



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

FABIANE BAZZI ROCHA LEOPOLDINO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE PIRARUCU
(*Arapaima gigas* Schinz, 1822) EM FASE DE CRESCIMENTO,
CULTIVADO EM DIFERENTES TAXAS DE ARRAÇOAMENTO, EM
VIVEIRO ESCAVADO**

PRESIDENTE MÉDICI, RO

2015

FABIANE BAZZI ROCHA LEOPOLDINO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE PIRARUCU
(*Arapaima gigas* Schinz, 1822) EM FASE DE CRESCIMENTO,
CULTIVADO EM DIFERENTES TAXAS DE ARRAÇOAMENTO, EM
VIVEIRO ESCAVADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Pesca da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jucilene Cavali
Coorientador: Prof. Dr. Marlos Oliveira
Porto

PRESIDENTE MÉDICI, RO

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial 07/UNIR

L587d

Leopoldino, Fabiane Bazzi Rocha.

Desempenho produtivo e econômico de pirarucu (*Arapaima Gigas* Schinz, 1822) em fase de crescimento, cultivado em diferentes taxas de arraçoamento, em viveiro escavado/ Fabiane Bazzi Rocha Leopoldino. Presidente Médici – RO, 2015.

51 f. : il. ; + 1 CD-ROM

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jucilene Cavali

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Pesca) -
Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de
Engenharia de Pesca, Presidente Médici, 2015.

1. Crescimento. 2. Cultivo intensivo. 3. Econômico. I. Fundação
Universidade Federal de Rondônia. II. Cavali, Jucilene. III. Título.

CDU: 639

Bibliotecário-Documentalista: Jonatan Cândido, CRB15/732



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CÂMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

FABIANE BAZZI ROCHA LEOPOLDINO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE PIRARUCU
(*Arapaima gigas* Schinz, 1822) EM FASE DE CRESCIMENTO,
CULTIVADO EM DIFERENTES TAXAS DE ARRAÇOAMENTO, EM
VIVEIRO ESCAVADO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi aprovado pela banca examinadora do curso de Graduação em Engenharia de Pesca constituída pelos seguintes docentes:

Dra. Jucilene Cavali (Orientadora)

Dr. Marlos Oliveira Porto

Dr. Raniere Garcez Costa Sousa

Thiago Tetsuo Ushizima

Aprovado em: Presidente Médici - RO, 29 de junho de 2015.

Dedico esta monografia a minha família, e em especial a mim que batalhei para a realização do meu sonho, com muita fé em Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, saúde, coragem e por ter me ajudado e capacitado para suportar tantas lutas e me proporcionar conforto nas horas mais difíceis.

Ao meu querido e amável esposo Luiz André Leopoldino pela paciência, amor, dedicação e pelo incentivo oferecido nas horas de desespero e falta de animo.

A minha mãe Ana Lucia Bazzi Rocha pelo amor e paciência em me ouvir e não deixar que eu desistisse jamais dos meus sonhos, e ao meu pai João Ferreira Rocha que mesmo sem muitas palavras sei que sempre esteve ao meu lado torcendo pela minha vitória.

Não posso deixar de agradecer as minhas irmãs Adriana e Andreia Bazzi pela admiração e carinho, a memória de meu irmão Frank-ney Bazzi Rocha que por circunstância e fatalidade partiu de nossas vidas tão rapidamente e ao meu irmão Rafael Bazzi Rocha que sempre me ajudou no projeto mesmo que sem querer, e aos cunhados (as), tios (as), primos (as), e a todos os meus amigos que estão e estiverem sempre presentes, torcendo pela minha vitória.

A Dra. Professora Jucilene Cavali, pela orientação, amizade e ensinamentos nestes anos de pesquisas, pela paciência, compreensão, incentivos e pela confiança depositado a minha pessoa, professora a senhora é um exemplo que me inspiro sempre.

Ao meu coorientador dos projetos de pesquisa que na verdade nunca deixou de ser orientador Dr. Marlos Oliveira Porto, pela contribuição valiosa com as estatísticas, e pelo respeito sempre direcionado a nossa equipe de trabalho.

Ao CNPq/UNIR pelas bolsas concedidas em suporte financeiro.

A Empresa Nutrizon Alimentos por possibilitar a realização da pesquisa via doações de insumos e materiais e preocupar-se com a melhoria da qualidade de seus produtos através da busca de novas tecnologias.

A Piscicultura Boa Esperança em especial a pessoa do senhor Megumi Yokoyama, mais conhecido com senhor Pedrinho, pela doação dos alevinos de pirarucu.

A minha amiga Aline Ribeiro de Almeida que sempre me aturou e me respeitou, em todos os momentos da nossa graduação e pesquisas e que no ultimo semestre descobrir que era minha alma gêmea, uma amiga muito especial. E também agradeço ao meu amigo Gean Charles Cardoso que esteve comigo desde o começo da graduação, agradeço pela amizade e companheirismo.

Quero agradecer aos amigos de projeto, Fabio do Carmo Silva Lopes, Vanessa Ferreira Santos (amiga linda), Luisa Cabral Santos (amiga fiel), Alexandre J. Hashimoto e demais colaboradores que não mediram esforços em me ajudar.

Agradeço também ao meu amigo/afilhado Robson Satélis de Souza em nome da turma dos navegantes, turma mais que especial, que mesmo com as brigas e desentendimento sempre fomos muito unidos, vão deixar muita saudade.

Quero agradecer também aos professores Juliana e Ricardo pela ajuda, paciência e pelo apoio. Ju você é uma pessoa maravilhosa.

A todos os professores do Curso de graduação pelos conhecimentos compartilhados, o convívio, amizade e respeito.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para esta vitória.

“Tenho esperança de que um maior conhecimento do mar, que há milênios dá sabedoria ao homem, inspire mais uma vez os pensamentos e as ações daqueles que preservarão o equilíbrio da natureza e permitirão a conservação da própria vida.”

Jacques Coustea

RESUMO

O pirarucu é uma espécie com grande potencial de cultivo e com importantes atributos gastronômicos pela diversidade dos cortes em função do tamanho da carcaça e do rendimento em filé. Contudo, seu sistema de cultivo demanda estudos e tecnologias a fim de garantir a viabilidade econômica produtiva. Altas taxas de arraçoamento no cultivo de alevinos de Pirarucu, além de inviabilizar economicamente pelo custo da ração, podem alterar a qualidade da água pelo excesso de resíduos aportados ao meio aquático ricos principalmente em nitrogênio, cálcio e fósforo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo e econômico de pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivado a diferentes taxas de alimentação, na fase de crescimento. O experimento foi desenvolvido em viveiro escavado, subdividido com tela galvanizada revestida de PVC, totalizando 15 hapas de 48 m² e 1,5 m de profundidade apresentando volume de 72 m³/hapa. Foram utilizados 96 juvenis com peso médio inicial de 1.612 ± 1,27 gramas estocados na densidade de seis peixes/hapa, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em cinco diferentes taxas de arraçoamento e três repetições ou hapas. As taxas de arraçoamento (TA) foram de 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 % do peso corporal (PC), sendo utilizada ração com 40 % de proteína bruta (PB), aos 45 dias reduziu-se as TA formando os sistemas de alimentação dados por S2,5-2,0; S3,0-2,5; S3,5-3,0; S4,0-3,5; S4,5-4,0 % do PC, e 38 % de PB nas rações, por um período de 70 dias. Foram realizadas avaliações biométricas bimestrais e monitoramento dos parâmetros limnológicos. As medidas biométricas de comprimento da cabeça e comprimento corporal não apresentaram diferenças as TA ($P > 0,05$) e os parâmetros físico-químicos da água mantiveram-se dentro do recomendado para o cultivo dessa espécie com pH de 6,9 e oxigênio dissolvido médio de 4,2. Os juvenis alimentados na TA de 2,5 % do PC apresentaram conversão alimentar aparente (CAA) de 1,93 até 1,61 kg de peso corporal em 45 dias. Houve diferença significativa de taxas apenas entre os sistemas da alimentação S2,5-2,0 e S4,5-4,0 % do PC, que apresentaram CAA de 2,70 e 3,61, respectivamente em 115 dias de experimento. O custo do animal e da ração representam 44 e 56 % do custo operacional efetivo (COE) no sistema de menor TA (S2,5-2,0 % do PC). O aumento da TA aumenta a participação da ração no COE. Conclui-se que o sistema de alimentação com taxas de arraçoamento de S2,5-2,0% proporciona melhor desempenho econômico para juvenis de Pirarucu de 1,61 a 4,31 kg em função da menor conversão alimentar e por não gerar desperdícios em resíduos. Definir uma menor taxa de arraçoamento que proporcione máximo potencial de desempenho é importante para reduzir o impacto ambiental e econômico negativos nos sistemas de produção de espécies carnívoras. Sugerem-se estudos com taxas de arraçoamento ainda menores com rações mais proteicas ao longo do ciclo de cultivo a fim de se viabilizar o sistema de cultivo do pirarucu.

Palavras-chave: Crescimento. Cultivo intensivo. Econômico.

