

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**TAXA DE ALIMENTAÇÃO PARA JUVENIS DE PIRAPITINGA
CRIADOS EM HAPAS**

Idayana Zarpellon

Orientador: Prof. Dr. Emmanuel Arnhold

GOIÂNIA

2015

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Idayana Zarpellon		
E-mail:	idazar-pel@hotmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não			
Vínculo empregatício do autor			
Agência de fomento:		Sigla:	
País:	UF:	CNPJ:	
Título:	Taxa de alimentação para juvenis de pirapitinga criados em hapas		
Palavras-chave:	Altura de vilos, biomassa, bioquímica sanguínea, desempenho produtivo, histomorfometria, <i>Piaractus brachypomus</i> .		
Título em outra língua:	Feeding rate of youth for pirapitinga created in hapas		
Palavras-chave em outra língua:	Biomass, blood biochemistry, histomorphometry, <i>Piaractus brachypomus</i> , productive performance, villi height.		
Área de concentração:	Produção animal		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	19/10/2015		
Programa de Pós-Graduação:	Zootecnia		
Orientador (a):	Emmanuel Arnhold		
E-mail:	emmanuelarnhold@yahoo.com.br		
Co-orientador	Fernanda Gomes de Paula		
E-mail:	ferdepaulazootec@yahoo.com.br		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Idayana Zarpellon
Assinatura do (a) autor (a)

Data: 15 / 12 / 2015

Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

IDAYANA ZARPELLON

**TAXA DE ALIMENTAÇÃO PARA JUVENIS DE PIRAPITINGA
CRIADOS EM HAPAS**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em Zootecnia junto a Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

Área de Concentração:

Produção animal

Orientador:

Prof. Dr. Emmanuel Arnhold – EVZ/UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini –
EVZ/UFG

Profa. Dra. Fernanda Gomes de Paula –
EVZ/UFG

GOIÂNIA

2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Zarpellon, Idayana

Taxa de alimentação para juvenis de pirapitinga criados em hapas
[manuscrito] / Idayana Zarpellon. - 2015.
xi, 62 f.: il.

Orientador: Prof. Emmanuel Arnhold; co-orientador Fernanda
Gomes de Paula ; co-orientador José Henrique Stringhini .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ) , Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2015.
Bibliografia. Anexos.

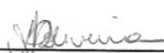
1. Altura de vilos,. 2. bioquímica sanguínea. 3. desempenho
produtivo. 4. histomorfometria. 5. *Piaractus brachipomus*. I. Arnhold,
Emmanuel , orient. II. Gomes de Paula , Fernanda, co-orient. III. Título.

IDAYANA ZARPELLON

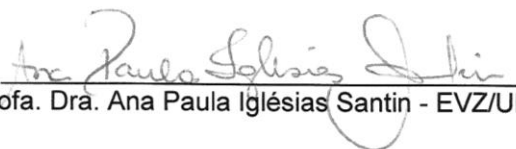
Dissertação defendida e aprovada em **19/10/2015**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Profa. Dra. Fernanda Gomes de Paula - EVZ/UFG em substituição
ao Orientador Prof. Dr. Emmanuel Arnhold
Orientador (a)



Profa. Dra. Raquel Priscila de Castro Oliveira - UEG



Profa. Dra. Ana Paula Iglésias Santin - EVZ/UFG

Dedico esse trabalho as pessoas mais importantes e mais presentes em minha vida.

A minha família, pais e irmãos, que são os responsáveis por quem eu sou e onde cheguei.

Minha mãe, Edviges.

Meu pai, Saul Nelson (*in memoriam*).

Meu grande amor, meu esposo Rafael, por todo amor, incentivo e companheirismo.

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, sem Ele, nem tentaria. Agradeço pelas pessoas que colocou em meu caminho e pelos caminhos que Ele me conduziu.

Aos meus pais, Edviges e Saul Nelson (*in memorian*) pelo amor, bons princípios, e caráter.

Aos meus irmãos, que muitas vezes tiveram papel de pais em minha vida. Em especial minha irmã Regina, a quem admiro, que dedicou muito do seu tempo a me educar, amar e zelar.

Ao meu amor, Rafael, tão compreensivo nessa fase de minha vida, por ser um esposo atencioso, amoroso, companheiro, que me incentiva a crescer e por acreditar que posso mais. Obrigada por entender esse momento e aguentar todos os estresses gerados.

Aos meus orientadores e co orientadores, Prof. Dr. Emmanuel Arnould e Prof. Dr. José Henrique Stringhini que sempre estiveram à disposição quando precisei.

A prof. Dra. Fernanda pela orientação, suporte, apoio, bons conselhos, por suas correções e incentivos. Pela confiança e boa parceria que fizemos.

A minha banca, Dra. Raquel Priscila De Castro Oliveira, Dra. Ana Paula Iglesias Santin e Dra. Fernanda Gomes de Paula, pela disponibilidade e toda contribuição ao meu trabalho.

A professora Dra. Ana Paula Iglesias Santin, pelo apoio nas análises de histologia e por sua colaboração.

Aos amigos que fiz na pós-graduação, Cristille Souto, Marta Moi, Maryelle Durães, Adesvaldo Jr., Renan Souza, Pedro Resende, Juliana Machado, Graciela Pessoa, pela colaboração no experimento e momentos de muitas risadas! Agradeço também pelo apoio intelectual prestado.

Aos alunos: Caniggia Lacerda, Anderson Pires, Fabrício Sado, André Luíz, Wellington Junior, Eliene de Abreu, Rafael Martins, Aryádiny Gomes, Jordana Ribeiro, Anderson Rauber.

Aos funcionários do laboratório de nutrição animal LANA-DPA/EVZ/UFG, pelo apoio nas análises laboratoriais. Marcelo e Hideraldo Costa (Setor de Piscicultura), Helton Oliveira (laboratório Hospital Veterinário) Antônio (Laboratório de Histologia).

Aos docentes e funcionários do curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

A FAPEG pela concessão da bolsa.

**“Por tudo que tens feito
Por tudo que vais fazer
Por tuas promessas e tudo que és
Eu quero te agradecer
Com todo meu ser.
Te agradeço meu Senhor”**

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELA.....	ix
RESUMO GERAL	x
ABSTRACT	xi
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.1. Pirapitinga.....	3
1.2. Tanque escavado.....	4
1.3. Taxa de alimentação	5
1.4. Qualidade da água	7
1.5. Desempenho zootécnico e composição da carcaça	9
1.6. Bioquímica sanguínea.....	10
1.7. Histomorfometria do intestino.....	12
1.8. Avaliação econômica.....	13
Referências	15
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARÇAÇA E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PIRAPITINGA SUBMETIDA A DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO EM TANQUES NA FASE DE RECRIA	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
1. Introdução.....	24
2. Material e Métodos.....	25
2.1. Local e animais.....	25
2.2.Delineamento experimental.....	25
2.3. Manejo alimentar.....	26
2.4. Monitoramento da qualidade da água.....	26
2.5. Desempenho zootécnico	27
2.6. Composição química da carcaça.....	27
2.7. Avaliação econômica.....	27
2.8. Análise estatística	29
3. Resultados e discussão	29
3.1. Qualidade da água	29
3.2. Desempenho produtivo.....	31
3.3. Extrato etéreo.....	35

3.4. Avaliação econômica.....	36
4. Conclusão	38
Referências	39
CAPÍTULO 3 - BIOQUÍMICA SANGUÍNEA, ÍNDICES BIOMÉTRICOS E HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DE PIRAPITINGA SUBMETIDA A DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO NA FASE DE RECRIA.....	44
RESUMO	44
ABSTRACT	45
1. Introdução.....	46
2. Materiais e Métodos	47
2.1. Local e animais.....	47
2.2. Delineamento experimental.....	48
2.3. Manejo alimentar.....	48
2.4. Bioquímica sanguínea (glicose, triglicérides, colesterol e proteína)	48
2.5. Histomorfometria do intestino.....	49
2.6. Análise estatística	50
3. Resultados e discussão	50
3.1. Histomorfometria	50
3.2. Bioquímica sanguínea.....	52
4. Conclusão	54
Referências	55
CAPITULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
ANEXOS.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Posicionamento das hapas em tanque escavado.....	26
FIGURA 2 -	Peso médio de pirapitinga submetidas a diferentes taxas de alimentação criadas em tanques escavados durante a recria.....	33
FIGURA 3 -	Ganho de peso individual de pirapitingas alimentadas com diferentes taxas de alimentação em tanque escavado durante a recria.....	34
FIGURA 4 -	Posicionamento das hapas em tanque escavado.....	47
FIGURA 5 -	Vilosidades da porção mediana do intestino de pirapitingas submetidas à taxa de alimentação de 2,1% da biomassa ao dia em tanques escavados	60
FIGURA 6 -	Porção mediana do intestino de pirapitingas submetidas à diferentes taxas de alimentação em tanque escavado durante a recria	51
FIGURA 7 -	Vilosidades da porção posterior do intestino de pirapitingas submetidas à taxa de alimentação 0,7% da biomassa ao dia.....	60
FIGURA 8 -	Vilosidades da porção anterior do intestino de pirapitingas submetidas à taxa de alimentação de 2,8% da biomassa ao dia.....	61
FIGURA 9 -	Exemplar de pirapitinga ((<i>Piaractus brachypomus</i>) ao final do experimento.....	61

LISTA DE TABELA

TABELA 1 -	Médias de oxigênio dissolvido (OD), pH, amônia total ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$), amônia não ionizada (NH_3) nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) na água da criação da pirapitinga submetida a diferentes taxas de alimentação na fase de recria em tanques escavados.....	29
TABELA 2 -	Médias da taxa de sobrevivência (TS), peso final (PF), biomassa final (BF), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração específico (CRE), conversão alimentar efetiva (CAE), consumo de ração individual (CRI) da pirapitinga submetida a diferentes taxas de alimentação na recria em tanque escavados.....	32
TABELA 3 -	Média do extrato etéreo da carcaça da pirapitinga submetida a diferentes taxas de alimentação na fase de recria em tanque escavado.....	36
TABELA 4 -	Dados médios da biomassa total dos peixes (BT), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC) obtidos com pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação, criadas em tanque escavado, durante a recria.....	37
TABELA 5 -	Médias da altura de vilosidades de intestino anterior (IA), médio (IM) e posterior (IP) de pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação em tanque escavados durante a recria.....	51
TABELA 6 -	Valores médios de glicose (mg/dl), triglicerídeos (mg/dl), colesterol (mg/dl) e proteína total sérica (mg/dl) de pirapitingas submetidas a diferentes níveis de arraçoamento durante a recria em tanque escavado.....	52

RESUMO GERAL

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar o efeito de diferentes taxas de alimentação sobre o desempenho zootécnico, avaliação econômica, características morfométricas e bioquímica sanguínea da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) em tanques escavados durante a recria. O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG no período de fevereiro a abril, com duração de 60 dias. Foram utilizados 100 juvenis de pirapitinga com peso médio de $328,81 \pm 25,55$ gramas, distribuídos aleatoriamente em 20 hapas 1 m^3 instaladas em tanque escavado de 200 m^2 na densidade de 05 juvenis/ m^3 . O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, T1- 0,7% da biomassa; T2- 1,4% da biomassa; T3- 2,1% da biomassa; T4- 2,8% da biomassa; T5- 3,5% da biomassa; com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 32%PB e granulometria de 2-4 mm, duas vezes ao dia, às 9h e 17 h. O fornecimento de ração foi realizado com base na porcentagem da biomassa, por isso, foram realizadas biometrias quinzenais do início ao final do experimento. Foram analisadas as variáveis de desempenho produtivo; avaliação econômica; composição química da carcaça; bioquímica sanguínea e histomorfometria de intestino: altura de vilos. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial e de variância, e, em caso de diferença estatística, ao teste de comparação de média SNK (5%). O peso final e ganho de peso individual, apresentaram relação quadrática, em função do aumento do nível de arraçoamento e seus pontos de máxima foram verificados com as taxas de alimentação de 2,77% e 2,78%, da biomassa ao dia, respectivamente. Conclui-se que a taxa de alimentação 2,1% da biomassa ao dia, proporcionou melhores desempenhos produtivos e econômicos e menor teor de extrato etéreo, para pirapitingas criadas durante a recria em tanque escavado.

Palavras-chave: Altura de vilos, biomassa, bioquímica sanguínea, desempenho produtivo, histomorfometria, *Piaractus brachypomus*.

ABSTRACT

This study was conducted in order to evaluate the effect of different feeding rates on growth performance, economic evaluation, morphometric characteristics and blood biochemistry of pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) in ponds during rearing. The experiment was conducted in the Fish Farming Sector of the Department of Animal Science School of Veterinary and Animal Science at UFG in the period from February to April, for 60 days. It was used 100 juveniles pirapitinga with an average weight of 328.81 ± 25.55 grams, randomly assigned in 20 hapas of 1 m³ installed in excavated tank of 200 m² in density of 05 juveniles / m³. The experimental design was randomized blocks, with five treatments, T1 0.7% of biomass; T2 1.4% of biomass; T3 2.1% of biomass; T4-2,8% of biomass; T5- 3.5% of biomass; with four replications, totaling 20 experimental units. Fish were fed with commercial feed containing 32% CP and grain size of 2-4 mm, twice a day, at 9 am and at 5 pm. The supply of feed was based on the percentage of biomass, so it was done a biometrics fortnightly from start to end of the experiment. The variables of productive performance were analyzed; economic evaluation; chemical composition of the carcass; blood chemistry ehistomorfometria gut: villi height. Data were subjected to analysis of polynomial regression and variance, and, in case of statistical differences, the average comparison test SNK (5%). The final individual weight and weight gain, showed a quadratic relation, in function of the increasing feed levels and their maximum points were checked feed rates de2,77% and 2.78% biomass per day, respectively. It was concluded that the feeding rate of 2.1% biomass per day resulted in a better performance and economic result and shorter ether extract to pirapitinga created during rearing in excavated tank.

Keywords: Biomass, blood biochemistry, histomorphometry, *Piaractus brachypomus*, productive performance, villi height.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A aquicultura pode ser definida como produção de biomassa de organismos que necessitam do ambiente aquático para o desenvolvimento de parte ou da totalidade do seu ciclo vital ¹.

