiros escavados. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo (prelo).

TORRES, W. V. *Efeito de dietas com níveis crescentes de proteína e energia na evolução ovocitária da pirapitinga, Piaractus brachymus (Cuvier, 1818)*. 1994. 91f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes telósteos: teoria e pratica*. Maringá: Eduem/SBI/CNPq/NUPELIA. 1996. 169p.

VAZZOLER, A.E.A.M. *Crescimento ou incremento? Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, Maringá, v.50, p.9- 10, 1997.

WATANABE, T.; ITOH, A.; SATOH, S.; KITAJIMA, C.; FUJITA, S. Effect of dietary protein levels on chemical components of eggs produced by red sea bream broodstock. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Tokyo, v.51, p.1501- 1509, 1985a.

WATANABE, T.; KOIZUMI, T.; SUZUKI, H.; SATOH, S.; TAKEUCHI, T.; YOSHIDA, N.; KITADA, T.; TSUKASHIMA, Y. Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or raw krill shortly before spawning. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Tokyo, v.51, p.1511- 1521, 1985b.

WATANABE, T.; KIRON, V. *Red sea bream (Pagrus major)*. In: Bromage, N.R.,

Roberts., R.J. (Eds.), *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell, Great Britain, 1995. p. 398- 413.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice – Hall, 1998. 930p.

Índices plasmáticos em reprodutores de *Pseudoplatystoma corruscans*, alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho

Vanessa Xavier Linhares de Andrade ^a, Renata Guimarães Moreira ^b, Elizabeth Romagosa ^{c 2}

^a CAUNESP, campus Jaboticabal, SP. Via de acesso Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, São Paulo CEP 14870-000, Brazil

^b UMC, Mogi das Cruzes, SP, Brazil

^c Instituto de Pesca, APTA, SAA, SP, Brazil

Resumo

Atender às exigências de lipídios na dieta de reprodutores de peixes carnívoros é bastante complexo, particularmente com respeito à composição dos ácidos graxos essenciais poliinsaturados das séries *n*-3 e *n*-6. Os mesmos não podem ser sintetizados pelos peixes e devem ser providos pela dieta para a manutenção de estrutura e função celular. Conseqüentemente, as dietas podem influenciar fortemente a composição dos ácidos graxos no plasma e nas membranas celulares, acarretando problemas na saúde do animal. Este estudo avaliou o efeito de três dietas, sendo uma enriquecida com óleo de milho, sobre os índices plasmáticos (colesterol, triglicérides, lipídios e proteínas totais e ácidos graxos livres). O experimento foi conduzido no Pólo Regional, APTA, Pariquera-Açu, SP, de mar/04 a fev/06, com 12 tanques-rede instalados em seis viveiros-escavados, com densidade de 20 peixes por tanque-rede. Elaborou-se três tratamentos, com duas repetições/viveiro: T1: 28% PB; T2: 28% PB + 5% óleo de milho e T3: 40% PB. Os peixes apresentaram valores elevados de colesterol, triglicérides e lipídios, quando foram acondicionados aos tanques-rede (fase de

²Corresponding author. Instituto de Pesca, APTA, SP. Av Francisco Matarazzo, 455, Água Branca, São Paulo, 05031-900

E-mail address: eromagosa@pesca.sp.gov.br (ERomagosa)

repouso), o que provavelmente pode ser explicado pelo fato dos animais estarem se adaptando às novas condições de confinamento e alimentação. Os resultados mostraram, ainda, que a dieta (T2) foi a mais indicada em relação aos teores de colesterol, triglicérides e lipídios totais no plasma, ao longo do ciclo reprodutivo, quando comparados com as demais dietas.

Palavras-chave: Ácido linoléico; Lipídios; Nutrição; Pintado; Sangue; Tanques-rede

Abstract

To satisfy the demands of lipids in the dietary of broodstock carnivorous's fish is plenty complex, particularly regarding the composition of the polyunsaturated essential fatty acids of the series *n*-3 and *n*-6. The same cannot be synthesized by the fishes and should be provided by the diet for maintenance of the structure and cellular function. Consequently, the diets can influence strongly the composition of the fatty acids in the plasma and cellular membranes causing problems in the animal's health. This study evaluated the effect of three commercial diets, being one enriched with corn oil on the plasmatic rates (cholesterol, triglycerides, lipids and total proteins and free fatty acids). The experiment was conducted in the Regional Polo, APTA, Pariquera-Açu, SP, from mar/04 to fev/06, with 12 cages installed in six tanks, with density 20 fishes for cage. It was prepare three treatments, with two repetitions/tank: T1: 28% CP; T2: 28% CP + 5% corn oil and T3: 40% CP. The fish presented high values of cholesterol, triglycerides and lipids, when conditioned in the cages (rest phase), that can be probably explained by the fact of the animals adaptation to the new confinement conditions and dietary. The results showed, still, that the diet (T2) was the most suitable regarding the cholesterol, triglycerides and total lipids in the plasma, along the reproductive cycle when compared

with the other dietary.

Keywords: Linoleic acid; Lipids; Nutrition; Surubin; Blood; Cage

1. Introdução

Os bagres, em particular, têm despertado interesse por parte dos piscicultores em investir em sua criação, entretanto, a falta de informações ainda limita sua produção. Uma das mais nobres espécies de peixe brasileiro, o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae), apresenta carne de alta qualidade, com sabor apreciado, coloração clara, textura firme e ausência de espinhos intramusculares, possibilitando ser oferecida em filés, inteiros ou eviscerados e sua criação vem atendendo às alternativas de investimento da aquicultura e da indústria no país, o que o torna uma espécie atrativa tanto para criação como para pesca recreativa. Por ter hábito alimentar carnívoro, sua alimentação é onerosa, requerendo alta tecnologia. No entanto, devido à sua preferência alimentar, os surubins só aceitam rações após o condicionamento ou treino alimentar feito durante o período de alevinagem. Dependendo da fase de desenvolvimento, aceitam rações em forma de peletes flutuantes (extrusada) de 2,0 a 15,0 mm, contendo de 40 a 48% de proteína bruta (PB), 8,0 a 12,0% de gordura (extrato etéreo) e amido com teor menor que 30% (Kubitza *et al.*, 1998). É importante comentar que a falta de informações a respeito das exigências nutricionais para peixes carnívoros, principalmente em relação aos níveis de proteína e energia das rações comerciais utilizadas, devem ser pesquisadas com mais cautela e estas, apresentarem preços mais acessíveis (Pezato *et al.*, 2004).

Os lipídios dos peixes são transportados pelo sistema linfático na forma de lipoproteínas e, antes de alcançarem o fígado, passam pelo sistema circulatório ou

diretamente pelo sistema pÓrtico (Sheridan et al., 1985).

As lipoproteínas têm a função de transportar, por meio do sangue, os ácidos graxos livres apolares depositados no tecido adiposo durante a gametogênese e mobilizá-los para os tecidos periféricos (Sheridan, 1988). Cerca de 60% dos ácidos graxos mobilizados, principalmente os saturados (SFA) e monoinsaturados (MUFA), são catabolizados no fígado para prover energia na síntese de vitelogenina e o restante, preferencialmente os poliinsaturados (PUFA), são incorporados na vitelogenina e transferidos, pelo plasma, para os ovários (Sargent, 1995).

Com isso, o perfil de ácidos graxos livres não esterificados (NEFA) no plasma modifica-se ao longo das diferentes fases do ciclo reprodutivo dos peixes, refletindo alterações no estado nutricional (Jeziarska et al., 1982; Black e Skinner, 1986), nos estádios de maturação dos gametas (Weigand e Idler, 1985; Ballantyne et al., 1996; Booth et al., 1999) e no nível de atividade celular (Henderson e Tocher, 1987; Weber et al., 1996). Poucas investigações têm sido realizadas em tecidos para a compreensão das lipoproteínas no plasma de peixes. Tais estudos poderão levar a compreender certos caminhos, principalmente em relação aos mecanismos de mobilização das lipoproteínas: VLDL (Very Low Density Lipoproteins), LDL (Low Density Lipoproteins), HDL (High Density Lipoproteins) e Kilomicras (Tocher, 2003).

Tendo em vista que as dietas podem influenciar a composição dos índices plasmáticos acarretando problemas na saúde e bem-estar do animal, o presente trabalho teve por finalidade avaliar três dietas, sendo uma enriquecida com PUFA (C18:2n6), analisando os teores lipídicos: colesterol, triglicerídeos, lipídios e proteínas totais e ácidos graxos livres no plasma de reprodutores de *P. corruscans*.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado com adultos de pintado, *P. corruscans* (um ano de vida com peso médio inicial de 1,28 e final 3,28 Kg), nas dependências do Pólo Regional Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira - APTA, Pariquera-Açu, SP, Brasil (latitude 24°43'S e longitude 47°53'W), durante os meses de março de 2004 a janeiro de 2006 (Prancha 1A).

Foram utilizados seis viveiros escavados (VE), com 600 m² de espelho d' água (12,0 x 50,0 x 1,50 m), com abastecimento e escoamento (monges) independentes, fluxo d'água em média de 30 L/min. Em cada VE foram instalados dois tanques-rede (TR) de 2,7 m³ (1,50 x 1,50 x 1,20 m), sendo quatro repetições/tratamento. Os peixes foram mantidos em uma única densidade de estocagem (20 peixes/TR) em 12 TR, perfazendo o total de 240 peixes. Todos os TR foram cobertos com tela tipo sombrite 40% para proporcionar um ambiente mais adequado aos peixes cativos, com uma abertura central para administração da ração (Prancha 1B-G).

Início: ração de manutenção antes do início do experimento para que não perdessem peso, apenas como valor base de partida para os ensaios.

Foram empregados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1: ração extrusada com 28% PB, 2.480 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm.

Tratamento 2: ração extrusada com 28% PB, 2.480 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm, acrescido de 5% de óleo de milho.

Tratamento 3: ração extrusada com 40% PB, 2.750 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm.

Tabela 1. Análise bromatológica e perfil de ácidos graxos das três dietas (T1, T2 e T3) utilizadas ao longo do período estudado.

RAÇÃO	28%PB (T1)	28%PB + óleo (T2)	40%PB (T3)
(%)			
<u>Lipídios Totais</u>	2,88	8,37	4,47
<u>Proteínas</u>	28,86	26,22	40,79
<u>Matéria Seca</u>	6,44	6,93	6,87
<u>Cinzas</u>	11,21	10,69	10,11
<u>Ácidos Graxos (%)</u>			
SFA	32,25	19,48	31,72
MUFA	32,27	35,14	35,68
PUFA	34,83	45,37	32,60
C18:2n6 (LA)	33,75	44,30	30,62
C18:3n3 (LnA)	1,07	1,08	1,98

SFA: ácidos graxos saturados; MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos poliinsaturados; LA: ácido linoléico; LnA: ácido linolênico

A ração utilizada foi fornecida pela *MOGIANA ALIMENTOS S.A.* ao longo do experimento. O óleo de milho contém cerca de 53,4% de ácido linoléico (LA/18:2n-6) (Rostagno et al., 2005) e foi incorporado manualmente com auxílio de um pulverizador, sendo a distribuição feita de maneira homogênea. O arraçoamento foi diário, em duas porções (8:00 e 17:00 horas), sendo feito sempre a lanço. A quantidade de ração variou de 1,2% a 1,5 % peso vivo (PV) até o final do experimento, exceto nos meses mais frios onde foi oferecido 0,6 % (Prancha 1H e I).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, sendo os contrastes de médias testados através do método de Tukey (com nível de significância de 5%). Todas as análises foram realizadas com o *software* Sigma Stat, pacote estatístico da Jandel Corporation (Zar, 1998).

2.1. Coleta de plasma

Durante as biometrias, dois exemplares de cada TR/tratamento nas diferentes fases de desenvolvimento maturacional (repouso, R; maturação inicial, MI; maturação final, MF, e regressão, RG), foram anestesiados em solução alcoólica de benzocaína (dissolvida na proporção de 3,0 g/150 mL, diluída em 20 L de água) e amostras de sangue foram coletadas por punção da vasculatura caudal, centrifugadas a 3000rpm/5min., sendo o plasma separado em três alíquotas. O material foi congelado e transportado em gelo seco, sendo acondicionado a -80°C até o processamento (Prancha 2 H-L).

2.2. *Extração e determinação dos ácidos graxos plasmáticos*

Os teores plasmáticos de lipídios totais foram determinados pelo método de Frings et al. (1972); a concentração de colesterol e triglicerídeos pelo método enzimático-colorimétrico utilizando-se kits enzimáticos da marca CELM; a concentração de ácidos graxos, enzimaticamente com o kit NEFA C (Wako Chemicals USA Inc.) e os valores de proteínas totais pelo método de Lowry et al. (1951). As frações lipídicas e proteínas plasmáticas foram determinadas em 125 animais, sendo 27 machos e 98 fêmeas.

3. Resultados e Discussão

Neste estudo, foram avaliadas as alterações dos índices lipídicos plasmáticos (colesterol, triglicerídeos, ácidos graxos livres/não esterificados, lipídios totais e proteínas totais plasmáticas) de *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (Figuras 1 e 2).

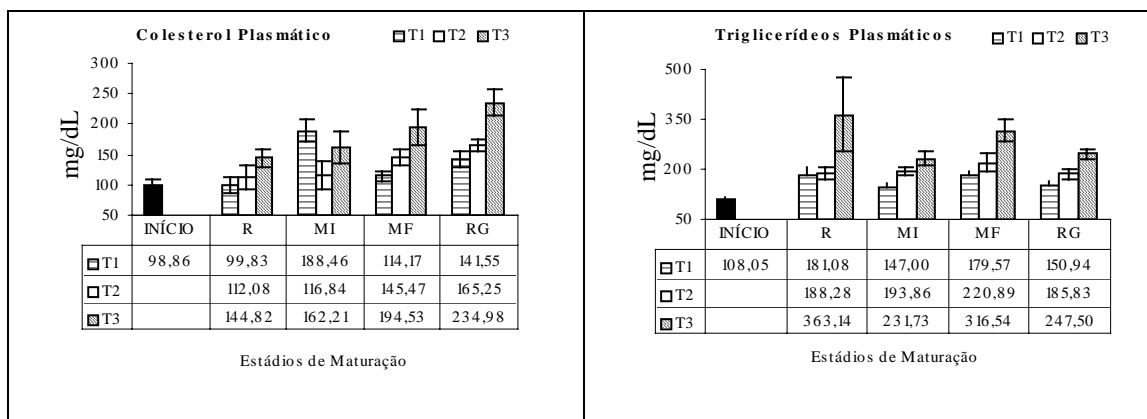


Fig. 1. Valores médios de colesterol e triglicerídeos plasmáticos durante o ciclo reprodutivo de *P. corruscans* alimentados com três diferentes dietas (T1=28% PB T2=28% PB+óleo de milho e T3=40% PB). R=repouso; MI=maturação inicial; MF=maturação final; RG=regressão.

