



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
PESQUEIROS E AQUICULTURA – PPG/RPAq

LEONARDO BRUNO BARBOSA MONTEIRO

CARACTERIZAÇÃO DO CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO E PERFIL HORMONAL
DOS ESTERÓIDES SEXUAIS DO PIRARUCU, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), EM
CONDIÇÕES DE CATIVEIRO.

RECIFE-PE
Maio, 2005



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
PESQUEIROS E AQUICULTURA – PPG/RPAq

LEONARDO BRUNO BARBOSA MONTEIRO

CARACTERIZAÇÃO DO CRESCIMENTO, REPRODUÇÃO E PERFIL HORMONAL
DOS ESTERÓIDES SEXUAIS DO PIRARUCU, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), EM
CONDIÇÕES DE CATIVEIRO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, área de concentração em Aquicultura.

Orientadora:

Prof^ª. Dra. Maria do Carmo Figueredo Soares

RECIFE-PE
Maio, 2005

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

M775c Monteiro, Leonardo Bruno Barbosa
Caracterização do crescimento, reprodução e perfil hormonal dos esteróides sexuais do Pirarucu, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) em condições de cativeiro / Leonardo Bruno Barbosa Monteiro – 2005.
82 f. : il . tabs.

Orientadora: Maria do Carmo Figueredo Soares
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura.
Referências.

CDD 639.3

1. Piscicultura
 2. Pirarucu
 3. Crescimento
 4. Reprodução
 5. Esteróides sexuais
 6. *Arapaima gigas*
- I. Soares, Maria do Carmo Figueredo
 - II. Título

Caracterização do crescimento, reprodução e perfil hormonal dos esteróides sexuais do pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) em condições de cativeiro.

Por: Leonardo Bruno Barbosa Monteiro

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

E aprovada em 12/05/2005 pelo Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura em sua forma final.

Prof^a. Dra. Maria Raquel Moura Coimbra
Coordenadora do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Maria do Carmo Figueredo Soares
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a. Dra. Maria Teresa Jansem de Almeida Catanho
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Athiê Jorge Guerra Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. William Severi
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Este trabalho é dedicado às minhas avós Julia Queiroz Monteiro e Adília dos Santos Barbosa, dois grandes exemplos de vida e perseverança. E a José Francisco Monteiro Sobrinho e Irecê Barbosa Monteiro, dois incentivadores de meus estudos e pessoas de quem me orgulho chamar de Pai e Mãe.

AGRADECIMENTOS

A todas as instituições e pessoas que colaboraram, direta ou indiretamente neste trabalho. Seja no levantamento bibliográfico, no planejamento do experimento, na própria pesquisa de campo ou intelectual, no apoio logístico, na facilitação de documentos, no companheirismo, amizade e incentivo. Por esses e outros motivos, desejo registrar aqui os meus mais sinceros agradecimentos, entre outras, às seguintes entidades e pessoas:

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, ao Departamento de Pesca e Aqüicultura, pelo apoio na realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pelo recurso liberado para o custeio deste trabalho.

Ao Centro de Aperfeiçoamento Pessoal do Ensino Superior – CAPES, pela bolsa concedida.

À Coordenação de Pesquisas em Aqüicultura – CPAq, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, pelo apoio logístico e técnico dado a este trabalho.

Ao Laboratório de Biofísica da Universidade Federal de Pernambuco, pela realização das análises hormonais.

Ao Laboratório de Evolução e Ecofisiologia Molecular – LEEM, do INPA e ao Laboratório do Projeto Genoma da UFRPE, pelo apoio na conservação das amostras deste trabalho.

À Prof^a. Dra. Maria do Carmo Figueredo Soares, amiga e orientadora, pelos ensinamentos práticos e teóricos, compreensão, orientação e, principalmente, empenho dado a este trabalho.

Ao pesquisador MSc. Alexandre Honczaryk, amigo e proprietário do local de pesquisa, pela concessão dos peixes, coordenação de pesquisa de campo, ensinamentos práticos, apoio na coleta de dados e auxílio na liberação do recurso necessário para realização deste trabalho.

À Prof^a. Dra. Maria Teresa Jansem de Almeida Catanho, pela realização dos ensaios hormonais, análise desses resultados e sugestões dadas a este trabalho.

Ao Juca, Técnico de Aqüicultura, pelo tratamento dos peixes, observação dos dados comportamentais e auxílio na coleta dos dados.

Ao MSc. André Bordinhon, pela ajuda e dicas dadas na coleta de dados.

Ao MSc. Reinaldo Farias, amigo, pela ajuda dada às análises estatísticas deste trabalho.

Aos alunos Jaílson, André, Marília e Thiago, estagiários do Laboratório de Biofísica, Suzianny, bolsista do PET-Pesca, e seu Fredson, auxiliar de serviços gerais da UFPE, pela ajuda nas análises hormonais.

À Dona Turzinha, pela correção da formatação e elaboração das referências bibliográficas deste trabalho.

À Prof. Dra. Marle A. Villacorta Correa e Prof. Dra. Isabel Galdanes Porto, pelas orientações, correções e sugestões dadas no planejamento deste trabalho.

Ao casal de amigos Edson Pereira dos Santos e Tatiany Siqueira e Silva, pelo companheirismo, incentivo e apoio dado nesses meses de moradia em Recife.

Aos meus pais, José Francisco Monteiro Sobrinho e Irecê Barbosa Monteiro, pelo apoio, incentivo e conselhos nessa etapa da vida.

À Therla Monteiro Alves de Assis, minha namorada e aos amigos e parentes, pelo companheirismo, apoio e incentivo.

RESUMO

O pirarucu, *Arapaima gigas*, é um dos mais importantes recursos pesqueiros da região amazônica. A criação desta espécie encontra-se pouco desenvolvida devido à reduzida produção de alevinos, resultado da falta de controle da reprodução em cativeiro. Visando contribuir com o manejo reprodutivo esta pesquisa teve como objetivo caracterizar o crescimento, a reprodução e o perfil hormonal dos esteróides sexuais do pirarucu, *Arapaima gigas*, além de validar um aspecto do dimorfismo sexual secundário. O experimento foi realizado na Fazenda Santo Antônio II, em Presidente Figueredo-AM, no período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005. Foram selecionados 24 exemplares e divididos em três grupos de oito peixes (grupo "A", "B" e "C" com pirarucus de mais de quatro anos de idade, com três anos e dois anos, respectivamente). Os pirarucus foram estocados em três tanques de 400m², um para cada grupo. A alimentação foi feita com ração e peixes forrageiros para os grupos "B" e "C" e peixe mortos e forrageiros para o grupo "A". Aspectos comportamentais, como o interesse por alimento, brigas, formação de casais e presença de ninhos, foram observados ao longo de todo o experimento. Amostras de sangue foram coletadas mensalmente, de todos os peixes, e mensurados o comprimento total e o peso, observou-se a presença de uma mancha alaranjada no macho como uma característica sexual secundária. O sangue foi separado por centrifugação e o plasma foi conservado a -80°C. Foram mensurados os níveis de testosterona (T), 17beta-estradiol (E₂) e 17alfa-hidroxi-progesterona (17αOHP) através de radioimunoensaio (RIA) de fase sólida. Nos meses de abril, junho e julho foi observada a falta de interesse por alimento no grupo "A" e no grupo "B" nos meses de junho, julho, setembro e outubro. Todos os machos dos grupos "A" e "B" puderam ser identificados pela mancha alaranjada na região inferior da cabeça, corroborada pela concentração de testosterona, comprovando o conhecimento empírico dos ribeirinhos. Os peixes com mais de quatro anos obtiveram uma conversão alimentar aparente (CAA) de 5,94, os peixes de três anos a CAA foi de 7,36 e os de dois anos 5,84. Foram observados um maior crescimento e ganho de peso médios nos três grupos no início do experimento. Os níveis de T e E₂ nos peixes do grupo "A" e "B" tiveram maiores picos no início do período de chuva, enquanto que o 17αOHP teve oscilações constantes e pequenos picos no final do período chuvoso, tendo os peixes do grupo "C" acompanhado essa

tendência em concentrações menores. Os machos tiveram baixas concentrações de E_2 , diferindo das fêmeas ($p < 0,05$) e as concentrações de $17\alpha OHP$ foram iguais entre machos e fêmeas ($p > 0,05$). T foi maior nos machos ($p < 0,05$). A variação hormonal das fêmeas do grupo "B" indicou um maior preparo fisiológico para a reprodução do que a variação daquelas do grupo "A".

Palavras-chave: pirarucu, crescimento, reprodução, esteróides sexuais, *Arapaima gigas*.

ABSTRACT

The pirarucu, *Arapaima gigas*, is one of the most important fish resource of Amazon region. The principal difficulty in culture development is the fingerlings production and no controlled captivity reproduction. To contribute to the fish reproduction management, the purpose of this study was to characterize the growth, reproduction and hormonal profile of pirarucu, *Arapaima gigas*, and validate one sexual dimorphism characteristic. The experiment was carried in the fish farm Santo Antonio II, Presidente Figueredo city in the state of Amazonas – Brazil, from February 2004 to February 2005. In the experiment, 24 fishes were selected and divided in three groups, with eight fish in each one. The pirarucus from “A” group were older than four years. In “B” group the fishes were three years old and in “C” group these were two years old. The pirarucus were stocked in 400 m² excavated ponds, one pond for each group. The fishes of “B” and “C” groups were fed with ration and foraging fishes and in “A” group they were fed with frozen and foraging fishes. Reproductive behavior like feeding interest, fights, pair formation and presence of nest were observed. Blood samples were taken monthly from all fishes during the experiment period, when their total length and weight were measured and the sexual dimorphism characteristic was observed. Blood samples were centrifuged and plasma was separated and conserved in –80°C. Testosterone (T), 17β-estradiol (E₂) and 17αhidroxi-progesterona (17αOHP) levels were measured by radioimunoassay (RIA) in solid phase. Absence of feeding interest in April, June and July was observed in “A” group fishes and in June, July, September and October this reproductive behavior was observed in “B” group fishes, too. All males of group “A” and “B” could be identified by a orange mark under the head, and the levels of T validated this data, proving the empirical knowledge of river men. The apparent fed conversion was 5,94 in “A” group, 7,36 in “B” group and 5,84 in “C” group. A largest growth in weight and length was observed in the beginning of the experiment. T and E₂ levels of group “A” and “B” picked in the beginning of raining period and the 17αOHP levels were higher in the end of raining period. The levels of these hormones in “C” group fishes followed the tendency of “A” and “B” group hormonal levels, but in lower concentration. Males presented lower concentration of E₂, differing from females (p<0,05). T levels were higher in males (p<0,05) and 17αOHP

levels were similar ($p > 0,05$). The hormonal variation of "B" group females indicate a better reproduction physiological preparation than the "A" group females.

Key Words: pirarucu, growth, reproduction, sexual steroids, *Arapaima gigas*.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Marcação com etiqueta de nylon em exemplar de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> .	29
Figura 2. Coleta manual do pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> e transporte em maca.	29
Figura 3. Coleta de sangue no pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> .	30
Figura 4. Dados de temperatura do ar, precipitação e disponibilidade atual de água no solo (DAAS) em Manaus durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	37
Figura 5. Diferenciação sexual dos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "A" através da mancha vermelha (característica sexual secundária).	39
Figura 6. Diferenciação sexual dos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "B" através da mancha vermelha (característica sexual secundária).	40
Figura 7. Crescimento corporal em comprimento e peso médios para o pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "A" (n=8) durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	41
Figura 8. Crescimento corporal em comprimento e peso médios para o pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "B" (n=8) durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	41
Figurar 9. Crescimento corporal em comprimento e peso médios para o pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	42
Figura 10. Fator de condição para o pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "A" (n=8) durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	45
Figura 11. Fator de condição para o pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo "B" (n=8) durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	46

- Figura 12. Fator de condição para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005. 47
- Figura 13. Concentração de testosterona total em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 50
- Figura 14. Concentração de 17beta-estradiol em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 51
- Figura 15. Concentração de 17alfa-hidroxi-progesterona em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 52
- Figura 16. Concentração de testosterona total em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 53
- Figura 17. Concentração de 17beta-estradiol em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 54
- Figura 18. Concentração de 17alfa-hidroxi-progesterona em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 55
- Figura 19. Concentração de testosterona total em pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 56

- Figura 20. Concentração de 17beta-estradiol em pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 56
- Figura 21. Concentração de 17alfa-hidroxi-progesterona em pirarucu, *Arapaima gigas*, no grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. 57

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Dados das variáveis físicas e químicas da água de viveiros de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , durante o período de março de 2004 a fevereiro de 2005.	36
Tabela 2. Aspectos do comportamento reprodutivo do pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	38
Tabela 3. Ganho de peso (kg) nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.	43
Tabela 4. Crescimento (cm) nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.	44
Tabela 5. Biomassa produzida (kg) nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.	45
Tabela 6. Média aritmética, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos de comprimento total, peso, ganho de peso, crescimento e fator de condição nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.	48
Tabela 7. Análise de variância do comprimento total, peso, ganho de peso, crescimento e fator de condição entre machos e fêmeas	

de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo de peixes com a mesma idade.	49
Tabela 8. Média aritmética, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos da concentração de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona nos peixes dos grupos “A”, “B” e “C” durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.	58
Tabela 9. Análise de variância das concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona entre pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , de sexos diferentes e do mesmo grupo.	58
Tabela 10. Análise de variância das concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona entre pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , de sexos iguais e de grupos diferentes.	59
Tabela 11. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo “A”.	60
Tabela 12. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17beta-estradiol nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo “A”.	60
Tabela 13. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i> , do grupo “A”.	60

- Tabela 14. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em machos de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “A”. 61
- Tabela 15. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “A”. 61
- Tabela 16. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “B”. 61
- Tabela 17. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17beta-estradiol nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “B”. 62
- Tabela 18. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “B”. 62
- Tabela 19. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de

testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em machos de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B". 62

Tabela 20. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B". 63

Tabela 21. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "C". 63

Tabela 22. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17beta-estradiol nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "C". 63

Tabela 23. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "C". 64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1. Local, apoio logístico e duração.....	27
2.2. Animais, manejo e marcação.....	27
2.3. Coleta, mensuração biológica e observação comportamental dos peixes..	29
2.4. Coleta de sangue e separação do plasma.....	30
2.5. Métodos de análise.....	31
2.5.1. Índices zootécnicos.....	31
2.5.2. Determinação hormonal.....	31
2.5.3. Variáveis físicas e químicas da água e variáveis ambientais.....	33
2.5.4. Análise estatística.....	34
3. RESULTADOS.....	35
3.1. Análise das variáveis físicas e químicas da água e variáveis ambientais.....	35
3.2. Aspectos do comportamento reprodutivo do pirarucu, <i>Arapaima gigas</i>.....	38
3.3. Dimorfismo sexual no pirarucu, <i>Arapaima gigas</i>.....	39
3.4. Mensuração biológica dos pirarucus, <i>Arapaima gigas</i>, no período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.....	40
3.4.1. Crescimento corporal em peso e comprimento.....	40
3.4.2. Crescimento e ganho de peso de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i>	42
3.4.3. Conversão alimentar aparente, biomassa produzida e fator de condição de pirarucu, <i>Arapaima gigas</i>	44

3.5. Caracterização dos hormônios esteróides sexuais do pirarucu, <i>Arapaima</i>	
<i>gigas</i>	49
4. DISCUSSÃO	65
5. CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS	75

1. INTRODUÇÃO

O pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), peixe da família Arapaimatidae, da ordem dos Osteoglossiformes (FERRARIS J.R., 2003), é um dos mais importantes recursos pesqueiros da região amazônica, estando distribuído nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco (QUEIROZ e SARDINHA, 1999).

A palavra “pirarucu”, de origem indígena, significa peixe vermelho e descreve bem a coloração predominante neste peixe (FONTENELE, 1948). Este único representante do gênero *Arapaima* possui uma indiscutível importância ecológica, pois se trata de um predador com significativa representação de biomassa (QUEIROZ e SARDINHA, 1999).

Esses grandes predadores, que podem atingir até 200 quilos e 3 metros de comprimento (BARD e IMBIRIBA, 1986; NEVES, 1995), apresentam apenas uma gônada funcional, a esquerda (FONTENELE, 1948; LÜLING, 1964; VENTURIERE e BERNARDINO, 1999) e a respiração aérea obrigatória, que se faz possível através de uma modificação da bexiga natatória (LÜLING, 1964).

Por ser considerado um peixe nobre, com uma carne de ótima qualidade, o pirarucu vem sofrendo uma grande pressão de pesca, o que têm depreciado os seus estoques naturais. Venturieri e Bernardino (1999) registram que a captura desta espécie diminuiu de 1.751 toneladas em 1984, para 207,5 toneladas em 1996, no estado do Amazonas.

A oferta atual do produto não supre a demanda do mercado, cada vez maior. Nesta situação, a piscicultura se torna uma alternativa para aumentar a produção do pirarucu e atender os mercados interno e externo.

O pirarucu é uma espécie com grande potencialidade para a piscicultura devido à grande rusticidade, alto valor de mercado, excelente sabor da carne, porte e extraordinário desenvolvimento ponderal, que pode chegar até 10 kg no primeiro ano de vida (IMBIRIBA *et al.*, 1985; BARD e IMBIRIBA, 1986; IMBIRIBA, 1991; CARVALHO e NASCIMENTO, 1992; IMBIRIBA, 2001).

A espécie é comumente criada de forma extensiva, baseado na oferta de peixes de baixo valor econômico aos viveiros (IMBIRIBA *et al.*, 1985; BARD e IMBIRIBA, 1986), ou com povoamento dos mesmos com peixes forrageiros e consórcios com bubalinos e suínos (CARVALHO e NASCIMENTO, 1992).

Pode ser criado também de forma semi-intensiva e intensiva, destacando-se na criação intensiva em virtude da respiração aérea. Esse mecanismo respiratório faz com que esta espécie possa tolerar altas densidades em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (BRAUNER e VAL, 1996; CAVERO *et al.*, 2004). Além desta característica, os juvenis de pirarucu ainda podem tolerar altas concentrações de amônia (CAVERO *et al.*, 2004).

No entanto a principal dificuldade da criação desta espécie é a produção de alevinos, visto que não existe o controle da reprodução além da alta mortalidade das larvas. A reduzida produção os torna altamente valorizados, inviabilizando a criação com fins econômicos. Neste elo da cadeia produtiva, algumas tecnologias estão sendo desenvolvidas, principalmente no que concerne à sobrevivência e tolerância às condições adversas (CAVERO *et al.*, 2004), treinamento alimentar

(CRESCÊNCIO, 2001) e exigências protéicas dos peixes nessa fase de vida (ITUASSÚ, 2002).

O pirarucu desova de forma parcelada e tem hábitos de reprodução peculiares, formando casais, selecionando e isolando a área de desova, construindo ninho e liberando óvulos e esperma (FONTENELE, 1948; LULING, 1964; BARD e IMBIRIBA, 1986; VENTURIERI e BERNADINO, 1999; IMBIRIBA 2001).

Segundo Fontenele (1948) uma fêmea de 1,90 m de comprimento tem aproximadamente 180.505 oócitos em diferentes estágios de desenvolvimento. Apresenta comportamento de proteção a prole onde o macho guarda o ninho e após a eclosão dos ovos, mantém-se nas proximidades das larvas, defendendo-as dos predadores (FONTENELE, 1948; IMBIRIBA, 1991; VENTURIERE e BERNARDINO, 1999).

