

CRIAÇÃO DE *Arapaima gigas* (TELEOSTEI OSTEOGLOSSIDAE) EM ESTUFA E SISTEMA FECHADO DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA, NO ESTADO DE SÃO PAULO

João Donato SCORVO FILHO^{1,4}; Nilton Eduardo Torres ROJAS¹;
Claudia Menezes da SILVA²; Tatsuro KONOIKE³

RESUMO

Objetivando conhecer o desempenho do pirarucu (*Arapaima gigas* Cuvier, 1817), utilizaram-se três compartimentos de 30 m³ cada um, de um tanque de alvenaria de 186 m³ dotado de sistema de filtração biológica da água, sistema fechado de circulação de água, cobertura de estufa e forno a lenha. Durante 16 meses, 89 animais, apresentando inicialmente 134,04±20,74 g de peso e 26,53±1,32 cm de comprimento, foram estocados em uma densidade de 0,96 peixe/m³ e alimentados três vezes ao dia com ração extrusada (40% PB). O peso e o comprimento médios obtidos foram 7.917,20±963,55 g e 96,78±3,23 cm, respectivamente. As expressões que representam o crescimento são: $W_t = 12.107 (1 - e^{-0,1214 \cdot t})^{3,147}$ ($r^2 = 0,9626$), $L_t = 107,51 (1 - e^{-0,1214 \cdot t})$ ($r^2 = 0,9696$) e $L_t = 0,0049 W_t^{3,147}$ ($r^2 = 0,9982$), respectivamente para crescimento em peso, crescimento em comprimento e relação peso-comprimento. O valor do fator de condição relativo (Kn) foi 1,002±0,072, e o da conversão alimentar aparente (CAA), 2,64. A temperatura média da água esteve entre 26,23±1,50 e 32,37±1,33 °C. Os valores máximos de alcalinidade (164,19 mg CaCO₃/L), cálcio (40,00 mg Ca²⁺/L), amônia total (15,20 mg NH₄⁺/L) e amônia não ionizada (0,84 mg NH₃/L) foram superiores àqueles normalmente recomendados para criação de peixes. A criação do pirarucu, *A. Gigas*, no Estado de São Paulo pode ser considerada uma nova alternativa de produção de pescado destinado ao consumo humano.

Palavras-chave: pirarucu; *Arapaima gigas*; estufa; circulação de água

REARING OF *Arapaima gigas* (TELEOSTEI OSTEOGLOSSIDAE) IN HOthouse AND CLOSED WATER CIRCULATION SYSTEM, IN THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT

In order to know the performance of pirarucu (*Arapaima gigas* Cuvier, 1817), three compartments of 30 m³ each one, into a 186 m³ tank, were used. The tank was provided with water biological filtration, closed water circulation system, shelter of hothouse, and wood-burning oven. The 89 fishes, which initially exhibited 134.04 ± 20.74 g of weight and 26.53 ± 1.32 cm of length, were stocked for 16 months at a density of 0.96 fish/m³ and fed with extruded ration (40% CP). The mean weight and length obtained were 7,917.20 ± 963.55 g and 96.78 ± 3.23 cm, respectively. The equations which represent the growth are: $W_t = 12,107 (1 - e^{-0,1214 \cdot t})^{3,147}$ ($r^2 = 0,9626$); $L_t = 107,51 (1 - e^{-0,1214 \cdot t})$ ($r^2 = 0,9696$), and $L_t = 0,0049 W_t^{3,147}$ ($r^2 = 0,9982$), for the growth in weight, growth in length, and weight-length relationship, respectively. The value of the relative condition factor (Kn) was 1.002 ± 0.072 and that of the apparent feed conversion was 2.64. The mean water temperature was between 26.23 ± 1.50 and 32.37 ± 1.33 °C. The maximum values of alkalinity (164.19 mg CaCO₃/L), calcium (40.00 mg Ca²⁺/L), total ammonia (15.20 mg NH₄⁺/L) and non-ionized ammonia (0.84 mg NH₃/L) were higher than those usually recommended for fish rearing. The conclusion was that the rearing of *A. gigas* in the State of São Paulo may be considered as a new alternative to the production of fish destined for human consumption.

Key words: pirarucu; *Arapaima gigas*; hothouse; water circulation

Nota Científica: Recebida em 09/06/2004 – Aprovada em 28/12/2004

¹ Pesquisador Científico - Instituto de Pesca – APTA – SAA

² Bióloga - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa Agropecuária - FUNDEPAG

³ Oceanógrafo - Autônomo

⁴ Endereço/Address: Av. Francisco Matarazzo, 455 - CEP: 05001-900 - São Paulo, SP, Brasil

e-mail: jdscorvo@sp.gov.br

INTRODUÇÃO

Arapaima gigas, espécie de peixe popularmente conhecido por pirarucu, é um dos representantes mais antigos da família Arapaimidae, cuja linhagem tem sua origem antes da deriva da África e da América do Sul, ocorrida no período Jurássico. Suas características filogenéticas, esqueleto e morfologia externa, diferem daquelas de todas as outras espécies de peixes, inclusive seu parente africano mais próximo, a espécie *Heterotis niloticus* (LUNDBERG e CHERMOFF, 1992), o que a classifica como um fóssil vivo, de fundamental importância para estudos comparativos sobre a evolução dos teleosteos.