ABSTRACT

The *Arapaima* is a species with great potential and with important gastronomic attributes for diversity of cuts according to the size of the carcass and fillet yield. However, its cultivation system demand studies and technologies in order to ensure economic viability. High rates of feeding in the cultivation of fingerlings of Pirarucu, besides economically cripple the cost of feed, can change the quality of water by excess waste contributed to the aquatic environment mainly rich in nitrogen, calcium, and phosphorus. The objective of this work to assess the productive and economic performance of Pirarucu (*Arapaima gigas*) cultured at different feeding rates, in the growth phase. The experiment was developed in nurseries excavated, subdivided with PVC coated galvanized screen, totaling 15 hapas of 48 m² and 1.5 m depth showing volume of 72 m³/hapa. 96 juveniles were used with initial average weight of 1,612 ± 1.27 grams stocked in six fish density/hapa, distributed in completely randomized design in five different feeding rates and three repetitions or hapas. Feeding rates (TA) were 2.5; 3.0; 3.5; 4.0; 4.5 % of body weight (PC), being used with 40% crude protein (CP), to 45 days reduced the TA forming data supply systems by S2.5-2.0; S3.0-2.5; S3.5-3.0; S4.0-3.5; S4.5-4.0 % of the PC, and 38 % of PB in feed, for a period of 70 days. Biometric assessments were made bimonthly and monitoring of Limnological parameters. Biometric measures in length of head and body length did not present differences the TA ($P > 0.05$) and the physico-chemical parameters of the water remained within the recommended for the cultivation of this species with a pH of 6.9 and 4.2 average dissolved oxygen. The juveniles fed on TA of 2.5 % of the PC showed apparent food conversion (CAA) of 1.93 up 1.61 kg of body weight in 45 days. Significant differences of rates only among the power systems S2.5 -2.0 and S4.5-4.0 % of the PC, which presented CAA of 2.70 and 3.61, respectively in 115 days of experiment. The cost of animal feed and represent 56 % of 44 and operating cost effective (COE) on the smaller system TA (S2.5 -2.0 % of the PC). The increase in the participation of the ration increase TA in the COE. It is concluded that the feeding system with feeding rates of S2.5-2.0 % provides better economic performance for juvenile Pirarucu of 1.61 to 4.31 kg depending on the lowest feed conversion and do not generate waste in waste. Set a lower rate of feeding strategies that provide maximum performance potential is important to reduce the negative environmental and economic impact on production systems of carnivorous species. Suggested studies with feeding rates even smaller with more protein feed throughout the growing cycle in order to make the system of cultivation of the pirarucu.

Keywords: Economic. Growth. Intensive farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	17
Figura 2 Início da construção das hapas realizando tratamento profilático (A) e hapas finalizadas com comedouros e sistema de renovação de água (B).	24
Figura 3 Mensuração das avaliações biométricas no pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>): CC - Comprimento do Crânio; LDC - Largura Dorso Cranial; CT - Comprimento Total. ...	26
Figura 4 Ponto de equilíbrio, no sistema de taxas 2,0 – 2,5 % do peso corporal representa os pontos de intersecção da receita bruta / custo operacional total / receita bruta, lucro máximo aparente (Lx).	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Níveis de garantia das diferentes rações comerciais para juvenis de pirarucu.	25
Tabela 2 Média das variáveis de desempenho, contrastes e coeficiente de variação em função de diferentes taxas de arraçoamento para juvenis de pirarucu.	34
Tabela 3 Média das variáveis de desempenho e coeficiente de variação em função dos sistemas de arraçoamento para juvenis de pirarucu.	36
Tabela 4 Variáveis econômicas de acordo com os sistemas de arraçoamento.	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Valores médios da temperatura da água no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.	29
Gráfico 2 Valores médios de pH no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.	30
Gráfico 3 Valores médios de Oxigênio dissolvido no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.	31
Gráfico 4 Valores médios de condutividade no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.	32
Gráfico 5 Conversão alimentar aparente em diferentes taxas de alimentação em função do tempo de cultivo.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	16
2.1	Biologia da espécie <i>Arapaima gigas</i>	16
2.2	Cultivo do pirarucu em cativeiro	18
2.3	Aspectos econômicos	20
3	JUSTIFICATIVA	21
4	OBJETIVOS	23
4.1	Objetivo geral	23
4.2	Objetivos específicos.....	23
5	MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1	Área de estudo	24
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6.1	Parâmetros da qualidade da água.....	28
6.1.1	Variáveis físicas e químicas da água	28
6.2	Desempenho zootécnico	32
6.3	Análise econômica.....	38
7	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41
	APENDICES	47

1 INTRODUÇÃO

A criação de peixes nativos no Brasil e no mundo vem crescendo bastante expressiva quando comparado a outras culturas praticadas no país. Segundo o anuário da pesca (2014), a atividade pesqueira brasileira gera um PIB nacional de R\$ 5,0 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. A meta do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) é incentivar a produção nacional para que, em 2030, o Brasil alcance a expectativa da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e se torne um dos maiores produtores do mundo, com 20 milhões de toneladas de pescado por ano. Hoje o País ocupa a 17ª posição no ranking mundial na produção de pescados em cativeiro e a 19ª na produção total de pescados.

Segundo SEBRAE (2008) a aquicultura vem se expandindo de forma sustentável, e atualmente é o segmento onde mais se implantam projetos, sendo o foco mais importante no setor pesqueiro mundial, representando como uma forma alternativa de maior viabilidade para o suprimento da crescente demanda por pescado, tanto de origem marinha, como de água doce. Com a queda do setor pesqueiro extrativo nas últimas décadas, o rápido crescimento da aquicultura tem sido a única forma de acompanhar esta alta demanda do consumo de pescado mundial.

Com uma costa litorânea de 8,5 mil quilômetros, 5,5 milhões de hectares de reservatórios de água doce, clima favorável, terras disponíveis, mão de obra relativamente barata e crescente mercado interno, a produção brasileira de pescados atingiu em 2011 quase 1,4 milhão de toneladas, deste total, 628.704,3 toneladas foram produzidas em cativeiro (MPA, 2012).

A piscicultura tem mostrado viabilidade técnica e econômica e vem produzindo alimento rico em proteína com abundância para atender as necessidades proteicas de parte da população, utilizando-se de uma gama de tecnologia pesqueira, aquícola e gerencial, desenvolvidas e adaptadas às peculiaridades da região. Nos últimos anos, a indústria da aquicultura brasileira tentou selecionar novas espécies de peixes, a fim de diversificar a sua produção (NÚÑEZ et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012, FIÚZA et al., 2013) .

Segundo o Anuário da Pesca (2014), o Brasil conta com 3,0 mil espécies de peixes, parte destes com potencial para utilização dentro da piscicultura como dourado, jaú, matrinxã, piaui, pintado, pirarucu e jundiá. A participação das espécies nativas na piscicultura fica abaixo dos 20 %, enquanto na Ásia, onde está concentrada a maior produção mundial de peixes, cerca de 95 % dos cultivos estão baseados em espécies nativas daquele continente. Os brasileiros consomem cada vez mais pescado, que é a proteína animal mais saudável e consumida no mundo.

Em 2001, a média anual de consumo de peixes no Brasil era de 6,79 quilos por habitante, conforme dados do Ministério da Pesca (MPA, 2012). O consumo no país apresenta média de 9,75 quilos por habitante por ano e a estimativa é que, em 2015, o consumo se aproxime de 12 quilos anuais por habitante, o mínimo de consumo preconizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Além de apresentar proteínas e aminoácidos essenciais para a saúde do ser humano, este hábito alimentar favorece o crescimento e desenvolvimento da atividade pesqueira em todo o Brasil.

De acordo com o MPA 2012, existe uma disparidade no consumo interno. Na região Norte, por exemplo, o peixe é um elemento fundamental para a alimentação humana, e o consumo alcança a média de 30 quilos por habitante por ano. Enquanto isto, em estados com pecuária bovina forte, como o Rio Grande do Sul, o consumo de pescado é baixo. Outra sinalização de que a demanda cresce pode ser constatada na balança comercial. O País já recorre a importações de pescado para atender a 34 % da procura. Em 2012, a importação foi de US\$ 1,3 bilhão em pescados como bacalhau, salmão e merluza.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Biologia da espécie *Arapaima gigas*

O Pirarucu apresenta grande porte, nativo da Amazônia, possui respiração aérea, sendo bastante rústico, tolera aglomeração, é dócil quando alevinos e apresenta comportamento violento quando adulto, mais que ao mesmo tempo pode ser domesticado com facilidade. O pirarucu (*Arapaima gigas* - Schinz, 1822) ocorre na América do Sul no Peru, Colômbia, Equador, Guiana e no Brasil nas bacias Amazônica e Araguaia-Tocantins (GOULDING, 2003; HRBEK et al., 2005; ARANTES, 2009). O nome popular pirarucu tem origem na cultura indígena e significa peixe (pira) e vermelho (urucu), em referência à coloração de suas escamas (SOARES e NORONHA, 2007). Segundo Roubach et al. (2003), esta espécie é considerada a maior de água doce, bem como uma das espécies com maior potencial para ser cultivada na Amazônia.

Taxonomicamente o pirarucu pertence à ordem *Osteoglossiformes*, subordem *Osteoglossoidei*, superfamília *Osteoglossoidae*, família *Osteoglossidae*, gênero *Arapaima*, espécie *Arapaima gigas* (AYALA, 1999). Denominado o gigante das águas amazônicas, o pirarucu é o maior peixe de escamas das águas doces do planeta, há muito tempo desfruta de renome internacional, seja pelas mantas salgadas que no passado fluíram com grande frequência para os mercados europeus, seja pela sua singularidade como espécie ornamental, nas mãos de aquarífilos e comerciantes em todo o mundo (ONO et al., 2004).