Os teores de COL e TG plasmáticos na fase de repouso foram superiores aos valores iniciais, provavelmente devido à adaptação dos animais às novas condições de confinamento e arraçoamento. A avaliação do efeito das dietas nos estádios inicial e de maturação gonadal permitiu observar o aumento significativo nos teores de COL e TG no plasma dos animais que receberam a dieta T3 ($p \leq 0,05$). Elevados teores de COL no plasma podem estar associados à proteína da dieta, uma vez que é composta basicamente por produtos de origem animal, o que parece também comprovar que a mobilização dos lipídios não estava mais presente nos animais deste no T3 no final do ciclo. Durante a maturação inicial o teor de COL dos animais do T1 foi significativamente elevada. Vários fatores podem ser responsáveis pelo aumento nos níveis de COL no plasma, como foi registrado no T1, mas o estresse é o mais plausível para essa flutuação ocorrida no plasma. Jonsson et al. (1991 e 1997) observaram estresse nutricional durante as migrações em *Salmo salar* (salmão do Atlântico), evidenciado pela elevada mobilização dos depósitos de gordura para os locais de utilização. Hochachka e Somero (1984) e Máxime et al. (1990) relatam que mudanças na salinidade estressam os migradores devido à osmorregulação, por aumentar o

metabolismo de repouso e pelas exigências de oxigênio; além da temperatura, que causa flutuações nos lipídios plasmáticos. Entretanto, Booth et al. (1999) observaram que machos de salmão do Atlântico têm crescimento testicular iniciado antes da migração, acarretando a maturação dos ovários e o consumo dos níveis de lipídios plasmáticos em ambos e, conseqüentemente, elevando os teores de COL. Provavelmente, o mesmo deve ter ocorrido aos animais do T1. No T2, percebe-se que o teor de COL plasmático elevou-se ligeiramente na fase de repouso e, praticamente, manteve-se na fase de maturação inicial. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a adição de óleo de milho na ração, além de não ter influenciado no crescimento (peso e comprimento) de *P. corruscans* (Andrade et al., 2007a), parece não ter afetado os teores de COL no sangue. Moreira et al. (2002) mostram a tendência de aumento dos teores de COL plasmático em juvenis de *Piaractus mesopotamicus* alimentados com dieta enriquecida com óleo de fígado do bacalhau (*n-3*), sendo estes valores superiores aos demais grupos (óleo de milho e dois óleos conjugados: milho + fígado de bacalhau). Porém, para reprodutores de pacu, *P. mesopotamicus*, os resultados foram similares aos encontrados neste estudo (Figura 1).

O efeito das dietas parece ter causado aumento nos níveis de TG no plasma das matrizes de pintado durante o ciclo maturacional, exceto na fase de regressão gonadal onde uma leve queda foi registrada e manteve valores próximos aos do estágio de repouso. É importante ressaltar que os animais alimentados com a dieta T3 foram os que apresentaram os maiores teores de TG ao longo do experimento, principalmente na fase de repouso, onde registrou-se os valores mais elevados ($p \leq 0,05$). Estudos prévios com *P. mesopotamicus* demonstraram que os teores de TG em juvenis foram mais elevados durante o inverno, seguidos por uma queda até atingirem valores próximos aos iniciais. O mesmo ocorreu com as matrizes, sendo o aumento registrado durante a

maturação com as quedas gradual, nas fases de repouso (Moreira et al. 2002) (Figura 1).

Uma queda brusca nos teores de ácidos graxos não esterificados (NEFA) é observada na fase de repouso, estes valores aumentam no início da maturação é observado sendo inversamente proporcional ao nível de energia das dietas, ou seja, quanto mais energia na ração, menos NEFA no plasma dos animais. Ao longo da maturação os níveis tornam-se proporcionais aos níveis de energia da dieta, indicando estar ocorrendo síntese de NEFA e/ou lipídios. No estágio de regressão, apenas os animais do T1 mantiveram os teores de NEFA elevados, sugerindo menos fonte de Acetil. Coa à dieta em questão. Os resultados corroboram os de Moreira et al. (2002), que relatam uma queda nos teores de NEFA em todas as dietas na fase de repouso em *P. mesopotamicus* alimentados com óleo de milho na fase de regressão. Sugere-se que, para as duas espécies de águas tropicais (*P. mesopotamicus* e *P. corruscans*), ocorre a necessidade de sintetizar lipídios no início e final dos processos de maturação gonadal, o que pode ser visualizado pela queda nos níveis de NEFA no plasma nessas fases. (Figura 2).

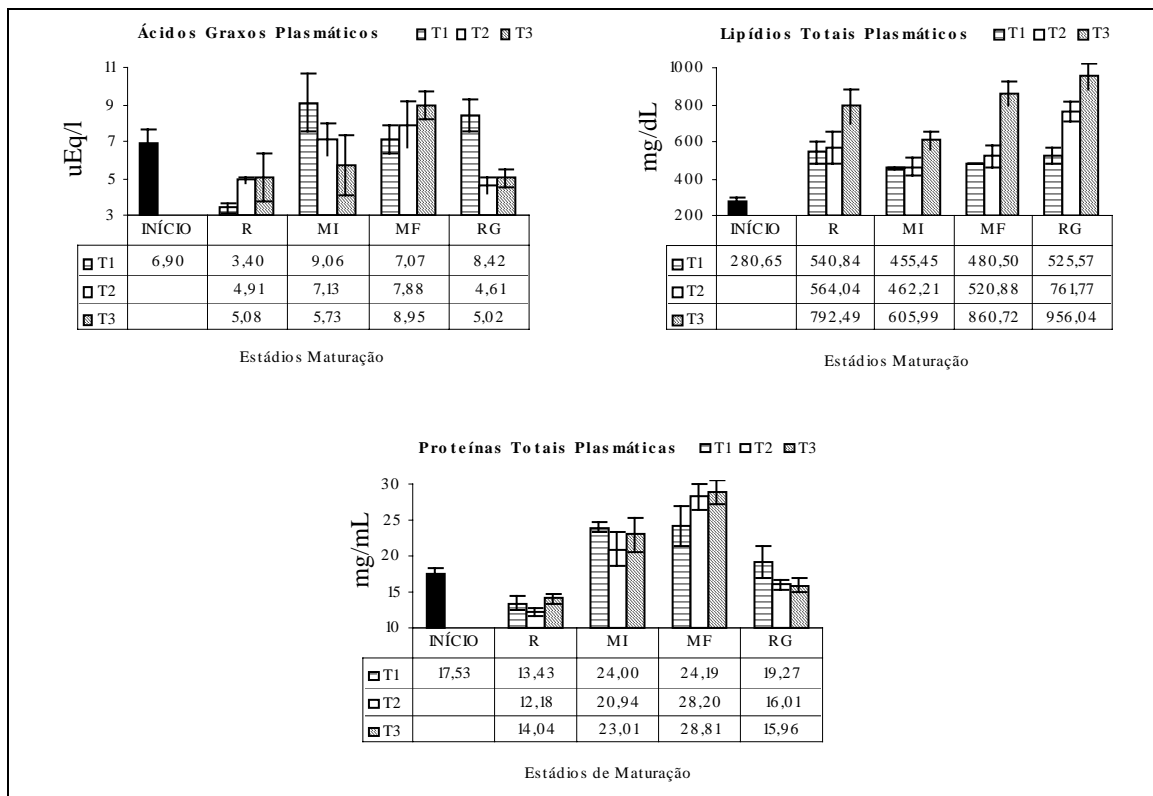


Fig. 2. Teores de ácidos graxos (não esterificados), lipídios e proteínas totais plasmáticas durante o ciclo reprodutivo de *P. corruscans* alimentados com três diferentes dietas (T1=28% PB T2=28% PB+óleo de milho e T3=40% PB). R=repouso; MI=maturação inicial; MF=maturação final; RG=regressão.

Em relação aos teores de lipídios totais (LT) no plasma de *P. corruscans*, os valores duplicaram em T1 e T2 e triplicaram no T3 quando comparados aos valores iniciais (T0) no repouso, sugerindo biossíntese de lipídios no plasma. Os níveis foram mantidos durante fases de maturação com uma leve queda no início, recuperando ao final na maturação. Na fase de regressão, foi observado, no T2, um incremento considerável de mais de 50% nos teores de LT no plasma em relação ao estágio anterior, aproximando-se dos valores encontrados no T3. Os valores mais elevados foram obtidos no T3. Os resultados desse trabalho são semelhantes aos que Moreira et al. (2002) demonstraram para juvenis de pacu, *P. mesopotamicus*, alimentados com dieta rica em *n-6* (animal), onde tiveram os níveis de LT no plasma elevados em relação à dieta suplementada com *n-6* (vegetal). Ficou evidente, também, que fêmeas alimentadas com

n-6 (vegetal e/ou animal), ao final do processo maturacional, apresentaram maiores quantidades de LT no plasma em relação aos outros estádios do processo de maturação ovariano. Um aumento progressivo na quantidade de proteínas totais (PT) no plasma de *P. corruscans* foi observado ($p \leq 0,05$), com tendência a se aproximar dos valores iniciais. Em função das dietas T2 e T3 apresentarem elevados teores de *n-6* e proteína, respectivamente, era de se esperar que os animais destes tratamentos apresentassem níveis de PT no plasma mais elevados do que os do T1, porém é devido à proteína estar relacionada ao transporte de gordura que se observou teores elevados durante a maturação, pois é onde se verifica a maior mobilização de gorduras no plasma durante o ciclo maturacional. Estes resultados foram similares aos descritos por Moreira et al. (2002) (Figura 2).

4. Conclusões

Nas condições em que este experimento foi conduzido, o perfil lipídico do plasma sugere que:

➤ O estresse pela transferência para os tanques-rede, a nova condição alimentar e a taxa de alimentação de manutenção pode ter sido a causa dos *P. corruscans* elevarem os teores das diferentes frações.

➤ A adição de óleo de milho à ração com 28% PB elevou seus teores, nunca ultrapassando aos teores registrados, para estes índices, no sangue dos animais alimentados com dieta T3, provavelmente devido ao teor elevado de PB da dieta.

➤ Ficou evidente que a proteína da ração está relacionada ao transporte de gordura durante a maturação gonadal.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela CAPES por conceder a bolsa de Doutorado ao Programa de Pós Graduação em Aqüicultura da UNESP/CAUNESP e à FAPESP pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa (processo nº 2004/05359-8). Os autores gostariam de agradecer, ainda, aos professores e funcionários do CAUNESP, aos colegas do Setor de Piscicultura do Pólo Regional do Vale do Ribeira, aos alunos de mestrado Renato Honji (USP/São Paulo) e Cristiele da Silva Ribeiro (UMC/Mogi das Cruzes), Mogiana Alimentos S/A e Bernauer Aquacultura Ltda.

Referências

- Andrade, V.X.L., Honji, R. M., Romagosa, E. 2007a. Processo de maturação das gônadas de *Pseudoplatystoma corruscans* alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* (no prelo).
- Ballantyne, J. S., Mercure F., Gerrits, M. F., Van Der Kraak, G., Mckinley, S., Martens, D. W., Hinch, S.G., Diewert, R. E. 1996. Plasma nonesterified fatty acid profiles in male and female sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, during their spawning migration. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53, 1418-1426.
- Black, D., Skinner, E. R., 1986. Features of the lipid transport system of fish as demonstrated by studies on starvation in the rainbow trout. *J. Comp. Physiol. B* 156, 497-502.

- Booth, R.K., Mckinley, R.S., Ballantyne, J.S., 1999. Plasma non-esterified fatty acid profiles in wild Atlantic salmon during their freshwater migration and spawning. *Journal of Fish Biology* 55, 260-273.
- Frings, C.S., Fendly, T.W., Dunn, R.T., Quenn, C.A., 1972. Improved determination of total lipids by the sulpho-phospho-vanilin reaction. *Clin. Chem.* 18, 673-674.
- Henderson, R. J., Tocher, D. R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lip. Res.* 26, 281-347.
- Hochachka, P. W. & Somero, G. 1984. *Biochemical Adaptation*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Jeziarska, B., Hazel, J. R., Gerking, S. D. 1982. Lipid mobilization during starvation in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, R., with attention to fatty acids. *J. Fish Biol.* 21, 681-692.
- Jonsson, N. B., Jonsson, B., Hansen, L. P. 1991. Energetic costs of spawning in male and female Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Journal of Fish Biology* 39, 739-744.
- Jonsson, N. B., Jonsson, B. & Hansen, L. P. 1997. Changes in proximate composition and estimates of energetic costs during upstream migration and spawning in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* 66, 425-436.