O pirarucu é uma espécie lêntica e, segundo Hoar (1969), estas espécies não realizam migrações reprodutivas e fazem seus ninhos em locais com pouca movimentação de água. Este mesmo autor, também relatou que os ovos são, geralmente, maiores e em menor número do que nas espécies reofílicas.

A primeira reprodução em cativeiro do pirarucu foi obtida no Museu Paraense Emílio Goeldi, em 1939 (VENTURIERE e BERNARDINO, 1999). Foram poucas as observações realizadas para se conhecer a reprodução da espécie, e todas foram em cativeiro (FONTENELE, 1948 e 1953). Portanto, a reprodução juntamente com a larvicultura são atualmente fatores limitantes à criação deste peixe, sobretudo, porque ainda faltam muitos conhecimentos sobre o comportamento endócrino-reprodutivo do pirarucu.

Sabe-se que o processo reprodutivo em peixes é influenciado pelos fatores ambientais, que estimulam o sistema neuro-endocrinológico. Na maioria das

espécies, os ciclos reprodutivos são anuais. Este processo nos teleósteos ocorre com a maturação das gônadas, seguidas da ovulação (fêmeas) ou espermição (machos) e liberação dos óvulos ou espermatozoides (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A maturação das gônadas dos teleósteos tem vários estágios e, em cada um, existe um esteróide sexual diferente que é mais importante, mas as gonadotropinas (GtH) têm influência na síntese de todos eles (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

Nas fêmeas, o processo reprodutivo pode ser separado em seis estágios diferentes, considerando a oogênese. A fase I é um estágio pouco estudado e ainda não se sabe quais os hormônios que a influenciam, predominando as células germinativas jovens (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A fase II é a formação das vesículas de vitelo. Nesta fase, o ambiente estimula os órgãos sensoriais, como a pineal e os olhos, que transmitem os estímulos através dos neurotransmissores até o hipotálamo, que por sua vez, sintetiza o hormônio, um decapeptídeo, chamado hormônio liberador da gonadotropina (GnRH), o qual atua estimulando a hipófise na síntese de outro hormônio, a gonadotropina (SHERWOOD, 1987).

Este processo, que vai desde o estímulo ambiental até a síntese de GtH, continuará durante os estágios de vitelogênese, maturação final e ovulação (DEMSKI e HORNBY, 1982; PETER, 1982; ZANUY e CARRILLO, 1987). A GtH sintetizada na fase II é a GtH I ou GtH vitelogênica, que agirá diretamente no oócito pré-vitelogênico, formando as vesículas de vitelo. Neste estágio, há a predominância dos oócitos com vesículas de vitelo (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A fase III é a vitelogênese, onde a GtH sintetizada continua a ser a GtH I, que atua no envoltório folicular, especificamente nas células especiais da teca. As células especiais da teca sob o efeito da GtH I sintetizam a testosterona (T) (YOUNG

et al., 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982). Os sítios de atuação da T são as células granulosas, que também fazem parte do envoltório folicular, e o fígado. O efeito da T nas células granulosas é a conseqüente síntese de outro hormônio, o Estradiol (E_2) (YOUNG *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982).

No fígado, o E_2 irá estimular a síntese da vitelogenina e sua subsequente liberação na corrente sangüínea. Assim, os oócitos capturam a vitelogenina, incorporando-a. Este estágio é marcado pela alternância nos níveis máximos de T e E_2 (YOUNG *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982). Neste estágio, os oócitos se encontram em vitelogênese lipídica, com a formação dos glóbulos de vitelo (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A fase IV é a maturação final, iniciada a partir da redução da concentração de E_2 no plasma sangüíneo, o qual, possivelmente, atua negativamente na síntese de GtH II ou maturacional, que é sintetizada pela hipófise nesta fase. A ação da GtH II no envoltório folicular, especificamente nas células especiais da teca, será responsável pela síntese de um hormônio chamado 17alfa, hidroxiprogestero (17 α HP), que tem o sítio de atuação nas células granulosas. Estas, sob a transformação deste hormônio, passam a sintetizar os esteróides indutores da maturação final (MIS) (YOUNG *et al.*, 1982).

O MIS comumente produzido é um hormônio chamado de 17 α ,20 β -dihidroxiprogestero (17 α ,20 β P) (YOUNG *et al.*, 1982). Entretanto, o hormônio indutor de maturação final nem sempre é o mesmo em diferentes espécies. Matsuyama *et al.* (1990) citam que, em algumas espécies, esse fator indutor pode ser corticosteróides ou outros progestágenos. Os oócitos nesta fase caracterizam-se pela migração da vesícula germinativa para a periferia do núcleo (HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A fase V é a ovulação. A GtH sintetizada é a GtH II que atua sobre as células especiais da teca, que neste momento passam a sintetizar um hormônio do grupo chamado de prostaglandinas (PG). Estes hormônios atuarão nas células granulosas para desprenderem os oócitos do folículo. Ressalta-se que as atuações das PG não são bem conhecidas (STACEY e GOETZ, 1982; LAM, 1982).

A fase VI é a ovoposição ou postura dos ovócitos, na qual a fêmea desova em sincronia com a espermição do macho, havendo a fertilização e conseqüente desenvolvimento dos ovos.

A reprodução nos machos pode ser dividida em 5 estágios e, em todos eles, o processo de síntese da GtH será o mesmo descrito para as fêmeas. A GtH sintetizada nos machos é a GtH II ou maturacional (BILLARD *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982; HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

Na fase I, o GtH II irá agir nas células de Leydig, presentes nas gônadas, que passarão a sintetizar a T, que agirá nas células de Sertoli, fazendo com que elas formem cistos em volta das espermatogônias. A ação da T neste estágio também estimulará a divisão das espermatogônias em espermatócitos (BILLARD *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982; HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A fase II é a espermiogênese, a formação das espermatídes a partir dos espermatócitos II. Nesta fase, continua a ação da T (BILLARD *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982; HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A fase III, a espermição, é caracterizada pela divisão das espermatídes, que passam a ser chamadas de espermatozóides. Nesta fase, o GtH II atua ainda nas células de Leydig, passando a sintetizar o $17\alpha,20\beta\text{P}$, que atuará nos cistos formados pelas células de Sertoli, fazendo com que o cisto se abra, ocorrendo assim a

espermeação (BILLARD *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982; HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

A hidratação dos espermatozoides, fase IV, forma o fluido seminal, o qual será expelido na fase V, que é a ejaculação (BILLARD *et al.*, 1982; NAGAHAMA *et al.*, 1982; HARVEY e CAROLSFELD, 1993).

Os princípios do controle endócrino da reprodução em vários peixes são similares, mas os detalhes variam consideravelmente entre as espécies. A elucidação dos mecanismos em uma espécie de peixe meramente contribui, mas não resolve os problemas de outra espécie (YARON e ZOHAR, 1993).

Muitos peixes de interesse comercial apresentam disfunções reprodutivas quando criados em cativeiro (ZOHAR e MYLONAS, 2001). No entanto, a reprodução, segundo Donaldson (1996), tem sido considerada a chave que abre a porta para o sucesso das primeiras fases larvais, metamorfoses e engorda até o tamanho comercial. Sobretudo, porque a reprodução em cativeiro permite a domesticação e o uso de técnicas de melhoramento genético (ZOHAR e MYLONAS, 2001).

Uma das disfunções reprodutivas apresentadas pelo pirarucu parece ser a pouca produção de sêmen. Venturieri e Bernardino (1999) relataram esta característica como um dos maiores entraves na reprodução desta espécie em cativeiro.

O acompanhamento das variações hormonais, subsidiado com um modelo já descrito, permite intervir racionalmente no processo reprodutivo. Segundo Aida (1988), estas são as razões para se estudar as secreções hormonais durante o processo natural de desova. As informações obtidas nesses estudos têm um lugar importante na pesquisa aplicada, particularmente na indução à desova.

O presente trabalho teve como objetivo descrever as características do crescimento e da reprodução do pirarucu, *Arapaima gigas*, além de traçar o perfil da variação hormonal dos esteróides sexuais durante um ciclo anual, em condições de cativeiro no estado do Amazonas.

Comprovou-se, também, a característica secundária de dimorfismo sexual, que se trata de uma mancha vermelha na região inferior da cabeça do macho. Essa característica é apontada empiricamente pelos ribeirinhos da região para a diferenciação sexual, sendo validada neste experimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local, apoio logístico e duração

O experimento foi realizado na fazenda Santo Antônio II, localizada no município de Presidente Figueredo – AM, no quilômetro 47 da estrada AM 240, no período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

O experimento teve a cooperação da Coordenação de Pesquisas em Aqüicultura (CPAq), do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), e do Laboratório de Biofísica, do Departamento de Biofísica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde foram realizados os ensaios hormonais.

2.2. Animais, manejo e marcação

Foram utilizados vinte e quatro pirarucus, *Arapaima gigas*, separados em três grupos de acordo com a idade, sendo oito peixes em cada grupo. O grupo “A”, composto de peixes com idade superior a quatro anos, o grupo “B” com peixes de três anos e o grupo “C” com peixes de dois anos. Cada grupo foi colocado em viveiros escavados em terreno natural, com área de 400 m², numa densidade de 1peixe/50 m².

Nos pirarucus dos grupos “A” e “B” foi verificada a existência de uma mancha de coloração alaranjada na região inferior da cabeça, entre o opérculo e a cavidade bucal e mais fortemente marcada na época da reprodução, utilizada neste experimento para a identificação do macho.

Os peixes dos grupos “B” e “C” provieram de reprodução em cativeiro, passaram por treinamento alimentar e, portanto, foram alimentados com ração extrusada comercial, específica para carnívoros, com 40% de proteína bruta e 3.000 kcal/kg de energia bruta.

Os peixes do grupo “A” foram peixes capturados no ambiente natural, na fase juvenil e, conseqüentemente, não receberam o treinamento alimentar. Permaneceram aclimatados por mais de dois anos em viveiros de 1000 m², onde foram alimentados, neste período, com peixes regionais (jaraqui, *Semaprochilodus* sp.; curimatã, *Prochilodus* sp.; tambaqui, *Colossoma macropomum*; sardinha, *Triportheus* sp.).

Nas condições experimentais, todos os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até a saciedade aparente. Os peixes do grupo “B” e “C” foram alimentados com ração, com 40% de proteína bruta e 3.000 kcal/kg de energia bruta, e os do grupo “A”, com peixes nativos mortos (jaraqui, *Semaprochilodus* sp.; curimatã, *Prochilodus* sp.; tambaqui, *Colossoma macropomum*; sardinha, *Triportheus* sp.).

Os três viveiros foram povoados por tilápias, *Oreochromis* sp., as quais serviram de alimento forrageiro para todos os pirarucus dos grupos “A”, “B” e “C” da pesquisa.

Para a identificação dos pirarucus, cada um foi marcado com etiquetas de nylon numeradas do tipo âncora, que foram colocadas dois centímetros abaixo da nadadeira dorsal, no lado esquerdo (Figura 1).



Figura 4. Marcação com etiqueta de nylon em exemplar de pirarucu, *Arapaima gigas*.

2.3. Coleta, mensuração biológica e observação comportamental dos peixes

A técnica de coleta utilizada foi o arrasto, sendo os pirarucus agrupados em um dos cantos do viveiro, para que fossem capturados manualmente e colocados em maca para transporte (Figura 2). Após a captura mensal, os peixes foram levados para um tanque de fibra de vidro de 3 m² e estocados para a mensuração biológica.



Figura 5. Coleta manual do pirarucu, *Arapaima gigas* e transporte em maca.

Procedeu-se a leitura da marca e mensurou-se o comprimento total e peso com trena de 3m e balança Fillizola de 50 kg, respectivamente, para acompanhar o crescimento dos pirarucus em cativeiro.

Aspectos do comportamento reprodutivo do *Arapaima gigas* foram verificados e são bastante complexos, envolvendo a formação de casais monogâmicos, construção de ninhos e cuidado parental com a progênie, além de brigas e rejeição do alimento.

A existência de ninhos foi verificada, e o seu tamanho foi considerando a área escavada e depressão formada no fundo do viveiro (ninho do tipo “buraco”).

2.4. Coleta de sangue e separação do plasma

Para a coleta de sangue, os animais foram colocados em cima de uma mesa e imobilizados dentro da maca de transporte. As amostras de sangue foram coletadas com seringas heparinizadas, por punção da veia caudal (Figura 3) e após centrifugação, separou-se o plasma para posterior análise dos hormônios esteróides (testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona).



Figura 6. Coleta de sangue no pirarucu, *Arapaima gigas*.

As amostras de plasma foram congeladas em gelo seco (-70°C), para o transporte da fazenda até o laboratório no CPAq, e mantidas em botijão criogênico a uma temperatura de -190°C . Posteriormente, foram transportadas de Manaus-AM até Recife-PE, conservadas em gelo seco e mantidas em Biofreezer à -80°C até as análises hormonais.

2.5. Métodos de análise

2.5.1. Índices zootécnicos

Foram obtidos os seguintes índices através dos cálculos abaixo:

- Ganho de peso $_x$ (g) = peso (g) biometria $_x$ – peso (g) biometria $_{x-1}$.
- Ganho de comprimento $_x$ (cm) = comprimento (cm) biometria $_x$ – comprimento (cm) biometria $_{x-1}$.
- Fator de condição = $100 \times \text{peso (g)} / \text{comprimento}^3 \text{ (cm)}$.
- Biomassa produzida (g) = \sum ganho de peso (g).
- Conversão alimentar aparente = quantidade de alimento fornecido (kg) / biomassa produzida (kg).

2.5.2. Determinação hormonal

Foram medidos os níveis de testosterona total, 17beta-estradiol ($17\beta\text{E}_2$) e 17alfa-hidroxi-progesterona ($17\alpha\text{HP}$) no plasma, através de radioimunoensaio (RIE) de fase sólida, com hormônios marcados com ^{125}I , utilizando-se kits comerciais Coat-A-Count, da Diagnostic Products Corporation (DPC).

2.5.2.1. Testosterona total

Todos os tubos fornecidos pelos kits eram revestidos com anticorpos. Nos seis tubos padrões (A-F) foram pipetados 50 μL dos calibradores com diferentes concentrações hormonais e, nos demais, foram pipetados 50 μL das amostras de plasma. Toda a experimentação foi feita em duplicata.

Dois tubos não revestidos com anticorpos foram implementados no experimento e rotulados como “total”. Um mL de Testosterona Total $_{125}\text{I}$ foi adicionado em todos os tubos e misturou-se em vórtex. Os tubos foram incubados em 37°C , por 3 horas e, após este tempo de incubação, foram decantados com exceção dos tubos “total”. Em seguida, mensuraram-se os níveis de radiação em contagem por minuto (CPM) em um minuto no contador gama.

Os resultados das amostras foram obtidos através da curva padrão e determinado por regressão exponencial (logaritmo da concentração do hormônio).

2.5.2.2. 17beta-estradiol ($17\beta\text{E}_2$)

Todos os tubos fornecidos pelos kits eram revestidos com anticorpos. Nos sete tubos padrões (A-G) foram pipetados 100 μL dos calibradores com diferentes concentrações hormonais e, nos demais, foram pipetados 100 μL das amostras de plasma. Toda a experimentação foi feita em duplicata.

Dois tubos não revestidos com anticorpos foram implementados no experimento e rotulados como “total”. Um mL de $17\beta\text{E}_2$ $_{125}\text{I}$ foi adicionado em todos os tubos e misturou-se em vórtex. Os tubos foram incubados em temperatura ambiente (32°C) por 3 horas e, após este tempo de incubação, foram decantados com exceção dos tubos “total”. Em seguida, mensuraram-se os níveis de radiação em contagem por minuto (CPM) em um minuto no contador gama.

Os resultados das amostras foram obtidos através da curva padrão e determinado por regressão exponencial (logaritmo da concentração do hormônio).

2.5.2.3. 17alfa-hidroxi-progesterona (17 α HP)

Todos os tubos fornecidos pelos kits eram revestidos com anticorpos. Nos seis tubos padrões (A-F) foram pipetados 25 μ L dos calibradores com diferentes concentrações hormonais e, nos demais, foram pipetados 25 μ L das amostras de plasma. Toda a experimentação foi feita em duplicata.

Dois tubos não revestidos com anticorpos foram implementados no experimento e rotulados como “total”. Um mL de 17 α HP - 125 I foi adicionado em todos os tubos e misturou-se em vórtex. Os tubos foram incubados em temperatura ambiente (32°C) por 3 horas e, após este tempo de incubação, foram decantados com exceção dos tubos “total”. Em seguida, mensuraram-se os níveis de radiação em contagem por minuto (CPM) em um minuto no contador gama.

Os resultados das amostras foram obtidos através da curva padrão e determinado por regressão exponencial (logaritmo da concentração do hormônio).

2.5.3. Variáveis físicas e químicas da água e variáveis ambientais

Foram mensurados oxigênio dissolvido, pH, dureza total, alcalinidade, nitrito, amônia e temperatura da água dos viveiros, através do kit produtor da Alfakit Produtos Ltda. Para a melhor caracterização ambiental, foram observados os dados de precipitação, temperatura do ar e disponibilidade atual de água no solo (DAAS), obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na subestação de Manaus, através do site <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/>.

2.5.4. Análise estatística

Foram calculados as médias, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos para as variáveis comprimento total, peso, ganho de peso, crescimento, fator de condição, concentração de testosterona total, de 17beta-estradiol e de 17alfa-hidroxi-progesterona, dos três grupos de peixes. O grupo “A” e “B” ainda tiveram os valores destas variáveis separados por sexo em função do dimorfismo sexual apresentado.

A diferenciação de machos e fêmeas pelos níveis hormonais, comparação dos dados biométricos e dos índices zootécnicos foram realizados através de análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Student-Newman-Keuls. A correlação de Pearson foi utilizada para agrupar os peixes com variações hormonais relacionadas durante o experimento, além de verificar a correlação da variação entre os hormônios.

3. RESULTADOS

3.1. Análise das variáveis físicas e químicas da água e variáveis ambientais

Os dados das variáveis físicas e químicas da água estão apresentados na Tabela 1. As medidas foram feitas de 11:30 às 14:00 horas e a menor concentração de oxigênio dissolvido foi de 4 mg/L, nos viveiros dos grupos “A” e “B”, e 5 mg/L, no viveiro do grupo “C”.

No viveiro do grupo “A”, o pH variou entre 6 e 7 e a temperatura entre 29°C e 32°C. A maior concentração de amônia neste viveiro foi de 4 mg/L. No viveiro do grupo “B”, o pH e a temperatura variaram de 5 a 7 e 29°C a 33°C, respectivamente, e a amônia teve 1,5 mg/L como a maior concentração, durante todo o experimento. No grupo “C”, a maior concentração de amônia foi de 2 mg/L. Este viveiro teve valores de pH variando entre 5 e 8, e temperatura entre 29°C a 32°C (Tabela 1).

Tabela 1. Dados das variáveis físicas e químicas da água de viveiros de pirarucu, *Arapaima gigas*, durante o período de março de 2004 a fevereiro de 2005.