A piscicultura é uma atividade em ascensão que visa o cultivo de peixes, com controle sobre o crescimento, a reprodução e alimentação destes animais, que quando comparada a pecuária, é uma excelente alternativa com maior rentabilidade e menor custo ambiental na produção de proteína animal ².

As condições hidrológicas e climáticas, são favoráveis para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil, o que tem alavancado este setor de produção no país, tornando esta atividade uma das mais promissora na produção animal. Isto mostra que o Brasil está seguindo a tendência mundial, onde a aquicultura é uma das atividades que mais cresce atualmente³.

Entretanto, o aporte de nutrientes gerados em cultivos intensivos é um fator preocupante, que pode gerar com o tempo, problemas para o peixe e para o meio ambiente, pois o alto suprimento de ração e seus resíduos são lançados diretamente na água. Nesse seguimento, é necessário levar em consideração a sustentabilidade dos cultivos, a genética, nutrição, localização da produção e capacidade de suporte ⁴.

Por ser extremamente saudável, o consumo do pescado está cada vez maior no mundo inteiro, e o Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira.

Além de ser o quinto maior país do mundo, possui 1,7% do território do globo terrestre e ocupa 47% da América do Sul. Portanto, possui imenso mercado consumidor em potencial para produtos provenientes da aquicultura⁵.

A produção mundial de pescado em 2010 cresceu aproximadamente 3% em relação a 2009, equivalente a 168 milhões de toneladas. Nesse contexto, os maiores produtores foram a China com aproximadamente 63,5 milhões de toneladas, a Indonésia com 11,7 milhões de toneladas, a Índia com 9,3 milhões de toneladas, Japão com cerca de 5,2 milhões de toneladas e o Brasil que produziu 1.264.765 t, que correspondeu a 0,75% da produção mundial de pescado em 2010. Com relação aos países da América do Sul, a produção do Peru foi em torno de 4,4 milhões de toneladas, o Chile aproximadamente 3,8 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil, que ocupa o terceiro lugar, e por último a Argentina, que produziu cerca de 814 mil toneladas de pescado⁶.

O Brasil produziu aproximadamente dois milhões de toneladas de pescado, sendo 40% provenientes da piscicultura. Este crescimento demonstra o potencial de crescimento que o Brasil possui na produção de pescado e pode se tornar um dos maiores produtores mundiais. Em 2011 a pesca extrativa marinha foi a principal fonte de produção de pescado nacional, com 553.670,0 t/ano (38,7% do total de pescado), seguida pela aquicultura continental com 544.490,0 t/ano (38,0%), pesca extrativa continental com 249.600,2 t/ano (17,4%) e aquicultura marinha com 84.214,3 t/ano (6%)⁶.

Entre 2009 e 2011, o país teve um aumento de 51,2% no total de sua produção extrativa e aquícola continental. A participação da aquicultura na produção mundial de pescado, conquista números cada vez maiores e passou de 3,9% para 36,9%, entre os anos de 1970 a 2008. Com esse crescimento a aquicultura, que já é praticada em todos os Estados da federação, vem se impondo cada vez mais como atividade pecuária. O déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial, tem diminuído nos últimos quarenta anos, devido ao crescimento da aquicultura, que abrange as criações de peixes (piscicultura), camarões (carcinicultura), rãs (ranicultura), moluscos (malacocultura) e algas (algocultura)⁷.

A produção brasileira de pescado pode ser ainda maior se empregados sistemas de produção mais intensivos nas áreas alagadas já existentes ou aproveitar áreas não utilizadas pela aquicultura⁸.

No Brasil, a piscicultura, ramo específico da aquicultura, é voltada para criação de peixes em cativeiro, está em ascensão e tem ocupado uma posição de destaque, por ser uma alternativa para o setor agropecuário e por ter o controle sobre o crescimento, a reprodução e alimentação dos peixes⁹.

O crescimento desta atividade no Brasil é favorecido pela demanda crescente por alimentos de alta qualidade e a necessidade de produção cada vez maior de fontes proteicas¹⁰. Mediante isso, a Organização Mundial da Saúde (OMS), recomenda o consumo de pelo menos 12 kg/peixe por pessoa ao ano, já que este alimento é alimento rico em proteínas e sais minerais. Entretanto, este consumo no País ainda está abaixo da média mundial¹¹.

Esta atividade, que tem como característica, a diversidade de espécies presentes nas regiões brasileiras, é uma maneira econômica de se produzir alimento nobre, de alto valor nutritivo e a baixo custo, permitindo ao produtor produzir com menos riscos e maior flexibilidade comercial.

Na aquicultura continental brasileira, as principais espécies produzidas são tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*), que representam 67,0% da produção nacional. Em seguida, com 20,1%, está a produção do híbrido Tambacu

(*Colossoma macropomum* fêmea x *Piaractus mesopotamicus* macho), Carpa (*Cyprinus carpio*) e Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)¹². Porém, vale ressaltar que o tambaqui e o tambacu que compõem o grupo denominado popularmente de “peixes redondos”, juntamente com a pirapitinga e seus híbridos, são as espécies nativas mais produzidas no Brasil¹³.

1.1. Pirapitinga

A pirapitinga, *Piaractus brachypomus*, figura 9 (anexo) é um peixe nativo da América do Sul e que tem distribuição natural nos rios Solimões-Amazonas e Orinoco. É a única espécie do gênero *Piaractus* encontrada na Bacia Amazônica, pertence à Classe Teleostei, Ordem Cypriniforme, Família Characidae, Gênero *Piaractus*. A espécie é considerada o terceiro maior peixe de escamas da Amazônia, perdendo apenas para o pirarucu (*Arapaima gigas*) e para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). No ambiente natural, a pirapitinga pode atingir até 80 cm e peso superior 20 Kg¹⁴.

Em 1970, o Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) importou alevinos dessa espécie para estudos biológicos e reprodutivos com o objetivo de criação em cativeiro. Com a intenção de fazer o povoamento dos açudes e estocagem em viveiros para seu cultivo intensivo, os primeiros exemplares desta espécie foram trazidos de Iquitos, no Peru¹⁵.

A espécie tem grande importância comercial devido a seu hábito alimentar, resistência ao manejo em cativeiro, fácil adaptação às condições limnológicas desfavoráveis e por dividirem o mesmo espaço com espécies como tilápias e carpas. É conhecida no mundo como cachama, cachama blanca, “freshwater” pompano, pacu, “red” pacu, “red bellied”, pacu, morocoto, paco e caranha. Apresenta de 33 a 37 rastros no primeiro arco branquial, 88 a 98 escamas na linha lateral e um a três dentes no maxilar. Esta espécie tem cor branco prateada, com nadadeiras peitorais de cor amarela, abdominais e anal vermelhas¹⁶.

A pirapitinga é um peixe de piracema, a espécie migra no final da vazante, algumas semanas antes da época chuvosa, quando atingem a idade da maturidade sexual, entre três e quatro anos de idade e, aproximadamente, com três a quatro quilos. O manejo da reprodução em condições controladas pode ser realizado em qualquer época do ano, o que se torna interessante por garantir a disponibilidade de juvenis¹⁷.

Esta espécie apresenta boas respostas quando cultivada em tanque por apresentar rusticidade e resistência a elevadas temperaturas, crescimento acelerado e uniforme, boa tolerância ao manejo, alta resistência a doenças, capacidade de suportar baixos níveis de oxigênio dissolvido¹⁸. Apresenta, também, importantes vantagens como ótima adaptação a

todo tipo de ração industrializada, altas taxas de eficiência alimentar, crescimento acelerado e uniforme, além de boa aceitação no mercado¹⁸⁻¹⁹.

A pirapitinga possui menor dimensão de cabeça e facilidade de descamar. Se destaca ainda por outros aspectos corporais atrativos como cor prateada e opérculo avermelhado, o que se ajusta ao gosto e preferência dos consumidores²⁰.

Seu hábito alimentar é tipicamente onívoro, sendo frutos, sementes e de pequenos peixes, é a principal fonte de alimentação da espécie. Nas inundações, a oferta de frutas e sementes é abundante e, por isso a espécie nessa época torna-se herbívora. Entretanto, à medida que o nível da água e os alimentos diminuem, a pirapitinga, que tem comportamento oportunista, aproveita todo alimento disponível, incluindo vegetais em decomposição, fezes, pequenos peixes, invertebrados e restos de animais mortos animal²¹.

1.2. Tanque escavado

A construção de tanques é parte do planejamento da atividade piscícola. Uma estrutura bem planejada facilita o manejo dos peixes durante todos os ciclos e podem apresentar diversas finalidades, como manutenção de reprodutores, alevinagem e engorda. O primeiro passo para construção dos tanques é a escolha do local, sendo necessário observar disponibilidade de água e topografia²².

Os tanques fertilizados favorecem a produção do plâncton, que é considerado um importante alimento para peixes juvenis, principalmente na primeira alimentação^{23,24}.

O modo de preparo leva em consideração limpeza e secagem, desinfecção, calagem para correção da acidez do solo, oxidação da matéria orgânica, abastecimento e a fertilização dos tanques, que pode ser com adubação orgânica, química ou mista²⁵.

Ao término do cultivo, o tanque deve ser esvaziado e exposto a radiação solar, para desinfecção do mesmo. Enquanto seca, o solo racha, permitindo que o oxigênio penetre até camadas mais profundas, esse processo é importante para que ocorra oxidação e mineralização do excesso de matéria orgânica²⁶.

A adubação na fase da recria e engorda de peixes é recomendada para a manutenção de fitoplâncton e zooplâncton que servirão de alimento. Porém a adubação e consequente produção de plâncton podem causar efeitos negativos na qualidade da água, com grandes oscilações nas concentrações de oxigênio dissolvido, dióxido de carbono e amônia²⁵.

Os fertilizantes jogados na água liberam nutrientes e aumentam a produção de fitoplâncton, que serve de alimento para seres microscópicos chamados de zooplâncton. Ambos são chamados de plâncton e são o principal alimento natural na criação de peixes.

Observa-se desta maneira que o fitoplâncton é de grande importância para o sucesso do cultivo de peixes, uma vez que serve de base para toda a cadeia alimentar dos ambientes aquáticos²⁶.

Furuya et al.²⁷, avaliando curimatá (*Prochilodus lineatus*) na fase inicial, observou os melhores resultados de ganho de peso quando a dieta (com diferentes quantidades de proteína bruta), foi associada ao plâncton, ressaltando dessa maneira, a importância do uso de fitoplâncton para redução de custos com alimentação.

A pirapitinga é um peixe que se alimenta de zooplâncton, e tem um excelente desempenho zootécnico, quando cultivada em tanques onde há uma grande quantidade de alimento natural²⁸.

1.3. Taxa de alimentação

A maioria das pisciculturas brasileiras fornecem alimentos aos peixes a vontade²⁹, embora acelere o crescimento dos peixes, essa estratégia pode representar perdas econômicas, levando em consideração o aumento nos índices de conversão alimentar e a deposição de gordura corporal³⁰.

A adoção de estratégias no manejo alimentar, nas diferentes fases de vida dos peixes, é determinante para seu crescimento, sobrevivência e conversão alimentar, além de contribuir para reduzir o desperdício de ração, o que prejudica a qualidade da água e a produção. Para estabelecer essas estratégias é necessário avaliar a taxa e frequência de alimentação³¹.

A taxa de alimentação é a quantidade de alimento fornecida aos peixes, para que ele mantenha as funções corporais sem perda ou ganho de peso, interagindo com outros fatores como idade, densidade, espécies, qualidade e temperatura da água, a fim de evitar o mascaramento das necessidades dos nutrientes³².

Os peixes nas fases iniciais de vida, tem a taxa de alimentação mais elevada, que diminui gradualmente com o seu crescimento²⁹.

Taxas de alimentação maiores podem resultar em melhor desempenho produtivo dos peixes, permitindo menor tempo para atingir o peso ao abate³³. No entanto, o crescimento dos peixes pode ser limitado quando os níveis de alimentação ultrapassam suas necessidades fisiológicas, podendo diminuir o desempenho produtivo, e em consequência, aumentar o tempo de criação³⁴⁻³⁵.

Altas taxas de alimentação podem aumentar a deposição de gordura, reduzir a qualidade da água e aumentar os custos de produção, o que pode comprometer a viabilidade econômica³⁶⁻²⁹.

Por outro lado, o baixo percentual de taxa de alimentação, é causa de redução no desempenho³² e má formação da estrutura corpórea, causa menor deposição de gordura na carcaça e ativa a gliconeogênese³⁷⁻³⁸. Portanto, é importante realizar pesquisas com o intuito de determinar a taxa de alimentação que proporcione alto desempenho com melhor retorno econômico. E evitar assim que os peixes sejam arraçoados em excesso o que pode acarretar custo de produção elevado e comprometer a viabilidade do empreendimento.

Com baixas taxas de alimentação, os depósitos viscerais de lipídeos são utilizados como reserva energética depois de esgotar as reservas do fígado que, após a ingestão de alimentos, armazena carboidratos e lipídeos, sendo considerada fonte inicial de energia endógena para os peixes³⁹. Em situações de baixa alimentação, esta reserva é utilizada para fornecimento de energia através da glicogenólise e da gliconeogênese³⁸.

Quando as taxas de crescimento diário são mais elevadas, há redução de consumo proporcional ao peso do peixe à medida que este cresce, principalmente nas fases iniciais e de desenvolvimento. Desse modo, é necessário avaliar a quantidade de alimento para o cultivo de qualquer espécie⁴⁰.

Com o aumento nas taxas de alimentação pode haver alterações na bioquímica sanguínea em relação a glicose, proteína plasmática, triglicérides e colesterol para suprir a exigência energética através de glicogenólise e gliconeogênese sob condições de redução alimentar³⁷⁻³⁶ e a altura dos vilos enfim influenciando o metabolismo energético dos peixes³⁶⁻³⁸.

Estudo avaliando juvenis de tambaqui recebendo três taxas de alimentação, 1 %, 3% e 5% do peso vivo dia, constatou um aumento de peso e comprimento nas taxas de alimentação de 3 e 5%. Os peixes que receberam as taxas de alimentação de 3 e 5% do peso vivo dia, obtiveram melhores valores de ganho de peso e produção que os peixes que receberam a taxa de 1% do peso vivo dia, observando assim que, ganho de peso e produção foram afetados pela taxa de alimentação empregada³⁷.

