



HENRIQUE MAGALHÃES DE SALES NETO

PROGRAMA DE ARRAÇOAMENTO NO CRESCIMENTO DE
***Arapaima gigas* DE 1,6 A 8 KG DE PESO CORPORAL**

LAVRAS-MG

2017

HENRIQUE MAGALHÃES DE SALES NETO

PROGRAMA DE ARRAÇOAMENTO NO CRESCIMENTO DE *Arapaima gigas* DE 1,6 A
8 KG DE PESO CORPORAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção de Produção de Organismos Aquáticos, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Priscila Vieira e Rosa

Orientadora

Profa. Dra. Jucilene Cavali

Prof. Dr. Márcio Zangerônimo

Coorientadores

LAVRAS-MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Sales Neto, Henrique Magalhães de.

Programa de arraçoamento no crescimento de *Arapaima gigas*
de 1,6 a 8 kg de peso corporal / Henrique Magalhães de Sales Neto.
- 2017.

43 p.

Orientador(a): Priscila Vieira e Rosa.

Coorientador(a): Jucilene Cavali, Márcio Zangerônimo.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Pirarucu. 2. Manejo alimentar. 3. Piscicultura. I. Rosa,
Priscila Vieira e. II. Cavali, Jucilene . III. Zangerônimo, Márcio . IV.
Título.

HENRIQUE MAGALHÃES DE SALES NETO

**PROGRAMA DE ARRAÇOAMENTO NO CRESCIMENTO DE *Arapaima gigas* DE
1,6 A 8 KG DE PESO CORPORAL**

**FEEDING PROGRAM IN THE GROWTH OF *Arapaima gigas* FROM 1.6 TO 8 KG
OF BODY WEIGHT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção de Produção de Organismos Aquáticos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO EM 03 DE JULHO DE 2017

Dra. Jucilene Cavali

UNIR

Dra. Leila de Genova Gaya

UFSJ

Dr. Rilke Tadeu Fonseca

UFLA

Profa. Dra. Priscila Vieira Rosa

Orientadora

LAVRAS-MG

2017

*Aos meus pais, Cláudio e Elisafan, pela dedicação, amor e educação.
Às minhas irmãs Gisele e Gislaine pelo companheirismo.
À minha esposa Acsa pelos conselhos, amor e apoio em todos os momentos.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, força e sustentação em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), especialmente ao Departamento de Ciências veterinárias (DMV), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À minha orientadora, Professora Priscila Vieira Rosa pela amizade, orientação, paciência e confiança.

À professora Jucilene Cavali pela disposição em ajudar com este projeto.

À minha esposa Acsa, por todo teu amor, ajuda e cuidado neste período.

À minha amiga Daniele pela amizade durante o mestrado, à qual levarei para toda vida.

À Dra. Leila Gênova pela amizade, paciência e disponibilidade em me ajudar na análise dos dados da dissertação.

A todos os integrantes do Grupo de Pesquisa de Tecnologias Ambientais (GPTA), Aline, Fabiane, Gean, Alexandre, Fábio, Letícia, Lucas, Newmar, Lorraine, Janaiara, Laressa, Cleanderson, Carlos, Vanessa, Valdinéia e Rafael, pela força nas incansáveis coletas de dados.

Muito Obrigada!

“Tudo o que fizerem, façam de todo o coração, como para o Senhor”
Colossenses 3:23a

RESUMO

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é outra espécie nativa que tem se destacado e sido apontada como uma das mais promissoras para a aquicultura. A produção da espécie no país tem registrado expressivo crescimento, passando de cerca de 1.000 toneladas, em 2011 chegando a 11 mil e 763 toneladas em 2014. Porém, o desenvolvimento da cadeia produtiva esbarra em uma série de entraves tecnológicos, dentre os quais são os mais críticos, o baixo domínio sobre a reprodução em cativeiro e a nutrição. Com isso, objetivou-se com esse estudo avaliar o comportamento das variáveis peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, consumo de proteína bruta, conversão alimentar aparente e densidade de estocagem durante a fase inicial de crescimento (de 1,6 a 8 kg de peso corporal) em pirarucus em viveiros submetidos a diferentes planos nutricionais, visando a obtenção de informações para que se possa promover uma maior eficiência produtiva da espécie. Para tanto, noventa juvenis de pirarucu com peso médio inicial de 1.612 ± 27 g, foram alocados em um viveiro escavado medindo 950 m², dividido em 15 hapas de 50 m² e 1,5 m de profundidade por um período experimental de 283 dias, sendo alimentados três vezes ao dia. Os planos nutricionais (PN) foram baseados nas taxas de arraçoamento (% peso corporal médio por hapa), PN1 4,0; 3,5; 3,0; 2,5%, PN2 3,5; 3,0; 2,5; 2,0%; PN3 3,0; 2,5; 2,0; 1,5%, PN4 2,5; 2,0; 1,5; 1,0% e PN5 2,0; 1,5; 1,0; 0,5% e no nível de proteína bruta (38 e 36 %), sendo ajustados de acordo com o peso dos peixes. Ao longo do experimento, os parâmetros da água foram mantidos dentro da faixa apropriada para a criação de peixes tropicais. No plano nutricional com taxas de arraçoamento de 3 a 1,5%, intermediárias às dos demais planos avaliados neste estudo, os peixes se aproximaram do peso de abate preconizado, porém com a desaceleração do consumo de ração e proteína e conversão alimentar aparente ao intervalo final de cultivo estudado, o que poderia vir a contribuir para a desoneração do sistema de criação, sendo tal comportamento um indicativo de eficiência produtiva no período inicial de crescimento estudado neste protocolo de fornecimento de ração. Os outros planos nutricionais avaliados podem ser recomendados para os pirarucus desde que se avalie a relação custo-benefício entre as necessidades do mercado e do sistema de produção, tendo em vista o tempo necessário para a obtenção do peso final ao abate preconizado, avaliando-se em quanto o investimento em ração será compensado em função preço de comercialização desse peixe ao final da fase final de crescimento estudada.

Palavras-chave: Pirarucu; Taxa de alimentação; Manejo alimentar; Piscicultura.

ABSTRACT

Pirarucu (*Arapaima gigas*) is another native species that has stood out and been pointed out as one of the most promising for aquaculture. The production of the species in the country has registered significant growth, from around 1,000 tons, in 2011 to 11,336 tons in 2014. However, the development of the production chain faces a series of technological obstacles, among which are the more critical, the low dominance over captive breeding and nutrition. The objective of this study was to evaluate the behavior of the body weight, weight gain, feed intake, crude protein consumption, apparent feed conversion and storage density variations during the initial growth phase (from 1.6 to 8 kg of body weight) in pirarucu in ponds submitted to different nutritional plans, in order to obtain information to promote a higher productive efficiency of the species. Therefore, ninety juveniles of pirarucu with a mean initial weight of $1,612 \pm 27$ g, were allocated to a excavated pond measuring 950 m², divided into 15 hapas of 50 m² and 1.5 m depth for an experimental period of 283 days, fed three times a day. Nutritional Plans (NP) were based on budget rates (mean body weight per hapa), (% peso corporal médio por hapa), NP1 4,0; 3,5; 3,0; 2,5%, NP2 3,5; 3,0; 2,5; 2,0%; NP3 3,0; 2,5; 2,0; 1,5%, NP4 2,5; 2,0; 1,5; 1,0% and NP5 2,0; 1,5; 1,0; 0,5% and at the crude protein level (38 and 36%), being adjusted according to the fish weight. Throughout the experiment, the water parameters were kept within the appropriate range for the creation of tropical fish. In the nutritional plan with feed rates of 3 to 1.5%, intermediate to the other plans evaluated in this study, the fish approached the recommended slaughter weight, however with the deceleration of feed and protein intake and apparent feed conversion at the interval End of studied crop, which could contribute to the discharge of the breeding system, being such behavior an indicative of productive efficiency in the initial period of growth studied in this protocol of feed supply. The other nutritional plans evaluated may be recommended for pirarucus provided that the cost-benefit ratio between the needs of the market and the production system is evaluated, taking into account the time required to obtain the final slaughter weight, While the investment in feed will be offset by the marketing price of this fish at the end of the final stage of growth studied.

Keywords: Pirarucu; Feeding rate; Food management; Pisciculture.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	11
1 INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Caracterização do <i>Arapaima gigas</i>	12
2.2 Produção do Pirarucu	14
2.3 Nutrição do Pirarucu	15
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
REFERÊNCIAS	17
SEGUNDA PARTE – ARTIGO	21
ARTIGO 1: Programa de arraçoamento no crescimento de <i>Arapaima gigas</i> de 1,6 a 8 kg de peso corporal	21
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	32
TABELAS E FIGURAS	34
ANEXO	43

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O pescado tem cada vez mais encontrado lugar na base da alimentação humana, visto que o mercado mundial de alimentos tem presenciado uma expansão sem precedentes e uma mudança nos padrões alimentares, tornando-se mais homogêneo e globalizado. Segundo a FAO (2016) a produção total mundial de pesca por capturas em 2014 foi 93,4 milhões de toneladas, enquanto a produção oriunda da aquicultura totalizou 73,8 milhões de toneladas. Assim, o aumento na demanda mundial por pescados impulsionou a aquicultura na última década, fazendo com que ela se tornasse uma das atividades zootécnicas que mais crescem por ano.

O Brasil possuiu enorme potencial para o ramo aquícola, tendo uma vasta diversidade de espécies com potencial para consumo e ornamentação e uma enorme disponibilidade aquícola. Segundo o último relatório da FAO (2016) estima-se que o Brasil deve registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025, o maior registrado na região, seguido pelo México (54,2%) e Argentina (53,9%) durante a próxima década. O crescimento no país se deve principalmente aos altos investimentos feitos no setor nos últimos anos.