O pirarucu tem o corpo alargado, circular e elipsoidal em secção, revestido por grandes e grossas escamas cicloidais. A cabeça é achatada e ossificada, e pequena em relação ao corpo, correspondendo a aproximadamente 10 % do peso total (SANTOS et al., 2004).

Figura 1 Pirarucu (*Arapaima gigas*)



Fonte: seafoodbrasil.com.br

A boca é do tipo superior, grande e oblíqua, com prognatismo da mandíbula inferior, provida de muitos dentes pequenos; apresenta duas placas ósseas laterais e uma palatina, que funcionam como verdadeiros dentes que servem para apreender e esmagar a presa durante a deglutição; possui uma língua bastante desenvolvida com um osso interno (IMBIRIBA et al., 1996; NEVES, 2000; VENTURIERI e BERNADINO, 1999).

Quando adulto esse peixe mede três metros de comprimento e pesa até 200 kg; entretanto, são mais comuns os exemplares de porte médio, que são capturados com peso entre 50 e 90 kg, com 1,50 metros de comprimento. Sua carne de coloração naturalmente rósea e desprovida de espinhas é bastante valorizada na região amazônica e é comercializado com preços atrativos nos mercados externos (ONO et al., 2004).

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

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

Quando juvenil em ambiente natural alimenta-se principalmente de insetos como coleópteros, hemípteras e dípteras e consomem também pequenos peixes. Quando adulto apresenta preferência alimentar piscívora (OLIVEIRA et al., 2005). Devido a essa característica, os primeiros esforços de criação de pirarucu em cativeiro foram por meio da utilização de peixes forrageiros como fonte de alimento (BARD e IMBIRIBA, 1986), porém, para produção intensiva essa estratégia não é a mais indicada (Cipriano, 2013), visto que os peixes não expressam o seu potencial zootécnico, resultando em longos períodos de engorda para atingirem o tamanho mínimo de abate aceito pelo mercado, que tem sido de 8 a 12 kg.

Apesar do pirarucu na natureza ter o hábito alimentar carnívoro, na piscicultura recebe rações comerciais nos tanques de engorda, na forma extrusada, para maior aproveitamento pelo peixe e proporcionar redução de custos (IMBIRIBA et al., 1996). O pirarucu tem a melhor taxa de crescimento entre as espécies de peixes amazônicos produzidas em piscicultura, de 10 a 15 kg por ano (PEREIRA-FILHO e ROUBACH, 2010). Após adaptação na fase de alevinagem o pirarucu aceita com facilidade ração comercial extrusada, mais ainda é preciso um estudo bem complexo das suas exigências nutricionais.

2.2 Cultivo do pirarucu em cativeiro

A piscicultura é composta por vários sistemas de criação, os mais utilizados são: sistemas extensivo, semi-intensivo, intensivo e superintensivo. Dando ênfase maior para o cultivo intensivo da criação de peixe, Nascimento (2010) relata que o sistema intensivo é planejado, escavados com máquinas e possuem declividade para facilitar o escoamento da água e despesca dos animais. Dependendo da disponibilidade e da qualidade da água pode-se estocar entre 1 a 10 peixes por metro quadrado. O fluxo de água é controlado para manter, no mínimo, o teor de oxigênio dissolvido (OD) de 8 ppm. Devido à restrição de espaço e alimento existe a necessidade de se fornecer ração balanceada.

O pirarucu pode ser criado também de forma semi-intensiva e intensiva, destacando-se na criação intensiva em virtude da respiração aérea. Esse mecanismo respiratório faz com que esta espécie possa tolerar altas densidades em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (BRAUNER e

VAL, 1996; CAVERO et al., 2004). Além desta característica, os juvenis de pirarucu ainda podem tolerar altas concentrações de amônia (CAVERO et al., 2004).

O sistema utilizado na pesquisa foi o intensivo do ponto de vista da infraestrutura, o parâmetro mais importante é a profundidade da água, pois em viveiros ou açudes rasos (< 2,0 m) há problemas graves com a alta turbidez da água (“água barrenta” ou excessivamente verde), onde os peixes reduzem ou até mesmo cessam o consumo de alimento e, conseqüentemente, o crescimento (SEBRAE, 2010).

Em condições naturais, amplas variações de temperatura são comuns durante o ano, principalmente, em regiões de clima subtropical e temperado, o que resulta em variação nas taxas alimentares a serem ofertadas. Além disso, o conhecimento de uma ótima taxa alimentar a uma determinada temperatura não só é importante para promover o maior crescimento e melhor eficiência na alimentação, mas também para prevenir a deterioração da qualidade da água como resultado do excesso de alimento (MIHELAKAKIS et al., 2002). Para que a criação intensiva de determinada espécie atinja o sucesso, existe a necessidade de se determinar as exigências nutricionais, assim como estratégias adequadas de manejo alimentar, que devem minimizar os custos de produção, o lançamento de efluentes e maximizar a produção (AZZAYADI et al., 2000).

A qualidade da água do ambiente de cultivo é de suma importância para o sucesso da aquicultura (BOYD & ZIMMERMAN, 2000; KUBITZA, 2003). A interação entre a água e os sedimentos do fundo das unidades de criação na piscicultura não deve ser ignorada, porque o manejo inadequado da água e dos sedimentos pode afetar a sobrevivência e o crescimento dos organismos aquáticos (QUEIROZ et al., 2004). O principal problema de eutrofização atribuído à aquicultura está relacionado à qualidade da água dos efluentes não tratados, ricos em matéria orgânica, os quais são, frequentemente, liberados diretamente nos corpos d’água.

2.3 Aspectos econômicos

A viabilidade econômica em um sistema de piscicultura intensiva depende em grande parte do custo da ração necessária para produzir 1,0 kg de peixe comercial (AZZAYADI et al., 2000). Partindo desse fator, a eficiência no manejo alimentar da espécie a ser cultivada refletirá nos custos da produção. De acordo com Barbosa et al. (2011), a taxa alimentar, que é a relação entre a quantidade de alimento a ser fornecida diariamente e o peso corporal do peixe, pode ter reflexo na eficiência da alimentação, no desperdício de alimento e, conseqüentemente, na razão custo-benefício da produção.

A avaliação econômica apresenta grande importância, pois é com base nas medidas de resultado econômico que se pode analisar os aspectos econômicos da empresa e avaliar a eficiência do administrador e do sistema produtivo. Conforme Hoffmann (1978), as medidas de resultado econômico indicam as relações entre as formas de administração, o montante dos recursos empregados e os resultados obtidos e, conseqüentemente, auxiliam no planejamento futuro da empresa.

3 JUSTIFICATIVA

O pirarucu é uma espécie que atualmente vem sendo muito valorizada no cenário nacional, espécie nativa da região norte do Brasil, que vem despertando interesse por parte dos produtores e pesquisadores. Apresenta diversas características atrativas para a criação em sistema de cultivo escavado como desenvolvimento acelerado, respiração aérea, alto rendimento de carcaça, e carne apreciada pelos consumidores.

No entanto, mesmo apresentando várias características positivas, a produção no Brasil ainda necessita ser valorizada, ressaltando a necessidade de novos estudos e pesquisas voltada as suas exigências nutricionais completas e balanceadas com a busca da geração de conhecimentos envolvendo a espécie cultivada.

Segundo McGoogan e Gatlin (2003), as rações que eram apenas desenvolvidas para maximizar o crescimento dos peixes, agora devem atender a outras necessidades, como a sustentabilidade ambiental das criações, o que pode ser atingido pela otimização do uso dos nutrientes nas dietas, utilizando, para isso, o adequado balanço entre a energia e a proteína. Conhecer a espécie que se pretende cultivar, seus comportamentos, hábitos alimentares é fundamental tanto para obter retorno econômico, como para descobrir as necessidades nutricionais.

Segundo Pezzato et al. (2001), com o aumento da intensificação do sistema de produção de peixes é importante ressaltar que, por serem animais confinados, o acesso por alimento natural é restrito dependendo única e exclusivamente de ração balanceada para suprir as exigências nutricionais. Para isso, é vital a elaboração de estratégias que visem melhorar a criação em condições intensivas proporcionando o desenvolvimento da espécie, para criação racional em grande escala.

O crescimento e a eficiência alimentar de determinada espécie são os fatores mais críticos, para que se possa determinar a viabilidade da produção em escala industrial (HUNG et al., 1989). Considerando que a taxa de arraçoamento influencia diretamente o crescimento e a eficiência alimentar da espécie, os estudos das necessidades nutricionais de peixes devem ser conduzidos na melhor taxa de

arraçoamento possível para evitar o mascaramento das necessidades dos nutrientes (TACON e COWEY, 1985).

A partir do momento que se tem a estimativa do peso dos animais, pode-se determinar a real taxa alimentar a ser fornecida para cada espécie. No entanto, a taxa alimentar pode estar variando em diversas situações, como a qualidade da água, temperatura da água, qualidade do alimento e principalmente a densidade de estocagem. Para a espécie aqui trabalhada é importante que esses fatores sejam monitorados constantemente, para que não haja problema com o cultivo, mesmo sendo uma espécie que tolera diversas variações na composição química e física da água.

