

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

LUCÉLIA TESSARO

Energia Digestível para Reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*)

Toledo

2011

LUCÉLIA TESSARO

Energia Digestível para Reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Dr. Robie Allan Bombardelli
Co-orientadora: Dr^a. Maria Raquel Marçal Natali

Toledo

2011

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

T338e Tessaro, Lucélia
Energia digestível para reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*) / Lucélia Tessaro. -- Toledo, PR : [s. n.], 2011
77 f.

Orientador: Dr. Robie Allan Bombardelli
Co-orientadora: Dra. Maria Raquel Marçal Natali
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.

1. Aquicultura 2. Jundiá (Peixe) – Reprodução 3. Jundiá (Peixe) – Nutrição 4. Nutrição animal 5. Jundiá (*Rhamdia quelen*) – Níveis de energia e desempenho 6. Peixe – Manejo 7. Digestibilidade 8. Fígado (Morfologia) I. Bombardelli, Robie Allan, Or. II. Natali, Maria Raquel Marçal, Or. III. T

CDD 20. ed. 639.3752

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCÉLIA TESSARO

Energia Digestível para Reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Robie Allan Bombardelli
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Fábio Meurer
Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 15 de fevereiro de 2011

Local de defesa: Auditório do Gerpel- Unioeste/*Campus* de Toledo.

DEDICATÓRIA

À “Família” Latraac

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Nicanor e Irene pelo incentivo, apoio e compreensão de sempre. Que sem perguntar “por que” ou “para que” das minhas escolhas simplesmente apostaram em mim;

À “família Latraac” em especial minha equipe de trabalho: Giovano Neumann (Alemão), Cesar Pereira Rebechi de Toledo (Césão) e Ricardo Andrei Krause (Krause), que me ajudaram e “sofreram” durante todo o experimento, que por inúmeras vezes pegaram sol, chuva, passaram calor, frio e perderam sono junto comigo;

À Claudia Artemann por cuidar e alimentar meus peixinhos;

Ao Eduardo A. Sanches, por me auxiliar na confecção das rações, nas análises de sêmen, nas avaliações estatísticas... Por tantas vezes “quebrar galhos” e, mais importante que tudo isso, ser um amigo leal, me ouvir, aconselhar, me fazer rir dos erros e enxergar e extrair neles as respostas e as mudanças;

Ao Prof. Dr. Fábio Meurer por formular as rações experimentais e por aceitar compor a banca de avaliação do projeto, qualificação e defesa da dissertação;

Ao prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana pelo auxílio no protocolo estatístico e pela avaliação do trabalho;

A prof^a Dr. Maria Raquel Marçal Natali pela dedicada co orientação. Por garantir suporte e auxílio para o protocolo histológico, além de desprender seu tempo para auxiliar a leitura das lâminas e corrigir os textos;

Às técnicas do Laboratório de Histotécnica Animal da Universidade Estadual de Maringá, Maria Eurides e Maria dos Anjos, pela paciência em ensinar e auxílio no procedimento histológico; e todos os colegas do laboratório de histotécnica por me cederem espaço, horários (tão disputados), pela companhia no RU e pelas sessões de música ao vivo antes do expediente;

Aos meus amigos Giovana Natiele Machado Esquissato e Lucas Baumgartner por me abrigarem em Maringá, e principalmente pelas conversas, risos, sessões de “Friends”, incontáveis bolos e barras de chocolate (não é Lucas?) e pelas tentativas de voltar mais cedo do laboratório para me fazer companhia (difícil essa parte né Gih!?!);

Aos amigos que ganhei durante o mestrado, seja nas aulas, no CPAA ou “por aí”. Que me acompanharam no trabalho, baladas, costelões ou nos truchos, em especial: Sanches, que dispensa comentários; Cristina, Cássia, Daniele, Dayane que foram as primeiras a me aturar nas aulas e, principalmente, fora delas; Alemão, Cesar, André, Ronan, Verônica e Mahl pelos muitos risos; Sílvia e Arthur que foram os “últimos a aparecer”, mas que parecem fazer parte da minha vida a milhões de anos;

Aos sempre fiéis, Júlia, Deisi e João, que mesmo de longe sempre me apoiaram;

Aos meus irmãos, Angela, Ricardo e Mari, pela companhia, conversas úteis e inúteis e muitas (muitas) risadas;

Aos Capovilla: Luis, Leonice, Carla, Daniele e Pedro, pela amizade de tantos anos, por ser minha segunda família, me acolher, incentivar e distrair sempre;

Ao meu tio Edenilso por entender minha escolha, se interessar e reconhecer meu trabalho;

A Mirna e Maria por “emprestarem” o Robie em tantos finais de semana;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca (PREP);

Aos professores do PREP, em especial Robie A. Bombardelli, Pitágoras A. Piana e Paulo V. Sanches, por ministrarem suas disciplinas com excelência;

A CAPES, coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior, pela concessão da bolsa de estudos;

Por fim, a todos os que passaram em minha vida nesses quase dois anos...

Muito Obrigada.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A aquele que foi muito mais que um orientador...

Dr. Robie Allan Bombardelli

Pelo suporte, incentivo e atenção infinita.

Por ser rígido nas horas certas, enérgico algumas vezes, mas estar sempre presente, ser paciente, dedicado, provocar risos e nunca deixar de reconhecer os progressos, por menores que fossem.

Por ser um “pai científico”, tolerar meus muitos defeitos, confiar e, principalmente, não desistir de mim...

Obrigada

Energia digestível para reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*)

RESUMO

O estudo avaliou diferentes níveis de energia digestível (ED) sobre o desempenho zootécnico, reprodutivo e aspectos histológicos do tecido hepático e gonadal de machos e fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*). As rações testadas foram isoproteicas contendo 30% proteína digestível (PD) e 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 e 3.850 kcal de energia digestível (ED) (kcal.kg ração⁻¹). Os peixes foram alojados em tanques escavados sob condições de fotoperíodo e temperatura natural. A água dos tanques foi monitorada diariamente quanto a temperatura e quinzenalmente quanto pH e oxigênio dissolvido. Os animais foram acompanhados durante 210 dias e foram avaliados, separadamente por sexo, ao início e ao término do experimento, quanto ao comprimento padrão, peso médio, ganho de peso e fator de condição, este último apenas para os machos. Para os parâmetros reprodutivos, entre os meses de outubro a fevereiro, os machos mensalmente foram submetidos às análises seminais e espermáticas. Para tanto, os machos foram submetidos ao protocolo de indução hormonal empregando extrato pituitário de carpa em dose única de 2,5 mg.kg⁻¹. Dentro do período reprodutivo, as fêmeas foram induzidas hormonalmente com protocolo semelhante, contudo utilizando 5,5 mg.kg⁻¹. Após a indução foram avaliados o percentual de fêmeas desovantes e as fecundidades absoluta e relativa. No mesmo período em que as fêmeas foram submetidas a reprodução artificial, foram selecionados aleatoriamente e abatidos seis machos e seis fêmeas de cada tratamento. Os reprodutores foram dissecados para mensuração dos índices víscerosomático, hepatossomático e gonadossomático, bem como para caracterização histológica do estágio de maturação gonadal e do tecido hepático. A qualidade da água permaneceu dentro dos níveis recomendados para a espécie. Não foi verificado efeito ($p>0,05$) das rações para os parâmetros zootécnicos seja para machos ou fêmeas. Quanto aos aspectos hepáticos, foi verificada a ocorrência de vacúolos citoplasmáticos e esteatose nas fêmeas. O mesmo não foi observado nos machos. Para os aspectos reprodutivos, machos e fêmeas não foram influenciados pelos níveis energéticos testados ($p>0,05$). Os machos apresentaram, ao longo dos meses, características seminais e espermáticas que sugerem a ocorrência de um pico reprodutivo no final da primavera. Rações contendo 30% de proteína digestível e níveis de energia entre 2.850 e 3.850 kcal.kg de ração⁻¹ não afetam os parâmetros

reprodutivos de machos e fêmeas de jundiá, contudo, em fêmeas, rações contendo entre 3.100 e 3.600 kcal causam vacuolização nos hepatócitos, possivelmente pela deposição lipídica.

Palavras-chave: fêmeas, fígado, gônada, machos, nutrição, peixe, reprodução

Digestible energy to silver catfish (*Rhamdia quelen*) broodstocks

ABSTRACT

It was studied the effect of the different digestible energy levels (DE) on reproductive and animal performance and gonads and livers histological aspects of silver catfish broodstocks (Rhamdia quelen). The treatments were digestible energy levels of 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 e 3.850 kcal.kg feed, in diets containing 30% digestible protein (DP. The animals were stocked in tanks of 16m² under conditions of light and temperature natural. The temperature water of the tanks was monitored daily. pH and oxygen dissolved were measured biweekly. The fish were feed during 210 days and were evaluated, initial and final, length, weight, weight gain and condition factor, separately to males and females. For the reproductive parameters, from October 2009 to February 2010 the males were induce, monthly, by carp pituitary extract (2,5mg.kg male) for collect milt samples. In the reproductive session, the females were induced by carp pituitary extract (5,5mg.kg female) for evaluation to number of spawn females (%) and absolute and relative fecundity. In the same period, six males and six females in each treatment were killed to obtained, visceral, gonad and hepatossomatic index, and to histological characterization of maturation stages and hepatic aspects. The water quality remained in the levels recommended for the species. Animal performances to males and females were not affected by feed. In relation to the hepatic aspects, were observed cytoplasmic vacuolation and steatosis in females. For the males this hepatic alteration were not observed. For the reproductive parameters, males and females were not influenced. The Monthly variations on seminal parameters were observed and indicated a reproductive pike in the spring. The feds containing 30% of digestible protein and energy levels from 2,850 to 3,850 kcal.kg were not affect reproductive parameters to males or females, however, females feed on 3,100 to 3,600kcal.kg showed cytoplasmic vacuolation in hepatocytes.

Keywords: *females, fish, gonad, liver, males, nutrition, reproduction.*

Dissertação elaborada e formatada conforme as
normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

SUMÁRIO

Introdução	15
Aquicultura continental.....	15
Energia e fontes energéticas em rações para peixes	16
Situação atual e perspectivas da nutrição de reprodutores de peixes nativos brasileiros	19
A espécie estudada	21
Referências bibliográficas	24
Níveis de energia digestível na alimentação de machos de jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>)	29
Introdução	31
Material e métodos	32
Resultados e discussão	37
Conclusão	44
Referências Bibliográficas	45
Crescimento, aspectos reprodutivos e morfologia dos hepatócitos de fêmeas de jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>) alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia digestível	49
Introdução	51
Material e métodos	52
Resultados e discussão	56
Conclusão	65
Referências Bibliográficas	66
Considerações finais	69
Apêndices.....	70

Introdução

Aquicultura continental

O crescimento contínuo da população humana acarreta uma demanda também crescente de alimentos, que para ser suprida depende da produção de maiores quantidades de alimento sem que haja a perda da sua qualidade. Tendo isto em vista, especula-se a ocorrência da “Blue revolution”, ou seja, que os meios de produção de organismos aquáticos sejam os grandes elementos para atender a crescente demanda mundial de alimento (Holmes, 1996; Costa- Pierce, 2003).

Em relação a estas estimativas, espera-se que a aquíicultura supere a pesca extrativa em termos de produção pesqueira e como fonte de pescado para a alimentação (FAO, 2009). A expansão da aquíicultura é evidente, figurando como o setor de produção de alimentos de origem animal que cresce mais rapidamente no mundo, em uma taxa anual de 6,9% (FAO, 2009).

No Brasil este crescimento é superior a média mundial desde 1995 (Boscardin, 2008). Os valores da aquíicultura chegam a atingir 25,9% do total de todo o pescado produzido no país, representando cerca de 271.695,5ton, dos quais 191.183,5ton provêm da aquíicultura continental (IBAMA, 2008).

O país tem condições de se tornar o maior produtor de peixes da América Latina e um dos maiores produtores do mundo, por possuir amplo território, inúmeras espécies com potencial produtivo, além de mercado consumidor (Crescênio, 2005). Mesmo em contínuo crescimento, quando comparada aos demais setores de produção animal, a aquíicultura encontra-se em estágio inicial e esbarra em problemas primários como falta de estruturação da cadeia produtiva e da qualidade das rações e das formas jovens (Chammas, 2008).

Apesar de possuir a maior biodiversidade ictiofaunística do mundo, os números da piscicultura no Brasil crescem principalmente pela criação de espécies exóticas em especial carpas e tilápias. (Borghetti et al., 2003). Este cenário se deve principalmente a ausência de aportes científicos e tecnológicos que promovam a viabilidade da criação, industrialização e comercialização das espécies nativas brasileiras (Boscardin, 2008).

A produção de espécies nativas é representada principalmente pelo cultivo de peixes redondos como tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seu

híbrido tambacu, mas outras espécies como curimatá (*Prochilodus scrofa*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) vem ganhando espaço (Boscardin, 2008).

No sul do Brasil a produção de espécies nativas é representada principalmente pela criação de pacus e jundiás. Juntas essas duas espécies atingiram, no ano de 2006, cerca de 1.420,8 ton., sendo cultivadas principalmente no estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, deste total a produção de jundiá (*Rhamdia quelen*) representou 547,5 ton. (IBAMA, 2008).

Peixes como grandes bagres brasileiros (pintado, surubim, pirarara), o dourado e os *bricons* (matrinxã, piracanjuba, piraputanga, piabanha), começaram a despertar o interesse de criadores, por seu valor para a pesca esportiva e facilidade de comercialização (Scorvo-Filho, 2004). Entretanto, devido as questões relacionadas a falta de informações que apresentam relação direta com o sucesso dos processos produtivos, a exemplo da biologia reprodutiva, (Godinho, 2007), os sistemas de produção das espécies nativas são menos eficientes que os utilizados para as espécies exóticas (Boscardin, 2008).

Uma vez intensificados os estudos sobre o desempenho das espécies nativas brasileiras, pode-se criar modelos de criação condizentes às condições de cada região (Carneiro, 2004), o que garantiria viabilidade zootécnica, econômica e ecológica à atividade.

Energia e fontes energéticas em rações para peixes

O requerimento nutricional dos peixes, de maneira geral, inclui aminoácidos, minerais, vitaminas, fatores de crescimento, ácidos graxos essenciais e fontes de energia como carboidratos e lipídios (Lovell, 1998). As exigências nutricionais nas distintas espécies se dão pela habilidade de aproveitar os nutrientes da dieta, mas diferenças ocorrem, intraespecificamente, em função da idade e da fase de desenvolvimento dos peixes, incluindo necessidades fisiológicas diferenciadas durante o processo de maturação gonadal (Pezzato et al., 2004).

Os peixes possuem um maior requerimento protéico quando comparado a outros animais, por utilizarem grandes quantidades deste nutriente para o crescimento (Lovell, 1998). Entretanto, o requerimento energético é menor, pois comparativamente não gastam energia para manutenção da temperatura corporal, vivem na água, o que reduz o custo para movimentação e posição espacial, e ainda excretam nitrogênio em forma de amônia, diretamente pelas brânquias (Webnester & Lim, 2002).

A maior ou menor demanda energética depende de fatores como atividade física, temperatura, tamanho corporal, taxa de crescimento, consumo alimentar e espécie (Webnester & Lim, 2002). Quando tratamos de peixes em cativeiro, o modo de criação (tanque escavado, tanques-rede, raceways) e, principalmente, cada fase de crescimento apresenta um requerimento nutricional diferenciado (Lovell, 1998), que deve ser respeitado a fim de garantir o bom desempenho dos animais.

A energia não é um nutriente, mas uma propriedade destes, que ocorre durante o metabolismo oxidativo de proteínas, lipídios e carboidratos (Webnester & Lim, 2002). A energia é utilizada para manutenção da saúde, crescimento e reprodução (NRC, 1993). Todavia, nem toda a energia presente nos alimentos (energia bruta) é aproveitada para o crescimento do animal, visto que parte desta é perdida nas fezes. A diferença entre a energia bruta e a parte que se perde nas fezes é a energia que é aproveitada pelo animal, que é denominada energia digestível (NRC, 1993).

O conceito de energia digestível é amplamente utilizado, e testado, para o desenvolvimento de rações que atendam a exigência nutricional dos animais confinados. O balanço de nutrientes da dieta é essencial para o crescimento e bem estar dos animais de criação, não obstante, as dietas utilizadas na alimentação animal devem ter um equilíbrio entre os níveis protéico e energético (Albinati et al., 2001).

Uma baixa relação energia:proteína pode reduzir a taxa de crescimento, assim como o excesso de energia na ração pode causar deposição excessiva de gordura no animal (Sampaio et al., 2000; Pezzato et al., 2004). Fontes protéicas e energéticas constituem os principais componentes no custo final da ração, de maneira que qualquer desequilíbrio pode significar, também, perdas econômicas (Albinati et al., 2001).

As fontes de energia nas rações de peixes são variadas, e os lipídios são comumente utilizados (Webnester & Lim, 2002). Óleos e gorduras são fontes facilmente encontradas (Turchini, et al., 2009) e o uso adequado de lipídios na dieta pode aumentar a eficiência alimentar e otimizar o aproveitamento das proteínas da dieta para o crescimento do animal (Martino et al., 2002).

Os óleos vegetais vêm sendo amplamente utilizados nas rações, em especial óleos de soja, linhaça e canola, que apresentam quantidades consideráveis de ácido linolênico (LNA) (Ribeiro et al., 2007). O óleo de soja, além de ácido linolênico, contém altas quantidades de ácido linoléico (LA) (Vieira et al., 1999). Juntamente com estes ácidos, o ácido araquidônico (AA), o ácido eicosapentóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) são denominados

ácidos graxos polinsaturados (PUFA), os quais desempenham importantes funções metabólicas (Sargent et al., 2002).

Os lipídios são componentes importantes das membranas celulares, constituem a principal forma de armazenamento de energia dos organismos, atuam como cofatores enzimáticos, solubilizadores, transportadores de hormônios, sinalizadores celulares, carreadores de elétrons entre outras funções (Nelson & Cox, 2002). Além disso, tem importância como fonte de energia metabólica (Tyler & Sumpter, 1996; Sargent et al., 2002) e de ácidos graxos essenciais (Sargent et al., 1999; Mazorra et al., 2003).

Os lipídios têm sido estudados para reprodutores de várias espécies de peixes, e têm sido identificados como fatores determinantes do sucesso da reprodução, por aumentarem a fecundidade, fertilidade, qualidade dos gametas (masculinos e femininos) e, sobrevivência dos embriões e das pós-larvas (Izquierdo et al., 2001).

Parâmetros reprodutivos de truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) foram alterados em reprodutores alimentados com dieta deficiente em ácidos graxos altamente insaturados (HUFA). Estes animais apresentaram ovócitos menores e taxas de motilidade espermática inferiores às observadas no grupo controle, que recebia ração contendo níveis adequados de HUFA. Além disso, estas alterações nos parâmetros reprodutivos promoveram a redução das taxas de fertilização e eclosão (Vassalo-Agius et al., 2001).

Para o *sea bass* (*Dicentrarchus labrax*), aumento das razões de DHA/EPA e AA/EPA na alimentação dos reprodutores promove o maior qualidade e sobrevivência larval (Bell et al., 1997). Fernandez- Palácios et al. (1995) testaram o efeito dos níveis de n-3 HUFA (1,13; 1,6; 2,18 e 3,5% peso seco da ração) sobre a qualidade dos ovos de *gilthead seabream* (*Sparus aurata*) e concluíram que o incremento lipídico afetou diretamente a composição dos ovócitos pelo aumento da deposição de ácidos graxos, além disso aumentou a fecundidade no grupo de 1,6% de n3 HUFA, mas promoveu a diminuição da sobrevivência larval nos maiores níveis de inclusão (2,18 e 3,5% de lipídios) pela hipertrofia do saco vitelino.

Bentley et al. (2009) verificou que nível e fonte de lipídios na dieta influenciam a composição dos ovócitos de *black sea bass* (*Centropristis striata*). Testando dieta natural e dietas comerciais com 20 e 12% de lipídios, incrementados com óleo de soja e óleo de peixe, observaram que dietas contendo 12% de lipídios são ineficientes para a alimentação de reprodutores desta espécie por promover a redução da resposta à reprodução induzida e às taxas de fertilização.

Para reprodutores de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), criados em tanques-rede tipo “hapa”, Bombardelli et al. (2009) testando rações contendo 35% PB e diferentes níveis

energéticos (2.700, 2.950, 3.200, 3.450 ou 3.700 kcal ED.kg⁻¹), verificaram melhora nos índices de resistência e sobrevivência larval, quando as fêmeas foram alimentadas com rações contendo 3.700 kcal ED.kg ração⁻¹.

Especificamente para machos, as reservas lipídicas são utilizadas para suprir a demanda energética e estrutural da reprodução (Martin et al., 2009) e o conteúdo lipídico afeta diretamente a composição seminal (Vassalo-Agius et al., 2001), tempo de ativação (Sanches et al., 2006b), concentração e normalidade espermática (Bombardelli et al., 2010).