Dentre as espécies nativas produzidas no Brasil, o pirarucu, conhecido como o gigante das águas amazônicas, tem se destacado por ser o maior peixe de escamas das águas doces do planeta, por deter a melhor taxa de crescimento entre as espécies de peixes amazônicos produzidos em cativeiro, alcançando até de 10 kg no primeiro ano de cultivo, e por apresentar rusticidade ao manejo, facilidade de adaptação para o consumo de rações extrusadas e qualidade de carne (ONO et al., 2004; BRANDÃO et al., 2006; TAVARES-DIAS et al., 2010; PEREIRA-FILHO e ROUBACH, 2010).

Contudo, por ser uma espécie com histórico de produção considerado recente, existem ainda muito entraves em sua cadeia produtiva, principalmente relacionada às suas exigências nutricionais (IMBIRIBA, 2001). Um aspecto muito importante e considerado a base para outros trabalhos, é a definição da quantidade de ração fornecida ao animal. Considerando que ela influencia diretamente o crescimento e a eficiência alimentar da

espécie, o estudo de tais necessidades nutricionais deve ser conduzido em termos da melhor taxa de arraçoamento possível, evitando mascarar as necessidades dos nutrientes (SALARO et al., 2008).

Estudos com planos nutricionais são novos, os quais vem sendo utilizados como forma de estabelecer um melhor desempenho em espécies de peixes comerciais (FREATO et al., 2012); esse desempenho se traduz principalmente em características relacionadas a peso e consumo de ração. Além disso, programas de nutrição adequados são essenciais para evitar sinais de deficiências e doenças entre os organismos aquáticos e, assim, manter a saúde e um crescimento satisfatório dos animais (CHAGAS et al., 2009; OLIVA-TELES, 2012).

Objetivou-se com esse estudo avaliar o comportamento das variáveis peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, consumo de proteína bruta, conversão alimentar aparente e densidade de estocagem durante a fase inicial de crescimento (de 1,6 a 8 kg de peso corporal) em pirarucus (*Arapaima gigas*) em viveiros submetidos a diferentes planos nutricionais, visando a obtenção de informações para que se possa promover uma maior eficiência produtiva da espécie.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização do *Arapaima gigas*

O *Arapaima gigas* taxonomicamente pertencente à ordem Osteoglossiformes, subordem Osteoglossoidei, superfamília Osteoglossoidae, família Osteoglossidae, gênero *Arapaima*, espécie *Arapaima gigas* (AYALA, 1999). A ordem Osteoglossiformes é endêmica em regiões de água doce tropical, como *Notopterus*, *Papyrocranus*, *Xenomystus*, *Clupsudis*, *Gymnarchus* e *Pantodon* (Índia e África), *Scleropages* (Austrália), *Arapaima* e *Ostoglossum* (América do Sul), bem como *Hidan* (América do Norte) (NELSON, 2006). Essa ordem compreende menos de 1% das espécies vivas teleosteoses, e tem uma ampla distribuição geográfica devido a características que levam este grupo à posição basal na classificação geral dos peixes (LAVOUÉ e SULLIVAN, 2004).

O *Arapaima gigas* é endêmico das bacias Amazônicas, ocorrendo no Peru, Colômbia, Equador, Guiana e no Brasil (GOULDING et al., 2003; HRBEK et al., 2005). Possui

estratégias para se adaptar às variações anuais no nível da água e vários ambientes de planície, bem como outras espécies amazônicas (JUNK et al., 1997). Durante a cheia se encontra no leito dos rios, porém durante a seca são encontrados na maior parte nos lagos de várzea e no canal principal que percorre o sistema planície; alguns também são encontrados em áreas rasas do rio e dos canos do lago (GOULDING et al., 2003).

Seu nome popular pirarucu possuiu origem da cultura indígena, significando peixe (pira) e vermelho (urucum) remetendo à sua coloração da cauda e abdômen (FONTENELLE, 1948). Também é conhecido como “paiche” no Peru, Equador e Colômbia e “arapaima” na Guiana. É considerado uma das maiores espécies de peixe de água doce do mundo, podendo alcançar até 200 kg de peso (CHU-KOO et al., 2008). Possui um corpo cilíndrico que é revestido por escamas cicloides grandes e granulares, as quais são formadas por camadas mais espessas de fibras de colágenos; esse colágeno possui propriedades únicas que conferem maior resistência, realizando papel importante na proteção contra predadores (LIN et al., 2011, TORRES et al., 2008, 2012).

O pirarucu tem a necessidade de subir à superfície em um intervalo médio de 15 min para capturar o ar atmosférico, e cerca de 90% do oxigênio é adquirido pelo ar, o que faz com que o pirarucu seja considerado um peixe de respiração aérea obrigatória (ISAACKS et al., 1977). Fernandes et al. (2012) observaram que há variações nos mecanismos de transporte de oxigênio, tanto na bexiga natatória como nas brânquias dessa espécie, concluindo que a função principal das brânquias no pirarucu é a regulação iônica (BRAUNER e ROMBOUGH 2012).

Pirarucus são peixes de longa duração de vida e de crescimento corporal rápido, com comprimento total de até 285 cm e 200 quilos, chegam a maturidade sexual com cerca de 168 cm de comprimento e 30 kg em 3 a 4 anos (ONO et al., 2003; CASTELLO, 2008). É uma espécie de ambiente lântico, que não realiza migrações reprodutivas e que faz ninhos para a reprodução (QUEIROZ e SARDINHA, 1999). Este peixe tem hábitos únicos, formando casais monogâmicos e selecionando a área de desova (FRANCO-ROJAS e PELÁEZ-RODRÍGUEZ, 2007). O pirarucu está no nível trófico mais elevado da cadeia alimentar, é carnívoro essencialmente piscívoro, capturando sua presa por uma forte sucção (FRACALOSSO et al., 2001). Apesar de ser um peixe carnívoro, não há registros de agressão ou canibalismo entre juvenis de pirarucu criados em cativeiro (CAVERO et al., 2003a).

2.2 Produção do Pirarucu

A intensa exploração comercial dos peixes em seu ambiente natural tem induzido distúrbios ambientais e o *A. gigas* compõe a lista de animais ameaçados de extinção; assim, sua criação em cativeiro para a exploração comercial, reduziu substancialmente a pressão dos estoques (CASTELLO, 2004). Portanto, a piscicultura é uma alternativa à aumentar a produção do pirarucu no mercado interno.

Segundo o IBGE, a produção da espécie no Brasil tem registrado expressivo crescimento, passando de aproximadamente 1.000 toneladas, em 2011, para 2 mil e 301 toneladas em 2013. Em 2014 a produção alcançou 11 mil e 763 toneladas, tornando-se a sétima espécie em volume produzida no país. A evolução do valor da produção, entre 2013 e 2014, acompanhou este crescimento, passando de R\$ 21,6 milhões para R\$ 118,7 milhões, um crescimento de 450% entre os dois períodos (IBGE, 2015).

Segundo Roubach et al. (2003), esta espécie é considerada uma das com maior potencial para cultivo na Amazônia. Exibe uma alta taxa de crescimento com desenvolvimento de peso extraordinário, resultando em valor de mercado; no sistema de criação semi intensivo este peixe pode atingir 10 kg peso corporal durante o primeiro ano de engorda (ONO et al., 2003). É o único peixe no mundo que criado em cativeiro pode ganhar 1 kg a cada mês; com peso ideal para abate 7 a 9 kg, quando se obtém filé com melhor qualidade e menor teor de lipídio (FOGAÇA et al., 2011).

Sua carne possui bastante aceitação no mercado consumidor nacional e internacional, sendo comercializado com preços atrativos o ano todo (ONO et al., 2004). Apesar de ter hábito alimentar carnívoro, em cativeiro recebe rações comerciais extrusadas, otimizando o aproveitamento pelo peixe e proporcionando redução de custos (IMBIRIBA et al., 2001).

Seu cultivo em cativeiro constitui uma prática viável, devido ao alto rendimento de filé com pele, um produto de grande valor comercial. O rendimento do couro animal representa 10% do peso peixes; na indústria pode ser usados como matéria-prima para a produção de sacos, sapatos e cintos. As escamas dos peixes são usadas como lixa ou ornamentos típicos (GANDRA et al., 2007). Neste cenário, o cultivo do pirarucu se reveste de importância, não apenas pela capacidade de produzi-lo em escala industrial, mas também por amenizar a pressão sobre seus estoques naturais na Amazônia.

A cadeia produtiva do pirarucu está concentrada no estado de Rondônia, cuja produção representa 94% do total cultivado no país (IBGE, 2015). O forte crescimento da produção em Rondônia se deve a incentivos concedidos pelo governo estadual e, também, pelas grandes empresas privadas de processamento de pescado. Porém, quando comparada com outras cadeias aquícolas, o desenvolvimento da cadeia produtiva do pirarucu ainda possui pouca expressividade, esbarrando em uma série de entraves tecnológicos, dentre os quais os mais críticos são o baixo domínio sobre a reprodução em cativeiro e sua nutrição, que dificultam seu desenvolvimento e estruturação.

2.3 Nutrição do Pirarucu

A criação de peixes carnívoros no Brasil foi iniciada há mais de 57 anos com a introdução da Truta Arco íris (AZEVEDO et al., 1961). Mais tarde outras espécies carnívoras nativas começaram a ser explorada, como o dourado *Salminus maxillosus* (SATO et al., 1997), o pintado *Pseudoplatystoma corruscans* o cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* e os híbridos dessas espécies (MIRANDA e RIBEIRO, 1997; KUBITZA et al., 1998), e mais recentemente o pirarucu, *Arapaima gigas* (IMBIRIBA, 2001), todas muito valorizadas no mercado interno e externo. Alguns fatores são considerados limitantes na produção intensiva das espécies carnívoras, dentre estes se destacam a utilização de técnicas inadequadas de preparo, monitoramento e manejo do alimento, a inabilidade de algumas espécies em aceitar voluntariamente ração comercial e as exigências nutricionais espécie-específica especialmente em quantidade e qualidade de proteína dietética (ZARET, 1980; KUBITZA et al., 1997; ANDRADE et al., 2004).