Pacus tratados com taxa de alimentação de 5% apresentaram maior eficiência produtiva, quando comparados aos animais que recebem taxas de alimentação 1 e 3%⁴¹.

Entretanto, peixes que receberam a taxa de 1% apresentaram maior eficiência na conversão alimentar, quando comparados aos que receberam 3% e 5% do peso vivo dia³⁷.

Peixes mantidos com taxas de alimentação baixas, tendem a otimizar a sua digestão para extrair o alimento de forma mais eficiente⁴².

Outro estudo verificou que, peixes que receberam taxas de alimentação 1%, 3% e 5% não mobilizaram suas reservas energéticas, pois todos os parâmetros fisiológicos avaliados (glicose, triglicérides e proteínas) não apresentaram diferença significativa entre as diferentes taxas de alimentação avaliadas. Esses animais têm pouca necessidade de mobilizar energia endógena quando mantidos em condições normais de cultivo³⁷.

Alguns autores relatam que a taxa para alcançar o crescimento ideal para tambaquis, é de 3% de peso vivo ao dia, embora a taxa de 1% apresente a melhor conversão alimentar para esta espécie, o ganho de peso e a produção ficaram abaixo dos obtidos na taxa de 3%⁴³.

1.4. Qualidade da água

A qualidade da água é um fator importante para a sobrevivência, crescimento e saúde dos organismos aquáticos, 70% da terra é composta por água, sendo que aproximadamente 97% desse valor, está nos oceanos⁴⁴. Sabe-se também que desta água, 2,5% corresponde a água doce, e 80% desse valor encontra-se nas geleiras. Desta forma, apenas 0,3% desta água é apropriada para atividades de consumo humano. Entretanto vale ressaltar, que 8% desta água doce disponível no mundo, está no Brasil, na região Amazônica⁴⁵.

A disponibilidade de água, tem sido algo preocupante, alguns países já se preocupam com a conservação e recuperação dos mananciais. Na piscicultura brasileira, principalmente os sistemas que compreendem tanque escavado em terra, com fertilização orgânica, está vinculado com a lei nº 9.433, art.21 -DA COBRANÇA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS, que presa pela conservação e impacto ambiental causado pelos efluentes dessa piscicultura⁴⁶.

A água é tão importante para os peixes quanto o oxigênio é importante para o ser humano. Nos sistemas de produção é de extrema importância conhecer as características físicas, químicas e biológicas da água, porque os peixes dependem da água para realizar todas as suas funções vitais como, respirar, se alimentar, reproduzir e excretar⁴⁷.

Parâmetros físicos como temperatura e transparência e parâmetros químicos, como oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, alcalinidade total, dureza, amônia, nitrito e nitrato podem ser limitantes na produção de peixes⁴⁸.

Para assegurar a qualidade da água dos tanques no sistema de produção, é de extrema importância que seja realizado o monitoramento de parâmetros físicos-químicos da

água. Através destas análises é possível identificar picos de concentração de poluentes tóxicos e avaliar o equilíbrio bioquímico que é necessário para a manutenção da vida aquática, auxiliando ainda, na verificação da necessidade de nutrientes na água dos tanques. As principais análises feitas para verificação de tais parâmetros são, o pH, o oxigênio dissolvido, a temperatura, a amônia, nitrito e o nitrato. Outro importante parâmetro avaliado é a transparência da água, um fator de enorme importância para a piscicultura e pode indicar a presença ou não de plâncton e influenciar decisivamente os outros critérios⁴⁹.

Os peixes dependem do oxigênio dissolvido para realizar atividades metabólicas e respirar. Esse parâmetro é um dos principais indicadores da qualidade da água, logo, alguns fatores como temperatura da água, a pressão atmosférica, respiração, fotossíntese das microalgas e claro, a demanda por oxigênio dentro do tanque, influenciam a concentração deste gás na água. Quanto maior for a temperatura, menor será a concentração de saturação do oxigênio presente na água. Já em relação à fotossíntese, as microalgas liberam oxigênio para o ambiente e absorvem gás carbônico durante o dia, enquanto a noite, esse processo é inverso, proporcionando níveis extremamente baixos de oxigênio, inclusive durante a madrugada⁵⁰.

A temperatura da água dos tanques também deve ser monitorada constantemente por ser um dos parâmetros limitantes na alimentação dos peixes. Se a temperatura não estiver na faixa ideal, provoca redução no consumo alimentar e estresse, contribuindo dessa forma para o aparecimento de doenças oportunistas e parasitoses⁵⁰. Os peixes são pecilotérmicos, sua temperatura corporal varia de acordo com a temperatura da água em que vivem. As oscilações na temperatura não são benéficas, o aumento da temperatura acelera as reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, aumenta a solubilidade dos sais. Quando a temperatura cai pode ocorrer crescimento de plantas e fungos⁵¹.

É importante ressaltar que a variação do pH na água ocorre pela presença dos sólidos e gases dissolvidos no meio hídrico, provenientes da absorção e emissão de gases da atmosfera e oxidação da matéria orgânica⁵²⁻⁵³.

A formação da amônia acontece através da secreção dos peixes e da decomposição da proteína presente na ração. A amônia pode ser encontrada na forma ionizada (NH_4^+) ou não ionizada (NH_3). Se o pH e a temperatura estiverem elevadas, o percentual da forma não ionizada aumenta. O NH_3 é a forma mais prejudicial, porque difunde-se facilmente pelas membranas acumulando-se no organismo. Se a concentração de amônia estiver elevada, pode ocorrer altos índices de mortalidade⁵⁴. Recomenda-se que os valores de amônia não ionizada não ultrapasse 0,02 mg/L, pois isso pode ser causa de grande estresse aos peixes, podendo inclusive, causar mortalidade nos tanques⁵⁵.

Parte da amônia presente nos cultivos é oxidada ao nitrito, essa transformação acontece através das bactérias do gênero *Nitrossomonas*. O nitrito, é considerado tóxico para os peixes quando as concentrações na água passam de 0,5 mg/l. As bactérias do gênero *Nitrobacter* oxidam o nitrito presente na água a nitrato. O nitrato é considerado o composto nitrogenado de mais baixa toxicidade, por isso não representa perigo para o cultivo, sendo tolerável concentrações superiores a 200 mg/L de NO_3 ⁵⁴.

1.5. Desempenho zootécnico e composição da carcaça

Pode-se definir desempenho como caracterização de dados como índices referentes ao peso, ganho de peso e conversão alimentar⁵⁶.

A conversão alimentar aparente, utilizada para o planejamento da produção, é um índice que correlaciona consumo de ração/alimento e ganho de peso em um determinado período⁵⁷. É um dos piores fatores que impactam o custo em um sistema de produção. Este índice expressa quantos quilos de ração foram usados para cada quilo de ganho de peso dos peixes.

Em tambaquis mantidos com as taxas de alimentação de 0,9; 1,6; 2,3; 3,0; 3,9; 4,5 e 5,6% peso vivo, com peso de 60 a 200 gramas foi constatado piora na conversão alimentar, quando houve aumento na quantidade de ração. Nesse estudo o crescimento foi maximizado com uma taxa de alimentação de 3% da biomassa ao dia. A conversão alimentar nesse ponto ainda se manteve em 0,80 (valor que pode ser considerado excelente para essa faixa de peso do tambaqui). Sob taxa de alimentação acima de 3% da biomassa/ dia o ganho de peso ficou praticamente estacionado, porém a conversão alimentar continuou piorando⁵⁸.

A conversão aparente na fase de alevinagem é mais eficiente que na engorda, sendo influenciados pela densidade de estocagem, sistemas de produção, alimento, qualidade da água e nível de proteína da ração⁵⁹.

A taxa de eficiência protéica relaciona ganho de peso com consumo de proteína na dieta, influenciada pelo sistema de produção e alimento consumido⁵⁹.

Outro benefício de uma alimentação eficiente é o melhor aproveitamento da proteína na ração. Em estudo com tambaquis alimentados com as taxas de alimentação de 0,9; 1,6; 2,3; 3,0; 3,9; 4,5 e 5,6% peso vivo, observou-se uma significativa redução na eficiência de utilização da proteína conforme aumento da taxa de alimentação (e piora a conversão alimentar)⁵⁸.

Há diferença no rendimento de carcaça eviscerada entre as diferentes faixas de peso. Quanto maior os indivíduos, maior a tendência de altos rendimentos de carcaça, pois o

percentual de cabeça reduz nos machos e diminui nas fêmeas, em decorrência da formação de gônadas, que aumentam no período de reprodução²⁰⁻⁶⁰.

A eficiência na conversão do alimento e fator de condição são afetados pela taxa de alimentação que avalia o estado nutricional do peixe e indica sua condição fisiológica⁶¹.

A gordura é considerada como a principal forma de armazenagem de energia corporal, dadas as suas características de hidrofobicidade, a facilidade do acondicionamento das moléculas de triacilgliceróis no interior dos adipócitos e a quantidade de energia fornecida pela mesma em relação ao carboidrato e a proteína; no entanto, ela participa em diversas outras funções no organismo, como por exemplo na constituição da parede celular, formação dos hormônios esteróides, produção de mensageiros intra e extra-celulares (os eicosanóides), entre outras⁶².

Grande parte do excesso de gordura nos peixes redondos é depositado na cavidade abdominal, o que resulta em menor rendimento de carcaça no processamento. Os resultados de rendimento de carcaça, são de extrema importância para as indústrias de pescado, pois mostra claramente a parte útil que deverá ser utilizada no processamento dos animais⁶³.

1.6. Bioquímica sanguínea

Os parâmetros sanguíneos podem ser usados como indicadores biológicos no monitoramento da saúde dos peixes e do ambiente, como uma ferramenta na identificação do estresse que o ambiente pode impor aos peixes, visto que, o sangue é um tecido com propriedades muito especiais, o qual deve estar em equilíbrio com todos os demais tecidos do organismo, por desempenhar inúmeras funções diferenciadas, relacionadas à respiração, proteção, homeostasia, osmorregulação, transporte, defesa e nutrição^{64,65,66}. Deste modo, a avaliação das características sanguíneas é uma maneira de detectar sintomas de estresse ou doenças, como as de caráter nutricional ou estado de saúde dos peixes, fornecendo inclusive informações relevantes para diagnósticos de criações em cativeiro.

A situação metabólica dos animais leva em consideração a composição bioquímica do plasma sanguíneo, avaliando as alterações no funcionamento de órgãos, da nutrição, fisiologia e desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional³⁶.

A análise dos parâmetros sanguíneos permite estimar, ainda que indiretamente, a condição nutricional do animal. Isto é proposto por que o sangue é o tecido que sofre alterações quando a saúde do animal se modifica, inclusive pela decorrência de modificações na dieta do animal⁶⁷.

A análise bioquímica é um componente essencial para que seja feito o diagnóstico de distúrbio. Antes do aparecimento da doença clínica, é possível através do soro ou plasma perceber alterações patológicas. Esses parâmetros são fundamentais para avaliar a saúde dos peixes de cultivo^{68,69,70}. O estado anormal, pode ser interpretado como uma resposta ao estresse causados por situações adversas. A composição bioquímica do plasma e soro sanguíneo demonstra a situação metabólica dos tecidos animais. Por meio delas é possível detectar alterações no funcionamento dos órgãos e a adaptação do animal diante dos desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos, específicos ou de origem nutricional. Por esses motivos a avaliação da bioquímica sanguínea é um parâmetro que tem sido cada vez mais utilizada em estudos na piscicultura⁷¹.

A glicose, é muito importante para o metabolismo, pode originar-se no intestino durante a digestão e absorção de carboidratos ingeridos ser produzida pelo fígado e rins por glicogenólise, ou através da gliconeogênese a partir de lactato, aminoácidos e glicerol, além de ser o principal monossacarídeo circulante que atua como substrato energético armazenado como glicogênio hepático e muscular (por meio da glicogênese), mobilizado para proporcionar suporte energético aos peixes. Sua concentração no sangue varia intra e interespecificamente, de acordo com o estágio de desenvolvimento e o regime de alimentação⁷²⁻⁷³.

Os valores de concentração nas proteínas totais séricas nos peixes, podem sofrer um aumento, se esses forem submetidos a situações diversas de estresse, assim como a diminuição de células de anticorpos⁷⁴.

Determinar as concentrações séricas de proteínas é um procedimento valioso para o entendimento dos processos fisiopatológicos, sendo utilizado em animais sadios e doentes. A qualificação e quantificação de proteínas séricas podem subsidiar o diagnóstico e trazer valiosas informações prognósticas, de monitoramento de doenças e de situações biológicas adversas⁷⁵.

A determinação dos valores para proteínas totais, é relevante para peixes de água doce e marinhos e, ainda precisam ser estabelecidos em diferentes regiões geográficas e sistemas de produção, para o melhor entendimento dos processos fisiopatológicos. Além disso, é necessário se conhecer os valores dos parâmetros do proteinograma de animais clinicamente saudáveis⁷⁶.

Os principais tipos de proteínas séricas são albumina e globulinas. A albumina é sintetizada no fígado e sofre influência do balanço hormonal e estresse. Apresenta o

importante papel no transporte sanguíneo de uma gama de substâncias como ácidos graxos livres, cálcio e medicamentos⁷⁷.

O metabolismo de proteínas ocorre principalmente no fígado e no músculo, e sua mobilização estratégia para manutenção dos processos vitais em peixes quando submetidos a períodos de redução alimentar⁷⁸.

Para se obter informações sobre equilíbrio basal e condição patológica nos animais, é necessário estudo sobre os componentes sanguíneos e suas funções, que irão auxiliar na determinação de situações que possam afetar a homeostase, influenciadas pela dieta, enfermidades e outras situações de estresse ambiental, colaborando com possíveis diagnósticos de condições adversas⁶⁵⁻⁶⁹.

A composição morfológica do sangue, apresenta aspectos característicos de adaptação da vida na água. As células que participam do sistema imunológico encontram-se circulantes no sangue ou distribuídas por todos os tecidos, as quais também podem ser influenciadas pelo hábitat ocupado⁷⁹.