De um modo geral, os mecanismos fisiológicos que controlam o balanço energético estão ligados aos que controlam a reprodução, e juntos, tais mecanismos otimizam o sucesso reprodutivo (Schneider, 2004), desde o crescimento e manutenção dos reprodutores (Navarro et al., 2009), passando pela sinalização endócrina (Nunez et al., 1995; MacKenzie et al., 1998) até diferenciação e crescimento dos gametas (Kraak et al., 1998; Izquierdo et al., 2001). Desta forma, a qualidade dos gametas e das proles está diretamente relacionada com a qualidade da nutrição dos reprodutores (Izquierdo et al., 2001; Nordeide, 2007; Bombardelli et al., 2010). Porém, interações entre a nutrição e os processos reprodutivos não são claros (Ling et al., 2006), o que torna os estudos voltados à nutrição de reprodutores relevantes.

Situação atual e perspectivas da nutrição de reprodutores de peixes nativos brasileiros

Embora exista relação direta entre o status nutricional e alimentar e a reprodução dos peixes, informações que esclareçam suas implicações são escassas, ficando restrita a poucos estudos (Andrade et al., 2010). As poucas informações disponíveis se limitam a estudos voltados a aspectos básicos de manejo alimentar e pouco relacionados as exigências nutricionais, contudo, os resultados tem se mostrado inconclusivos.

Sobre o manejo alimentar, alguns autores tem testado a hipótese de que, conforme ocorre em ambiente natural, a restrição alimentar em período que antecede o período reprodutivo podem exercer influência no processo reprodutivo. Ochoa (2002) aplicou o manejo de restrição alimentar sobre machos de matrinxã (*Brycon cephalus*), três meses antes do processo de reprodução induzida, e observou que esta prática não afeta a maturação final das gônadas, tampouco os parâmetros seminais e crescimento inicial das larvas.

Outras pesquisas têm sido realizadas para avaliar os efeitos de diferentes nutrientes constituintes das dietas sobre o processo reprodutivo e desenvolvimento de proles. A suplementação de óleos, para avaliar os efeitos de diferentes ácidos graxos, foi testada para o pacu, com rações apresentando diferentes inclusões de óleo de milho e óleo de fígado de

bacalhau. Os resultados indicaram que os ovos provenientes de reprodutores alimentados com dieta rica em óleo de milho apresentaram maior deposição de AA e LA quando comparado ao grupo controle. Durante a diferenciação larval esta diferença foi mantida. Quando óleo de fígado de bacalhau foi adicionado a dieta uma menor quantidade de ácidos graxos *n*-6 foi verificada nos ovos e ácidos graxos *n*-3 foram mobilizados, o que permitiu aos autores concluir que a espécie mobiliza de forma seletiva os ácidos graxos para o ovário (Moreira et al., 2003).

Ainda, testando dietas sem adição de óleo (controle) com rações contendo 5% de óleo de milho ou 5% de óleo de linhaça, Moreira et al. (2004) verificaram que fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) incorporam PUFA nos ovócitos. O perfil de ácidos graxos destes foi alterado em função da dieta e os autores sugerem que ácidos graxos *n*-6 são preferencialmente mobilizados.

Na busca de informações sobre os efeitos de outros nutrientes, Navarro et al. (2006), testaram dietas isoproteicas com 28%PB e quatro níveis de energia digestível (2.600, 2.700, 2.800 e 2.900 kcal ED.kg) para a formação de machos reprodutores de piaçu, *Leporinus macrocephalus*. Utilizando pós-larvas verificaram o efeito da dieta sobre o desenvolvimento testicular, onde os níveis mais elevados de ED (2.800 e 2.900 Kcal.kg) proporcionaram maior crescimento gonadal e maior produção de espermatogônias.

Ainda, fêmeas de piaçu, *Leporinus macrocephalus*, em estágio pós larval, submetidas ao mesmo protocolo experimental apresentaram efeito apenas sobre peso corporal que foi superior no tratamento contendo 2.700 Kcal, os parâmetros de comprimento total, peso das gônadas e IGS não foram afetados, do mesmo modo que a maturação não foi influenciada, sendo as fêmeas encontradas no mesmo estágio de maturação independente do nível energético (Navarro et al., 2010).

Parra (2007) testando fontes de energia de origem animal (banha suína) e vegetal (óleo de canola e girassol) sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) não observou efeito sobre o desempenho destas, mas verificou maior crescimento larval na prole daquelas alimentadas com a dieta contendo óleos vegetais.

Coldebella et al. (2010b) obtiveram resultados semelhantes com reprodutores de jundiá, onde verificaram menor sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá provenientes de fêmeas alimentadas com 20% de lipídios na dieta, quando comparadas àquelas alimentadas com 8 e 12% de nível de inclusão.

Utilizando três níveis protéicos (25, 30 e 35% PB) e dois níveis de energia digestível, Reidel et al. (2010), baseados em valores de digestibilidade tabelados, não verificaram

diferença significativa na maturação gonadal do jundiá, sendo observado processo de espermiogênese similar em todos os tratamentos.

Andrade et al. (2010), testaram três dietas sobre o desempenho e processo de maturação gonadal de pintados (*Pseudoplatystoma corruscans*) em tanques-rede. As rações continham 28%PB e 2.480 Mcal ED.kg; 28%PB e 2.480 Mcal ED.kg + 5% de óleo de milho; e 40%PB e 2.750 Mcal ED.kg. O enriquecimento da ração com óleo de milho, rico em ácido linoléico, tornou uma das rações rica em PUFA. Os autores observaram diferença sobre o crescimento e sobrevivência dos animais, que foram maiores para o tratamento contendo 40% PB. O fator de condição não diferiu entre os tratamentos e o IGS dos machos foi menor para o tratamento contendo óleo de milho, enquanto que para as fêmeas o mesmo índice foi superior no tratamento com maior nível protéico. O que levou os autores a concluir que nenhuma das rações testadas exerceu influência sobre o processo de maturação gonadal.

De um modo geral, as informações disponíveis quanto às necessidades energéticas na fase reprodutiva são divergentes. E a aplicação de manejo nutricional diferenciado muitas vezes se resume na restrição alimentar durante o período que antecede o período reprodutivo ou a alimentação com rações contendo elevados níveis de proteína (Zaniboni Filho & Nuner, 2004).

A espécie estudada

Sistematicamente o jundiá cinza é classificado como um siluriforme, pertencente à família Heptapteridae e ao gênero *Rhamdia*, sendo a espécie *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Bockmann & Guazelli, 2003).

A espécie é amplamente cultivada no sul do Brasil (Piaia & Baldisseroto, 2000), mas abaixo de suas potencialidades por desconhecimento das respostas biológicas às técnicas de criação (Gomes et al., 2000; Parra, 2007). É uma espécie rústica, de rápido crescimento e que suporta bem as baixas temperaturas, aceita bem dietas artificiais formuladas com diferentes ingredientes de origem animal e vegetal (Parra, 2007) e a manipulação reprodutiva é, relativamente, bem sucedida em cativeiro (Bombardelli et al., 2006). Possui alto rendimento de carcaça e sua carne é apreciada pelo sabor e textura (Ferreira et al., 2001), características que promovem boa aceitação dos consumidores (Marchioro & Baldisserotto, 1999).

A espécie possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o sudoeste do México ao centro da Argentina, possuindo assim diversas sinonímias (Gomes et al., 2000).

Possui hábito bentônico e noturno preferindo fundos próximos a margem e vegetação (Gomes et al., 2000) com seixos e troncos submersos (Schulz & Leuchtenberger, 2006).

Em ambiente natural a alimentação do jundiá baseia-se em invertebrados (crustáceos, anelídeos e insetos), restos vegetais, sedimentos, escamas e peixes, o que caracteriza um hábito alimentar onívoro e generalista (Gomieiro et al., 2007).

Durante o período reprodutivo, que é coincidente com a aumento de temperatura (Ghirardelli et al., 2007), ocorre a formação de cardumes nas áreas de desova que em geral acontece em águas rasas, limpas, com pouca corrente e fundo pedregoso (Gomes et al., 2000). Há um grande sincronismo de machos e fêmeas durante a desova que acontece de forma parcelada, ou seja, ocorre mais de uma vez dentro do mesmo período reprodutivo (Gomes et al., 2000), apresentando picos no verão e na primavera (Gomieiro et al., 2007).

Esta espécie é ovulípara com ovos esféricos, demersais e não adesivos com espaço perivitelino evidente e córion resistente (Pereira et al., 2006). A eclosão ocorre cerca de 26h após a fertilização (Amorim et al., 2009) e o crescimento é rápido e acentuado nos primeiros anos de vida (Gomes et al., 2000).

O jundiá é produzido principalmente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Em 2006, foram produzidos 547,5ton (IBAMA, 2008). A principal forma de criação do jundiá acontece em viveiros escavados (Carneiro, 2004), contudo, formas mais intensivas de cultivo vêm sendo implantadas (Scorvo-Filho, 2004), como o cultivo desta espécie em tanques-rede (Carneiro, 2004; Reidel, 2007).

As técnicas de manejo são distintas em cada uma das fases de cultivo (Carneiro, 2004), necessitando de atenção especial quanto às exigências nutricionais em cada uma destas etapas (Radünz-Neto, 2004; Baldisseroto & Radünz Neto, 2005). As larvas de jundiá aceitam bem e apresentam alta sobrevivência quando alimentadas com fígado bovino. Este alimento contém cerca de 37,7% de proteína bruta e 3.095 Kcal de energia digestível (Radünz-Neto, 2004).

Para alevinos a relação proteína:energia foi testada por Meyer e Fracalossi (2004), utilizando cinco níveis protéicos (26%, 29%, 33%, 37%, e 41% de PB) e dois níveis energéticos (3.200 e 3.650 Kcal), em dietas semi purificadas, determinaram que a exigência está entre 32,6% PB para 3.650 Kcal, e de 37% PB em dietas contendo 3.200 Kcal de energia metabolizável (Meyer & Fracalossi, 2004), ocorrendo o efeito poupador de proteína em virtude do aumento da energia dietética (Meyer, 2003).

Os juvenis de jundiá crescem bem alimentados com diferentes fontes protéicas e apresentam maior desempenho quando se combina fontes protéicas de origem animal, farinha

de carne e ossos ou farinha de peixe, com farelo de soja (Lazzari et al., 2007). Em relação aos lipídios, as diferentes proporções de óleo de canola, soja ou arroz (5% ou 10%) não afetam o crescimento, mas refletem sobre a deposição de gordura corporal (Losekann et al., 2008).

Na fase reprodutiva alguns autores utilizaram diferentes fontes lipídicas e níveis de energia para o jundiá, sem verificar efeito significativo dos tratamentos sobre o desempenho zootécnico jundiá. Quanto ao desempenho reprodutivo, foram observados efeitos sobre o índice de sobrevivência espermática, taxas de fertilização, taxas de eclosão e sobrevivência e crescimento das larvas, tempo (Sanches et al., 2006a; Sanches et al., 2006b; Parra, 2007; Parra et al., 2008; Coldebella et al. 2010a; Coldebella et al., 2010b). Além destas informações muito pouco se sabe sobre o manejo alimentar e exigências nutricionais da espécie no período reprodutivo.

Considerando que a espécie em questão é potencial para cultivo e que o conhecimento de suas exigências nutricionais é essencial quando se deseja otimizar o processo reprodutivo, estudos voltados a estes aspectos merecem especial atenção.

Referências bibliográficas

- ALBINATI, R. C. B.; LIMA, S. L.; DONZELE, J. L. Níveis de energia digestível na ração de girinos de rã-touro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção animal**, vol 2, n.2, p. 48-52, 2001.
- AMORIM, M.P., GOMES, B.V.C., MARTINS, Y.S., et al. Early development of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces:Heptapteridae) from the São Francisco River Basin, Brazil. **Aquaculture Research**, vol. 40, p.172-180, 2009.
- ANDRADE, D.R.; YASUI, G.S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.27, n.2, p.166-172, Abr/Jun, 2003.
- ANDRADE, V.X.L., HONJI, R.M., ROMAGOSA, E. Processo de maturação das gônadas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentado com dois níveis proteicos e suplementados com óleo de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.332-342, 2010.
- BALDISSEROTO, B., RADÜNZ NETO, J. Jundiá (*Rhamdia sp*). In: Baldisseroto, B., Gomes, L.C. **Espécies Nativas para piscicultura no Brasil**. Editora UFSM, Santa Maria, 2005. 468p.
- BELL, J.G.; FARNDAL, B.M.; BRUCE, M.P.; NAVAS, J.M.; CARILLO, M. Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid compositions of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, vol. 149, p. 107-119, 1997.
- BENTLEY, C.D.; WATANABE, W.O.; REZEK, T.C., et al. Preliminary investigations on the effects of dietary lipid on the spawning performance and egg quality of black sea bass *Centropomus striata* L. **Aquaculture Research**, p. 1-11, 2009.
- BOCKMANN, F.A., GUZZELLI, G.M. Family Heptapteridae. In: Reis, R.E., Kullander, S.O., Ferraris Jr, C.J. **Check list of the freshwater fishes of south and central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre, 2003. 742p.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M., et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1391-1399, 2009.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M., et al. Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.941-949, 2010.
- BOMBARDELLI, R.A.; MÖRSCHBÄCHER, E.F.; CAMPAGNOLO, R., et al. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n° 4, p.1251-1257, 2006.
- BOSCARDIN, N. R. A Produção Aquícola Brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 276p.
- CARNEIRO, P.C.F. A produção do jundiá em cativeiro. In: Baldisserotto, B. Radunz Neto, J. **Criação de jundiá**. Editora UFSM. Santa Maria, RS, 2004. 232p.
- CEJAS, J.R., ALMANSA, E., VILLAMANDOS, J.E., et al. Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*, vol. 216, p. 299-313, 2003.
- CHAMMAS, M.A. Reflexões sobre as bases técnicas e conceituais para o desenvolvimento da aqüicultura. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008. 276p.

- CRESCÊNIO, R. ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: Baldisseroto, B., Gomes, L.C. **Espécies Nativas para piscicultura no Brasil**. Editora UFSM, Santa Maria, 2005. P. 23-26. 468p.
- COLDEBELLA, I.J., NITZ, L.F., BESOLD, C. et al. Desempenho zootécnico e reprodutivo de fêmeas de jundiá alimentadas com três níveis de lipídio na dieta. **Aquaciência, anais...** Recife, 2010a.
- COLDEBELLA, I.J., VEIVERBERG, C.A., CORRÊIA, V. et al. Crescimento de pós-larvas de jundiá provenientes de matrizes alimentadas com três níveis de lipídio na dieta. **Aquaciência, anais...** Recife, 2010b.
- COSTA-PIERCE, B.A.. The 'Blue Revolution'- Aquaculture must go green. **World Aquaculture**, 2003. Disponível em: http://oceancommission.gov/publiccomment/novgencomment/costa_pierce_comment.pdf . Acesso em julho de 2009.
- FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Roma: Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica, 2009. 193p.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; IZQUIERDO, M.S.; ROBAINAB, L., et al. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). **Aquaculture**, vol. 132, p. 325-337, 1995.
- FERREIRA, A. A.; NUÑER, A. P. de O.; LUZ, R. K. et al.,. Avaliação qualitativa e quantitativa do sêmen de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, vol. 27, nº 1, p. 57-60, 2001.
- GHIRALDELLI, L., MACHADO, C., FRACALOSSO, D.M., et al. Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região sul do Brasil **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 349-356, 2007.
- GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à asquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de reprodução animal**. Vol. 31, n.3, p.351-360, Belo Horizonte, 2007.
- GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A. R.C., et al. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae) **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 30, nº 1, p. 179-185, 2000.
- GOMIEIRO, L.M.; SOUZA, U.P.; BRAGA, F.M.S. Reprodução e alimentação de *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP. **Biota neotropica online**, vol. 7, nº3, p.127-133, 2007.
- HOLMES, R. Blue revolutionaries. **New Scientist**, vol. 152, nº 2059, p. 32-37, 1996.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília: Ibama, 2008. 174 p.
- IZQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition reproductive performance of fish. **Aquaculture**, vol. 197, p. 25-42, 2001.
- KRAAK, G.V.D, CHANG, J.P., JANZ, D.M. Reproduction. In: EVANS, D.H. **The physiology of fish, 2ed, CRC Press, 1998, 519p.**
- LAZZARI, R., J. RADÜNZ NETO, J., VEIVERBERG, C.A., et al. Alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptateridae) com ingredientes protéicos. **Archivos de zootecnia**. vol. 56, n.214, p.115-123. 2007.
- LING, S.; HASHIM, R.; KOLKOVSKI, S.; SHU-CHIEN, A.C. Effect of varying dietary lipid and protein levels on growth and reproductive performance of female swordtails *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae). **Aquaculture Research**, vol. 37, p. 1267-1275, 2006.
- LOSEKANN, M.E.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T., et al. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, vol.38, nº1, 2008.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. 2ed. Kluwer Academic publishers, Norwell, USA, 1998. 267p.

- MACKENZIE, D.S., VANPUTTE, C.M., LEINER, C.A. Nutrient regulation of endocrine function in fish. **Aquaculture**, vol. 161, p. 3–25, 1998.
- MARCHIORO, M. I.; BALDISSEROTTO, B. Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) à variação de salinidade da água. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 29, nº2, p. 315-318, 1999.
- MARTIN, M.V., RODRIGUEZ, C., PÉREZ, M.J., et al. Body lipid and fatty acids composition in male gilthead seabream at different stages of reproductive cycle: effects of a diet lacking n-3 and n-6 HUFA. **Aquaculture Nutrition**, vol. 15, p. 60-72, 2009.
- MARTINO, R.C., CYRINO, J.E.P., PORTZ, L., et al. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. **Aquaculture**, vol. 209, p.209– 218, 2002.
- MAZORRA, C.; BRUCE, M.; BELL, J.G., et al. Dietary lipid enhancement of broodstock reproductive performance and egg and larval quality in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Aquaculture**, vol. 227, p. 21 33, 2003.
- MEYER, G. **Exigência proteica em duas concentrações energéticas da dieta e estimativa da exigência em aminoácidos essenciais para alevinos de Jundiá, *Rhamdia quelen***. Dissertação (Programa de pós graduação em aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 50p.
- MEYER, G.; FRACALOSI, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, vol. 240, p.331–343, 2004.
- MOREIRA, R.G.; PARRISH, C.C.; SENHORINI, J.A. et al. Effects of broodstock diet on fatty acid composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* eggs and larvae. In: WORLD AQUACULTURE, 2003, Salvador, BA. **Proceedings...** Salvador, BA: [s.n.], 2003. p.500. (Abstract).
- MOREIRA, R.G.; OROZCO-ZAPATA, C.R.; SCHREINER, M. et al. Influence of broodstock dietary fatty acids on egg lipid composition of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Pisces, Teleostei, Pimelodidae). In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE BIOLOGY OF FISH, 6., 2004, Manaus, AM. **Proceedings...** Manaus, AM: [s.n.], 2004. CDROOM. (Abstract).
- NAVARRO, R. D., MALDONADO, I.R.S.C., MATTA, S.L.P., et al. Associação do nível de energia digestível no comprimento total, peso das gônadas e índice gonadosomático de fêmeas de Piaçu (*Leporinus macrocephalus*, SPIX 1829) em estágio pós-larval. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 242-251 jan/mar, 2010.
- NAVARRO, R.D., MATTA, S.L.P., LANNA, E.A.T, et al. Níveis de energia digestível na dieta de piaçu (*Leporinus macrocephalus*) no desenvolvimento testicular em estágio pós-larval. **Zootecnia Tropical**, v.24, n.2, p.153-163, 2006.
- NAVARRO, R.D., RIBEIRO FILHO, O.P., FERREIRA, W.M., et al. A importância das vitaminas E, C e A na reprodução de peixes: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.20-25, jan./mar. 2009
- NELSON, D.L., COX, M.M. **Lehninger- Princípios de Bioquímica**. 3 ed. Elsevier, São Paulo, 2002. 977p.
- NORDEIDE, J.T. Is there more in ‘gamete quality’ than quality of the gametes? A review of effects of female mate choice and genetic compatibility on offspring quality. **Aquaculture Research**, vol. 38, p. 1-16, 2007.
- NRC, National research Council. National academy of science. Nutrient Requirements of Fish. NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington D.C,1993.115p.
- NUNEZ, E.A., HAOURIGUI, M., MARTIN, M.E., et al. Fatty acids and steroid hormone action. **Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids**. Vol.52, p.185-190, 1995.