O consumo de alimento de um indivíduo diminui proporcionalmente ao seu peso, à medida que este indivíduo cresce, sendo esta redução especialmente grande durante as fases iniciais de desenvolvimento, onde as taxas de crescimento diário são mais elevadas (BRETT, 1979). Então, sendo importante avaliar a quantidade de alimento necessário para o cultivo de qualquer espécie, desde o início larval até o momento do abate.

Para algumas espécies como o pirarucu, poucas são as informações existentes sobre a taxa de alimentação, a maioria dos trabalhos ressalvam a composição dos peixes carnívoros em geral, portanto a pesquisa aqui realizada será de grande valia e relevância para o conhecimento da espécie *Arapaima gigas*, principalmente voltada para o manejo em si, enfocando, na melhor eficiência de taxas alimentares.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho produtivo e econômico de pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivado em viveiro escavado, sob diferentes taxas de alimentação.

4.2 Objetivos específicos

Avaliar o ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar aparente do pirarucu cultivado em viveiro escavado, sob diferentes taxas de alimenta;

Monitorar os parâmetros limnológicos no sistema de cultivo de pirarucu em viveiro escavado, sob diferentes taxas de alimentação;

Avaliar o desenvolvimento corporal através de medidas biométricas de pirarucus cultivado em viveiro escavado, sob diferentes taxas de alimentação;

Verificar a viabilidade econômica do sistema de produção do pirarucu, nas diferentes taxas de alimentação.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O experimento foi desenvolvido na base de Piscicultura Carlos Eduardo Matiaze da Universidade Federal de Rondônia, Campus de Presidente Médici, no período de agosto de 2014 a maio de 2015. Foi utilizado um viveiro escavado medindo 750m², dividindo-se em 15 hapas de 48 m² e 1,5 m de profundidade apresentando volume de 72m³ (Figura 2), com tela galvanizada revestida de PVC, diâmetro de malha 2 x 2 cm, com boa renovação de água com vazão aproximada de 5 litros/s. As hapas foram dotadas de comedouros flutuantes de 1,5 m de aresta.

Figura 2 Início da construção das hapas realizando tratamento profilático (A) e hapas finalizadas com comedouros e sistema de renovação de água (B).



Fonte: Projeto Pirarucu/UNIR, 2014.

Foi realizado o tratamento asséptico com cal virgem 100 g/m², após cinco dias houve a renovação da água e adubação com adubo químico NPK 20-05-20, 7 g/m², sempre que necessário foi realizada a assepsia com (NaCl) sal comum.

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 gramas, mantidos em viveiro escavado recebendo ração comercial extrusada para peixes carnívoros com 45 % de proteína bruta (PB), armazenada em baldes hermeticamente fechados com tampas próprias para evitar a humidade e também a presença de insetos. Foram utilizados 96 juvenis de pirarucu com peso médio inicial de 1.612 gramas, sendo estocados na densidade de 6 peixes por hapa, considerando máxima produção por hapa de 1kg/m², os peixes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em cinco diferentes taxas de

arraçoamento e três repetições ou hapas, considerando-se os dados médios por hapa oriundos de 6 animais.

As taxas de arraçoamento foram reduzidas em função da taxa de crescimento dos peixes. Iniciou-se o ensaio experimental utilizando as taxas de arraçoamento de 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 % do peso corporal médio por hapa. Foi fornecido ração comercial extrusada com 40 % de PB e o ajuste do fornecimento de ração diário foi realizado seguindo a taxa de crescimento de 35 g.dia/peixe.

Aos 45 dias de experimento foi realizada a redução nas taxas de alimentação (TA) ofertadas, onde os tratamentos tornam-se sistemas de alimentação, passando-se a utilizar: S2,5-2,0; S3,0-2,5; S3,5-3,0; S4,0-3,5 e S4,5-4,0 % do peso corporal (PC) tornando-se sistemas de alimentação, com ração extrusada contendo 38 % de PB e fornecimento de ração diário ajustado seguindo taxa de crescimento de 30 g.dia/peixe, por um período de 70 dias. As composições das rações são descritas na Tabela 1, conforme recomendações do fabricante. Utilizou-se frequência alimentar de três vezes ao dia (08h00min, 12h00min e 17h00min).

Tabela 1 Níveis de garantia das diferentes rações comerciais para juvenis de pirarucu.

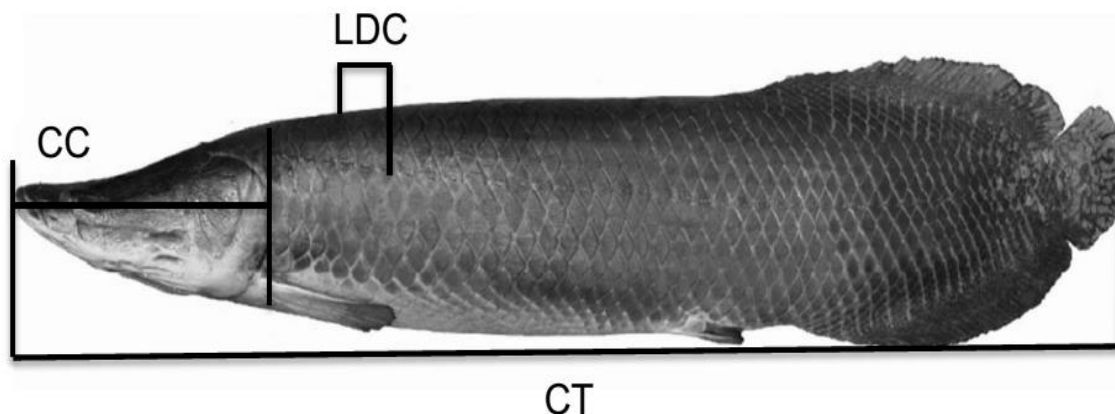
Item	Composição em g/kg		
	36	38	40
Matéria seca(g)	910	910	910
Proteína bruta (min.,g)	360	380	400
Matéria fibrosa (máx.,g)	95	95	95
Matéria mineral (max.,g)	150	150	150
Extrato etéreo (mim.,g)	80	80	80
Cálcio (max.,g)	55	35	35
Cálcio (min.,g)	20	25	20
Fósforo (min.,g)	10	10	15
Unidade (max.,g)	90	90	90

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Foram realizadas avaliações biométricas bimestrais mensurando-se comprimento cranial (extremidade cranial até a parte posterior ao opérculo); largura na região dorso-cranial; e comprimento total (extremidade cranial até o fim da nadadeira caudal), conforme figura 3. O comprimento total e o comprimento cranial foram medidos utilizando um ictiômetro e a largura dorso-cranial foram feitas utilizando-se paquímetro graduado em milímetros (mm).

Foi realizada a pesagem dos animais para obtenção da conversão alimentar aparente (CAA), calculada dividindo-se a quantidade de ração consumida (RC) pelo ganho de peso corporal (GP). O ganho médio diário foi calculado dividindo-se o GP pelo número de dias do experimento.

Figura 3 Mensuração das avaliações biométricas no pirarucu (*Arapaima gigas*): CC - Comprimento do Crânio; LDC - Largura Dorso Cranial; CT - Comprimento Total.



Fonte: Leopoldino, 2015

Foram realizadas as análises econômicas para verificar a viabilidade do cultivo desta espécie. Onde o ponto de equilíbrio ou nivelamento é definido como o volume de produção mínima ou preço de venda mínimo que a piscicultura necessita para que as receitas sejam iguais aos custos operacionais efetivos (COE) e, portanto, o mínimo que necessita ser produzido para não ocorra prejuízo, expresso em número quilos ou em valores monetários (R\$).

Equação – 1. Ponto de equilíbrio (PE):

$$PE(R\$) = COE = RB$$

$$\text{logo } \{COE = (1 + Tx \text{ dia})^t + CF\} - \{[RB = Pi * (1 + Tx \text{ dia})^t] * (P)\}$$

Onde:

PE = ponto de equilíbrio; COE = custo operacional efetivo; Tx = taxa 30 g; t = tempo 115 dias; CF = custo fixo; RB = receita bruta; PI = peso inicial e P = preço do kg do peixe.

O ponto de equilíbrio (PE) na piscicultura não é estático, varia de acordo com o tempo e o sistema de cultivo (LOPES, 2014), logo para o custo operacional efetivo o PE é igual à taxa diária de consumo de ração elevado ao tempo de cultivo, o mesmo acontece com a quantidade produzida, o peso inicial é multiplicado pela taxa diária de ganho peso elevado ao tempo, o resultado é multiplicado pelo valor de venda do quilo do peixe (P). Quando há possibilidade da receita superar o custo é possível determinar o lucro máximo aparente (Lx) de uma equação híbrida de receita líquida (RB-COE).

Os parâmetros limnológicos de condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram avaliados, quinzenalmente, através de sonda multiparâmetros (YSI Professional Plus), em dois períodos (manhã e tarde) e dois pontos distintos : um ponto na entrada de abastecimento do viveiro e o outro na drenagem .