1.7. Histomorfometria do intestino

O intestino é um órgão envolvido em importantes funções fisiológicas, sendo o principal local de digestão dos alimentos e absorção de nutrientes, que são dependentes das características estruturais morfológicas e fisiológicas da mucosa intestinal⁸⁰. Além de apresentar diversas adaptações, que variam conforme o hábito alimentar dos peixes.

O intestino tem a função de completar a digestão iniciada no estômago e absorver água e eletrólitos para disponibilizá-los ao metabolismo. Contudo, esse órgão contém vilosidades com microvilosidades que aumentam a área superficial para absorção, permitindo assim, maior contato entre células e nutrientes do lúmen⁸¹. As microvilosidades são estruturas típicas de tecidos absorptivos e o local onde ocorre a maior parte da digestão enzimática dos alimentos através de enzimas oriundas do pâncreas ou das células secretoras da parede intestinal⁸².

A habilidade dos peixes em processar os alimentos é fundamental ao seu desenvolvimento e depende principalmente da estrutura do epitélio e das vilosidades intestinais⁸³. O desenvolvimento da mucosa intestinal acontece devido a dois eventos citológicos, renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos e a perda de células por descamação, que ocorre naturalmente no ápice dos vilos⁸⁴.

O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante e, portanto, a capacidade digestiva e de absorção intestinal⁸⁵.

A densidade dos vilos é diferente nas várias porções intestinais (intestino médio, anterior e posterior), onde o número de vilos/área é reduzido em função da idade. Isso não implica em menor absorção, e sim em maior desenvolvimento do vilo⁸⁶.

O tamanho e número das vilosidades, assim como os microvilos, em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para a absorção⁸⁷.

Na porção anterior do intestino, ocorre a absorção de nutrientes em suas formas menores (monossacarídeos, aminoácidos e ácidos graxos). A porção média é responsável pela entrada de macromoléculas por pinocitose (mecanismo de penetração de fluidos na célula através da invaginação da membrana celular, com a formação de vesículas internas), onde ocorre também a maior parte da absorção dos nutrientes, íons e água oriundos da dieta, sendo os produtos da digestão mantidos em solução, o que facilita a absorção⁸⁸.

A porção mediana do intestino dos peixes não apresenta criptas como nos demais vertebrados e a função de proliferação e renovação celular do epitélio do vilo é realizada por células indiferenciadas na base do vilo, que realizam inúmeras mitoses para formação de novas células. Portanto, quanto maior o número de células, maior o tamanho do vilo⁸⁹.

Um estudo avaliando a histologia do intestino da tilápia alimentadas com dietas contendo silagem de peixe como fonte de proteína de origem animal, observou-se que a altura das vilosidades intestinais foi influenciada principalmente pela fonte de proteína de origem animal utilizada nas dietas⁸³.

1.8. Avaliação econômica

A piscicultura tem se destacado por apresentar uma ampla e complexa relação econômica com as demais atividades, devido ao grande número de agentes que compõem as cadeias produtivas.

Com a expansão da piscicultura, número de pesque-pague e o surgimento de indústrias de processamento têm aumentado, contribuindo positivamente para aumento de consumo de peixe. Proporcionando demanda por alevinos e ração, considerados os principais elementos de custo⁹⁰⁻⁹¹.

O custo de produção, é uma ferramenta importante para gerar indicadores que auxiliem na gestão de um empreendimento⁹². Estes custos variam de acordo a espécie, áreas exploradas e a tecnologia de produção adotada⁹³.

A falta de informações e o mau gerenciamento nas despesas e receitas podem comprometer a viabilidade do empreendimento o custo de produção é uma ferramenta capaz de gerar indicadores econômicos importantes a qualquer empreendimento. Dentre as estruturas de custos de produção conhecidas destacam-se a de custo total e custo operacional total⁹³. Contudo, com o passar do tempo, com maior experiência e controle da produção, os custos tendem a cair⁹⁴.

Todavia, muitas vezes a análise econômica não tem grande relevância nas pesquisas, sendo ela, um fator importante e essencial para avaliar a viabilidade do investimento em instalações, material, equipamentos e novas tecnologias de cultivo⁹⁵.

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar o efeito de diferentes taxas de alimentação sobre o desempenho zootécnico da pirapitinga em tanque escavado durante a recria.

Referências

1. Borghetti, J. R.; Ostrensky. Pesca e aquicultura de água doce no Brasil. In: Rebouças, A. C; Braga, B.; Tundisi, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 1999.
2. Castagnolli, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal. Ed. FUNESP. 1992. 189p.
3. Ministério da pesca e aquicultura – MPA. Brasília, DF. Disponível em:<http://www.mpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/382-semana-dopeixepopulariza-consumo-de-pescado-no-pais> Acesso: 10 de julho de 2015.
4. Araripe, M.N.B.A.; Segundo, L.F.F.; Lopes, J.B.; Araripe, H.G.A. Efeito do Cultivo de Peixes em Tanques Rede sobre o Aporte de Fósforo para o Ambiente. Revista Científica de Produção Animal, v.8, n.2, 2006.
5. Ostrensky, J. R. Borghetti E D. Soto (Editores). Estudo setorial para consolidação de uma aqüicultura sustentável no Brasil. Curitiba, 2007, 279p.
6. MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011. Brasília – DF 60p.
7. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Rome: FAO, 2010.
8. Scorvo Filho, J. D.; Mainardes-Pinto, C. S. R.; Paiva, P. DE; Verani, J. R.; Silva, A. L. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. Custos e @gronegocio on line - v. 4, n. 2, 2008.
9. Galli, L. F.; Torloni, C. E. Criação de peixes. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 119p.
10. Zimmermann, S.; Fitzsimmons, K. Tilapicultura intensiva. In: José Eurico Posseibon Cyrino, Elisabeth Criscuolo Urbinati, Débora Machado Fracalosi, Newton Castagnolli (Editores), Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva, São Paulo: TecArt, Cap.9, p. 239-266, 2004.
11. BRASIL. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. Pescado Fresco. Brasília-DF, 2007.
12. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Boletim estatístico da pesca e aquicultura, Brasil 2011 (online), Brasília, DF, 110p. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Publicidade/anu%C3%A1rio%20da%20pesca%20c-ompleto2.pdf> Acesso: 18 jul de 2015.
13. BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010. Brasília, 2012. 129 p.
14. Kubitz, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro, v.14, n.82, p. 49-55, mar/abr. 2004^a.
15. Sobrinho, A.; Silva, A.; Melo, F. Resultados de um experimento de policultivo da pirapitinga *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818), com o híbrido de tilápias (*Oreochromis niloticus*). Boletim Técnico do DNOCS, v.42, n.1, p.91-115,

1984.

16. Velásquez-Medina, S. P. Criopreservação do sêmen de pirapitinga, *Piaratus brachypomus* (Pisces, Characidae). Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar Fortaleza, 2008.
17. Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2005. 470p.
18. Vázquez-Torres, W. A pirapitinga: reprodução e cultivo. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora UFMS, 2005, p.203-224.
19. Silva, J.W.B.; Caminha, M.I.O.; Nobre, M.I.S.; Barros-Filho, F.M. Resultados de um ensaio sobre o cultivo do híbrido do tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818, com a pirapitinga *C. brachypomus* CUVIER, 1818, realizado no centro de pesquisa ictiológico “Rodolpho Von Ihering” (Pentecostes, Ceará, Brasil). Ciência Agronômica. Fortaleza, v.17, n.2, p.7- 18, dez. 1986.
20. Mora, J.A. Rendimiento de la canal en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *P. brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. Bioagro, Barquisimeto-Venezuela ,v.17, n.3, p.161-169, 2005.
21. Fernandes, J. B. K.; Lochmann, R.; Bocanegra, F. A. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. Journal of the World Aquaculture Society. v.35, n.2, June, 2004.
22. Moreira, S.G.; Kiehl, J.C.; Prochnow, L.I. & Pauletti, V. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. R. Bras. Ci. Solo, 25:71-81, 2001.
23. Sipaúba-Tavares, L.H.; Braga, F. M. S. The feeding activity of *Colossoma macropomum* larvae (tambaqui) in fish ponds with water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fertilizer. Braz. J. Biol., São Carlos, v. 67, n. 3, p. 459-466, 2007.
24. Prieto, M.; Atencio, V. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. Revista MVZ Córdoba, Monteria, v. 13, n. 2, p. 1415-1425, 2008.
25. Melo, L. A. S.; Izel, A. C. U.; Rodrigues, F. M. Criação de tambaqui (*Colossomamacropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas. Manaus, EMBRAPA, Amazônia Ocidental, 2001, 25p.
26. Ostrensky, A., Boeger, W. Fundamentos e técnicas de manejo. Guaíba: Agropecuária, 1998.
27. Furuya, V.R.B.; Hayashi, C.; Furuya, W.M.; Soares, C.M.; Galdioli, .M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento e 76 sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). Acta Scientiarum v. 21, n. 3, p. 699-703, 1999.
28. Cavero, B. A. S.; Rubim, M. A. L.; Pereira, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossomamacropomum* (Cuvier,1818) In: Tavares-Dias, M. (Org.). 75 Manejo e

sanidade de peixes em cultivo. Macapá: EMBRAPA Amapá, 2009. p. 33- 46.

29. Paula, F.G. Taxa de alimentação para tilápia do nilo na terminação em sistema de alto fluxo de água. Tese.UFG.Goiânia.2012.
30. Boscolo, W.R.; Hayashi, C.; Meurer, F. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.1, p.8-13, 2004.
31. Cho, S.; Lim, Y.; Lee, J. H.; Lee, J. K.; Park, S.; Lee, S. M. Effects of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. Journal of the World Aquaculture Society, v.34, n.1, p.85-91, 2003.
32. Bureau, D. P.; Hua, K.; Cho, C. Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600 g. Aquaculture Research, v.37, p.1090-1098, 2006.
33. Marques, N. R., Hayashi, C, Souza S. R. de, Soares T. efeito de diferentes níveis de arraçamento para alevinos de carpa-capim (*ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. b. inst. pesca, São Paulo, 30(1): 51 - 56, 2004.
34. Meurer, F; Nível de arraçamento para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.1835-1840, 2005.
35. Salaro A. L. Manejo e nutrição de peixes em tanques-rede. 2009.
36. Hilbig, C. C. Taxa de arraçamento para o Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) criado em tanques-rede no Reservatório de Itaipu. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon. Centro de Ciências Agrárias. 2010.
37. Chagas, E. C.; Gomes L. C.; Júnior, H. M.; Roubach, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, p.1109-1115, 2007.
38. Saita, M. V. Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo. 2011. 49f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista.
39. Souza, M. L. R. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.
40. Brett, J.R., 1979. Environmental factors and growth. In: Fish Physiology, vol.8 (Hoar, W.S., Randall, D.J., Brett, J.R., eds), p. 599-675. Nova York: Academic Press, p.599-675.
41. Borghetti, J.R. and C. Canzi. 1993. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. Aquaculture 114, 93-101.

42. Van Ham, E.H., Berntssen, M.H.G., Imsland, A.K., Papoura, A.C., Bonga, S.E.W., Stefansson, S.O., The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 217, 547-558. 2003.
43. Melo, L. A. S.; Izel, A. C. U.; Rodrigues, F. M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas. Manaus, EMBRAPA, Amazônia Ocidental, 2001, 25p.
44. Sperling, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 1º Ed. Minas Gerais: 1996.
45. Chagas, T. Walter Geniselli; SALATI, E.; TAUKE-TORNISIELO, S. Maria. Sistemas construídos de áreas alagadas: Revisão da legislação e dos padrões de qualidade da água. *Holos Environmental*. V. 12, n.1, 2012.
46. Teixeira, E. A., Faria P. M.C., Ribero, L. P., Melo D. C., Carvalho. D. Sousa A. B., Saturnino, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. *Revista Brasileira Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006.
47. Vinatea, L.A. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. 2ª Edição. Editora UFSC, Florianópolis, 2004. 231 p.
48. Garcia, S. Avaliação da qualidade da água no cultivo de tilápia GIFT (*Oreochromis niloticus*) em diferentes densidades para região do litoral Centro-Norte do Estado de Santa Catarina. 79 p. Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental. UNIVALI, Itajaí. 2009.
49. Matsuzaki, M.; Mucci, J. L. N.; Rocha, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Saúde Pública*, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.
50. Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J. G. L.; Barros, M. T. L.; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Eiger, S. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo, SP: Prentice Hall. 2005.
51. Hein, G.; Brianese, R. H. Modelo Emater de Produção de Tilápias. Toledo. 2004.
52. Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (*Osteichthyes: Cichlidae*) capturada em "Pesque-Pague" de Franca, São Paulo, Brasil. *Bioscience Journal*, v.19, p. 103-110, 2003.
53. Lima, E. B. N. Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2001.
54. Losordo, T. M.; Masser, M. P.; Rakocy, J. Recirculating aquaculture tank production systems. *World Aquaculture*, v.32, n.1, p.18-22, 2001.
55. Kubitz, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. 1. ed. Jundiaí, SP: ESALQ/USP. 2003.