- OCHOA, A.I.S. **Efeito da restrição alimentar no desempenho reprodutivo de machos de matrinxã (*Brycon cephalus*)**. Dissertação (Programa de pós graduação em aquicultura). Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita filho. Jaboticabal, SP, 2002. 60p.
- PARRA, J.E.G. **Respostas reprodutivas de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com diferentes fontes protéicas e lipídicas**. Tese de doutorado. (Programa de pós-graduação em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, 2007. 93p.
- PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A., et al. Alimentação de fêmeas de jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento embrionário e larval. **Ciência Rural**, vol.38, nº7, p.2011-2017, 2008.
- PEREIRA C.R., BARCELLOS L.J.G., KREUTZ L.C., et al. Embryonic and larval development of jundiá (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, 1824, Pisces, Teleostei), a South American catfish. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 66, p.1057-1063, 2006.
- PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., FRACALOSSO, D.M., et al. Nutrição de Peixes. In: CYRINO, J.E.P., URBINATI, E.C., FRACALOSSO, D.M., CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. TecArt, São Paulo, 2004. 533p.
- PIAIA, R; BALDISSEROTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 30, nº 3, p. 509-513, 2000.
- RADÜNZ NETO, J. Manejo alimentar-Nutrição. In: Baldisserotto, B. Radunz Neto, J. **Criação de jundiá**. Editora UFSM. Santa Maria, RS, 2004. 232p.
- REIDEL, A. **Níveis de energia e proteína na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*) criados em tanques-rede**. Tese apresentada ao programa de pós-graduação em aquicultura, do centro de aquicultura da Unesp, campus de Jaboticabal, 2007 (tese).
- REIDEL, A., BOSCOLO, W.R., FEIDEN, A., et al. The effect of diets with different levels of protein and energy on the process of final maturation of the gametes of *Rhamdia quelen* stocked in cages. **Aquaculture**, vol. 298, p. 354–359, 2010.
- RIBEIRO, P.A. P.; BRESSAN, M.C.; LOGATO, P; V.R., et al. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, vol.4, nº 2, p.436-455, 2007.
- SAMPAIO, A.M.B.M., KUBITZA, F., CYRINO, J.E.P. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.213-219, abr./jun. 2000
- SANCHES, E.A.; BAGGIO, D.M.; MARCOS, R.M., et al. Energia digestível na nutrição de reprodutores de jundiá cinza *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). XV EAIC e VI EPUEPG. **Anais do evento**. Agosto de 2006 (a).
- SANCHES, E.A., MARCOS, R.M., BAGGIO, D.M., et al. Desempenho reprodutivo de machos de jundiá cinza (*Rhamdia quelen*) (Quoy & Gaimard, 1824) submetidos a dietas contendo diferentes níveis de energia digestível. I SINPESCA, III SIMPESCA, VIII Semana acadêmica de Engenharia de Pesca. **Anais do evento**. Toledo, maio de 2006 (b).
- SARGENT, J.; MCEVOY, L.; ESTEVEZ, A. et al. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. **Aquaculture**, vol.179, p.217-229, 1999.
- SARGENT, J.R.; TOCHER, D.R.; BELL, J.G. The Lipids. In: Halver, J.E.; Hardy, R.W. **Fish Nutrition**, 3ed. Elsevier, 2002.
- SCHNEIDER, J.E. Energy balance and reproduction. *Physiology & Behavior*, vol. 81, p. 289– 317, 2004.
- SCHULZ, U.H. , LEUCHTENBERGER, C. Activity patterns of South American silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Brazilian Journal of Biology**. Vol. 66, n.2A, p.565-574, 2006.

- SCORVO FILHO, J.D. O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências. Texto apresentado no **Zootec 2004** – Zootecnia e o Agronegócio Brasília, 28 a 31 de maio de 2004.
- TURCHINI, G.M.; TORSTENSEN, B.E.; NG, W. Fish oil replacement in finfish nutrition. **Reviews in Aquaculture**, vol. 1, p. 10-57, 2009.
- TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. Oocyte growth and development in teleosts. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.287- 318, 1996.
- VASSALO-AGIUS, R.; WATANABE, T.; YOSHIKAWA, G. et al. Quality of eggs and spermatozoa of Rainbow trout fed an n-3 essential fatty acid-deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. **Fisheries Science**, v.67, p.818-827, 2001.
- VIEIRA, C.R., CABRAL, L.C., PAULA, A.C.O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1277-1283, jul. 1999.
- WEBSTER, C.A., LIM, C. introduction to fish nutrition. In: WEBSTER, C.A., LIM, C. **Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture**. CABI publishing, Wallingford, UK, 2002. 418p.
- WIEGAND, M.D. Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.259-286, 1996.
- ZANIBONI FILHO, E.; NUNER, A.P.O. Fisiologia da reprodução e Propagação artificial dos peixes. In: CYRINO, J.E.P; URBINATI, E.C; FRACALLOSSI, D.M., et al. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.

Níveis de energia digestível na alimentação de machos de jundiá (*Rhamdia quelen*)

Resumo: Foram avaliados o crescimento, morfologia dos hepatócitos, estágio de maturação e características seminais e espermáticas do jundiá (*Rhamdia quelen*). Os machos foram alimentados por 210 dias com rações peletizadas contendo 30% de proteína digestível (PD) e níveis de energia digestível (ED) correspondentes a 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 e 3.850 kcal ED. kg ração⁻¹. Foram avaliados o comprimento, o peso, o ganho de peso e o fator de condição. Entre os meses de outubro a fevereiro os machos foram induzidos hormonalmente e o sêmen coletado para avaliação dos parâmetros seminais (volume liberado e pH) e espermáticos (motilidade, velocidade, sobrevivência, concentração e normalidade espermática). Em fevereiro seis animais de cada tratamento foram eutanasiados e dissecados para a mensuração dos índices viscerossomático, hepatossomático, gonadossomático, e para caracterização histológica do estágio de maturação gonadal e mensuração da área média dos hepatócitos. Foram evidenciadas apenas alterações ($p < 0,05$) mensais dos parâmetros seminais que indicaram a ocorrência de um pico reprodutivo no final da primavera (novembro e dezembro). Rações peletizadas contendo 30% de proteína digestível e 2.850 kcal ED.kg⁻¹ de ração podem ser empregadas na alimentação de machos de jundiá sem que ocorra perdas sobre o desempenho reprodutivo.

Palavras-chave: CASA, fígado, histologia, nutrição, reprodução, sêmen

Digestible energy levels in feed to silver catfish (*Rhamdia quelen*) males

Abstract- It was studied the effect of the different digestible energy levels (ED) on animal performance, hepatic morphology and milt characteristics of silver catfish (*Rhamdia quelen*). The treatments were energy levels of 2,850; 3,100; 3,350; 3,600 e 3,850 kcal.kg feed, in diets containing 30% digestible protein. The fish were fed on pelleted diet with 2% body weight, two times a day (10:00h and 17:00h). The experiment was carried during 210 days (september/2009 to april/2010) and were evaluated, initial and final, length, weight, weight gain and condition factor. From October 2009 to February 2010 the males were induced by carp pituitary extract (2,5mg.kg male) for collect milt samples for evaluation sperm parameters of seminal volume and pH, moreover motility, velocity, survival, concentration and normality sperm. In february, six males in each treatment were killed to obtained, visceral, gonad and hepatossomatic index, also to histological characterization of maturation stages. Monthly variations on seminal parameters were observed ($p < 0,05$) and indicated a reproductive pike in the spring (November and December). It is recommend diets with 30% digestible protein and 2,850 kcal.kg⁻¹digestible energy to silver catfish (*Rhamdia quelen*) males.

Key-words: CASA, histology, liver, milt, nutrition, reproduction

Introdução

O jundiá cinza (*Rhamdia quelen*) é um siluriforme amplamente distribuído pela América do sul (Gomes et al., 2000). Em condições de criação apresenta-se como uma espécie rústica, de rápido crescimento e que aceita bem dietas artificiais (Parra et al., 2008). Além disso, possui alto rendimento de carcaça e sua carne é apreciada pelo sabor e textura (Baldisseroto, 2009). Mesmo apresentando tais características, o jundiá é produzido abaixo de suas potencialidades por desconhecimento de respostas biológicas às técnicas de criação (Gomes et al., 2000; Parra et al., 2008).

A nutrição e os processos reprodutivos são altamente relacionados (Schneider, 2004; Bombardelli et al., 2010) e a qualidade da prole está ligada diretamente ao estado nutricional dos reprodutores (Izquierdo et al., 2001; Bombardelli et al., 2009). A atenção quanto à qualidade dos gametas é geralmente voltada aos ovócitos e pouca atenção é direcionada aos gametas masculinos (Bombardelli et al., 2010). Todavia a qualidade do sêmen e dos espermatozóides também merece atenção especial, pois exerce grande influência sobre a produção de larvas saudáveis (Rurangwa et al., 2004).

Estudos relacionados com as exigências de energia digestível para peixes, tem sido realizadas em diferentes espécies e fases de criação (Pezzato et al., 2000; Boscolo et al., 2005; Navarro et al., 2006; Navarro et al., 2007). Contudo, informações precisas quanto às exigências de energia digestível para dietas de reprodutores de jundiá são inexistentes.

Sobre os efeitos nos machos, sabe-se que as dietas influenciam a produção e a qualidade espermática (Vassalo-Agius et al., 2001, Bombardelli et al., 2010) e seminal (Ferrell, 1991; Watanabe & Vassalo-Agius, 2003). Na tilápia do Nilo os níveis de energia das rações também promovem alterações na concentração e normalidade espermática (Bombardelli et al., 2010). Para o jundiá, os níveis de energia digestível das rações influenciaram o tempo em que os espermatozóides permaneceram em movimento após sua ativação (Sanches et al., 2006a).

Apesar do conhecimento sobre a importante relação entre a nutrição e a reprodução de peixes, existem poucas informações disponíveis a esse respeito (Izquierdo et al., 2001), especialmente no que se refere as espécies neotropicais.

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de níveis crescentes de energia digestível, sobre os índices de crescimento, índices reprodutivos e aspectos histológicos

do tecido hepático e testicular de machos de jundiá (*Rhamdia quelen*) ao longo do período reprodutivo.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Reprodução dos Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC-Unioeste), instalado no Centro de Pesquisas em Aqüicultura Ambiental (CPAA), Toledo, Paraná, Brasil, e no Laboratório de Histotécnica Animal da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil.

O trabalho foi conduzido durante 210 dias, no período de setembro de 2009 a abril de 2010. Foram utilizados 150 machos ($35,37 \pm 10,42\text{g}$; $16,5 \pm 1,70\text{cm}$) e 210 fêmeas ($33,26 \pm 9,62\text{g}$; $15,92 \pm 1,49\text{cm}$) de jundiá (*Rhamdia quelen*). Os peixes foram aleatoriamente alojados em 15 tanques escavados de área útil de 16 m^2 sob condições de temperatura e fotoperíodo natural. A temperatura da água dos tanques experimentais foi mensurada diariamente por meio de termômetro de mercúrio com precisão de $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Quinzenalmente foram mensurados o pH (Tecnal[®] Tec 5) e oxigênio dissolvido (YSI[®] 550A), ambos as 6:00h e as 16:00h.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, onde cada viveiro correspondeu a uma unidade experimental. Os animais foram alimentados com rações isoproteicas contendo 30% de proteína digestível e cinco diferentes níveis de energia digestível (ED), correspondentes a 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 e 3.850 kcal de ED.kg de ração⁻¹ (Tabela 1).

Previamente a formulação das rações, os ingredientes foram avaliados quanto à composição centesimal dos nutrientes e os valores de proteína e energia digestíveis foram calculados de acordo com Oliveira Filho e Fracalossi (2006). Para a fabricação das rações os alimentos foram triturados em moinho com peneira de 0,50 mm, misturados conforme as formulações (Tabela 1) e peletizadas (3 mm de diâmetro) conforme Meurer et al. (2005) e Bombardelli et al. (2010). As partidas de ração foram produzidas mensalmente e conservadas sob refrigeração ($\pm 5^\circ\text{C}$). Foi utilizada uma taxa de arrazoamento de 2% da biomassa ao dia. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (10h:00min e 17h:00min). A quantidade de ração fornecida foi corrigida quinzenalmente.

No início e no final do período experimental foram mensurados individualmente o peso e o comprimento dos animais. A partir destes dados foram calculados os parâmetros médios de comprimento padrão, peso corporal, ganho peso médio e fator de condição alométrico ($K = Pt/Cp^b$, onde Pt = peso total, Cp = Comprimento padrão, b = coeficiente angular da regressão entre Pt/Cp) (Vazzoler, 1996).

Tabela 1: Composição das rações experimentais contendo diferentes níveis de energia digestível fornecidas aos reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*).

Alimento (%)	Nível de energia (kcal de ED.kg ração ⁻¹)				
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850
Farinha integral de peixe ¹	30,53	30,57	30,99	31,41	31,82
Farelo de soja ¹	31,37	31,39	31,53	31,68	31,83
Milho ¹	32,94	32,47	27,93	23,40	18,86
Óleo de soja ¹	0,00	3,05	7,02	10,99	14,97
Inerte	2,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Suplemento mineral e vitamínico *	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal comum (NaCl)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Anti oxidante (BHT)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nutrientes					
Energia Bruta (kcal.kg)	4.054,89	4.326,91	4.547,72	4.768,52	4.989,33
Fibra bruta (%)	2,37	2,34	2,12	1,89	1,66
Proteína Bruta (%)	36,75	36,75	36,72	36,69	36,66
Proteína Digestível (%)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Matéria mineral (%)	6,18	6,18	6,20	6,23	6,24
Matéria seca (%)	89,43	89,51	89,97	90,43	90,89
Gordura (%)	4,47	7,48	11,31	15,13	18,96
Amido (%)	24,76	24,47	21,66	18,86	16,05
Cálcio (%)	1,48	1,48	1,50	1,52	1,54
Ácido linolêico	0,87	2,51	4,57	6,63	8,69
Lisina total	2,25	2,25	2,26	2,27	2,28

¹ Valores de digestibilidade para o jundiá segundo Oliveira filho & Fracalossi, 2006. *Composição básica: ácido fólico: 200mg, ácido pantotênico: 4.000mg; Biotina: 40 mg; Cobre: 2.000mg; Ferro: 12.500mg; Iodo:200mg; Manganês: 7.500mg; Niacina: 5.000mg; Selênio:70mg; Vitamina A: 1.000.000UI; Vitamina B1: 1.900mg; Vitamina B12: 3.500mg; Vitamina B2: 2.000mg; Vitamina B6: 2.400mg; Vitamina C: 50.000mg; Vitamina D3: 500.000UI; Vitamina E: 20.000UI; Vitamina K3: 500mg; Zinco:25.000mg.

Parâmetros seminais e espermáticos foram avaliados mensalmente entre os entre outubro de 2009 a fevereiro de 2010. Para tanto, foram selecionados aleatoriamente de cada unidade experimental os machos que liberavam sêmen quando submetidos à leve pressão abdominal (Bombardelli et al., 2006).

Estes reprodutores foram individualmente pesados e alojados em tanques de 1.000L, instalados em sistema de recirculação de água, dotados de aeração e controle

térmico da água ($24\pm 1,0^{\circ}\text{C}$). A manipulação reprodutiva consistiu de indução hormonal empregando extrato pituitário de carpa (EPC) (Woynarovich & Horvath, 1983), aplicado de forma intramuscular na região dorsal, em dose única contendo $2,5\text{mg EPC.kg de reprodutor}^{-1}$ (Bombardelli et al., 2006).

Após um período de 240 horas–grau (10 horas, água a 24°C), contadas a partir da aplicação hormonal (Sanches et al., 2010a), foi realizada a coleta individual do sêmen por meio de massagem abdominal no sentido céfalo–caudal (Sanches et al., 2011). No momento da coleta foram observados, subjetivamente, os parâmetros de coloração e viscosidade do sêmen. O volume de sêmen liberado foi mensurado por meio de tubos de ensaio graduados, com precisão de $0,1\text{mL}$.

O pH seminal foi mensurado imediatamente após a coleta por meio de papel de tornassol (Merck®). Para estas avaliações foram utilizadas amostras de $30\mu\text{L}$ de sêmen e a coloração resultante foi comparada a um padrão colorimétrico, em escala de 1-14. Em seguida o sêmen foi conservado sob refrigeração ($\pm 12^{\circ}\text{C}$) durante o período de tempo necessário para a realização das demais análises seminais e espermáticas (adaptado de Austuriano et al., 2001).

Os parâmetros de motilidade e velocidade espermática (velocidade em linha reta, velocidade curvilínea e velocidade média de deslocamento) foram avaliados pelo *Computer Assisted Sperm Analysis (CASA)*, adaptado para a espécie, utilizando-se intervalos de 1s de imagens (Sanches et al., 2010a), 10 segundos após o início da ativação espermática. Para tal, alíquotas de sêmen foram ativadas com água destilada mantendo a diluição de 1:750 μL e parcelas de $10\mu\text{L}$ do material diluído foram alocadas em câmara de Neubauer espelhada e visualizadas em microscópio óptico Nikon Eclipse E200® em aumento de 10x.

O índice de sobrevivência espermática foi mensurado pela contagem de pelo menos 200 células espermáticas em lâminas confeccionadas a partir do método de coloração eosina-nigrosina (Kavamoto & Fogli da Silveira, 1986; Bombardelli et al., 2006; Sanches et al., 2009; Bombardelli et al., 2010).

Para a mensuração da concentração espermática, amostras de $1\mu\text{L}$ de sêmen foram fixadas em $1.000\mu\text{L}$ de formol salino tamponado. A contagem das células espermáticas foi realizada em câmara hematimétrica de Neubauer (Wirtz & Steinmann, 2006).

O índice normalidade morfológica dos espermatozoides (Rurangwa et al., 2004; Streit Jr. et al., 2005) foi obtido pela avaliação de amostras de sêmen fixadas em solução

de formol salino tamponado. Os espermatozóides foram marcados pela coloração em Rosa de Bengala (Hafez & Hafez, 2004; Streit Jr. et al., 2004). O protocolo de coloração utilizou uma proporção de 1:50 (corante: material fixado em formol salino). Do material corado foram separadas amostras que foram alocadas em lâmina de vidro e cobertas com lamínula (Sanches et al. 2010b) nas quais foram contabilizados cerca de 300 espermatozóides, classificados em normais e não normais (CBRA, 1998; Kavamoto et al., 1999; Chenoweth, 2005; Streit Jr. et al., 2006).

No mês de fevereiro de 2010, seis machos de cada tratamento foram selecionados aleatoriamente e submetidos à eutanásia por meio de deslocamento da coluna cervical (CFMV, 2008), conforme protocolo experimental nº79/09 aprovado pelo comitê de ética na experimentação animal e aulas práticas (CEEAAP/Unioeste).

Os animais eutanasiados foram dissecados para a mensuração individual dos pesos corporal, das vísceras, do fígado e das gônadas. A pesagem foi realizada imediatamente após a dissecação. A partir destes dados foram calculados os índices viscerossomático (IVS), hepatossomático (IHS) (Bombardelli et al., 2009; Bombardelli et al., 2010) e gonadossomático (IGS) (Vazzoler, 1996).

Em seguida, testículos e fígados provenientes de dois machos de cada unidade experimental (n=6 para cada tratamento) foram separados para avaliação histológica. Os órgãos coletados foram fixados em solução de *Bouin* por 24 horas e em seguida transferidos para solução de álcool 70%. Para o processamento, o material foi desidratado pela passagem em séries crescentes de álcool, diafanizados em xilol e incluídos em parafina para obtenção de cortes transversais semi-seriados, com 5µm de espessura para testículo e 7µm de espessura para o fígado. Os cortes obtidos foram corados com Hematoxilina-Eosina (H.E).

Pelo menos cinco cortes de cada testículo foram analisados em microscópio óptico e classificados quanto ao estágio de maturação gonadal (Adaptado de Ghirardelli et al., 2007; Reidel et al., 2010) e em seguida calculado o percentual de machos maduros. Dos cortes de fígado, foram capturadas imagens em campos aleatórios nas regiões adjacentes aos vasos sanguíneos, onde foram mensuradas as áreas individuais de 200 hepatócitos. Dos valores obtidos, foi gerada a área média dos hepatócitos de cada um dos animais.

193 Para a avaliação dos dados, os resultados de ganho de peso médio, comprimento
194 médio, peso final médio, fator de condição foram avaliados por meio de análise de
195 variância para um fator (nível de ED na ração) (*one way anova*).

196 Quanto aos parâmetros reprodutivos dos machos, apenas o pH foi avaliado pela
197 análise de variância bi-fatorial (mês e nível de ED na ração), por não apresentar
198 variabilidade em todos os meses. As demais variáveis (volume seminal, sobrevivência,
199 concentração, morfologia e normalidade espermática) foram submetidas à análise de
200 variância de medidas repetidas que considerou os níveis de energia e os meses
201 avaliados. Índices dados em percentual como motilidade, sobrevivência e normalidade
202 espermática foram transformados em arco seno da raiz quadrada. Os dados de
203 velocidade (velocidade média de deslocamento, velocidade em linear e velocidade
204 curvilínea) foram submetidos à análise de componentes principais (PCA) e
205 correlacionadas entre si. Verificada a correlação, foi gerado um fator comum que foi
206 submetido à análise de variância de medidas repetidas, como os demais parâmetros.

207 O percentual de machos maduros e a área média dos hepatócitos foram
208 submetidos à análise de variância para um fator. Para as análises foi aplicado o teste de
209 Tukey, com nível de um nível de 5% de significância (Gotelli & Ellison, 2004). Para a
210 realização dos procedimentos estatísticos foi utilizado o software *Statistica 7.0*®.

211

Resultados e discussão

Os parâmetros físicos e químicos da água não apresentaram diferença entre os tratamentos ($p>0,05$). A temperatura média durante o período experimental foi de $22,4\pm 2,1$ °C e o oxigênio dissolvido de $4,31\pm 2,1$ mg/L. O pH da água apresentou média de $6,8\pm 0,4$. Todas as variáveis físico-químicas da água avaliadas permaneceram nos níveis recomendados para o adequado crescimento da espécie (Baldiasserotto & Radünz Neto, 2004).

