

Estudo morfológico do ciclo reprodutivo e variabilidade nos níveis de glicose, de glicogênio e de lipídeo ao longo do ano em pato doméstico (*Anas platyrhynchos*)

Karina Simões^{1*}, Antônio Marcos Orsi², Elizabeth Criscuolo Urbinati³, Flávio Daólio Gonçalves⁴, Claudinei da Cruz⁴ e Maria Raquel Marçal Natali⁵

¹Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), Faculdade de Ciências da Saúde, Câmpus de Lins, São Paulo, Brasil e Centro Universitário de Rio Preto (Unirp), São Paulo, Brasil. ²Departamento de Anatomia, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Botucatu, São Paulo, Brasil. ³Departamento de Fisiologia e Morfologia Animal, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo e Centro de Aqüicultura da Unesp, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ⁴Centro de Aqüicultura da Unesp, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ⁵Departamento de Ciências Morfofisiológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: simoesk@yahoo.com.br

RESUMO. Estudos histológicos do epitélio seminífero foram realizados para determinar o ciclo reprodutivo anual do pato doméstico na região mesotérmica tropical e correlacioná-lo aos parâmetros de glicose sangüínea, de glicogênio e de lipídeos hepáticos e musculares, substratos metabólicos básicos ligados ao processo reprodutivo. O ciclo reprodutivo anual do pato pôde ser dividido em quatro fases sucessivas ao longo do ano, denominadas de reprodução, de regressão, de quiescência e de recrudescência testicular. A fase reprodutiva iniciou-se na estação de inverno (julho), atingindo seu pico máximo em outubro. A fase de regressão ocorreu no final da primavera (novembro) e no início do verão (dezembro). A fase de quiescência testicular iniciou-se no verão (janeiro e fevereiro). A fase de recrudescência ocorreu do outono (março) até o inverno (junho), com a retomada do processo espermatogenético. Quanto ao metabolismo energético, somente a glicose sangüínea esteve correlacionada ao ciclo reprodutivo do pato, fornecendo suporte energético para o processo reprodutivo.

Palavras-chave: ciclo reprodutivo, morfologia, glicose, glicogênio, lipídeo, ave.

ABSTRACT. Morphological study of the reproductive cycle and variability in the levels of glucose, glycogen and lipid along the year in the domestic duck (*Anas platyrhynchos*). Histologic studies on the seminiferous epithelium were performed to determine the reproductive annual cycle of domestic duck in mesothermic tropical region and to correlate it with metabolic parameters such as blood glucose, hepatic and muscular glycogen and lipids, which are basic metabolic substrates related to the reproductive process. The annual reproductive cycle of the duck could be divided in four successive phases along the year, which are named reproductive, regressive, quiescent and recrudescence phases. The reproductive phase began in winter (July) reaching its maximum peak in October. The regressive phase occurred in the end of spring and in the beginning of summer (December). The quiescent phase started in the summer between January and February. The recrudescence phase occurred in autumn and winter (June) when the spermatogenetic process resumed. Concerning the energetic metabolism only the blood glucose was related to the reproductive cycle, giving energetic support to this reproductive process.

Key words: reproductive cycle, morphology, glucose, glycogen, lipid, fowl.

Introdução

As aves da família Anatidae (Ordem Anseriforme) representam um potencial produtivo, alimento apreciado e fonte de renda resultante do comércio ligado à cinegética (Sick, 1988). O pato

doméstico, *Anas platyrhynchos*, é uma espécie introduzida no Brasil, que habita partes da América do Norte e da Eurásia e que, no inverno do hemisfério norte, migra para o sul do México, para o norte da África e para o sudeste da Ásia (Harrison e

Greensmith, 1995).

Nas aves, os ciclos reprodutivos sazonais são constantes e influenciados por fatores parácrinos, quando os órgãos reprodutores crescem e regredem com a luz, com a temperatura, com o índice pluviométrico e com a disponibilidade de alimento (Kemp, 1973; Silverin, 1975), estando sujeitos, também, a constantes variações em virtude da latitude e da altitude geográfica (Breucker *et al.*, 1989).