- Kubitza, F., Campos, J. L., Brum, J. A. 1998. Produção Intensiva no PROJETO PACU Ltda. e AGROPEIXE Ltda. *Panorama da Aqüicultura*, RJ 8, 41-49.
- Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193, 265-275.
- Maxime, V., Peyraud-Waitzenegger, M., Claireaux, G. & Peyraud, C. 1990. Effects of rapid transfer from sea water to fresh water on respiratory variable, blood acid–base status and O₂ affinity of haemoglobin in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of Comparative Physiology B* 160, 31-39.
- Moreira, R. G., Parrish, C. C., Colquoun, A., Bicudo, J. E. P. W. 2002. *Lipid profiles during the reproductive cycle of Piaractus mesopotamicus (Teleostei: Characidae) fed diets of varying polyunsaturated fatty acid composition.* 5th International Congress on the Biology of Fish – University of British Columbia-Vancouver, BC, Canadá 83-87.
- Pezzato, L. E., Barros, M. M., Fracalossi, D. M., Cyrino, J. E. P. 2004. *Nutrição de peixes.* In: Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva, Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 75-170.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T. 2005. *Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.* Viçosa: UFV 186p.

- Sargent, J. R. 1995. *Origins and functions of egg lipids: Nutritional implications*. In: Bromage, N.R.A.R., R.J. (Ed.), *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science Ltd. University Press, Cambridge 353-372.
- Sheridan, M. A., Woo N. Y. S., Bern H. A., 1985. Biochemical basis of molt-associated lipid and carbohydrate depletion. *Aquaculture* 45, 388-389.
- Sheridan, M. A. 1988. Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. *Comp. Biochem. Physiol.* 90B, 679-690.
- Tocher, D. R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev. Fish. Sci.* 11, 107-184.
- Weber, J. M., Brichon, G., Zwingelstein, G., McClelland, G., Saucedo, C., Weibel, E. R., Taylor, C. R., 1996. Design of the oxygen and substrate pathways. IV. Partitioning of energy from fatty acids. *J. Exp. Biol.* 199, 1667-1674.
- Weigand, M. D., Idler, D. R. 1985. Ovarian neutral fatty acid composition varies with state of ovarian growth in landlocked Atlantic salmon. *Can. J. Zoology* 63, 2773-2777.
- Zar, J. H. *Biostatistical analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall. 930p.

Mobilização de ácidos graxos nos tecidos de fêmeas *Pseudoplatystoma corruscans* alimentadas com dietas contendo diferentes níveis protéicos e suplementada com óleo de milho

V. X. L. Andrade^{a*}, B. Oliveira^{b**}, S. Casal^{b**}, E. Romagosa^{c***3}

^a Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista - CAUNESP/UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil

^b Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Porto, Portugal

^c Instituto de Pesca, APTA, SAA, SP, Brazil

Resumo

Espécie nobre de peixe brasileiro, o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, apresenta carne de alta qualidade, sabor apreciado e têm despertado interesse dos piscicultores em investir em sua criação, tanto para pesca como consumo, entretanto, a carência de informações limita sua produção. Tecidos de peixes marinhos contém altos níveis de $n-3$ inverso aos mamíferos pelos altos níveis de $n-6$. Estudos mostraram que dietas ricas em $n-3$ têm efeitos na reprodução, porém, a influência do $n-6$ para peixes tropicais confinados e como atuam na reprodução não está estabelecida. O objetivo desse trabalho foi averiguar o efeito do óleo de milho no perfil de ácidos graxos nos tecidos de matrizes de pintado mantidas em tanques-rede. O experimento foi realizado no Pólo Regional, APTA, Pariquera-Açu, SP, de mar/04 a fev/06. Doze tanques-rede foram instalados em seis viveiros-escavados, sendo 20 peixes/tanque-rede. Os tratamentos foram: T1: 28% PB; T2: 28% PB + 5% óleo e T3: 40% PB. Os tecidos, exceto o adiposo, apresentaram uma mobilização inicial de ácidos graxos saturados (SFA) neutros, provavelmente devido às novas condições de confinamento e alimentação. Os teores de poliinsaturados (PUFA) $n-6$, incluindo o ácido araquidônico (AA/C20:4 $n6$), no músculo, foram elevados nas fêmeas do T2 ao longo do ciclo maturacional, e a fração apolar, foi elevada nas três dietas no fígado. O ácido docosahexaenóico (DHA/C22:6 $n3$), no T2, apresentou níveis inferiores apenas no fígado. A gordura armazenada no tecido adiposo dos animais do T1 foi toda consumida ou mobilizada para outros tecidos para completar o ciclo de maturação, uma vez que

³ Via de acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, São Paulo CEP 14870-000, Brazil. vxlda@yahoo.com.br (VAndrade)

³³ Rua Aníbal Cunha, 164, Porto CEP 4050-047, Portugal. beatolive@ff.up.pt (BOliveira)

³³³ Corresponding author: Instituto de Pesca. Av Francisco Matarazzo, 455, Água Branca, São Paulo, 05031-900
E-mail address: eromagosa@pesca.sp.gov.br (ERomagosa)

não foi encontrada na regressão. Somente nos ovários do T2 pôde-se constatar um acréscimo de monoinsaturados (MUFA) e PUFA ($n-3$ e $n-6$) na maturação, causando uma considerável redução nos teores de AA e DHA ao final do ciclo. Pôde-se concluir que as fêmeas de *Pseudoplatystoma corruscans* estão alongando e dessaturando o C18:2 $n6$ da dieta para formar o AA, essencial na nutrição e reprodução. Os lipídios estão relacionados com o armazenamento energético no início da maturação, adquirindo função estrutural ao final do processo.

Palavras-chave: ácido linoléico; lipídios; nutrição; pintado; reprodução; tanques-rede.

Abstract

Noble species of Brazilian fish, the surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, presents meat of high quality, appreciated flavor (taste) and has attracted attention to the fish farmers interest in investing in its creation, so much for fishing as consumption, however, the absence of information hinders its production. Tissue sea fish it contains high $n-3$ levels of inverse to the mammals that exhibit high levels $n-6$. Studies have been showing that rich diets in $n-3$ have effects in the reproduction, however, the influence of the $n-6$ for confined tropical fish and as they act in the reproduction is not established. The objective of this project was to investigate the effect of corn oil in fatty acids profile in tissue of broodstock surubim maintained in cage. The experiment was conducted at the Polo Regional, APTA, Pariquera-Açu, SP, from mar/04 to fev/06. Twelve cages were installed in six tanks, being 20 fishes/cage. The treatments were: T1: 28% PB; T2: 28% PB + 5% oil and T3: 40% PB. The tissue, except the adipose, presented an initial mobilization of neutral saturated fatty acids (SFA), probably due to the new confinement and diet conditions. The mean of polyunsaturated (PUFA) $n-6$, including the acid arachidonic (AA/C20:4 $n6$), in the muscle, were high in T2's females along the reproductive cycle and the fraction apolar, was high in the three diets in the liver. The acid docosahexaenoic (DHA/C22:6 $n3$) in T2 presented lower levels only in the liver. The fat stored in the adipose tissue in T1's animals was all consumed or mobilized for other tissues to complete the maturation cycle, since it wasn't found on the regression. Only in T2's ovaries can be verified an increase of monounsaturated (MUFA) and PUFA ($n-3$ and $n-6$) the maturation causing a considerable reduction of AA and DHA in the end of the cycle. It can be concluded, the females of *Pseudoplatystoma corruscans*, are elongating and desaturating the C18:2 $n6$ dietary to

form AA, nutrition and reproduction essential. The lipids are related with energy storage the beginning of the maturation, get structural function at the end of the process.

Keywords: acid linoleic; lipids; nutrition; surubin; reproduction; cage.

Introdução

Os bagres, em particular, têm despertado interesse por parte dos piscicultores em investir em sua criação, entretanto, a falta de informações ainda limita sua produção. Uma das mais nobres espécies de peixe brasileiro, o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix e Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae), apresenta carne de alta qualidade, com sabor apreciado, coloração clara, textura firme e ausência de espinhos intramusculares, possibilitando ser oferecida em filés, inteiros ou eviscerados e sua criação vem atendendo às alternativas de investimento da aquicultura e da indústria no país, o que o torna uma espécie atrativa tanto para criação como para pesca recreativa.

Por ter hábito alimentar carnívoro, sua alimentação é onerosa, requerendo alta tecnologia. No entanto, devido à sua preferência alimentar, os surubins só aceitam rações após o condicionamento ou treino alimentar feito durante o período de alevinagem. Dependendo da fase de desenvolvimento, aceitam rações em forma de peletes flutuantes (extrusada) de 2,0 a 15,0 mm, contendo de 40 a 48% de proteína bruta (PB), 8,0 a 12,0% de gordura (extrato etéreo) e amido com teor menor que 30% (Kubitza *et al.*, 1998). É importante comentar que a falta de informações a respeito das exigências nutricionais para peixes carnívoros, principalmente em relação aos níveis de proteína e energia das rações comerciais utilizadas, devem ser pesquisadas com mais cautela e estas, apresentarem preços mais acessíveis (Pezzato *et al.*, 2004).

Tecidos de peixes marinhos contêm altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados, (PUFA) *n*-3 principalmente os ácidos eicosapentaenóico (EPA - C20:5*n*3) e docosahexaenóico (DHA - C22:6*n*3), em contraste aos mamíferos que exibem altos níveis de ácido araquidônico (AA - C20:4*n*6) (Henderson e Tocher, 1987; Sargent *et al.*, 2002). Com isso, todas as atenções focaram-se nas exigências do *n*-3 no intuito de melhorar o desempenho reprodutivo dos peixes (Sargent, 1995; Sargent *et al.*, 2002). Estudos têm mostrado que dietas ricas em *n*-3 têm efeitos na reprodução, influenciando nos padrões de desenvolvimento gonadal, níveis de lipídios no plasma, qualidade e níveis de lipídios no ovo, fecundidade, eclosão e taxa de sobrevivência (Cerdeira *et al.*, 1994, 1995, 1997; Navas *et al.*, 1997, 1998; Bruce *et al.*, 1999). Porém, poucos estudos

descrevem a influência de PUFA *n*-6 nas dietas de peixes tropicais em cativeiro e como atuam no processo reprodutivo (Sorbera *et al.*, 1998, 2001; Bruce *et al.*, 1999).

A importância dos ácidos graxos altamente insaturados (HUFA), principalmente os C20 e C22, em nutrição de peixes é bem conhecida (Henderson e Tocher, 1987; Sargent *et al.*, 1993). Estes ácidos graxos são necessários para assegurar ótimo crescimento, desenvolvimento e reprodução dos mesmos (Sargent, 1995; Sargent *et al.*, 1999). Óleos vegetais, ricos em ácido linoléico (LA/C18:2*n*-6) e/ou ácido linolênico (LnA/C18:3*n*-3), são considerados um excelente substituto para o óleo de peixe nas dietas recomendadas para peixes de água doce, pois convertem o LA em AA e o LnA da dieta em EPA e DHA (Tocher, 2003).

Nos peixes, assim como em todos os animais, os PUFA têm papel fundamental nas funções celulares. Embora tenham capacidade de síntese de ácidos graxos a partir de fontes não lipídicas, devem ser obtidos especificamente a partir da dieta, pois, em peixes, não podem ser sintetizados a partir dessa via (Henderson, 1996). Estudos realizados demonstraram que os peixes de água doce requerem LA e LnA na dieta, enquanto os marinhos requerem ácidos graxos mais insaturados e de cadeias mais longas, como o EPA, DHA e AA (Henderson, 1996). Contêm, em seus tecidos, as enzimas desaturases, e o funcionamento das três, em conjunto com as de alongação, permite a formação do DHA a partir do LnA da dieta. Da mesma forma, a atuação desse complexo enzimático resulta na formação do AA a partir do precursor LA fornecido na dieta (Henderson e Tocher, 1987). Por outro lado, os peixes marinhos não possuem a habilidade de alongar e/ou desaturar cadeias mais curtas de ácidos graxos, devido à ausência ou, ainda, quantidade insuficiente desse complexo enzimático (Henderson e Tocher, 1987). Dessa forma, a dieta desses animais deve ser enriquecida com os ácidos graxos de cadeias mais longas, como DHA, EPA e AA.

A substituição do óleo de peixe por óleos vegetais tem um impacto profundo na composição dos ácidos graxos nos tecidos dos peixes, aumentando os ácidos LA e LnA e reduzindo os EPA e DHA (Greene e Selivonchick, 1990; Caballero *et al.*, 2002). Recentemente, Caballero *et al.* (2003) observaram um acúmulo de gotículas de lipídios dentro dos enterócitos e os relacionaram com a diminuição no teor de PUFA *n*-3 na dieta, indicando que o transporte de lipídios e/ou metabolismo dos peixes parece ser afetado.

O objetivo do presente trabalho foi o de averiguar o efeito da adição do óleo de

milho à dieta sobre o perfil de ácidos graxos aos tecidos de reprodutores de pintado, *P. corruscans*, mantidos em tanques-rede.

Material e Métodos

O experimento foi realizado com adultos de pintado, *P. corruscans* (um ano de vida com peso médio inicial de 1,28 e final 3,28 Kg), nas dependências do Pólo Regional Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira - APTA, Pariquera-Açu, SP, Brasil (latitude 24°43'S e longitude 47°53"W), durante os meses de março de 2004 a janeiro de 2006 (Prancha 1A).

Foram utilizados seis viveiros escavados (VE), com 600 m² de espelho d' água (12,0 x 50,0 x 1,50 m), com abastecimento e escoamento (monges) independentes, fluxo d'água em média de 30 L/min. Em cada VE foram instalados dois tanques-rede (TR) de 2,7 m³ (1,50 x 1,50 x 1,20 m), sendo quatro repetições/tratamento. Os peixes foram mantidos em uma única densidade de estocagem (20 peixes/TR) em 12 TR, perfazendo o total de 240 peixes. Todos os TR foram cobertos com tela tipo sombrite 40% para proporcionar um ambiente mais adequado aos peixes cativos, com uma abertura central para administração da ração (Prancha 1B-G).

Início: ração de manutenção antes do início do experimento para que não perdessem peso, apenas como valor base de partida para os ensaios.

Foram empregados os seguintes tratamentos:

Tratamento 1: ração extrusada com 28% PB, 2.480 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm.

Tratamento 2: ração extrusada com 28% PB, 2.480 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm, acrescido de 5% de óleo de milho.

Tratamento 3: ração extrusada com 40% PB, 2.750 Mcal ED/kg, pelete 8-10 mm.