Viveiro "A"												
Variáveis	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	7	8	5	6	9	8	7	8	4	5	7	6
pH	6	6,5	6	7	6,5	7	6,5	7	7	6,5	6	6,5
Dureza (mg/l)	30	20	20	30	10	20	10	50	30	20	30	20
Alcalinidade (mg/l)	10	20	20	20	10	10	20	30	10	20	10	20
Nitrito (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amônia (mg/l)	1	2	<0,5	1	<0,5	1	2	4	1	<0,5	1	1
Temperatura (°C)	29	30	30	31	29	32	30	30	32	31	32	29
Viveiro "B"												
Variáveis	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6	5	8	8	9	7	4	7	6	6	5	6
pH	6,5	6	6	7	6	6	6,5	6	5	5,5	6	6
Dureza (mg/l)	30	200	40	30	30	50	100	100	200	200	150	100
Alcalinidade (mg/l)	10	10	20	20	10	10	20	20	20	30	20	20
Nitrito (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amônia (mg/l)	<0,5	0,5	1	<0,5	0,5	1	1	1,5	0,5	<0,5	1	1
Temperatura (°C)	30	31	30	32	29,5	29	30	30	33	32	30	29
Viveiro "C"												
Variáveis	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6	6	7	5	5	6	7	8	5	6	5	6
pH	6,5	6,5	7	6,5	6,5	7	6	6,5	6,5	6	6	6
Dureza (mg/l)	50	40	50	30	50	60	40	80	70	60	60	40
Alcalinidade (mg/l)	20	10	30	30	20	20	10	30	10	20	30	20
Nitrito (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amônia (mg/l)	2	1	1	<0,5	<0,5	1	1	2	2	1	2	1
Temperatura (°C)	30	30	31	30	29,5	30	31	31	32	31	31	29

Considerando que os fatores ambientais são os reguladores da periodicidade dos ciclos reprodutivos em teleósteos (BILLARD *et al.*, 1978; LAM, 1983), a Figura 4 (A, B e C) exibe os dados de temperatura do ar, precipitação e disponibilidade atual de água no solo (DAAS), em Manaus-AM, durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005. O período de maior precipitação foi de fevereiro a junho e de novembro a janeiro (Figura 4B). A disponibilidade atual de água no solo (DAAS) é

um dado que delimita bem o período das chuvas, e este foi de março a meados de julho (Figura 4C).

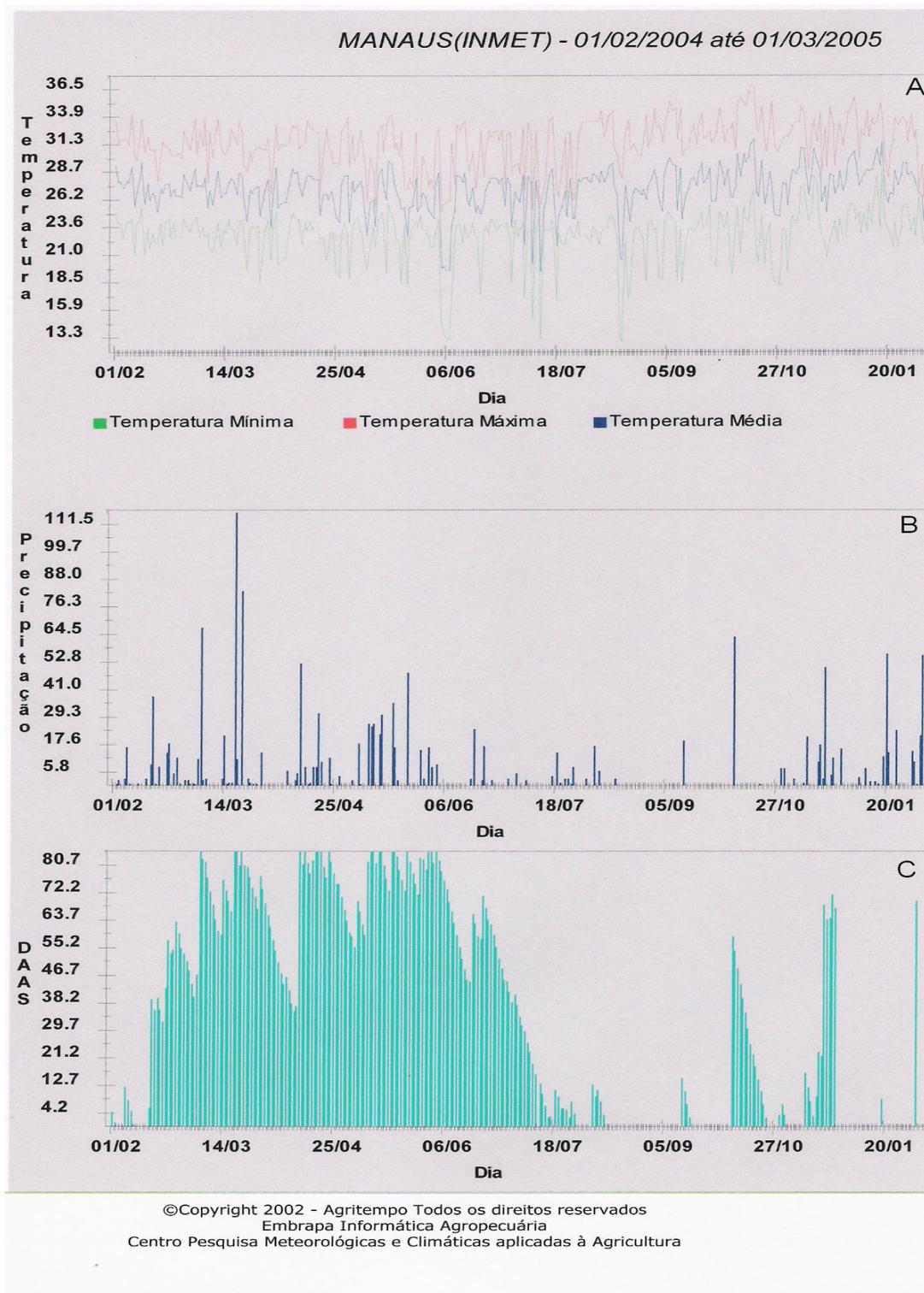


Figura 4. Dados de temperatura do ar (A), precipitação (B) e disponibilidade atual de água no solo (DAAS) (C) em Manaus durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

3.2. Aspectos do comportamento reprodutivo do pirarucu, *Arapaima gigas*.

Em abril, junho e julho foi observada a falta de interesse dos peixes do grupo “A” por alimento. O mesmo aconteceu no grupo “B”, nos meses de abril, junho, julho, setembro e outubro. Durante esses períodos, foi registrada uma movimentação intensa na água, nas proximidades dos ninhos e registradas como brigas. No entanto não foi observada a formação de casais (Tabela 2).

A deposição dos gametas em ninhos é uma estratégia de reprodução do pirarucu, onde os ovos são protegidos pelos machos. A presença destes foi verificada nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto, para o viveiro do grupo “A”, e nos meses de junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro, no viveiro do grupo “B” (Tabela 2), e tinham em torno de 50 cm de diâmetro e cerca de 15 cm de profundidade.

Nos peixes do grupo “C”, não foi observado, nenhum desses comportamentos, pois se tratavam de pirarucus que ainda não entraram na fase reprodutiva.

Tabela 2. Aspectos do comportamento reprodutivo do pirarucu, *Arapaima gigas*, durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

Comportamento reprodutivo	Grupo	2004											2005	
		F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
		e	a	b	a	u	u	g	e	u	o	e	a	e
		v	r	r	i	n	l	o	t	t	v	z	n	v
Formação de casal	“A”	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	“B”	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Interesse por alimento	“A”	s	s	n	s	n	n	s	s	s	s	s	s	s
	“B”	s	s	n	s	n	n	s	n	n	S	s	s	s
Presença de ninho	“A”	n	n	s	s	s	s	s	n	n	n	n	n	n
	“B”	n	n	n	n	s	s	s	s	s	s	n	n	n
Brigas	“A”	n	n	s	n	s	s	n	n	n	n	n	n	n
	“B”	n	n	n	n	s	s	n	s	s	n	n	n	n

s → sim
n → não

3.3. Dimorfismo sexual no pirarucu, *Arapaima gigas*.

Os machos apresentaram uma mancha alaranjada na parte inferior da cabeça, diferindo das fêmeas. As manchas permaneceram durante todo o período de coleta, variando apenas em intensidade, sendo mais intensa nos meses onde foram anotados os comportamentos reprodutivos apresentados na Tabela 2.

Nas fêmeas, esta mancha alaranjada, na região inferior da cabeça, foi ausente, permanecendo alva, apesar da intensificação na coloração em alguns meses (Figuras 5 e 6).

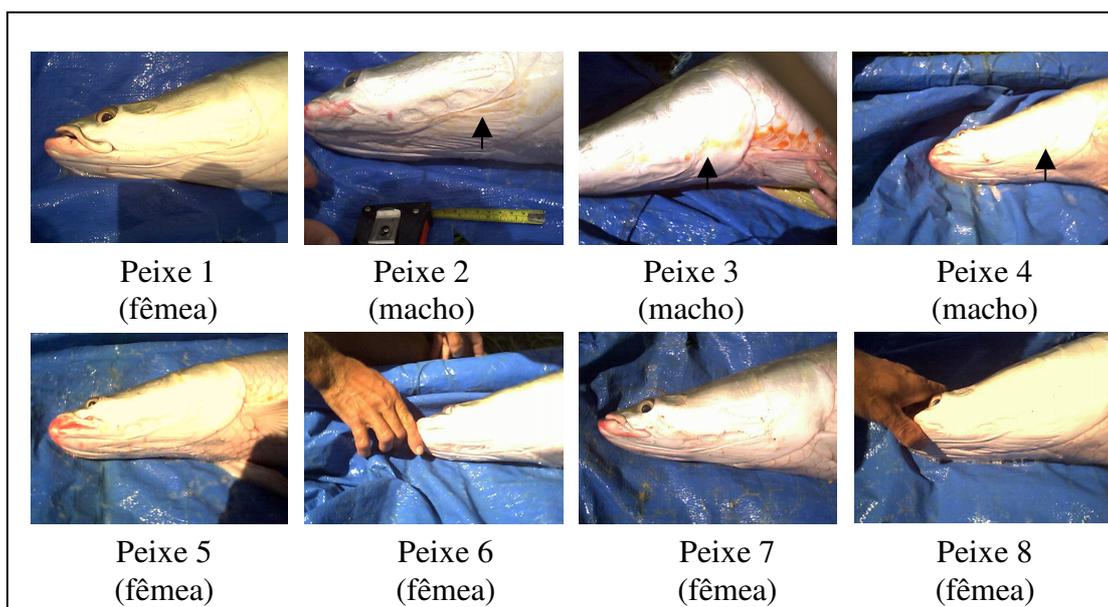


Figura 5. Diferenciação sexual dos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “A” através da mancha alaranjada (característica sexual secundária).

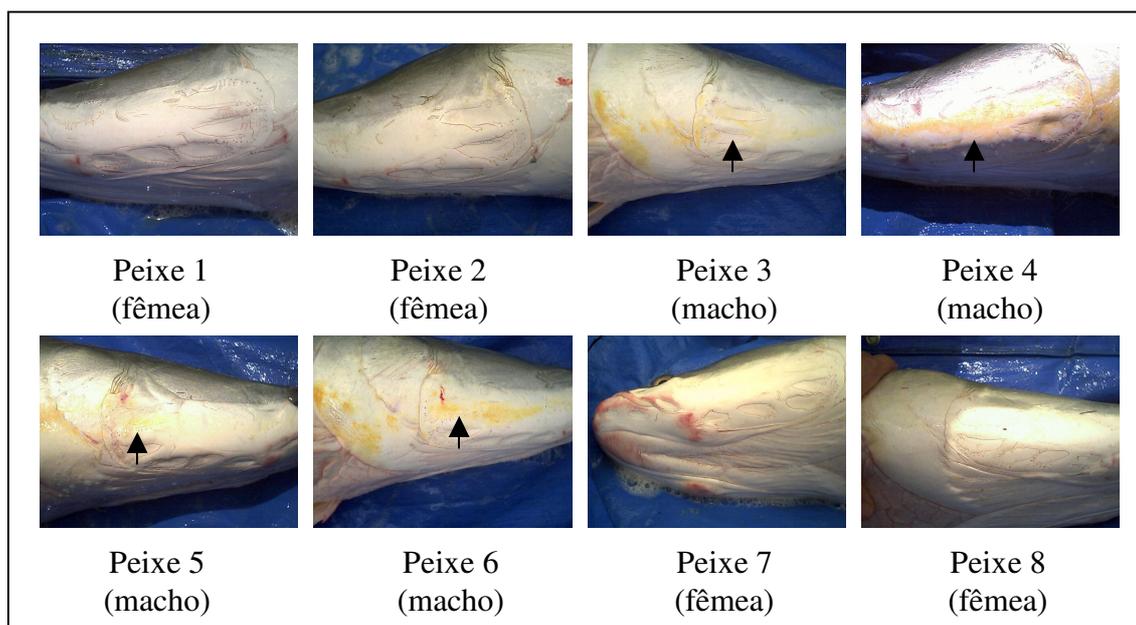


Figura 6. Diferenciação sexual dos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "B" através da mancha alaranjada (característica sexual secundária).

3.4. Mensuração biológica dos pirarucus, *Arapaima gigas*, no período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

3.4.1. Crescimento corporal em peso e comprimento.

O crescimento médio, em peso e comprimento, por sexo para os pirarucus dos grupos "A" e "B" evoluiu de acordo com as Figuras 7 e 8. Os peixes do grupo "C", que não puderam ser separados por sexo, apresentaram o perfil de crescimento exibido na Figura 9.

No grupo "A", os machos foram maiores que as fêmeas, em peso e comprimento, no entanto essa diferença diminuiu ao longo do tempo (Figura 7).

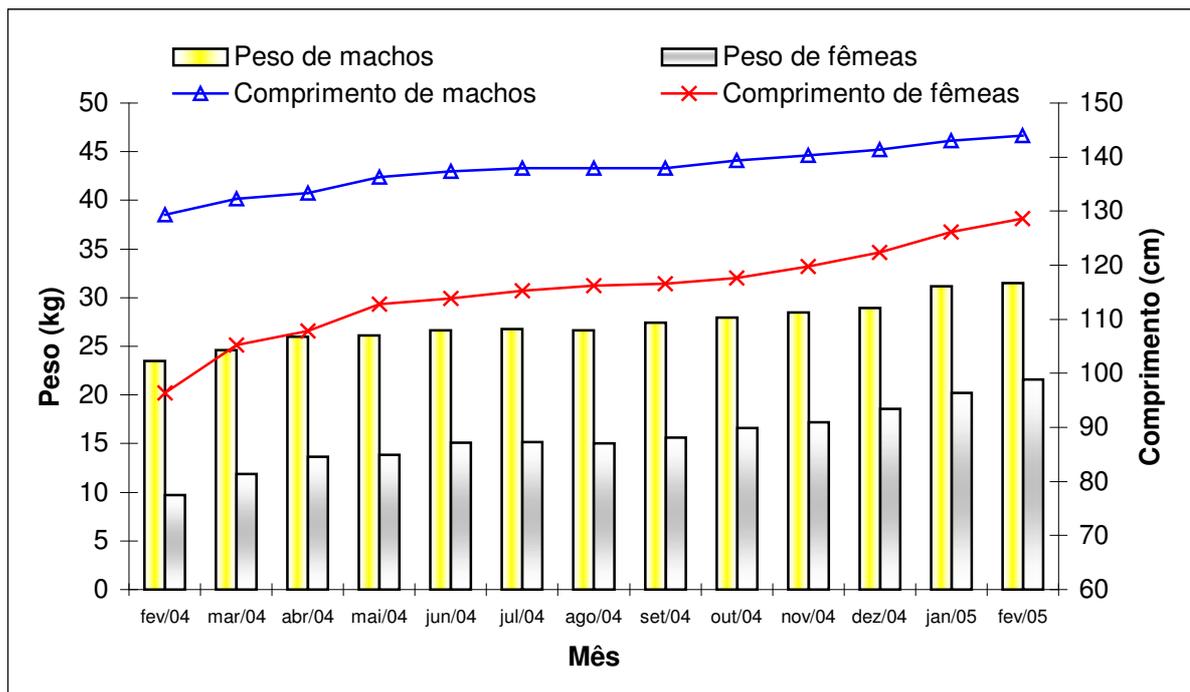


Figura 7. Crescimento corporal em comprimento e peso médios para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

No grupo "B", as fêmeas foram maiores que os machos em comprimento, durante todo o experimento, no entanto, o peso não diferiu estatisticamente entre machos e fêmeas (Figura 8).

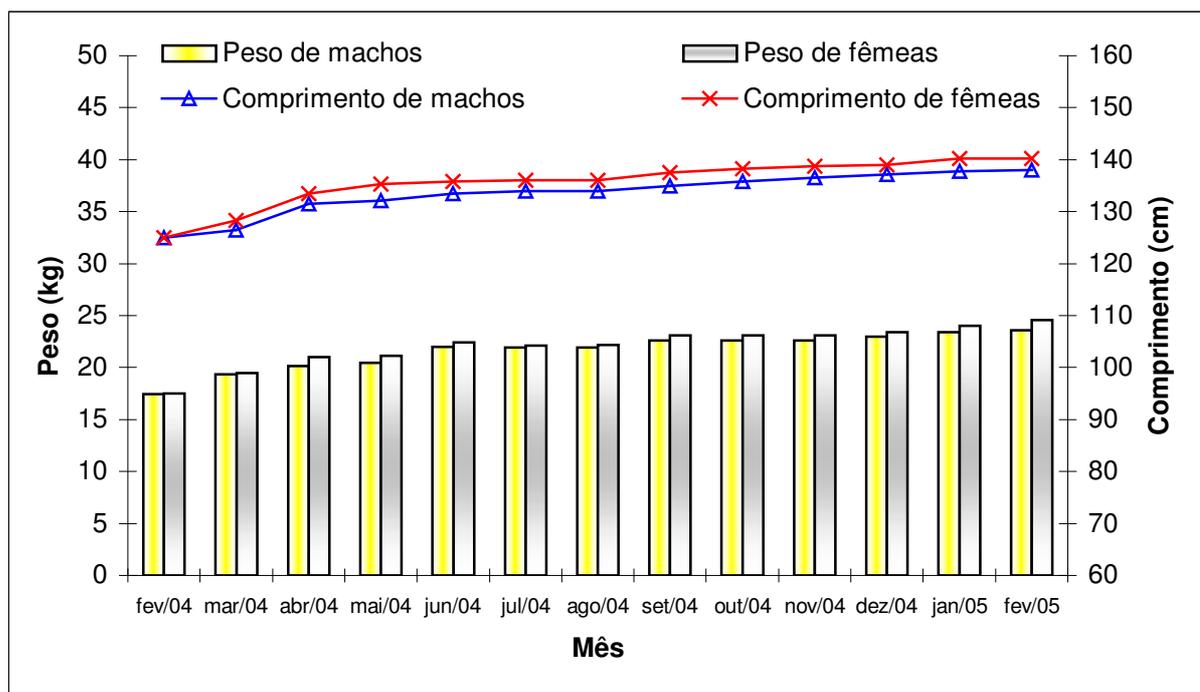


Figura 8. Crescimento corporal em comprimento e peso médios para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

A Figura 9 apresenta o perfil do crescimento corporal dos peixes do grupo “C”. A curva de comprimento foi um pouco mais inclinada no início do período da experimentação, indicando uma maior taxa de crescimento no início deste estudo. O incremento de peso foi positivo, seguindo o crescimento.