O pirarucu tem ampla distribuição na Bacia Amazônica, sendo o maior peixe de escama da região. Muito apreciado pelos amazonenses, o pirarucu foi, até 1970 aproximadamente, a espécie mais importante para o comércio do pescado da região, porém, devido ao grande esforço de pesca, os estoques sofreram grande redução (VAL e HONCZARYK, 1995).

A primeira contribuição ao conhecimento da biologia do pirarucu mantido em cativeiro é de FONTENELE (1948), que estudou a adaptação, alimentação, reprodução e larvicultura da espécie. Ainda segundo FONTENELE (1948), informações a respeito dessas características começaram a ser obtidas por Carlos Estevão de Oliveira, do Museu Emílio Göeldi, no Pará, em 1942, o qual destacou o avantajado porte da espécie, sua grande precocidade e facilidade de captura, assim como as elevadas possibilidades oferecidas por sua carne, para uma lucrativa industrialização. Apesar do excelente desempenho zootécnico apresentado pelo pirarucu e da possibilidade de se tornar a principal espécie para a aquíicultura industrial nacional, e até mundial, não existe, até hoje, estabelecimento que consiga oferecer alevinos da espécie, em quantidade suficiente para dar suporte a uma criação em larga escala (ONO; HALVERSON; KUBITZA, 2004).

BARD e IMBIRIBA (1986) comentam que o pirarucu pode ser criado facilmente em viveiros de diferentes tamanhos, com uma produtividade que varia de 1,7 a 11 toneladas/hectare x ano, e acreditam que a espécie pode ser criada em sistema extensivo, tendo como alimento peixes forrageiros (piaba, matupiri, tamuatá, etc.), que se reproduzem naturalmente em cativeiro. A espécie também pode tornar-se importante para cultivos intensivos, por atingir altos valores de biomassa, pela tolerância a déficit de oxigênio, crescimento rápido, aceitação de ração comercial para peixes carnívoros e, também, por

apresentar boa conversão alimentar (ONO; HALVERSON; KUBITZA, 2004).

Assim, face ao crescente interesse pelo pirarucu, este trabalho tem por objetivo conhecer aspectos de sua criação em estufa e sistema fechado de circulação de água, a fim de fornecer subsídios ao desenvolvimento de várias atividades relacionadas com a espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Sítio Centenário, localizado no Bairro do Mato Dentro, Município de Cerquilha, região de Sorocaba, SP, no período de agosto de 2001 a novembro de 2002.

Para a criação dos peixes foi utilizado um tanque de alvenaria com volume útil de 186,0 m³ (15,5x10,0x1,2 m), dividido em seis compartimentos interligados, com três diferentes dimensões: um com 15,96 m³ (3,8 x 3,5 x 1,2 m), um com 25,20 m³ (6,0x3,5x1,2m) e quatro com 36,0m³ (10,0x3,0x1,2m), mas com volume útil de 30,0 m³.

O sistema para filtração biológica da água foi construído ao lado do tanque de manutenção dos peixes (15,5 m de comprimento, 1,0 m de largura e 1,5 m de altura), sendo dimensionado para corresponder a 10% do volume de água empregado no sistema e constituído de quatro compartimentos: o primeiro, para filtração mecânica da água (telas de malha de 1,0 mm), os dois seguintes, para filtração biológica: um com tijolos vazados de cerâmica e o outro com carvão de bambu, e o quarto compartimento, destinado ao sistema de retorno da água por bombeamento.

O tanque de criação dos peixes e o sistema de filtração biológica da água eram protegidos por uma cobertura de plástico transparente, resultando em uma espécie de estufa, com 14,0 m de largura e 3,8 m de altura, a fim de que as temperaturas do ar e da água fossem mantidas praticamente constantes. Para o aquecimento do ambiente utilizou-se forno a lenha, instalado entre o tanque de criação e o sistema de filtração biológica da água, de maneira que o calor das paredes do forno fosse difundido para o tanque, para o filtro biológico e para o ar do interior da estufa. O aquecimento através do forno era acionado sempre que a temperatura da água abaixava para valores próximos de 24 °C, o que ocorria principalmente durante o inverno e à noite.

A água de abastecimento do tanque de criação dos animais era de poço semi-artesiano, com capacidade de 7.000 litros/hora. Um sistema fechado de circulação de água foi adotado para, eventualmente, realizar a renovação da água, que era feita na

proporção de 5 a 20% do volume total do tanque, sendo a descarga da água substituída feita em uma área agricultável adjacente. Além disso, o tanque de criação dos peixes localizava-se distante de um riacho existente no Sítio, impossibilitando que peixes pudessem atingi-lo em caso de escape.

Inicialmente, 89 alevinos de pirarucu, que apresentavam, em média, $134,04 \pm 20,74$ g de peso e $26,53 \pm 1,32$ cm de comprimento, foram condicionados a aceitar ração extrusada. Esse procedimento teve duração de 45 dias e foi realizado através da substituição gradativa de diferentes tipos de alimento. Inicialmente foram oferecidos peixes vivos (guarus e pequenas tilápias), a seguir, peixes em pedaços, que foram, então, substituídos por uma pasta constituída de leite em pó, ovo de galinha e caldo de peixe, a qual foi, finalmente, substituída por ração extrusada (40% PB), em grânulos de diâmetro compatível com o tamanho da abertura da boca dos alevinos. Durante esse período, a frequência de fornecimento do alimento foi de cinco vezes ao dia e, posteriormente, de três vezes ao dia. Todos os alimentos foram oferecidos *ad libitum*.