Tabela 1. Análise bromatológica e perfil de ácidos graxos das três dietas (T1, T2 e T3) utilizadas ao longo do período estudado.

RAÇÃO	28%PB (T1)	28%PB + óleo (T2)	40%PB (T3)
(%)			
<u>Lipídios Totais</u>	2,88	8,37	4,47
<u>Proteínas</u>	28,86	26,22	40,79
<u>Matéria Seca</u>	6,44	6,93	6,87
<u>Cinzas</u>	11,21	10,69	10,11
Ácidos Graxos (%)			
SFA	32,25	19,48	31,72
MUFA	32,27	35,14	35,68
PUFA	34,83	45,37	32,60
C18:2n6 (LA)	33,75	44,30	30,62
C18:3n3 (LnA)	1,07	1,08	1,98

SFA: ácidos graxos saturados; MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos poliinsaturados; LA: ácido linoléico; LnA: ácido linolênico

A ração utilizada foi fornecida pela *MOGIANA ALIMENTOS S.A.* ao longo do experimento. O óleo de milho contém cerca de 53,4% de ácido linoléico (LA/18:2n-6) (Rostagno et al., 2005) e foi incorporado manualmente com auxílio de um pulverizador, sendo a distribuição feita de maneira homogênea. O arraçoamento foi diário, em duas porções (8:00 e 17:00 horas), sendo feito sempre a lanço. A quantidade de ração variou de 1,2% a 1,5 % peso vivo (PV) até o final do experimento, exceto nos meses mais frios onde foi oferecido 0,6 % (Prancha 1H e I).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, sendo os contrastes de médias testados através do método de Tukey (com nível de significância de 5%). Todas as análises foram realizadas com o *software* Sigma Stat, pacote estatístico da Jandel Corporation (Zar, 1998).

Coleta dos Tecidos

Mensalmente, dois exemplares de cada TR/tratamento nas diferentes fases de desenvolvimento maturacional (repouso, R; maturação inicial, MI; maturação final, MF, e regressão, RG), foram anestesiados em solução alcoólica de benzocaína (dissolvida na proporção de 3,0 g/150 mL, diluída em 20 L de água) e amostras de tecidos foram retiradas, de forma que não houvesse contaminação dos tecidos com o manuseio inadequado: músculo branco, fígado, gônadas e tecido adiposo. Os tecidos foram

retirados e separados em duas alíquotas em criotubos, congelados e transportados em gelo seco, onde foram acondicionados em freezer a -80°C até o processamento (Prancha 2 H, I, M e N). É válido ressaltar que foram sacrificadas 98 fêmeas, totalizando aproximadamente 2.058 amostras analisadas.

Extração, Derivatização e Determinação dos Ácidos Graxos nos Tecidos

A extração dos lipídios totais dos tecidos (músculo branco, fígado, gônadas e tecido adiposo) foi realizada segundo o método de extração de Folch *et al.* (1957) (Prancha 3 A-H).

Os extratos lipídicos dos tecidos foram separados em frações polares e apolares, por coluna de sílica ativada. Para esta técnica, foram utilizadas colunas Bond Elut Varian (Mega BE-SI, 1 mg, 6 mL) preenchidas com sílica ativada e acopladas a um Visiprep/dL (vácuo de máx. 20''mg) da Supelco. O extrato lipídico foi aplicado e eluído com clorofórmio: metanol: ácido fórmico (99: 1: 0,05) para a separação dos apolares e, em seguida, com metanol, para a separação dos polares. O tecido adiposo não foi separado em frações polares e apolares, visto que continham cerca de 95% de triglicerídeos, sendo analisado somente o extrato de lipídios totais (Prancha 3 I-O).

Para a obtenção de ésteres metílicos, foi utilizado o método de derivatização ácida- BF_3 , conforme metodologia modificada e adaptada de Bannon *et al.* (1982) substituindo-se isoctano por heptano (Prancha 4 A-E). Dessa forma, foi possível obter resultados mais satisfatórios quando a amostra foi injetada.

Os ácidos graxos metil esterificados (FAME) foram ressuspensos em 100 mL de hexano e injetados, com auxílio de um injetor automático (Chrompack Liquid Sampler CP 9050), em um Cromatógrafo Gasoso acoplado a um Detector com Ionização de Chama (Gas Chromatograph/ Flame Ionization Detection – Chrompack CP 9001 GC/FID) utilizando-se uma coluna capilar (CP Sil88, espessura 0,15 ID 0,25 e 50 metros, Varian, Middelburg) e os FAME foram identificados com padrões individuais e em mistura (Supelco, Bellafonte, EUA) (Prancha 4 F-I).

A separação dos FAME foi realizada com o programa inicial do CG/FID a 140°C no primeiro minuto, sendo a rampa de temperatura de $4^{\circ}\text{C}/\text{min.}$, onde a temperatura final foi de 220°C , fixada nos últimos 15 minutos. A pressão do Hélio (He) a 120 kPa e as temperaturas do injetor e detector fixadas em 230°C e 270°C , respectivamente.

Os FAME foram identificados pela comparação com padrões conhecidos e pelo tempo de retenção em relação aos mesmos. A quantidade relativa de cada FAME foi expressa em porcentagem em relação ao seu conteúdo total. Cada amostra foi separada em três alíquotas e injetada três vezes e a média dos valores foi calculada. As porcentagens foram calculadas com o auxílio do software Galax Workstation acoplado ao GC/FID. Dos resultados foram retirados os padrões internos e as porcentagens recalculadas.

Resultados e Discussão

A evolução dos teores de ácidos graxos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA) *n*-3 e *n*-6, incluindo os altamente insaturados (HUFA) AA, DHA e EPA nos ovários e a comparação do efeito das dietas que as fêmeas de *P. corruscans* receberam durante o ciclo maturacional estão apresentadas nas Figuras 01 e 02.

Em relação aos SFA verificou-se uma mobilização considerável na fração apolar nas três dietas, sendo a maior redução observada no T1, sugerindo que esta queda seja devido à adaptação às novas condições de confinamento e alimentação. Já a fração fosfolipídica foi ligeiramente incrementada, o que provavelmente reforçou a função estrutural dos lipídios polares na formação de estruturas celulares, retina, encéfalo, ovócitos, ovos, embriões e futuras larvas (Sargent, 1995). Nos animais alimentados com dietas T2 e T3, na maturação final, os neutros foram mobilizados simultaneamente ao incremento dos polares. Estudos prévios com pacu demonstraram que os teores de SFA e MUFA estavam presentes em maiores quantidades nos lipídios apolares dos ovários em maturação (Moreira *et al.*, 2003 a, b), evidenciando, neste estudo, o papel principal dos lipídios neutros de fornecer energia para o embrião em formação (Sargent, 1995). Em relação aos PUFA *n*-3, ambas as frações tiveram seus teores elevados nos ovários das matrizes alimentadas com dietas T2 e T3 durante o ciclo de maturação ovariana, sofrendo queda acentuada na fase de regressão, porém, no T1, pode-se constatar o inverso. Com relação aos teores de PUFA *n*-6, as fêmeas das três dietas apresentaram uma queda considerável na fração polar durante a maturação. Entretanto, ao entrarem na fase de regressão, foi registrado em ganho nos teores de *n*-6 nos ovários com tendências aos níveis iniciais. Essa queda abrupta durante a maturação evidencia que as fêmeas

utilizam muito $n-6$ na formação dos ovócitos. Nossos resultados foram similares aos de Moreira *et al.* (2003 a, b).

Os HUFA (AA, DHA e EPA), apesar de não estarem presentes nas dietas, tiveram sua fração neutra nos ovários incrementada durante o ciclo maturacional, principalmente os AA e os teores no T3 com frequências baixas (próximas a 1%), evidenciando a principal função de fornecimento energético para os ovócitos em desenvolvimento, e uma perda foi registrada ao final ao longo da maturação na fração polar (Figura 2). Foi registrada também uma queda considerável nos teores de EPA e DHA no final da maturação nos T1 e T2, porém, no T3, ocorreu o inverso. Essa queda evidencia que as fêmeas utilizam muito $n-3$ de cadeia longa durante a formação dos ovócitos, sugerindo que a ração para a fase de necessitaria de mais rica em EPA e DHA como é o caso da dieta T3, composta por ingredientes ricos em EPA e DHA. O inverso foi registrado por Moreira *et al.* (2003 a, b) ao mencionarem valores elevados de AA, DHA e EPA nos lipídios polares no estágio de maturação avançada, com frequência baixa (<1%) nos lipídios neutros, evidenciando a principal função estrutural nos ovócitos em desenvolvimento. Nossos resultados foram similares aos de Almansa *et al.*, (1999), Jeong *et al.*, (2000; 2002) e Vargas e Bessonart (2007) quanto à frequência mais elevada de MUFA, seguida do AA e DHA em ovários de *Sparus aurata*, *Plecoglossus altivelis* e *Rhamdia quelen*, respectivamente.

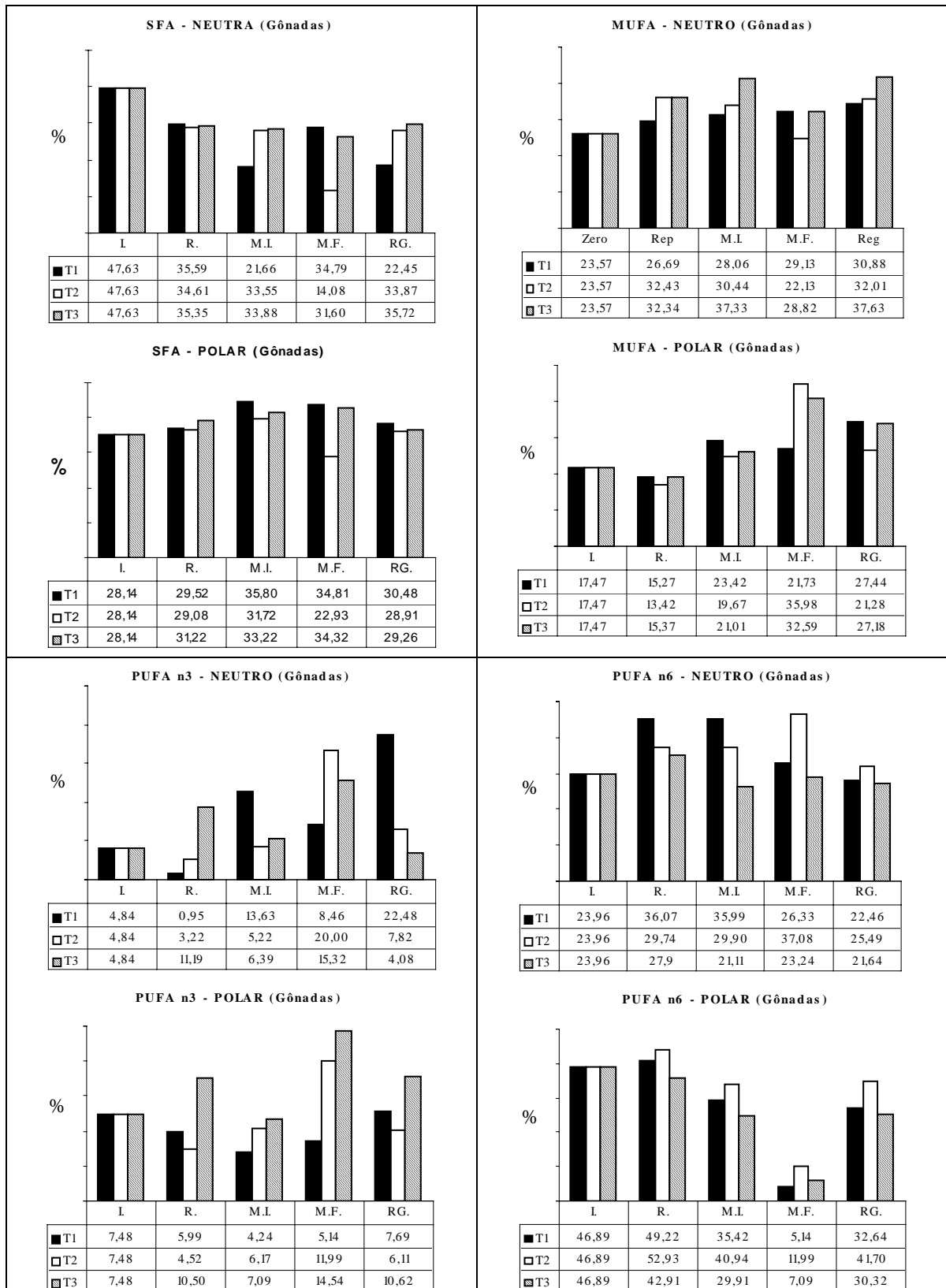
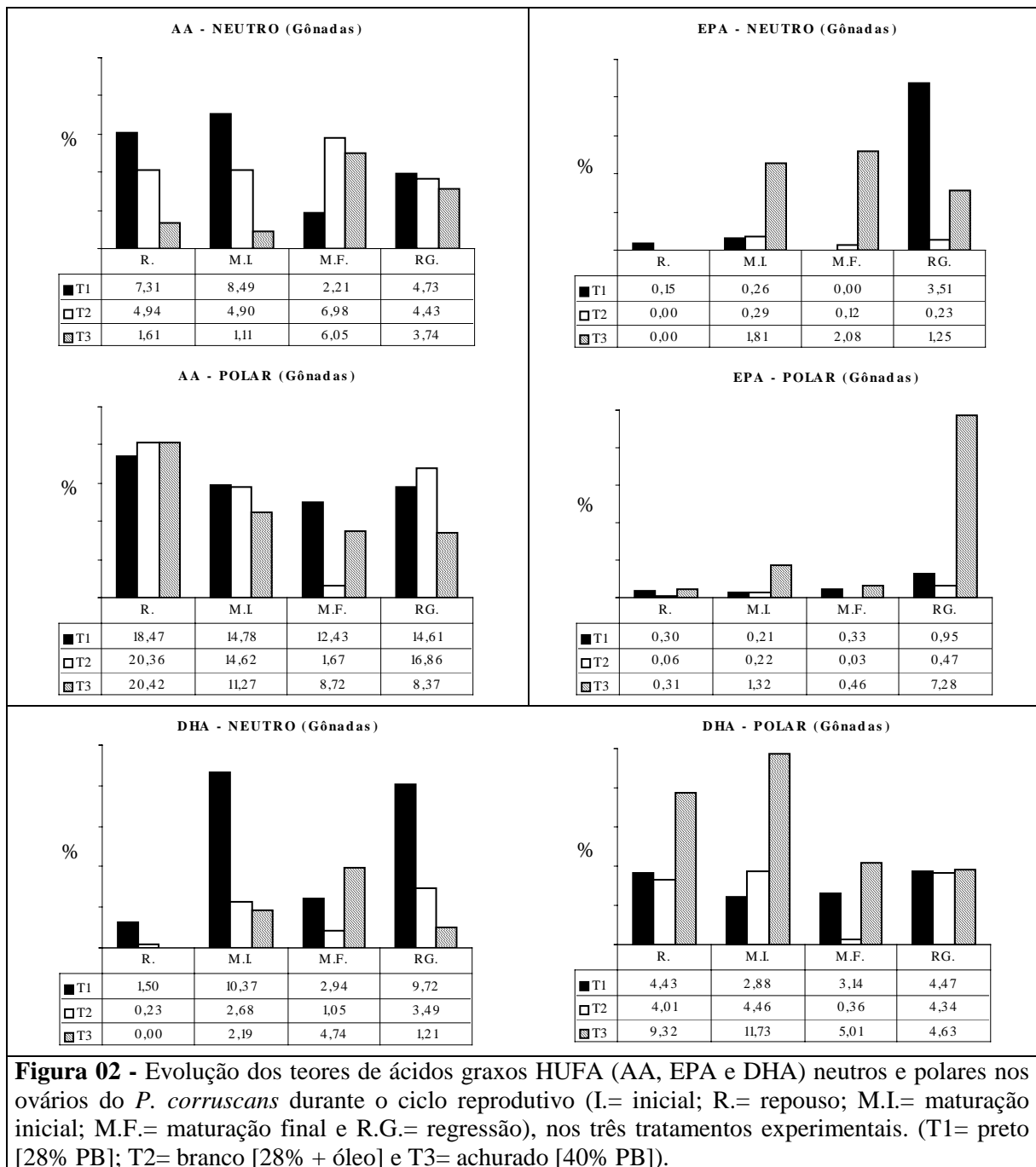