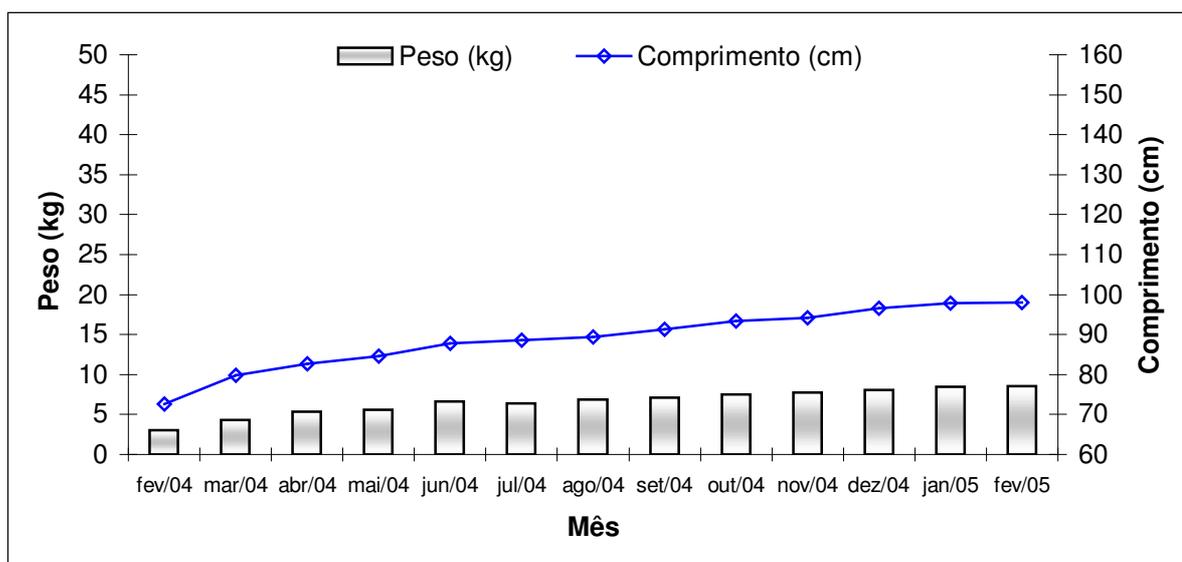


Figura 9. Crescimento corporal em comprimento e peso médios para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “C” (macho e fêmea) (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

3.4.2. Ganho de comprimento e peso de pirarucu, *Arapaima gigas*.

Considerando a densidade de 1peixe/50m², os peixes do grupo “A” cresceram, ao longo de 1 ano, 25,63 cm e ganharam 10,40 kg em média. No grupo “B”, as médias de crescimento e ganho de peso foram de 14,1 cm e 6,6 kg, e no grupo “C”, de 25,44 cm e 5,48 kg. Os ganhos de peso mensais para machos e fêmeas de cada grupo estão apresentados na Tabela 3 e os crescimentos mensais na Tabela 4.

Nos meses de abril e junho, o ganho de peso, nos peixes do grupo “A”, foi pequeno, e no mês de julho, os machos e as fêmeas perderam peso. No grupo “B”, os ganhos de peso foram reduzidos e/ou negativos nos meses de abril, junho, julho,

setembro e outubro. No mês de setembro, não houve ganho de peso para machos e fêmeas, o que se repetiu para os machos em novembro (Tabela 3). Estes resultados se relacionam com a falta de interesse por alimento observado nesses meses e descrito na Tabela 2.

Tabela 3. Ganho de peso (kg) nos pirarucus, *Arapaima gigas*, dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

		Ganho de Peso (Kg)												
		2004												2005
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Grupo “A”	Machos	Média	0,67	1,40	0,17	0,83	0,00	-0,07	0,33	0,33	0,33	0,47	2,10	0,90
		Desv. Pad.	1,15	0,40	0,29	0,35	0,00	0,12	0,42	0,58	0,42	0,31	0,78	1,15
	Fêmeas	Média	4,62	4,04	0,34	2,42	0,28	-0,40	1,64	2,28	1,48	2,76	4,48	2,16
		Desv. Pad.	5,45	5,07	0,52	3,15	0,42	0,58	2,01	2,44	1,69	3,18	5,94	3,01
Grupo “B”	Machos	Média	1,90	0,80	0,30	1,45	-0,10	-0,20	0,80	0,00	0,00	0,40	0,55	0,05
		Desv. Pad.	1,47	0,67	0,50	0,91	0,70	0,33	0,28	0,00	0,00	0,37	0,53	0,10
	Fêmeas	Média	5,05	3,60	0,25	4,05	-0,65	0,10	2,10	0,00	0,10	0,80	1,60	1,25
		Desv. Pad.	6,98	3,84	0,89	4,99	0,57	0,20	2,95	0,00	0,12	1,13	1,81	1,58
Grupo “C”	Média	1,29	1,00	0,29	1,03	-0,29	0,54	0,18	0,43	0,29	0,25	0,41	0,07	
	Desv. Pad.	0,30	0,31	0,31	0,17	0,23	0,47	0,48	0,42	0,28	0,28	0,32	0,66	

No grupo “C”, houve uma perda de biomassa no mês de junho. Verificou-se um elevado ganho de peso nos meses de fevereiro, março e maio, quando, os peixes ganharam em torno de 1 kg, em média (Tabela 3).

As fêmeas do grupo “A” cresceram todos os meses, sendo observado uma baixa taxa de crescimento nos meses de maio, julho e agosto. Os machos não cresceram nos meses de julho e agosto e, em geral, tiveram crescimento menor que as fêmeas (Tabela 4).

No grupo “B”, os machos e fêmeas tiveram perfis de crescimento similares. Foi observado um grande crescimento no início deste experimento. Em março, este crescimento foi alto para ambos os sexos; em fevereiro e abril para as fêmeas e em

maio, para os machos. No mês de julho, os peixes deste grupo não cresceram, e em janeiro isto se repetiu para as fêmeas (Tabela 4).

Tabela 4. Ganho de comprimento (cm) nos pirarucus, *Arapaima gigas*, dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

			Crescimento (cm)											
			2004											2005
			Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Grupo “A”	Machos	Média	3,00	1,00	3,00	1,00	0,67	0,00	0,00	1,33	1,00	1,00	1,67	3,00
		Desv. Pad.	1,73	1,73	3,00	1,00	1,15	0,00	0,00	1,15	1,73	1,73	0,58	1,73
	Fêmeas	Média	8,80	2,60	5,00	1,00	1,50	0,90	0,40	1,00	2,20	2,60	3,80	8,80
		Desv. Pad.	1,48	2,51	5,10	1,00	1,12	1,24	0,55	1,41	1,48	1,95	1,30	1,48
Grupo “B”	Machos	Média	1,50	5,00	0,63	1,38	0,50	0,00	1,00	0,75	0,75	0,63	0,63	0,25
		Desv. Pad.	1,73	2,71	1,80	1,25	0,58	0,00	0,82	0,96	0,96	0,48	0,48	0,50
	Fêmeas	Média	3,25	5,25	1,75	0,50	0,25	0,00	1,50	0,75	0,50	0,25	1,25	0,00
		Desv. Pad.	3,20	1,89	1,50	1,00	0,50	0,00	1,29	0,96	0,58	0,50	0,50	0,00
Grupo “C”	Média	7,25	2,88	1,88	3,25	0,75	0,75	2,00	2,06	0,81	2,38	1,25	0,19	
	Desv. Pad.	1,04	1,81	1,25	1,28	1,04	0,71	1,31	1,37	0,84	1,06	0,93	0,37	

Os peixes do grupo “C” cresceram todos os meses, tendo uma maior taxa de crescimento no início do experimento no mês de fevereiro e a menor em janeiro (Tabela 4).

3.4.3. Conversão alimentar aparente, biomassa produzida e fator de condição de pirarucu, *Arapaima gigas*.

Ao longo do experimento, foram usados 495,2 kg de peixes regionais para a alimentação dos peixes do grupo “A”. A conversão alimentar aparente neste grupo foi de 5,938. Nos grupo “B” e “C”, a conversão alimentar aparente foi de 7,358 e 5,842, respectivamente, e o consumo anual foi de 394,4 kg de ração extrusada para o grupo “B” e 255,9 para o grupo “C”.

A Tabela 5 apresenta a biomassa produzida mensalmente de cada grupo, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005. A maior produção de

biomassa no grupo “A” foi de 15,1 kg no mês de dezembro de 2004; no grupo “B” foi de 15,5 kg, e no grupo “C” de 10,3 kg, ambos no mês de fevereiro de 2004.

Tabela 5. Biomassa produzida (kg) nos pirarucus, *Arapaima gigas*, dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

	Biomassa Produzida (kg)											
	2004											2005
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Grupo “A”	14,3	13,1	1,1	7,9	0,9	-1,3	5,2	6,6	4,4	8,4	15,1	7,5
Grupo “B”	15,5	9,3	1,5	11,5	-1,4	0,2	6,5	0,2	0,2	2,4	4,3	3,0
Grupo “C”	10,3	8,0	2,3	8,2	-2,3	4,3	1,4	3,4	2,3	2,0	3,3	0,6

A Figura 10 mostra o perfil do fator de condição dos pirarucus do grupo “A”. No mês de abril, foi verificado o maior fator para ambos os sexos e os menores foram observados nos meses de maio e agosto. Em janeiro, ainda foi verificado um aumento do fator de condição para os machos desse grupo, sendo a média anual de 1,01.

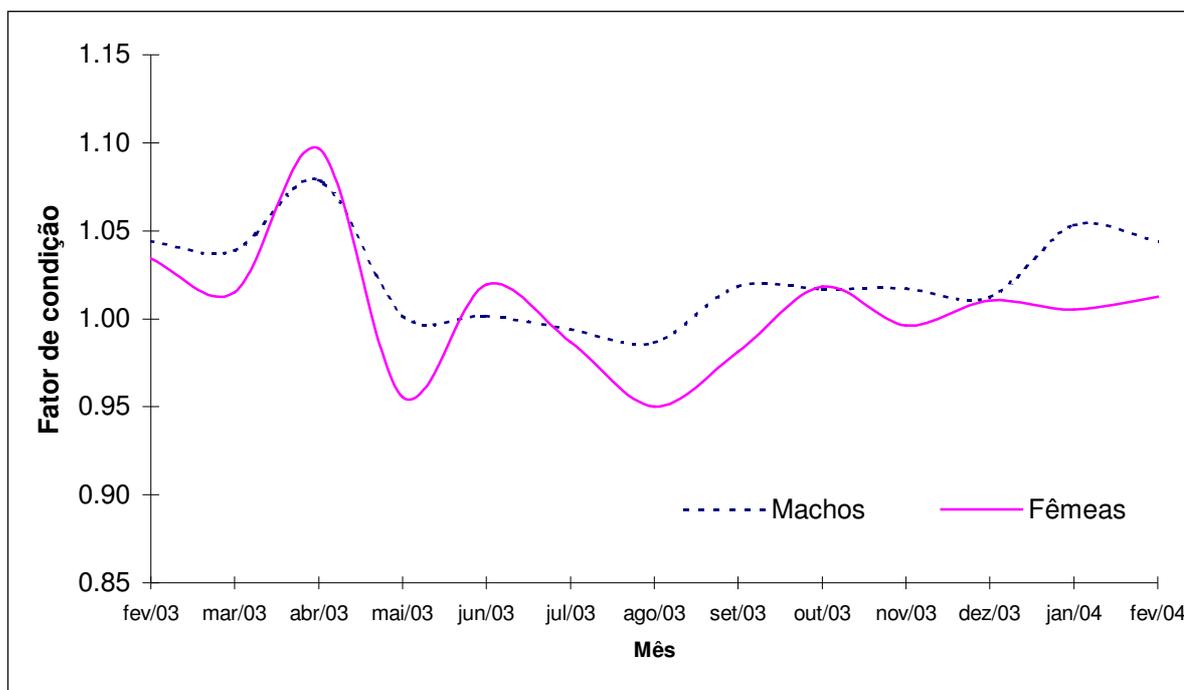


Figura 10. Fator de condição para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “A” (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

No grupo “B”, a média anual foi de 0,89. A Figura 11 exibe a variação desta variável ao longo do experimento. Neste grupo, o fator de condição dos machos foi notoriamente maior que o das fêmeas. Os maiores valores foram observados em março e os menores em maio, tanto para machos quanto para fêmeas.

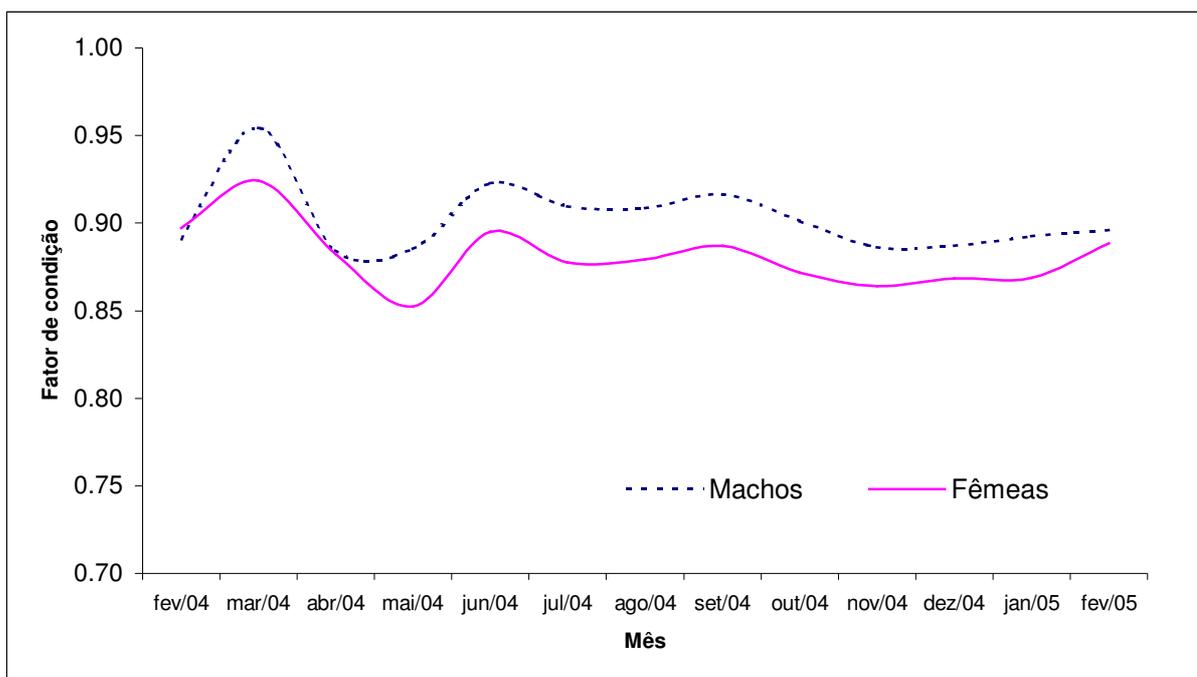


Figura 11. Fator de condição para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “B” (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

No grupo “C”, o fator de condição médio anual foi de 0,91. Observou-se um aumento crescente desta variável nos meses de fevereiro, março e abril. Nos outros meses registrou-se uma oscilação pequena desses valores (Figura 12).

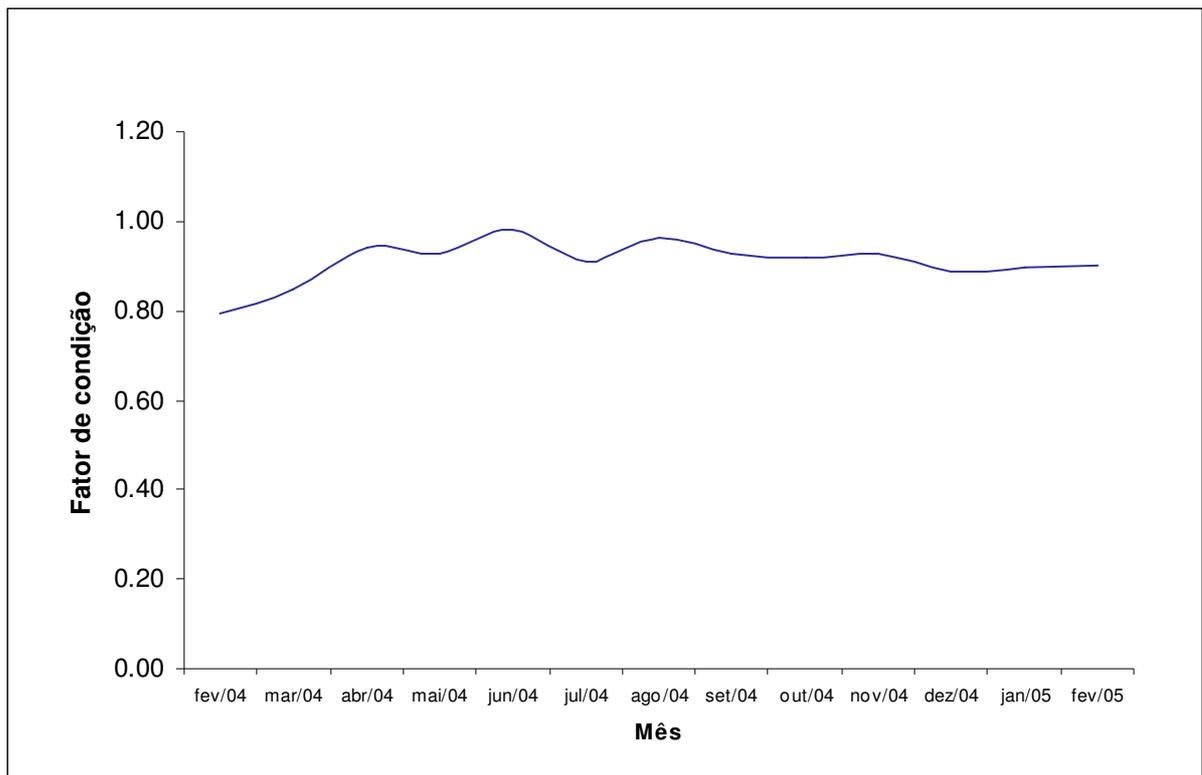


Figura 12. Fator de condição para o pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “C” (macho e fêmea) (n=8), durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

A Tabela 6 sumariza os dados da caracterização biométrica do pirarucu, destacando a média aritmética anual, desvio padrão anual, variância anual, coeficiente de variação anual e valores máximos e mínimos do comprimento total, peso, ganho de peso, crescimento e fator de condição dos grupos “A”, “B” e “C”.

Tabela 6. Média aritmética, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos de comprimento total, peso, ganho de peso, crescimento e fator de condição nos pirarucus, *Arapaima gigas*, dos grupos “A”, “B” e “C”, durante o período de fevereiro de 2004 a fevereiro de 2005.