Não foi verificado efeito significativo ($p>0,05$) dos tratamentos sobre os parâmetros de comprimento padrão, peso corporal e ganho de peso (Tabela 2). Em outras fases de criação, Bomfim et al. (2005) não observaram efeito dos níveis de energia testados sobre os parâmetros zootécnicos de alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). Por outro lado, Navarro et al. (2010) evidenciaram efeito quadrático dos níveis energéticos sobre o peso corporal (valores médios de 9,45 até 17,45g) de fêmeas de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), contudo o comprimento final não foi afetado.

Bombardelli et al (2009) e Bombardelli et al., (2010) não observaram efeito dos níveis energéticos sobre o desempenho zootécnico de reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Do mesmo modo, Sanches et al. (2006b) utilizando níveis crescentes de energia digestível, em dietas isoproteicas, não verificaram efeito sobre o desempenho zootécnico em reprodutores de jundiá.

O fator de condição final e os índices somáticos dos machos não foram influenciados ($p>0,05$) pelos níveis de energia das rações (Tabela 2). Ausência de efeito sobre os índices somáticos foi observada por Bombardelli et al. (2010) para machos de tilápia do Nilo submetidos a níveis crescentes de energia.

Tanto o índice gonadossomático como o fator de condição são comumente utilizados como parâmetros indicativos de atividade reprodutiva (Vazzoler, 1996; Andrade et al., 2010). Para o jundiá, Barcellos et al. (2002) observaram o aumento do índice gonadossomático relacionado ao pico de maturação gonadal dos animais, onde o aumento da massa testicular coincide com o aumento da produção de testosterona. Assim, o aumento deste índice ocorre basicamente pelo aumento do testículo, que é atribuído à proliferação do epitélio germinativo (Schulz et al., 2010).

O índice hepatossomático e a área média dos hepatócitos não sofreram efeito ($p>0,05$) dos níveis energéticos das rações (Tabela 2). Alterações hepáticas promovidas

pelas dietas são relatadas para peixes cultivados. Alguns exemplos são o aumento do diâmetro celular dos hepatócitos (Caballero et al., 1999), presença de vacúolos intracelulares e ocorrência de quadros de esteatose (Caballero et al., 2004; Bolla et al., 2011). Ainda, testando níveis energéticos das rações para reprodutores, Bombardelli et al. (2010) verificaram relação diretamente proporcional entre o aumento dos níveis energéticos das rações e a deposição lipídica nos hepatócitos de machos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tabela 2: Parâmetros zootécnicos, índices somáticos e área média hepatócito de machos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia digestível.

Variável	Energia digestível na ração (kcal ED.kg ração ⁻¹)					p
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850	
PMI (g)	35,54±0,86	36,64±0,54	35,06±0,73	35,01±0,49	35,14±0,52	0,49
CMI(g)	12,95 ± 0,13	13,06 ± 0,10	13,03 ± 0,09	12,99 ± 0,24	12,96 ± 0,19	0,99
PMF (g)	191,86±21,3	196,29±20,72	151,58±44,21	166,57±14,41	149,89±32,51	0,21
CMF(g)	21,21 ± 0,52	21,05 ± 0,32	19,63 ± 0,84	20,11 ± 0,15	19,44 ± 0,58	0,13
GPM(g)	156,0±11,41	159,66±12,41	116,51±24,99	131,56±8,79	114,74±19,63	0,24
FCi	6,98±3,27	5,02±2,06	10,02±6,74	6,53±0,14	9,19±1,53	0,85
FCf	1,49±0,44	2,68±0,9	1,69±0,19	1,28±0,53	2,43±1,9	0,82
IVS (%)	10,85±1,28 (n=6)	9,89±1,22 (n=6)	9,81±0,66 (n=6)	9,72±0,95 (n=6)	9,24±0,67 (n=6)	0,84
IHS(%)	0,95±0,06 (n=6)	0,86±0,05 (n=6)	0,86±0,05 (n=6)	0,79±0,05 (n=6)	0,77±0,03 (n=6)	0,08
IGS(%)	7,32±1,28 (n=6)	5,29±1,2 (n=6)	4,74±0,68 (n=6)	4,73±1,16 (n=6)	4,87±0,58 (n=6)	0,35
Hp(µm ²)	65,07±3,56	62,81±3,13	58,82±2,47	55,32±1,89	53,34±4,43	0,13

Média±erro padrão da média. PMI=Peso médio inicial; PMF=Peso médio final; GPM=ganho de peso médio; CMI=comprimento padrão médio inicial; CMF=comprimento padrão médio final; FCi=fator de condição inicial; FCf=fator de condição final; IVS=índice viscerossomático; IHS=índice hepatossomático; IGS=índice gonadossomático; Hp=Área média do hepatócito.

Quanto aos parâmetros seminais e espermáticos, as amostras de sêmen apresentaram coloração branca e aspecto viscoso, características observadas também por Borges et al. (2005) para a mesma espécie. A análise de variância revelou que o volume e o pH seminal e os parâmetros espermáticos de motilidade, de velocidade, de concentração, de sobrevivência e de normalidade não foram influenciados pelos níveis de energia das rações (p>0,05) (Tabela 3).

Por outro lado, exceto o pH seminal e a concentração espermática ($p>0,05$), as demais variáveis seminais e espermáticas foram influenciadas ($p<0,05$) pelo tempo ao longo do período reprodutivo (Tabela 4).

Tabela 3: Parâmetros seminais e espermáticos, e percentual de machos maduros de jundiás (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo níveis crescentes de energia digestível.

Variável	Energia digestível na ração (kcal ED.kg ração ⁻¹)					p
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850	
♂Mat (%)	50±0,00	66,67±16,67	66,67±16,67	66,67±33,33	66,67±16,67	0,96
pH	8,02±0,02	8,0±0,00	7,98 ±0,02	8,06 ±0,04	8,02±0,02	0,26
VR(mL.kg ⁻¹)	58,77±7,37	56,80±8,34	55,34±6,74	45,55±7,81	50,13±6,53	0,47
Nor (%)	70,4±4,66	72,56±2,37	72,62±3,03	70,48±2,69	71,41±2,82	0,89
Sob (%)	95,9±1,5	98,05±0,39	97,75±0,36	97,82±0,79	98,51±0,3	0,08
Mot (%)	73,43±6,41	84,96±3,56	83,4±3	80,0±4,5	76,9±4,88	0,11
Vel (µm.s ⁻¹)	53,72±2,21	57,96±1,99	58,28±2,03	46,73±1,7	45,57±1,34	0,27
Conc (spz.mL ⁻¹)	3,35x10 ¹⁰ ±2,45x10 ⁰⁹	4,27x10 ¹⁰ ±3,48x10 ⁰⁹	3,75x10 ¹⁰ ±3,69x10 ⁰⁹	3,93x10 ¹⁰ ±4,04x10 ⁰⁹	3,38x10 ¹⁰ ±3,59x10 ⁰⁹	0,41

Valores apresentados em média±erro padrão da média. Mat=machos maduros; VR=volume relativo; spz=espermatozoides; Nor=normalidade espermática; Sob=índice de sobrevivência espermática; Mot=motilidade espermática; Vel=velocidade espermática; Conc=concentração espermática.

Tabela 4: Valores mensais de parâmetros seminais e espermáticos do jundiá (*Rhamdia quelen*) ao longo do período reprodutivo.

Parâmetro	Mês					p
	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	
n	15	15	30	60	60	-
pH	nc	8±0	8,04±0,03	8,03±0,03	8±0	0,58
VR(mL.kg ⁻¹)	15,94±2,61 ^c	40,76±4,40 ^b	76,94±5,44 ^a	75,4±4,06 ^a	57,57±4,70 ^b	0,00
Conc (spz.mL ⁻¹)	3,83x10 ¹⁰ ±5,35x10 ⁹	3,96x10 ¹⁰ ±4,36x10 ⁹	4,33x10 ¹⁰ ±2,35x10 ⁹	3,17x10 ¹⁰ ±1,89x10 ⁹	3,4x10 ¹⁰ ±1,61x10 ⁹	0,08
Nor (%)	56,25±4,16 ^d	79,99±1,06 ^{ab}	68,8±1,28 ^c	71,72±1,19 ^{bc}	80,71±1,47 ^a	0,00
Sob (%)	98,5±0,24 ^{ab}	95,53±1,45 ^b	99,03±0,29 ^a	97,96±0,34 ^{ab}	97,02±0,79 ^{ab}	0,00
Mot (%)	74,47±6,23 ^c	93,52±0,85 ^a	90,24±2,34 ^{ab}	77,9±3,22 ^{bc}	62,57±3,62 ^c	0,00
Vel(µm.s ⁻¹)	50,32±2,09 ^b	53,43±1,89 ^a	53,39±2,09 ^a	53,16±2,15 ^b	51,97±1,94 ^b	0,00

Valores apresentados em média±erro padrão da média. Letras iguais na mesma linha representam médias semelhantes pelo teste de Tukey ($p\leq0,05$). nc= dado não coletado. VR= volume relativo; Conc=concentração espermática; spz=espermatozoides; Nor=Normalidade espermática; Sob=índice de sobrevivência espermática; Mot=motilidade espermática; Vel=velocidade espermática.

Assim como outros fatores, o pH está diretamente envolvido com o início da ativação espermática (Alavi & Cosson, 2005). Em truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) o pH extracelular (plasma seminal) controla, em partes, o processo de ativação espermática pela interferência sobre a atividade hidrolítica do ATP (Woolsey & Ingermann, 2003). Dessa maneira, é importante que dietas formuladas não modifiquem os valores de pH seminal, para que o padrão específico deste parâmetro não sofra alteração.

Em relação ao volume seminal, os valores observados no presente experimento foram superiores aos obtidos por Carneiro e Mikos (2008) que testando diversos indutores hormonais obtiveram valores que variaram de 4,0 a 38,8 mL de sêmen.kg⁻¹ de reprodutor. Sob o mesmo protocolo de indução hormonal utilizado no presente trabalho, Bombardelli et al. (2006) observaram volume de 36,0±8,0 mL de sêmen.kg de reprodutor⁻¹. A variação quanto a produção seminal pode estar relacionada com fatores como protocolo de indução hormonal (Viveiros et al., 2002; Godinho, 2007), época do ano e idade e estágio de maturação do reprodutor.

A concentração espermática média, nos tratamentos, variou de 3,35x10¹⁰±2,45x10⁰⁹ a 4,27x10¹⁰±3,48x10⁰⁹ espermatozóides.mL⁻¹ (Tabela 3). Normalmente a concentração espermática é reduzida pelo processo de indução hormonal, devido ao aumento do volume seminal (Godinho, 2007). Observações feitas por Borges et al. (2005), com exemplares selvagens, sem indução hormonal, demonstram que o jundiá apresenta concentrações espermáticas de 5,0±1,2x10¹⁰ e 6,6±3,6x10¹⁰ espermatozóides/mL de sêmen, nos períodos de inverno e primavera, respectivamente. Para animais criados em cativeiro e induzidos hormonalmente, são reportados valores inferiores a 2x10¹⁰ espermatozóides.mL de sêmen⁻¹ (Sanches et al., 2006a; Bombardelli et al., 2006) a até 4,5± 1,57x10¹⁰ espermatozóides.mL de sêmen⁻¹ (Sanches et al., 2010a). Estes resultados evidenciam uma alta variação intraespecífica deste parâmetro nas populações, o que pode estar associado a fatores como o protocolo de indução hormonal, método e frequência das coletas e, principalmente, o período do ano em que foram coletadas as amostras.

A concentração espermática é geralmente utilizada para caracterização do sêmen (Billard et al., 1995). Este é um aspecto importante nos processos relacionados à reprodução artificial, visto a sua importância como o primeiro parâmetro a ser

considerado para estimativa de doses inseminantes (Chereguini et al., 1999; Bombardelli et al., 2006; Sanches et al., 2009).

A morfologia espermática apresentou variação mensal ($p<0,05$) (Tabela 4). As maiores médias de normalidade foram observadas nos meses de novembro e fevereiro ($p<0,05$) (Tabela 4). Por outro lado, os níveis energéticos das rações não influenciaram ($p>0,05$) o índice de normalidade espermática (Tabela 3). Bombardelli et al. (2006) verificaram índices de 66,9% de espermatozóides normais, valores similares aos encontrados no presente experimento.

O parâmetro de morfologia espermática ainda é pouco explorado e sua influência sobre o processo de reprodução artificial em peixes neotropicais ainda é pouco compreendida. Contudo, exerce influência sobre a velocidade espermática de “atlantic cod” (*Gadus morhua*) (Tuset et al., 2008b). Além disso, a presença de deformidades espermáticas parece influenciar, também, os parâmetros de motilidade e a capacidade de fertilização (Rurangwa et al., 2004).

O índice de sobrevivência espermática não foi alterado ($p>0,05$) pelos níveis de energia das rações (Tabela 3). Bombardelli et al. (2010) verificou efeito semelhante deste parâmetro quando alimentaram machos de tilápia do Nilo com distintos níveis de energia digestível. Por outro lado, o índice de sobrevivência espermática variou ao longo dos meses ($p<0,05$).

A motilidade média observada foi mais baixa ($p<0,05$) em outubro, seguida de uma alta durante os meses de novembro e dezembro (Tabela 4). Em janeiro foi verificada a redução ($p<0,05$) do percentual de células móveis que se prolongou até fevereiro (Tabela 4), quando foram registradas as menores taxas ($p<0,05$). A motilidade é o principal parâmetro avaliado para inferir qualidade espermática (Billard et al., 1995; Alavi & Cosson, 2005) e os altos valores verificados neste experimento permitem afirmar que as dietas utilizadas não promoveram efeito deletério sobre a qualidade dos espermatozóides.

Os valores médios de motilidade espermática no sêmen de jundiá variaram de $62,57\pm3,62$ a $93,52\pm0,85$ ao longo do período experimental. Outros trabalhos com a mesma espécie reportam percentuais de motilidade espermática de 60 a 80% (Fogli Silveira et al., 1985) e de 72,5 a 88,3% (Ferreira et al., 2001). Utilizando análise computadorizada, para esta mesma espécie e também em animais confinados, Sanches et al. (2010a) verificou valores médios de 65,37 % de motilidade.

Fazendo um comparativo dos valores reportados, com os encontrados no trabalho, pode-se sugerir um padrão de motilidade para a espécie entre 70 e 80% de células móveis.

Dentre os parâmetros de motilidade espermática, foram ainda avaliados três tipos de velocidade: Velocidade curvilínea (VCL), velocidade em linha reta (VLR) e velocidade média de deslocamento (VMD) que se apresentaram de forma altamente correlacionada ($r=78$, $r=94$, $r=94$) e por isso foram analisadas de forma agrupada. O fator resultante, através da análise de componentes principais (PCA), foi uma combinação linear denominada velocidade espermática dada pela equação:

$$VE = -0,566VCL - 0,598VMD - 0,566VLR$$

Onde: VE= Velocidade espermática; VCL= velocidade curvilínea; VMD=Velocidade média de deslocamento; VLR= velocidade em linha reta.

Não foi verificado efeito dos níveis de energia das rações sobre a velocidade espermática ($p>0,05$) (Tabela 3), entretanto a variação mensal foi significativa ($p<0,05$), sendo os meses de janeiro e fevereiro os que apresentaram médias mais baixas (Tabela 4). Apesar de a velocidade espermática sugerir importante relação sobre a fertilidade dos espermatozóides, como observado por Tuset et al. (2008b) para a truta arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), mais estudos são necessários para elucidar sua influência.

O último aspecto avaliado foi o estágio de maturação gonadal. Macroscopicamente os testículos apresentam-se em órgãos pares, volumosos, esbranquiçados e com muitas projeções, em forma de franjas (Figura 1) Estas características são comumente encontradas em siluriformes (Santos et al., 2001; Andrade et al., 2010). Microscopicamente, observou-se um epitélio germinativo irrestrito, ou seja, não é observado um padrão direcional de maturação ou de migração dos cistos (Schulz et al., 2010), e foram visualizados cistos de diferenciação nos diversos estágios de maturação (espermatogônia, espermatócito, espermátide e espermatozóides) distribuídos de forma aleatória pelo órgão (Figura 1).

A maioria dos animais avaliados foram classificados como “maturos” e o estágio de maturação não foi influenciado ($p>0,05$) pelos níveis energéticos das rações (Tabela 3). A predominância de animais neste estágio (maturos) (Tabela 3) justifica a

abundância de espermatozóides e o afrouxamento do tecido que envolvia os cistos (Figura 1). Devido à época da amostragem (fevereiro), não foram observados animais imaturos ou em estágio de regressão gonadal, e por se tratar da primeira maturação, não foram visualizados cistos de reabsorção ou espermatozóides residuais.

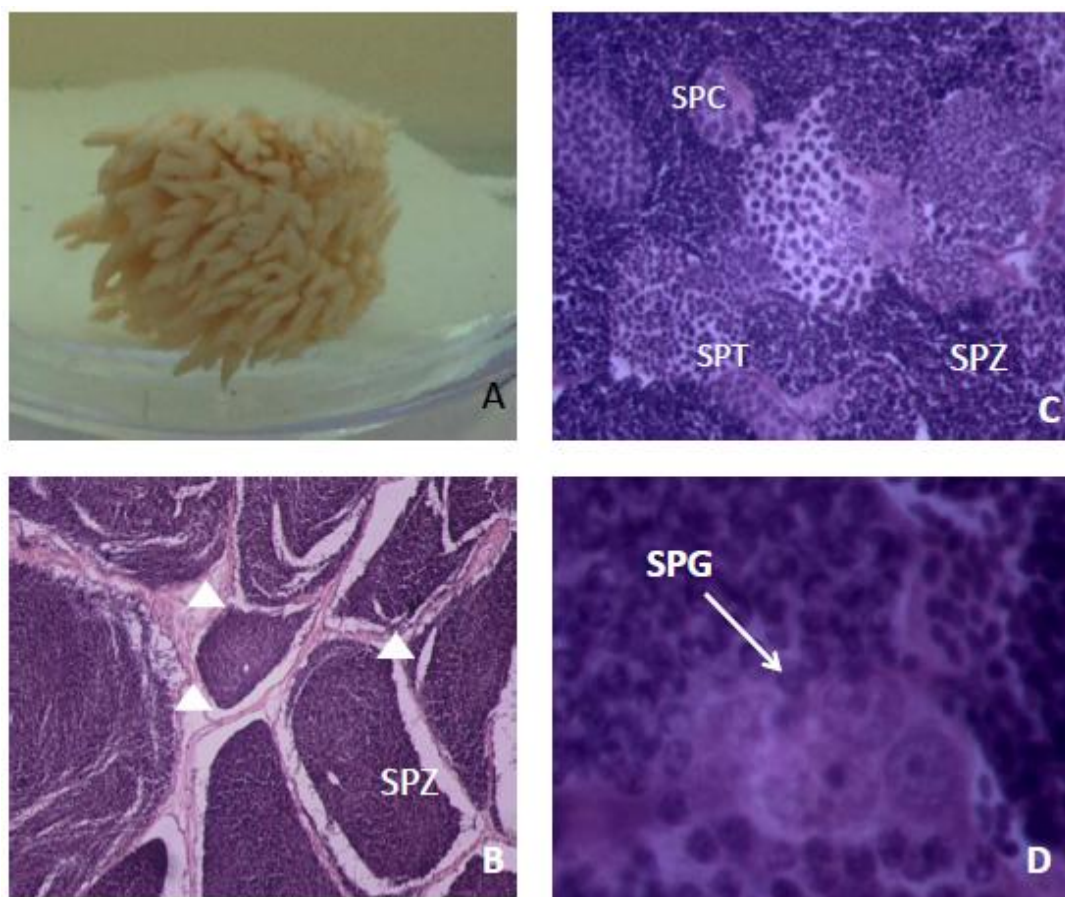


Figura 1: Testículo de jundiá. Coloração: Hematoxilina:Eosina. A: Projeções testiculares (franjas); B: cistos contendo espermatozóides (SPZ) e afrouxamento do envoltório (Δ) 400x; C: Cistos de diferenciação: espermatócitos (SPC), espermátides (SPT) e espermatozóides (SPZ), 400x; D: Ninho de espermatogônias (SPG) 1.000x.

A qualidade do sêmen é definida como a capacidade do sêmen em fertilizar de maneira eficiente os ovócitos e muitos parâmetros seminais são utilizados como indicadores desta capacidade. Os comumente utilizados são densidade, osmolaridade, composição química e pH seminal, além de atividade enzimática, concentração, morfologia e motilidade espermática (Rurangwa et al., 2004). Nos animais experimentais, além de uma alta produção de sêmen (volume) e de células espermáticas (concentração espermática), os espermatozóides produzidos apresentaram-se com

poucas alterações e com altas taxas de motilidade. Revelando a qualidade do sêmen produzido pelos machos da espécie.

Os estágios de maturação testicular verificados ao final do período reprodutivo (fevereiro), em especial a ausência de animais em estágio de regressão, indicam um processo contínuo de diferenciação celular, que ocorre de maneira satisfatória nas condições do cativeiro.

De maneira geral, os níveis energéticos das rações não afetaram o desempenho zootécnico, tão pouco o desempenho reprodutivo dos peixes. Estes resultados sugerem que o emprego de rações contendo os menores níveis de energia digestível (2.850 kcal ED.kg de ração⁻¹) promovam índices produtivos e reprodutivos satisfatórios com um menor custo de produção.

Conclusão

O pico reprodutivo dos machos ocorre no final da primavera e, dentro do período reprodutivo recomenda-se a utilização de rações isoproteicas contendo 30% de proteína digestível e 2.850 kcal de energia digestível.kg de ração⁻¹.