Figura 01 - Evolução dos teores de ácidos graxos SFA, MUFA e PUFA (n-3 e n-6) neutros e polares nos ovários do *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (I.= inicial; R.= repouso; M.I.= maturação inicial; M.F.= maturação final e R.G.= regressão), nos três tratamentos experimentais. (T1= preto [28% PB]; T2= branco [28% + óleo] e T3= achurado [40% PB]).



De maneira geral, a frequência dos principais ácidos graxos está de acordo com os resultados encontrados por Vargas e Bessonart (2007). Sabe-se que a composição dos ácidos graxos dos tecidos de reserva em peixes tem relação direta com a composição da cadeia trófica e, sendo estes mobilizados para os ovários terão, conseqüentemente, influência nas reservas que o embrião e a futura larva irão dispor (Henderson e Tocher, 1987). A deficiência em PUFA *n*-3 em matrizes afeta o crescimento secundário dos ovários, a fecundidade, as taxas de fertilização e o número de larvas nas primeiras horas de vida (Watanabe *et al.*, 1985a, b). Entre os constituintes nutricionais de matrizes

de sea bream, os lipídios são os componentes que mais parecem afetar a composição dos ovos (Rainuzzo *et al.*, 1997).

Na Figura 3 foi possível analisar os teores de SFA, MUFA e PUFA (*n*-3 e *n*-6) no músculo de *P. corruscans* durante o processo maturacional e pode-se constatar um consumo considerável dos SFA apolares nas três dietas até o final da maturação. Esse consumo dos SFA pode ser explicado pela adaptação da atividade muscular ao novo sistema de confinamento. Esse consumo, apesar de leve, também foi observado nos teores de MUFA dos lipídios neutros das matrizes alimentadas com ração enriquecida com óleo de milho. De acordo com Moreira *et al.* (2003 a, b), os fosfolipídios permaneceram inalterados em todos as fêmeas de *P. mesopotamicus* durante o experimento, apresentando quantidades de SFA inferiores em relação à inicial.

Corroborando com nossos resultados, Robin *et al.*, (2007) atribuíram níveis elevados de SFA e MUFA (cadeia curta/C18) às atividades lipogênicas que geraram SFA (cadeias longas/C20-22), seguido por desaturações que produziram MUFA (cadeias longas/C20-22), podendo ser uma das evidências para os resultados observados em nosso estudo. Referente aos teores de PUFA *n*-3, todos apresentaram uma queda no início do processo de maturação. Os PUFA *n*-3 apolares incrementaram seus teores ao longo do processo maturacional em todas as fêmeas das três dietas, sendo registrado o teor mais baixo no T3 na fase de regressão. O inverso ocorreu com os fosfolipídios, sugerindo que os menores teores de *n*-3 às dietas T1 e T2 pode ter sido a causa da redução deste ácido graxo no músculo dos animais e que o T3 (rica em *n*-3) ocasionou o incremento. Entretanto, as fêmeas da dieta T2 tiveram os teores de PUFA *n*-6 neutros incrementados durante todo o processo de maturação gonadal e, assim como nos ovários, essas fêmeas apresentaram os maiores teores das três dietas, provavelmente devido ao óleo de milho incorporado à ração. Em relação aos polares, foi perfeitamente evidente a mobilização dos PUFA *n*-6 do estágio de repouso para o início de maturação no músculo, sugerindo essa retenção como reserva de energia que provavelmente seria consumida na atividade migratória.

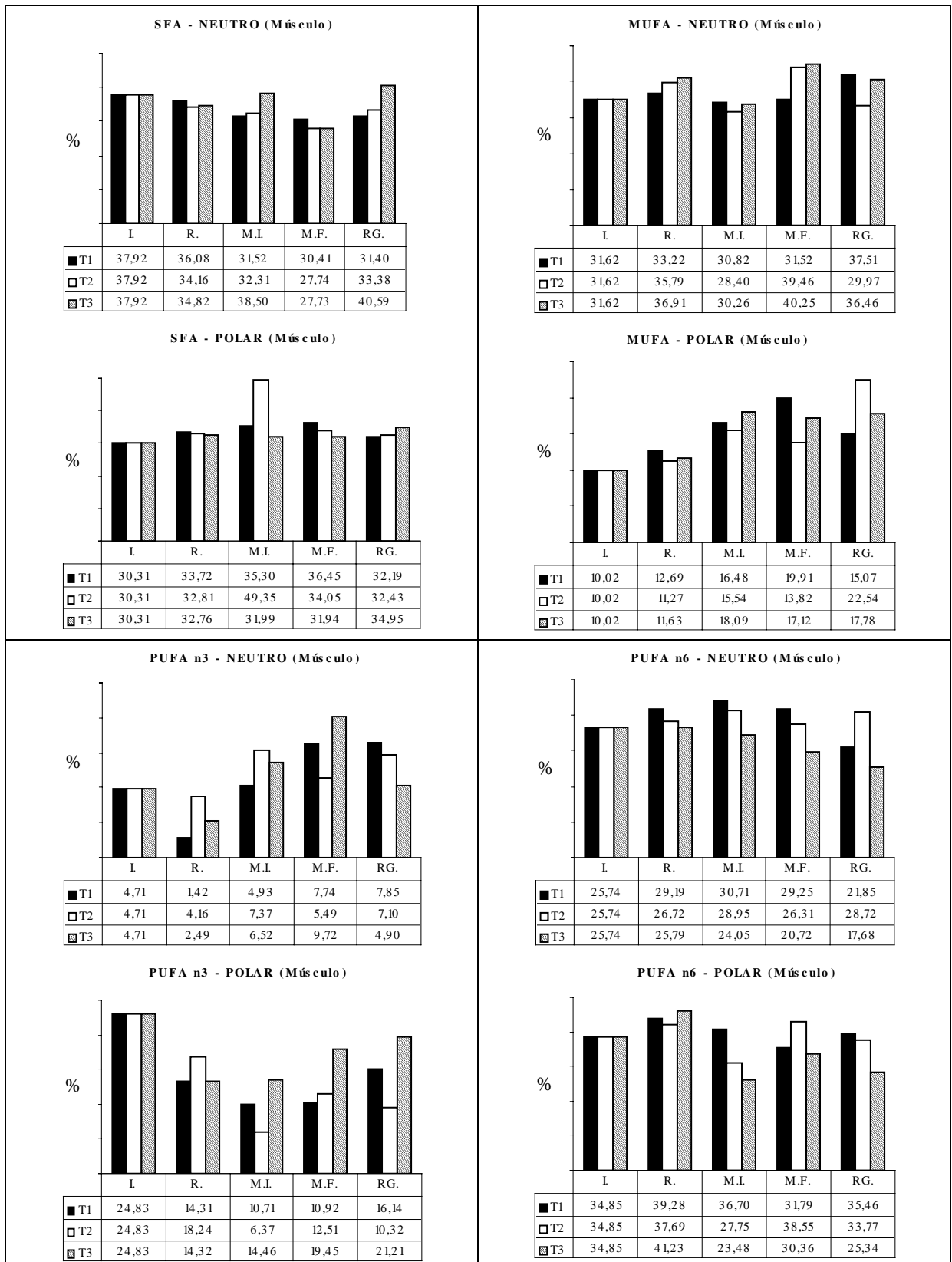


Figura 03 - Evolução dos teores de ácidos graxos SFA, MUFA e PUFA (n-3 e n-6) neutros e polares no músculo branco do *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (I.= inicial; R.= repouso; M.I.= maturação inicial; M.F.= maturação final e R.G.= regressão), nos três tratamentos experimentais. (T1= preto [28% PB]; T2= branco [28% + óleo] e T3= achurado [40% PB]).

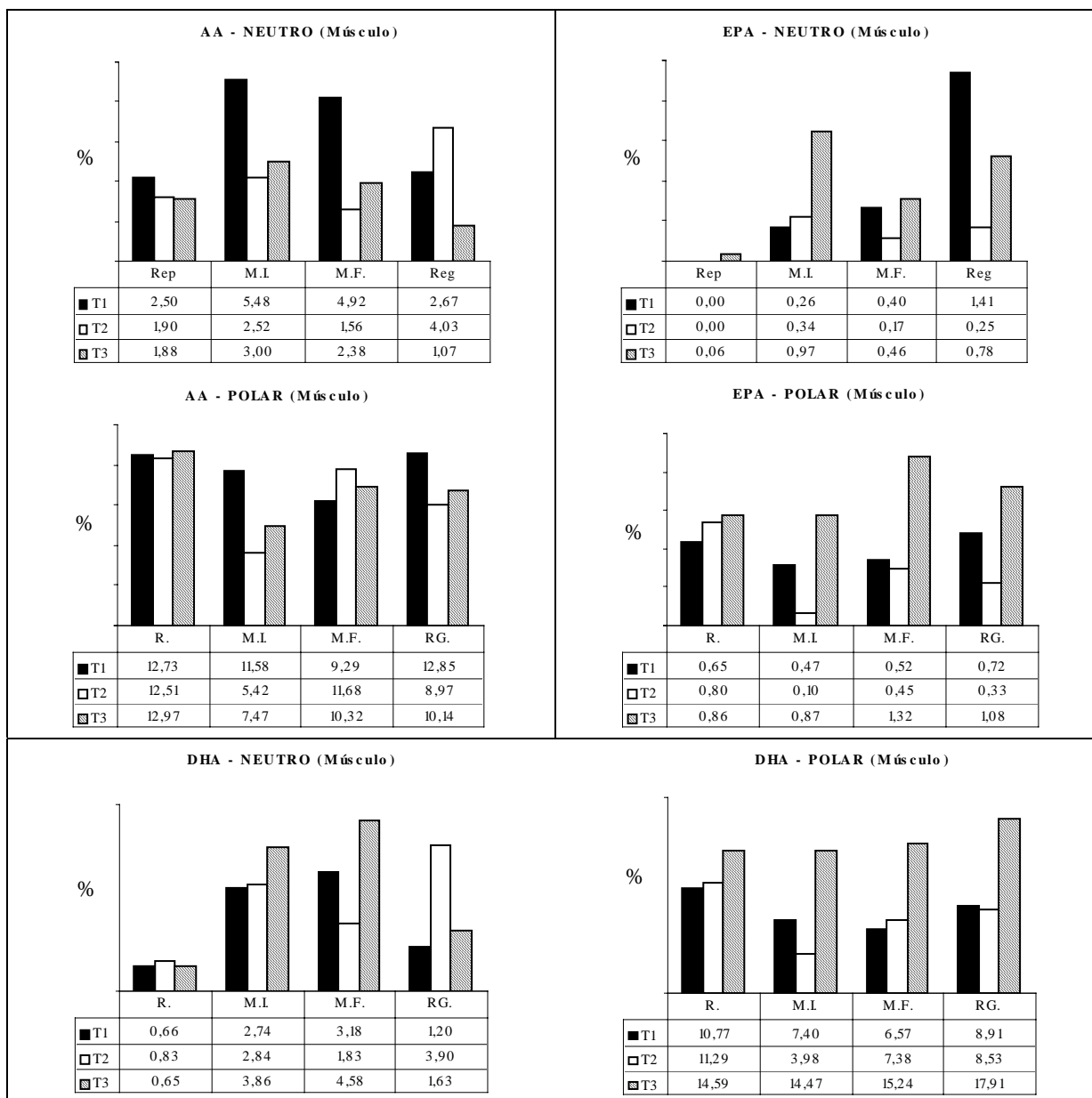


Figura 04 - Evolução dos teores de ácidos graxos HUFAs (AA, EPA e DHA) neutros e polares no músculo branco do *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (I.= inicial; R.= repouso; M.I.= maturação inicial; M.F.= maturação final e R.G.= regressão), nos três tratamentos experimentais. (T1= preto [28% PB]; T2= branco [28% + óleo] e T3= achurado [40% PB]).