56. Ostrensky, A., Boeger, W. Fundamentos e técnicas de manejo. Guaíba: Agropecuária, 1998.
57. Paula, F. G. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*C. Macropomum* x *P. Brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. 2009.
58. Gunther, J. e Abarca, B. Growth performance of *Colossoma macropomum* (Cuvier) juveniles at diferente feed rations. *Aquiculture and Fisheries Management* 23: 81-93.1992.
59. Arbbeláez-Rojas, G. A.; Fracalossi, D. M.; Fim, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
60. Reidel, A. Rendimento corporal e composição química de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e energia na dieta, criados em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 233-240, 2010.
61. Mihelakakis, A., Tsoikas, C., Yoshimatsu, T., Optimization of feeding rate for hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Journal of World Aquaculture Society* 33, 169-175. 2002.
62. Lehninger, A.L.; Nelson, D.L.; Cox, M.M. Princípios de bioquímica. Savier: São Paulo, 1995.
63. Signor, A. A. Rendimento corporal e composição química de jundiás alimentados com com diferentes níveis de proteína e energia na dieta, criados em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.2, 2010. p.233-240.
64. Chagas, E.C.; VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38 (3), 397-402. 2003.
65. Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto: Villimpress. 2004. 144p.
66. Sampaio, F.G.; Boijink, C.L.; Oba, E.T.; Santos, L.R.B.; Kalinin, A.L.; Rantin, F.T. Antioxidant defenses and biochemical changes in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) in response to single and combined copper and hypoxia exposure. *Comp. Biochem. Physiol.*, 147C, 43-51. 2008.
67. Tavares-Dias, M.; Sandrim, E.F.S.; Sandrim, A. 1998. Características hematológicas do tambaqui (*Colossoma macropomum*) Cuvier, 1818 (Osteichthyes: Characidae) em sistema de monocultivo intensivo: I. série eritrocitária. *Rev. Bras. Biol.* 58 (2): 197-202.
68. Cnaani, A.; Tinman, S.; Avidar, Y.; Ron, M.; Hulata, G. Comparative study of biochemical parameters in response to stress in *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus* and two strains of *O. niloticus*. *Aquaculture Research*. 2004, 35, 1434-1440.

69. Tavares-Dias, M; Moraes, F.R. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. *Journal Fish Biology*. 71, 383–388, 2007.
70. Pedro, N., Guijarro, A.I., López-Patiño, M.A, Martínez-Álvarez, R., Delgado, MJ. 2005. Daily and seasonal variations in hematological and biochemical parameters in the tench, *Tinca tinca* Linnaeus, 1758. *Aquaculture Research*, v. 36, n. 12, p. 1185-1196.
71. González, F.H.D.; Scheffer, J.F.S. Perfil sangüíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: González, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds): *Anais do primeiro Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil*. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.73-89, 2003.
72. Wendelaar-Bonga, S.E. The stress response in fish. *Physiology Review*, v.77, p.591-625, 1997.
73. Hemre, G.I. et al. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, v.8, p.175-194, 2002.
74. Milligan, C.L.; WOOD, C.M. Intracellular and extracellular acid-base status and Hexchange with the environment after exhaustive exercise in the rainbow trout. *Journal of Experimental Marine Biology*, v.123, p.92-121, 1982.
75. Eckersall, P.D. Recent advances and future prospect for the use of acute phase proteins as markers of disease in animal. *Revue de Médecine Veterinaire*, Toulouse, v. 151, p.577-584, 2000.
76. Gicking, J.C.; Foley, A.M.; Harr, K.E.; Raskin, R.E.; Jacobson, E. Plasma Protein Electrophoresis of the Atlantic Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta*. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*, Volume 14, No. 3, 2004.
77. Andreeva, A. M. The Role of Structural Organization of Blood Plasma Proteins in the Stabilization of Water Metabolism in Bony Fish (Teleostei). *Journal of Ichthyology*, v. 50, n. 7, p. 552–558, 2010.
78. Sheridan, M.A.; Mommsen, T.P. Effects of nutritional state on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *General and Comparative Endocrinology*, v.81, p.473-483, 1991.
79. Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M.; Lizama, M.A.P. Sanidade de organismos aquáticos. In. Ranzani-Paiva, M.J.T.; Silva-Souza, A.T., *Hematologia de peixes brasileiros*. São Paulo: Varela, 2004.
80. Caballero M.J., Izquierdo M.S., Kjørsvik E., Socorro D.J.M., Fernandez A.J. Rosenlund G. Morphological aspects of intestinal cells from gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed diets containing different lipid sources. *Aquaculture* 225:325-340. 2003.
81. Baldisserotto, B.; Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C. *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. Jaboticabal: Funep, Unesp, 2014.
82. Lovell, T., *Nutrition and feeding of fish*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 2. ed. pp.438. 1998.

83. Honorato, C. A.; Cruz, C.; Carneiro, D. J.; Machado, M. R. F. Histologia e histoquímica do intestino anterior de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas contendo silagem de peixe. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. São Paulo, v. 48, n. 4, p. 281-288, 2011.
84. Uni, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chicken small intestine. *British Poultry Science*. Vol. 41. P. 410-415. 2000.
85. Pelicano, E. R. L.; Souza, P. A. S.; Souza, H. B. A.; Obab, A.; Norkusc, E. A.; Kodawarac, L. M.; Lima, T. M. A. Morfometria e Ultra-Estrutura da Mucosa Intestinal de Frangos de Corte alimentados com Dietas contendo diferentes Probióticos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v.98 (547) p.125-134, 2003.
86. Yamauchi K.E. e Ishiki, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. *British Poultry Science*, 32, 67-78.1991.
87. Macari, M. Fisiologia do Sistema Digestivo das Aves (I). *Aves e Ovos*, 08/09, 2-20. 1999.
88. Rotta, M.A. Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-rede. Documentos, Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1973;47), Corumbá, MS, 27p., 2003.
89. Burkitt, H.G.; Young, G.; Heath, J.W. Weather. *Histologia Funcional*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
90. Bozano, G.L.N.; Cyrino, J.E.P. Produção intensiva de peixes em tanques-rede e gaiolas - Estudos de casos. In: *Simpósio Sobre Manejo E Nutrição De Peixes*, 3, 1999, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, p 53-60. 1999.
91. Carneiro, P.C.F. Estudo de caso de criação comercial de tilápia vermelha em tanques-rede - Avaliação econômica. *Inf. Economia*, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 52-61, 1999.
92. Costa, J.I. Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem. *Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura*. Jaboticabal, 80 p. 2013.
93. Martins, C. V. B.; Oliveira, D. P.; Martins, R. S.; Hermes, C. A.; Oliveira, L. G.; Vaz, S. K.; Minozzo; M. G.; Cunha, M.; Zacarkina, C. E. Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 27, n.1, p.77 - 84, 2001.
94. Scorvo Filho, J. D.; Mainardes-Pinto, C. S. R.; Paiva, P. De.; Verani, J. R.; Silva, A. L. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. *Custos e @gronegócio on line* - v. 4, n. 2, 2008.
95. Yi, Y.; Lin, C.K. Analyses of various inputs for pond culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): profitability and potencial environmental impacts. In: *Tilapia Aquaculture - International Symposium On Tilapia Aquaculture*, 5, 2000, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro. 2000, v.1, p. 247-257.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARÇAÇA E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PIRAPITINGA SUBMETIDA A DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO EM TANQUES NA FASE DE RECRIA

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com intuito de determinar a taxa de alimentação que proporcione melhor desempenho zootécnico, menor nível de extrato etéreo e melhor custo benefício na produção de pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação. O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG no período de fevereiro a abril, com duração de 60 dias. Foram utilizados 100 juvenis de pirapitingas com peso médio de $328,81 \pm 25,55$ gramas, distribuídos aleatoriamente em 20 hapas 1 m^3 instaladas em tanque escavado 200 m^2 na densidade de 05 juvenis/ m^3 . O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, T1- 0,7% da biomassa/dia; T2- 1,4% da biomassa/dia; T3- 2,1% da biomassa/dia; T4- 2,8% da biomassa/dia; T5- 3,5% da biomassa/dia; com quatro repetições, totalizando a 20 unidades experimentais. Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 32%PB duas vezes ao dia, às 9h e 17 h. Foram analisadas as variáveis de desempenho produtivo, nível de Extrato etéreo da carcaça e avaliação econômica. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial e de variância, e, em caso de diferença estatística, ao teste de comparação de média SNK (5%). As variáveis peso final e ganho de peso individual, apresentaram relação quadrática, em função do aumento do nível de arraçoamento e seus pontos de máxima foram verificados com as taxas de alimentação de 2,77% e 2,78%, da biomassa ao dia, respectivamente. Conclui-se que a taxa de alimentação que proporciona melhor desempenho, menor teor de extrato etéreo, e maior receita líquida para pirapitingas criadas durante a recria em tanque escavado, alimentadas duas vezes ao dia, é a 2,1% da biomassa ao dia.

Palavras-chave: Consumo de ração, conversão alimentar, custo benefício, extrato etéreo, peso médio, receita líquida.

PERFORMANCE, CHEMICAL COMPOSITION OF THE CARCASS AND ECONOMIC ASSESSMENT OF PIRAPITINGA SUBMITTED TO DIFFERENT FEEDING RATES IN NURSERY IN THE REARING PHASE

ABSTRACT

This work was developed aiming to determine the feed rate with better growth performance, lower level of lipids and most cost effective production of pirapitinga subject to different rates of feeding. The experiment was conducted at the Fish Farming Sector of the Department of Animal Science Veterinary and Animal Science school of UFG in the period from February to April, lasting 60 days. It was used 100 juvenile pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) randomly distributed in 20 hapas (1 m³) installed in an excavated tank (200 m²) with a density of 05 juvenile/m³, with an average weight of 328, grams. The experimental design was randomized blocks with five treatments, T1 0.7% of biomass; T2 1.4% of the biomass; T3 2.1% of the biomass; T4-2,8% of the biomass; T5- 3.5% of biomass; with four replications, and each hapa corresponded to a experimental unit. The fish were fed with commercial feed containing 32% BP twice a day, at 9a.m. and 5p.m. The productive performance variables were analyzed (survival rate, average weight, individual weight gain, feed conversion, effective feed conversion, specific growth rate, specific feed intake, individual feed intake,), chemical composition of the substrate (ether extract) and economic evaluation (partial operating costs, gross revenue, partial net income, incidence of costs). Data were subjected to analysis of polynomial regression and variance, and, in case of statistical differences, the average comparison test SNK (5%). It was concluded that the feed rate that provides better performance, lower ether extract content, and increased net income for pirapitinga raised during rearing in excavated nursery ponds, fed twice a day gets a 2.1% biomass per day.

Keywords: Average weight, cost-benefit, ethereal extract, feed intake, feeding conversion, net revenue.

1. Introdução

A pirapitinga que tem sido amplamente cultivada em sistemas intensivos e semi-intensivos em escala industrial, tem grande importância comercial¹. Devido sua rusticidade, docilidade, tem alto potencial para criação em tanques, além de qualidade e sabor de sua carne. Ademais, esta espécie aceita diferentes tipos de alimentos naturais, dietas artificiais e subprodutos agroindustriais².

Para realizar um manejo alimentar adequado é necessário ter conhecimentos básicos da espécie a ser cultivada e monitorar a taxa de arraçoamento e sua frequência. Essas informações contribuem para determinar o custo de produção e estabelecer um protocolo alimentar, auxiliando aos produtores obter maior lucratividade, maximizando o crescimento e minimizando os valores de conversão alimentar³.

A taxa de alimentação, que representa a quantidade da dieta que será fornecida aos peixes de modo a manter todas as suas exigências nutricionais, é de extrema importância para o cultivo de organismos aquáticos⁴.

Preconiza-se na piscicultura o fornecimento de uma quantidade de ração 10% inferior à quantidade necessária para atingir saciedade, assim haverá uma condição satisfatória na alimentação dos peixes. No entanto, este manejo é de difícil aplicação, sendo mais indicado estabelecer uma taxa de alimentação proporcional à biomassa. Para a determinação da taxa de alimentação é necessário associar o ganho de peso, a conversão alimentar, o retorno econômico e a qualidade da água, e pode variar com o tipo de sistema adequado⁵⁻⁶.

Taxas de alimentação elevadas causam ineficiência do metabolismo digestivo dos peixes e provoca uma pior qualidade da água, enquanto a subalimentação, gera uma grande competição por alimento, que pode ter por consequência, baixo índice de crescimento. Por isso a taxa deve ser ajustada de acordo com as condições de cada cultivo, pois existem inúmeros fatores que podem influenciar a quantidade de ingestão alimentar⁷.

Em um cenário onde a produção de peixes nativos está em amplo crescimento, o nível de lipídio na carne é importante e faz-se necessário, para melhorar a conservação no processamento dos produtos oriundos da carne de peixe.

Os níveis de lipídios na carcaça estão diretamente relacionados a alimentação, que deve atender às exigências de nutrientes necessários ao crescimento dos peixes⁸. A taxa de alimentação pode também alterar a composição química da carcaça, aumentando lipídeos, índices biométricos e reduzindo o peso do fígado^{9,10,11}.

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com intuito de determinar a taxa de alimentação com melhor desempenho zootécnico, menor nível de extrato etéreo e melhor custo benefício na produção de pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação.

2. Material e Métodos

2.1. Local e animais

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG no período de fevereiro a abril de 2014, com duração de sessenta dias.

Foram utilizados 100 juvenis de pirapitinga com peso médio de $328,81 \pm 25,55$ gramas, distribuídos aleatoriamente em vinte hapas 1 m^3 instaladas em tanque escavado 200 m^2 na densidade de 05 juvenis/ m^3 . As hapas 1 m^3 eram de material PVC, e continham uma tampa, para que as pirapitingas não pulassem para fora da hapa.

2.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, (T1- 0,7% da biomassa/dia; T2- 1,4% da biomassa/dia; T3- 2,1% da biomassa/dia; T4- 2,8% da biomassa/dia; T5- 3,5% da biomassa/dia), com quatro repetições, totalizando a vinte unidades experimentais.

De acordo com a Figura 1, os blocos foram as linhas de hapas, por onde a água passava. O esperado é que no decorrer do tanque, a água, ao passar por cada bloco, aumentasse a quantidade de amônia, nitrito e nitrato, devido à excreção dos peixes. Todos os blocos continham todos os tratamentos distribuídos de forma aleatória.

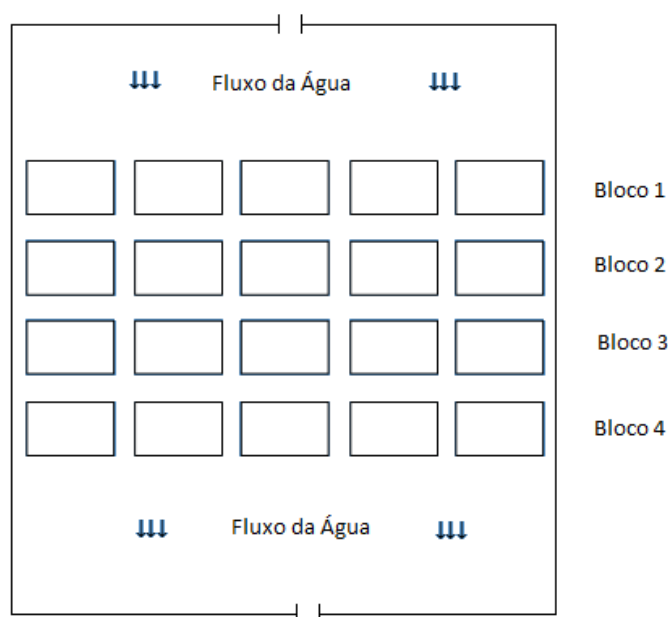


FIGURA 1- Posicionamento das hapas em tanque escavado.