Trabalhos avaliando o manejo alimentar para o pirarucu são escassos e conduzidos em situações experimentais com pouca proximidade do sistema de produção. Dentre os estudos conduzidos a fim de aperfeiçoar os aspectos nutricionais e conseqüentemente o crescimento do pirarucu em cativeiro, destacam-se Fracalossi et al. (2001); Ituassú et al. (2005); Menezes et al. (2006); Andrade et al. (2007) e Ono et al. (2008).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Fica evidente que há uma grande lacuna no que diz respeito aos conhecimentos básicos sobre nutrição e alimentação do pirarucu, especialmente nas fases de engorda e reprodução, visando sua maior eficiência produtiva. As informações disponíveis sobre a nutrição do pirarucu em condições de cultivo são, ainda, bastante modestas, com isso são necessários estudos avaliando as exigências da espécie, bem como protocolos alimentares devem ser definidos para as diversas fases de cultivo e sistemas de produção.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. S.; et al. Canibalismo entre larvas de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas sob diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum*. v.26, no.3, p.299-302, Maringá-PR, 2004.
- ANDRADE, J. I. A. et al. Influence of diets supplemented with vitamins C and E on pirarucu (*Arapaima gigas*) blood parameters. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v. 146, p. 576-580, 2007.
- AZEVEDO, P.; VAZ, J. O. & PARREIRA, W. B.. Aclimação da truta arco-íris em algumas águas de São Paulo. **Bol. Ind. Anim.**,19: 75-105, 1961.
- AYALA, C. L. **Manual de piscicultura Del paiche** (*Arapaima gigas*, Cuvier). Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria pro Tempore. Caracas, Venezuela, 1999.
- BITTENCOURT, F. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de carpa comum. **Boletim Instituto da Pesca**. São Paulo, p. 149 – 156. 2013.
- BRAUNER CJ, ROMBOUGH PJ. Ontogeny and paleophysiology of the gill: New insights from larval and air-breathing fish. **Respir Physiol Neurobiol** 184(3):293-300, 2012.
- BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazônica**, v.36, n. 3, p. 349-356, 2006.
- CIPRIANO, F. D. S. **Digestibilidade de ingredientes por juvenil de pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822)**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Ciência Animal da Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus – Bahia, 39 p. 2013.
- CASTELLO L. A method to count pirarucu *Arapaima gigas*: fishers, assessment, and management. **Natl Am J Fish Manag** 24:379-389, 2004.
- CASTELLO L. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. **Ecol Freshw Fish** 17 (1):38-46, 2008.
- CAVERO B. A. S. et al. Use of live food as starter diet in feed training juvenile pirarucu. **Pesq Agropec Bras** 38(8):1011-1015, 2003a.
- CHU-KOO, F. et al. Gender determination in the paiche or pirarucu (*Arapaima gigas*) using plasma vitellogenin, 17 β -estradiol, and 11-ketotestosterone levels. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, p. 125-136, 2008.
- CHAGAS, E.C. et al. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Embrapa, p.132-225, 2009.
- CYRINO, J.E.P.; FRACALOSSO, D.M.; ROUBACH, R. Avanços na Alimentação de Peixes Carnívoros de Água Doce. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds). **Nutriaqua – Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis. p.283-293, 2012.

- FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativeiro (Actinopterygi, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 8, p. 445-459, 1948.
- FRANCO-ROJAS HH, PELÁEZ-RODRÍGUEZ M. Cría y producción de pirarucú en cautiverio, Experiencias en el Piedemonte Caquetense, Florencia (**Caquetá-Colombia**): **Universidad de la Amazonia**, 1st ed., 50 p, 2007.
- FERNANDES MN, CRUZ AL, COSTA OTF, PERRY SF, Morphometric partitioning of the respiratory surface area and diffusion capacity of the gills and swim bladder in juvenile Amazonian air-breathing fish, *Arapaima gigas*. **Micron** 43(9):961-970, 2012.
- FOGAÇA F. H. S. et al. Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes. **Acta Sci Animal Sci** 33(1):95-99, 2011.
- FAO. 2016. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.
- FRACALOSSO DM, ALLEN ME, YUYAMA LK, OFTEDAL OT, Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. **Aquaculture** 192, 321-332, 2001.
- FREATO, T. A. et al. Evaluation of Nile tilapia strains cultivated in cages under different feeding programmes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41(6), 1332-1336, 2012.
- GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. J. G. The Smithsonian atlas of the Amazon. Washington, DC: **Smithsonian Institution Press**. 2003.
- GANDRA, A. L. et al. Pirarucu growth under different feeding regimes. **Aquaculture International**, v. 15, p. 91-96, 2007.
- HRBEK, T. et al. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. **Animal Conservation** , 8: p. 297-308, 2005.
- IMBIRIBA E. P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica** 31, p. 299-316, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro: v. 41, 2015. 108 p.
- ITUASSÚ, D. R. et al. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 255-259, 2005.
- ISAACKS RE, KIM HD, BARTLETT GR, HARKNESS DR, Inositol pentaphosphate in erythrocytes of a freshwater fish, pirarucu (*Arapaima gigas*). **Life Scienc** 20:987-990, 1977.
- JUNK WJ, General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In: JUNK WJ (ed) **The central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system**. Springer, Berlin, pp.3-20, 1997
- KUBITZA F, CAMPOS JL, BRUM, JA. Surubim: produção intensiva no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixe Ltda. **Panor Aquicult**, v.49, p.25-32, 1998.
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 74p.

KUBITZA, F. Pirarucu cultivado. Carne surpreende “chefs” da alta gastronomia. **Revista Panorama da Aquicultura**, 111: 61-63, 2010.

LAVOUÉ S, SULLIVAN JP, Simultaneous analysis of five molecular markers provides a well-supported phylogenetic hypothesis for the living bony-tongue fishes (Osteoglossomorpha: Teleostei). **Mol Phylogenetics Evol** 33:171-185, 2004.

LIN Y. S. et al. Mechanical properties and the laminate structure of Arapaima gigas scales. **J Mec Behav Biomed Materials** 4(7):1145-1156, 2011.

MIRANDA, M.O.T. AND L.P. RIBEIRO, Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatysoma coruscans*. p. 43-56. In M.O.T. MIRANDA (org.) **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19), 1997.

MENEZES, G. C. et al. The influence of dietary vitamin C and E supplementation on the physiological response of pirarucu, Arapaima gigas, in net culture. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A, v. 145, p. 274-279, 2006.

NELSON J S (2006) **Fishes of the world**. 4th ed. Jonh Wiley & Sons Inc, New York, 624 p

ONO, E. A.; HALVERSON, M. R.; KUBITZA, F. Pirarucu, O gigante esquecido. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n. 81, jan./fev., p. 14 – 25, 2004.

ONO EA, ROUBACH R, PEREIRA MF, Pirarucu Production – Advances in Central Amazon, Brazil. **Global Aquac Advocate** 6:44-46, 2003.

ONO E. A. et al. Apparent digestibility coefficient of practical diets with different energy: protein ratios for pirarucu juveniles. **Pesq Agropec Bras** 43(2):249-254, 2008.

OLIVA-TELES A: Nutrition and health of aquaculture fish. **J FishDis**. 2012, 35: 83-108.

PEREIRA-FILHO, M. et l. **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. 2. ed. Rio Grande do Sul (Santa Maria), Editora UFSM, p. 26-56, 2010.

QUEIROZ HL, SARDINHA AD, Pirarucu’s preservation and sustainable use at Mamirauá. Management strategies for the fisheries resources at Mamirauá. In: QUEIROZ HL, CRAMPTON W (eds) SCM–CNPq/ MCT. Brasília, pp 197, 1999.

ROUBACH R. et al. Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture**. V. 34, p. 28-35, 2003.

SALARO, A. L. et al. Níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p.967-970, 2008.

SATO, Y.; N. et al. Reprodução artificial do dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces: Characidae) da bacia do rio Sao Francisco. **Rev.Bras. Reprod. Anim.** 21 (3): 113-116, 1997c.

SANTOS, E. L. et al. Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. **Nutritime**. Viçosa, 2013.

TORRES F. G. et al. Characterization of the nanocomposite laminate structure occurring in fish scales from Arapaima gigas. **Materials Sci Eng C** 28:1276- 1283, 2008.

TORRES FG, TRONCOSO OP, AMAYA E, The effect of water on the thermal transitions of fish scales from Arapaima gigas. **Materials Sci Eng C** 32(8):2212-2214, 2012.

TEIXEIRA AS, The monotony of transferrin and esterase electrophoretic patterns in pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) from Santa Cruz Lake, Tefé River, Amazonas, Brazil. **Genetics Mol Res** 7 (2):407-416, 2008.

TAVARES-DIAS, M. et al. Relação peso comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, Juiz de Fora, v. 12, n. 1, p. 59-65. 2010.

ZARET, T., 1980, **Predation and freshwater communities**. Edwards Brother Inc., Ann Arbor, Mich., 187p.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

ARTIGO 1: Programa de arraçoamento no crescimento de *Arapaima gigas* de 1,6 a 8 kg de peso corporal

Sales-Neto, H. M., Luxinger, A. O., Cavali, J., Porto, M. O., Freitas, R. T. F., Gaya, L. G, Rosa, P.V.

PROGRAMA DE ARRAÇOAMENTO NO CRESCIMENTO DE *Arapaima gigas* DE 1,6 A 8 KG DE PESO CORPORAL

Sales-Neto, H. M.¹, Luxinger, A. O.¹, Cavali, J. ², Porto, M. O.², Freitas, R. T. F. ¹, Gaya, L. G ³, Rosa, P. V. ¹

¹Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, caixa postal 3032, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil*

²Universidade Federal de Rondônia, Campus Universitário, 76916-000, Presidente Médici, Rondônia, Brasil.

³Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Universitário, 36307-352, São João del-Rei, Brasil

RESUMO

O desenvolvimento da cadeia produtiva do pirarucu (*Arapaima gigas*) esbarra em uma série de entraves tecnológicos, dentre os quais são os mais críticos, o baixo domínio sobre a reprodução em cativeiro e a nutrição, havendo uma escassez de trabalhos sobre a relação entre variáveis de desempenho e os planos nutricionais desses peixes. Assim, objetivou-se com esse estudo avaliar o comportamento das variáveis peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, consumo de proteína bruta, conversão alimentar aparente e densidade de estocagem durante a fase inicial de crescimento (de 1,6 a 8 kg de peso corporal) em pirarucus em viveiros submetidos a diferentes planos nutricionais, visando a obtenção de informações para que se possa promover uma maior eficiência produtiva da espécie. Para tanto, noventa juvenis de pirarucu com peso médio inicial de 1.612 ± 27 g, foram alocados em um viveiro escavado medindo 950 m², dividido em 15 hapas de 50 m² e 1,5 m de profundidade por um período experimental de 283 dias, sendo alimentados três vezes ao dia. Os planos nutricionais (PN) foram baseados nas taxas de arraçoamento (% peso corporal médio por hapa), PN1 4,0; 3,5; 3,0; 2,5%, PN2 3,5; 3,0; 2,5; 2,0%; PN3 3,0; 2,5; 2,0; 1,5%, PN4 2,5; 2,0; 1,5; 1,0% e PN5 2,0; 1,5; 1,0; 0,5% e no nível de proteína bruta (38 e 36 %), sendo ajustados de acordo com o peso dos peixes. Ao longo do experimento, os parâmetros da água foram mantidos dentro da faixa apropriada para a criação de peixes tropicais. No plano nutricional com taxas de arraçoamento de 3 a 1,5%, intermediárias às dos demais planos avaliados neste estudo, os peixes se aproximaram do peso de abate preconizado, porém com a desaceleração do consumo de ração e proteína e conversão alimentar aparente ao intervalo final de cultivo estudado, o que poderia vir a contribuir para a desoneração do sistema de criação, sendo tal comportamento um indicativo de eficiência produtiva no período inicial de crescimento estudado neste protocolo de fornecimento de ração. Os outros planos nutricionais avaliados podem ser recomendados para os pirarucus desde que se avalie a relação custo-benefício entre as necessidades do mercado e do sistema de produção, tendo em vista o tempo necessário para a obtenção do peso final ao abate preconizado, avaliando-se em quanto o investimento em ração será compensado em função preço de comercialização desse peixe ao final da fase final de crescimento estudada.

Palavras-chave: Pirarucu. Taxa de alimentação. Manejo alimentar. Piscicultura.

ABSTRACT

The development of the production chain faces a series of technological obstacles, among which are the more critical, the low dominance over captive breeding and nutrition, there is a lack of work on the relationship between performance variables and the nutritional plans of these fish. The objective of this study was to evaluate the behavior of the body weight, weight gain, feed intake, crude protein consumption, apparent feed conversion and storage density variaties during the initial growth phase (from 1.6 to 8 kg of body weight) in pirarucu in ponds submitted to different nutritional plans, in order to obtain information to promote a higher productive efficiency of the species. Therefore, ninety juveniles of pirarucu with a mean initial weight of $1,612 \pm 27$ g, were allocated to a excavated pond measuring 950 m², divided into 15 hapas of 50 m² and 1.5 m depth for an experimental period of 283 days, fed three times a day. Nutritional Plans (NP) were based on budget rates (mean body weight per hapa), (% peso corporal médio por hapa), NP1 4,0; 3,5; 3,0; 2,5%, NP2 3,5; 3,0; 2,5; 2,0%; NP3 3,0; 2,5; 2,0; 1,5%, NP4 2,5; 2,0; 1,5; 1,0% and NP5 2,0; 1,5; 1,0; 0,5% and at the crude protein level (38 and 36%), being adjusted according to the fish weight. Throughout the experiment, the water parameters were kept within the appropriate range for the creation of tropical fish. In the nutritional plan with feed rates of 3 to 1.5%, intermediate to the other plans evaluated in this study, the fish approached the recommended slaughter weight, however with the deceleration of feed and protein intake and apparent feed conversion at the interval End of studied crop, which could contribute to the discharge of the breeding system, being such behavior an indicative of productive efficiency in the initial period of growth studied in this protocol of feed supply. The other nutritional plans evaluated may be recommended for pirarucus provided that the cost-benefit ratio between the needs of the market and the production system is evaluated, taking into account the time required to obtain the final slaughter weight, While the investment in feed will be offset by the marketing price of this fish at the end of the final stage of growth studied.

Keywords: Pirarucu; Feeding rate; Food management; Pisciculture.

INTRODUÇÃO

A viabilidade econômica da aquicultura tem sua dependência baseada na disponibilidade de espécies adaptadas e adaptáveis aos sistemas de produção em cativeiro, onde, critérios biológicos, mercadológicos, socioeconômicos e ambientais devem ser levados em consideração na seleção de uma espécie (Fontenele, 1948, Leung, Lee, Obryen, 2007; Cyrino e Fracalossi, 2012).

Dentre as espécies nativas já cultivadas no Brasil, o pirarucu (*Arapaima gigas*), tem sido considerado como uma das espécies de água doce com maior potencial aquícola do mundo (Roubachet, Correia, Zaiden, Martino e Cavalli, 2003; Lima, Rodrigues, Varela, Torati, Maciel, 2015; Hernández, Carvalho, Joele, Silva, Lourenço, 2017) por apresentar diversas características desejáveis para criação em cativeiro, tais como, rápido crescimento, rusticidade no manejo, carne de ótima qualidade e coloração, sabor suave e filés sem espinha (Imbiriba, 2001; Caverro, Ituassu, Pereira-Filho, Roubach, Bordinhon, Fonseca, Ono, 2003; Pereira-Filho, Caverro, Roubach, Ituassú, Gandra, Crescêncio 2003; Brandão, Gomes, Chagas, 2006; Tavares-Dias, Araújo, Gomes, Andrade, 2010). Entretanto, a deficiência de informações sobre sua alimentação e nutrição é um grande entrave para o desenvolvimento sustentável de sua criação comercial.

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é considerado uma espécie carnívora relativamente nova e importante para a aquicultura brasileira (Cavole, Arantes, Castellos, 2015; Martins, Martins, Pena, 2015; Torres, Malásquez, Troncoso, 2015). Existem poucos dados publicados sobre o ótimo manejo de alimentação, taxa de ingestão e exigências nutricionais de pirarucu (Crescêncio, Ituassú, Roubach, Pereira-Filho, Caverro, Gandra, 2005; Ituassú, Pereira-Filho, Roubach, Crescêncio, Caverro, Gandra, 2005; Gandra, Ituassú, Pereira-Filho, Roubach, Crescêncio, Caverro, 2007.)

Estudos com planos nutricionais são novos e vem sendo utilizados como forma de estabelecer um melhor desempenho em espécies de peixes comerciais (Freato, Freitas, Pimenta, Oliveira, Reis Neto, Mattos, 2012). Além disso, programas de nutrição adequados são essenciais para evitar deficiências e doenças entre os organismos aquáticos e, assim, manter a saúde e um crescimento satisfatório dos animais (Chagas, Pilarski, Sakabe, Massago, Fabregat, 2009; Oliva-Teles, 2012).

Espécies com peso mínimo comercial alto possuem uma diferença em relação à taxa de arrazoamento (porcentagem da biomassa), quando comparados a outras espécies de pesos mínimos comerciais mais baixos. Trabalhando com pirarucu, Mattos, Nascimento-Filho, Barreto, Braga, Fortes-Silva, (2016) e Mattos, Nascimento-Filho, Santos, Barreto, Sánchez-Vázquez, Fortes-Silva (2017), utilizando comedouros de autodemanda, registraram uma ingestão de ração diária de 2,35 e 2,14% do peso corporal/dia. Já Oliveira, Bezerra, Mesquita, de Moraes, Costa (2013) ao testarem duas taxas de alimentação, 2 e 3%, no desempenho do Pirarucu em tanque rede, observaram que a taxa de 2% apresentou melhores índices zootécnico, sugerindo este tipo de investigação em diferentes sistemas de cultivo e populações. Portanto, objetivou-se com esse estudo avaliar o comportamento das variáveis peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, consumo de proteína bruta, conversão alimentar aparente e densidade de estocagem durante a fase inicial de crescimento (de 1,6 a 8 kg de peso corporal) em pirarucus (*Arapaima gigas*) em viveiros submetidos a diferentes planos nutricionais, visando a obtenção de informações para que se possa promover uma maior eficiência produtiva da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento seguiu o protocolo aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA número PP 019/2014. Os alevinos de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz, 1822) foram adquiridos da piscicultura Boa Esperança localizada no Município de Pimenta Bueno - RO, com peso médio de $50 \text{ g} \pm 4$, mantidos em viveiro escavado recebendo ração comercial extrusada para peixes carnívoros com 45 % e 40 % de proteína bruta (PB) até o início do experimento.

O experimento foi desenvolvido na base de piscicultura Carlos Eduardo Matiaze da Universidade Federal de Rondônia no período de agosto de 2014 a maio de 2015, onde foram selecionados 90 juvenis de pirarucu com peso médio inicial de $1.612 \pm 27 \text{ g}$, e alocados em um viveiro escavado medindo 950 m^2 com renovação de água constante (vazão aproximada de 5 litros/s), dividido em 15 hapas de 50 m^2 e 1,5 m de profundidade, com tela galvanizada revestida de PVC, e diâmetro de malha $2 \times 2 \text{ cm}$. As hapas foram dotadas de comedouros flutuantes de 1,5 m de aresta. Os peixes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, sendo a densidade de seis peixes por hapa.

As taxas de arraçoamento e o nível de proteína bruta (PB) foram ajustados em função do peso dos peixes (Tabela 1). Foram fornecidas duas dietas comerciais extrusada com 38 % e 36 % de PB (Tabela 2). Os planos nutricionais (PN) foram: PN1 4,0 a 2,5 %; PN2 3,5 a 2,0 %; PN3 3,0 a 1,5 %, PN4 2,5 a 1,0 % e PN5 2,0 a 0,5 % do peso corporal médio de ração fornecida por hapa, utilizando como referência o plano nutricional preconizado pelo Sebrae (2013) que variou de 3,0 a 1,0 %, a uma frequência alimentar de três vezes ao dia (8h, 12h e 17h). As mudanças das taxas de arraçoamento em cada plano ocorreu nos intervalos de cultivo (em dias) 0, 45, 115, 170 e 283, padronizando-se estes intervalos para todos os planos nutricionais.