Variável	Estatística Descritiva	Grupo “A”		Grupo “B”		Grupo “C”
		Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	
Comprimento total (cm)	Média	137,74	115,29	133,60	135,67	89,03
	Desvio Padrão	14,75	10,35	5,07	4,74	7,96
	Variância	217,41	107,06	25,71	22,46	63,39
	C. V.	10,70%	8,98%	3,80%	3,49%	8,94%
	Máximo	161,00	133,00	142,00	143,00	103,00
	Mínimo	114,00	87,00	122,00	122,00	67,00
Peso (kg)	Média	27,36	15,70	21,61	22,07	6,59
	Desvio Padrão	7,87	3,85	2,70	2,39	1,75
	Variância	61,87	14,84	7,28	5,73	3,06
	C. V.	28,75%	24,53%	12,48%	10,85%	26,57%
	Máximo	41,00	25,40	26,00	26,80	9,80
	Mínimo	15,50	6,50	15,40	16,80	2,50
Ganho de Peso (g)	Média	669,44	988,33	512,50	587,50	456,25
	Desvio Padrão	789,87	862,02	830,44	850,44	555,89
	Variância	623896,83	743081,90	689627,66	723244,68	309013,20
	C. V.	117,99%	87,22%	162,04%	144,76%	121,84%
	Máximo	3000,00	3500,00	4000,00	3200,00	1700,00
	Mínimo	-400,00	-500,00	-600,00	-800,00	-1300,00
Crescimento (cm)	Média	1,22	2,68	1,08	1,27	2,12
	Desvio Padrão	1,53	2,96	1,67	1,90	2,09
	Variância	2,35	8,74	2,78	3,61	4,37
	C. V.	125,40%	110,16%	153,91%	149,42%	98,58%
	Máximo	6,00	14,00	7,00	8,00	9,00
	Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fator de Condição	Média	1,023	1,006	0,903	0,882	0,910
	Desvio Padrão	0,055	0,076	0,055	0,043	0,072
	Variância	0,003	0,006	0,003	0,002	0,005
	C. V.	5,34%	7,57%	6,13%	4,89%	7,89%
	Máximo	1,19	1,40	1,06	1,03	1,08
	Mínimo	0,94	0,86	0,83	0,82	0,73

Nos peixes do grupo “A”, os machos foram maiores e mais pesados que as fêmeas, no entanto, obtiveram taxas de crescimento menores, diferindo significativamente ($p < 0,05$). O ganho de peso e o fator de condição não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre machos e fêmeas deste grupo (Tabela 7).

No grupo “B”, as fêmeas foram maiores que os machos ($p < 0,05$). O peso e o ganho de crescimento e peso não diferiram estatisticamente, enquanto que o fator de condição foi maior nos machos ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância do comprimento total, peso, ganho de peso, crescimento e fator de condição entre machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo de peixes com mesma idade.

Variável	Machos	Fêmeas	Grupo
Comprimento total (cm)	137,74 ^a	115,29 ^b	“A”
	133,60 ^a	135,67 ^b	“B”
Peso (kg)	27,36 ^a	15,70 ^b	“A”
	21,61 ^a	22,07 ^a	“B”
Ganho de peso (g)	669,44 ^a	988,33 ^a	“A”
	512,50 ^a	587,50 ^a	“B”
Crescimento (cm)	1,22 ^a	2,68 ^b	“A”
	1,08 ^a	1,27 ^a	“B”
Fator de condição	1,02 ^a	1,01 ^a	“A”
	0,90 ^a	0,88 ^b	“B”

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

3.5. Caracterização dos hormônios esteróides sexuais (testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona) do pirarucu, *Arapaima gigas*.

As Figuras 13, 14 e 15 mostram o perfil dos hormônios esteróides sexuais do pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “A”, ao longo do período experimental sob as condições de cativeiro.

Os machos do grupo “A” tiveram aumento nas concentrações de testosterona total nos meses de março, dezembro e janeiro, e uma pequena elevação nos níveis nos meses de junho a agosto. Neste grupo se destaca o macho 2 que tem suas concentrações bastante elevadas nos meses de março e janeiro (Figura 13).

As fêmeas tiveram aumento crescente nas concentrações de testosterona total entre os meses de outubro a janeiro. No período de fevereiro a maio observa-se um nível basal de testosterona nesses peixes. Entre as fêmeas destacam-se os

peixes 7 e 8 que têm as concentrações de testosterona elevadas nos meses de outubro a janeiro (Figura 13).

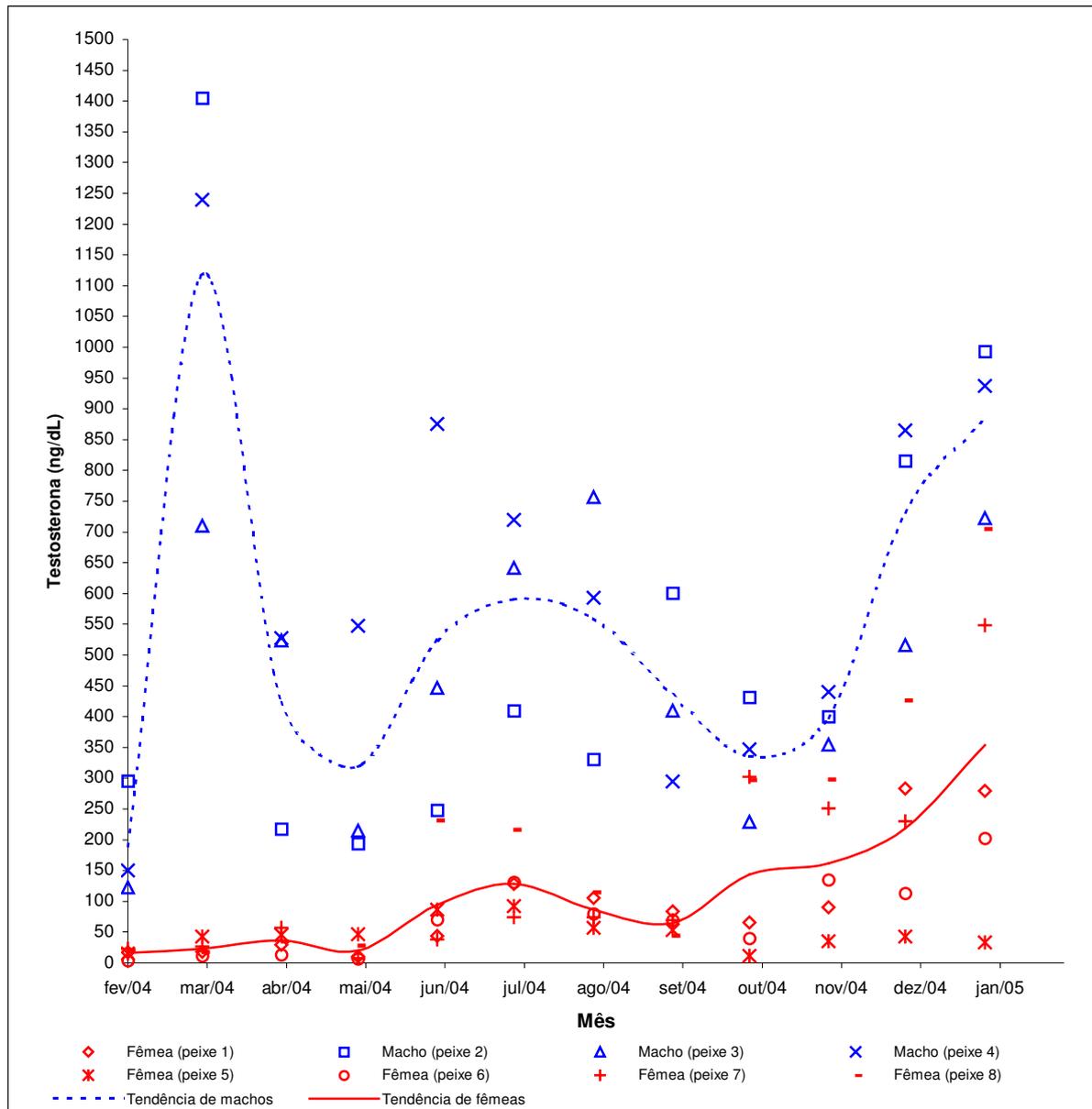


Figura 13. Concentração de testosterona total em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

As concentrações de 17beta-estradiol nos machos do grupo "A" foram praticamente constantes e, nas fêmeas, os aumentos de concentração ocorreram nos meses de março, maio, agosto, novembro e janeiro. As fêmeas 5 e 6 tiveram valores bem elevados e acima da média obtida (Figura 14).

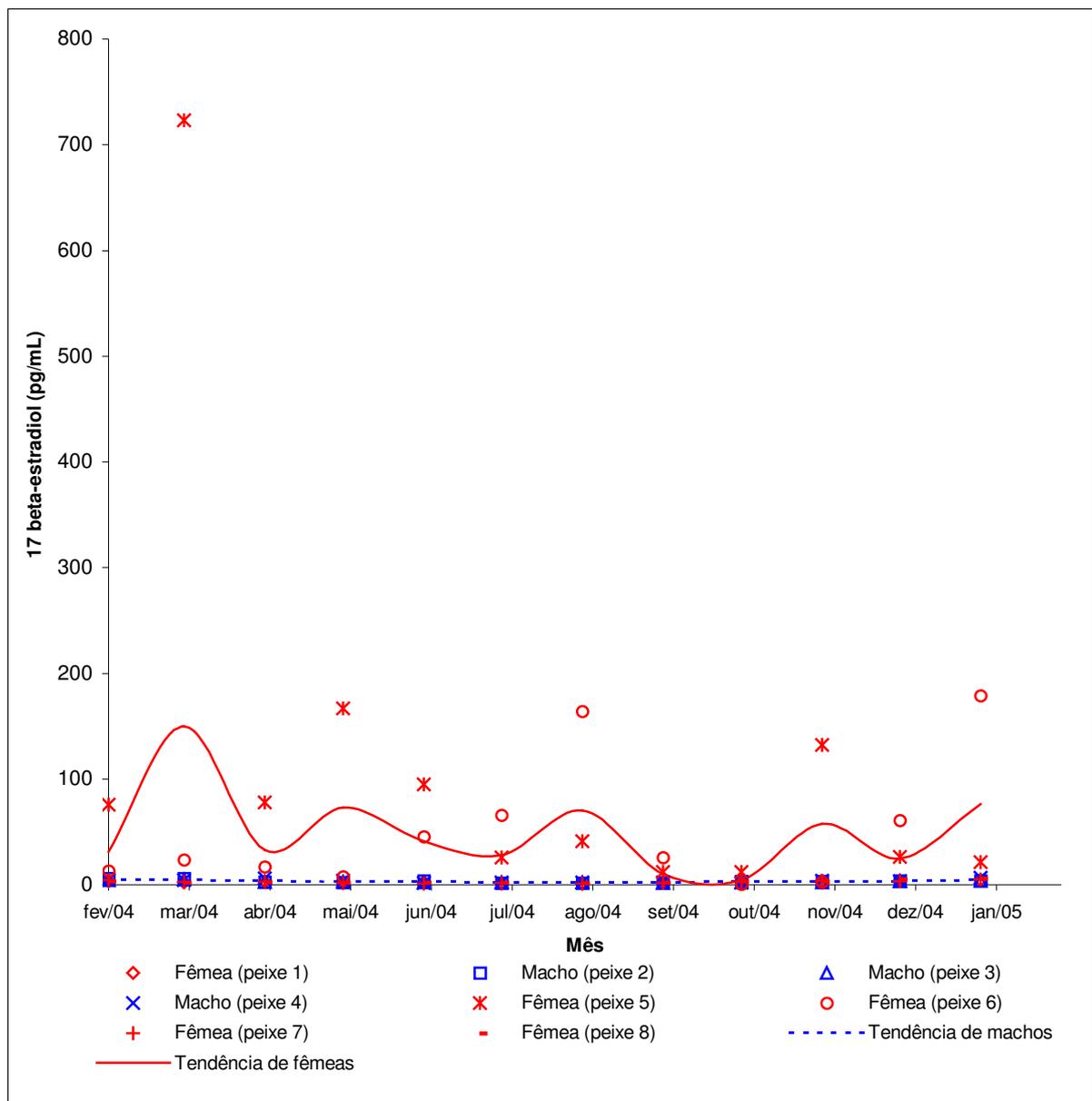


Figura 14. Concentração de 17beta-estradiol em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

A 17 α OHP teve sua concentração aumentada nos meses de fevereiro, junho, novembro e dezembro, tanto para machos quanto para fêmeas. Entre as fêmeas, o peixe 7 teve um pico de concentração em março, o peixe 8 em junho e o peixe 5 em novembro. Nos machos, o peixe 4 teve um pico em maio, o peixe 3 em junho e o peixe 2 em dezembro (Figura 15).

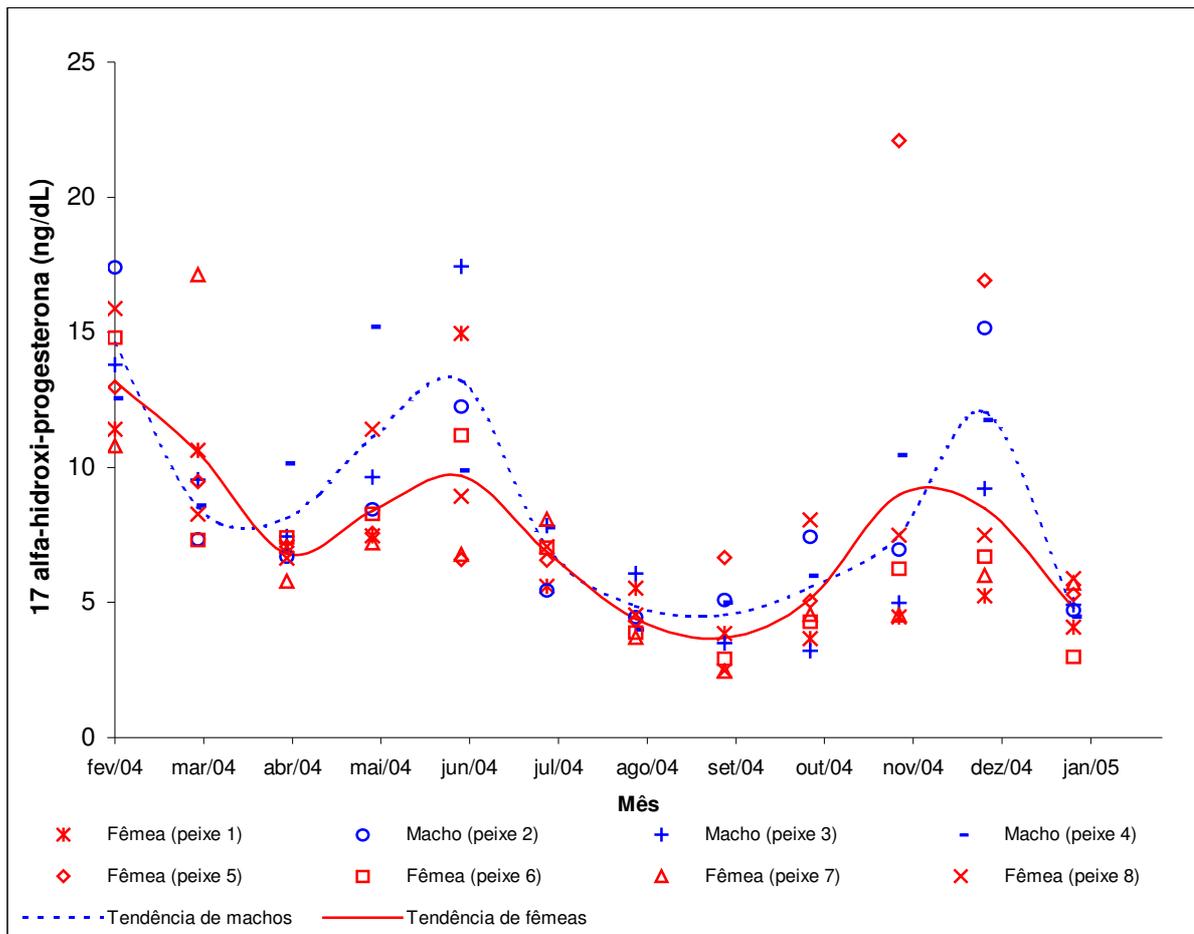


Figura 15. Concentração de 17alfa-hidroxi-progesterona em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

As Figuras 16, 17 e 18 mostram o perfil dos hormônios esteróides sexuais do pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B", ao longo do período experimental sob as condições de cativeiro.

As concentrações de testosterona em machos do grupo "B" foram elevadas nos meses de fevereiro, março, maio, dezembro e janeiro. Nas fêmeas, as concentrações foram elevadas nos meses de março, maio, dezembro e janeiro (Figura 16), apresentando valores maiores do que os peixes do grupo "A".

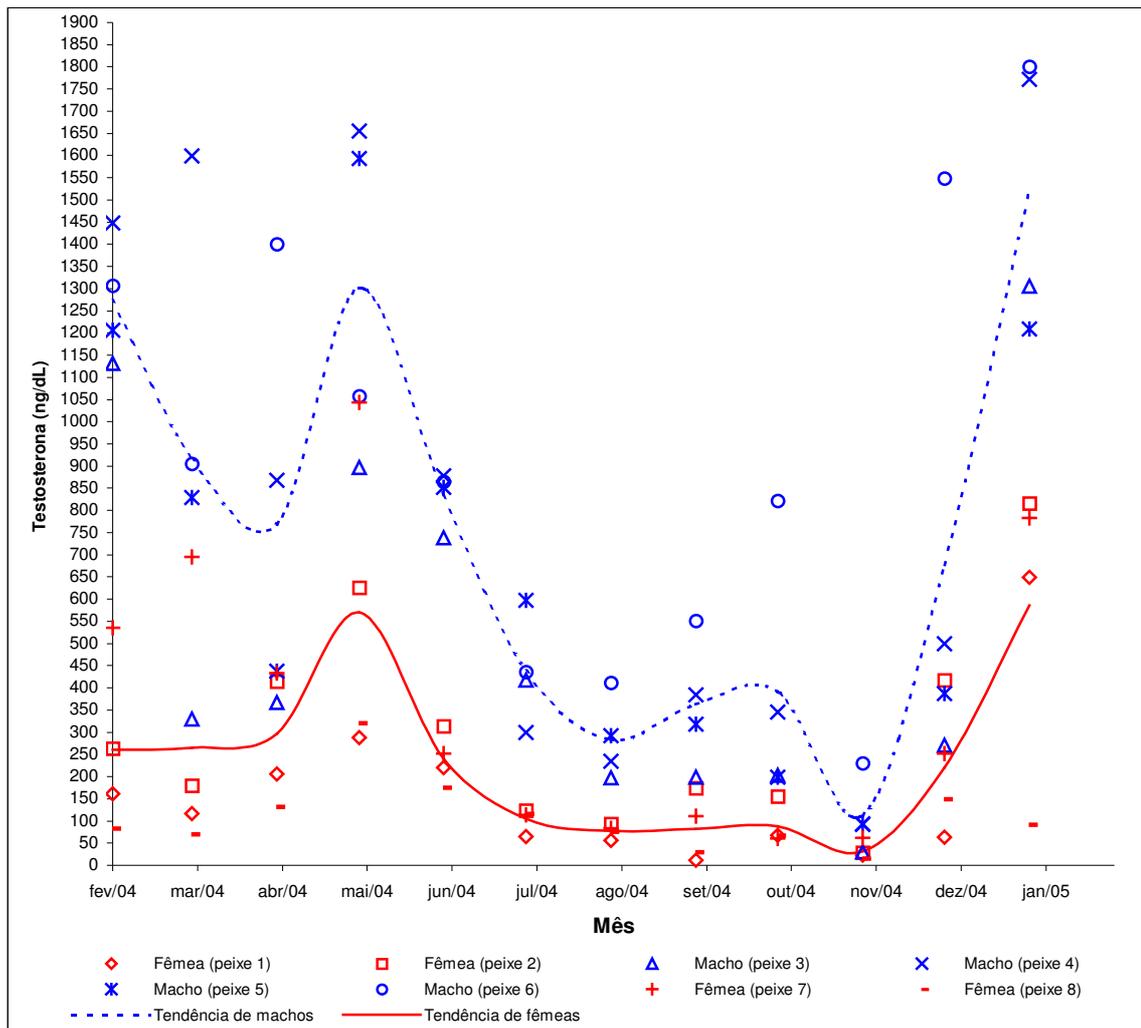


Figura 16. Concentração de testosterona total em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

As concentrações de 17beta-estradiol nos machos deste grupo apresentaram baixas variações. Nas fêmeas, houve aumento de concentração nos meses de fevereiro, maio, dezembro e janeiro. Neste grupo de peixes, destaca-se o peixe 7, que teve picos de concentração mais elevados que os dos outros peixes (Figura 17).