2.3. Manejo alimentar

Os peixes foram alimentados com ração comercial extrusada contendo 32% PB e granulometria de 2-4 mm, duas vezes ao dia, às 9h e 17 h. O fornecimento de ração foi realizado com base na porcentagem da biomassa, por isso, foram realizadas biometrias quinzenais do início ao final do experimento, para promover o reajuste da quantidade de ração a ser fornecida aos peixes baseando-se na porcentagem da biomassa existente em cada hapa.

As sobras de ração foram recolhidas antes do fornecimento de ração às 9h e às 17h, pois observou-se que houve consumo no intervalo dos dois. Estas sobras recolhidas foram identificadas e armazenadas no congelador. Para posteriormente secagem em estufa.

2.4. Monitoramento da qualidade da água

Os parâmetros de qualidade da água realizados no período experimental foram, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia total, nitrito, nitrato.

A temperatura foi aferida diariamente às 8h e 17h com termômetro de bulbo de mercúrio; oxigênio dissolvido e pH que foram mensurados semanalmente às 8h, utilizando oxímetro e peagâmetro digitais, respectivamente.

Amostras de água foram coletadas, quinzenalmente, em cada hapa e acondicionados em garrafas plásticas para análises de amônia total, nitrito e nitrato. Foram utilizados reagentes padronizados comerciais, seguindo os protocolos sugeridos pelo fabricante, e a leitura feita com fotocolorímetro digital.

2.5. Desempenho zootécnico

As pirapitingas, após jejum de 24 horas, foram capturadas nas hapas (às 8h) com ajuda de um puçá, acondicionadas em caixas de 100 litros de água contendo eugenol na concentração de 75 mg/L de água), para que pudesse ser realizada as pesagens.

Os peixes e a ração fornecida no experimento foram pesados quinzenalmente até o final do experimento para a realização dos cálculos das seguintes variáveis de desempenho:

- Taxa de sobrevivência – TS (%) = $(n^{\circ} \text{ final peixes} \div n^{\circ} \text{ inicial peixes}) \times 100$;
- Peso final – PF (g) = peso individual médio ao final do experimento;
- Biomassa - BIO final (kg) = número de peixes x peso final;
- Ganho de peso médio – GPM (g) = peso médio final – peso médio inicial;
- Consumo aparente de ração - CAR (kg) = peso total da ração fornecida por unidade;
- Conversão alimentar aparente - CAA (g/g) = consumo aparente de ração $\div$ ganho de peso;
- Taxa de crescimento específico em peso - TCEp (% ao dia) = $[(\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) \div \text{período}] \times 100$.

2.6. Composição química da carcaça

Para as análises da composição de carcaça, um peixe (com vísceras e escamas) de cada repetição foi triturado em máquina de moer carne e levado a estufa a 105°C. Depois de secas as amostras foram moídas individualmente em liquidificador, para que pudessem ser realizadas as análises de extrato etéreo (Soxhlet). A análise de extrato etéreo foi realizada Laboratório de Análises de Matéria Prima e Rações (LAMRA-UFU) - Universidade Federal de Uberlândia.

2.7. Avaliação econômica

Na avaliação econômica será seguida a metodologia proposta por Silva et al.¹², em que se considera o custo operacional parcial (COP), definido como o valor gasto com ração e peixe, e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos peixes vivos (*in natura*) no local da produção.

A ração contendo 32% PB foi cotada a R\$ 1,52, enquanto que os peixes foram adquiridos por R\$ 0,12/unidade. O custo com os peixes foi obtido através da multiplicação do preço unitário pela quantidade utilizada por hapa. O preço de venda dos peixes foi o praticado

no comércio atacadista na região de Goiânia-GO, R\$ 5,50/kg PV. Esses valores foram aplicados em relação ao dia do encerramento da fase experimental (11/04/2014).

Foram calculados os seguintes parâmetros econômicos:

a) Custo operacional parcial

$$COP = [(QR \times PR) + (NA \times PA)]$$

Em que:

COP = custo operacional parcial;

QR = quantidade média de ração /tratamento;

PR = preço por kg da ração;

NA = número inicial de alevinos por tratamento;

PA = preço unitário dos alevinos.

b) Receita bruta

$$RB = BT \times PP$$

Em que:

RB = receita bruta;

BT = biomassa total média produzida/tratamento;

PP = preço de venda do kg de peixe.

c) Incidência de custo

$$IC = COP \div BT$$

Em que:

IC = incidência de custo;

COP = custo operacional parcial;

BT = biomassa total média produzida/tratamento.

d) Receita líquida parcial

$$RLP = RB - COP$$

Em que:

RLP = receita líquida parcial;

RB = receita bruta;

COP = custo operacional parcial.

2.8. Análise estatística

Os resultados do desempenho produtivo foram submetidos à análise de regressão polinomial em função das taxas de alimentação e de variância, e as médias foram comparadas pelo teste SNK (5%).

3. Resultados e discussão

3.1. Qualidade da água

A qualidade da água dos tanques influencia diretamente o consumo dos peixes, saúde e condição fisiológica, que varia de acordo com tamanho e idade e espécie cultivada. A manutenção da qualidade de água em tanques é requisito básico para o sucesso econômico do sistema produtivo¹³. A qualidade da água pode ser influenciada por fatores como, a origem da fonte de abastecimento de água e manejo alimentar¹⁴.

As médias dos parâmetros de qualidade da água estão demonstradas na tabela 1.

TABELA 1 - Médias de oxigênio dissolvido (OD), pH, amônia total ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$), amônia não ionizada (NH_3), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) na água da criação da pirapitinga submetida a diferentes taxas de alimentação na fase de recria em tanques escavados.

Variáveis	Taxas de alimentação (%)					CV (%)	p
	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5		
OD (mg/L) ¹	4,25	3,87	4,00	3,99	4,11	4,39	0,078
pH ^{ns}	6,85	6,87	6,83	6,79	6,85	4,62	0,997
$\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$ (mg/L) ^{ns}	0,337	0,531	0,432	0,513	0,659	39,46	0,249
NH_3 (mg/L) ^{ns}	0,010	0,005	0,005	0,003	0,004	15,58	0,793
NO_2^- (mg/L) ^{ns}	0,0170	0,0214	0,0163	0,0195	0,0206	43,8700	0,8829
NO_3^- (mg/L) ^{ns}	0,2351	0,1997	0,1760	0,2441	0,2671	33,6600	0,4755

CV = coeficiente de variação. Ns = não significativo para análise regressão.

A temperatura do meio em que os peixes vivem, é capaz de afetar o seu desempenho. Durante o período experimental a temperatura média da água aferida às 8h e às 17h, foi de 25°C e 26°C, respectivamente.

O conforto térmico para peixes redondos encontra-se entre temperaturas que variam de 27° a 30°C, nessas temperaturas é possível alcançar maiores taxas de crescimento, pois o consumo de ração pode atingir o nível máximo. Do contrário, o consumo dos peixes

redondos diminui quando a temperatura da água se aproxima de valores entre 22°C e 20°C¹⁵⁻¹⁶.

A temperatura e fase em que o peixe se encontra, têm grande influência sobre a taxa de alimentação fornecida a eles, porém oxigênio dissolvido e amônia são parâmetros que exercem maior influência nesta taxa alimentar¹⁷.

Os valores obtidos na fase experimental de oxigênio dissolvido, podem ser observados na tabela 1. Não houve diferença significativa entre as variáveis e entre as diferentes taxas de alimentação, exceto para o oxigênio dissolvido, que apresentou efeito quadrático.

No presente estudo, os teores de oxigênio dissolvido estão dentro da faixa considerada ótima para criação de peixes¹⁸.

Os peixes redondos são resistentes a baixos níveis de oxigênio, entretanto, não conseguem sobreviver, quando os valores de oxigênio dissolvido na água estão próximos de 2mg/L¹⁹.

A pirapitinga e o tambaqui podem sobreviver por aproximadamente duas horas com níveis de oxigênio dissolvido em torno de 0,5mg/L, quando utilizam uma estratégia de respiração, em que há uma expansão do lábio inferior, para capturar oxigênio da camada superficial da água, que está mais oxigenada, para região das brânquias²⁰. Entretanto, quando as concentrações de oxigênio dissolvido atingem os níveis normais na água, o lábio regride para o tamanho original tempo^{19,21,22}.

Os valores de pH mantiveram-se próximos a neutralidade, e dentro dos valores recomendados para um ótimo desenvolvimento, que oscilam entre 6,5 a 8. Valores abaixo ou acima destes, causam problemas fisiológicos no crescimento e reprodução dos peixes²³.

Pádua et al.²⁴, observaram que juvenis de pacu, criados em tanques de alvenaria, o pH da água oscilou entre 6,8 e 7,5, valores semelhantes aos obtidos nesta pesquisa.

A concentração de amônia não ionizada ideal para criação de peixes é abaixo de 0,05 mg/L²⁵. Os valores de amônia aferidos neste estudo encontram-se dentro dos níveis de normalidade para criação de peixes, e não afetaram o desenvolvimento e saúde das pirapitingas. Os animais alimentados com 0,7% do peso vivo, apresentaram o maior valor de amônia não ionizada, 0,01 mg/L.

Vásquez- Torres e Arias- Castellanos²⁶, em estudos recentes com juvenis de pirapitingas alimentadas com dietas contendo diferentes perfis de aminoácido essenciais, observaram níveis de amônia inferiores a 0,002mg/L, valores similares aos encontrados neste experimento.

O nitrito é metabólito intermediário do processo de nitrificação, em que as bactérias dos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* oxidam a amônia em nitrato. A nitrificação é um processo predominantemente aeróbio e ocorre somente nas zonas onde há oxigênio disponível, geralmente na coluna d'água²⁷. Concentrações de nitrito entre 0,7 e 200 mg/L podem causar mortalidade entre os peixes²³. Enquanto concentrações próximas de 0,3 a 0,5 mg/L podem ser causa da redução no crescimento, essa concentração torna-se crítica a criação de peixe, se estiver abaixo de 0,15 mg/L²⁸⁻²⁹.

Houve um aumento em relação ao nitrito e ao nitrato, entretanto, não apresentou diferença significativa. Verificou-se que as concentrações máximas obtidas de nitrito foram (0,02mg/L) nos níveis de arraçoamento 1,4% e 3,5%, enquanto de nitrato as concentrações foram (0,26mg/L), no nível de arraçoamento 3,5% e mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para o cultivo.

3.2. Desempenho produtivo

As variáveis de desempenho produtivo de pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação criadas em tanque escavado, estão representadas na tabela 2. As variáveis peso inicial, taxa de sobrevivência e biomassa final, não apresentaram diferenças ($P < 0,05$).

O peso final apresentou efeito quadrático e seu ponto de máxima foi verificado com a taxa de alimentação de 2,77% da biomassa ao dia. Contribuindo com essas informações, sabe-se que a quantidade de alimento a ser fornecida aos peixes a fim de proporcionar uma melhor eficiência deve ser menor do que a capacidade máxima de consumo³⁰. Quando a taxa de alimentação é baixa pode ocorrer competição por alimento, causando piora no desempenho desses animais, que se tornarão mais susceptíveis a doenças.

As médias dos tratamentos apresentaram diferenças significativas pelo teste SNK ($P > 0,05$).

Os valores de peso final e ganho de peso individual apresentaram relação quadrática, em função do aumento do nível de arraçoamento com ponto de máximo de 2,77% para ganho de peso final, e 2,78% para ganho de peso individual, em porcentagem do peso vivo da biomassa, (tabela 2 e 3).

Em experimento realizado com *Perca fluviatilis*, avaliando as taxas de arraçoamento, de 1%, 2% e 3% do peso vivo, concluiu-se que os três níveis utilizados, foram satisfatórios para o crescimento dos animais³².

Em estudo realizado com a espécie *Piaractus mesopotamicus*, observou-se que o consumo diário de ração foi influenciado pela temperatura, sendo que os maiores níveis de arraçoamento foram observados em animais que estavam submetidos a tempera³¹.

Em estudo realizado com a espécie *Piaractus mesopotamicus*, observou-se que o consumo diário de ração foi influenciado pela temperatura, sendo que os maiores níveis de arraçoamento, 2,29 e 2,97% do peso vivo ao dia, foram verificados nas temperaturas 23° e 27°C respectivamente. O tempo de trânsito gastrointestinal e a digestão também foram influenciados pela temperatura, sendo as médias de 36 e 14 horas, para 23° e 27°C respectivamente. Com a temperatura a 23°C a digestão se tornou mais lenta em relação a 27°C³³.

TABELA 2 - Médias da taxa de sobrevivência (TS), peso final (PF), biomassa final (BF), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração específico (CRE), conversão alimentar efetiva (CAE), consumo de ração individual (CRI) da pirapitinga submetida a diferentes taxas de alimentação na recria em tanques escavados

Variáveis	Taxa de alimentação (%)					CV (%)	P
	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5		
TS (%)	90,0	70,0	80,0	85,0	70,0	25,94	0,5661
PF (g)¹	392,95 b	401,83 b	477,80 a	472,73 a	452,71 ab	7,89	0,0075
BF (kg)	1766,00	1395,75	1888,12	1996,75	1566,37	23,04	0,2530
GPM (g)²	62,70 b	89,33 ab	137,65 a	138,60 a	126,06 a	25,61	0,0059
CAA³	3,20 c	4,37 bc	4,08 bc	5,33 b	8,00 a	20,04	<0,001
TCE	0,29 b	0,42 ab	0,56 a	0,57 a	0,54 a	24,52	0,0159
(%/dia)⁴							
CRE (g)⁵	182,95 d	380,95 c	536,83 bc	708,28 b	969,34 a	22,06	<0,001
CAE ⁶	3,19 b	4,37 b	4,05 b	5,15 b	7,72 a	19,70	<0,001
CRI (g) ⁷	183,41 d	381,66 c	540,35 c	733,25 b	1000,29 a	21,44	<0,001

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes na linha não diferem entre si pelo teste SNK 5%.