Os ciclos reprodutivos de vertebrados silvestres sincronizam-se com as variações ambientais, visando à sobrevivência das espécies e apresentando uma sazonalidade característica. Muitas aves tropicais têm conservado essa estacionalidade, apesar de habitarem em regiões de condições ambientais relativamente constantes ao longo do ano (Fuenzalida *et al.*, 1989). Em aves de reprodução sazonal, a disponibilidade de gametas maduros está restrita a uma determinada época do ano, sendo variável entre as espécies. As alterações morfofuncionais das gônadas constituem um ciclo anual, de modo que, nos testículos, puderam-se distinguir quatro fases denominadas de quiescência, de recrudescência, de reprodução e de regressão (Fuenzalida *et al.*, 1989).

Durante o processo de maturação das gônadas e de reprodução, o organismo do animal mobiliza energia intensamente. O processo reprodutivo é bem elaborado, incluindo operações especializadas como produção, maturação e liberação de gametas, bem como síntese de hormônios esteróides sexuais e comportamento sexual. Parte da energia utilizada para sustentar esses processos é fornecida pelos carboidratos, lipídeos e proteínas ingeridos pela dieta ou estocados nos tecidos corpóreos (Mömmesen *et al.*, 1980; Andriquetto *et al.*, 1981; Lehninger *et al.*, 1995).

Os carboidratos são uma fonte de energia importante para o metabolismo animal. A glicose sanguínea e o glicogênio hepático são substratos metabólicos básicos e podem ser variáveis importantes no estudo do metabolismo animal. O glicogênio hepático é o carboidrato fundamental como fonte de energia e fornecedor de glicose para a manutenção da homeostase glicêmica (Lehninger *et al.*, 1995). Os carboidratos, assim como as proteínas e os lipídeos, têm influência no processo reprodutivo, atuando em períodos de emergência para a produção de energia no músculo (Mömmesen *et al.*, 1980), colaborando, também, como fonte energética para a reprodução (Zaiden, 2000).

De acordo com o exposto, o objetivo deste trabalho foi investigar as alterações morfológicas do epitélio seminífero durante a ocorrência de um ciclo

reprodutivo no pato doméstico (*Anas platyrhynchos*), em região mesotérmica tropical, e correlacioná-lo a variáveis bioquímicas de glicose sanguínea, de glicogênio e de lipídeo hepático e muscular ao longo do ano.

Material e métodos

Para o estabelecimento do ciclo reprodutivo anual, foram utilizados 60 patos domésticos adultos da espécie *Anas platyrhynchos*, com peso corpóreo de 2,5 a 4,0 Kg, obtidos entre julho de 2000 a junho de 2001, provenientes de criação comercial extensiva em ambiente de luz natural, localizada no município de Jaboticabal (21°15'17"S, 48°19'20"W), Estado de São Paulo. Todas as aves foram alimentadas com ração comercial (Purina), escolhidas aleatoriamente em idade reprodutiva, pesadas e sacrificadas mediante saturação anestésica com uma mistura de cloridrato de quetamina (20 mg/Kg) e cloridrato de xilazina (1,5 mg/Kg) aplicada intramuscularmente. A seguir, abordaram-se os órgãos reprodutores por meio de laparotomia abdominal, rebatimento do plastrão esternal e evisceração do trato gastrointestinal.

Análise histológica

Para a determinação do ciclo reprodutivo, foram sacrificados 5 animais por mês, ao longo de 12 meses, sendo os testículos retirados, seccionados longitudinalmente, imersos em solução de Bouin ou McDowell (McDowell e Trump, 1976) por 24 horas e incluídos em Histosec® (Merck, USA) ou Historessin® (Leica, Germany). Secções histológicas de 3 a 5 µm de espessura foram coradas com Hematoxilina-Eosina, Heidenhain Scheleicher (Behmer *et al.*, 1976) e Hematoxilina-Floxina, Azul de Toluidina 1% - Fucsina Básica 0,5%.