Durante o condicionamento alimentar e de acordo com o crescimento dos peixes, a população era mantida em caixas de cimento-amianto de 1.000 L e nos compartimentos de $15,96 \text{ m}^3$ e $25,20$ metros cúbicos. Após esse período, os peixes foram distribuídos em três compartimentos com volume útil de $30,0 \text{ m}^3$ cada um, onde permaneceram até o final da observação. Durante o período de experimentação e de acordo com a heterogeneidade do crescimento, os peixes eram separados em três tamanhos (pequeno, médio e grande), para evitar o canibalismo, e mantidos em densidades ao redor de 0,96 peixes/metro cúbico.

Diariamente eram registrados os valores de temperatura máxima e mínima do ar de dentro da estufa e da água do tanque, da transparência da água, através do disco de Secchi, e da quantidade de ração fornecida.

Mensalmente realizou-se a biometria de todos os peixes, para registro de comprimento total (cm) e peso total (g), e a análise da água de abastecimento e de drenagem do tanque de criação, após passagem pelo sistema de filtração biológica. Seguindo as recomendações descritas em APHA (1975), foram registrados os valores de pH, condutividade elétrica, alcalinidade total, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, amônia total, nitrito, nitrato, sólidos totais em suspensão, fósforo total e fósforo dissolvido. Os valores de amônia não ionizada foram estimados segundo BOYD (1990).

Para avaliar o crescimento de *A. Gigas*, os resultados foram tabulados com os valores médios mensais ($\pm$ SD) do peso (Wt) e do comprimento (Lt). A equação que representa o crescimento em comprimento foi ajustada pela expressão de Bertalanffy, sendo a validade desta expressão verificada através da transformação de Ford-Walford. A equação que representa o crescimento em peso foi obtida pelo método dedutivo, a partir das expressões da curva de crescimento em comprimento e da relação peso-comprimento (SANTOS, 1978). O valor do fator de condição relativo (Kn) foi estimado segundo LE CREN (1951), considerando todos os exemplares estudados.

RESULTADOS

A taxa de sobrevivência do pirarucu durante 16 meses de criação foi de 100% e os resultados obtidos de crescimento em peso e em comprimento são apresentados na tabela 1. Observa-se que, com apenas quatro meses de criação, os animais já apresentavam peso médio de 1.583,91 g e comprimento médio de 56,30 centímetros. O maior ganho de peso durante um período de 30 dias ocorreu no 8º mês: 843,60 gramas.

As expressões matemáticas ajustadas, que representam o crescimento: $Wt=12.107(1-e^{-0,1214.t})^{3,147}$ ($r^2=0,9626$), $Lt=107,51(1-e^{-0,1214.t})$ ($r^2=0,9696$) e $Lt=0,0049Wt^{3,147}$ ($r^2=0,9982$), respectivamente crescimento em peso, crescimento em comprimento e relação peso-comprimento, possibilitam realizar comparações com outros experimentos desenvolvidos com a espécie e oferecer um método para estimação destas variáveis em experimentos futuros.

O valor médio do fator de condição relativo (Kn) para a espécie *A. gigas*, calculado através dos exemplares estudados durante os 16 meses de criação, foi $1,002 \pm 0,072$.

Quanto à conversão alimentar aparente apresentada pela espécie, no período de 16 meses de criação, seu valor foi de 2,64.

Através da tabela 2 verifica-se que os valores médios da temperatura do ar no interior da estufa variaram de $21,13 \pm 2,19$ a $51,45 \pm 1,59$ °C, e os da água, entre $26,23 \pm 1,50$ e $32,37 \pm 1,33$ °C. Nota-se também que a temperatura média da água oscilou entre valores que devem oferecer o conforto térmico da espécie estudada, indicando que a estufa e o forno a lenha foram eficientes na manutenção desta variável. Ainda, analisando os dados da tabela 2, constata-se que o valor médio da transparência da água, verificada através do disco de Secchi, manteve-se elevado durante a maior parte do período de criação

Tabela 1. Valores médios ($\pm$ SD), mensais, de crescimento em peso e ganho de peso no período (G.P.P.) e do comprimento ($\pm$ SD) e ganho de comprimento no período (G.C.P.), de *Arapaima gigas*, durante os meses de ago./2001 a nov./2002

Período (mês)	Peso (g)			Comprimento (cm)		
	Média	$\pm$ SD	G.P.P.	Média	$\pm$ SD	G.C.P.
1 - (ago./01)	134,04	20,74	-	26,53	1,32	-
2 - (set./01)	368,04	134,70	234,00	34,93	3,89	8,40
3 - (out./01)	986,32	176,95	618,27	47,14	2,57	12,21
4 - (nov./01)	1.583,91	203,93	597,60	56,30	2,10	9,16
5 - (dez./01)	1.898,64	242,59	314,72	60,05	2,10	3,74
6 - (jan./02)	2.376,18	451,36	477,54	63,81	3,42	3,77
7 - (fev./02)	2.537,40	556,45	161,23	65,21	4,07	1,40
8 - (mar./02)	3.381,00	529,07	843,60	70,46	3,33	5,24
9 - (abr./02)	4.065,15	626,08	684,15	75,96	3,23	5,50
10 - (mai./02)	4.731,83	639,72	666,68	80,83	3,53	4,87
11 - (jun./02)	5.340,29	740,25	608,46	82,13	3,54	1,30
12 - (jul./02)	5.777,07	828,88	436,78	84,84	3,69	2,71
13 - (ago./02)	6.210,80	809,07	433,73	86,20	3,41	1,36
14 - (set./02)	6.945,39	931,13	734,59	90,25	3,58	4,05
15 - (out./02)	7.574,34	996,08	628,95	93,24	3,51	2,99
16 - (nov./02)	7.917,20	963,55	342,86	96,78	3,23	3,54