As características físico-químicas da água foram monitoradas utilizando uma sonda multiparametro (YSI®), quinzenalmente às 7h e às 17h nos pontos de abastecimento e drenagem do viveiro. Foi realizada a pesagem individual dos animais para determinação das variáveis: peso corporal (PC) [peso final em cada intervalo de cultivo, até a mudança da taxa de arraçoamento dentro do plano], ganho de peso (GP) [peso final - peso inicial em cada intervalo de cultivo, até a mudança da taxa de arraçoamento dentro do plano], consumo de ração aparente (CR) [ração oferecida no período], consumo de proteína bruta (PB) [% de proteína bruta do CRA e conversão alimentar aparente (CAA) [GP/CR], e densidade de estocagem (DE) [PC/50m², em g/m²].

O comportamento dessas características nos cinco planos nutricionais foi analisado por meio do estudo da regressão linear e quadrática entre as variáveis e os intervalos de cultivo (em dias) para as mudanças de taxas de arraçoamento nos diferentes planos nutricionais aplicados aos pirarucus avaliados, utilizando-se o procedimento PROC REG do pacote estatístico SAS® - Statistical Analysis System (SAS Institute, 2008), assumindo-se nível de significância estatística de 5%. Os dados foram expressos como média±desvio-padrão, utilizando-se o mesmo pacote estatístico para cálculo das estatísticas descritivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os fatores físicos e químicos da água monitorados durante os 283 dias do experimento, os valores médios entre os pontos de abastecimento e drenagem foram de: temperatura (°C) $29,41 \pm 0,52$ e $30,3^{\circ}\text{C} \pm 0,85$; concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) $4,29 \pm 1,52$ e $3,94 \pm 1,60$; potencial hidrogênio $7,22 \pm 0,41$ e $6,98 \pm 0,42$ e condutividade

($\mu\text{S/cm}$) $61,57 \pm 32,65$ e $60,09 \pm 28,34$. Estes parâmetros foram, portanto, mantidos dentro da faixa apropriada para aquicultura (Sipaúba-Tavares, 1994; Kubitza, 2003), enfatizando-se que o pirarucu aceita baixos níveis de oxigênio dissolvido em água, devido à sua obrigatoriedade de respiração aérea (Ono, Halverson, Kubitza, 2004; Núñez, 2009).

As estatísticas descritivas para as variáveis estudadas são apresentadas na Tabela 3.

Os modelos de regressão quadrática foram significativos para todas as variáveis estudadas nos 5 diferentes planos nutricionais, exceto para consumo de ração e consumo de proteína, ambas no PN5 ($p= 0,37$ e $p=0,28$, respectivamente). A não significância foi observada também para o modelo de regressão linear dessas duas variáveis ($p=0,55$ e $p=0,67$, respectivamente).

As Figuras 1 a 6 contêm as análises de regressão significativas para as variáveis em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos diferentes planos nutricionais aplicados aos pirarucus avaliados.

Observou-se que o peso corporal em função do período de cultivo apresentou comportamentos distintos conforme os planos nutricionais avaliados, especialmente quanto ao intervalo final de cultivo (correspondente às menores taxa de arraçoamento dentro dos planos). Para PN1, PN2 e PN3, os pirarucus atingiram pesos corporais mais próximos ao valor preconizado para abate (8 kg), enquanto que para PN4 e PN5, os indivíduos ao longo do intervalo de cultivo atingiram um peso corporal mais distante do preconizado. O mesmo comportamento nos diferentes planos nutricionais foi observado para GP, verificando-se uma desaceleração neste ganho na fase final do período avaliado (de menores taxas de arraçoamento) para PN4 e PN5, ficando ambos aquém do preconizado para o peso final ao abate. Isso pode ter ocorrido porque em PN4 e PN5 não houve oferecimento de ração suficiente para um crescimento até o peso preconizado de abate no período avaliado.

Já para as variáveis CR e PB, conforme esperado em função da própria essência do cálculo da taxa de arraçoamento, que é estipulada a partir da necessidade de consumo dos peixes, houve um comportamento diferente entre os planos, de modo que os maiores consumos ao longo dos intervalos de cultivo se deram conforme as maiores ofertas de ração (de PN1 para PN4, nesta ordem). Segundo a mesma lógica, a queda em CAA é mais evidente, ao final do período de cultivo, para PN5, seguido de PN4, PN3, PN2 e PN1.

O aumento da densidade de estocagem na fase final do período inicial de crescimento avaliado determina um menor consumo e conseqüentemente uma menor eficiência de produção dos pirarucus como observado por Oliveira, Matos, Bezerra, Mesquita, Oliveira, Moraes, Costa, (2012), se tornando um complicador para o crescimento nesta fase, porém o que se observou neste estudo é que, para a densidade de estocagem avaliada, não houve um limite de biomassa por área que provocasse decréscimo no consumo de ração e limitasse o crescimento dos peixes, ao contrário, evidenciando-se maiores pesos corporais nos planos nutricionais de maiores taxas de arraçoamento durante o intervalo final de cultivo, como observado para PN1, PN2 e PN3. Sugere-se ainda que outras densidades de estocagem sejam testadas no sentido de se aproveitar ainda mais o espaço de cultivo.

Para PN3, evidencia-se uma queda em CAA ao final do período de cultivo (de menor taxas de arraçoamento dentro do plano) e uma desaceleração do ganho de peso dos peixes submetidos a este plano no início do período avaliado (de maiores taxas de arraçoamento dentro do plano); contudo, isso não impediu que os peixes submetidos a este plano tenham atingido peso corporal muito próximo ao desejado para abate ao final do período, sugerindo uma espécie de mecanismo compensatório nessas circunstâncias de arraçoamento. Logo, evidenciou-se que, para PN3, os peixes se aproximaram do peso de abate preconizado, porém com a desaceleração do consumo de ração e proteína e conversão alimentar no intervalo final de cultivo, o que poderia vir a contribuir para a desoneração do

sistema de criação caso esse PN fosse adotado. Destaca-se, portanto, o comportamento dos peixes em PN3 no que diz respeito à eficiência em conversão de ração consumida em peso quando considerados os diferentes intervalos de cultivo estudados. Em PN2, os peixes apresentaram comportamento semelhante, porém com menor queda em CAA no intervalo final de cultivo, embora atingindo peso final bastante próximo ao preconizado. Em PN1, na fase inicial de crescimento avaliada neste trabalho, não se observa uma redução de conversão alimentar tão substancial quanto em PN2 e PN3, embora os peixes submetidos a esse plano atinjam o peso final preconizado ao abate.

Fogaça, Oliveira, Carvalho, Santos (2011), ao estudarem o rendimento e composição do filé de pirarucu em diferentes classes de peso, determinaram que de peixes de 7 a 9 kg, obtém-se filé com melhor qualidade e menor teor de lipídio. Assim, na hipótese de, eventualmente, os pesos finais para abate encontrados para PN4 ou PN5 poderem ser considerados para comercialização, cabe considerar o uso desses planos em caso de necessidade de redução de gastos, já que os mesmos determinaram os peixes com baixa conversão alimentar aparente para o período avaliado. Deve-se, portanto, ponderar a relação custo-benefício quanto à escolha do plano nutricional que melhor se ajuste às preferências de mercado e necessidades do sistema de produção, em função do peso final ao abate esperado, avaliando o quanto o investimento em ração será compensado em função do peso final do pirarucu e seu respectivo preço de comercialização na fase de crescimento investigada.

CONCLUSÃO

No plano nutricional com taxas de arraçoamento de 3 a 1,5%, intermediárias às dos demais planos avaliados neste estudo, os peixes se aproximaram do peso de abate

preconizado, porém com a desaceleração do consumo de ração e proteína e conversão alimentar aparente ao intervalo final de cultivo estudado, o que poderia vir a contribuir para a desoneração do sistema de criação, sendo tal comportamento um indicativo de eficiência produtiva no período inicial de crescimento estudado para esse protocolo de fornecimento de ração.

Os outros planos nutricionais avaliados podem ser recomendados para os pirarucus desde que se avalie a relação custo-benefício entre as necessidades do mercado e do sistema de produção, tendo em vista o tempo necessário para a obtenção do peso final ao abate preconizado, avaliando-se em quanto o investimento em ração será compensado em função preço de comercialização desse peixe ao final da fase final de crescimento estudada.

A densidade de estocagem não foi um limitador para o ganho de peso dos pirarucus avaliados segundo os diferentes planos nutricionais testados, sugerindo-se, assim, o estudo de outras densidades visando o maior aproveitamento do espaço para cultivo.