Análises bioquímicas de glicose sanguínea, de glicogênio e de lipídeos hepáticos e musculares

Para a dosagem de glicose sanguínea, foi obtido sangue do ventrículo cardíaco esquerdo de 5 animais mensais, coletado sempre às 10h, por meio de seringa heparinizada, sendo esse congelado a - 70°C até a realização das análises. A glicose sanguínea foi determinada pelo método colorimétrico (King e Garner, 1947), com leitura realizada em espectrofotômetro a 540 nm (Metrolab.1700-UVVisível-espectrophotometer).

Durante as coletas dos testículos em todos os animais, também se retiraram amostras de tecidos hepático e muscular, a partir do músculo peitoral superficial (músculo branco) e do músculo gastrocnêmio (músculo vermelho), para a avaliação

do glicogênio e do lipídeo hepático e muscular.

Na análise de glicogênio hepático e muscular, fragmentos de fígado, de músculo branco e de músculo vermelho foram coletados e congelados sobre gelo seco e estocados em placas a -70°C . O glicogênio foi dosado pelo método Glicogênio Trinder, Placa de Elisa (Moon *et al.*, 1989), com leitura em espectrofotômetro a 490 - 505 nm (Metrolab.1700-UVVisível-espectrophotometer).

A determinação do lipídeo total tecidual foi realizada com fragmentos de fígado, de músculo branco e de músculo vermelho, segundo Bligh e Dyer (1959). Para isso, utilizaram-se 500 mg de tecido homogeneizado em ultraturrax com 5,0 mL da mistura de extração com solvente orgânico (clorofórmio/metanol 2:1). Após a filtragem do homogenado, foram obtidas camadas distintas: uma delas contendo fração lipídica (clorofórmio) e outra fração não-lipídica (metanol). Após a separação da camada que continha lipídeos, essa foi colocada em placas de Petri previamente pesadas e levadas à estufa a 100°C , por 1 hora, para evaporação. A diferença entre os pesos inicial e final das placas permitiu os cálculos para obtenção da porcentagem de lipídeos de cada amostra.

Os resultados obtidos dos parâmetros bioquímicos foram submetidos à análise de variância (Anova) e Teste de Tukey 5%, utilizando-se o software SAS (Statistical Analyses System, USA), (SAS, 1999).

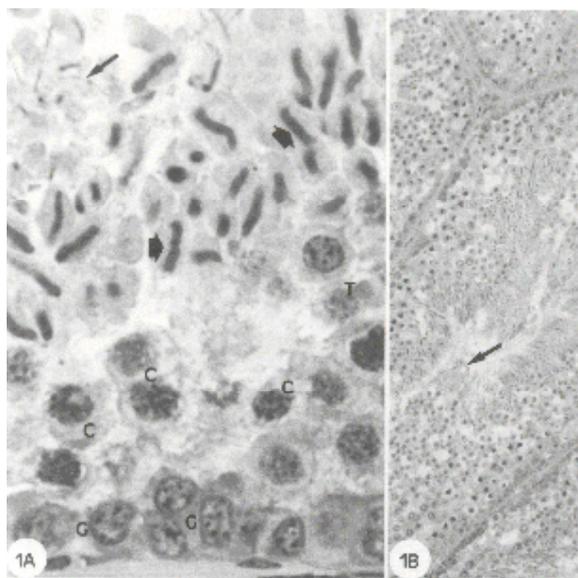
Resultados

Ciclo reprodutivo anual

O pato doméstico apresentou um ciclo reprodutivo anual dividido em 4 fases sucessivas e sazonais denominadas de reprodução, de regressão, de quiescência e de recrudescência, de acordo com modificações histológicas do epitélio seminífero.

A fase reprodutiva iniciou-se em julho, estação de inverno, atingindo o seu pico máximo no início de outubro, estação de primavera. Nesta, observou-se um processo completo de espermatogênese, estando presentes espermatogônias, espermatócitos primários nos diferentes estágios da prófase I meiótica, diferenciação das espermatídes (redondas e alongadas) e dos espermatozoides no lúmen tubular (Figura 1A, 1B).