As médias dos tratamentos foram analisadas por análise de variância e regressão, utilizando-se contrastes ortogonais para se verificar os possíveis efeitos linear, quadrático e cúbico, para as diferentes taxas de arraçoamento. Para os sistemas de arraçoamento utilizou-se o teste de Tukey, para realizar as comparações entre as médias dos tratamentos. Adotou-se $\alpha = 0,05$.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Parâmetros da qualidade da água

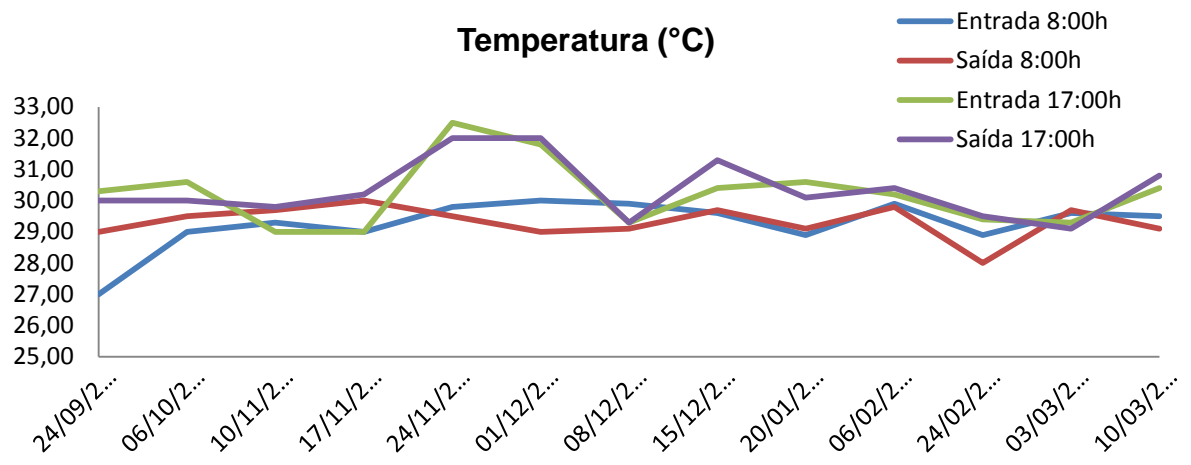
Monitorar os parâmetros da qualidade da água é de suma importância e determina o sucesso que o piscicultor pode obter. O monitoramento constante destes parâmetros proporciona aos peixes condições adequadas para maior crescimento, aumento na produtividade e na lucratividade do cultivo dos animais. Para isso é necessário o monitoramento da quantidade e qualidade da ração ofertada, a água de abastecimento, o controle da renovação, a presença constante do piscicultor no cultivo, favorecendo o monitoramento do comportamento, da saúde dentre outros aspectos associados ao bem estar do animal.

6.1.1 Variáveis físicas e químicas da água

Temperatura da água (°C)

Os resultados médios da temperatura nos dois períodos manhã e tarde e nos dois sistemas abastecimento e drenagem apresentaram valores semelhantes e dentro da fase esperada para o cultivo do pirarucu, sendo que a temperatura média foi de 29,2°C pela manhã e 30,2°C à tarde (Gráfico 1). Segundo Ono e Kehdi (2013), a faixa de temperatura ideal para a criação dessa espécie é entre 28 e 30°C, sendo que abaixo de 26 e acima de 32°C reduz-se o consumo de ração pelos peixes. A temperatura é parâmetro importante para a respiração, reprodução, alimentação e também controla a concentração máxima de oxigênio dissolvido na água, por isso não estando ideal para o cultivo pode provocar redução no consumo alimentar e estresse nos animais, favorecendo o aparecimento de doenças e parasitas.

Gráfico 1 Valores médios da temperatura da água no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.

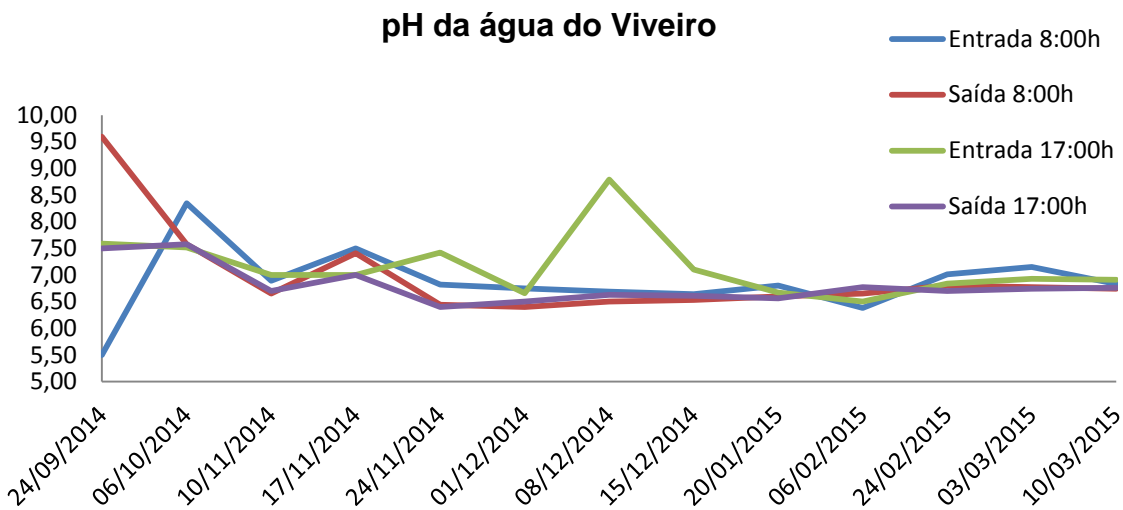


Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

pH (Potencial Hidrogeniônico)

O pH apresentou valor médio de 6,90 nos dois períodos (manhã e tarde) e nos dois sistemas (abastecimento e drenagem), como mostrado no gráfico 2. O pH, assim como o oxigênio dissolvido, estão diretamente relacionados com os valores da temperatura, aumentando a temperatura, o valor do pH diminui e vice e versa, (Gráfico 2). Neste estudo não houve alta amplitude térmica, fazendo com que os valores de pH mantivessem dentro da faixa recomendada para o cultivo de peixes. Como regra geral, valores de pH de 6,5 a 9,0 são mais adequados à produção de peixes (KUBITZA, 1998). Valores abaixo ou acima desta faixa podem prejudicar o crescimento e a reprodução e, em condições extremas, causar a morte dos peixes. Os valores de pH podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória das comunidades aquáticas, diminuindo em função do aumento na concentração de gás carbônico (CO₂) na água (KUBITZA, 1998).

Gráfico 2 Valores médios de pH no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.

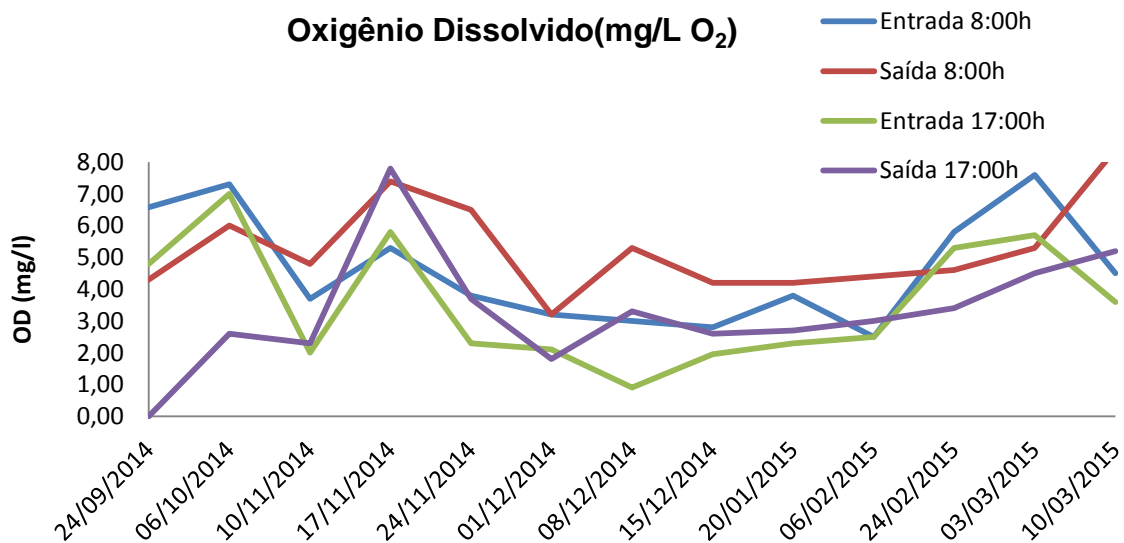


Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Oxigênio dissolvido (mg/L O₂)

O oxigênio dissolvido (mg/l) apresentou no período da manhã (drenagem e abastecimento) uma média de 4,9, já no período da tarde (drenagem e abastecimento) média de 3,4 (gráfico 3). O pirarucu por apresentar respiração aérea, parece não haver recomendação mínima de oxigênio dissolvido (ONO E KEHDI, 2013). Porém, ressalta-se que a presença de oxigênio na água é importante para a manutenção de todo o ecossistema aquático. Baldisserotto (2002) enfatiza que peixes de respiração aérea, dentre estes, o pirarucu, toleram águas com baixos níveis de oxigênio dissolvido, fato comum em ambientes lânticos da várzea amazônica (JUNK et al., 1983).