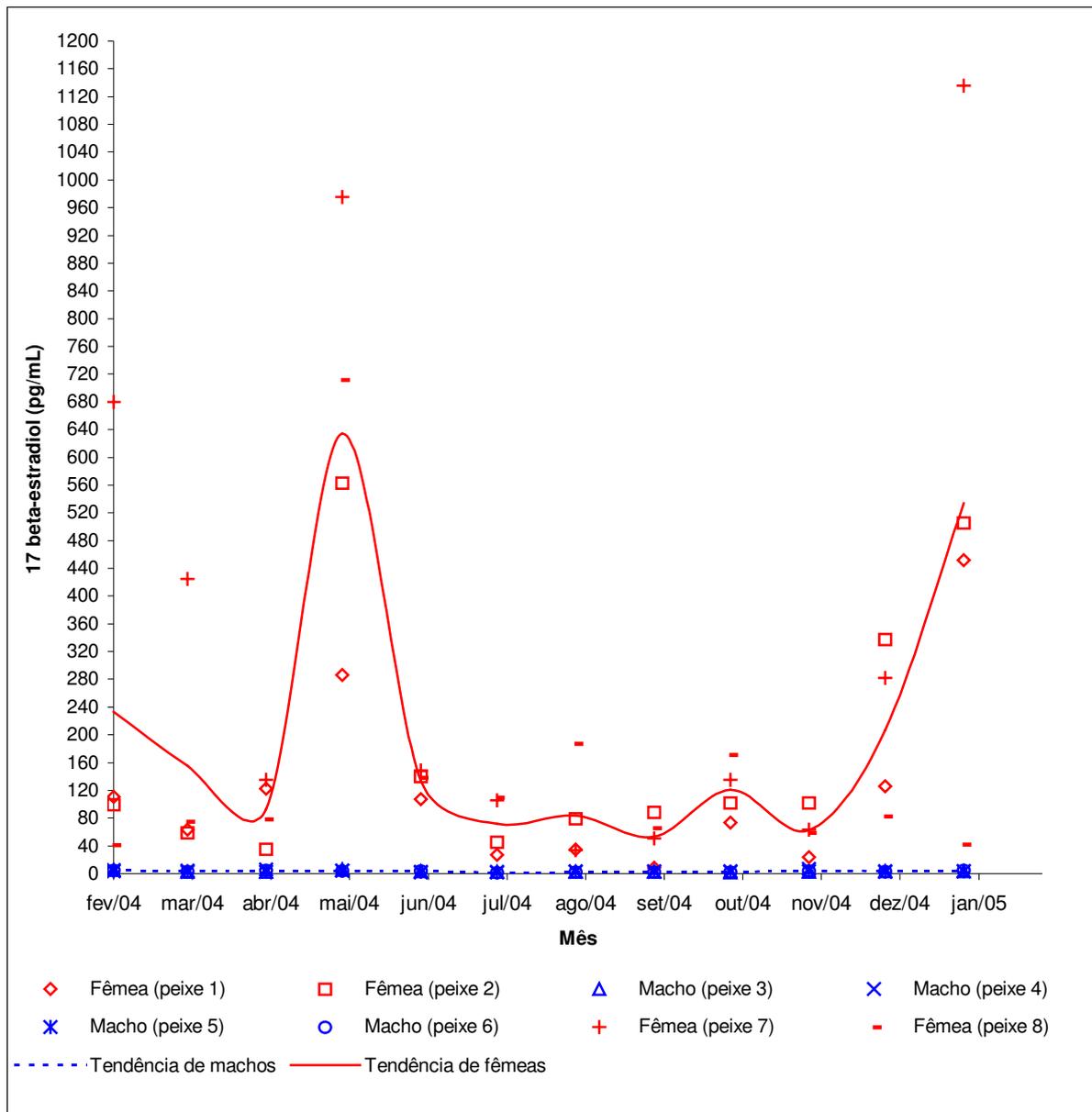


Figura 17. Concentração de 17beta-estradiol em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

Na Figura 18, está descrita a variação de 17 α OHP, a qual teve sua concentração elevada nos machos, no mês de agosto, e nas fêmeas, nos meses de março, junho, agosto e outubro. Entre os machos, destacam-se o peixes 3 e 6, com seus picos em agosto, e entre as fêmeas, os peixes 2 e 8, por suas concentrações elevadas nos meses de março e outubro, respectivamente.

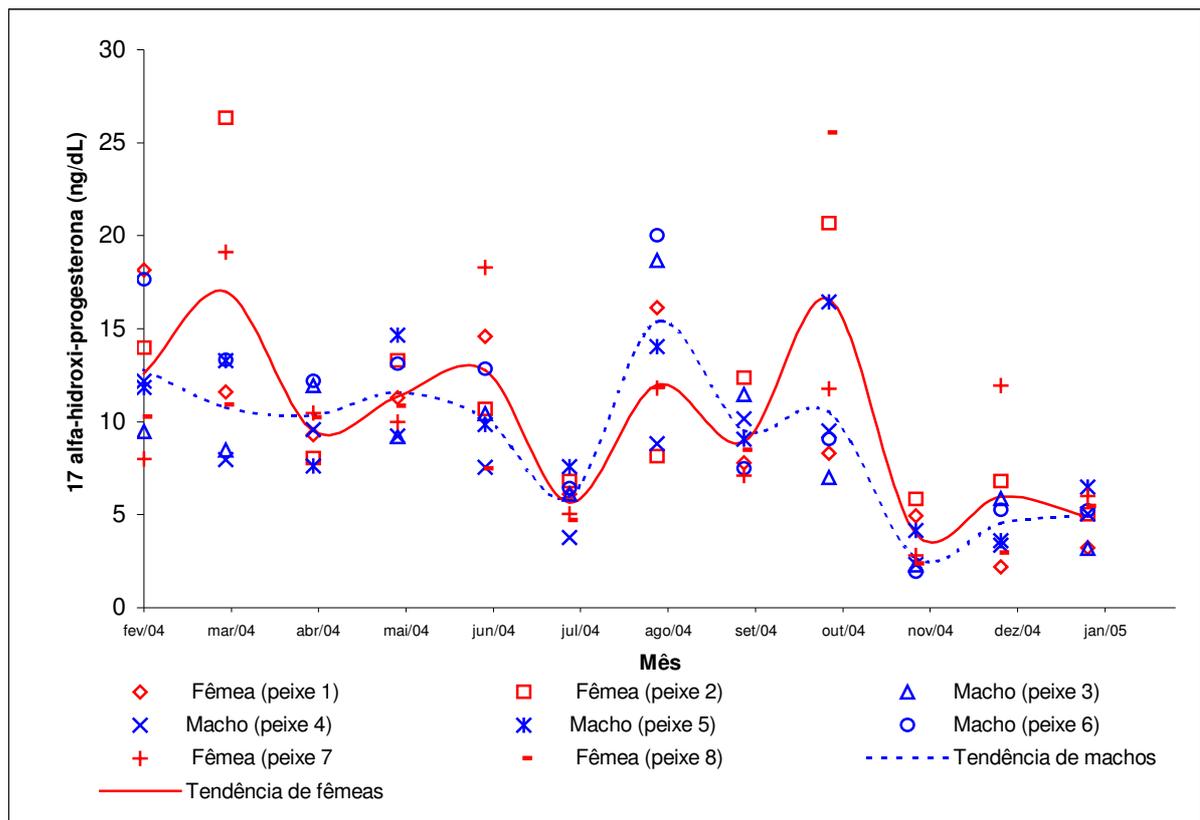


Figura 18. Concentração de 17alfa-hidroxi-progesterona em machos e fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B" (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

As Figuras 19, 20 e 21 mostram o perfil dos hormônios esteróides sexuais do pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "C", ao longo do período experimental sob as condições de cativeiro.

Neste grupo, não foi possível fazer a separação por sexo em função da idade dos indivíduos, a qual não permitiu uma segura distinção de machos e fêmeas, a partir da mancha na região inferior da cabeça.

As concentrações de testosterona total dos pirarucus do grupo "C" foram elevadas nos meses de abril, outubro, dezembro e janeiro. Dentre os pirarucus deste grupo, os peixes 1, 2, 4, 6 e 7 tiveram concentrações mais elevadas deste hormônio (Figura 19).

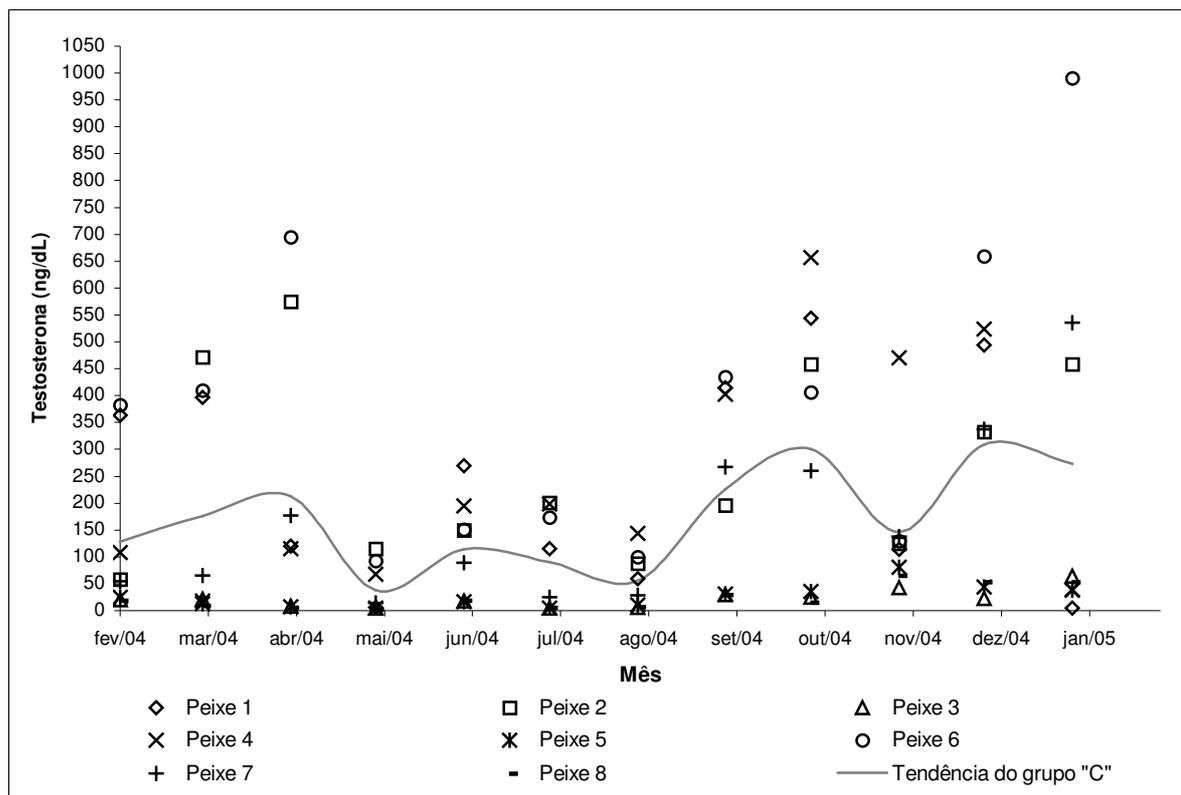


Figura 19. Concentração de testosterona em pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

A concentração de 17beta-estradiol elevou-se nos meses de março, junho, outubro, novembro, dezembro e janeiro. Os peixes 1, 3, 4 e 5 apresentaram níveis mais altos no final do período experimental (Figura 20).

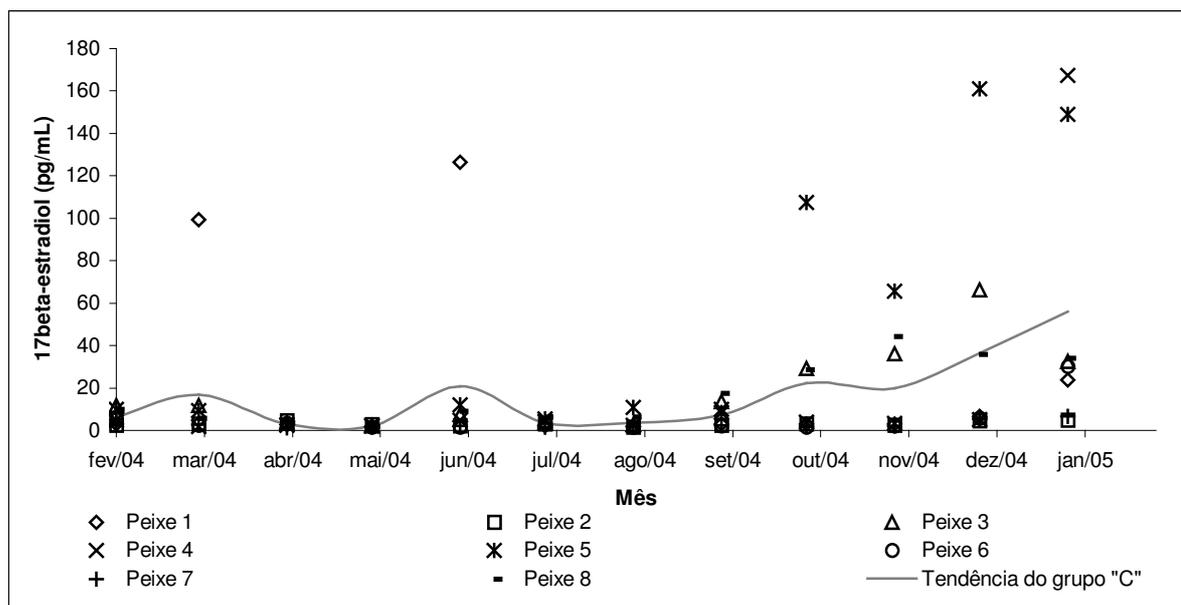


Figura 20. Concentração de 17beta-estradiol em pirarucu, *Arapaima gigas*, grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

Neste grupo, a 17 α OHP teve a concentração elevada nos meses de maio, junho e janeiro. Os peixes 3, 5, 6 e 7 obtiveram picos de concentrações acima da média nos meses de maio (peixe 5 e 7) e junho (peixe 3, 5 e 6) (Figura 21).

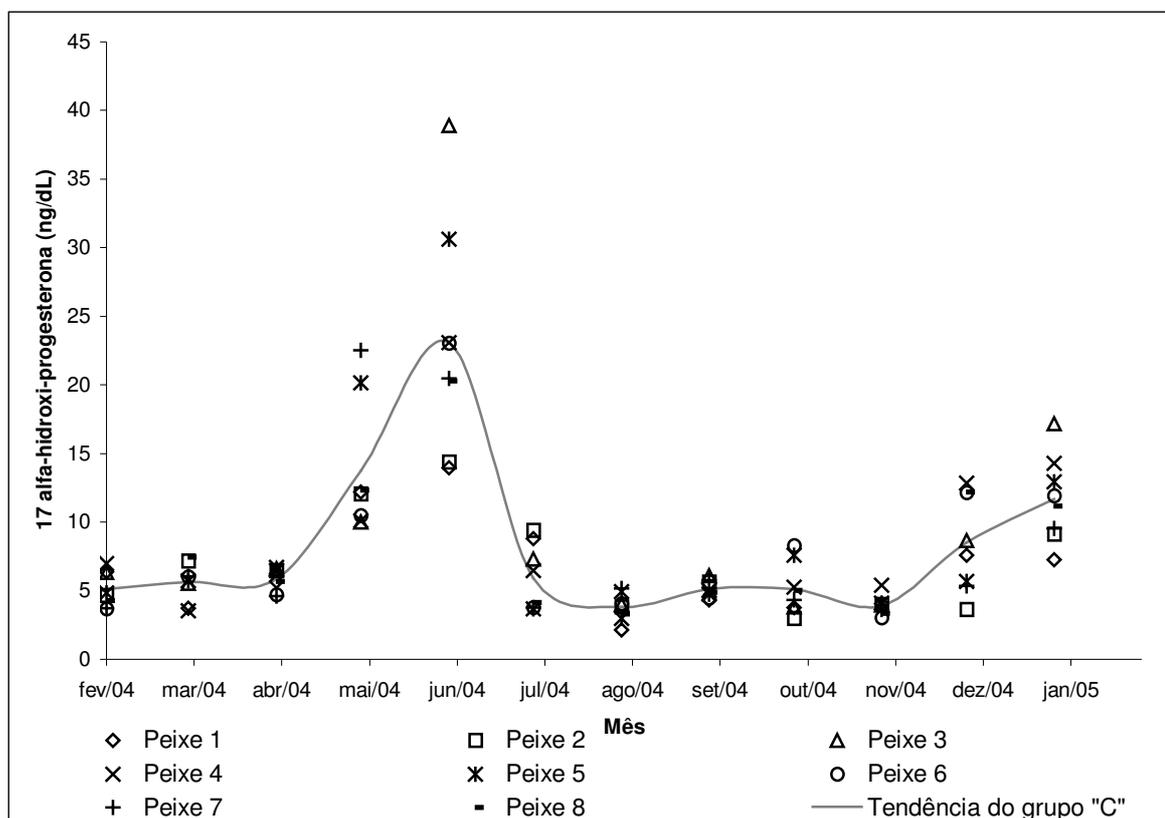


Figura 21. Concentração de 17alfa-hidroxi-progesterona em pirarucu, *Arapaima gigas*, grupo "C" (macho e fêmea) (n=8), no período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

A Tabela 8 sumariza os dados da caracterização hormonal do pirarucu, destacando os dados anuais de média, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos da concentração de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona, nos pirarucus dos grupos "A", "B" e "C".

Tabela 8. Média aritmética, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos da concentração de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus dos grupos “A”, “B” e

Variável	Estatística Descritiva	Grupo “A”		Grupo “B”		Grupo “C”
		Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	
Testosterona total (ng/dL)	Média	542,43	112,18	739,94	235,22	172,39
	Desvio Padrão	302,83	136,50	517,61	240,80	205,45
	Variância	91707,80	18632,13	267917,60	57984,20	42208,26
	C. V.	55,83%	121,67%	69,95%	102,37%	119,18%
	Máximo	1404,52	705,09	1800,52	1042,95	990,77
	Mínimo	122,41	3,50	30,81	12,01	2,58
17beta-estradiol (pg/mL)	Média	3,26	35,25	3,41	198,53	16,51
	Desvio Padrão	1,36	99,94	1,207	248,09	33,78
	Variância	1,86	9987,84	1,46	61550,26	1140,72
	C. V.	41,78%	283,52%	35,35%	124,97%	204,60%
	Máximo	6,55	723,03	7,07	1135,43	167,46
	Mínimo	1,54	3,72	1,83	8,32	1,23
17alfa-hidroxi-progesterona (ng/dL)	Média	8,48	7,58	9,10	10,10	8,13
	Desvio Padrão	3,89	3,97	4,36	5,55	6,23
	Variância	15,14	15,79	18,99	30,79	38,87
	C. V.	45,90%	52,43%	47,89%	54,92%	76,70%
	Máximo	17,44	22,09	20,01	26,34	38,89
	Mínimo	3,21	2,46	1,93	2,20	2,15

“C” durante o período de fevereiro de 2004 a janeiro de 2005.