A fase de regressão ocorreu no final da primavera, no mês de novembro, e no início da estação de verão, no mês de dezembro, em que se notou a involução do epitélio seminífero e espermatogênese incompleta. A principal característica dessa fase regressiva foi a esfoliação do epitélio seminífero que recobria o lúmen tubular (Figura 2).



Figuras 1A-B. Fase de reprodução, mostrando o epitélio seminífero formado por espermatogônias (G), espermatócitos primários (C), espermatídes redondas (T), espermatídes alongadas (setas curtas) e espermatozoides (seta longa) na Figura 1A (400x). Note os espermatozoides (seta) no lúmen tubular na figura 1B (100x).

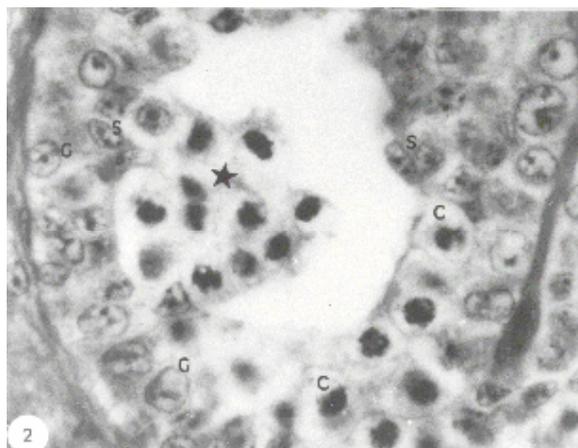


Figura 2. Fase de regressão, evidenciando o epitélio seminífero com células de Sertoli (S), espermatogônias (G), espermatócitos primários (C) e a esfoliação celular (estrela), recobrando o lúmen tubular (400x).

Na estação de verão, meses de janeiro e fevereiro, iniciou-se a fase de quiescência ou de repouso testicular. Nessa fase, o epitélio seminífero apresentou somente espermatogônias e células de Sertoli em sua estruturação histológica (Figura 3). A fase de recrudescência ocorreu durante todo o outono, entre os meses de março a junho, sendo essa a mais longa fase do ciclo reprodutivo. Caracterizou-se pela renovação do epitélio seminífero, com a retomada do processo espermatogenético, em que se observaram células de Sertoli, espermatogônias, espermatócitos primários em diferentes estágios da prófase I meiótica e espermatídes redondas em maturação (Figura 4).

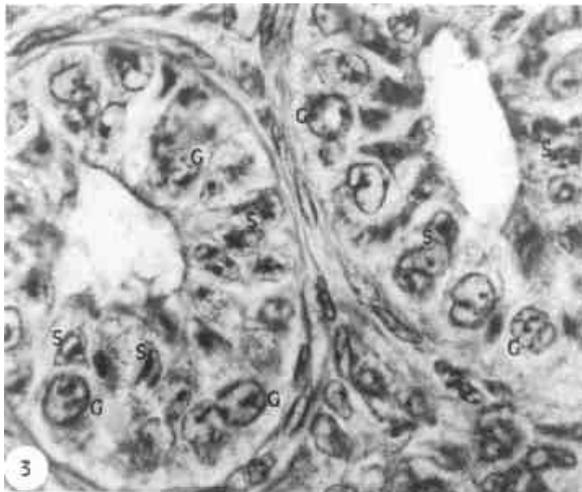


Figura 3. Fase de repouso testicular, apresentando somente espermatogônias (G) e células de Sertoli no epitélio seminífero (400x).

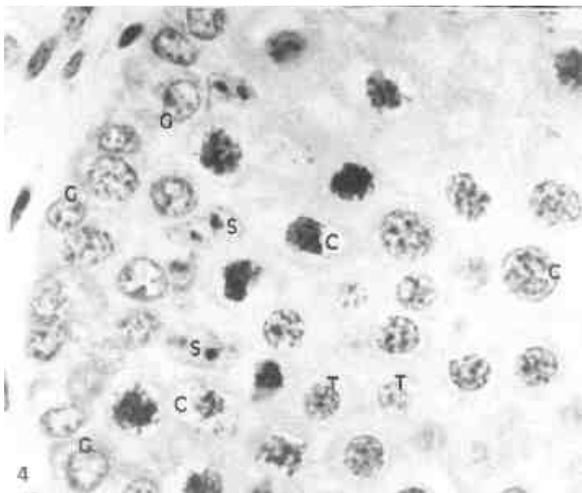


Figura 4. Fase de recrudescência, mostrando a retomada da espermatogênese, com células de Sertoli (S), espermatogônias (G), espermatócitos primários (C) e espermátides redondas (T) no epitélio seminífero (400x).