Referências Bibliográficas

- ALAVI, S.M.H., COSSON, J. Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a review. **Cell Biology International**, vol 29, p.101-110, 2005.
- ANDRADE, V.X.L., HONJI, R.M., ROMAGOSA, E.. Processo de maturação das gônadas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentado com dois níveis proteicos e suplementados com óleo de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.332-342, 2010.
- ASTURIANO, J.F.; SORBERA, L.A.; CARRILO, M. et al. Reproductive performance in male European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) fed two PUFA – enriched experimental diets: a comparison with males fed a wet diet. **Aquaculture**, vol.194, p.173–190, 2001.
- BALDISSEROTO, B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.291-299, jan-fev, 2009.
- BALDISSEROTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**, Santa Maria: Editora UFSM, 2004. 232p.
- BARCELLOS, L.J.G., WASSERMANN, J.F., SCOTT, A.P., et al. Plasma steroid concentrations in relation to the reproductive cycle of cultured male *Rhamdia quelen*. **Journal of Fish Biology**, vol. 61, p. 751–763, 2002.
- BILLARD, R.; COSSON, J.; CRIM, L.W. et al. Sperm physiology and quality. In: BROMAGE, N. R.; ROBERTS, R. J. (Ed.) **Broodstock management and egg and larval quality**. London: Blackwell Science Ltd, 1995. p.25-52.
- BOLLA, S., NICOLAISEN, O., AMIN, A. Liver alterations induced by long term feeding on commercial diets in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) females. Histological and biochemical aspects. **Aquaculture**, v. 312, p.117-125 2011.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M., et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1391-1399, 2009.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M., et al. Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.941-949, 2010
- BOMBARDELLI, R.A.; MÖRSCHBÄCHER, E.F.; CAMPAGNOLO, R., et al. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimardm, 1824). **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, nº 4, p.1251-1257, 2006.
- BOMFIM, M.A.D., LANNA, E.A.T., SERAFINI, M.A., et al. Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus affinis*) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1795-1806, 2005.
- BORGES, A. SIQUEIRA, D.R., JURINITZ, D.F., et al. Biochemical composition of seminal plasma and annual variations in semen characteristics of jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, Pimelodidae). **Fish Physiology and Biochemistry**, vol. 31, p.45–53, 2005.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. et al. Energia digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1813-1818, 2005.

- CABALLERO, M.J., IZQUIERDO, M.S., KJØRSVIK, E., et al. Histological alterations in the liver of sea bream, *Sparus aurata* L., caused by short- or long-term feeding with vegetable oils. Recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. **Journal of Fish Diseases**, vol. 27, p.531–541, 2004.
- CABALLERO, M.J., LÓPEZ-CALERO, G., SOCORRO, J., et al. Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, vol. 179, p. 277–290, 1999.
- CARNEIRO, P.C.F., MIKOS, J.D. Gonadotrofina coriônica humana e hormônio liberador de gonadotrofina como indutores da reprodução do jundiá. **Acta Scientiarum. Animal Science**. Maringá, v. 30, n. 3, p. 345-350, 2008.
- CFMV- Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução nº 876, de 15-02-2008, publicada no DOU de 25-02-2008. Seção 1, pág. 100.
- CHENOWETH, P.J. Genetic sperm defects. **Theriogenology**, vol. 64, p.457-468, 2005.
- CHEREGUINI, O., GARCIA DE LA BANDA, I., RASINES, I., et al. Artificial fertilization in Turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): different methods and determination of the optimal sperm-egg ratio. **Aquaculture research**, vol. 30, p. 314-324, 1999.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed. Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p.
- FERREIRA, A. A.; NUÑER, A. P. de O.; LUZ, R. K. et al.,. Avaliação qualitativa e quantitativa do sêmen de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, vol. 27, nº 1, p. 57-60, 2001.
- FERRELL, C.L. Nutritional influences on reproduction. In: CUPPS, P.T. (Ed.) **Reproduction in domestic animals**. 4.ed. London: Academic Press, 1991. p.577-604.
- FOGLI DA SILVEIRA, W. KAVAMOTO, E.T., NARAHARA, M.Y. Avaliação da qualidade enciopreservação em forma de pellets do sêmen do bagre *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840). **Boletim do Instituto de Pesca**, volume 12, n.4, p.7-11, 1985.
- GHIRALDELLI, L., MACHADO, C., FRACALOSSO, D.M., et al. Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região sul do Brasil **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 349-356, 2007.
- GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à asquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de reprodução animal**. Vol. 31, n.3, p.351-360, Belo Horizonte, 2007.
- GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A. R.C; BALDISSEROTTO, B. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae) **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 30, nº 1, p. 179-185, 2000.
- GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **A primer of ecological statistics**. Sunderland: Sinauer Press, 2004, 479 p.
- HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. **Reprodução Animal** 7. Ed. Barueri: Original Renato Campanarut Barnabe, 2004. 509p.
- IZQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of broodstock nutrition reproductive performance of fish. **Aquaculture**, vol. 197, p. 25-42, 2001.
- KAVAMOTO E.T.; FOGLI DA SILVEIRA W. Características físicas, químicas e microscópicas do sêmen do bagre, *Rhamdia hilarii* (Valenciennes, 1840) em condições de campo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, vol. 13, p.95-100, 1986.

- 523 KAVAMOTO, E.T.; BARNABÉ, V.H.; CAMPOS, B.E.S., et al. Anormalidades
524 morfológicas nos espermatozoides do curimatá, *Prochilodus scrofa*
525 (Steindachner, 1881) (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). **Boletim**
526 **do Instituto de Pesca**, São Paulo, vol. 25, p. 61 - 66, 1999.
- 527 MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C. et al. Grau de moagem dos
528 alimentos em rações para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o
529 período de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, v.27, n.1, p.81-85, 2005.
- 530 NAVARRO, R.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia digestível
531 da dieta sobre o desempenho de piaçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-
532 larval. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.109-114, 2007.
- 533 NAVARRO, R. D., MALDONADO, I.R.S.C., MATTA, S.L.P., et al. Associação do
534 nível de energia digestível no comprimento total, peso das gônadas e índice
535 gonadossomático de fêmeas de Piaçu ("*Leporinus macrocephalus*", SPIX 1829)
536 em estágio pós-larval. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11,
537 n.1, p 242-251 jan/mar, 2010.
- 538 NAVARRO, R.D., MATTA, S.L.P., LANNA, E.A.T, et al. Níveis de energia digestível
539 na dieta de piaçu (*Leporinus macrocephalus*) no desenvolvimento testicular em
540 estágio pós-larval. **Zootecnia Tropical**, v.24, n.2, p.153-163, 2006.
- 541 OLIVEIRA FILHO, P.R.C., FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade
542 aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**.
543 Vol.35, n.4, p.1581-1587, 2006 (supl.)
- 544 PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A., et al. Alimentação de
545 fêmeas de jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento
546 embrionário e larval. **Ciência Rural**, vol.38, nº7, p.2011-2017, 2008.
- 547 PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., FRACALOSSO, D.M., et al. Nutrição de Peixes. In:
548 CYRINO, J.E.P., URBINATI, E.C., FRACALOSSO, D.M., CASTAGNOLLI, N.
549 **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. TecArt, São
550 Paulo, 2004. 533p.
- 551 REIDEL, A., BOSCOLO, W.R., FEIDEN, A., et al. The effect of diets with different
552 levels of protein and energy on the process of final maturation of the gametes of
553 *Rhamdia quelen* stocked in cages. **Aquaculture**, vol. 298, p. 354–359, 2010.
- 554 RURANGWA, E., KIME, D. E., OLLEVIER, F., et al. The measurement of sperm
555 motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, vol.
556 234, p. 1–28, 2004.
- 557 SANCHES, E.A. BOMBARDELLI, R.A., BAGGIO, D.M., et al. Dose inseminante
558 para fertilização artificial de ovócitos de dourado. **Revista Brasileira de**
559 **Zootecnia**, v.38, n.11, p.2091-2098, 2009.
- 560 SANCHES, E.A., BOMBARDELLI, R.A., MARCOS, R.M., et al. Sperm motility of
561 *Rhamdia quelen* studied using computer-assisted analysis by open-source
562 software. **Aquaculture Research**, p.1-4, 2010 (a).
- 563 SANCHES, E.A., MARCOS, R.M., BAGGIO, D.M., et al. Desempenho reprodutivo de
564 machos de jundiá cinza (*Rhamdia quelen*) (Quoy & Gaimard, 1824) submetidos a
565 dietas contendo diferentes níveis de energia digestível. I SINPESCA, III
566 SIMPESCA, VIII Semana acadêmica de Engenharia de Pesca. **Anais do evento**.
567 Toledo, maio de 2006 (a).
- 568 SANCHES, E.A.; BAGGIO, D.M.; MARCOS, R.M., et al. Energia digestível na
569 nutrição de reprodutores de jundiá cinza *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard,
570 1824). XV EAIC e VI EPUEPG. **Anais do evento**. Agosto de 2006 (b).

- 571 SANCHES, E.A.; BAGGIO, D.M.; PIANA, P. A.; SOUZA, B.E.; BOMBARDELLI,
572 R.A. Artificial fertilization of oocytes and sperm activation in pacu: effects of the
573 spermatozoa:oocyte ratio, water volume, and *in natura* semen preservation,
574 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.1-6, 2011.
- 575 SANTOS, J.E., BAZZOLI, N., RIZZO, E. et al. Morphofunctional organization of the
576 male reproductive system of the catfish *Iheringichthys labrosus* (LuÈtken, 1874)
577 (Siluriformes:Pimelodidae). **Tissue & Cell**, vol.3, n.5, p.533±540, 2001.
- 578 SCHNEIDER, J.E. Energy balance and reproduction. **Physiology & Behavior**, vol. 81,
579 p. 289– 317, 2004
- 580 SCHULZ, R.W., FRANÇA, L.R., LAREYRE, J., et al. Spermatogenesis in fish.
581 **General and Comparative Endocrinology**, vol 165, p. 390–411, 2010.
- 582 STREIT JR., D.P.; MORAES, G.V.; RIBEIRO, R.P. et al. Effects of three different
583 sources of pituitary extract on gonadal inducer in male and female pacu (*Piaractus*
584 *mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Science**, vol.27, n° 4, p.439-447,
585 2005.
- 586 STREIT JR., D.P.; RIBEIRO, R.P.; MORAES, G.V. et al. Características qualitativas
587 do sêmen de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) após indução hormonal. **Bioscience**
588 **Journal**, vol.22, n° 3, p.119-125, 2006.
- 589 STREIT JR.D.P.; MORAES G.V.; RIBEIRO R.P., et al. Avaliação de diferentes
590 técnicas para coloração de sêmen de peixes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e**
591 **Zoologia**. UNIPAR, vol. 7, p.157-162, 2004.
- 592 TUSET, V.M., DIETRICH, G.J., VOJTCZAK, M., et al. Relationships between
593 morphology, motility and fertilization capacity in rainbow trout (*Oncorhynchus*
594 *mykiss*) spermatozoa. **Journal of Applied Ichthyology**. Vol.24p.393–397, 2008b.
- 595 TUSET, V.M., TRIPPEL, E.A., MONSERRAT, J. Sperm morphology and its influence
596 on swimming speed in Atlantic cod. **Journal of Applied Ichthyology**, vol. 24,
597 p.398–405, 2008a.
- 598 VASSALO-AGIUS, R.; WATANABE, T.; YOSHIZAKI, G. et al. Quality of eggs and
599 spermatozoa of Rainbow trout fed an n-3essential fatty acid-deficient diet and its
600 effects o the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. **Fisheries**
601 **Science**, v.67, p.818-827, 2001.
- 602 VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática.
603 Maringá: EDUEM, 1996. 169p.
- 604 VIVEIROS, A.T.M., FESSEHAYE, Y., TER VELD, M., et al. Hand-stripping of semen
605 and semen quality, after maturational hormone treatment, in African catfish
606 (*Clarias gariepinus*). **Aquaculture**, vol 213, p. 373-386, 2002.
- 607 WATANABE, T.; VASSALO-AGIUS, R. Broodstock nutrition research on marine
608 finfish in Japan. **Aquaculture**, v.227, p.35-61, 2003.
- 609 WIRTZ S.; STEINMANN P. Sperm characteristics in perch *Perca fluviatilis* L. **Journal**
610 **of Fish Biology**, vol. 68, p.1896-1902, 2006.
- 611 WOOLSEY, J., INGERMANN, R.L. Acquisition of the potential for sperm motility in
612 steelhead (*Onconhychus mikiss*): effect of pH on dynein ATPase. **Fish physiology**
613 **and biochemistry**, vol 29, p. 47-56, 2003.
- 614 WOYNAROVICH E.; HORVATH L. **A propagação artificial de peixes de águas**
615 **tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983. 225p.

Crescimento, aspectos reprodutivos e morfologia dos hepatócitos de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia digestível

Resumo: O presente experimento avaliou os desempenhos zootécnico e reprodutivo, além de aspectos histológicos do fígado e gônadas de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível (ED). Os reprodutores foram alojados em tanques escavados sob condições de fotoperíodo e temperatura natural. Os peixes foram alimentados por 210 dias com cinco diferentes rações isoproteicas, contendo 30% de proteína digestível (PD) e níveis de energia digestível correspondentes a 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 e 3.850 kcal de ED.kg de ração⁻¹. Foram avaliados o comprimento padrão, o peso médio e o ganho de peso médio. Durante o período reprodutivo as fêmeas foram submetidas aos protocolos de reprodução induzida, quando foram avaliados o percentual de fêmeas desovantes e as fecundidades absoluta e relativa. Ainda, foram avaliados os índices viscerossomático, hepatossomático e gonadossomático, além dos parâmetros histológicos de morfologia e vacuolização dos hepatócitos e estágio de maturação gonadal. Foi verificada a ocorrência ($p<0,05$) de esteatose nos peixes alimentados com rações contendo 3.100, 3.350 e 3.600 kcal ED.kg de ração⁻¹. As fêmeas encontravam-se, em sua maioria em estágio de maturação ou maduras, e não houve diferença significativa do tratamento sobre a maturação gonadal ($p>0,05$). Os parâmetros reprodutivos e zootécnicos não foram influenciados ($p>0,05$) pelas rações. Rações contendo 30% PD e 2.850 kcal ED.kg de ração⁻¹ podem ser utilizadas na alimentação de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) sem prejuízos aos desempenhos reprodutivo ou zootécnico e, níveis energéticos superiores induzem a ocorrência de quadros de esteatose.

Palavras-chave: fecundidade, fígado, hepatócito, nutrição, ovário, ovócito, peixe, reprodução.

Growth, reproductive and histological aspects of *Rhamdia quelen* females feed on different digestible energy levels

Abstract: *The experiment evaluated reproductive characteristics, animal performance and histological aspects of ovary and liver of silver catfish females (*Rhamdia quelen*) feed on different digestible energy levels (DE). The broodstock were stocked in tanks of 16m² under natural conditions of light and temperature. The fish were fed on pelleted diet during 210 day. The treatments were composed by 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 and 3.850 kcal.Kg feed, in isoprotein diets 30% digestible protein. Were evaluated, initial and final, length, weight and weight gain. In the reproductive session the females were submitted to induce reproduction protocol and were evaluated number of spawn females (%) and relative and absolute fecundity. Were measured visceral, gonad and hepatossomatic index, still histological parameters of hepatocytes area and gonadal stages. The reproductive and animal performance aspects were not affect ($p>0,05$) to fed. Silver catfish females (*Rhamdia quelen*) can be feed on diet with 30% DP containing 2,850 kcal.kg fed without to show reproductive or performance loss. While in the high energy levels were observed cytoplasmic vacuolation and steatosis occurrence*

Key words: *Fecundity, fish, hepatocyte, liver, nutrition, ovary, oocyte, reproduction*

Introdução

O jundiá cinza, *Rhamdia quelen*, é uma espécie com ampla distribuição na América do Sul (Gomes et al., 2000) e é cultivada comercialmente no sul do Brasil (Baldisseroto, 2009). Possui características favoráveis à criação, tais como a fácil domesticação, rápido crescimento (Carneiro, 2004), consumo satisfatório de dietas artificiais (Parra et al. 2008) e boa aceitação de sua carne pelo mercado consumidor (Baldisseroto, 2009). Entretanto, a exemplo de outras espécies brasileiras empregadas em fazendas de criação, o sistema produtivo utilizado para o cultivo de jundiá não permite a potencialização de sua produção devido a limitações tecnológicas. A falta de tecnologias voltadas à produção de formas jovens (Andrade & Yasui, 2003), e a ausência de manejo nutricional e reprodutivo adequado podem ser apontadas como responsáveis por este cenário.

A importância da nutrição para a aquicultura é amplamente difundida, especialmente no que se refere ao crescimento, ao manejo e a manutenção dos animais e a influência sobre a qualidade da carne (Santos & Oba, 2009). Além disso, a nutrição também afeta o funcionamento e a morfologia do fígado (Caballero et al., 2004; Bolla et al., 2011), implicando direta ou indiretamente sobre os processos reprodutivos em peixes (Izquierdo et al., 2001).

Os efeitos da nutrição influenciam o desempenho reprodutivo das fêmeas (Bombardelli et al., 2009), dos machos (Bombardelli et al., 2010) e a qualidade das proles (Parra et al., 2008). Ainda, a composição da dieta pode interferir na regulação da reprodução (Navas et al., 1998) o que torna este aspecto um fator limitante para a produção de formas jovens (Izquierdo et al., 2001) em quantidade e qualidade para atender a crescente demanda do setor produtivo.

Em fêmeas de diversas espécies a dieta influencia no tamanho, na composição e na coloração dos ovócitos (Weigard, 1996; Tyler & Sumpter, 1996). Alguns autores reportam efeito da dieta sobre as taxas de fertilização em *black sea bass* (*Centropristis striata*) (Bentley et al., 2009), sobre a sobrevivência das proles de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Bombardelli et al., 2009) e sobre o crescimento das larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) (Parra et al., 2008). Contudo, a relação dos processos reprodutivos com a nutrição dos peixes não é clara e se tratando de espécies neotropicais a quantidade de informação disponível é reduzida ou quase inexistente.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi alimentar fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) com rações contendo níveis crescentes de energia digestível e avaliar os efeitos das rações sobre os desempenhos zootécnico e reprodutivo, além de aspectos histológicos do fígado e das gônadas.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Reprodução dos Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), instalado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Ambiental (CPAA), Toledo, Paraná, Brasil, e no Laboratório de Histotécnica Animal da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil.

O trabalho foi conduzido no período de setembro de 2009 a abril de 2010, totalizando 210 dias de período experimental. Foram utilizados 150 machos ($35,37 \pm 10,42\text{g}$; $16,5 \pm 1,70\text{cm}$) e 210 fêmeas ($33,26 \pm 9,62\text{g}$; $15,92 \pm 1,49\text{cm}$) de jundiá (*Rhamdia quelen*). Como nos modelos comerciais empregados para o cultivo desta espécie, machos e fêmeas foram alojados juntos. Os animais foram aleatoriamente distribuídos em 15 tanques escavados de área útil de 16m^2 sob condições de temperatura e fotoperíodo natural. A temperatura da água dos tanques experimentais foi mensurada diariamente por meio de termômetro de mercúrio com precisão de $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Quinzenalmente foram mensurados o pH (Tecnal[®] Tec 5) e oxigênio dissolvido (YSI[®] 550A), ambos as 6:00h e as 16:00h.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, onde cada tanque correspondeu a uma unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos pela alimentação dos animais com rações isoproteicas contendo 30% de proteína digestível (PD) e cinco níveis de energia digestível (ED), correspondentes a 2.850, 3.100, 3.350, 3.600 e 3.850 kcal de ED.kg de ração⁻¹ (Tabela 1).

As rações foram produzidas em parcelas mensais e conservadas sob refrigeração ($\pm 5^\circ\text{C}$). Previamente a formulação das rações, os ingredientes foram avaliados quanto à composição centesimal dos nutrientes. As rações foram processadas na forma de peletes com 3 mm de diâmetro, conforme Meurer et al. (2005) e Bombardelli et al. (2010),

oferecidas aos animais duas vezes ao dia (10h:00min e 17h:00min) na proporção de 2% da biomassa/dia.

Tabela 1: Composição percentual dos alimentos constituintes e composição nutricional das rações experimentais contendo diferentes níveis de energia digestível fornecidas aos reprodutores de jundiá (*Rhamdia quelen*).

Alimento (%)	Nível de energia (kcal de ED.kg ração ⁻¹)				
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850
Farinha integral de peixe ¹	30,533	30,575	30,991	31,407	31,823
Farelo de soja ¹	31,374	31,390	31,536	31,683	31,829
Milho ¹	32,940	32,473	27,938	23,402	18,866
Óleo de soja ¹	0,000	3,052	7,025	10,998	14,971
Inerte	2,643	0,000	0,000	0,000	0,000
Suplemento mineral e vitamínico *	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sal comum (NaCl)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Anti oxidante (BHT)	0,010	0,01	0,010	0,010	0,010
Nutrientes					
Energia Bruta (kcal.kg)	4054,890	4326,910	4547,720	4768,520	4989,330
Fibra bruta (%)	2,370	2,340	2,120	1,890	1,660
Proteína Bruta (%)	36,750	36,750	36,720	36,690	36,66
Proteína Digestível (%)	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Matéria mineral (%)	6,180	6,180	6,200	6,230	6,240
Matéria seca (%)	89,430	89,510	89,970	90,430	90,890
Gordura (%)	4,470	7,480	11,310	15,130	18,960
Amido (%)	24,760	24,470	21,660	18,860	16,050
Cálcio (%)	1,480	1,480	1,500	1,520	1,540
Ácido linoléico	0,870	2,510	4,570	6,630	8,690
Lisina total	2,250	2,250	2,260	2,270	2,280

¹ Valores de digestibilidade para o jundiá segundo Oliveira Filho & Fracalossi (2006).