REFERÊNCIAS

- Brandão, F. R.; Gomes, L. C.; Chagas, E. C., 2006. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *Acta Amazônica*, v.36, n. 3, p. 349-356,
- Crescêncio, R.; Ituassú, D. R.; Roubach, R.; Pereira-Filho, M.; Cavero, B. A.; Gandra, A. L., 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 1217-1222.
- Chagas, E.C.; Pilarski, F.; Sakabe, R.; Massago, H.; Fabregat, T.E.H.P., 2009. Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes. In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. Embrapa, p.132-225.
- Cavero, B.A.S.; Ituassu, D.R.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Bordinhon, A.M.; Fonseca, F.A.L.; Ono, E.A, 2003b. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, p. 1011-1015.
- Cavole, L.M., Arantes, C.C., Castello, L., 2015. Uma estimativa para a pesca do Pirarucu na Amazônia. *Fisheries Research*. 168, 1-5
- Cyrino, J.E.P.; Fracalossi, D.M., 2012. A pesquisa em Nutrição de Peixes e o desenvolvimento da Aquicultura no Brasil: uma perspectiva Histórica. In: FRACALLOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds). *Nutriaqua – Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Florianópolis. p. 1-8.
- Fogaça, F. H., De Oliveira, E. G., Carvalho, S. E. Q., & De Seixas Santos, J. F., 2011. Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes-[doi: 10.4025/actascianimsci.v33i1.10843](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i1.10843). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(1), 95-99.
- Fontenele, O., 1948. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativeiro (Actinopterygi, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 8, p. 445-459.
- Freato, T. A., Freitas, R. T. F. D., Pimenta, M. E. D. S. G., Oliveira, G. R. D., Reis Neto, R. V., & Mattos, B. O. D., 2012. Evaluation of Nile tilapia strains cultivated in cages under different feeding programmes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(6), 1332-1336.
- Gandra, A. L.; Ituassú, D. R.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Crescêncio, R.; Cavero, B. A. S., 2007. Pirarucu growth under different feeding regimes. *Aquaculture International*, v. 15, p. 91-96.
- Hernández, E. J. G. P., De Carvalho, R. N., Joele, M. R. S. P., Da Silva Araújo, C., & Lourenço, L. D. F. H., 2017. Effects of modified atmosphere packing over the shelf life of sous vide from captive pirarucu (*Arapaima gigas*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 39, 94-100.
- Imbiriba, E. P., 2001. Potencial de criação do pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazônica*, v. 31, n. 2, p. 299-316.
- Ituassú, D. R.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Crescêncio, R.; Cavero, B. A. S.; Gandra, A. L., 2005. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 255-259.
- Kubitza, F., 2003. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. Jundiaí, SP. 229p.
- Lima, A. F.; Rodrigues, A. P. O.; Varela, E. S.; Torati, L. S.; Maciel, P. O., 2015. Pirarucu culture in the Brazilian Amazon: fledgling industry faces technological issues. *Global Aquaculture Advocate*, v. 18, p. 56-58.
- Leung, P.; Lee, C.S.; O'Bryen, P.J., 2007. *Species and system selection for sustainable aquaculture*. Oxford. 524pp.
- Mattos, B. O., Nascimento Filho, E. C., Santos, A. A., Barreto, K. A., Sánchez-Vázquez, F. J., & Fortes-Silva, Rodrigo, 2017. A new approach to feed frequency studies and protein intake regulation in juvenile pirarucu. *Anais da Academia Brasileira de Ciências, (AHEAD)*, 0-0.
- Mattos, B. O., Nascimento Filho, E. C. T., Barreto, K. A., Braga, L. G. T., & Fortes-Silva, 2016. R. Self-feeder systems and infrared sensors to evaluate the daily feeding and locomotor rhythms of Pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivated in outdoor tanks. *Aquaculture*, 457, 118-123.
- Martins, M.G., Martins, D.E.G., Pena, R.S., 2015. Secagem cinética e comportamento higroscópico do filé de pirarucu (*Arapaima gigas*) com diferentes teores de sal. *LWT - Food Science and Technology*. 62, 144-151.

- Núñez J, 2009. Domestication de nouvelles espèces de intérêt aquacole en Amazonie. Cahiers Agriculture 18, 136-143.
- Oliveira, E.G.; Pinheiro, A.B.; Oliveira, V.Q.; Silva-Junior, A.R.M; Moraes, M.G.; Rocha, I.Rc.B.; Sousa, R.R.; Costa, F.H.F. 2012. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. Aquaculture, 370-371: 96-101.
- Oliveira, V. Q., Matos, A. R. B., Bezerra, T. A., Mesquita, P. E. C., De Oliveira, V. Q., De Moraes, A. M., Costa, F. H. F, 2013. Preliminary Studies on the Optimum Feeding Rate for Pirarucu *Arapaima gigas* Juveniles Reared in Floating Cages. International Journal of Aquaculture, 3.
- Ono E.A., Halverson M.R., And Kubitza F, 2004. Pirarucu – O gigante esquecido. Panorama da Aqüicultura 14, 14-25.
- Oliva-Teles A, , 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. J FishDis., 35: 83-108.
- Pereira-Filho M., Cavero B.A.S., Roubach R., Ituassú D.R., Gandra A.L., And Crescêncio R, 2003. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. Acta Amazonica 33, 715-718.
- Roubach, R., Correia, E.S., Zaiden, S., Martino, R.C., Cavalli, R.O, 2003. Aquaculture in Brazil. World Aquaculture 34, 28–35.
- Spannhof, L.; Plantikov, H, 1983. Studies on carbohydrate digestion in rainbow trout. Aquaculture, v.30, n1,p. 95-108..
- Sas Institute, 2008. Statistical analysis systems user's guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute Inc.
- Sipaúba-Tavares, L.H, 1994. Limnologia aplicada à aquicultura. São Paulo: FUNEP Editora.
- Serviço Brasileiro de Apoio Às Micro E Pequenas Empresas [SEBRAE], 2013b. Manual de boas práticas de produção do pirarucu em cativeiro. Brasília,. 46 p.
- Tavares-Dias, M.; Araújo, C. S. O. ; Gomes, A. L. S.; Andrade, S. M. S, 2010. Relação peso comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas*Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. Revista Brasileira de Zociências, Juiz de Fora, v. 12, n. 1, p. 59-65.
- Torres, F.G., Malásquez, M., Troncoso, O.P, 2015. Impact and fracture analysis of fish scales from *Arapaima gigas*. Materials Science and Engineering. 51, 153-157

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1: Taxas de arraçamento (TA) em porcentagem de biomassa e níveis de proteína bruta (PB) utilizadas nos diferentes planos nutricionais, de acordo com o intervalo de peso médio durante o cultivo dos peixes no experimento.

Intervalo de Pesos (Kg)		Planos nutricionais				
		PN1	PN2	PN3	PN4	PN5
Tempo de cultivo						
1,6	3,0	4,0% TA	3,5% TA	3,0% TA	2,5% TA	2,0% TA
	45 dias	38% PB	38% PB	38% PB	38% PB	38% PB
3,0	4,2	3,5% TA	3,0% TA	2,5% TA	2,0% TA	1,5% TA
	70 dias	36% PB	36% PB	36% PB	36% PB	36% PB
4,2	5,5	3,0% TA	2,5% TA	2,0 % TA	1,5% TA	1,0% TA
	55 dias	36% PB	36% PB	36% PB	36% PB	36% PB
5,5	8,0	2,5% TA	2,0% TA	1,5% TA	1,0% TA	0,5% TA
	113 dias	36% PB	36% PB	36% PB	36% PB	36% PB

Tabela 2: Composição das rações comerciais utilizadas nos planos nutricionais.

Item	Composição da ração (g/kg) ¹	
	38 % PB	36 % PB
Matéria seca (g)	910	910
Proteína bruta (min.,g)	380	360
Matéria fibrosa (máx.,g)	95	95
Matéria mineral (max.,g)	150	150
Extrato etéreo (mim.,g)	80	80
Cálcio (max.,g)	35	35
Cálcio (min.,g)	25	20
Fósforo (min.,g)	10	15
Unidade (max.,g)	90	90

¹Quantidade de nutriente por kg, para as rações com os diferentes níveis de proteína bruta (38 e 40 %): Acido Pantotênico (min) – 4,00; 4,00 mg; Biotina (min) – 60; 60 mg; Colina (min) – 295; 300 mg; Vitamina A(min) – 29,900; 30.000 UI; Vitamina B1(min) – 2,00; 2,00 mg; Vitamina B12 (min) – 4,90; 5,00 mg; Vitamina B2 (min) – 3,90; 4,00 mg; Vitamina B6 (min) – 2,10; 2,10 mg; Vitamina D3 (min) – 6,000; 6.000 UI; Vitamina E(min) – 48,00; 50,00 UI; Vitamina K3 (min) – 2,50; 2,50 mg; Vitamina C (min) – 550; 550 mg; Cobre (min) – 10,00; 10,00 mg; Ferro (min) – 95; 98 mg; Iodo (min) – 0,40; 0,40 mg; Niacina (min) – 50,00; 52,00 mg; Manganês (min) – 10,00; 10,50 mg; Zinco (min) – 180; 180 mg; Selênio (min) – 0,60; 0,60 mg, respectivamente.

Tabela 3: Estatísticas descritivas para as variáveis estudadas nos pirarucus avaliados, segundo os diferentes planos nutricionais (PN) testados ao longo do período inicial de crescimento (de 1,6 a 8kg).

PN	Variável	N	M	DP	CV (%)	MIN	MAX
1	PC (g)	12	5253,83	2061,91	39,25	2625,00	8417,00
	GP (g)	12	1609,42	503,07	31,26	1011,00	2583,00
	CR (g)	12	47929,17	24051,95	50,18	20858,00	88391,00
	PB (g)	12	17360,57	8531,39	49,14	7926,04	31820,76
	CAA	12	4,81	1,53	49,14	3,00	8,00
	DE (g/m ²)	12	105,07	41,24	39,25	52,50	168,340
2	PC (g)	12	5228,08	2071,30	39,62	2773,00	8867,00
	GP (g)	12	1617,58	554,69	34,29	967,00	2750,00
	CR (g)	12	37886,00	15531,80	40,99	19639,00	63352,00
	PB (g)	12	37886,00	5467,35	39,79	7462,82	22806,72
	CAA	11	3,69	0,80	20,58	2,30	4,60
	DE (g/m ²)	12	104,56	41,43	39,62	55,46	177,34
3	PC (g)	12	5085,50	1963,61	38,61	2764,00	8233,00
	GP (g)	12	1581,42	666,72	42,16	951,00	2800,00
	CR (g)	12	31246,00	10590,80	33,89	17538,00	49120,00
	PB (g)	12	11336,75	3690,45	32,55	6664,44	17683,20
	CAA	12	3,47	0,98	28,17	2,10	4,90
	DE (g/m ²)	12	101,71	39,27	38,61	55,28	164,66
4	PC (g)	12	4995,83	1798,10	35,99	2741,00	8133,00
	GP (g)	12	1462,25	394,46	26,98	1099,00	2333,00
	CR (g)	12	25701,67	6446,87	25,08	17452,00	35627,00
	PB (g)	12	9339,91	2201,44	23,57	6631,76	12825,72
	CAA	12	2,98	0,58	19,45	1,90	4,00
	DE (g/m ²)	12	99,91	35,96	35,99	54,82	162,66
5	PC (g)	12	4987,50	1789,09	35,87	2689,00	8233,00
	GP (g)	12	1452,67	411,02	28,29	1062,00	2433,00
	CR (g)	12	19939,33	4301,38	21,57	15115,00	28355,00
	PB (g)	12	7254,51	1461,83	20,15	5743,70	10207,80
	CAA	12	2,28	0,69	30,16	1,40	3,60
	DE (g/m ²)	12	99,75	35,78	35,87	53,78	164,66

N=número de registros, M=média; DP= desvio padrão, CV= coeficiente de variação, MIN = valor mínimo, MAX = valor máximo; PC=peso corporal; GP=ganho em peso; CR=consumo de ração; PB=consumo de proteína bruta; CAA (conversão alimentar aparente); DE=densidade de estocagem.