Metabolismo energético

As concentrações de glicose circulantes no sangue do pato doméstico mostraram variações ao longo do ano (Figura 5). A glicemia apresentou-se mais elevada durante as fases de recrudescência (de março a junho), de regressão (novembro e dezembro) e de quiescência testicular (janeiro e fevereiro), não diferindo significativamente entre si. Os menores valores de glicemia encontrados foram durante a fase reprodutiva (de julho a outubro), diferindo das demais fases do ciclo reprodutivo anual.

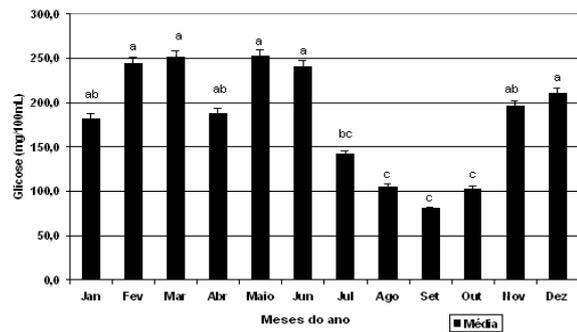


Figura 5. Valores médios (\pm desvio padrão) de glicose sanguínea (mg/100 mL) durante o ciclo reprodutivo anual. *letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias pelo Teste de Tukey 5%.

As concentrações de glicogênio hepático e muscular variaram ao longo do ano (Figura 6). O glicogênio hepático mostrou maiores valores durante as fases de recrudescência (de março a junho), reprodutiva (julho e outubro) e de quiescência (fevereiro), não diferindo significativamente entre si. O menor valor encontrado de glicogênio hepático foi no mês de agosto, na fase de reprodução.

O nível de glicogênio do músculo vermelho (Figura 6) apresentou o seu maior pico no mês de outubro, na fase reprodutiva, não diferindo significativamente dos valores encontrados nos demais meses da fase de reprodução (julho, agosto e setembro) e também nas fases de quiescência (fevereiro) e de recrudescência (maio e junho). Nos outros meses do ano, foram encontrados os menores valores de glicogênio para o músculo vermelho que diferiram expressivamente das demais médias observadas durante o ciclo reprodutivo. As concentrações de glicogênio de músculo branco variaram no decorrer do ano (Figura 6), com o maior pico observado na fase de recrudescência (abril), não diferindo significativamente das fases de reprodução (julho e outubro), de regressão (novembro), de quiescência (janeiro) e de recrudescência (abril, maio e junho).

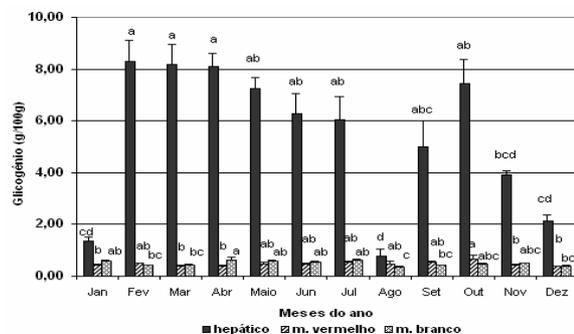


Figura 6. Médias (\pm desvio padrão) de glicogênio hepático e de glicogênio muscular (músculos vermelho e branco) durante o ciclo reprodutivo anual. * letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias pelo Teste de Tukey.