Tabela 2. Valores médios ($\pm$ SD) da temperatura máxima e mínima do ar e da água, no interior da estufa, e da transparência da água do tanque de criação de *A. gigas*, no período de ago./2001 a nov./2002

Período (mês)	Temperatura do Ar				Temperatura da água				Transparência	
	(°C)				(°C)				(cm)	
	Max.	$\pm$ SD	Min.	$\pm$ SD	Max.	$\pm$ SD	Min.	$\pm$ SD	Valor	$\pm$ SD
ago./01	40,29	3,69	21,13	2,19	28,71	1,15	27,17	0,82	70,00	12,79
set./01	38,38	4,19	22,04	1,68	30,96	1,12	29,50	1,10	71,48	11,94
out./01	42,81	4,06	23,78	1,99	32,37	1,33	30,89	1,05	49,15	10,22
nov./01	41,25	6,04	23,88	1,92	31,50	2,25	30,58	1,98	42,24	6,53
dez./01	47,17	4,54	23,93	1,28	28,96	1,48	27,68	1,33	63,03	18,60
jan./02	46,84	3,16	24,45	1,12	30,71	0,74	29,71	0,90	52,90	11,25
fev./02	40,71	4,54	23,71	1,80	28,79	1,37	28,14	1,15	86,29	14,10
mar./02	46,16	1,86	22,52	1,39	29,32	1,14	28,61	0,95	54,29	13,91
abr./02	48,10	5,34	22,41	1,30	28,45	1,64	27,66	1,17	48,20	7,49
mai./02	47,81	3,02	22,31	1,14	28,00	1,69	27,35	1,36	41,77	3,26
jun./02	*	*	*	*	26,69	1,49	26,23	1,50	*	*
jul./02	*	*	*	*	27,58	0,81	26,87	0,85	*	*
ago./02	*	*	*	*	29,27	1,01	28,53	1,11	31,60	6,14
set./02	*	*	*	*	32,17	0,75	29,43	1,57	*	*
out./02	50,13	3,06	24,70	5,53	*	*	*	*	26,72	6,73
nov./02	51,45	1,59	35,55	4,35	31,42	0,62	29,87	0,85	33,33	3,74

(41,77 $\pm$ 3,26 a 86,29 $\pm$ 14,10), pois, nos últimos quatro meses, diminuiu para valores entre 26,72 $\pm$ 6,73 e 33,33 $\pm$ 3,74.

Os valores das variáveis físicas e químicas da água de abastecimento do tanque de criação, que era bombeada do sistema de filtração biológica, constam da tabela 3, e aqueles da água de drenagem do referido tanque constam da tabela 4, correspondendo ao período total do experimento, isto é, ago./2001 – nov./2002. A análise desses valores demonstram que *A. gigas* possui grande capacidade de adaptação a ambientes em que a “qualidade de água” pode ser considerada letal para outras espécies de peixes. Os

elementos da série nitrogenada, principalmente a amônia total, apresentaram valores que alcançaram 15,20 mg NH₄⁺/litro. Levando-se em consideração a variação da temperatura da água ao longo do período (26,23 $\pm$ 1,50 a 32,37 $\pm$ 1,33 °C), essa concentração de amônia total representa uma quantidade de amônia não ionizada que atingiu valores máximos de 0,84 mg NH₃/L e 0,37 mg NH₃/L, respectivamente nos meses de out./2001 e set./2002. Tais concentrações de nitrogênio mostram que o sistema de filtração biológica da água não foi suficiente para decompor a carga de nutrientes gerada pelo sistema de criação.

Tabela 3. Valores mensais e média anual ($\pm$ SD) de pH, Condutividade (μ S/cm), Dureza total (mg CaCO_3 /L), Cálcio (mg Ca^{2+} /L), Magnésio (mg Mg^{+2} /L), Cloreto (mg Cl^- /L), Alcalinidade total (mg CaCO_3 /L), Amônia (mg NH_4^+ /L), Nitrato (mg N-NO_3 /L), Nitrito (mg N-NO_2 /L), Nitrito (mg N-NO_3 /L), Amônia não ionizada (mg NH_3 /L), Sólidos totais em suspensão (mg/L), Fósforo solúvel reativo (μ g P-PO_4 /L) e Fósforo total (μ g P-PO_4 /L) da água de abastecimento do tanque de criação do pirarucu, *A. gigas*, no período ago./2001 – nov./2002