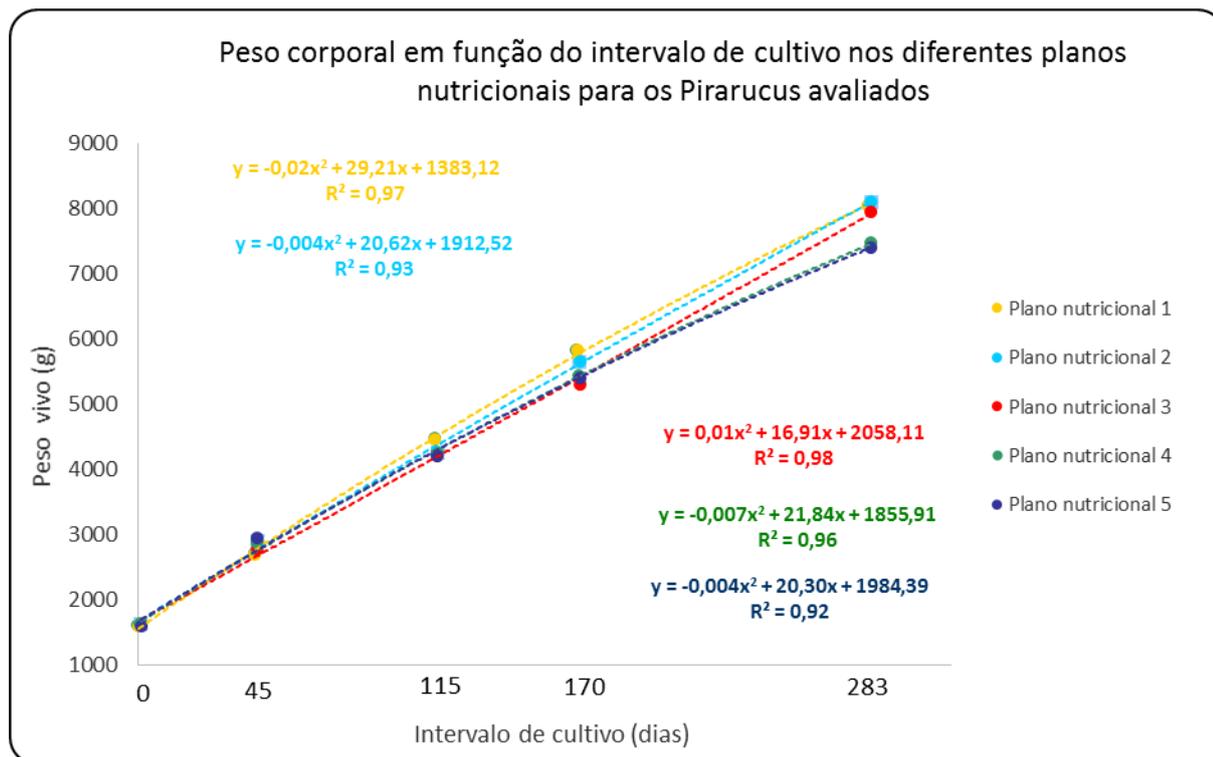


Figura 1: Peso corporal do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos planos nutricionais avaliados, com respectivas equações quadráticas e coeficientes de determinação (R^2).

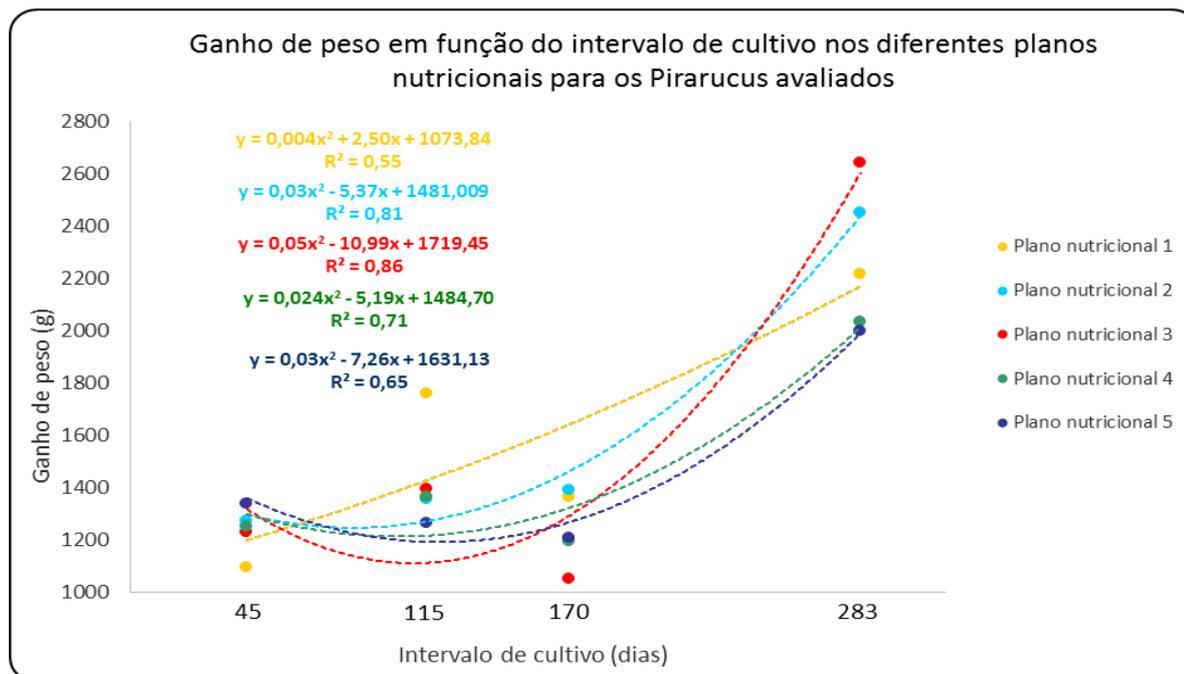


Figura 2: Ganho de peso do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos planos nutricionais avaliados, com respectivas equações quadráticas e coeficientes de determinação (R^2).

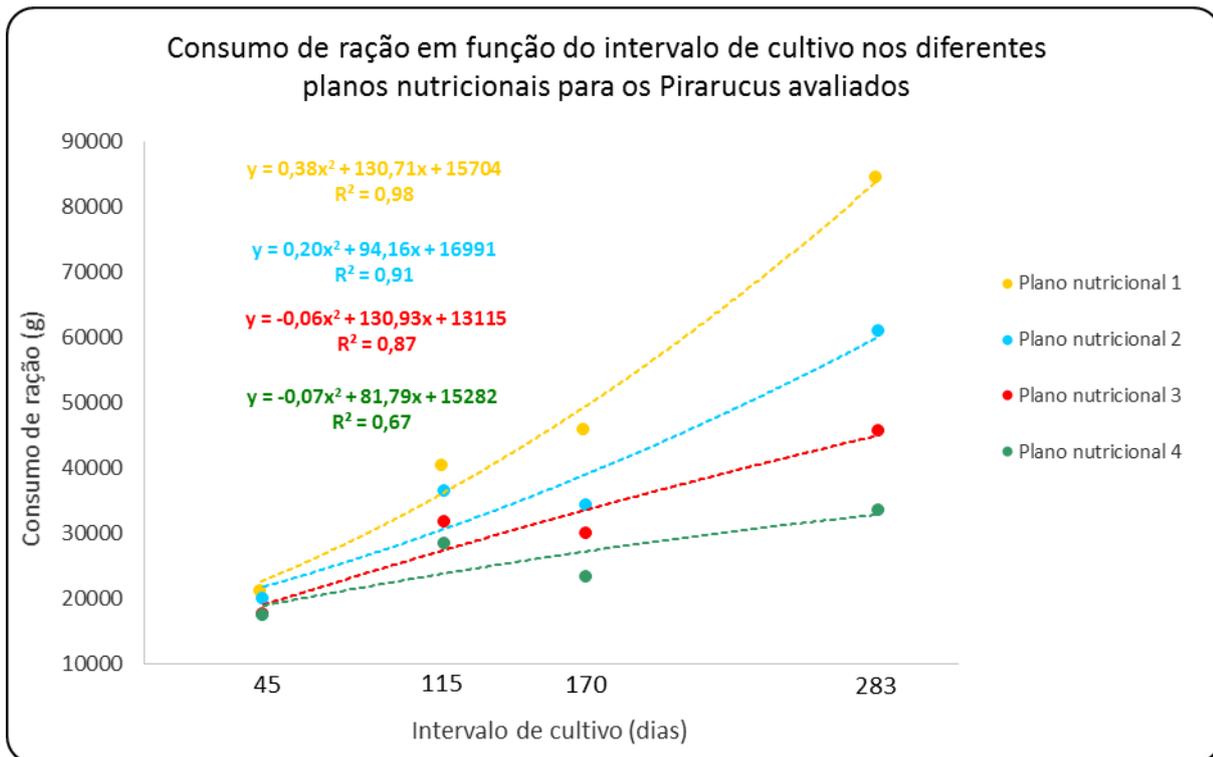


Figura 3: Consumo de ração do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos planos nutricionais avaliados, com respectivas equações quadráticas e coeficientes de determinação (R^2).