As concentrações de lipídeo total hepático e lipídeo total muscular diferiram significativamente no decorrer do ano (Figura 7). O lipídeo total hepático apresentou maiores valores nas fases de reprodução (agosto), de regressão (novembro e dezembro) e de quiescência (janeiro), não diferindo entre si (Figura 7). Nos demais meses do ano, foram encontrados valores intermediários, sendo o menor valor verificado no início da fase de recrudescência (março), diferindo significativamente de todos os demais valores encontrados durante o ciclo reprodutivo.

As médias de concentração de lipídeo total de músculo vermelho exibiram maiores picos durante toda a fase reprodutiva (de julho a outubro), diferindo expressivamente das demais fases do ciclo (Figura 7). O menor valor encontrado foi na fase de recrudescência (abril), não diferindo significativamente das outras fases do ciclo reprodutivo. Para o músculo branco, os maiores valores de lipídeo total foram vistos durante as fases de reprodução (julho a outubro), de regressão (novembro e dezembro), de quiescência (janeiro) e de recrudescência (abril, maio e junho), diferindo dos demais meses do ano, com menor valor em fevereiro, fase de quiescência testicular (Figura 7).

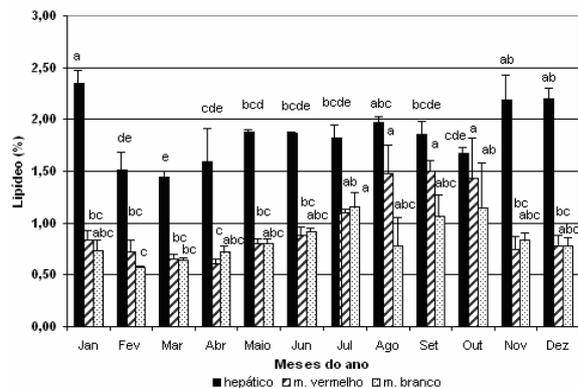


Figura 7. Análise da porcentagem (médias \pm desvio padrão) de lipídeo hepático e de lipídeo muscular (músculos vermelho e branco) relacionados ao ciclo reprodutivo anual. *letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias pelo Teste de Tukey 5%.

Discussão

Baraldi-Artoni *et al.* (1997), estudando o ciclo reprodutivo anual de codorna doméstica, observaram quatro fases distintas sucessivas, denominadas de quiescência (final da primavera), de recrudescência (outono), de fase de atividade (final de inverno, começo da primavera) e de regressão (final da primavera e do verão). Essas fases na

codorna doméstica foram similares às previamente descritas para alguns passeriformes (Riley, 1936, 1937) e para uma espécie de pingüim antártico (Fuenzalida *et al.*, 1989), sendo, também, similares às fases e às suas respectivas durações observadas no ciclo reprodutivo anual do pato doméstico.

As variações circanuais da atividade espermatogênica foram também reportadas no pato andino (Breucker *et al.*, 1989). Esses autores observaram alterações histológicas no epitélio seminífero, bem como o aumento ou a diminuição do diâmetro dos túbulos seminíferos, correspondendo às diferentes fases da atividade testicular e/ou à involução dessa. De acordo com Breucker *et al.* (1989) e baseado nas presentes observações, o período de atividade reprodutiva é bastante prolongado no pato doméstico, enquanto as fases de regressão e de quiescência testicular são reduzidas a um período mínimo, caracterizando um padrão de atividade testicular anual cíclica, como fora afirmado pelos últimos autores para o pato andino.

Alguns estudos com aves revelaram que o comprimento do dia iniciaria o desenvolvimento testicular (Farner e Follett, 1979; Follett, 1984; Wingfield, 1983). No caso do pato doméstico, observou-se que a diminuição do fotoperíodo, na passagem das estações de outono para inverno, talvez possa desencadear o desenvolvimento testicular, iniciando o período reprodutivo dessa espécie, similarmente ao observado no pardal e na codorna doméstica (Wingfield, 1983). Mas, efetivamente, é no período da primavera (outubro), quando o comprimento do dia começa a se alongar, que o pico da reprodução do pato doméstico ocorre, caracterizando uma interdependência entre fatores parácrinos e endócrinos no seu processo reprodutivo.