Parâmetro/ Período	pH	Conduti- vidade	Dureza total	Cálcio	Magnésio	Cloreto	Alcalinidade total	Amônia	Nitrito	Nitrato	Amônia não ionizada*	Sól. tot. susp.	Fósforo sol. reativo	Fósforo total
ago.-01	7,46	222,00	71,78	23,28	3,29	7,03	107,10	0,17	156,40	0,11	0,00	5,50	-	153,50
set.-01	7,46	229,00	69,84	22,50	3,30	4,10	115,50	3,68	9,10	0,06	0,09	10,00	51,80	-
out.-01	7,92	282,00	84,21	27,54	3,72	6,15	144,05	11,20	0,06	0,20	0,84	13,60	-	-
nov.-01	7,41	191,00	59,33	19,12	2,79	7,03	86,00	5,05	41,80	0,08	0,13	16,33	236,40	472,00
dez.-01	7,73	279,00	95,70	29,84	4,87	7,07	141,90	1,90	266,00	0,45	0,13	7,33	183,80	299,60
jan.-02	7,46	267,00	91,87	28,30	15,45	3,39	139,75	0,73	7,70	0,05	0,02	7,50	10,58	149,32
fev.-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mar.-02	7,70	254,00	92,12	30,60	3,81	3,11	135,00	0,52	6,90	0,05	0,04	9,33	138,80	212,50
abr.-02	7,24	287,00	105,84	40,00	16,00	2,54	149,45	5,90	82,10	0,18	0,04	0,83	71,00	318,00
mai.-02	7,32	284,00	99,96	35,28	15,71	5,09	149,45	7,10	5,00	0,07	0,05	17,60	299,00	875,00
jun.-02	7,10	302,00	98,00	32,14	16,00	3,96	157,87	11,10	10,00	0,04	0,07	23,00	481,00	1,24
jul.-02	7,22	158,30	66,64	15,68	12,38	4,81	71,57	7,20	62,00	0,05	0,05	12,66	415,00	810,00
ago.-02	7,29	276,00	88,20	29,79	14,19	4,52	117,88	11,30	95,80	3,90	0,08	8,85	475,00	915,00
set.-02	7,09	358,00	88,20	28,22	14,57	6,50	164,19	14,40	4,70	0,80	0,11	45,33	785,60	3,48
out.-02	7,41	322,00	88,20	28,22	14,57	7,07	155,77	15,20	6,20	0,60	0,38	38,00	780,00	3,63
nov.-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	7,42	265,09	85,71	27,89	10,05	5,17	131,11	6,82	53,84	0,47	0,15	15,42	327,33	351,11
$\pm$ SD	0,24	51,78	13,77	6,27	5,85	1,63	27,79	5,15	76,72	1,01	0,22	12,49	265,47	341,70

(*) Valor estimado

(-) Valor não registrado

Tabela 4. Valores mensais e médias anuais ($\pm$ SD) de pH, Condutividade (μ S/cm), Dureza total (mg CaCO_3/L), Cálcio (mg Ca^{2+}/L), Magnésio (mg Mg^{2+}/L), Cloreto (mg Cl^-/L), Alcalinidade total (mg CaCO_3/L), Amônia (mg NH_4^+/L), Nitrato (mg $\text{N-NO}_3/\text{L}$), Nitrito (mg $\text{N-NO}_2/\text{L}$), Amônia não ionizada (mg NH_3/L), Sólidos totais em suspensão (mg/L), Fósforo solúvel reativo (μ g $\text{P-PO}_4/\text{L}$) e Fósforo total (μ g $\text{P-PO}_4/\text{L}$) da água de drenagem do tanque de criação do pirarucu, *A. gigas*, no período ago./2001 – nov./2002

Parâmetro/ Período	pH	Conduti- vidade	Dureza total	Cálcio	Magnésio	Cloreto	Alcalinidade total	Amônia	Nitrito	Nitrato	Amônia não ionizada*	Sól. tot. Susp.	Fósforo sol. reativo	Fósforo total
ago-01	7,75	223,00	73,72	24,05	3,29	7,61	109,20	0,75	47,20	0,10	0,05	5,90	-	154,40
set-01	7,15	267,00	89,24	29,49	3,77	4,69	132,30	5,68	8,10	0,07	0,05	756,00	86,80	-
out-01	7,60	296,00	89,96	29,83	3,72	5,56	150,50	10,80	0,09	0,18	0,27	26,60	-	-
nov-01	7,36	156,10	51,68	16,83	2,32	6,15	66,65	3,80	0,05	0,10	0,09	45,60	83,40	858,60
dez-01	6,90	279,00	95,70	30,60	4,40	2,83	133,30	1,95	194,00	0,41	0,01	11,67	125,20	303,00
jan-02	7,61	259,00	93,78	30,60	15,35	4,81	141,90	0,47	35,70	0,16	0,04	17,50	7,44	230,00
fev-02	8,42	246,00	94,00	30,60	4,23	3,11	138,93	0,14	4,30	0,07	0,03	14,00	27,40	172,00
mar-02	7,50	258,00	92,12	32,93	2,38	3,40	128,40	1,02	47,10	0,07	0,02	3,33	81,40	240,00
abr-02	7,28	289,00	101,92	32,14	16,95	2,54	153,66	7,60	7,70	0,11	0,05	34,66	76,00	453,00
mai-02	7,38	255,00	90,16	29,79	14,66	4,52	130,51	5,20	39,00	0,10	0,04	31,20	109,00	1,17
jun-02	7,11	289,00	90,16	31,36	14,28	3,39	145,24	11,30	6,20	0,07	0,07	39,50	185,00	1,33
jul-02	6,88	177,10	47,04	18,03	7,05	5,09	67,36	6,70	5,00	0,08	0,04	21,50	270,00	925,00
ago-02	7,07	261,00	82,32	27,44	13,33	3,68	130,51	9,80	10,40	0,13	0,07	68,50	460,00	1,07
set-02	7,36	364,00	88,20	29,80	14,19	5,66	164,19	14,80	5,80	0,12	0,37	123,00	638,00	2,97
out-02	7,19	323,00	92,12	28,22	15,52	6,79	159,98	15,00	8,50	0,11	0,12	118,00	672,00	3,10
nov-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	7,37	262,81	84,81	28,11	9,03	4,66	130,18	6,33	27,94	0,13	0,09	87,80	217,05	257,36
$\pm$ SD	0,39	51,63	15,70	4,82	5,83	1,51	29,14	5,10	48,98	0,09	0,10	188,48	227,33	315,27