¹Efeito quadrático: PF (g) = $y = -20,2393x^2 + 112,2105x + 313,0558$ ($R^2 = 0,7508$). Ponto máximo = 2,772 biomassa ao dia;

²Efeito quadrático: GPM (g) = $y = -18,3260x^2 + 102,1140x - 4,7892$ ($R^2 = 0,9274$). Ponto máximo = 2,7860 biomassa ao dia;

³Efeito linear: CAA = $y = 1,5071x + 1,8354$ ($R^2 = 0,7982$). Efeito linear crescente;

⁴Efeito linear: TCE (%/dia) = $y = 0,0940x + 0,2825$ ($R^2 = 0,6896$). Efeito linear crescente;

⁵Efeito linear: CRE (g) = $y = 271,4444x - 14,3591$ ($R^2 = 0,9903$). Efeito linear crescente;

⁶Efeito linear: CAE = $y = 1,4060x + 1,9474$ ($R^2 = 0,7878$). Efeito linear crescente;

⁷Efeito linear: CRI (g) = $y = 283,6357x - 27,8181$ ($R^2 = 0,9904$). Efeito linear crescente.

Tesser e Sampaio³⁴, utilizando diferentes níveis de arraçoamento para o peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*), observou-se que o ganho de peso aumentava ao elevar os níveis de arraçoamento.

Níveis de arraçoamento maiores que 10% do peso vivo ao dia, provocaram diminuição no ganho de peso em lambari-do-rabo-amarelo, um efeito não esperado³⁵.

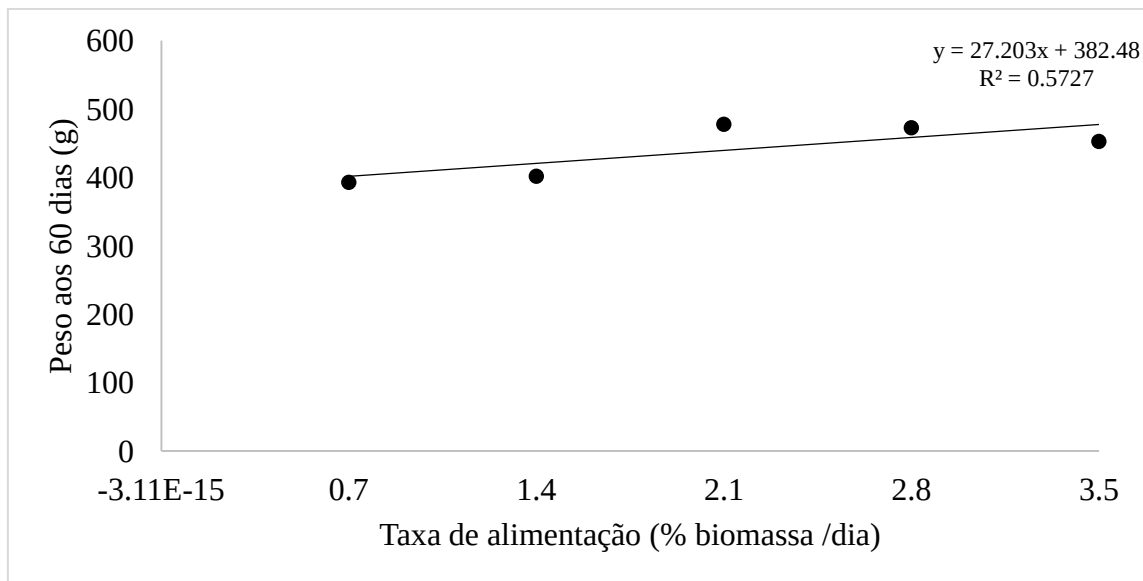


FIGURA 2 - Peso médio de pirapitinga submetidas a diferentes taxas de alimentação criadas em tanques escavados durante a recria.

Se as sobras do arraçoamento forem ingeridas pelos peixes, pode gerar um efeito negativo. Depois de um tempo, além das sobras perderem nutrientes solúveis, como vitaminas, sais, minerais, entre outros, se hidratam e aumentam em volume, e sua ingestão pode resultar na perda de apetite e diminuição do aporte de nutrientes, podendo provocar redução no crescimento³⁶. Por isso, neste estudo as sobras do arraçoamento foram recolhidas duas vezes ao dia, antes do arraçoamento dos animais.

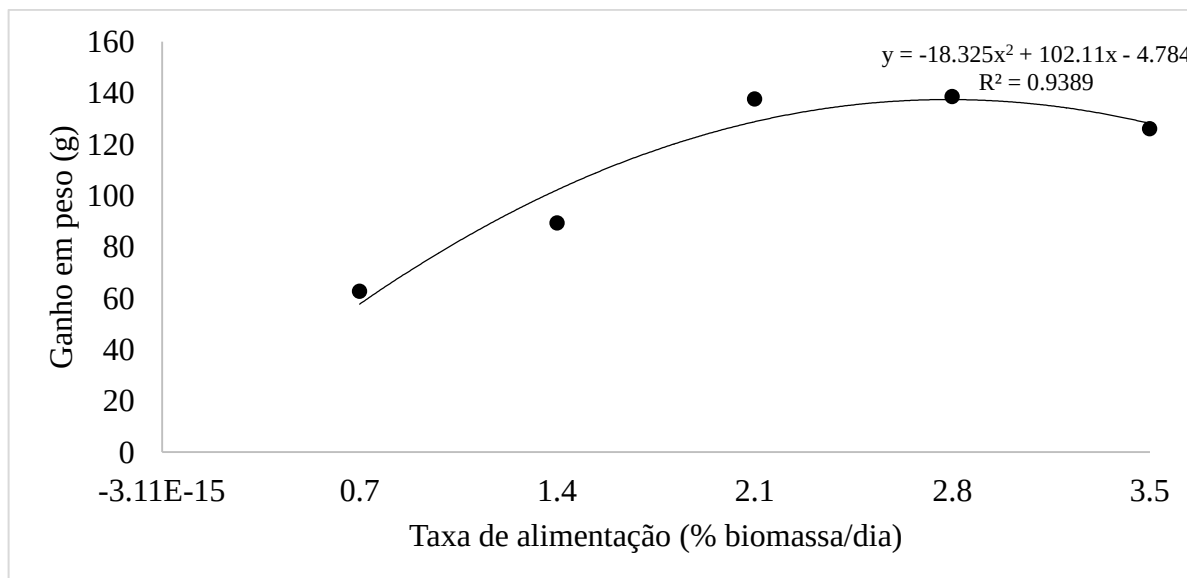


FIGURA 3 - Ganho de peso individual de pirapitingas alimentadas com diferentes taxas de alimentação em tanque escavado durante a recria.

A conversão alimentar aparente foi melhor na taxa de alimentação de 0,7% da biomassa ao dia, que apresentou efeito linear crescente. Os piores índices de conversão alimentar foram encontrados nas maiores taxas de alimentação.

Constatando esses dados, observa-se ainda que, o arraçoamento em excesso pode piorar a conversão alimentar, resultar em baixo desempenho e provocar alterações metabólicas digestivas, além de aumento no custo de produção, pelo desperdício da ração fornecida³⁷⁻³⁵.

Corroborando com esses dados, um experimento realizado com alevinos *Perca fluviatilis*, utilizando os níveis 1%, 2% e 3% do peso vivo, observou-se que a conversão alimentar apresentou um decréscimo à medida que as taxas de alimentação foram aumentadas³².

Os peixes alimentados com taxas de alimentação baixas, tendem a otimizar a sua digestão para extrair o alimento de forma mais eficiente, o que está de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa³⁸⁻³⁹. Entretanto, maiores taxas de crescimento acompanhadas de elevada conversão alimentar, podem ser indicativas de desperdício de alimento, que evidencia um aumento nos custos de produção.

Taxas de alimentação em excesso podem ainda influenciar o coeficiente de digestibilidade, se o peixe recebe alta taxa de alimentação, o trânsito do alimento no intestino pode ser mais rápido, proporcionando menor digestibilidade e absorção dos nutrientes^{40,41,42}.

Em relação a conversão alimentar efetiva, o melhor resultado foi observado com a taxa de arraçoamento 0,7% da biomassa ao dia.

Na avaliação de três taxas de alimentação para tambaqui criados em tanques-rede, observou-se que os peixes que receberam a menor taxa de alimentação 1% apresentaram uma melhor eficiência na conversão alimentar, quando comparados aos que receberam 3% e 5% do peso vivo ao dia, as conversões obtidas neste trabalho foram respectivamente, 1,98 4,86 e 7,07, esses resultados foram similares aos encontrados neste trabalho⁴³.

Quando os peixes recebem uma taxa de alimentação elevada, em excesso, o desempenho pode ser comprometido de forma direta, indicando piores índices de conversão alimentar, e por consequência do excesso de ração na água, reduzir sua qualidade⁵.

De acordo com alguns estudos a temperatura elevada, melhora a conversão alimentar devido ao aumento na taxa de crescimento, para espécies tropicais, entretanto a exigência para manutenção permanece constante⁴⁴⁻⁴⁵.

A taxa de crescimento específico apresentou um efeito linear, em que o nível 2,8% teve a melhor taxa de crescimento específico.

Altas de taxas de crescimento podem propiciar, em menor tempo, maior número de ciclos produtivos, que resulta em maior rendimento econômico da produção⁴⁶.

O consumo de ração específico e consumo individual se relacionaram positivamente com as taxas de alimentação. Ou seja, à medida que houve o aumento das taxas, ocorreu um incremento nos valores destas³¹. Os animais alimentados com a taxa de arraçoamento 3,5%, tiveram maior consumo de ração específica e individual, todos os níveis para estas duas variáveis apresentaram diferença estatística entre si.

Consumo de ração determina o quanto de alimento foi fornecido aos peixes, esse consumo é diretamente influenciado pela frequência alimentar, taxa de alimentação e temperatura⁴⁷.

3.3. Extrato etéreo

Os teores de extrato etéreo para pirapitingas apresentaram diferenças significativas entre as taxas de alimentação ($P < 0,05$), com efeito linear, onde os menores teores de extrato etéreo observados nas taxas 0,7% e 2,1% da biomassa ao dia. (Tabela 3).

O alto teor de extrato etéreo na carcaça das pirapitingas pode ser explicado pelo fato de terem sido confinadas em hapas de 1 metro cúbico, com espaço reduzido para movimentação, proporcionando, dessa forma maior acúmulo de gordura. Corroborando com estas informações, em sistemas de produção onde os peixes ficam confinados, sua movimentação é bem menor, isso pode gerar aumento de gordura corporal, a qual diminui a qualidade do produto e afeta a aceitação pelo consumidor⁴⁸.

A pirapitinga possui maior capacidade de deposição de gordura na cavidade abdominal⁴⁹. Quando os peixes atingem determinado peso, geralmente diminuem o crescimento e intensificam a deposição de gordura na carcaça⁵⁰.

De acordo com estudo realizado por Paula⁴⁹, e que avaliou o desempenho do tambaqui, pirapitinga e tambatinga, mantidos em tanques fertilizados na fase de engorda, observou-se que as porcentagens de extrato etéreo foram de 3,79%; 3,34% e 2,49%, respectivamente.

Outros pesquisadores, avaliando as exigências nutricionais de pirapitingas recebendo dietas contendo seis níveis proteicos (16, 20, 24, 28, 32, 36%), em relação a composição da carcaça, observou-se os seguintes teores de extrato etéreo 29,7; 32,2; 32,5; 33,4; 33,4; 33,0 respectivamente⁵¹, valores similares aos encontrados neste estudo.

O pescado apresenta alterações na fração de cinzas que vão de 0,6 a 36 % de lipídeos⁵².

O peso dos peixes, espécie, estado fisiológico, idade, dieta alimentar e principalmente regiões do corpo, são causa dessas grandes alterações na composição da carcaça⁵³

TABELA 3 - Média do extrato etéreo da carcaça da pirapitinga submetida a diferentes taxas de alimentação na fase de recria em tanque escavado

Variáveis	Taxa de alimentação (%)					CV (%)	p
	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5		
Extrato etéreo (%)	21,45d	22,98c	21,46d	25,38b	27,52a	2,55	<0,001

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes na linha não diferem entre si pelo teste SNK 5%.

3.4. Avaliação econômica

Na Tabela 4 são apresentados os dados de avaliação econômica.

Carneiro et al.⁵⁴ avaliam como importantes os seguintes fatores indicadores de viabilidade econômica para a produção de peixes criados em sistemas intensivos e semi-intensivos, o preço de venda do peixe, custo da ração, conversão alimentar, e preço dos alevinos.

Dentre esses fatores, o custo com ração é a variável mais importante na piscicultura, sobre a qual o produtor deve atuar, já que pode variar de 16 a 71% dos custos operacionais totais, dependendo da estrutura utilizada, da espécie e do sistema de produção^{55,56}.

TABELA 4 - Dados médios da biomassa final dos peixes (BT), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC) obtidos com pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação, criadas em tanque escavado, durante a recria

Taxas %	Ração		Alevino		BT	RB	COP	RLP	IC
	Kg	R\$(a)	Unid.	R\$(b)	Kg	R\$	R\$(a+b)	R\$	R\$/kg
0,7	0,823	1,251	5	0,6	1,766	9,713	1,851	7,861	1,048
1,4	1,333	2,026	5	0,6	1,395	7,676	2,626	5,049	1,881
2,1	2,147	3,263	5	0,6	1,888	10,384	3,863	6,520	2,046
2,8	3,010	4,575	5	0,6	1,996	10,982	5,175	5,806	2,591
3,5	3,392	5,156	5	0,6	1,566	8,615	5,756	2,858	3,675

A receita bruta, demonstra qual foi o tratamento que gerou maior biomassa final, quando a taxa que gerou maior receita foi a taxa de 2,8% da biomassa. Porém, analisando o COP (custo operacional parcial), que soma os gastos com alevinos mais a ração fornecida, a taxa de alimentação 2,8%, apresentou o segundo maior custo, ficando atrás apenas da taxa 3,5%. O menor custo foi apresentado pela taxa de 0,7%, que apresentou apenas a terceira maior receita bruta, porém apresentou o melhor resultado em receita líquida parcial, ou seja, o melhor custo benefício, que ficou evidenciado pelo IC (incidência de custo) que apresenta quanto custou produzir a pirapitinga.