Gráfico 3 Valores médios de Oxigênio dissolvido no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.

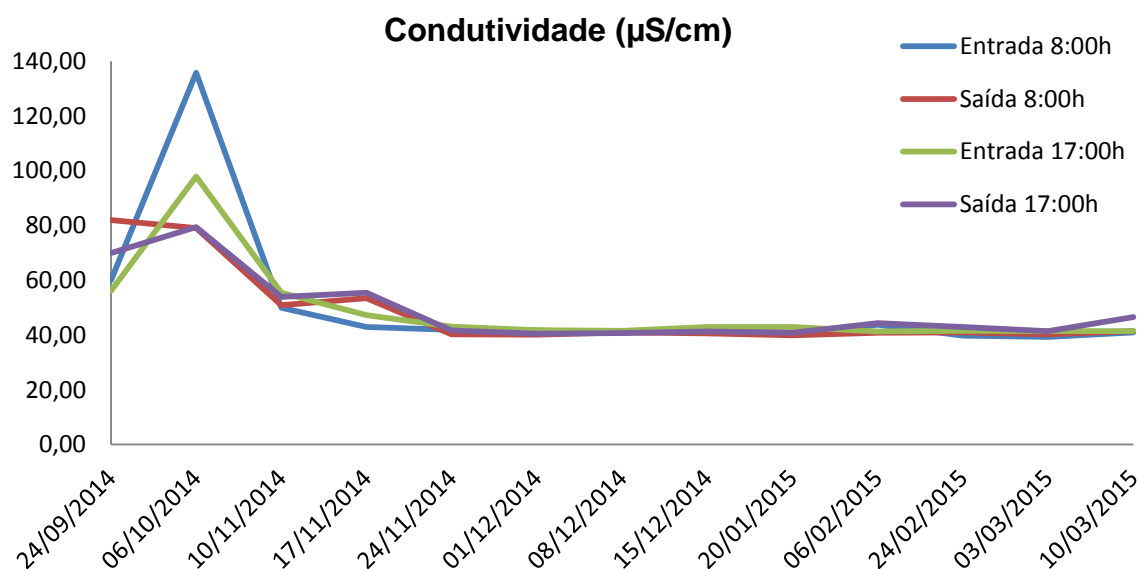


Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Condutividade ($\mu\text{S/cm}$)

A Condutividade ($\mu\text{S/cm}$) não diferenciou entre os sistemas ficando na faixa de 49 $\mu\text{S/cm}$ manhã e tarde, como mostrado no gráfico 4. Segundo Araújo (2012) a condutividade fornece importantes informações sobre o metabolismo do tanque, ajudando a detectar fontes poluidoras no sistema. Através da condutividade pode-se avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. Desta forma, valores altos indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indica acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos). Em viveiros de piscicultura, valores ao redor de 70 $\mu\text{S/cm}$ são adequados para a manutenção e produção de peixes.

Gráfico 4 Valores médios de condutividade no período da manhã e tarde nos sistemas de abastecimento e drenagem do viveiro, nos diferentes períodos de avaliação.



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

6.2 Desempenho zootécnico

O desempenho produtivo dos juvenis de Pirarucu foi influenciado pelas taxas e sistemas de arraçoamento ($P < 0,05$). Aos 45 dias de cultivo em ração contendo 40 % de proteína bruta (PB) apesar dos juvenis não apresentarem diferenças ($P > 0,05$) quanto ao peso final (PF), ganho de peso (GP) e ganho médio diário (GMD), houve

diferenças ($p < 0,05$) para o consumo de ração (CR) por peixe e para a conversão alimentar aparente (CAA) (Tabela 2).

O consumo por peixe e a conversão alimentar aparente (CAA) foram maiores quanto maior a quantidade de ração ofertada aos animais, com aumento no consumo de 10,63 g/peixe/dia e na CAA de 0,56 pontos percentuais por cada unidade acrescida na taxa de alimentação, respectivamente. Segundo Cruz et al. (2006) a conversão alimentar relaciona o consumo de ração e o ganho de peso, assim quanto, maior a conversão alimentar, maior o gasto com ração, sendo variável em função do sistema de produção adotado.

Tabela 2 Média das variáveis de desempenho, contrastes e coeficiente de variação em função de diferentes taxas de arraçoamento para juvenis de pirarucu.

Variáveis	Taxa de arraçoamento (%)						Contrastes ¹			CV (%)
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	Média	L	Q	C	
Peso corporal inicial (g)	1.597	1.612	1.619	1.629	1.601	1.612	-	-	-	-
Peso corporal final (g)	2.936	2.864	2.849	2.912	2.697	2.850	ns	ns	ns	5,93
Ganho de peso (g/dia)	1.338	1.251	1.230	1.272	1.096	1.238	ns	ns	ns	13,45
Ganho médio diário (g)	29,7	27,8	27,3	28,3	24,4	27,5	ns	ns	ns	13,41
Consumo/peixe/dia (g)	56,6	64,7	65,3	73,9	78,6	67,81	0,0001	ns	ns	1,28
Conversão alimentar aparente	1,93	2,33	2,40	2,63	3,23	2,51	0,0004	ns	ns	12,27
Taxa de arraçoamento real (%) ¹	2,50	2,89	2,93	3,27	3,66	3,05	-	-	-	-

¹ L = linear, Q = quadrático e C = cúbico. P < 0,05. ² em relação a % do peso vivo. Consumo por Peixe/dia (g) = 30.52667 + 10.65333.TA (R²: 92,3); Conversão Alimentar Aparente = 0.47667 + 0.58 TA (R²: 95,0).

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Os juvenis de pirarucu que receberam ração na taxa de arraçoamento de 2,5 % apresentaram CAA de 1,93, passando de 1,5 para 2,9 kg em 45 dias (Tabela 2). Cavero et. al. (2003) testaram diferentes densidades de estocagem com o pirarucu em taques - rede com peso médio inicial de 10 gramas e conseguiram conversões alimentares abaixo de 1,0, utilizando rações comerciais extrusadas com aproximadamente 45% de proteína bruta, em um período de criação de 140 dias.

Scorvo Filho et. al. (2004) trabalhando com a mesma espécie em um período de criação de 16 meses e peso inicial de 134 gramas, obtiveram valores de 2,64 para a CAA. Os valores encontrados de conversão alimentar por esses autores, corroboram com os resultados obtidos neste experimento para o cultivo desta espécie.

Após a redução nas taxas de arraçoamento, os tratamentos foram considerados em sistemas de arraçoamento referente aos 115 dias de cultivo (Tabela 3), onde os animais ganharam em média 2,70 kg, ou seja, no período de 115 dias o peso corporal final, ganho de peso e o ganho médio diário dos peixes não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas de arraçoamento ($P > 0,05$). O consumo por peixe dia e a conversão alimentar aparente diferiram entre os sistemas ($P < 0,05$) destacando-se os menores consumos para as menores taxas e CAA diferente entre a menor e a maior taxa alimentar (Tabela 3).

Tabela 3 Média das variáveis de desempenho e coeficiente de variação em função dos sistemas de arraçoamento para juvenis de pirarucu.

Variáveis	Sistemas de arraçoamento					Média Geral	CV (%) ¹
	S2,5-2,0 %	S3,0-2,5 %	S3,5-3,0 %	S4,0-3,5 %	S4,5-4,0 %		
Peso corporal inicial (g)	1.597	1.612	1.619	1.629	1.601	1.612	-
Peso corporal 115 dias (g)	4.199	4.231	4.247	4.493	4.456	4.313	6,79
Ganho de peso (g)	2.602	2.618	2.628	2.854	2.855	2.701	10,66
Ganho médio diário (g/dia)	22,63	22,77	22,87	24,80	24,83	23,49	10,66
Consumo/peixe/dia (g) ²	60,13 c	66,53 bc	71,63 b	81,05 a	89,10 a	73,16	4,01
Conversão alimentar aparente ²	2,70 b	2,94 ab	3,15 ab	3,28 ab	3,61 a	3,12	10,86
Taxa de arraçoamento real (%)	2,10	2,27	2,43	2,65	2,97	2,47	-