(*) Valor estimado

(-) Valor não registrado

DISCUSSÃO

Durante o condicionamento alimentar dos alevinos de pirarucu não houve registro de mortalidade. CAVERO *et al.* (2003a) também realizaram esse tipo de treinamento com o pirarucu, empregando inicialmente plâncton natural e *Artemia* sp., os quais foram substituídos gradativamente por alimento inerte, demonstrando que a espécie aceita facilmente o condicionamento alimentar.

CAVERO *et al.* (2003b) informaram que o crescimento do pirarucu em tanques-rede de 1 m³ e na densidade de 2 peixes/m³ começou a declinar após 140 dias de criação, ocasião em que os animais haviam atingido peso médio de 1,06 kg e comprimento total médio de 49,5 centímetros. Os resultados de crescimento em peso e em comprimento, obtidos neste trabalho, foram superiores, visto que, após 150 dias de criação, os peixes apresentavam 1,9±0,2 kg e 60,05±2,10 cm, devendo-se ressaltar que, no entanto, a densidade de estocagem era de 0,96 peixe/metro cúbico. Melhores resultados foram obtidos em sistema extensivo de criação de pirarucu, caracterizado pela utilização de viveiros escavados, adubação orgânica e peixes forrageiros como alimento. Com esse sistema de criação, diferentes produtores rurais, trabalhando com diferentes densidades de peixes, obtiveram, em um período de 11 a 12,5 meses, peixes com peso médio de 7,12 a 11,13 kg e comprimento total médio de 92,0 a 110,0 cm (ALCANTARA *et al.*, 2004).

A conversão alimentar aparente (C.A.A.) é considerada um dos índices zootécnicos mais importantes para o cultivo de qualquer espécie. Em relação ao pirarucu, os resultados relatados na bibliografia consultada diferem entre si, indicando a necessidade de mais estudos. CAVERO *et al.* (2003b) estudaram o crescimento desta espécie em tanque-rede e verificaram, para a conversão alimentar aparente, o valor de 1,12, em um período de criação de 140 dias, fato esse que levou os autores a acreditar que o crescimento dos peixes foi prejudicado pela pequena capacidade do tanque-rede (1 m³), que dificultou a movimentação dos peixes para procura de alimento e respiração. PEREIRA-FILHO *et al.* (2004), também estudando a conversão alimentar do pirarucu, obtiveram valores que variaram de 0,71 a 1,01, nos 100 primeiros dias de cultivo, de 1,36 a 2,38, do 101º ao 180º dia, sendo igual a 3,06 no período entre o 181º e o 200º dia. Os resultados obtidos neste trabalho, para um período de criação de 16 meses, indicam o valor de 2,64 para a Conversão Alimentar Aparente, podendo ser considerado satisfatório,

quando comparado ao de outras espécies carnívoras, como o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), que, quando mantido em tanque-rede, apresentou C.A.A. igual a 5,0 (150 peixes/m³) e 5,2 (75 peixes/m³) e, quando criado em viveiro escavado, C.A.A. igual a 4,6 (0,75 peixe/m²) (SCORVO-FILHO *et al.*, 2004).

O fator de condição relativo (Kn), quando maior que a unidade, é indicativo de boa condição do peixe (SÁ; BARBIERI; VERANI, 2000). Neste trabalho, o valor de Kn observado foi 1,002±0,072. ALCANTARA *et al.* (2004), criando pirarucu em sistema extensivo, obtiveram, para um período de 11 a 12,5 meses, valores de Kn que variaram de 0,80 a 1,19, sugerindo, também, que este índice pode refletir as condições em que os peixes são mantidos.

Neste trabalho, o valor de “b” da regressão potencial (3,147), estimado para o pirarucu, indica um crescimento do tipo alométrico positivo, com incremento em peso maior que em comprimento (SANTOS, 1978). Os valores estimados para o peso e o comprimento máximos que, em média, os organismos podem atingir ($W_{t\infty} = 12.107g$ e $L_{t\infty} = 107,5$ cm), correspondendo às assíntotas das curvas de crescimento, estão relativamente próximos aos maiores valores observados nas amostras da população ($W_t = 7.917,20 \pm 963,55$ g e $L_t = 96,78 \pm 3,23$ cm), sugerindo que a metodologia aplicada é satisfatória para a espécie estudada (BARBIERI e SANTOS, 1987) e demonstrando que as análises dos parâmetros das curvas de crescimento são importantes para avaliações quantitativas da biologia populacional, que visam aspectos científicos e comerciais (BARBIERI e SANTOS, 1988).