Nossos resultados estão de acordo com os de Moreira *et al.* (2003 a, b) que, de maneira geral, os PUFA *n*-6, incluindo o AA, foram depositados em grande quantidade nas fêmeas arraçadas com dieta enriquecida com óleo de milho. Assim como em PUFA *n*-6, a adição do óleo de milho manteve os teores de AA neutros, sofrendo um ganho considerável ao final do ciclo maturacional. Referente à fração fosfolipídica do AA repetiu-se o constatado para PUFA *n*-6. Em relação aos teores de EPA e DHA neutros, além da baixa porcentagem encontrada, as três dietas sofreram incremento ao

longo do ciclo maturacional. Entretanto, na fração fosfolipídica, somente os animais da T3 incrementaram consideravelmente nos teores de EPA e DHA ao longo do processo de maturação. Evidenciando que o músculo contribui tanto para o processo de mobilização dos lipídios, além de ter pouca capacidade em acumular gordura, principalmente dos triglicerídeos. Porém ficou comprovado que as rações utilizadas, mesmo com suplementação lipídica, necessitam de mais EPA em sua composição para manutenção gonadal ao final do processo de maturação, uma vez que se registrou uma queda nos teores de EPA no músculo dos peixes das três dietas neste estágio, indicando a utilização deste ácido graxo armazenado no músculo pelos ovócitos em formação. (Figura 4).

Os resultados são próximos aos de Moreira *et al.* (2003 a, b) que constataram não existir relação entre os ácidos graxos da dieta, pois os teores de HUFA, incluindo AA, DHA e EPA, não se alteram entre as fêmeas, assim como estão de acordo com o relatado por Berge e Storebakken, (1991) e, recentemente, por Martins *et al.* (2007) onde o acréscimo de gordura na dieta do linguado não afetou os teores de MUFA nem de PUFA. Similares com nosso estudo, Zheng *et al.* (2004), Torstensen *et al.* (2004) e Robin *et al.* (2007) também constaram retenção dos PUFA de cadeia longa no músculo de peixe (marinhos e dulcícolas), *Salmo salar* (salmão) e *Dicentrarchus labrax* (sea bass), respectivamente, evidenciando as atividades de desaturação e alongação formando HUFA de cadeia longa (AA, EPA e DHA) a partir dos precursores C18 da dieta.

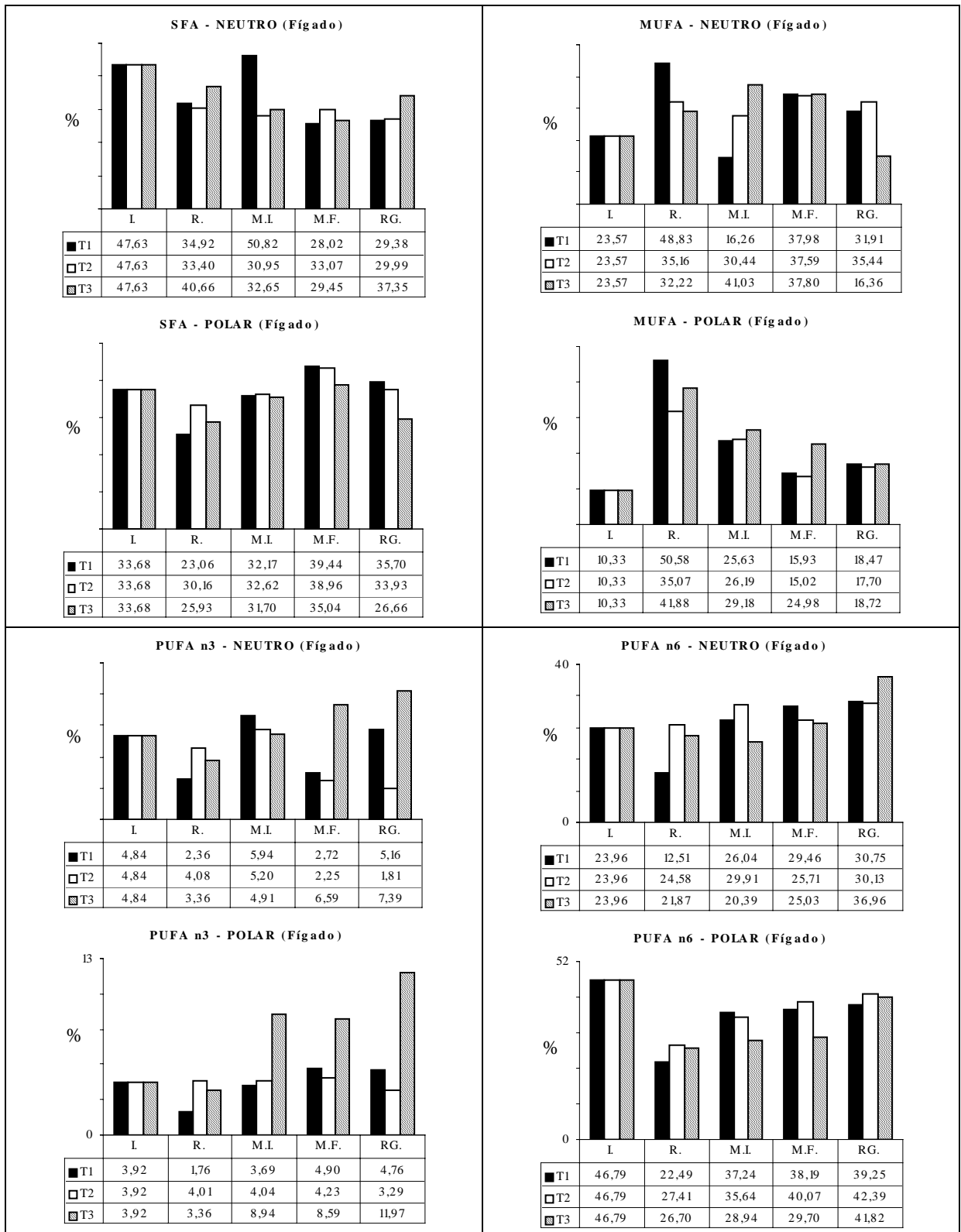


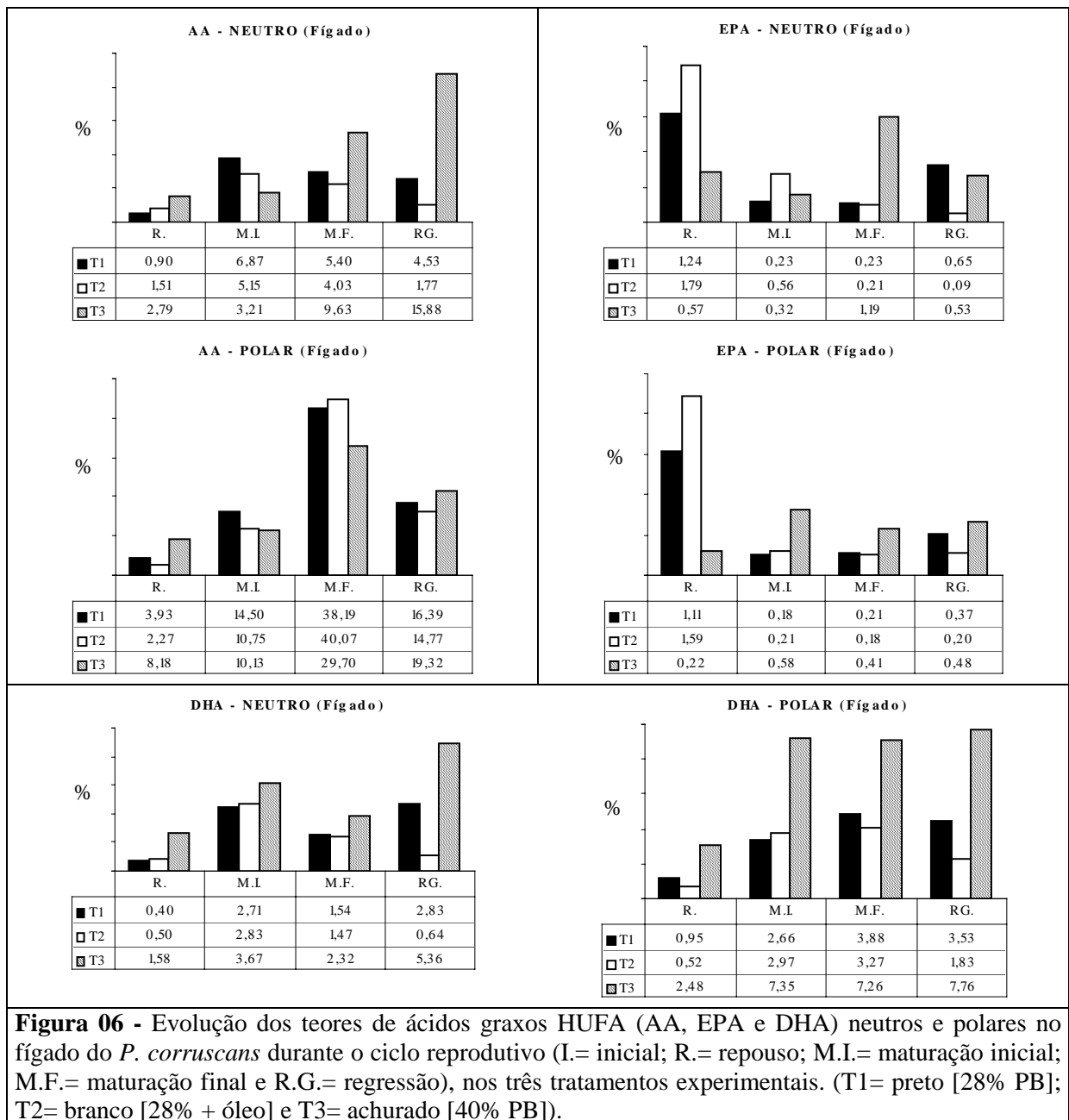
Figura 05 - Evolução dos teores de ácidos graxos SFA, MUFA e PUFA (n-3 e n-6) neutros e polares no fígado do *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (I.= inicial; R.= repouso; M.I.= maturação inicial; M.F.= maturação final e R.G.= regressão), nos três tratamentos experimentais. (T1= preto [28% PB]; T2= branco [28% + óleo] e T3= achurado [40% PB]).

Na Figura 5, pode-se verificar os SFA, MUFA e PUFA (n-3 e n-6) no fígado

durante o ciclo maturacional. Constatou-se o mesmo nos outros tecidos analisados anteriormente quanto aos teores iniciais dos SFA. Entretanto, na fração polar, a ração suplementada manteve os níveis de SFA similares aos iniciais ao final do ciclo reprodutivo. Em relação aos MUFA apolares, verificou-se um incremento nas três dietas ao longo da maturação, exceto na fase de regressão para o T3. Na fração polar, valores apresentaram-se mais elevados no estágio de repouso, com queda ao avanço da maturação, sugerindo sua mobilização para o músculo durante a atividade migratória e/ou para os ovários em início de maturação. Referente aos teores de PUFA (*n-3* e *n-6*), pode-se verificar uma queda das dietas na fase de repouso. Porém, foi evidente o incremento dos teores de *n-3* nas matrizes alimentadas com a dieta T3 no restante do ciclo, sugerindo mobilização dos mesmos para os ovários nos tratamentos T1 e T2, ou teores reduzidos de *n-3* (quase metade) nas dietas T1 e T2 quando comparados a T3. Relativo ao *n-6*, todas as fêmeas tiveram seus teores incrementados, sem diferenças estatísticas ao longo do processo maturacional.

Similares aos nossos resultados foram os encontrados por Santiago e Reyes (1993) e Moreira *et al.* (2003 a, b), onde citaram que os PUFA *n-6* hepáticos em *O. niloticus* e *P. mesopotamicus* aumentaram quando as matrizes foram alimentadas com dietas enriquecidas com óleos de soja e milho, respectivamente. Nossas conclusões foram semelhantes às de Bell *et al.* (2002); Caballero *et al.* (2002); Francis *al et.* (2006); Bahurmiz *et al.* (2007) e Martins *et al.* (2007) ao relatarem recentemente que os teores de PUFA hepático foram proporcionais aos níveis de PUFA das dietas.

Os teores de AA foram incrementados, tendo os lipídios neutros do T3 os valores mais elevados, enquanto os polares, foram registrados na fase final da maturação, sugerindo sua mobilização para os ovários ao final do ciclo, evidenciando a função estrutural nos ovócitos em final de formação. Os níveis de EPA regrediram consideravelmente (<1%) quando as fêmeas alimentadas com dieta T2 entraram em processo de maturação gonadal, assim como apresentaram teores de DHA inferiores às fêmeas alimentadas com dieta T3 (40%) durante todo o processo maturacional, com porcentagens inferiores em comparação aos ovários (4,34%) e músculo (8,53%), sugerindo a mobilização da fração polar, no final do ciclo, para estes tecidos, enfatizando a função estrutural aos ovócitos em desenvolvimento. Evidenciando novamente a falta de *n-3* à ração de 28% com a sem suplementação lipídica (Figura 06).



Nas Figuras 07 e 08 pode-se verificar os valores de SFA, MUFA, PUFA (*n*-3 e *n*-6), AA, EPA e DHA no tecido adiposo (TA) de *P. corruscans* durante o processo de maturação ovariana. Não foram encontrados animais com TA no estágio de regressão no T1, sugerindo que estas mobilizaram toda gordura armazenada no TA para os demais tecidos (músculo, fígado e ovários), provavelmente devido aos teores de lipídios encontrados nestes tecidos nas duas últimas fases do processo maturacional, ou, então, que utilizaram a gordura armazenada como fonte de energia para completar o ciclo de maturação gonadal. Os teores de SFA apresentaram um incremento em todas as dietas ao longo do ciclo reprodutivo. Entretanto, em relação aos MUFA, constatou-se o

inverso quando os animais entraram na fase de regressão. Em relação aos teores de PUFA *n*-3, assim como EPA e DHA, pode-se notar um incremento acentuado nas fêmeas do T3, logo que os níveis foram praticamente mantidos nas fêmeas do T1 e T2 ao longo do ciclo, sugerindo este comportamento estar relacionado com a fonte de LnA (C18:3n3) e a alta fonte de proteína e gordura de origem animal na ração do T3.