Os carboidratos, como a glicose e o glicogênio, oferecem certas vantagens como fontes imediatas de energia metabólica (Lehninger *et al.*, 1995). A glicose é o principal combustível da maioria dos organismos e ocupa uma posição central no metabolismo energético. Por meio do armazenamento da glicose como um polímero de alto peso molecular, a célula pode acumular grande quantidade de unidades de hexose. Quando as demandas energéticas da célula aumentam subitamente, a glicose pode ser liberada rapidamente desses polímeros de armazenamento intracelulares. Em certos tecidos e tipos celulares, por exemplo, os espermatozoides, a glicose, por meio da glicólise, é a principal ou mesmo a única fonte de energia metabólica (Lehninger *et al.*, 1995).

No pato doméstico, a concentração de glicose

variou ao longo do ano, com maiores valores nas fases de quiescência, de regressão e durante toda a fase de recrudescência, período que antecede a fase reprodutiva. Observou-se uma queda significativa dos níveis de glicose na fase de reprodução, devido à elevada demanda energética desse processo, podendo estar correlacionada ao perfil reprodutivo da espécie, funcionando, então, como fonte energética para a reprodução no pato doméstico, similarmente ao encontrado na codorna por Peebles *et al.* (1996).

O glicogênio é o principal polissacarídeo de armazenamento das células animais, sendo abundante no fígado e estando, também, presente nos músculos esqueléticos. O glicogênio hepático, um carboidrato importante como fonte de energia e fornecedor de glicose para a manutenção da homeostase glicêmica (Lehninger *et al.*, 1995), mostrou no pato doméstico variações nas concentrações, que não acompanharam todas as modificações do desenvolvimento gonadal. Apesar de apresentar valores maiores nas fases de quiescência e de recrudescência, o que indicaria um estoque para ser utilizado na reprodução, esses não caíram significativamente, mantendo-se constantes durante toda a fase reprodutiva, com exceção no mês de agosto, em que apresentou menor valor, talvez sendo requisitado como fonte energética imediata nessa fase. O mesmo perfil aconteceu com os níveis de glicogênio do músculo vermelho e do músculo branco no pato doméstico. Logo parece não haver demanda expressiva de energia por parte das gônadas, ficando o glicogênio acumulado nos respectivos órgãos.

O lipídeo total hepático variou ao longo do ano no pato doméstico, mas não está diretamente correlacionado ao ciclo reprodutivo, pois apresentou menores valores na fase de recrudescência que antecedia a reprodução. O estoque de lipídeo total no músculo vermelho foi elevado durante os meses da fase reprodutiva, sugerindo que esse estoque tenha outra finalidade que não a reprodução, pois, segundo Srivastav *et al.* (1986), a fase de estoque de carboidratos, de proteínas e de lipídeos no fígado e nos músculos somáticos ocorre somente na fase que antecede à reprodução, sendo, portanto, os açúcares utilizados como fonte energética primária para a atividade espermatogênica.

A concentração de lipídeo total de músculo branco apresentou-se elevada durante a fase reprodutiva, não mostrando diferenças significativas entre as outras fases do ciclo reprodutivo, similarmente ao observado no passeriforme africano da família Muscicapidae *Camaroptera brevicaudata* ("Grey backed bleating bushwarbler") (Fogden e

Fodgen, 1979). Nessa, não houve mudanças sazonais na concentração de lipídeos musculares em relação ao ciclo reprodutivo anual dessa espécie.

Conclusão

Com base em nossas observações, podemos concluir que, no clima mesotérmico tropical, o pato doméstico possui um ciclo reprodutivo dividido em quatro fases sucessivas ao longo do ano e que somente a glicose sangüínea está correlacionada às fases de seu ciclo reprodutivo.