Os valores médios de temperatura mínima (21,13±2,19 °C) e máxima (51,45±1,59 °C) do ar no interior da estufa, e mínima (26,23±1,50 °C) e máxima (32,37±1,33 °C) da água do tanque demonstram que a estrutura utilizada foi eficiente na manutenção do valor desta variável, apesar de não ter sido encontrada, na bibliografia consultada, referência à melhor faixa de valores de temperatura para o conforto térmico de pirarucu criado em cativeiro. O forno a lenha foi empregado poucas vezes, somente nos três meses em que o frio foi mais rigoroso e, apenas, durante a noite.

O valor da transparência da água, neste trabalho, esteve, na maioria dos meses, acima do limite superior da faixa de valores, de 30 a 40 cm, recomendada por RODRIGUES *et al.* (1991), e esses mesmos autores sugerem que, quando a transparência é superior a 40 cm, a produção planctônica pode ainda ser

aumentada através de adubação. Entretanto, esse procedimento não seria apropriado ao sistema de criação utilizado no presente trabalho, devido aos elevados teores de compostos nitrogenados e fosfatados verificados. Portanto, neste tipo de sistema de criação, a variável transparência não poderia representar, mesmo que indiretamente, a qualidade da água. Trabalhando com tanque-rede instalado em viveiro escavado, CAVERO *et al.* (2003c) verificaram valores de transparência da água de 29 a 100 cm e que num período de manutenção de 45 dias não houve alteração do crescimento do pirarucu.

No presente estudo, os valores do pH da água em que o pirarucu foi criado variaram entre 6,88 e 8,42, estando, portanto, dentro da faixa de valores considerada favorável por BOYD (1990). Valores diferentes de pH foram verificados por CAVERO *et al.* (2003a), em sistema aberto de circulação de água ($6,1 \pm 0,4$ a $6,2 \pm 0,4$). CAVERO *et al.* (2003c), trabalhando com tanque-rede instalado em viveiro escavado, registraram valores de pH que variaram de 5,0 a 9,8 e acreditam que tal variação não influenciou o desenvolvimento do pirarucu.

Em razão do desenvolvimento do experimento e do emprego do sistema de reuso da água, os valores médios de alcalinidade ($131,11 \pm 27,79$ e $130,18 \pm 29,14$ mg CaCO_3/L) e de cálcio ($27,89 \pm 6,27$ e $28,11 \pm 4,82$ mg Ca^{+2}/L) da água de abastecimento e de drenagem mantiveram-se acima dos valores indicados por BOYD (1990) para criação de peixes, o qual recomenda valores entre 25 e 100 mg CaCO_3/L para alcalinidade, e entre 12 e 15 mg Ca^{+2}/L para a concentração de cálcio.

Os valores da concentração de amônia total estiveram entre 0,14 (água de abastecimento) e 15,20 (água de drenagem) mg NH_4^+/L . Levando-se em consideração os valores observados na água de drenagem, em todos os meses, constata-se que estiveram acima de 0,7 mg NH_4^+/L , que é o valor recomendado por KUBITZA (1999) para criação de peixes.

Os valores de amônia não ionizada da água de abastecimento do tanque de criação do pirarucu foram 0,84 mg NH_3/L e 0,37 mg NH_3/L , nos meses de outubro de 2001 e setembro de 2002, respectivamente. A amônia não ionizada pode interferir na transformação da energia alimentar em ATP, atuando no processo de fosforilação oxidativa, e assim inibir o crescimento de organismos aquáticos, devendo, portanto, ser mantida em valores abaixo de 0,20 mg NH_3/L , conforme recomenda VINATEA (1997).

Os valores de alcalinidade, cálcio, amônia total e amônia não ionizada da água, verificados neste experimento, demonstram a grande capacidade que o pirarucu tem de resistir a determinadas condições de “qualidade da água” que podem ser considerados letais na criação das espécies comercialmente produzidas no Brasil. Em ambientes naturais, KRAMER *et al.* (1978) registraram valores extremos de oxigênio dissolvido na água, e, em diferentes ambientes da Bacia Amazônica, observaram anóxia por longos períodos e baixos valores de pH. Como as variações do nível da água dos rios e lagoas onde vive o pirarucu podem provocar grandes mudanças nos parâmetros físicos e químicos da água, acredita-se que tal fato tenha conferido à espécie grande capacidade de adaptação, como observado neste experimento.

Os teores de nitrito e nitrato verificados no presente estudo estiveram, respectivamente, abaixo dos valores de 1,0 mg $\text{N-NO}_2/\text{L}$ e 10 mg $\text{N-NO}_3/\text{L}$, que são os recomendados por BOYD (1990) para a criação de peixes.

A concentração média de sólidos em suspensão na água de abastecimento do tanque de criação ($15,42 \pm 12,49$ mg/L) esteve abaixo do limite inferior da faixa de 25 a 80 mg/L, considerada aceitável por ALABASTER e LLOYD (1980), indicando que o sistema de filtração foi eficiente no controle dessa variável, uma vez que o valor médio de sólidos em suspensão verificado na água de drenagem dos tanques foi elevado ($87,80 \pm 188,48$ mg/L).