*Composição básica: ácido fólico: 200mg, ácido pantotênico: 4.000mg; Biotina: 40 mg; Cobre: 2.000mg; Ferro: 12.500mg; Iodo:200mg; Manganês: 7.500mg; Niacina: 5.000mg; Selênio:70mg; Vitamina A: 1.000.000UI; Vitamina B1: 1.900mg; Vitamina B12: 3.500mg; Vitamina B2: 2.000mg; Vitamina B6: 2.400mg; Vitamina C: 50.000mg; Vitamina D3: 500.000UI; Vitamina E: 20.000UI; Vitamina K3: 500mg; Zinco:25.000mg.

Quinzenalmente todos os peixes de cada unidade experimental foram separados por sexo e pesados para correção da taxa de arraçoamento. No início e no final do período experimental, foram mensurados individualmente o peso e o comprimento padrão dos peixes. A partir destes dados foram calculados os parâmetros médios de comprimento, peso corporal e ganho de peso.

No mês de fevereiro foram separadas, aleatoriamente, seis fêmeas de cada tratamento que foram abatidas por meio de deslocamento cervical (CFMV, 2008). Este

protocolo experimental foi registrado sob nº79/09 e aprovado pelo comitê de ética na experimentação animal e aulas práticas (CEEAAP/Unioeste). Os animais eutanasiados foram, dissecados para a mensuração individual do peso corporal, do peso das vísceras, do peso do fígado e do peso das gônadas. Estes parâmetros foram mensurados em balança digital Marte® AS2000C (precisão de 0,01g). Para os órgãos menores de 1g, foi utilizada balança analítica Marte® AY220 (precisão de 0,0001g). A partir destes dados foram calculados os índices viscerossomático (IVS), hepatossomático (IHS) (Bombardelli et al., 2009; Bombardelli et al., 2010) e gonadossomático (IGS) (Vazzoler, 1996).

Em seguida, os ovários e fígados provenientes das fêmeas de cada unidade experimental foram separados para avaliação histológica. Os órgãos coletados foram fixados em solução de *Bouin* por 24 horas e em seguida transferidos para solução de álcool 70°GL. Para o processamento dos tecidos, amostras foram desidratadas pela passagem em séries crescentes de álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina para obtenção de cortes semi seriados transversais, com 7µm de espessura, que foram corados com Hematoxilina-Eosina (H.E).

Para avaliação do fígado foi utilizado um escore de vacuolização hepática segundo Caballero et al. (2004), onde foram atribuídos valores de 0-3 para a presença de vacúolos. Foi considerado escore = 0 para ausência de vacúolos, escore = 1 para vacuolização reduzida; escore = 2 para vacuolização média e escore = 3 para vacuolização intensa. Além disso, foram mensuradas as áreas máxima, mínima e média de 200 hepatócitos. As avaliações morfométricas do tecido hepático foram realizadas por meio da captura de imagens em campos aleatórios, empregando-se aumento de 400X. Foi utilizado como local padrão para a captura das imagens, as áreas adjacentes às veias centro lobulares. As imagens foram analisadas pelo programa *Image Pro-plus*®.

Os cortes de ovário foram visualizados em microscópio óptico e classificados quanto ao estágio de maturação gonadal (adaptado de Ghirardelli et al., 2007; Reidel et al., 2010). Como a maturação ovocitária acontece no sentido a luz ovariana (Narahara, 1991), espera-se a predominância de ovócitos em estágio avançados de desenvolvimento na região central. Uma vez que os cortes foram transversais os estágios de maturação foram estabelecidos após a observação dos ovócitos presentes na região periférica do ovário. O parâmetro avaliado foi o percentual de fêmeas em cada estágio de maturação. Dos cortes histológicos provenientes de cada ovário foram

169 obtidas 50 imagens capturadas em objetiva de 4x, para verificação do o percentual de
170 ovócitos vitelogênicos e não vitelogênicos.

171 Durante o período reprodutivo, as fêmeas de cada unidade experimental foram
172 submetidas ao protocolo de reprodução artificial para avaliação dos parâmetros
173 reprodutivos. As fêmeas foram individualmente pesadas e alojadas em tanques dotados
174 de aeração e recirculação de água, com temperatura controlada ($24\pm1,0^{\circ}\text{C}$) por meio de
175 aquecimento elétrico. A indução hormonal para sincronização da ovulação foi
176 conduzida por meio do protocolo empregando extrato pituitário de carpa (EPC)
177 (Woynarovich & Horvath, 1983) aplicado de forma intramuscular na região dorsal. A
178 dosagem hormonal empregada foi de $5,5\text{mg EPC.kg de reprodutor}^{-1}$, distribuída em
179 duas aplicações (Bombardelli et al., 2006), sendo 10% na primeira aplicação e o restante
180 12 horas após a primeira. A coleta dos ovócitos de cada uma das fêmeas, foi realizada
181 por meio de massagem abdominal, após 240 horas-grau (10 horas, água a 24°C)
182 contadas a partir da segunda aplicação hormonal.

183 A massa de ovócitos liberados por cada fêmea foi mensurada em balança
184 analítica digital BEL[®] (precisão 0,0001g). Em seguida, três amostras de
185 aproximadamente 0,1g de ovócitos foram separadas e pesadas para quantificar o número
186 de ovócitos presentes em um grama de ovócitos liberados. Finalmente, foram calculados
187 e avaliados o percentual de fêmeas desovantes (percentual de fêmeas que liberou
188 ovócitos após a indução hormonal e massagem abdominal), a fecundidade absoluta
189 (número total de ovócitos liberados por cada fêmea) e fecundidade relativa (número de
190 ovócitos liberados em relação ao peso corporal).

191 Para avaliação dos resultados, os dados foram submetidos à análise de variância.
192 Quando verificado efeito, aplicou-se o teste de Duncan. Todos os testes estatísticos
193 foram realizados, em nível de 5% de significância, pelo protocolo de modelos lineares
194 generalizados do software *Statistica 7.0*[®].

195

Resultados e discussão

Os parâmetros físicos e químicos da água não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$). A média de temperatura foi de $22,4\pm 2,1$ °C e o oxigênio dissolvido foi de $4,3\pm 2,0$ mg.L⁻¹. O pH apresentou valores médios de $6,8\pm 0,5$. Para todas as variáveis ambientais avaliadas os níveis observados permaneceram dentro dos limites recomendados para o adequado crescimento da espécie (Baldisserotto & Radünz Neto, 2004), uma vez que, para fêmeas em fase reprodutiva não há recomendações estabelecidas.

Peso, comprimento e ganho de peso não foram afetados pelos tratamentos ($p>0,05$) (Tabela 2). Sanches et al. (2006) utilizando diferentes níveis de energia digestível em rações peletizadas para reprodutores de jundiá também não verificaram efeito sobre o desempenho produtivo de machos ou fêmeas. A ausência de efeito também foi verificado por Reidel et al. (2010) quando testaram rações extrusadas contendo diferentes níveis de proteína e energia em fêmeas de jundiá criadas em tanques-rede.

Tabela 2: Desempenho zootécnico e índices corporais de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível.

Variável	Energia digestível na ração (kcal ED.kg ração ⁻¹)					p
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850	
PMI (g)	34,02±0,30	32,57±1,23	33,69±1,40	33,04±1,84	33,0±1,52	0,94
CMI (cm)	12,94 ± 0,19	12,69 ± 0,21	12,84 ± 0,21	12,78 ± 0,17	12,85 ± 0,15	0,93
PMF (g)	265,39±639,19	217,2± 9,94	255,07±25,39	199,82±15,16	228,34±4,77	0,29
CMF (cm)	23,05±0,74	22,05±0,26	22,8± 0,56	21,20 ± 0,31	22,06±0,05	0,10
GP (g)	231,37±38,90	184,62±10,54	221,37±24,17	166,78±24,17	195,34±3,99	0,29
IVS (%)	18,45±2,780	13,53±2,88	11,7±1,98	16,82±3,31	14,85±1,74	0,41
IHS (%)	1,15±0,05	1,17±0,07	0,99±0,07	1,20±0,07	1,15±0,06	0,24
IGS (%)	13,83±2,95	8,80±3,20	5,75±2,00	10,38±3,50	8,30±2,07	0,33

Média±erro padrão da média. PMI=peso médio inicial; CMI=comprimento médio inicial; PMF=peso médio final. CMF=comprimento médio final; GP=ganho de peso; IVS= índice viscerossomático; IHS=índice hepatossomático; IGS= índice gonadossomático.

Os índices viscerossomático e hepatossomático não foram afetados pelos níveis de energia das rações ($p>0,05$). Isto também foi verificado por Bombardelli et al. (2009) em fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com níveis crescentes de energia digestível. O índice gonadossomático não foi influenciado pelos níveis de energia das rações ($p>0,05$) (Tabela 2). Reidel et al. (2010) também não verificaram efeito da energia presente nas rações sobre o índice gonadossomático.

Barcellos et al. (2001) acompanharam a diferença do índice gonadossomático durante o ciclo reprodutivo de fêmeas de jundiá e observaram a ocorrência de três picos, sendo o primeiro durante a primavera (outubro= $12,86\pm0,76\%$), o segundo pico no verão (dezembro= $9,1\pm1,22\%$), e o último em abril ($8,63\pm 2,12\%$). Estes picos foram coincidentes com o aumento dos níveis plasmáticos de esteróides. Os valores de índice gonadossomático observados no presente trabalho são similares ao encontrados durante os picos de maturação gonadal demonstrados por Barcellos et al. (2001).

Nas avaliações histológicas, a morfologia do tecido hepático caracterizou-se pela presença de hepatócitos com formato irregular, núcleo arredondado posicionado na região central e nucléolos evidentes. Foram visualizadas veias, artérias e ductos biliares, componentes do espaço porta hepático, além de capilares do tipo sinusóides permeando os hepatócitos (Figura1).

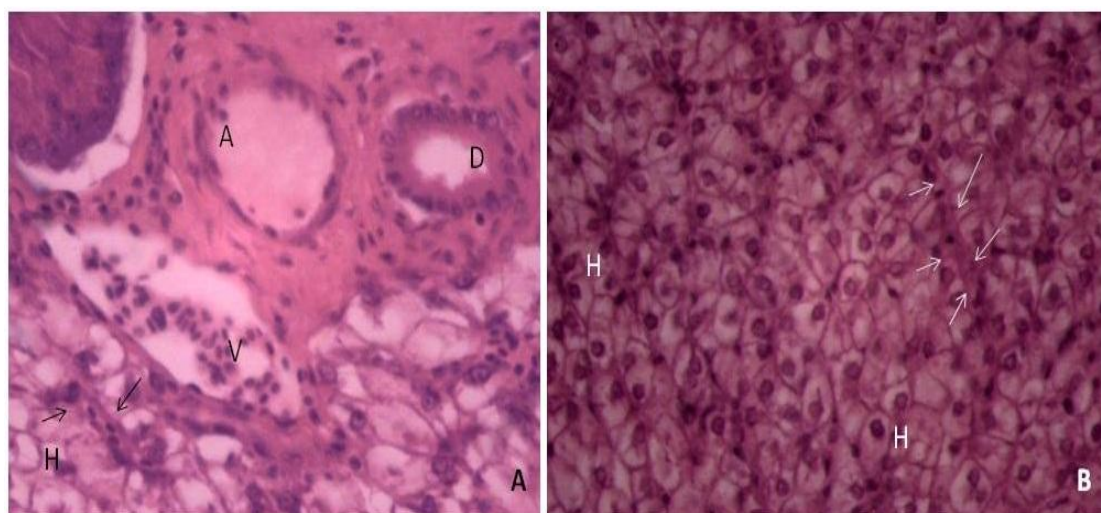


Figura 1: Aspectos morfológicos do fígado de jundiá (*Rhamdia quelen*). A) A=Artéria hepática; D=Ducto biliar; V=Veia Porta; H=hepatócito; B) H= hepatócitos; → sinusóides (H.E. 400x).

Os níveis de energia das rações não alteraram ($p>0,05$) a área média dos hepatócitos (Tabela 3). Os valores de área mínima e máxima dos hepatócitos indicaram ($p<0,05$) a ocorrência de células mais volumosas nos tratamentos contendo 3.350 e 3.600 kcal ED.kg de ração⁻¹ (Tabela 3). A presença de células hipertróficas foi condizente com o índice de vacuolização ($p<0,05$) observado (Tabela 3; Figuras 2 e 3).

Tabela 3: Áreas médias e índice de vacuolização dos hepatócitos de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível.

Parâmetro	Energia digestível na ração (kcal ED.kg ração ⁻¹)					p
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850	
Área média (μm^2)	67,87 ±6,77	82,85 ±5,54	80,15 ±6,2	83,15 ±5,4	62,24 ±8,47	0,15
Área mínima (μm^2)	38,49 ±4,31	51,18 ±2,64	42,99 ±3,59	45,67 ±2,36	38,49 ±5,72	0,13
Área máxima (μm^2)	100,7 ±8,51b	125,8 ±4,93ab	136,81 ±13,06a	133,21 ±14,79a	100,65 ±6,61b	0,03
Vacuolização	0-1b	1-2 ab	2ab	2-3a	1 ab	0,02

Média±erro padrão da média. Letras iguais na mesma linha indicam médias semelhantes entre si pelo teste de Duncan. Índice de vacuolização: 0= ausente; 1= pouca; 2= média; e 3= intensa.

A formação de vacúolos citoplasmáticos foi verificado por Bolla et al. (2011). Estes autores comparando três condições nutricionais (1^a alimentação natural; 2^a ração comercial e 3^a ração comercial suplementada com arenque), verificaram a presença de vacúolos citoplasmáticos positivamente relacionados com a presença de glicogênio nos hepatócitos de fêmeas de *Atlantic halibut* (*Hippoglossus hippoglossus*) quando alimentadas com ração comercial e arenque. Estudos com energia digestível em rações para reprodutores, também verificaram o aumento da deposição lipídica no tecido hepático de fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus*), diretamente proporcional ao aumento dos níveis energéticos das rações promovido pela inclusão de óleo de soja (Bombardelli et al., 2009).

Caballero et al. (1999) testando três níveis lipídicos (15, 22 e 27%) em dietas para *Gilthead seabream* (*Sparus aurata*), observaram a ocorrência de vacúolos lipídicos nos maiores níveis de inclusão. Estes autores também observaram quadros de esteatose (acúmulo de gordura) no tecido hepático dos peixes avaliados. Caballero et al. (2004), com a mesma espécie, *Sparus aurata*, verificaram a ocorrência de esteatose em animais alimentados com dietas ricas em óleo de soja e o aparecimento desta parece estar associado ao desbalanço de ácidos graxos na dieta.

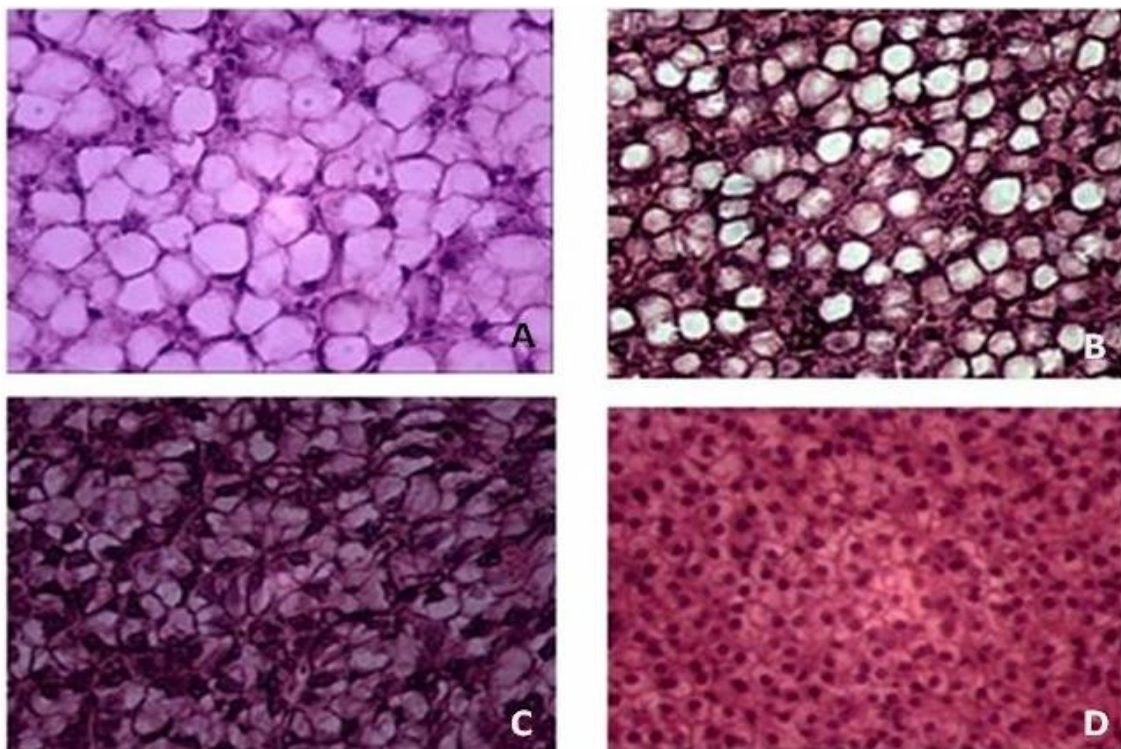


Figura 2: Distintos graus de vacuolização dos hepatócitos. A- vacuolização intensa (escore de vacuolização=3). Hepatócitos semelhantes à adipócitos, tratamento 3.350kcal ED.kg de ração⁻¹; B- Vacúolos menores (escore de vacuolização=2), tratamento 3.350kcal ED.kg de ração⁻¹; C- Pequena alteração do tamanho celular (escore de vacuolização=1), tratamento 2.850kcal ED.kg de ração⁻¹; D- padrão hepático da espécie (escore de vacuolização=0), tratamento 2.850 kcal ED.kg de ração⁻¹ (H.E., 400x).

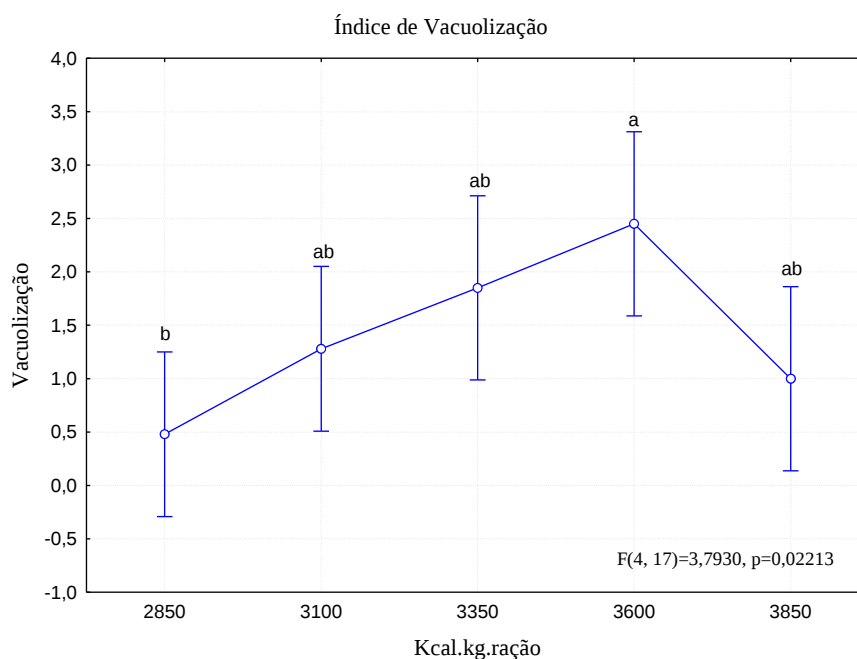


Figura 3: Escore médio de vacuolização nos hepatócitos de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível. Índice com variação de 0-3. Médias referentes à análise de variância em nível de 5% de significância. Letras iguais indicam médias semelhantes entre si pelo teste de Duncan.

Os autores citados utilizaram técnicas específicas para determinar o conteúdo dos vacúolos. Mesmo sem marcação histológica específica para a presença de lipídios, as alterações morfológicas observadas sugerem a ocorrência de esteatose (Figura 2A; Figura 2B; Tabela 3). Nas fêmeas alimentadas com rações contendo entre 3.100 e 3.600 kcal ED.kg de ração⁻¹, foi visualizada uma vacuolização intensa e a presença de hepatócitos hipertróficos com morfologia semelhante à adipócitos. Além dos vacúolos, pode-se observar uma migração nuclear para a periferia celular, esta, proporcional ao tamanho do vacúolo (Figura 4). Ainda, com a variação do componente nutricional manipulado na ração, a energia, foi promovida pela inclusão de lipídio (óleo de soja), isso leva a sugerir que o conteúdo do vacúolo também seja lipídico, o que caracterizaria a esteatose.