A análise de variância (ANOVA) e o teste de Student-Newman-Keuls demonstraram que as concentrações de testosterona total e 17beta-estradiol foram diferentes entre machos e fêmeas do mesmo grupo ($p < 0,05$). Entretanto as concentrações de 17 α OHP de machos e fêmeas do mesmo grupo não diferiram estatisticamente (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de variância das concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona entre pirarucus, *Arapaima gigas*, de sexos diferentes e do mesmo grupo.

Variável	Machos	Fêmeas	Grupo
Testosterona total (ng/dL)	542,43 ^a	112,18 ^b	“A”
	739,94 ^a	235,22 ^b	“B”
17beta-estradiol (pg/mL)	3,36 ^a	35,25 ^b	“A”
	3,41 ^a	198,53 ^b	“B”

17alfa-hidroxi-progesterona (ng/dL)	8,48 ^a	7,58 ^a	“A”
	4,36 ^a	5,55 ^a	“B”

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

Nas concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17 α OHP das fêmeas de grupos diferentes ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$). Os machos de grupos diferentes não diferiram significativamente nas concentrações de 17beta-estradiol e 17 α OHP, mas diferiram nas concentrações de testosterona total (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de variância das concentrações de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona entre pirarucus, *Arapaima gigas*, de sexos iguais e de grupos diferentes.

Variável	Grupo “A”	Grupo “B”	Sexo
Testosterona total (ng/dL)	542,43 ^a	739,94 ^b	Machos
	112,18 ^a	235,22 ^b	Fêmeas
17beta-estradiol (pg/mL)	3,26 ^a	3,41 ^a	Machos
	35,25 ^a	198,53 ^b	Fêmeas
17alfa-hidroxi-progesterona (ng/dL)	8,48 ^a	9,1 ^a	Machos
	7,58 ^a	10,10 ^b	Fêmeas

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferiram entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de significância.

As Tabelas 11, 12 e 13 apresentam os valores do índice de correlação de Pearson (r) e os níveis de probabilidade de erro (p), relacionando a concentração de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona, respectivamente, nos peixes do grupo “A”.

Os dados acima da linha diagonal indicam o nível de correlação entre os peixes e os dados destacados em negrito indicam correlação a 5% de significância. Os dados abaixo da linha diagonal demonstram o índice de correlação de Pearson (r) correspondente ao nível de correlação acima descrito. Os valores destacados em negrito correspondem aos valores de r com 5% de significância.

Tabela 11. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “A”.

GL=10 R	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
Peixe 1			0,2067	0,1392	0,2876	0,9913	0,0008	0,0056	0,0004
Peixe 2	0,3926			0,0788	0,013	0,6026	0,444	0,2693	0,3253
Peixe 3	0,4529	0,5262			0,0081	0,1404	0,115	0,5406	0,3555
Peixe 4	0,3347	0,6901	0,7208			0,2283	0,3849	0,6505	0,3022
Peixe 5	0,0035	-0,1676	0,4516	0,376			0,504	0,2044	0,7459
Peixe 6	0,8296	0,2443	0,479	0,2761	0,2141			0,0054	0,0004
Peixe 7	0,7427	0,3468	0,1965	0,1461	-0,3945	0,7451			0,0001
Peixe 8	0,8564	0,3108	0,2929	0,3253	-0,1048	0,854	0,9234		

Tabela 12. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17beta-estradiol nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “A”.

GL=10 R	P	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
Peixe 1			0,0291	0,0491	0,022	0,8655	0,7673	0,002	0,0004
Peixe 2	0,6268			0,0001	0,082	0,0446	0,5127	0,0393	0,3248
Peixe 3	0,5776	0,8941			0,0144	0,0308	0,9283	0,0609	0,3098
Peixe 4	0,6504	0,5214	0,6824			0,4384	0,7346	0,0084	0,043
Peixe 5	-0,0549	0,5874	0,6217	0,2473			0,4517	0,9056	0,4086
Peixe 6	0,0957	-0,2098	0,0292	0,1096	-0,2404			0,7707	0,2429
Peixe 7	0,7937	0,5995	0,5552	0,7186	-0,0384	0,0943			0,0012
Peixe 8	0,8571	0,3112	0,3204	0,5908	-0,2631	0,3653	0,8146		

Tabela 13. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “A”.

GL=10 R	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
Peixe 1			0,0593	0,000001	0,1489	0,9299	0,0012	0,0443	0,0475
Peixe 2	0,5581			0,0097	0,0204	0,1383	0,002	0,3495	0,0056
Peixe 3	0,9391	0,7098			0,0497	0,8085	0,0002	0,1185	0,0239
Peixe 4	0,4433	0,6563	0,5764			0,0908	0,0079	0,2967	0,0059
Peixe 5	-0,0285	0,4538	0,0785	0,5092			0,3919	0,7838	0,3855
Peixe 6	0,8153	0,7957	0,8697	0,7231	0,2723			0,094	0,0002
Peixe 7	0,5879	0,2964	0,475	0,3287	0,0888	0,5049			0,0842
Peixe 8	0,581	0,7431	0,6436	0,7402	0,2758	0,8727	0,5184		

As Tabelas 14 e 15 apresentam a correlação entre testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona de machos e fêmeas, respectivamente, do grupo “A”. Nos machos, a variação de testosterona está correlacionada com a variação de 17beta-estradiol, assim como a variação de 17beta-estradiol está

correlacionada com a variação de 17alfa-hidroxi-progesterona (Tabela 14). Nas fêmeas, verificou-se uma correlação negativa entre a variação de testosterona e 17alfa-hidroxi-progesterona (Tabela 15).

Tabela 14. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em machos de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A".

GL=34	P	Testosterona total	17beta-estradiol	17alfa-hidroxi-progesterona
r				
Testosterona total			0,0347	0,5261
17beta-estradiol		0,3529		0,0256
17alfa-hidroxi-progesterona		-0,1092	0,3716	

Tabela 15. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "A".

GL=58	P	Testosterona total	17beta-estradiol	17alfa-hidroxi-progesterona
r				
Testosterona total			0,4319	0,0416
17beta-estradiol		-0,1034		0,4821
17alfa-hidroxi-progesterona		-0,2638	0,0925	

As Tabelas 16, 17 e 18 apresentam os valores do índice de correlação de Pearson (r) e os níveis de probabilidade de erro (p) relacionando a concentração de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona, respectivamente, nos peixes do grupo "B".

Os dados acima e abaixo da linha diagonal indicam, respectivamente, a correlação entre os peixes e o índice de correlação de Pearson, com valores em negrito correspondendo aqueles significantes ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "B".

GL=10	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
R									
Peixe 1			0,0001	0,0009	0,0058	0,0145	0,0121	0,0118	0,2853
Peixe 2		0,8872		0,0052	0,0085	0,012	0,0008	0,004	0,0464
Peixe 3		0,8268	0,7472		0,0015	0,0001	0,0226	0,0092	0,1749
Peixe 4		0,7408	0,718	0,8079		0,0001	0,0177	0,00001	0,1545
Peixe 5		0,6823	0,6957	0,8852	0,8942		0,089	0,0001	0,0209
Peixe 6		0,6948	0,8303	0,648	0,6674	0,5116		0,0357	0,2834
Peixe 7		0,6965	0,7618	0,7129	0,9445	0,8904	0,6085		0,0377

Peixe 8	0,3361	0,5833	0,4192	0,4378	0,6545	0,3374	0,6033	
---------	--------	---------------	--------	--------	---------------	--------	---------------	--

Tabela 17. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17beta-estradiol nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "B".

GL=10	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
R									
Peixe 1			0,0003	0,1142	0,8751	0,0925	0,0731	0,0001	0,3296
Peixe 2		0,861		0,0325	0,7414	0,0222	0,313	0,0015	0,0514
Peixe 3		0,4799	0,6172		0,9577	0,0042	0,0905	0,0097	0,0844
Peixe 4		-0,0509	-0,1067	0,0172		0,3152	0,0818	0,8824	0,8737
Peixe 5		0,5069	0,6495	0,7586	0,3171		0,0885	0,0174	0,0168
Peixe 6		0,5348	0,3184	0,5095	0,5218	0,5124		0,0807	0,8818
Peixe 7		0,8935	0,8071	0,71	0,0479	0,6686	0,5234		0,2245
Peixe 8		0,3082	0,573	0,5181	-0,0515	0,6711	0,0482	0,3788	

Tabela 18. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "B".

GL=10	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
R									
Peixe 1			0,2293	0,0102	0,0058	0,0181	0,0001	0,158	0,2483
Peixe 2		0,3752		0,7058	0,0887	0,0092	0,2605	0,0374	0,0203
Peixe 3		0,7064	0,1219		0,0235	0,0894	0,001	0,1978	0,3158
Peixe 4		0,7412	0,5121	0,6451		0,0079	0,0048	0,3286	0,0256
Peixe 5		0,6654	0,7131	0,5111	0,7228		0,0115	0,1469	0,0007
Peixe 6		0,9249	0,3528	0,8234	0,7513	0,6986		0,0939	0,185
Peixe 7		0,4346	0,6042	0,3998	0,3089	0,4452	0,505		0,2875
Peixe 8		0,3614	0,6569	0,3167	0,6379	0,8355	0,4104	0,3347	

As Tabelas 19 e 20 apresentam a correlação entre testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona de machos e fêmeas, respectivamente, do grupo "B". Em ambos os sexos, existiu uma correlação entre a variação de testosterona e 17beta-estradiol, sendo esta mais forte nas fêmeas.

Tabela 19. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em machos de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo "B".

GL=46	P	Testosterona total	17beta-estradiol	17alfa-hidroxi-progesterona
R				
Testosterona total			0,0021	0,4878
17beta-estradiol		0,4332		0,9366
17alfa-hidroxi-progesterona		0,1026	0,0118	

Tabela 20. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona em fêmeas de pirarucu, *Arapaima gigas*, do grupo “B”.

GL=46	P	Testosterona total	17beta-estradiol	17alfa-hidroxi-progesterona
r				
Testosterona total			0,0001	0,9483
17beta-estradiol		0,8446		0,7741
17alfa-hidroxi-progesterona		0,0096	-0,0425	

As Tabelas 21, 22 e 23 apresentam os valores do índice de correlação de Pearson (r) e os níveis de probabilidade de erro (p), relacionando a concentração de testosterona total, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona, respectivamente, nos peixes do grupo “C”.

A representação dos dados das Tabelas 21, 22 e 23 corresponde à mesma das Tabelas 13, 14 e 15; e 16, 17 e 18.

Tabela 21. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de testosterona total nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “C”.

GL=10	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
R									
Peixe 1			0,5307	0,985	0,0423	0,5545	0,6803	0,6404	0,8468
Peixe 2	0,2012			0,4449	0,9395	0,8573	0,0066	0,07	0,9795
Peixe 3	0,0061	0,2439			0,621	0,0091	0,054	0,0026	0,0014
Peixe 4	0,5925	0,0246	0,1593			0,031	0,8786	0,3591	0,1725
Peixe 5	0,1898	-0,0583	0,7139	0,6213			0,67	0,1359	0,0001
Peixe 6	0,133	0,7338	0,5678	-0,0495	0,1375			0,0005	0,2167
Peixe 7	0,1506	0,5398	0,7827	0,2908	0,4563	0,8503			0,0192
Peixe 8	0,0626	0,0083	0,8106	0,4213	0,8996	0,3848	0,6611		

Tabela 22. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17beta-estradiol nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “C”.

GL=10	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
R									
Peixe 1			0,6928	0,6158	0,996	0,5938	0,9189	0,9291	0,4733
Peixe 2	-0,1276			0,1399	0,0629	0,044	0,0281	0,0356	0,3822
Peixe 3	-0,1616	0,4522			0,4566	0,0001	0,3137	0,0157	0,0003
Peixe 4	-0,0016	0,5516	0,2378			0,0666	0,00001	0,0042	0,228
Peixe 5	-0,1716	0,5887	0,8994	0,5453			0,0407	0,0028	0,0008
Peixe 6	-0,033	0,63	0,318	0,9845	0,5962			0,0009	0,1995
Peixe 7	0,0288	0,6087	0,6762	0,7586	0,78	0,8273			0,0683
Peixe 8	-0,2293	0,2777	0,8671	0,3762	0,831	0,3984	0,5425		

Tabela 23. Valores do índice de correlação de Pearson (r) e nível de probabilidade de erro (p) entre as concentrações de 17alfa-hidroxi-progesterona nos pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo "C".

GL=10	p	Peixe 1	Peixe 2	Peixe 3	Peixe 4	Peixe 5	Peixe 6	Peixe 7	Peixe 8
R									
	Peixe 1		0,0003	0,0038	0,0017	0,0006	0,0056	0,0011	0,0013
	Peixe 2	0,8598		0,0033	0,0167	0,0006	0,0224	0,0007	0,0069
	Peixe 3	0,7641	0,7717		0,00001	0,0001	0,00001	0,0112	0,0001
	Peixe 4	0,8029	0,6718	0,939		0,0005	0,00001	0,0142	0,00001
	Peixe 5	0,8395	0,8401	0,8903	0,8471		0,0001	0,00001	0,0001
	Peixe 6	0,7431	0,6489	0,9086	0,9389	0,8913		0,0058	0,00001
	Peixe 7	0,8184	0,8379	0,7003	0,6834	0,9249	0,7407		0,0014
	Peixe 8	0,8142	0,7312	0,8822	0,9257	0,899	0,9666	0,811	

5. DISCUSSÃO

Com relação ao comportamento reprodutivo do pirarucu, *Arapaima gigas*, Fontenele (1952) registrou a falta de interesse por alimento como um sinal precursor da reprodução. As brigas foram relatadas por Imbiriba (1991) como um processo de isolamento da área de postura. Esses comportamentos, junto com o aparecimento de ninhos, observados neste experimento, corroboram estas informações.

As brigas observadas para os pirarucus neste experimento denotaram claramente o comportamento de corte e de territorialidade, e no ambiente natural é comum observar uma espécie de “nuvem escura” formada pelas larvas, se deslocando junto ao macho que as protegem contra predadores (FONTENELE, 1952).

Imbiriba (1991) relatou a existência de ninhos de mais ou menos 50 cm de diâmetro em tanques com fundo menos resistentes, rico em sedimentos, corroborando as observações de Fontenele (1952). Os ninhos encontrados durante o presente estudo foram semelhantes àqueles encontrados por Imbiriba (1991).

Balon (1975, 1984, 1985) apresentou uma classificação dos estilos reprodutivos em peixes de água doce, considerando três grandes grupos: não guardadores, que não protegem seus ovos e larvas, guardadores, que cuidam dos ovos e embriões, e carregadores, que carregam os embriões e algumas vezes os juvenis. Vazzoler (1996) ainda ressalta que os guardadores, às vezes, também cuidam de sua progênie, sendo comum apresentarem comportamento de corte

elaborado e territorialidade. De acordo com esta classificação o pirarucu pode ser considerado como guardador, e desova em ninhos do tipo buraco.

Fontenele (1952) observou que há uma mudança na coloração, com o enegrecimento da cabeça e região dorsal, e que essa mudança é um caráter sexual secundário do macho de pirarucu. No entanto, não foi possível observar o enegrecimento dos exemplares machos neste experimento. Bard e Imbiriba (1986) corroboraram as observações de Fontenele (1952) e relataram que essa mudança ocorre com maior ênfase na época das chuvas, que coincide com o período de reprodução desta espécie.

Empiricamente, os pescadores da região separam machos e fêmeas de pirarucu através do tamanho da cabeça, largura do corpo e manchas alaranjadas na parte inferior da cabeça. Neste experimento, as manchas alaranjadas na região inferior da cabeça foram características dos machos, aspecto confirmado através do perfil hormonal desses peixes, que apresentaram maior concentração do hormônio sexual masculino (testosterona).

Panduro-Mendoza e Portugal-Falcon (2004) registraram uma conversão de 4,48 em um ano de criação, na qual os peixes tiveram um ganho de peso médio de 16,56 kg. Cavero *et al.* (2003) relataram que a conversão alimentar aparente de juvenis de pirarucu criados em tanques-rede de pequenos volumes foi de 1,12. Ituassú (2002) registrou conversão alimentar aparente em torno de 3,00, também em juvenis alimentados com ração a 42% de proteína.

Esses resultados foram melhores que os encontrados nos peixes do grupo "C" no presente experimento (5,84), em função da fase de desenvolvimento em que se encontravam os peixes estudados por Cavero *et al.* (2003) e Ituassú (2002), todos os peixes juvenis no 1º ano de vida.

No entanto, Honczaryk e Maeda (1998) reportaram a conversão de 5,7 em pirarucus mais velhos que os utilizados por Cavero *et al.* (2003) e Ituassú (2002), e mais novos que aqueles utilizados neste estudo, tendo sido, alimentados a base de ensilado biológico de pescado.

As fêmeas do grupo “A” foram criadas em condições inadequadas no ano anterior ao experimento e, apesar de terem sido aclimatados por 3 meses, estes peixes tiveram altas taxas de crescimento e ganho de peso, o que influenciou na taxa de conversão alimentar, de 5,94, que foi menor que a obtida no grupo “B”, 7,36.

A conversão também foi influenciada pela alimentação com peixes forrageiros habitantes nos três tanques. Alcântara e Guerra (1992) testaram a criação de pirarucu utilizando somente peixes forrageiros como fonte de alimentos, obtendo baixo crescimento e ganho de peso, e atribuíram esse fato ao provável desbalanço entre predador e presa. No presente experimento, a introdução de peixes forrageiros serviu de alimento suplementar, inclusive para os peixes do grupo “A”, visto que a principal alimentação foi peixes congelados, duas vezes ao dia.

A densidade de estocagem deste experimento (1peixe/50m²) foi maior que aquela descrita por Imbiriba (1991), de 1peixe/200m², para reprodutores de pirarucu. Este foi um fator que influenciou diretamente no crescimento corporal, visto que foram observadas brigas para isolamento da área, o que submeteu os outros peixes a uma certa condição de estresse. Provavelmente, isto, também pôde ter comprometido o desenvolvimento gonadal da espécie.

Adotando o termo estresse como resposta do organismo e estressor como o estímulo causador desta resposta, observou-se que vários estressores estiveram presentes ao longo do experimento, desde a alta densidade de estocagem no

viveiro, mencionada acima, até o manejo mensal para a mensuração biológica e coleta de sangue.

Segundo Graef (1995), o pirarucu chega à maturidade sexual do 3º ao 5º ano de vida. Lüling (1964) relatou que o começo da maturidade sexual do pirarucu em cativeiro pode ser atrasado consideravelmente, desde que os reprodutores sejam perturbados. Schreck (1981) e Wendelaar-Bonga (1997) *apud* Schreck *et al.* (2001) reportaram que inúmeros fatores podem contribuir para a atenuação do estresse, tais como o gênero, idade, estação do ano, condições físicas, hierarquia, qualidade de água, entre outros.