Assim, a criação do pirarucu, *Arapaima gigas*, no Estado de São Paulo pode ser autorizada, desde que executada nos mesmos moldes utilizados neste ensaio, por não apresentar risco ambiental e oferecer nova alternativa de produção de pescado destinado exclusivamente ao consumo humano.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos possibilitam afirmar que o pirarucu, *Arapaima gigas*, pode ser criado em estufa e sistema fechado de circulação de água, pois apresentou desempenho satisfatório em termos de crescimento em peso e em comprimento, conversão alimentar aparente e sobrevivência. Além disso, a espécie demonstrou rusticidade em relação a alguns parâmetros físicos e químicos da água, notadamente alcalinidade, cálcio, amônia total e amônia não ionizada, cujos valores estiveram acima dos normalmente recomendados para a criação de peixes.

AGRADECIMENTOS

Aos Pesquisadores Geraldo Barbieri e Elizabeth Romagosa, pela colaboração na elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALABASTER, J.S. e LLOYD, R. 1980 *Water quality criteria for fresh water fish*. Boston: Buttersworth Inc. 361p.
- ALCANTARA, F.B.; TELLO, S.M.; CHÁVEZ, C.V.; RODRÍGUEZ, L.C.; KOHLER, C.C.; KOHLER, S.T.; CAMARGO, W.N. 2004 Pond culture of *Arapaima gigas* in the Peruvian Amazon. *J. World Aquac. Soc.*, 35(1): 45-46.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION) 1975 *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 14. ed. New York. 1193p.
- BARBIERI, G. e SANTOS, E.P. 1987 Crescimento e tamanho de primeira maturação gonadal de *Hypostomus* aff. *Plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae), da represa do Monjolinho (São Carlos). *Ciência e Cult.*, 39(7): 659-663.
- BARBIERI, G. e SANTOS, E.P. 1988 Análise comparativa do crescimento e de aspectos reprodutivos da piava *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Anostomidae), da represa do Lobo e do rio Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. *Ciência e Cult.*, 40(7): 693-697.
- BARD, J. e IMBIRIBA, E.P. 1986 *Piscicultura do pirarucu, Arapaima gigas*. *Circular Técnica Embrapa*, Brasília, 52: 1-17.
- BOYD, C.E. 1990 *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station. Alburn University/Ed. Birmingham Publishing Co. 482p.
- CAVERO, B.A.S.; ITUASSÚ, D.R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A.M.; FONSECA, F.A.L.; ONO, E.A. 2003a Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. *Pesq. agropec. bras.*, 38(8): 1011-1015.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. 2003b Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume. *Pesq. agropec. bras.*, 38(6): 723-728.
- CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. 2003c Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesq. agropec. bras.*, 38(1): 103-107.
- FONTENELE, O. 1948 Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu, "*Arapaima gigas*" (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Rev. Brasil. Biol.*, 8(4): 445-459.
- KRAMER, D.L.; LINDSEY, C.C.; MOODIE, G.E.E.; STEVENS, E.D. 1978 The fishes and the aquatic environment of the central Amazon basin, with particular reference to respiratory patterns. *Can. J. Zool.*, 56: 717-729.
- KUBITZA, F. 1999 *Qualidade da água na produção de peixes*. Jundiaí: Ed. Degaspari. 97p.
- LE CREN, E.D. 1951 The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in perch *Perca fluviatilis*. *J. Animal Ecology*, 20: 201-219.
- LUNDBERG, J.G. e CHERMOFF, B. 1992 A miocene fossil of the Amazonian fish *Arapaima* (Teleostei, Arapaimidae) from the Magdalena River Region of Colombia - Biogeography and evolutionary implications. *Biotropica*, 24(1): 2-14.
- ONO, E.A.; HALVERSON, M.R.; KUBITZA, F. 2004 Pirarucu - O gigante esquecido. *Panorama Aquic.*, 14(81): 14-25.
- PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; CAVERO, B.A.S.; ITUASSÚ, D.R.; GANDRA, A.L.; CRESCÊNCIO, R. 2004 Intensive rearing of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in small volume cages. *J. World Aquac. Soc.*, 35(1): 28-33.
- RODRIGUES, J.B.R.; RODRIGUES, C.C.B.; MACCHIAVELLO, J.G.; GOMES, S.Z.; BEIRÃO, L.H. 1991 Manual de Cultivo do Camarão de Água Doce *Macrobrachium rosenbergii* na Região Sul do Brasil. Santa Catarina: Ed. ACARESC. 76p.

- SÁ, M.F.P.; BARBIERI, G.; VERANI, J.R. 2000 Análise do comportamento de *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis* e *Colossoma macropomum* em experimento de policultivo, embasado nos fatores de condição. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 26(2): 181-188.
- SANTOS, E.P. 1978 *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo: HUCITEC-EDUSP. 129p.
- SCORVO-FILHO, J.D.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, L.M.S.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.; MERCADANTE, C.T.J. 2004 Desempenho do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* criado em tanques-rede e em viveiros. In: AQUIMERCO 2004, Vitória, 24-28/mai./2004. *Anais...* Espírito Santo: Associação Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática - AQUABIO. p.126.
- VAL, A.L. e HONCZARYK, A. 1995 *Criando Peixes na Amazônia*. Manaus: MCT/INPA. 160p.
- VINATEA, L.A. 1997 *Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões*. Florianópolis: UFSC. 166p.