Em relação aos PUFA *n*-6 e AA, as fêmeas do T2 apresentaram teores mais elevados ao final do ciclo, sendo este incremento, possivelmente, relacionado ao acréscimo de óleo de milho (*n*-6) na ração ofertada. Nossos resultados, assim como demonstrado por Moreira *et al.* (2003 a, b), evidenciaram que a composição dos ácidos graxos das diferentes dietas é refletida no tecido adiposo, além de demonstrarem que as fêmeas estão alongando e desaturando ácidos de cadeias curtas provenientes da dieta para formarem AA a partir do LA e DHA, e EPA através do precursor LnA, ao registrarem incrementos desses HUFA ao longo do ciclo maturacional.

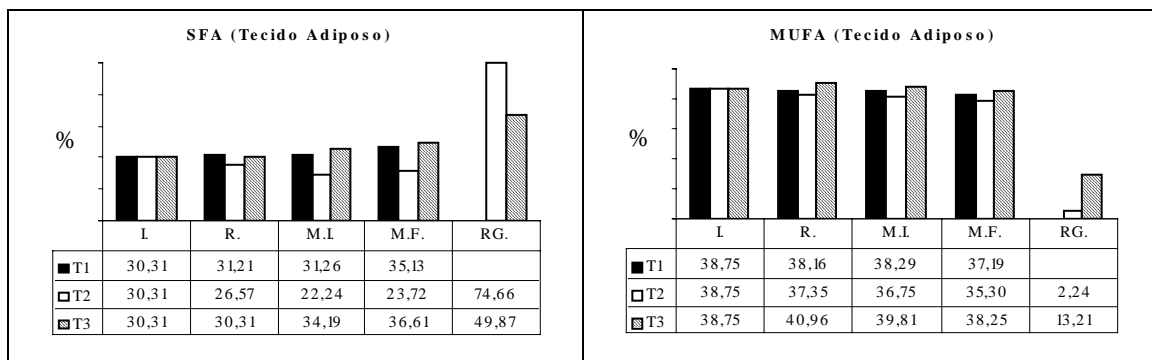


Figura 07 - Evolução dos teores de ácidos graxos SFA e MUFA no tecido adiposo do *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (I.= inicial; R.= repouso; M.I.= maturação inicial; M.F.= maturação final e R.G.= regressão), nos três tratamentos experimentais. (T1= preto [28% PB]; T2= branco [28% + óleo] e T3= achurado [40% PB]).

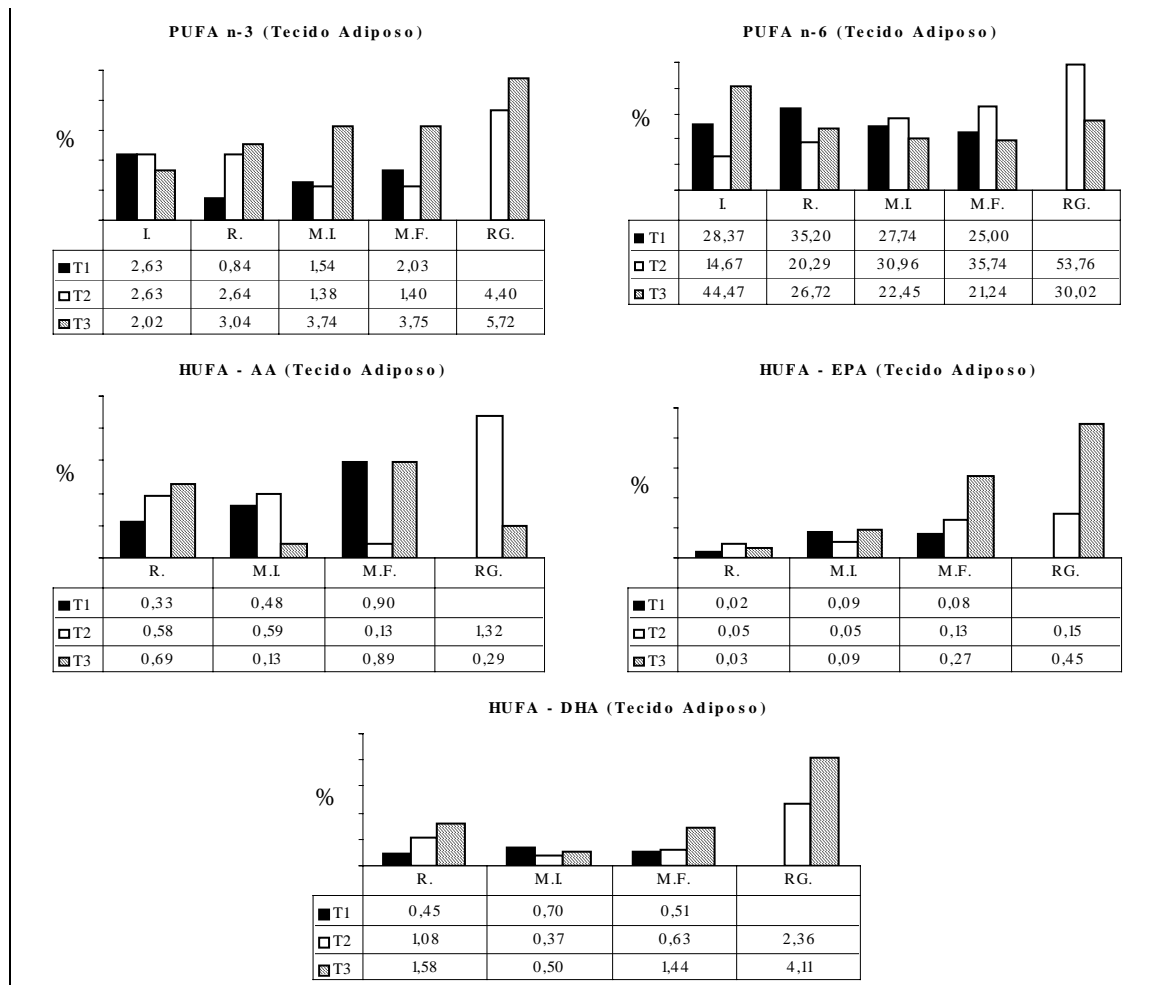


Figura 08 - Evolução dos teores de ácidos graxos PUFA (n-3 e n-6) e HUFA (AA, EPA e DHA) no tecido adiposo do *P. corruscans* durante o ciclo reprodutivo (I.= inicial; R.= repouso; M.I.= maturação inicial; M.F.= maturação final e R.G.= regressão), nos três tratamentos experimentais. (T1= preto [28% PB]; T2= branco [28% + óleo] e T3= achurado [40% PB]).

Conclusões

➤ A adaptação às novas condições de confinamento e alimentação levou a um consumo inicial da fração neutra dos SFA em todos tecidos analisados, exceto no adiposo.

➤ A incorporação de óleo de milho à dieta provocou aumento nos teores de PUFA *n*-6 (incluindo o AA) no músculo das fêmeas T2, sugerindo essa retenção como uma reserva de energia que seria consumida na atividade migratória.

➤ Os AA, DHA, EPA e o LA da dieta foram incorporados, principalmente aos TGs ovarianos ao longo do processo maturacional, evidenciando a função energética aos ovócitos em formação.

➤ O fígado teve papel importante na mobilização dos MUFA, PUFA (*n*-3 e *n*-6) e

HUFA (AA, EPA e DHA) das três dietas para os ovócitos em formação.

➔ Concluiu-se que a composição dos ácidos graxos das diferentes dietas é refletida no fígado e tecido adiposo.

➔ A ausência de tecido adiposo nas fêmeas do T1 ao fim do processo reprodutivo sugere a mobilização de toda gordura armazenada para os demais tecidos ou a utilização como fonte de energia para completar o ciclo.

➔ Fêmeas de *P. corruscans* estão alongando e desaturando os ácidos graxos de cadeias curtas de ácidos graxos para formar AA (a partir do LA), DHA e EPA (a partir do LnA).

➔ Os PUFA estão sendo retidos preferencialmente nos TG no início da maturação e na maturação avançada, nos PL, evidenciando a função energética seguida da estrutural.

➔ O estudo indicou que a ração de 28% PB, mesmo com suplementação lipídica, faltou em sua composição mais *n*-3, preferencialmente EPA e DHA, já que os teores foram baixos nos músculo e fígado o que poderiam ter sido mobilizados aos ovócitos em formação ao final da maturação, como aconteceu às fêmeas alimentadas com dieta T3 (elevados teores de EPA e DHA).

Referências

Almansa E, Perez MJ, Cejas JR, Badía P, Villamandos JE, Lorenzo A (1999) Influence of broodstock gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season. *Aquaculture*, Amsterdam, 179: 323-336.

Bahurmiz OM, Ng WK (2007) Effects of dietary palm oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., raised from stocking to marketable size. *Aquaculture*, Amsterdam, 262: 382–392.

Bannon CD, Breen GJ, Craske JD, Hai NG, Harper NL, O'Rourke K (1982) Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability III. Literature review and investigations into the development of rapid procedures for the methoxide-catalysed methanolysis of fats and oils. *Journal of Chromatography*, Amsterdam, 247: 71-89.

Bell JG, Henderson RJ, Tocher DR, McGhee F, Dick JR, Porter A, Smullen RP, Sargent JR (2002) Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *Journal Nutrition*, New York, 132: 222–230.

Berge GM, Storebakken T (1991) Effect of dietary fat level on weight gain, digestibility, and fillet composition of Atlantic halibut. *Aquaculture*, Amsterdam, 99: 331–338.

Bruce M, Oyen F, Bell G, Asturiano JF, Farndale B, Carrillo M, Zanuy S, Ramos J, Bromage N (1999) Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance. *Aquaculture*, Amsterdam, 177: 85–97.

Caballero MJ, Obach A, Rosenlund G, Montero D, Gisvold M, Izquierdo MS (2002) Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, Amsterdam, 214: 253–271.

Caballero MJ, Izquierdo MS, Kjorsvik E, Montero D, Socorro J, Fernandez AJ, Rosenlund G (2003) Morphological aspects of intestinal cells from gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed diets containing different lipid sources. *Aquaculture*, Amsterdam, 225: 325–340.

Cerdá J, Carrillo M, Zanuy S, Ramos J (1994) Effect of food ration on estrogen and vitellogenin plasma levels, fecundity and larval survival in captive sea bass, *Dicentrarchus labrax*: preliminary observations. *Aquatic Living Resources*, Paris, 7: 255–266.

Cerdá J, Zanuy S, Carrillo M, Ramos J, Serrano R (1995) Short and long term dietary effects on female sea bass (*Dicentrarchus labrax*): seasonal changes in plasma

profiles of lipids and sex steroids in relation to reproduction. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Vancouver, 111: 83–91.

Cerdá J, Zanuy S, Carrillo M (1997) Evidence for dietary effects on plasma levels of sexual steroids during spermatogenesis in the sea bass. *Aquaculture International*, Amsterdam, 5: 473–477.

Folch J, Less M, Sloane Stanley GH (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry, Bethesda (EUA)*, 226: 497-509.

Francis DS, Turchini GM, Jones PL, De Silva SS (2006) Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. *Aquaculture*, Amsterdam, 253: 547–556.

Frings, CS, Fendly, TW, Dunn, RT, Quenn, CA (1972) Improved determination of total lipids by the sulpho-phospho-vanilin reaction. *Clin. Chem.*, 18: 673-674.

Greene DHS, Selivonchick DP (1990) Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, 89: 165–182.

Henderson RJ, Tocher DR (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress Lipid Research*, Minnesota, 26: 281-347.

Jeong B-Y, Moon S-K, Jeong S, Ohshima T (2000) Lipid classes and fatty acid compositions of wild and cultured sweet smelt *Plecoglossus altivelis* muscle and eggs in *Fisheries Science*, Korea, 66: 716-724.

Jeong B-Y, Jeong S, Moon S-K, Ohshima T (2002) Preferential accumulation of fatty acids in the testis and ovary of cultured and wild sweet smel *Plecoglossus altivelis*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Vancouver, (B) 131: 251-259.

Martins DA, Valente LMP, Lall SP (2007) Effects of dietary lipid level on growth

and lipid utilization by juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.). *Aquaculture*, Amsterdam, 263: 150–158.

Moreira RG, Parrish CC, Senhorini JA, Orozco-Zapata CR, Bicudo JEPW (2003a) Effects of broodstock diet on lipid classes of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. XXI Congresso da Associação Latina Americana de Ciências Fisiológicas (ALACF), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, pg.305.

Moreira RG, Parrish CC, Senhorini JA, Orozco-Zapata CR, Bicudo JEPW (2003b) Effects of Broodstock diet on fatty acid composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. World Aquaculture 2003 (WAS), Salvador, Bahia, Brasil, pg.500.

Moreira RG, Orozco-Zapata CR, Schreiner M, Colquhoun A, Silva, TFC, Mimura OM (2004) Influence of broodstock dietary fatty acids on egg lipid composition of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Pisces, Teleostei, Pimelodidae). 6th International Congress on the Biology of Fish – Manaus, AM, Brazil.

Navas JM, Bruce M, Thrush M, Farndale BN, Bromage N, Zanuy S, Carrillo M, Bell J, Ramos J (1997) The impact of seasonal alteration in the lipid composition of broodstock diets on egg quality in the European of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Fish Biology*, Londres, 51: 760–773.

Navas JM, Mañanós E, Thrush M, Ramos J, Zanuy S, Carrillo M, Zohar Y, Bromage N (1998) Effect of dietary lipid composition on vitellogenin, 17 β -estradiol and gonadotropin plasma levels and spawning performance in captive sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture*, Amsterdam, 165: 65–79.