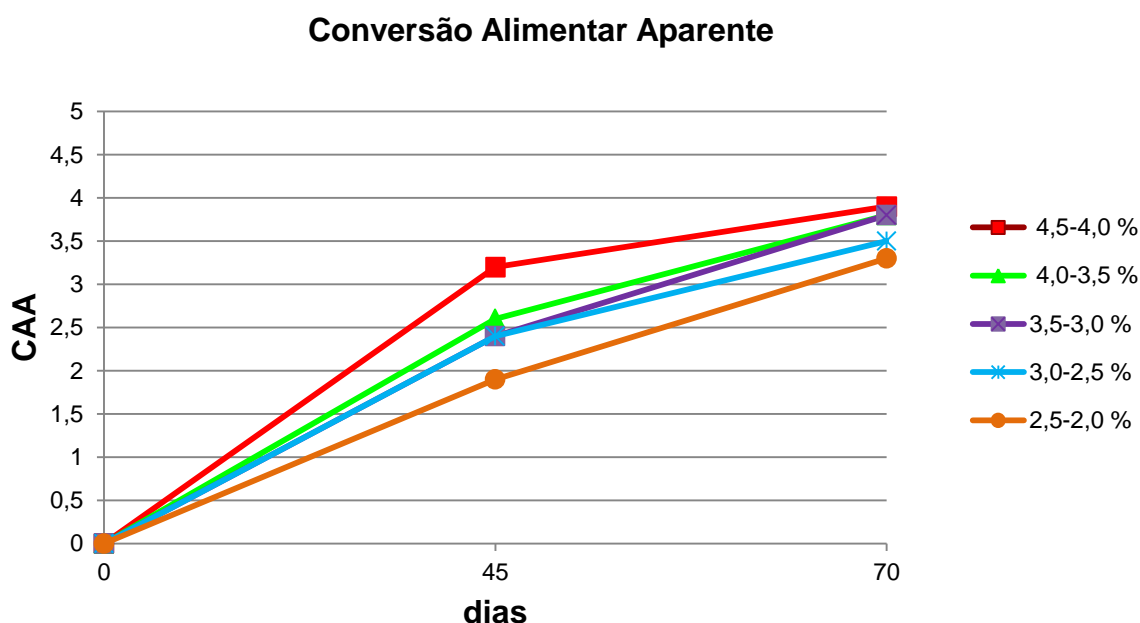
¹ CV =Coeficiente de variação. ²Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância de 5,0%.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A conversão alimentar para as taxas de S2,5-2,0; S3,0-2,5 e S3,5-3,0 não diferiram entre si ($P>0,05$). No entanto, as taxas do sistema S2,5-2,0 a conversão alimentar foi de 2,70 e para a taxa de S4,5-4,0 % ficou com 3,61 (Gráfico 5). Oliveira, et al. (2013), trabalhando com pirarucus de 1.550 gramas em gaiolas, durante um período de 210 dias obtiveram taxas de conversão alimentar de 4,32 e 2,82 para os peixes alimentados com 3 % e 2 % de peso corporal/dia, respectivamente, indicando que o pirarucu alimentado com 2 % peso/dia apresentaram os melhores índices zootécnicos.

Entretanto, para o produtor que pretende investir na piscicultura é preferível utilizar em seu cultivo menores taxas de alimentação com rações de melhor qualidade, pois além de ter um consumo baixo em termos de insumos (ração), se tornando também economicamente rentável. No entanto, a literatura ainda é muito escassa, necessitando ainda de muitos estudos e pesquisas sobre a espécie.

Gráfico 5 Conversão alimentar aparente em diferentes taxas de alimentação em função do tempo de cultivo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

6.3 Análise econômica

A análise econômica calculada com base no desempenho produtivo dos animais nos sistemas de alimentação mostrou que o sistema de alimentação de S2,5-2,0 % apresentou o menor valor de R\$ 32,98 em termo de COE, comparada com a taxa do sistema S4,5-4,0 % que apresentou valor maior de R\$ 41,59 para o COE (tabela 4). Já a receita líquida apresentou resultado maior no sistema de taxas de S2,5-2,0 % com valor de R\$ 4,81. Pode-se verificar que a viabilidade dos sistemas decresce à medida que vai aumentando as taxas de arraçamento, apresentando-se negativa no valor de –R\$ 1,49 para as taxas de S4,5-4,0 %.

Tabela 4 Variáveis econômicas de acordo com os sistemas de arraçamento.

Variáveis econômicas	Sistema de arraçamento (% ¹)				
	S2,5-2,0	S3,0-2,5	S3,5-3,0	S4,0-3,5	S4,5-4,0
Custo do Juvenil de pirarucu (R\$)	14,54	14,54	14,54	14,54	14,54
Custo da ração consumida (R\$)	18,4	20,2	21,7	24,6	27,1
Custo Operacional Efetivo (COE) (R\$)	32,98	34,74	36,27	39,11	41,59
Receita Bruta (R\$)	37,79	38,08	38,22	40,44	40,10
Receita Líquida (R\$)	4,81	3,34	1,95	1,33	-R\$ 1,49

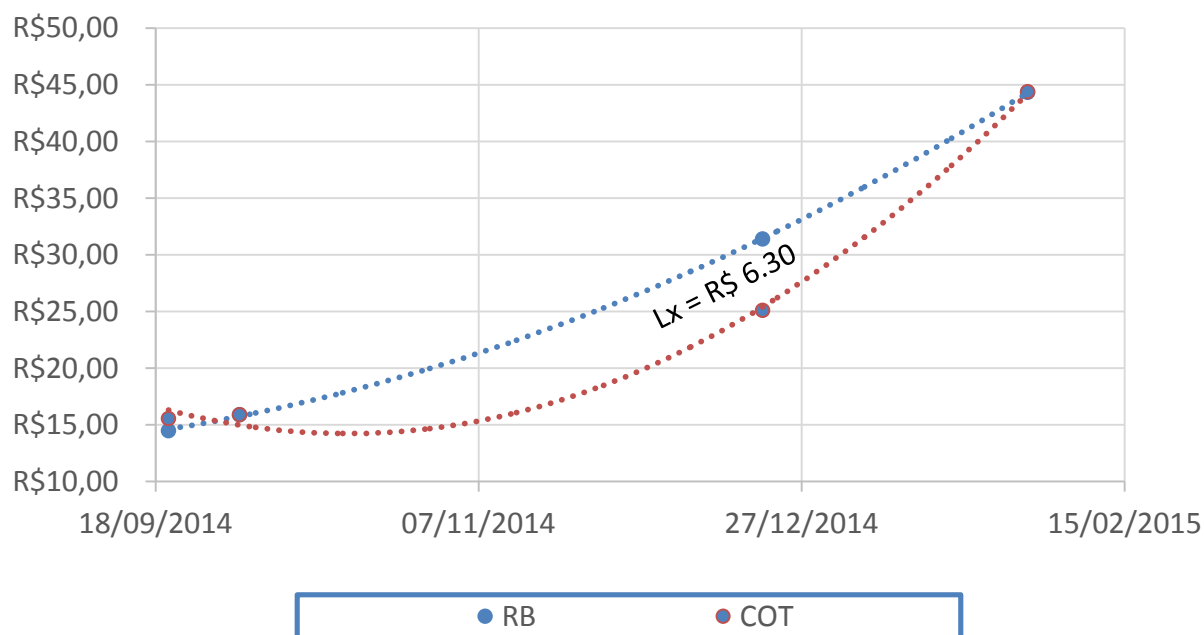
Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Lopes (2014) avaliou sistemas de alimentação proteicos em 100 dias de estocagem a taxa de arraçamento de 5 % PC e observou que 51 % do custo operacional total correspondeu a ração e 49 % ao alevino. Na presente pesquisa avaliando-se taxas alimentares o COE apresentou proporção de 44% ao custo do animal (juvenil de pirarucu de R\$ 14,54) e 56 % ao custo advindo da ração consumida no sistema de menor TA (S2,5 – 2,0 % do PC). Pode-se notar que o aumento da taxa de arraçamento tende a aumentar os percentuais de custo da ração.

O ponto de equilíbrio para atividade aquícola necessita que a quantidade de animais vendidos, seja suficiente para cobrir o valor gasto durante o cultivo destes, sendo a taxa de alimentação um fator que impacta diretamente na quantidade de ração utilizada e, conseqüentemente, no custo com a alimentação.

Em ambos os sistemas de taxa de arraçoamento as despesas iniciais foram iguais tanto para adquirir os juvenis de pirarucu quanto para as rações. À medida que é definido as taxas alimentares e realizada a distribuição dos animais, o sistema de arraçoamento de S2,0 – 2,5 % foram o único que respondeu ser viável, após 11 dias do início de estocagem a receita bruta cobriu o custo operacional total, permanecendo positivo até 120 dias de cultivo, quando o lucro máximo neste sistema e período foi de R\$ 6,30, entretanto, após os 81 dias de cultivo ocorreu o nivelamento entre o custo e a receita, indicando que o sistema adotado torna-se inviável após 120 dias de estocagem (Figura 4), ou seja, o cultivo volta novamente a atingir o ponto de equilíbrio, onde a receita igualou-se ao custo operacional, o que pode sugerir um ajuste na taxa de alimentação.

Figura 4 Ponto de equilíbrio, no sistema de taxas 2,0 – 2,5 % do peso corporal representa os pontos de intersecção da receita bruta / custo operacional total / receita bruta, lucro máximo aparente (Lx).



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

7 CONCLUSÃO

O sistema de alimentação com taxas de arraçoamento de S2,5-2,0% proporciona melhor desempenho econômico para juvenis de Pirarucu de 1,61 a 4,31 kg em função da melhor conversão alimentar.

Definir uma menor taxa de arraçoamento que proporcione máximo potencial de desempenho é importante para reduzir o impacto ambiental e econômico negativos nos sistemas de produção de espécies carnívoras.

Sugerem-se estudos com taxas de arraçoamento ainda menores com rações mais protéicas ao longo do ciclo de cultivo a fim de se viabilizar o sistema de cultivo do pirarucu.

REFERÊNCIAS

ARANTES, C. C. **Ecologia do pirarucu** (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) **na várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Zoologia Aplicada), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – Bahia, 2009.

ARAÚJO, C. B. Cuidados na qualidade da água para produção de tambaqui no estado do Amapá. Centro de pesquisas aquáticas CPAq/ IEPA. **IV Seminário de Aquicultura do Estado do Amapá**, 2012.