Referências

- ANDRIGUETO, J.M. *et al.* *Nutrição Animal*. São Paulo: Nobel, 1981.
- BARALDI-ARTONI, S.M.B. *et al.* The Annual Testicular Cycle of the Domestic Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Anat. Histol. Embryol.*, Berlin, v. 26, p. 337-339, 1997.
- BEHMER, A.O. *et al.* *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. São Paulo: Edusp, 1976.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, Toronto, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BREUCKER, H. *et al.* Spermatogenesis of *Lophonetta specularioides* (Anatidae, Aves) in the high plateau of the southern Andes. A light and electron microscopic study. *Micr. Elec. Biol. Cell*, Toronto, v. 13, p. 167-82, 1989.
- FARNER, D.S.; FOLLETT, B.K. Reproductive periodicity in birds. In: BARRINGTON, E.J.W. (Ed.) *Hormones and Evolution*. New York: Academic Press, 1979, p. 829-872.
- FOGDEN, M.P.L.; FOGDEN, P.M. The role of fat and protein reserves in the annual cycle of the Grey-backed camaroptera in Uganda (Aves: Sylviidae). *J. Zool.*, London, v. 189, p. 233-58, 1979.
- FOLLETT, B.K. Birds. In: LAMMING, G.E. (Ed.) *Marshall's Physiology and Reproduction*. New York: Churchill-Livingstone, 1984, p. 283-350.
- FUENZALIDA, H. *et al.* Morfologia del testículo de *Pygoscelis papua* (Foster) durante el período de actividad sexual. *Arch. Anat. Embryol.*, Berlin, v. 20, p. 79-91, 1989.
- HARRISON, C.; GREENSMITH, A. *Birds of the world*. London: Dorling Kindersley Limited, 1995.
- KEMP, A.C. Environmental factors affecting the onset breeding in some Southern African hornbills, *Tockus spp.* *J. Reprod. Fert.*, London, v. 19, p. 319-31, 1973.
- KING, E.J.; GARNER, R.J. Colorimetric determination of glucose. *J. Chem. Pathol.*, London, v. 1, p. 30-33, 1947.
- LEHNINGER, A.L. *et al.* *Princípios de Bioquímica*. São Paulo: Sarvier, 1995.
- MCDOWELL, E.M.; TRUMP, B.F. Histologic fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy. *Arch. Pathol. Lab. Med.*, Chicago, v. 100, p. 405-414, 1976.
- MOMMSEN, T.P. *et al.* Sites and protein and aminoacid utilization during the spawning migration of salmon. *Can.*

J. Zool., Ottawa, v. 58, p. 1123-29, 1980.

MOON, T.W. *et al.* Changes in peptide hormones and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food for 6 weeks. *Can. J. Zool.*, Ottawa, v. 67, p. 2189-93, 1989.

PEEBLES, E.D. *et al.* Changes in gonadal weights, serum lipids, and glucose during maturation in the juvenile northern bobwhite quail (*Colinus virginianus*). *Poult. Sci.*, Champaign, v. 75, p. 1411-1416, 1996.

RILEY, G.M. Experimental studies on spermatogenesis in the house sparrow, *Passer domesticus* (Linnaeus). *Anat. Rec.*, New York, v. 67, p. 327-51, 1936/1937.

SAS. Statistical Analyses System. User's Guide: Statistics. Versão 8.0. SAS Institute. Carolina do Norte: Cary, NC, 1999.

SICK, H. *Ornitologia Brasileira*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988.

SILVERIN, B. Reproductive organs and breeding behavior of the male pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*

(Ballas). *Ornis Scand.*, Lund, v. 6, p. 15-26, 1975.

SRIVASTAV, A.K. *et al.* Calcitonin effects on serum calcium level of the freshwater snake, *Natrix piscator*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, New York, v. 61, p. 36-437, 1986.

WINGFIELD, J.C. Environmental and endocrine control of avian reproduction: an ecological approach. In: MIKAMI, S. *et al.* (Ed.). *Avian Endocrinol.*, Tokyo: Springer-Verlag, 1983, p. 265-288.

ZAIDEN, S.F. *Morfologia gonadal e metabolismo energético da piraputanga Brycon hilarii (Curvier e Valenciennes, 1849) (Pisces, Characidae), em cativo, durante o ciclo reprodutivo anual*. 2000. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

Received on December 07, 2004.

Accepted on July 04, 2005.