Rainuzzo JR, Reitan KI, Olsen Y (1997) The significance of lipids at early stages of marine fish: review. *Aquaculture*, Amsterdam, 155:103-115.

Robin JH, Skalli A (2007) Incorporation of dietary fatty acid in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)-A methodological approach evidencing losses of highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture*, Amsterdam, 263: 227–237.

Santiago CB, Reyes OS (1993) Effect of dietary lipid source on reproductive performance and tissue lipid levels of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) broodstock. *Journal Applied Ichthyology*, Wulmstorf (Alemanha), 9: 33-40.

Sargent JR, Bell JG, Bell MV, Henderson RJ, Tocher DR (1993) The metabolism of phospholipids and polyunsaturated fatty acids in fish. In: Lahlou, B., Vitiello, P. (Eds.), *Aquaculture: Fundamental and Applied Research*. Coastal and Estuarine Studies, vol. 43. American Geophysical Union, Washington DC, pp. 103–124.

Sargent JR (1995) *Origins and functions of egg lipids: Nutritional implications*. In: Bromage, N.R.a.R., R.J. (Ed.), *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science Ltd. University Press, Cambridge, pp. 353-372.

Sargent JR, Bell JG, McEvoy L, Tocher D, Estevez A (1999) Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*, Amsterdam, 177: 191–199.

Sargent JR, Tocher DR, Bell JG (2002) *The lipids*, In: Halver, JE, Hardy, RW (Eds.), *Fish Nutrition*, 3rd edition. Academic Press, San Diego, pp. 181–257.

Sorbera LA, Zanuy S, Carrillo M (1998) *A role for polyunsaturated fatty acids and prostaglandins in oocyte maturation in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*)*. In: Vandry, H., Tonon, M-C., Roubos, E.W., de Loof, A. (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences. Trends in Comparative Endocrinology and Neurobiology: From Molecular to Integrative Biology*, vol. 839, pp. 535–537.

Sorbera LA, Asturiano JF, Carrillo M, Zanuy S (2001) Effects of polyunsaturated fatty acids and prostaglandins on oocyte maturation in a marine teleost, the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Biology of Reproduction*, New York, 64: 382–389.

Tocher DR (2003) Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, Texas, 11: 107–184.

Torstensen, B.E., Frøyland, L., Lie, Ø., 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil — effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) tissue and lipoprotein composition and lipogenic enzyme activities. *Aquaculture Nutrition*, Sentrum (Noruega), 10: 175–192.

Vargas RJ, Bessonart M (2007) Análisis preliminares de la composición lipídica de las gónadas de bagre negro, *Rhamdia quelen* (Siluriformes; Quoy e Gaimard, 1824) de dos poblaciones en diferentes estaciones del años. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 33(1): 93 – 98.

Watanabe T, Itoh A, Satoh S, Kitajima C, Fujita S (1985a) Effect of dietary protein levels on chemical components of eggs produced by red sea bream broodstock. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Tokyo, 51: 1501-1509.

Watanabe T, Koizumi T, Suzuki H, Satoh S, Takeuchi T, Yoshida N, Kitada T, Tsukashima Y (1985b) Improvement of quality of red sea bream eggs by feeding broodstock on a diet containing cuttlefish meal or raw krill shortly before spawning. *Nippon Suisan Gakkaishi*, Tokyo, 51: 1511-1521.

Zheng X, Seiliez I, Hastings N, Tocher DR, Panserat S, Dickson CA, Bergot P, Teale AJ (2004) Characterization and comparison of fatty acyl $\Delta 6$ desaturase cDNAs from freshwater and marine teleost fish species. *Comparative Biochem. Physiol.*, B 139, 467–483.

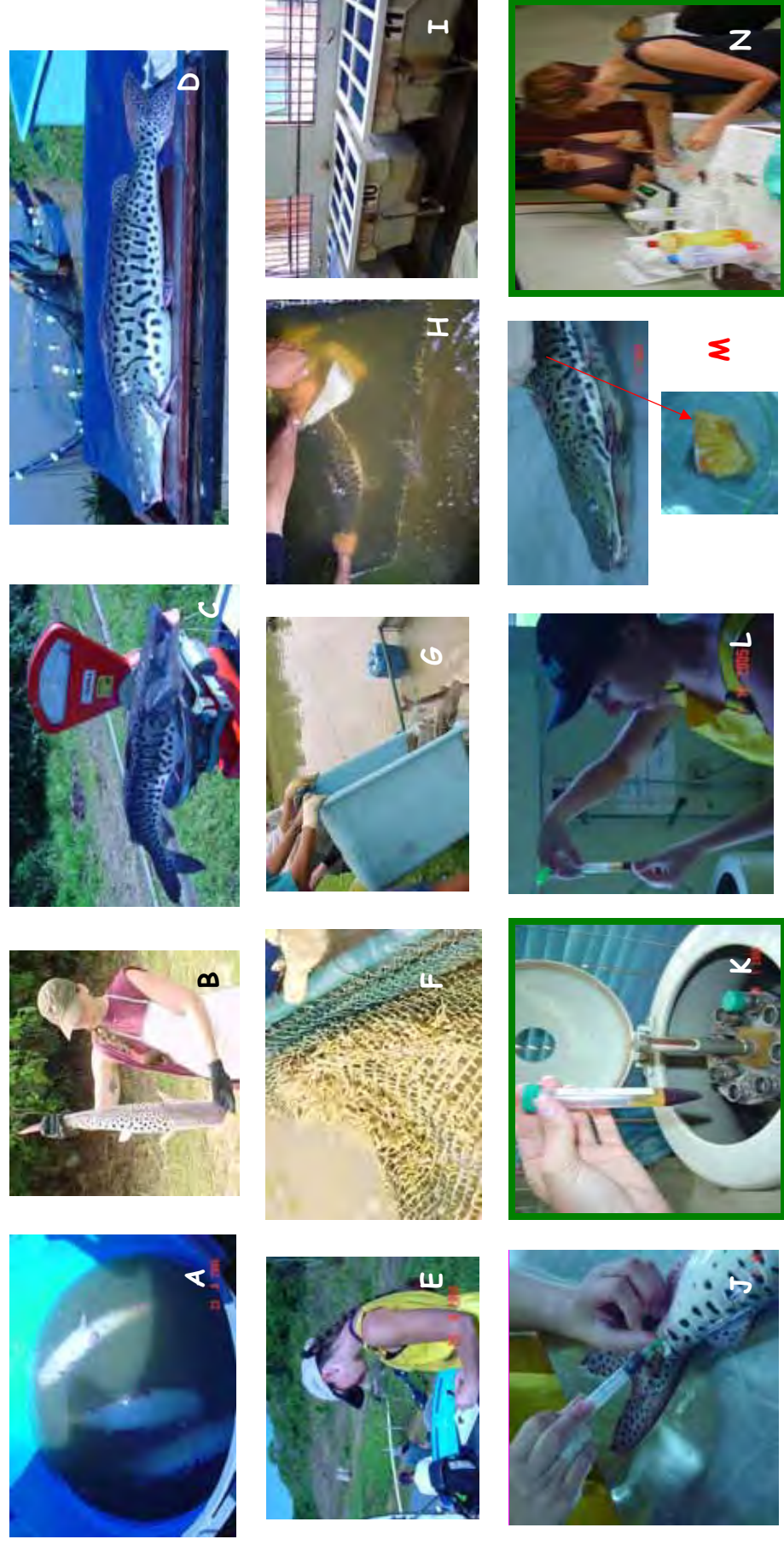
Apêndice

Perspectivas Futuras:

- 1) Em vista desses resultados, será preciso investigar mais profundamente estas inter-relações, objetivando maximizar a produção em larga escala, pois é preciso que o potencial biológico dos animais seja melhorado, permitindo a criação de lotes que apresentem melhor desempenho reprodutivo e produtivo;
- 2) Os resultados, embora modestos, referem-se às dietas oferecidas aos reprodutores de *P. corruscan,s* relacionando-se ao processo de maturação gonadal. No entanto, é importante ressaltar que este estudo foi um desafio por sua inovação quanto ao triênio reprodutor nativo \times dieta \times sistema de criação;
- 3) Considerando que o pintado representa um peixe dulcícola de alta qualidade e abundância em PUFA, deveria ser estudado o efeito da inclusão de outros óleos de origem vegetal como ingredientes na ração para esta espécie de peixe tropical carnívoro em confinamento.



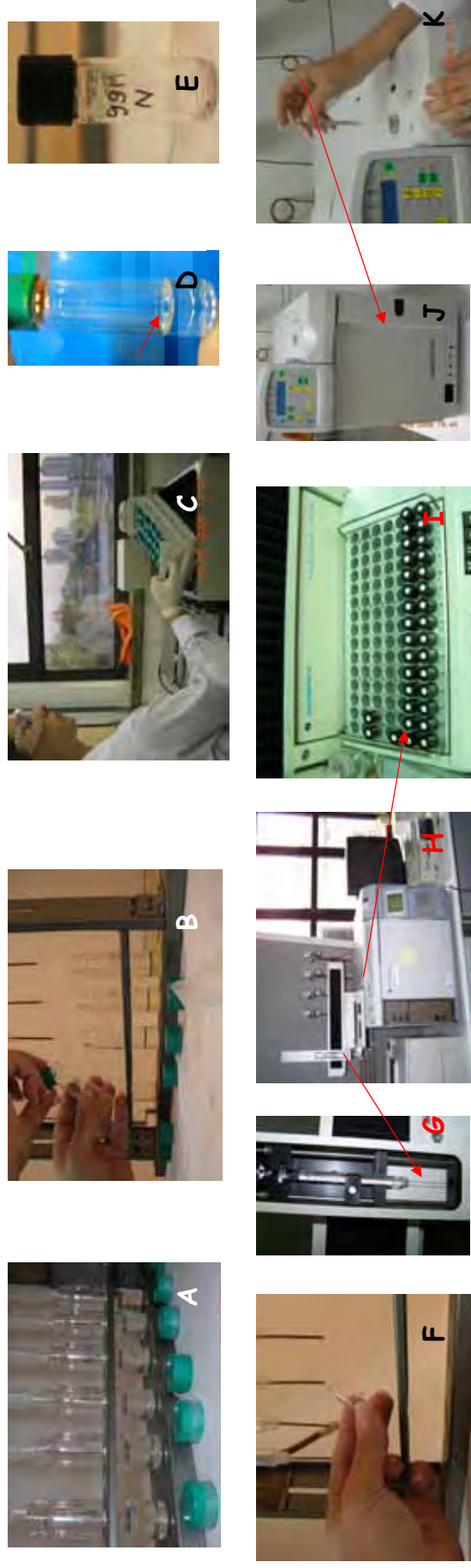
Prancha 1: A) Mapa da região do Vale do Ribeira, detalhe da Estação de Piscicultura do Pólo Regional de, Pariquera-Açu, SP; B) Vista da Estação de Piscicultura; C) Esvaziamento dos viveiros, desinfecção e calagem dos mesmos para instalação dos TR; D, E) Vista dos VE com os TR instalados para o início do experimento; F, G) Detalhe do sombrite utilizado para cobrir os TR e do aerador; H) Pulverização do óleo de milho na ração enriquecida e I) Arraçoadamento; Biometrias. J) Liberação dos TR, aproximação dos mesmos a uma das margens do VE, retirada do sombrite e comedouros; K) Suspensão do fundo dos TR para auxiliar na captura dos animais; L) Captura dos peixes com auxílio de puçá; M) Retirada dos peixes com auxílio de puçá; N) Preparação do anestésico.



Prancha 2: Biometrias. **A)** Peixes anestesiados; **B)** Peixes anestesiados foram cuidadosamente transferidos para dar início à biometria; **C)** Tomada de Peso Total (Pt); **D)** Tomado de Comprimento Total (Ct); **E)** Valores da biometria anotados em planilhas; **F)** Limpeza dos TR e comedouros; **G)** Devolução dos peixes recuperados aos seus respectivos TR; **H)** Captura de animais para coleta de tecidos; **I)** Animais acondicionados em caixas numeradas com para coleta de informações. Coleta do plasma. **J)** Coleta de sangue por punção da vasculatura caudal; **K)** Separação do plasma por centrifugação; **L)** Armazenamento do plasma em alíquotas; **M)** Coleta de tecido (seta vermelha, detalhe do músculo); **N)** Armazenamento dos tecidos em criotubos.



Prancha 3: Método de FOLCH. A) Amostra de tecido previamente pesada; **B)** Adição de clorofórmio; metanol: água destilada ao frasco com a amostra de tecido (2:1:1/2); **C)** Microprocessador; **D)** Transferidos para tubo de centrifuga e centrifugados 1000rpm/5min; **E)** Separação das fases(fase Clorofórmio/Metanol marcada com seta vermelha); **F e G)** Transferência da fase clorofórmio/metanol; **H)** Evaporação dos solventes. Método de separação das frações lipídicas por Coluna de Sílica Ativada. **I)** Coluna de Sílica da VARIAN; **J)** Colunas acopladas ao VISIPREP com auxílio de ponteiros plásticos; **K)** Frascos para a coleta da fração apolar (seta vermelha); **L)** Início da separação dos polares (sílica esbranquiçada, ponta da seta); **M)** Fechamento das colunas; **N)** Substituição dos frascos apolares por polares; **O)** Solventes evaporados em azoto.



Prancha 4: Derivatização Ácida. **A)** Solvente evaporado; **B)** Adição de Hexano e BF_3 aos extratos e retirada do O_2 dos frascos; **C)** Frascos acondicionados em estantes próprias e levados ao banho-maria $70^\circ\text{C}/1\text{h}$; **D)** Adição de água destilada saturada com NaCl e transferência da fase superior (ponta da seta) para frascos de 2mL (**E**). Determinação do FAME. **F)** Evaporação do solvente e ressuspensão em $100\mu\text{L}$ de Hexano; **G)** Detalhe do injetor automático; **H)** GC/FID com injetor automático acoplado; **I)** Detalhe da bandeja de suporte das amostras; **J)** GC/FID com injetor manual; **K)** Detalhe do injetor manual.