Com relação à caracterização hormonal de teleósteos, Poortenaar *et al.* (2001) evidenciaram o aumento de concentração de E₂ nas fêmeas de *Seriola lalandi lalandi* durante a vitelogênese, o mesmo ocorreu para *Anguilla japonica* (MATSUBARA *et al.*, 2005), *Salmo salar* (LACROIX *et al.*, 1997), *Perca fluviatilis* (NOAKSSON *et al.*, 2004), *Acheilognathus rhombea* (AIDA, 1988).

Harvey e Carolsfeld (1993) descrevem que as altas concentrações de estradiol (E₂) estimulam a síntese de um precursor do vitelo, chamado vitelogenina, que é incorporado pelos oócitos, sob a ação do GtH I. No grupo "A", as concentrações de E₂ foram elevadas no mês de março, além de outros picos em maio, agosto, novembro e janeiro, e no grupo "B", nos meses de fevereiro, maio e janeiro, sugerindo que as fêmeas de pirarucu passaram por esta fase nesses meses.

Esses resultados corroboram a hipótese de que os picos de E₂ no pirarucu estão relacionados com a vitelogênese, além da baixa concentração deste hormônio nos machos. Essa suspeita é reforçada com a rejeição do alimento, brigas entre indivíduos e formação de ninhos um mês após os picos de E₂. Fontenele (1958) reportou que esses comportamentos antecedem a desova.

Fontenele (1958) descreveu oócitos de vários tamanhos em fêmeas desta espécie e concluiu que este é um peixe de desova parcelada. Imbiriba (2001) descreveu que, apesar de ser um peixe de desova parcelada, o maior número de reprodução acontece nos períodos chuvosos. Isso pode explicar os vários picos de E_2 ao longo do experimento e a variação diferente entre fêmeas demonstradas através da correlação de Pearson.

Harvey e Carolsfeld (1993) relataram que a T é sintetizada nas células de Leydig e atua no início da gametogênese dos machos de peixe. Os machos do grupo "A" e do grupo "B" tiveram concentrações de testosterona maiores que nas fêmeas ($p < 0,01$). Os picos dos machos do grupo "A" foram nos meses de março, julho e janeiro. No grupo "B", os picos foram nos meses de fevereiro, maio e janeiro. Brigas, formação de ninhos e desinteresse por alimento foram observados um mês depois dos picos de T.

O aumento das concentrações de T podem estar ligados ao início da espermatogênese do pirarucu. Picos deste hormônio foram observados em *Salmo salar* nesta fase (LACROIX *et al.*, 1997). No entanto, em *Seriola lalandi lalandi*, esses picos estão relacionados a machos com gametogênese parcialmente ou totalmente completa (POORTENAAR *et al.* 2001).

Em fêmeas, as elevadas concentrações de T estão relacionadas a diferentes estágios de desenvolvimento gonadal. Em *Achilognathus rhombea*, as concentrações de T são constantes na vitelogênese, com um aumento no início da maturação e queda no final (AIDA, 1988). Em *Cyprinus carpio*, a T varia positivamente com a gonadotropina, sugerindo ter uma atuação na maturação final dos oócitos (AIDA, 1988). *Perca fluviatilis* tem altas concentrações de T na desova e caem logo após (NOAKSSON, 2004). Em *Seriola lalandi lalandi*, as concentrações

de T são maiores durante a vitelogênese e maturação final dos oócitos (POORTENAAR, 2001). E em *Morone saxatilis*, o aumento ocorre somente na migração da vesícula germinativa (MYLONAS, *et al.*, 1998).

Neste experimento, pode-se observar uma correlação positiva entre a variação de E₂ e T nas fêmeas do grupo “B”. Provavelmente, esses peixes atingiram a fase III – vitelogênese, na qual as células especiais da teca sob o efeito da GtH I sintetizam a T, a qual estimula as células granulosas na síntese de E₂, e ambas estimulam o fígado na síntese de vitelogenina (HARVEY e CAROLSFELD, 1993). Aumentos da concentração destes hormônios precederam os comportamentos sexuais observados neste experimento reforçando sua participação nesta fase.

Elevadas concentrações de 17 αOHP foram encontradas em fêmeas de *Perca fluviatilis* durante a desova (NOAKSSON, 2004), o mesmo em *Cyprinus carpio* (AIDA, 1988). Em *Acheilnatus rhombea*, as concentrações elevadas foram encontradas durante a maturação final dos oócitos (AIDA, 1988).

Os picos de 17 αOHP foram observados em meses, nos quais a falta de interesse por alimento, brigas e formação de ninhos foi evidente. Isso sugeriu a atuação desse hormônio na maturação final dos oócitos do pirarucu.

Cerda *et al.* (1994a) *apud* Izquierdo *et al.*(2001) reportaram a redução dos níveis de E₂ no plasma em detrimento a redução alimentar em *Dicentrarchus labrax*, criados em cativeiro. Cerda *et al.* (1995) concluíram que, nessa mesma espécie, existe uma forte relação entre a composição lipídica da dieta alimentar e o desenvolvimento gonadal, níveis de lipídeos e esteróides sexuais no plasma. Estes mesmos autores ainda relatam que as ausências de algumas substâncias em rações comerciais podem comprometer o desempenho reprodutivo.

Neste experimento, isso pode ter influenciado a diferença nos níveis de T entre machos de grupos diferentes e de T, $17\beta\text{-E}_2$ e $17\alpha\text{OHP}$ entre fêmeas dos dois grupos, visto que as fêmeas do grupo “A” foram criadas em condições inadequadas no ano anterior ao experimento. Além do tipo de alimentação, que para o grupo “B” foi mais completa, com ração balanceada e peixe forrageiro, e para o grupo “A” apenas peixe, tanto morto quanto forrageiro.

As variáveis físico-químicas da água mensuradas estavam dentro dos parâmetros normais verificados nos rios e lagos da região amazônica (Sioli, 1991). Essas variações também foram analisadas por Cavero *et al.* (2003) os quais descreveram que esta não influenciou no crescimento de juvenis de pirarucu criados em tanques-rede de pequeno volume.

Cavero *et al.* (2004) relataram a tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia, os quais toleraram 25 mg/l de amônia total, obtendo 100% de sobrevivência. Nos resultados obtidos no presente trabalho, a maior quantidade de amônia total encontrada foi 2,0 mg/l.

As variações ambientais têm um papel muito importante para a reprodução de peixes, principalmente os da região Amazônica. De acordo com Richer *et al.* (1982) e Lam (1983), as espécies tropicais têm um período reprodutivo relativamente longo e podem até reproduzir durante todo o ano. Em geral, a complexidade dos fatores ambientais relacionados com a reprodução é muito grande, envolvendo precipitação, temperatura, incremento do nível das águas, diminuição da condutividade, pH, ciclo lunar, fatores sociais e contaminação ambiental. Breton *et al.* (1980a, b) e Lam (1983) reportaram que as variáveis temperatura e precipitação são as mais importantes para o processo reprodutivo.

Blázquez *et al.* (1998) descreveram que o ciclo sazonal na reprodução é uma estratégia de muitos teleósteos para assegurar que o tempo de desova coincida com condições ambientais compatíveis e disponibilidade de suprimento alimentar necessários para a sobrevivência e crescimento das larvas.

Endogenamente, o principal mecanismo de controle da reprodução nos peixes é constituído pelos sistemas endócrino e neuroendócrino, que realizam a ligação entre o ambiente e os órgãos relacionados à reprodução (DONALDSON, 1972).

Imbiriba (2001) relatou que o pico da reprodução do pirarucu coincide com o período das chuvas. Os ribeirinhos relatam empiricamente, para a espécie, a realização de pequenas migrações e que, sugestivamente este comportamento tem ligação com a escolha do local de desova, geralmente escolhidos em locais perto da foz de rios de água branca, que são aqueles com maiores níveis de oxigênio dissolvido. Este fato sugere mais uma estratégia de proteção a prole do pirarucu, visto que a troca gasosa nas larvas é realizada pelas brânquias e por isso, o pirarucu, em suas fases iniciais necessita de oxigênio dissolvido na água.

Neste experimento, os picos de testosterona, 17beta-estradiol e 17alfa-hidroxi-progesterona nos peixes dos grupos "A" e "B" foram registrados em períodos de grande precipitação e temperaturas elevadas, denotando que em função da idade, estes foram os indivíduos mais preparados fisiologicamente para a reprodução.

Zohar e Mylonas (2001) citaram várias disfunções reprodutivas de peixes quando criados em cativeiro. Donaldson (1996) ressaltou que a reprodução em cativeiro tem sido considerada a chave que abre a porta para o sucesso das primeiras fases larvais, metamorfoses e engorda até o tamanho comercial.

Por fim, considera-se que as informações obtidas neste estudo subsidiarão as pesquisas com reprodução induzida do pirarucu em cativeiro. Esta, por sua vez, será um importante avanço, que contribuirá, principalmente, para a recuperação dos estoques naturais e a criação racional desta espécie.

5. CONCLUSÕES

- A mancha alaranjada na região inferior da cabeça, indicada empiricamente pelos ribeirinhos, foi comprovadamente uma característica sexual secundária do macho, corroborada pelo perfil hormonal dos esteróides sexuais.
- A variação hormonal nas fêmeas de pirarucus, *Arapaima gigas*, do grupo “B” (3 – 4 anos) indicaram um maior preparo fisiológico para a reprodução do que a observada nas fêmeas do grupo “A” (> 4 anos).
- As fêmeas do grupo “B” alocaram energia para a reprodução refletindo no perfil hormonal, principalmente na concentração de 17beta-estradiol.
- A densidade de estocagem utilizada neste trabalho, de 1peixe/50m², para estoque reprodutor de pirarucu foi elevada e influenciou no crescimento e ganho de peso desses peixes.

REFERÊNCIAS

- AIDA, K. A review of plasma hormone changes during ovulation in cyprinid fishes. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 74, p. 11-21. 1988.
- ALCÁNTARA, F. B.; GUERRA, H. F. Cultivo de paiche, *Arapaima gigas*, utilizando bujurqui, *Cichlassoma bimaculatum*, como presa. **Folia Amazônica**, Iquitos, v. 4, n. 1, p. 129 – 139, jan. 1992.
- BARD, J.; IMBIRIBA, E. P. **Piscicultura do pirarucu, *Arapaima gigas***. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. 17p. (Circular Técnica, 52).
- BALON, E. K. Patterns in the evolution of reproduction styles in fishes. In: POTTS, G. W., WOOTTON, R. J. (eds.) **Fish reproduction: strategies and tactics**. London: Academic Press, 1984. p. 35-53.
- BALON, E. K. **Early life histories of fishes: new development, ecological and evolutionary perspectives**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1985. 280p.
- BALON, E. K. Reproductive guilds of fishes: a proposal and a definition. **J. Fish. Bd. Can.**, v. 32, p. 821-864, Jun. 1975.
- BILLARD, R. *et al.* Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**. Ottawa, v. 39, p. 65-79, Fev. 1982.
- BILLARD, R. *et al.* Endocrine control of teleost reproductive cycle and its relation to external factors: Salmonids and cyprinids models. In: GAILLARD, P. J.; BOER, H. H. **Comparative Endocrinology**. Amsterdam: Elsevier, 1978. cap. 3, p. 37-48.

BLÁZQUEZ, M. *et al.* Fish as model for the neuroendocrine regulation of reproduction and growth. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Amsterdam, v. 119c, p. 345-364, 1998.

BRAUNER, C. J.; VAL, A. L. The interaction between O₂ and CO₂ exchange in the obligate air breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*. In: VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; RANDALL, D. J. (Ed.). **Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1996. cap. 9, p.101-110.

BRETON, B. *et al.* Temperature and reproduction in fish: effect of a ride in the annual temperature regime gonadotropin level, gametogenesis and spawning. I. The male. **Reprod. Nutri. Develop.** v. 20, p.105-228, 1980a.

BRETON, B. *et al.* Temperature and reproduction in fish: effect of a ride in the annual temperature regime gonadotropin level, gametogenesis and spawning. II. The female. **Reprod. Nutri. Develop.** v. 20, p.1011-1024, 1980b.

CARVALHO, L. O. D. de M.; NASCIMENTO, C. N. B. do. **Engorda de pirarucus (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1992. 21p. (Circular técnica, 65).

CAVERO, B. A. S. *et al.* Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107, jan. 2003.

CAVERO, B. A. S. *et al.* Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 513 - 516, maio. 2004.

CERDÁ, J. *et al.* Short- and long-term dietary effects on female sea bass (*Dicentrarchus labrax*): seasonal changes in plasma profiles of lipids and sex steroids in relation to reproduction. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Amsterdam, v. 111c, p. 83-91, 1995.

CRESCÊNCIO, R. **Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER, 1829), utilizando atrativos alimentares.** 2001. 35 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

DEMSKI, L. S.; HORNBY, P. J. Hormonal control of fish reproductive behavior: brain – gonadal steroid interactions. **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**. Ottawa, v. 39, p. 36-47, fev. 1982.

DONALDSON, E. M. Manipulation of reproduction in farmed fish. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 42, p. 381-392, 1996.

DONALDSON, E. M. Physiological and phyiochemical factors associated with maturation and spawning. In: WORKSHOP ON CONTROLLED REPRODUCTION OF CULTIVED FISHES. EIFAC tec.1972. 53-73.

FERRARIS J.R., C. J. Family Arapaimatidae (Bonytougues). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS J.R., C. J. (org.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America.** Porto Alegre: Edipucrs, 2003. 742p.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, *Arapaima gigas*, (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 445-459, dez. 1948.

FONTENELE, O. **Hábitos de desova do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) (Pisces: Isospondyli, Arapaimidae), e evolução de sua larva.** Fortaleza, DNOCS, 1952. 22p. (Publicação n. 153).

GRAEF, E. W. Espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. In: VAL, A. L.; Honczaryk, A. **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: INPA, 1995. cap. 4, p. 29-43.

HARVEY, B.; CAROLSFELD, J. Fish reproductive endocrinology. In: _____ **Induced breeding in tropical fish culture.** Ottawa: IDRC, 1993. cap. 2, p. 5-33.

HOAR, W. S. Reproduction. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. **Fish Physiology.** New York: Academic Press, 1969. cap. 1, p. 1-72.

HONCZARYK, A. MAEDA, L. Crescimento do pirarucu, *Arapaima gigas*, utilizando dieta à base de ensilado de pescado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1998, Recife. Anais. Recife, 1998, 93-100.

IMBIRIBA, E. P. *et al.* **Resultados preliminares da criação do pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER), em cativeiro.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1985. 4p. (Circular técnica, 144).

IMBIRIBA, E. P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 31, n. 2, p. 299-316, 2001.

IMBIRIBA, E. P. **Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier).** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1991. 19p. (Circular técnica, 57).

ITUASSÚ, D. R. **Exigência protéica de juvenis de pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829).** 2002. 38f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

IZQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, p. 25-42. 2001.

LACROIX, G. L. *et al.* Absence of seasonal changes in reproductive function of cultured Atlantic salmon migrating into a Canadian river. **Journal of Marine Sciences**, Dauphin, v. 54, p. 1086-1091, 1997.

LAM, T. J. Applications of endocrinology to fish culture. **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**. Ottawa, v. 39, p. 111-137, Fev. 1982.

LAM, T. J. Environmental influences on gonadal activity in fish. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J.; DONALDSON, E. M. **Fish Physiology**. New York: Academic Press, 1983. cap. 2, p. 65-116.

LÜLING, K. H. Zur Biologie und ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces. Osteoglossidae). **Zoologie 'Morph, Ökol**, v. 54, p. 436-530, 1964.

MATSUBARA, H. *et al.* Serum steroid profiles in artificially maturing female Japanese eel, *Anguila japonica*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, p. 393-402, 2005.

MATSUYAMA, M; YOSHIHIDE, H.; MATSUURA, S. Effects of steroids on germinal vesicle breakdown in vitro of intact follicles in the japonese whiting, *Sillago japonica*, a marine teleost. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Amsterdam, v. 96, p. 257-261, 1990.

MYLONAS, C. C. *et al.* Endocrine profiles of females striped bass (*Morone saxatilis*) in captivity, during postvitellogenesis and induction of final oocyte maturation via controlled-release GnRHa-delivery systems. **General and Comparative Endocrinology**, Amsterdam, v. 110, p. 276-289, 1998.

NAGAHAMA, Y.; KAGAWA, H.; YOUNG, G. Cellular sources of sex steroids in teleost gonads. **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**. Ottawa, v. 39, p. 56-64, fev. 1982.

NEVES, A. M. B. **Conhecimento atual sobre o pirarucu**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1995. p. 33-56 (Ser. Zool. 11).

NOAKSSON, E. *et al.* Reproductive status in female perch (*Perca fluviatus*) outside a sewage treatment plant processing leachate from a refuse dump. **Science of the Total Environment**, 2004. Artigo em impressão. Disponível em :<<http://www.elsevier.com/locate/scitotenv>>. Acesso em: 29 jan. 2005.

PANDURO-MENDOZA, G.; PORTUGAL-FALCON, V. Evaluación del crecimiento de Paiche (*Arapaima gigas*) alimentado con peces vivos y muertos durante la fase de engorde en ambientes controlados, Iquitos (Perú). In: CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA – CIVA, 2004. Disponível em: <<http://www.civa2004.org>> , 808-813. Acesso em: 22 nov. 2004.

PETER, R. E. Neuro endocrine control of reproduction in teleosts. **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**. Ottawa, v. 39, p. 48-55, Fev. 1982.

POORTENAAR, C. W.; HOOKER, S. H.; SHARP, N. Assessment of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 201, p. 271-286, 2001.

QUEIROS, H. L.; SARDINHA, A. D. A preservação e o uso sustentado dos pirarucus. In: QUEIROS, H. L.; CRAMPTON, W. G. R. Estratégias para o manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Brasília: CNPq. 1999. p. 108-141.

RICHTER, C. J. J. *et. al.* Effects of feeding levels and temperature on the development of the gonad in the african catfish, *Clarias lazera*. **Proc. Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish.** Wageningen, p. 52, 1982.

SCHRECK, C. B.; CONTRERAS-SANCHEZ, W.; FITZPATRICK, M. S. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. . **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, p. 3-24, 2001.

SHERWOOD, N. The GnRH family of peptides. **TINS**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 129-132. 1987.

SIOLI, H. **Amazônia, fundamentos de ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1991. 73p.

STACEY, N. E.; GOETZ, F. W. Role of prostaglandins in fish reproduction. **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 39, p. 92-98, Fev. 1982.

VAZZOLER, A. E. A. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM. 1996. p. 169.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Pirarucu: Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, p. 13-21, 1999.

YARON, Z.; ZOHAR, Y. An overview. In: MUIR, J. F.; ROBERTS, R. J. (Ed.). **Recent advances in aquaculture 4**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993. cap. 1, p.03-10.

YOUNG, G.; ADACHI, S.; NAGAHAMA, Y. Role of ovarian thecal and granulosa layers in gonadotropin-induced synthesis of a salmonid maturation-inducing

substance (17α , 20β -dihydroxy-4-pregnen-3-one). **Developmental Biology**, San Diego, v. 118, p. 1-8, 1986.

ZANUY, S.; CARRILLO, M. La reproducción de los teleósteos y su aplicación en acuicultura. In: MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. **Reproduccion en Acuicultura**, Madrid: Industrias Gráficas Espana, 1987. cap. 1, p. 1-131.

ZOHAR, Y.; MYLONAS, C. C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, p. 99-136, 2001.