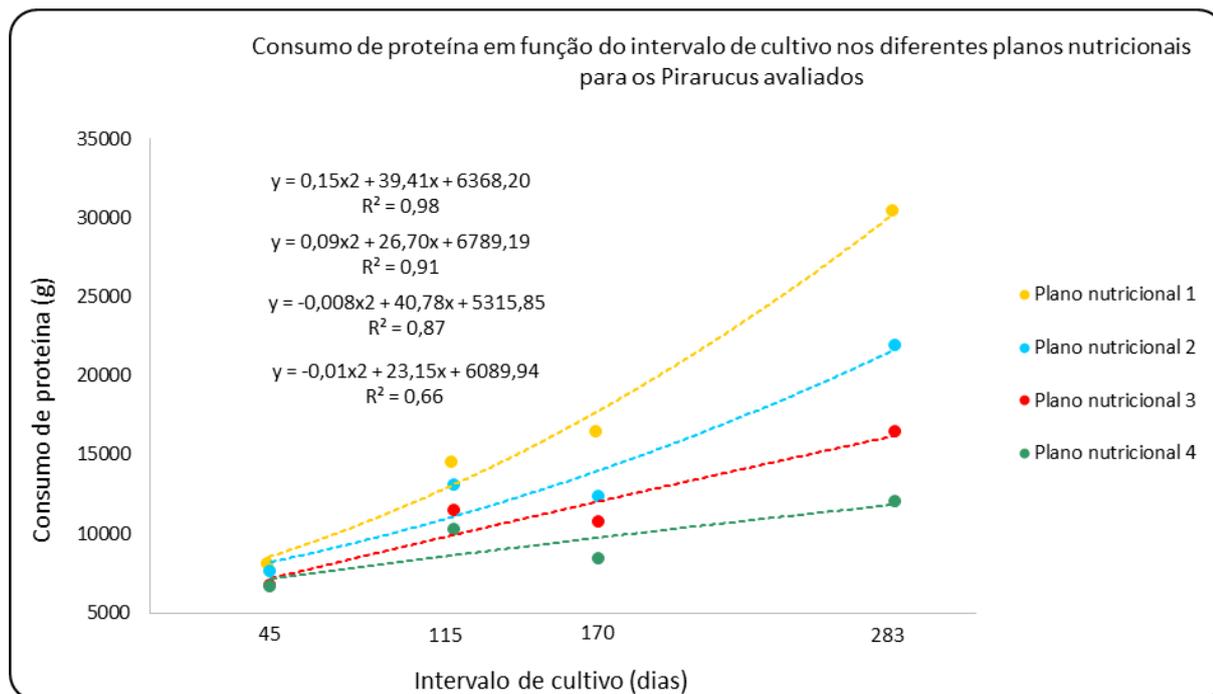


Figura 4: Consumo de proteína bruta do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos planos nutricionais avaliados, com respectivas equações quadráticas e coeficientes de determinação (R^2).

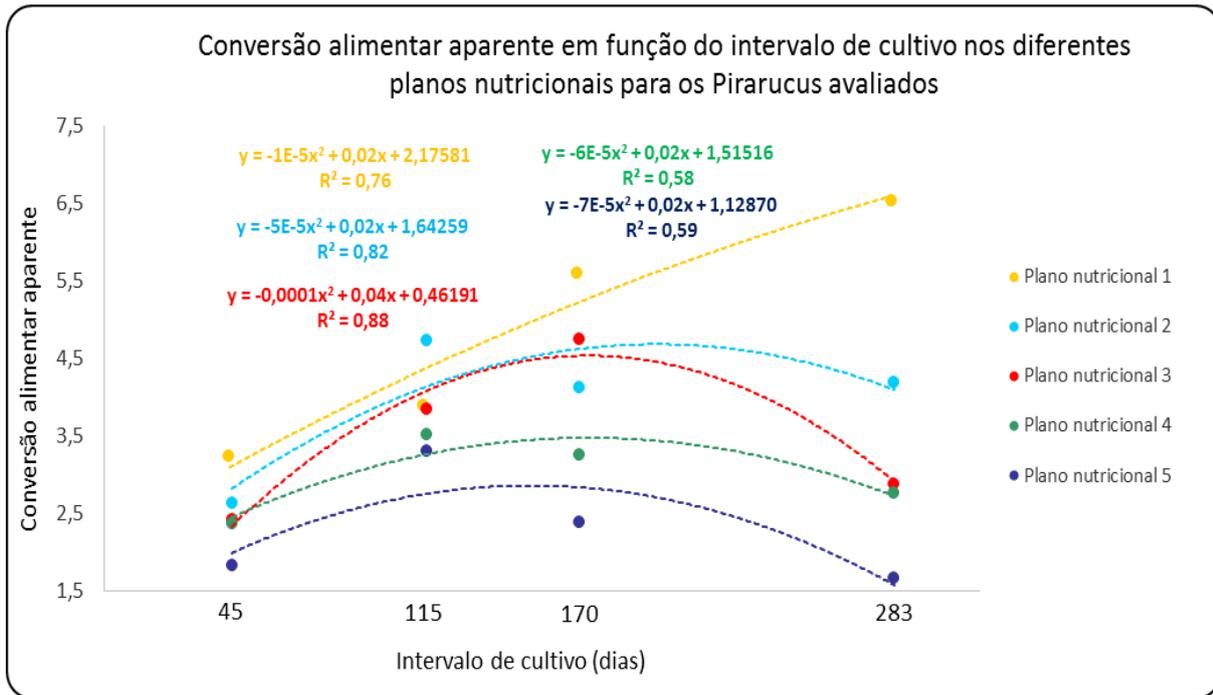


Figura 5: Conversão alimentar aparente do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos planos nutricionais avaliados, com respectivas equações quadráticas e coeficientes de determinação (R^2).

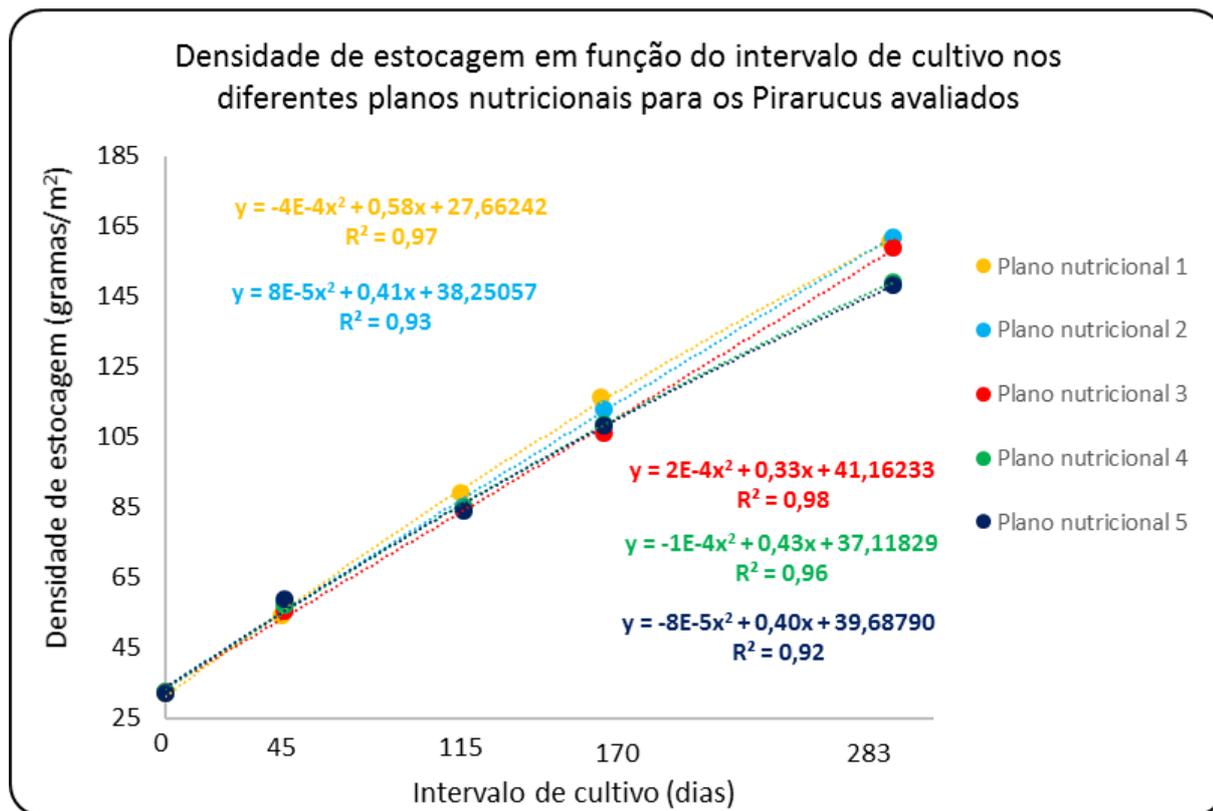


Figura 6: Densidade de cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em função dos intervalos de cultivo para as mudanças de taxas de arraçoamento nos planos nutricionais avaliados, com respectivas equações quadráticas e coeficientes de determinação (R²).

ANEXO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS ROLIM DE MOURA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA



**Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR**

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo número PP 019/2014 do projeto de pesquisa intitulado: **“Sistemas de alimentação e classes de peso do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) em viveiro escavado: características físico-químicas, hematológicas e de desempenho”**, sob responsabilidade do Profa. Dra. Jucilene Cavali, está de acordo com o disposto na Lei Federal nº 11.794 de 8 de Outubro de 2008 (Lei AROUCA). O referido projeto cumpre, também, as exigências da Resolução n. 879, de 15/02/2008 do CFMV; Decreto 6.899, de 15/07/2009; Resolução Normativa n.1, de 09/07/2010 do CONCEA; Resolução normativa nº 3, de 14/12/2011 do CONCEA e "Princípios Éticos na Experimentação Animal", elaborado pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório – SBCAL. Portanto, o projeto supracitado foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, em reunião ordinária realizada em 13 de junho de 2014.

Rolim de Moura (RO), 13 de junho de 2014.

Profa. Dra. Thais Rabelo dos Santos
Presidente da CEUA