ASSOCIACAO CULTURAL E EDUCACIONAL BRASIL – ACEB. **Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura**. v.1, p.136, 2014. Editorial.

AYALA, C. L. **Manual de piscicultura del paiche** (*Arapaima gigas* Cuvier, 1817). Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria pro Tempore. Caracas, Venezuela, 1999.

AZZAYADI, M. et al. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding condition under winter condition on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*L.). **Aquaculture**, v. 182, n. 3, p. 329-338, 2000.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212p.

BARBOSA, M. C., NEVES, F. F., CERQUEIRA, V. R. Taxa alimentar no desempenho de juvenis de robalo-peva em tanque-rede. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences Maringá, v. 33, n. 4, p. 369-372, 2011.

BARD, J.; IMBIRIBA, E. P. **Piscicultura pirarucu**, *Arapaima gigas*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. 17p. (Circular Técnica, 52).

BOYD, C.E. & ZIRMMERMANN, S. Grow-out systems: Water quality and soil. Management. In: New, M.B & Valenti, W.C. Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. **Blackwell Science**, Oxford. P.221-434, 2000.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**, 2011. Brasília: MPA, 2011. 60p.

BRAUNER, C. J.; VAL, A. L. **The interaction between O₂ and CO₂ exchange in the obligate air breather, *Arapaima gigas*, and the facultative air breather, *Lipossarcus pardalis*.** 1996.

BRETT, J. R. Physiological energetics. In: HOAR, W. S. et al. **Fish physiology. Environmental factors and growth.** New York: Academic, 1979. V.8, cap.10, 599-675p.

CAVERO, B. A. S. et al. Tolerance of pirarucu the increased concentration of ammonia in confined environment. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 513 - 516, maio. 2004.

CAVERO, B. A. S. et al. Stock density effect in growing homogeneity of young pirarucu in captivity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107, jan. 2003.

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.

CRUZ, A. G. et al. **Densidade x custo de ração: piscicultura.** Palmas: Seagro-To / Unitins, 2006. 13p. (Seagro Boletim Técnico,3) .

FIÚZA, L. S. et al. Effects of salinity on the growth, survival, hematological parameters and osmoregulation of tambaqui *Colossoma macropomum* juveniles. **Aquaculture Research**, p. 1-9, 2013.

FONTENELE, O. Contribution to the knowledge of the biology of pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) in captivity (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 445-459, dez. 1948.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. J. G. The Smithsonian atlas of the Amazon. Washington, DC: **Smithsonian Institution Press**. 2003.

GUERREIRO, L. R. **Custos de produção, análise econômica e gerencial em unidade de produção de alevinos de peixes reofílicos: estudo de caso em Rondônia.** Dissertação (Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre –RS, 2012.

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

HOFFMANN, R. et al. **Administração da Empresa Agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1978.

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.

HUNG, S. S. O. et al. Growth and feed efficiency of White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feeding rates. **Aquaculture**, v.80, p.147-153, 1989.

IMBIRIBA E. P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica** 31, p. 299-316, 2001.

IMBIRIBA, E. P. et al. **Criação de pirarucu**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Belém: EMBRAPA - CPATU, 1996. 93 p. Coleção Criar, 002.

ITUASSÚ, D. R. **Protein requirements of young pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829)**. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 38f, 2002.

JUNK, W. J.; SOARES, G. M.; CARVALHO, F. M. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (lago Camaleão) with special reference to extreme oxygen conditions. **Amazoniana**, n.7, p.397-431, 1983.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí, SP. 229p, 2003.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - PARTE I. **Panorama da Aquicultura**, Janeiro/fevereiro, 1998.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L. L. Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juveniles fishes. **Review Fisheries Science**, v. 7, n. 1, p. 1-22, 1999.

LOPES, F. S. do C. (2014). Viabilidade econômica dos sistemas de produção de Pirarucu em diferentes níveis de proteína e pesos de abate. Fundação Universidade Federal de Rondonia. *Anais de PIBIC*, Porto Velho - RO.

LÜLING, K. H. The biology and ecology of *Arapaima gigas* (Pisces. Osteoglossidae). **Zoologie 'Morph, Ökol**, v. 54, p. 436-530, 1964.

MCGOOGAN, B. B.; GATLIN, D. M. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum, *Sciaenops ocellatus*. II. Effects of energy level and nutrient density at various feeding rates. **Aquaculture**, v. 182, p. 271-285, 2003.

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. Optimization of feeding rate of hatchery- produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 2, p. 169-175, 2002.

MONTEIRO, L. B. B. et al. **Aspectos Reprodutivos e Perfil Hormonal dos Esteróides Sexuais do Pirarucu, *Arapaima gigas* (SCHINZ,1822), em Condições de Cativeiro**. VOL. 40 (3) 2010: 435 – 450.

NASCIMENTO, FLÁVIO LIMA. Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal [recurso eletrônico] / Flávio Lima Nascimento, Márcia Divina de Oliveira. - **Dados eletrônicos**. – Corumbá : Embrapa Pantanal, 2010. 28 p.

NEVES, A. M. B. Conhecimento atual sobre o pirarucu, *Arapaima gigas*. In: recursos pesqueiros do médio amazonas: biologia e estatística pesqueira. **Coleção Meio Ambiente**. Série Estudos Pesca, n. 22. Brasília: Edições IBAMA, p.89 - 113. 2000.

NÚÑEZ J. Domestication de nouvelles espèces d'intérêt aquacole em Amazonie. **Cahiers Agriculture** 18, p. 136-143, 2009.

NÚÑEZ, J. et al. Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas*(Schinz), in the region of Iquitos, Perú. **Aquaculture Research** 42, p. 815-822, 2011.

OLIVEIRA et al. Preliminary Studies on the Optimum Feeding Rate for Pirarucu *Arapaima gigas*, Juveniles Reared in Floating Cages, **International Journal of Aquaculture**, Vol.3, No.25 p. 147-151, 2013.

OLIVEIRA, E. G. et al. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. **Aquaculture**, n. 370-371: p.96-101, 2012.

OLIVEIRA, V.; POLETO, S; VENERE, P.C. Feeding of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*, Arapaimidae) in their natural environment, lago Quatro Bocas, Araguiana – MT, Brazil. **Neotropical Ichthyology** 3(2), p. 312-314, 2005.

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, E.; KEHDI, J. **Manual de boas práticas de produção do pirarucu em cativeiro**, SEBRAE, Brasília, 2013. 46p. 1ª edição.

PEREIRA-FILHO M. et al. Cultivo do pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. **Acta Amazônica** 33, p. 715-718, 2003.

PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.. Pirarucu (*Arapaima gigas*). In B. BALDISSEROTTO e L. C. GOMES. **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. 2. ed. Rio Grande do Sul (Santa Maria), Editora UFSM, p. 26-56, 2010.

PEZZATO, L. E.; CASTAGNOLLI, N.; ROSSI, F. **Nutrição de alimentação de peixes**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2001.

QUEIROZ, J. F. et al. Lime application methods, water and bottom soil acidity in fresh water fish ponds. **Scientia Agricola**. (Piracicaba, Braz.), v.61(5): p. 469-475, 2004.

REBAZA M.; REBAZA C.; DEZA S. Densidad de siembra para cultivos de Paiche en jaulas flotantes. **Aquavisión** v. 6, p. 26-27, 2010.

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

SAINT-PAUL U. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. **Aquaculture**, v. 54: p. 205-240, 1986.

SANTOS, G. M. dos. et al. Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí. Brasília: **Eletronorte**, p.216, 2004.

SCORVO FILHO, J. D. et al. Criação de *Arapaima gigas* (teleostei osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água, no estado de são paulo. **Boletim Instatístico de Pesca**, São Paulo, 30(2): 161 - 170, 2004.

SEBRAE. Aquicultura e pesca: tilápias. **Estudos de mercado Sebrae / ESPM**, p. 161, 2008.

SEBRAE. Manual de boas práticas de Produção e cultivo do pirarucu em cativeiro. **Projeto estruturante do pirarucu da Amazônia**. Porto Velho, p. 11, 2010.

SILVA, L. L. et al. Essential oil of *Ocimum gratissimum*L.: Anesthetic effects, mechanism of action and tolerance in silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture** 350-353, 91-97, 2012.

SOARES, M.C.F., NORONHA, E.A.P. 2007. Pirarucu, *Arapaima gigas*: Uma revisão bibliográfica visando à aquicultura sustentável In: *Anais do 1º Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce*, Dourados-MS, 2007.

TACON, A. G. J., COWEY, B. C. Protein and amino acid requirements. In: TYLER, P.; CALOW, P. (Ed.). *Fish energetics: new perspectives*. Baltimore: **The Johns Hopkins University**, 1985. p. 155-183.

VENTURIERI, R., BERNARDINO, G. Pirarucu. Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, mai./jun., p. 13 – 21,1999.

APENDICES - INFRAESTRUTURA E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Estrutura completa com os comedouros do viveiro utilizado para o experimento.



Exemplares de pirarucu sendo selecionado na fazenda Boa Esperança para o início do cultivo .



Armazenagem das rações em baldes hermeticamente fechado.



Mensuração do comprimento total do pirarucu.



Mensuração da largura na região dorso-cranial.



Exemplar de pirarucu adulto.



Equipe toda do projeto.