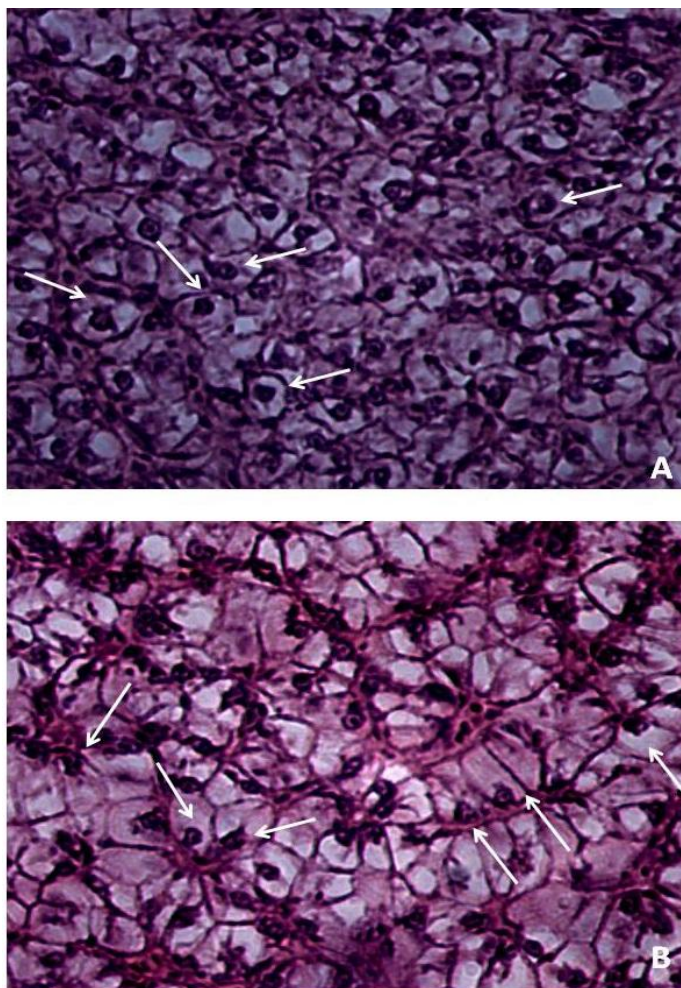


Figura 4: Posição do núcleo dos hepatócitos de fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível. A= núcleos na região central; b=células hipertróficas com núcleos localizados na região periférica.

Os fatores que levam a ocorrência de esteatose não são totalmente conhecidos (Bolla et al., 2011), todavia está relacionada a disfunções nutricionais (Caballero et al., 2004). Quando a oferta energética ou lipídica excede a capacidade do fígado em oxidar os ácidos graxos, ocorre o acúmulo de lipídios, como os triacilgliceróis, resultando na modificação do padrão morfológico do tecido hepático, promovendo a esteatose (Caballero et al., 2004). Entre as modificações nutricionais que promovem o acúmulo de gordura no fígado de peixes estão o incremento lipídico (Caballero et al., 1999), o desbalanço de ácidos graxos (Caballero et al., 2004) e utilização de óleos vegetais na formulação de dietas (Ruyter, et al., 2006; Fountoulaki et al., 2009).

Dessa maneira, o acompanhamento de alterações no fígado pode complementar as informações sobre o estado nutricional de peixes e assim contribuir para a elaboração de rações adequadas a cada fase (Caballero et al., 1999; Bolla et al. 2011).

O percentual de fêmeas desovantes variou de 76,72 a 89,63% e não foi influenciado ($p>0,05$) pelos níveis energéticos das rações (Tabela 4). A ausência de efeito sobre este parâmetro foi observada por Bombardelli et al. (2009) para fêmeas de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), onde os valores variaram de 44 a 68% nos tratamentos utilizados.

Tabela 4: Parâmetros reprodutivos das fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível

Parâmetro	Nível de energia digestível (kcal.kg ração)					p
	2.850	3.100	3.350	3.600	3.850	
FD (%)	81,02±7,18	89,63±5,79	82,01±12,84	83,04±5,17	76,72±5,52	0,83
FM (%) ¹	83,33±16,67	83,33±16,67	66,67±16,67	66,67±16,67	66,67±16,67	0,87
ONV (%)	63,45±7,12	65,8±3,24	64,76±7,69	70,4±5,84	73,4±3,42	0,72
OV (%)	36,55±7,96	34,83±2,39	31,61±6,94	29,60±10,52	27,99±3,13	0,92
FA	71.522±13.811	58.029±7.004	49.699±5.689	46.125±5.148	51.105±10.775	0,31
FR	301,26±36,31	291,56±21,17	246,20±24,78	252,79±18,23	265,61±39,56	0,59

*Média±erro padrão da média. FD=fêmeas desovantes; ¹FM=Fêmeas em estágio de maturação e maturas; ONV=ovócitos não vitelogênicos; OV=ovócitos vitelogênicos; FA=fecundidade absoluta (número total de ovócitos/fêmea); FR=fecundidade relativa (ovócito/grama de fêmea).

Os parâmetros de fecundidade absoluta e relativa não foram afetados pela dieta ($p>0,05$) (Tabela 4). A fecundidade é um importante fator a ser ponderado quando se considera a reprodução em cativeiro (Godinho, 2007). Os valores obtidos no experimento variaram de 46.125 a 71.522 ovócitos/fêmea e de 246 a 301 ovócitos/g de

fêmea, respectivamente (Tabela 4). Exemplares selvagens apresentam valores de fecundidade relativa entre 204 e 254 ovócitos/grama de fêmea (Gomieiro et al., 2007), enquanto reprodutores criados em cativeiro apresentam valores de fecundidade relativa de 116 a 156 ovócitos/grama de fêmea (Bombardelli et al., 2006) ou 177 a 273 ovócitos/grama de fêmea (Sanches et al., 2006).

Quanto ao efeito da dieta, El-Sayed e Kawanna (2008) verificaram efeito dos níveis de energia sobre a resposta reprodutiva de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Contudo, testando níveis de energia sobre o desempenho de fêmeas de tilápia do Nilo, Bombardelli et al. (2009) não verificaram efeito das rações sobre os parâmetros reprodutivos observados, incluindo a fecundidade. Sanches et al. (2006) trabalhando com fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) utilizando rações processadas na forma peletizada e com fonte de proteína e energia de origem vegetal, não verificaram efeito dos níveis energéticos das rações sobre os parâmetros de fecundidade.

As avaliações morfológicas das gônadas corroboram o padrão verificado por Reidel et al. (2010) para a espécie. Os ovários desenvolvidos ocupam grande parte da cavidade abdominal, apresentando-se em órgãos pares, altamente irrigados e com coloração amarelada, variando de acordo com os ovócitos. Histologicamente foram visualizados estágios de ovogônia, ovócitos perinucleolares e ovócitos vitelogênicos (Figura 5), não foram verificados folículos pós-ovulatórios ou folículos atrésicos. Foram observadas fêmeas imaturas, mas não em estágio de regressão, o que se deve possivelmente à idade dos animais (primeira maturação) e ao período em que foram realizadas as avaliações (fevereiro). Além disso, esta espécie não se reproduz espontaneamente no cativeiro (Bombardelli et al., 2006; Godinho, 2007) o que justifica a ausência de folículos pós-ovulatórios.

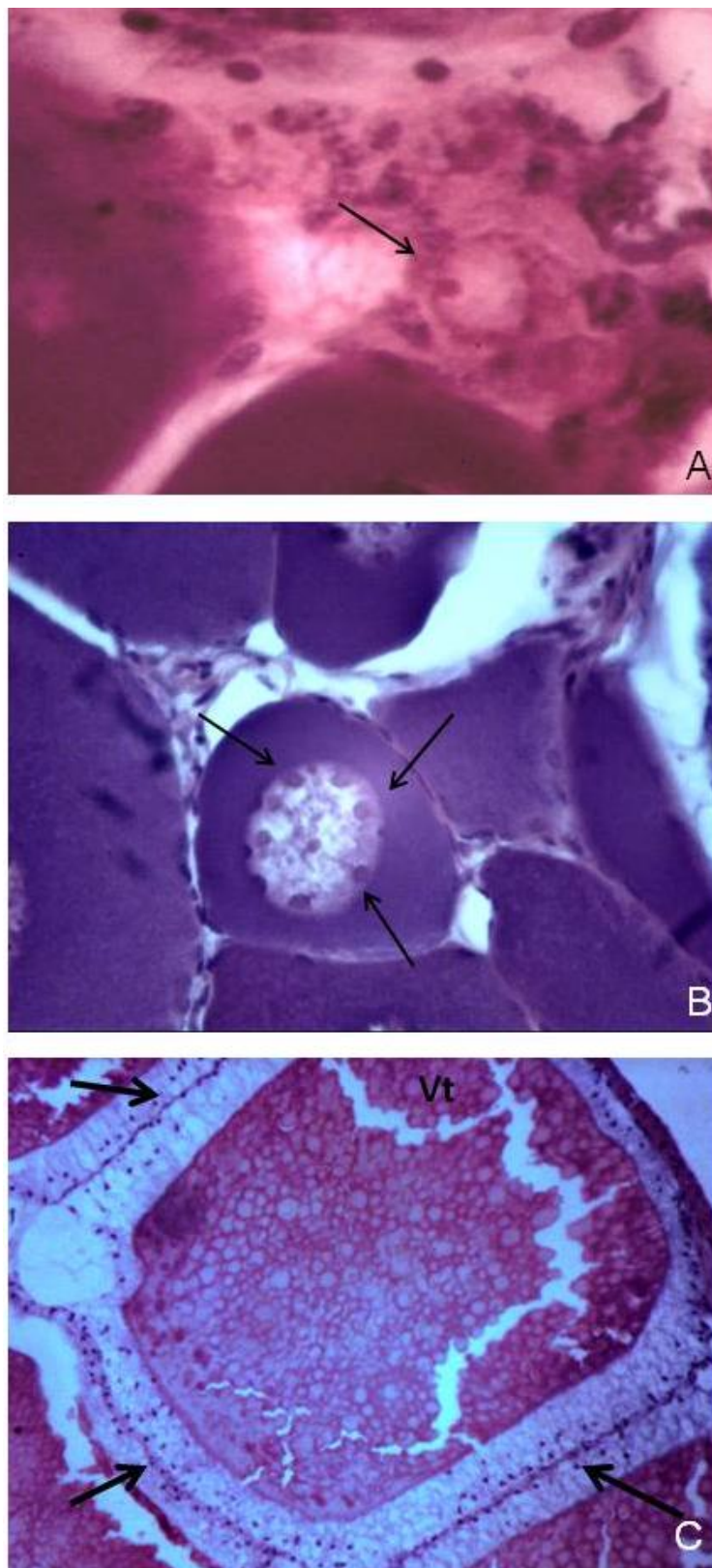


Figura 5: Caracterização morfológica de ovócitos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de energia digestível. A- Ovogônia → Núcleo celular (H.E. 1.000x); B- Ovócito perinucleolar (H.E. 400x) → nucléolos periféricos; C= Ovócito vitelogênico (H.E. 400x). Vt= grânulos de vitelo, → células foliculares evidentes e com núcleo apical formando a membrana vitelínica.

Na avaliação dos estágios de maturação gonadal, foi verificada a predominância de fêmeas maduras e em maturação final (Tabela 4; Figura 6). Não foi verificado efeito das rações ($p>0,05$) sobre a maturação gonadal das fêmeas de jundiá (Tabela 4).

A presença percentual de ovócitos não vitelogênicos foi superior a 60% em todos os tratamentos (Tabela 4). Estes altos percentuais ocorrem devido ao fato da espécie apresentar desova parcelada (Gomes et al., 2000) implicando na ocorrência de ovócitos em todos os estágios de desenvolvimento (Reidel et al., 2010).

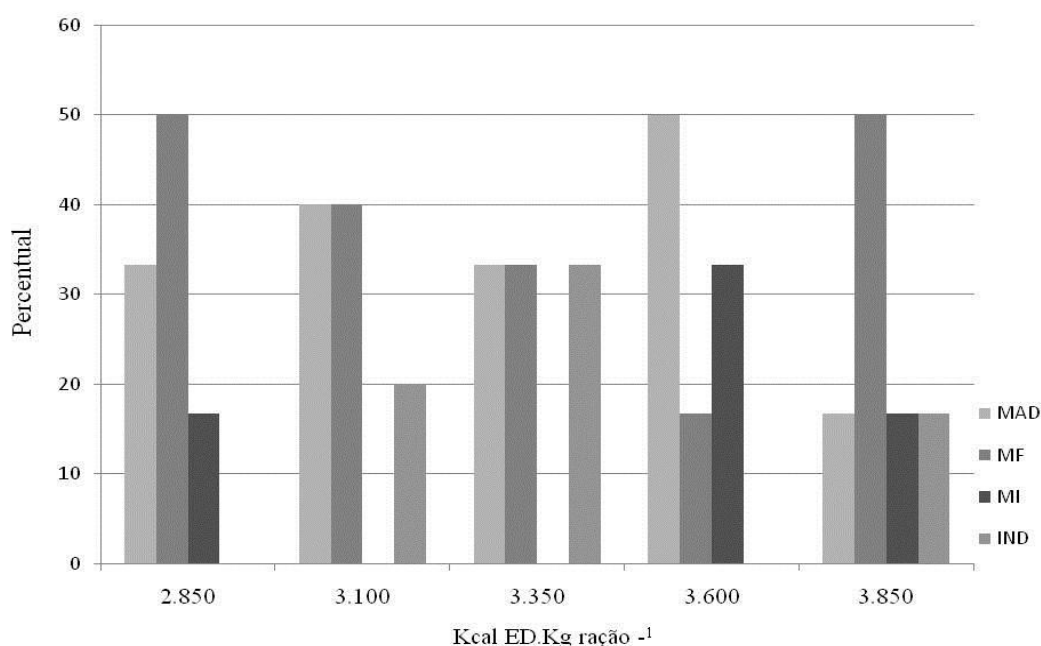


Figura 6: Distribuição dos estágios de maturação observados em fêmeas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações contendo diferentes de energia digestível. MAD=maduras; MF=maturação final; MI=maturação inicial; IND=indiferenciadas.

De modo geral, os resultados de desempenho zootécnico e reprodutivo não foram influenciados pelos níveis de energia. A ausência deste efeito pode estar relacionada às alterações de comportamento de ingestão de alimento em função da saciedade estimulada pelos níveis energéticos das rações. Além disso, a sobrecarga hepática dos reprodutores pode ter sido um fator influente aos parâmetros testados.

381 **Conclusão**

382

383 Recomenda-se a utilização de rações contendo 30% PD e 2.850 kcal ED.kg de
384 ração⁻¹, uma vez que rações contendo níveis energéticos superiores não melhoram os
385 desempenhos zootécnico e reprodutivo de fêmeas de jundiá. Além disso, níveis
386 energéticos de entre 3.100 e 3.600 kcal induzem ao aparecimento de vacúolos
387 citoplasmáticos nos hepatócitos das fêmeas de jundiá, sugerindo a ocorrência de
388 sobrecarga hepática.

389

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, D.R.; YASUI, G.S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2, p.166-172, Abr/Jun, 2003.
- BALDISSEROTO, B., RADÜNZ NETO, J. **Criação de jundiá**. Editora UFSM. Santa Maria, RS, 2004. 232p.
- BALDISSEROTO, B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.39, n.1, p.291-299, jan-fev, 2009.
- BARCELLOS, L.J.G., WASSERMANN, G.F., SCOTT, A.P., WOEHLE, V.M., QUEVEDO, R.M., ITTZÉS, I., KRIEGER, M.H., LULHIER, F. Steroid Profiles in Cultured Female Jundiá, the Siluridae *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, Pisces Teleostei), during the First reproductive Cycle. **General and Comparative Endocrinology**, vol.121, p.325–332, 2001.
- BENTLEY, C.D.; WATANABE, W.O.; REZEK, T.C.; SEATON, P.J. Preliminary investigations on the effects of dietary lipid on the spawning performance and egg quality of black sea bass *Centropristis striata* L. **Aquaculture Research**, p. 1-11, 2009.
- BOLLA, S., NICOLAISEN, O., AMIN, A. Liver alterations induced by long term feeding on commercial diets in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) females. Histological and biochemical aspects. **Aquaculture**, vol. 312, p.117–125, 2011.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; SANCHES, E.A.; PIANA, P.A. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, n.8, p.1391-1399, 2009.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M., et al. Níveis de energia digestível sobre os desempenhos reprodutivo e zootécnico e a deposição de lipídios nos hepatócitos de machos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.941-949, 2010
- BOMBARDELLI, R.A.; MÖRSCHBÄCHER, E.F.; CAMPAGNOLO, R.; SANCHES, E.A.; SYPERRECK, M.A. Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimardm, 1824). **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 35, n° 4, p.1251-1257, 2006.
- CABALLERO, M.J., IZQUIERDO, M.S., KJØRSVIK, E., FERNANDEZ, A.J., ROSENLUND, G. Histological alterations in the liver of sea bream, *Sparus aurata* L., caused by short- or long-term feeding with vegetable oils. Recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. **Journal of Fish Diseases**, vol. 27, p.531–541, 2004.
- CABALLERO, M.J., LÓPEZ-CALERO, G., SOCORRO, J., ROO, F.J., IZQUIERDO, M.S., FERNANDEZ, A.J. Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, vol. 179, p. 277–290, 1999.

- 435 CARNEIRO, P.C.F.A produção do jundiá em cativeiro. In: Baldisserotto, B. Radunz
436 Neto, J. **Criação de jundiá**. Editora UFSM. Santa Maria, RS, 2004. 232p.
- 437 CFMV- Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução nº 876, de 15-02-2008,
438 publicada no DOU de 25-02-2008. Seção 1, pág. 100.
- 439 EL-SAYED, A.M., KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on
440 spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a
441 recycling system. **Aquaculture**, vol. 280, p.179–184, 2008.
- 442 FOUNTOULAKI, E., VASILAKI, A., HURTADO, R., GRIGORAKIS, K.,
443 KARACOSTAS, I., NENGAS, I., RIGOS, G., KOTZAMANIS, Y., VENOU, B.,
444 ALEXIS, M.N. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for
445 gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh
446 quality and fillet fatty acid profile. Recovery of fatty acid profiles by a fish oil
447 finishing diet under fluctuating water temperatures. **Aquaculture**, vol.289, p.317–
448 326, 2009.
- 449 GHIRALDELLI, L., MACHADO, C., FRACALOSSO, D.M., ZANIBONI FILHO, E.
450 Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em
451 viveiros de terra, na região sul do Brasil **Acta Scientiarum. Animal Sciences**,
452 Maringá, vol. 29, n. 4, p. 349-356, 2007.
- 453 GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à asquicultura: bases para
454 o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de**
455 **reprodução animal**. Vol. 31, n.3, p.351-360, Belo Horizonte, 2007.
- 456 GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A. R.C; BALDISSEROTTO, B.
457 Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae) **Ciência Rural**,
458 Santa Maria, vol. 30, nº 1, p. 179-185, 2000.
- 459 GOMIEIRO, L.M.; SOUZA, U.P.; BRAGA, F.M.S. Reprodução e alimentação de
460 *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) em rios do Núcleo Santa Virgínia,
461 Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP. **Biota neotropica online**, vol. 7,
462 nº3, p.127-133, 2007.
- 463 IZQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. Effect of
464 broodstock nutrition reproductive performance of fish. **Aquaculture**, vol. 197, p.
465 25-42, 2001.
- 466 MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C. et al. Grau de moagem dos
467 alimentos em rações para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o
468 período de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, vol.27, n.1, p.81-85, 2005.
- 469 NARAHARA, M.Y. Histofisiologia do ovário dos teleósteos. In: SANTOS, H.S.L.
470 **Histologia de peixes**. FUNEP, Jaboticabal, 1991. 83p.
- 471 NAVAS, J.M.; MANÃOS, E., THRUSH, M., RAMOS, J., ZANUY, S.,
472 CARRILLO, M., ZOHAR, Y., BROMAGE, N. Effect of dietary lipid composition
473 on vitellogenin, 17 β -estradiol and gonadotropin plasma levels and spawning
474 performance in captive sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, vol.
475 165, p. 65–79, 1998.
- 476 OLIVEIRA FILHO, P.R.C., FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade
477 aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**.
478 Vol.35, n.4, p.1581-1587, 2006 (supl.).
- 479 PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A.; LAZZARI,
480 R.; BERGAMIN, G.T.; PEDRON, F.A.; ROSSATO, S.; SUTILI, F.J. Alimentação

- 481 de fêmeas de jundiá com fontes lipídicas e sua relação com o desenvolvimento
 482 embrionário e larval. **Ciência Rural**, vol.38, nº7, p.2011-2017, 2008.
- 483 REIDEL, A., BOSCOLO, W.R., FEIDEN, A., ROMAGOSA, E. The effect of diets
 484 with different levels of protein and energy on the process of final maturation of
 485 the gametes of *Rhamdia quelen* stocked in cages. **Aquaculture**, vol. 298, p. 354–
 486 359, 2010.
- 487 RUYTER, B., MOYA-FALCÓN, C., ROSENLUND, G., VEGUSDAL, A. Fat content
 488 and morphology of liver and intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effects of
 489 temperature and dietary soybean oil. **Aquaculture**, vol.252, p.441– 452, 2006.
- 490 SANCHES, E.A.; BAGGIO, D.M.; MARCOS, R.M.; PINTO
 491, D.F.H.; BOMBARDELLI, R.A. Energia digestível na nutrição de reprodutores de
 492 jundiá cinza *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). XV EAIC e VI EPUEPG.
 493 **Anais do evento**. Agosto de 2006.
- 494 SANTOS, L.R.B.; OBA, E.T. Dieta: ferramenta importante para manejo dos peixes no
 495 cultivo. In: TAVARES-DIAS, M. **Manejo e Sanidade de peixes de cultivo**.
 496 Embrapa, Amapá, 2009.
- 497 TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. Oocyte growth and development in teleosts. **Reviews in**
 498 **Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.287- 318, 1996.
- 499 VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**.
 500 Maringá: EDUEM, 1996. 169p.
- 501 WIEGAND, M.D. Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost
 502 fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.6, p.259-286, 1996.
- 503 WOYNAROVICH E.; HORVATH L. **A propagação artificial de peixes de águas**
 504 **tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983. 225p.

Considerações finais

Os resultados deste trabalho permitem a realização de algumas considerações a respeito do desempenho produtivo, reprodutivo e sobre os aspectos histológicos de reprodutores de jundiá:

- 1- Níveis de energia entre 2.850 e 3.850 kcal.kg ração, não afetam de maneira significativa o desempenho zootécnico dos machos e fêmeas da espécie;
- 2- O processo de maturação gonadal de machos e fêmeas acontece de maneira satisfatória em condições de cativeiro, entretanto os machos apresentaram menor variação nos estágios de desenvolvimento gonadal quando comparados as fêmeas;
- 3- Não foi verificada ocorrência de machos imaturos ou em regressão. Histologicamente foram verificados cistos isogênicos contendo espermatogônias, espermatócitos, espermátides e espermatozóides;
- 4- Machos apresentaram produção de sêmen contínua e com qualidade ao longo do período reprodutivo no cativeiro, e características seminais revelam a ocorrência de um pico reprodutivo nos meses de novembro e dezembro;
- 5- Foram observadas fêmeas imaturas, em maturação e maduras. Foram visualizados oogônias, ovócitos perinucleolares e ovócitos vitelogênicos. Não foi verificada a presença de folículos atresícos ou pós ovulatórios;
- 6- Percentual de fêmeas desovantes e fecundidade não foram influenciados pelos níveis de energia da ração;
- 7- A morfologia hepática e a área celular dos hepatócitos dos machos não apresentaram diferença entre os níveis de energia testados;
- 8- O tecido hepático das fêmeas apresentou variação morfológica, como formação de vacúolos citoplasmáticos e aumento da área celular dos hepatócitos.;
- 9- Alterações morfológicas dos hepatócitos como hipertrofia celular e migração nuclear, do centro para a periferia, aliadas à intensa vacuolização observada nos fígados de fêmeas alimentadas com 3.100, 3.350 e 3.600 kcal.kg sugerem a ocorrência de esteatose;
- 10- Fêmeas de *Rhamdia quelen*, aparentemente, são mais influenciadas pelo nível de energia da dieta do que os machos.

Apêndices



Figura 1: Captura dos peixes para instalação do experimento



Figura 2: Unidades experimentais. Tanques escavados onde foram alojados os animais. Localização: centro de pesquisa em aquíicultura ambiental (CPAA-UNIOESTE)



Figura 3: Sexagem dos animais ao início do experimento. Juvenil de jundiá liberando sêmen



Figura 4: Procedimento de biometria. Pesagem (A) e medição (B) dos animais experimentais.



Figura 5: Rações experimentais. Processo de peletização (A) e secagem dos peletes(B).



Figura 6: Coleta de sêmen. Procedimento de extrusão.



Figura 7: Dissecção e separação de órgãos de jundiá (Fêmea).

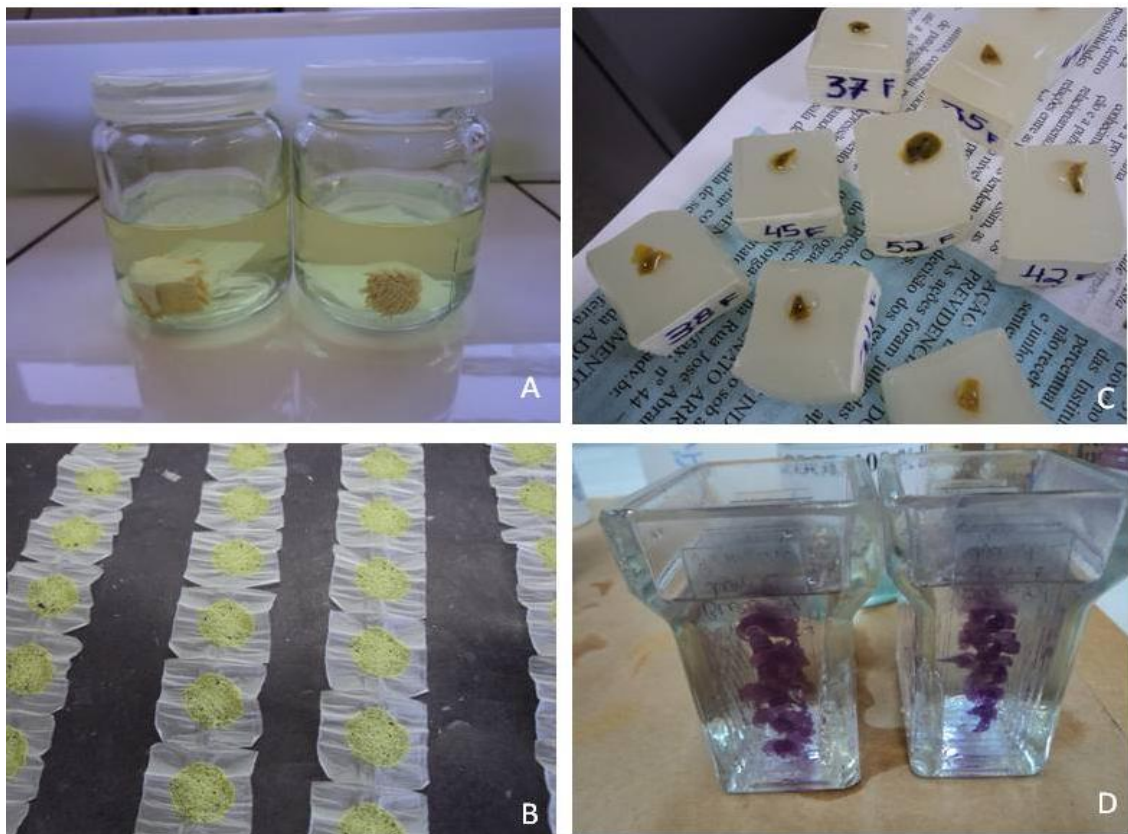


Figura 8: Preparação do material histológico. A= desidratação; B= Inclusão (parafina); c= Secção; D= coloração.



Figura 9: Corte transversal de ovário de jundiá em maturação inicial. Reparar os poucos ovócitos em estado vitelogênico → luz ovariana; * lamelas ovarianas. H.E. sem escala.

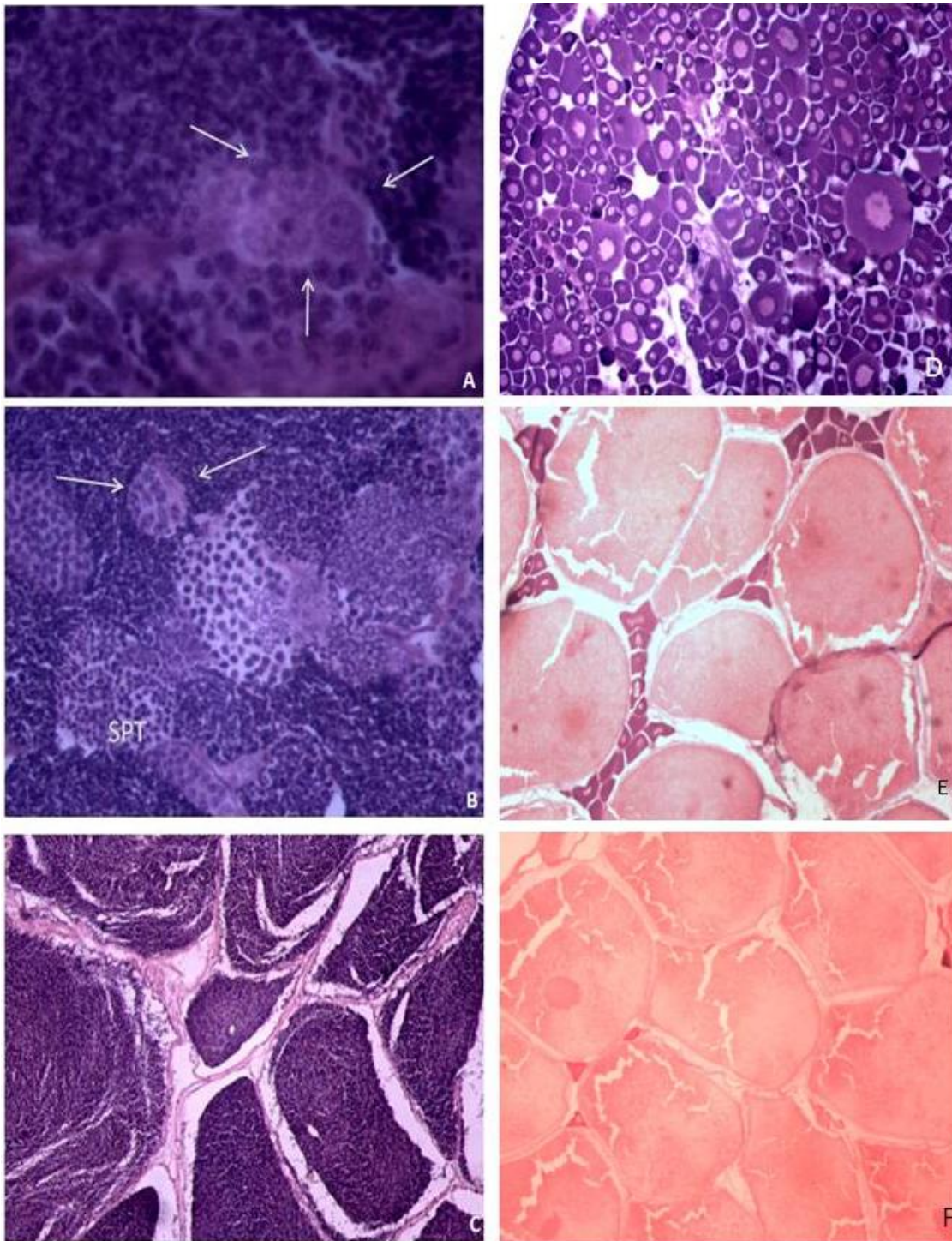


Figura 10: Estágios de maturação gonadal de machos e fêmeas. A= machos em maturação inicial, reparar nos ninhos de espermatogônias (→); B= machos em maturação, observar a presença de espermatócitos (→) e espermatídes (SPT); C= macho maturo. D=ovário em maturação inicial; E=maturação; F=ovário maturo. Reparar número e tamanho dos ovócitos em estágios avançados de desenvolvimento (H.E. 40x).

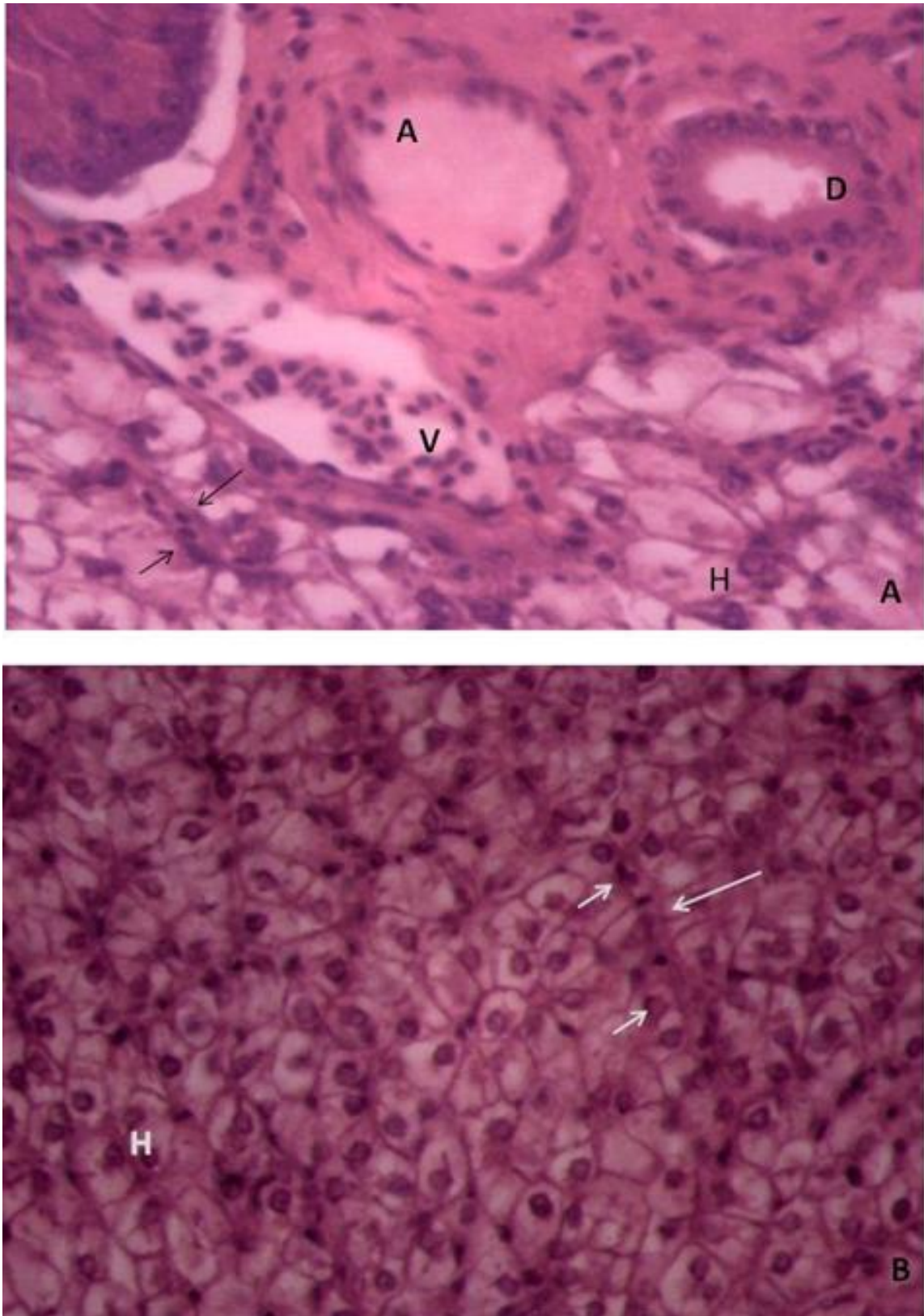


Figura 11: Aspectos morfológicos do fígado de jundiá. A-espço porta hepático. A)artéria lobular; D) ducto biliar; V) veia porta hepática; H) hepatócitos; →capilares sinusóides (H.E. 400x). B) H- hepatócitos; →capilares sinusóides (H.E. 100x).

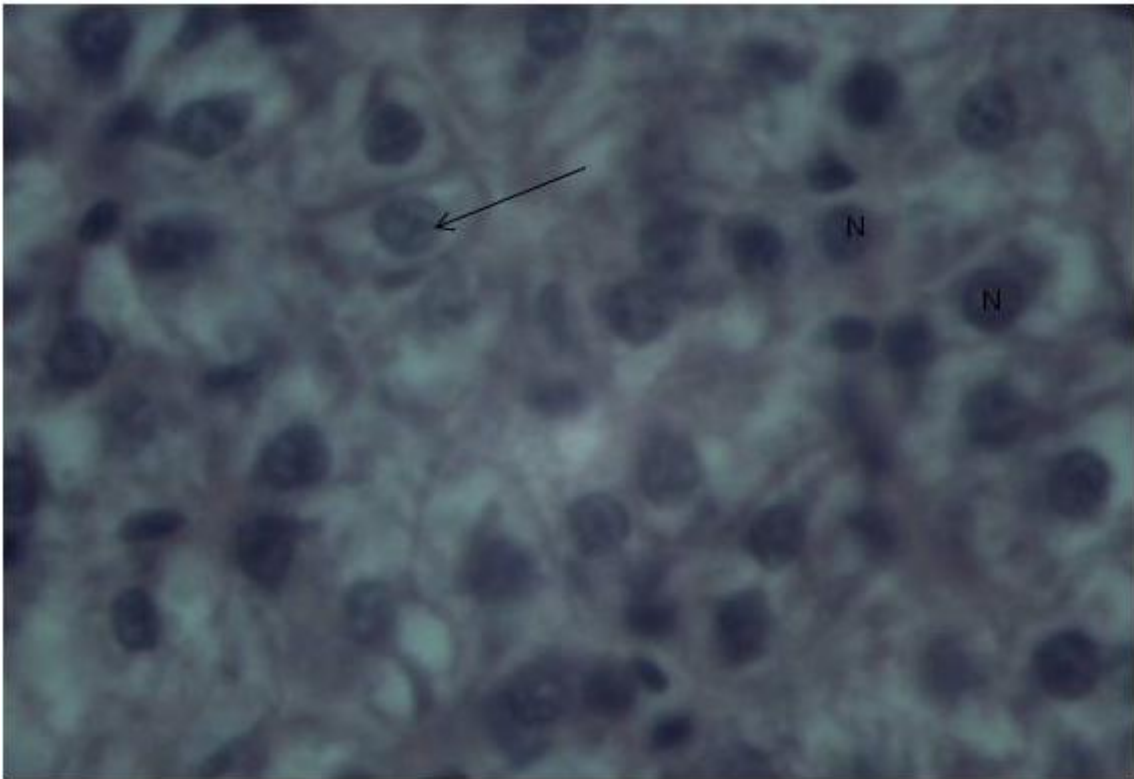


Figura 12: Tecido hepático. Reparar no formato irregular dos hepatócitos. Ainda, núcleos (N) e nucléolos (→) evidentes (H.E. 1.000x).

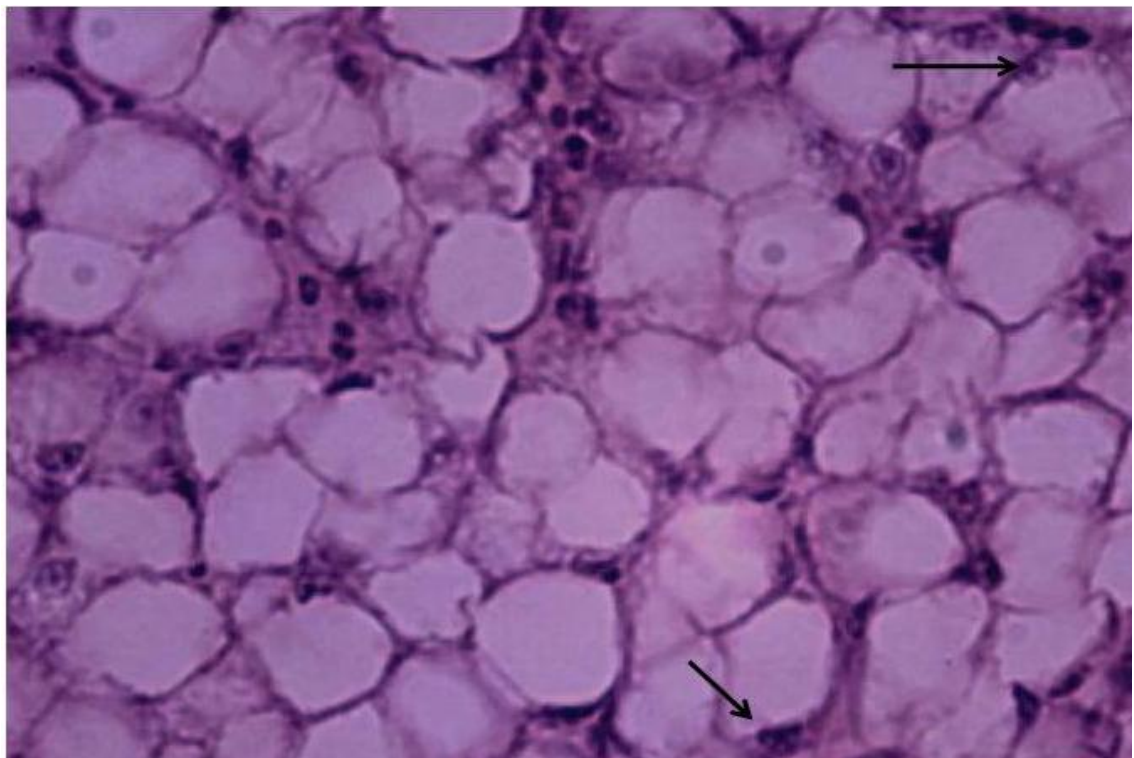


Figura 13: Hepatócitos alterados. Reparar na modificação de formato, aumento da área celular e deslocamento de núcleo (→) (H.E. 400x).