A receita bruta não teve um crescimento proporcional ao aumento da taxa de alimentação, ou seja, quanto maior for a quantidade de ração fornecida, nem sempre proporcionará o maior ganho de peso e consequentemente a maior receita bruta, conforme espera-se. A maior receita bruta foi encontrada na taxa de alimentação 2,8% e a menor na taxa 1,4%.

A receita líquida parcial apresentou o melhor resultado com taxa 0,7%, seguido pela taxa 2,1% e, o valor mais baixo taxa 3,5%.

O custo operacional parcial que se refere ao valor pago pelo alevino mais o valor da ração fornecida, foi aumentando conforme elevou-se taxa de alimentação. Uma relação esperada entre o aumento da quantidade de ração e o maior custo.

A incidência de custo, devido aos gastos com ração e alevinos, foi maior com o aumento da taxa de alimentação, sendo o pior resultado apresentado pela taxa de 3,5% e o melhor resultado apresentado pela taxa de 0,7%, que demonstrou, quanto maior a taxa de alimentação maior foi o custo por kg em relação a biomassa total.

Outro dado importante a ser analisado em conjunto com a avaliação econômica refere-se ao teor de extrato etéreo (tabela 5), que avalia a quantidade de gordura presente na carcaça. O melhor resultado apresentado foi obtido pela taxa de 2,1%, que também teve bom resultado na análise econômica pois teve a segunda melhor receita líquida parcial.

Em relação a conversão alimentar (tabela 4) onde foi apresentado a taxa 0,7% como sendo a melhor opção, esse dado vem de encontro ao apresentado pela avaliação econômica, onde a mesma taxa também obteve o melhor resultado de receita líquida parcial e incidência de custo.

O custo elevado com ração, notadamente nos sistemas mais intensivos de produção de peixes, é o fator que deve merecer atenção especial por parte dos pesquisadores e produtores. Todos os tratamentos receberam a mesma ração, dessa forma a diferença de incidência de custos pode ser pelo manejo aplicado e parâmetros de desempenho produtivo.

Estudo realizado com tilápias, avaliando dietas de custos diferentes, obtiveram menores incidências de custo (US\$0,65/kg) para a dieta de menor custo que, no entanto, apresentou a pior conversão alimentar (2,41)⁵⁸.

Paula⁵⁷, avaliou as taxas de alimentação 1,0%; 1,75%; 2,5%; 3,25% e 4,0% em tilápias, encontrou desempenho satisfatório nos tratamentos com taxas 2,5%; 3,25% e 4,0% ao dia ($p < 0,05$) e compreendeu que o tratamento com 2,5% apresentou menor custo com ração e melhor receita líquida.

4. Conclusão

A taxa de alimentação que proporcionou melhor desempenho, menor teor de extrato etéreo, e melhor receita líquida para pirapitingas criadas durante a recria em tanque escavado, alimentadas duas vezes ao dia, é a 2,1% da biomassa ao dia.

Referências

1. FAO. 1994. Producción de acuicultura 1985-1992. FAO, Roma, 213p.
2. Pérez, L. E., Martino, G. Analisis microeconómico del cultivo de "cachama" (*Colossoma* sp.) en jaulas flotantes. In: Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*. Documento de campo no.5, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA. FAO. Guayana, Venezuela. 165-235. 1993.
3. Hilbig, C. C. Taxa de arraçoamento para o Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) criado em tanques-rede no Reservatório de Itaipu. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon. Centro de Ciências Agrárias. 2010.
4. Sussel, F. R., Alimentação Na Criação De Peixes Em Tanques-Rede. Apta (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios) Médio Paranapanema, Nutrição de Peixes, SP.2008.
5. Furuya, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – Acesui Regiões. III Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca. Anais... Belo Horizonte-MG. p. 121-139. 2007.
6. Merola, N.; Cantelmo, O. A. Growth, feed conversion and mortality of cage reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 66, p. 223-233, 1987.
7. Castagnolli, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: FUNEP. 108p. 1992.
8. Huss, H.H. El pescado fresco: su calidad y câmbios de calidad. Roma: FAO, 132 p. (Colección FAO Pesca; n.29). 1988.
9. Souza, M. L. R. Comparação de Seis Métodos de Filetagem, em Relação ao Rendimento de Filé e de Subprodutos do Processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.
10. Cho, S.H., Lee, S-M., Park, B.H., Ji, S.C., Choi, C.Y., Lee, J.H., 2007. Effect of dailyfeeding ration on growth and body composition of subadult, *Paralichthys olivaceus*, fed an extruded diet during the summer season. *Journal of World Aquaculture Society* 38, 68-73.
11. Saita, M. V. Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo. 2011. 49f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista.
12. Silva, P. C.; Kronka, S. N.; Tavares, L. H. S.; Sousa Junior, R. P.; Souza, V. L. Avaliação econômica da produção da tilápia nilótica em tanques com diferentes trocas de água e densidades populacionais no sistema raceway. *Acta Scientiarum: Animal Science*, v.25, n.1, p.9-13, 2003.

13. Carneiro, P. C. F., Urbinati, E. C. "Stress" e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In: Simpósio Sobre Manejo E Nutrição De Peixes, Iii, 1999, Campinas, SP. Anais..., Campinas, SP. p. 25-40, 1999.
14. Sipaúba-Tavares, L.H. Limnologia aplicada à aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP, 1994.70p.
15. Saint-Paul, U. Investigations on the respiration of the Neotropical fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae): the influence of weight and temperature on the routine oxygen consumption. *Amazoniana*, v.7, p.433-443, 1983.
16. Piedras, S.R.N.; Moraes, P.R.R.; Pouey, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.30, p.177-182, 2004a.
17. Kubitza, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: Simpósio Sobre Manejo E Nutrição De Peixes, 1997, Piracicaba, SP. Anais..., Piracicaba, SP. p. 63-101, 1997.
18. Boyd, C.E. Water quality management for pond fish culture. Amsterdam: Elsevier Science, 1982. 317p.
19. Saint-Paul, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalminidae. *Environmental Biology of Fishes*, v. 11, p. 53-62, 1984.
20. Saint-Paul, U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review. *Aquaculture*, v. 54, p. 205-240, 1986.
21. Val, A. L.; Almeida-Val, V. M. F. Fishes of the Amazon and their Environment. Physiological and Biochemical Aspects. Springer, Heidelberg. 224p. 1995.
22. Val, A.L.; Silva, M.N.P.; Almeida-Val, V.M.F. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *South African Journal of Zoology*, v. 33, p. 107-114, 1998.
23. Sipaúba-Tavares, L.H. Limnologia aplicada à aqüicultura. São Paulo: FUNEP. 72 p. 1994.
24. Pádua, M. C; Silva, P. C; Pádua, J. T.; Fernandes, C. M.; Andrade, M. L; Urbinati, E. C. Efeito da densidade de lotação e da renovação da água no desenvolvimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária da UFG, Goiânia*, v.28, n.1, p.43-53,1998.
25. Kubitza, F. 1999 Qualidade da água na produção de peixes. 3. ed. Jundiá: Degaspari. 97p.
26. Vásquez- Torres, W.; Arias- Castellano, J. A. Crescimento de juvenis de *Piaractus brachypomus* alimentados com dietas contendo diferentes perfis de aminoácidos essenciais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.48, n.8, p.849-856, ago. 2013.

27. Pereira, L. P. F. E Mercante, C. T. J. A Amônia Nos Sistemas De Criação De Peixes E Seus Efeitos Sobre A Qualidade Da Água. Uma Revisão. Boletim Instituto Pesca, São Paulo, 31(1): 81 - 88, 2005.
28. Proença, C.E.M.; Bittencourt,P.R.L. Manual de piscicultura tropical. Brasília: IBAMA, 1994.195p.
29. Boyd, C.E. Manejo da qualidade da água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho. Manual de gerenciamento da qualidade da água no cultivo do camarão marinho. Universidade de Auburn, Alabama. Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC. 1998.
30. Halver, J. F. Salmonid husbandry techniques. In: Fish Nutrition Academic Press. New York and London. 719p. 1972.
31. Otubusin, S. O. Effects of different levels of blood meal in pelleted feeds on tilapia, *Oreochromis niloticus*, production in floating bamboo net-cages. Aquaculture, Amsterdam, 65(3/4): 263-266. 1987.
32. Fontaine, P.; Gardeur, J., N., Kestemont, P.; Georges, A. Influence of feeding level on growth, intraspecific weight variability and sexual growth dimorphism of Eurasian perch *Perca fluviatilis* L. reared in a recirculation system. Aquaculture. Amsterdam, 157(2): 1-8. 1997.
33. Dias-Koberstein, T.C.R.; Carneiro, D.J.; Urbinati, E.C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. Acta Scientiarum, v.26, p.339344, 2004.
34. Tesser, M. B.; Sampaio, L. A. Criação de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) em diferentes taxas de arraçoamento. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 4, p.1278-1282, 2006.
35. Meurer, F; Nível de arraçoamento para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.1835-1840, 2005.
36. Avendaño Vasquez, L., Níveis de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho produtivo do acará-bandeira *Pterophyllum*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2008.
37. Castagnolli, N. Tecnologia da alimentação de peixes.In:. Fundamentos de nutrição de peixes. São Paulo: Livroceres, 1979. 105p.
38. Zoccarato, I. Differences in performance, flesh composition and water output quality in relation to density and feeding levels in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), farming. Aquaculture and Fisheries Management, v.25, p.639-647, 1994.
39. Van Ham, E.H., Berntssen, M.H.G., Imsland, A.K., Papoura, A.C., Bonga, S.E.W., Stefansson, S.O., The influence of temperature and ration on growth, feed conversion,

- body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 217, 547-558. 2003.
40. Henken, A.M., Kleingeld, D.W., Tijssen, P. A.T., 1985. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture* 51, 1-11.
 41. Fernández, F., Miquel, A.G., Guinea, J., Martínez, R., 1998. Digestion and digestibility in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): the effect of diet composition and ration size. *Aquaculture* 166, 67-84.
 42. Mihelakakis, A., Tsoikas, C., Yoshimatsu, T., 2002. Optimization of feeding rate for hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Journal of World Aquaculture Society* 33, 169-175.
 43. Chagas, E. C.; Gomes, L. C.; Martins-Júnior, H.; Roubach, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.1109-1115, 2007.
 44. Kubitz, F. *Nutrição e alimentação*. 3. ed. Jundiaí, São Paulo, 1999a. 123p.
 45. Araujo-Lima, C. A. R. M.; Gomes, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Orgs.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM, p. 175-202, 2005.
 46. Zuanon, J. A. S.; Assano, M.; Fernandes, J. B. K. Desempenho de trichogaster (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arrazoamento e densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1639-1645, 2004.
 47. Silva, C. R.; Gomes, L. C.; Brandão, F. R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. *Aquaculture*, v.264, p.135-139, 2007.
 48. Arbeláez-Rojas, G. A.; Fracalossi, D. M.; Fim, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
 49. Paula, F. G. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*C. Macropomum* x *P. Brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. 2009.
 50. Botelho, H. A., Costa, A. C., Clemente, A. H. S. Ferreira, B. N., Freitas, R. T. F. Análise bromatológica de pacu (*piaractus mesopotamicus*), pirapitinga (*piaractus brachypomum*) e tambaqui (*colossoma macropomum*). *Xxiii Congresso De Pós-Graduação Da Ufla*. 2014.

51. Vázquez-Torres, W. Exigências de proteína, gordura e carboidratos em dietas para crescimento de juvenis de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Tese de Doutorado. Manaus: INPA/UA, 74p.2001.
52. Simões M. R.;Ribeiro,C.F.A;Ribeiro,S.C.A;Park,K.J;Murr,F.E.X;Composição físicoquímica, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*), Ciência Tecnologia dos Alimentos, Campinas, v. 27, n.3, p.608-613, 2007.
53. MACEDO-VIEGAS, E.M.SOUZA,M.L.R., ZUANON,J.A.S.Et. al. Rendimento e composição centesimal de filés in natura e pré-cozidos em truta arco-iris, *Oncorhynchus mykiss*(Wallbaum). Acta Scientiarum. Animal Scieces, v.24, n.4, p.1191-1195, 2002.
54. Carneiro, P. C. F., Urbinati, E. C. “Stress” e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In.Simpósio Sobre Manejo E Nutrição De Peixes, Iii, 1999, Campinas, SP. Anais..., Campinas, SP. p. 25-40, 1999.
55. Gomes, L. C.; Chagas, E. C.; Martins-Junior, H.; Roubach, R.; Ono, E. A.; Lourenço, J. N. P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. Aquaculture, Amsterdam, v. 253, p. 374–384, 2006.
56. Jomori, R. K.; Carneiro, D. J.; Martins, M. I. E. G; Portella, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. Aquaculture, Amsterdam, v. 243, n. 1-4, p. 175–183, 2005.
57. Paula, F.G. Taxa de alimentação para tilápia do nilo na terminação em sistema de alto fluxo de água.Tese.71p. 2012
58. Nwanna, L. C.; Bolarinwa, T. O. Effects of different dietary oils on the growth and economic performance of tilápia *Oreochromis niloticus*. In: TERNATIONAL SYMPOSIUM OF TILÁPIA AQUACULTURE, 5. 2000. Rio de Janeiro. Proceeedings... Rio de Janeiro: WAS, 2000. p. 227-234.

CAPÍTULO 3 - BIOQUÍMICA SANGUÍNEA, ÍNDICES BIOMÉTRICOS E HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DE PIRAPITINGA SUBMETIDA A DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO NA FASE DE RECRIA

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de verificar a influência da taxa de alimentação sobre a bioquímica sanguínea e histomorfometria de pirapitingas criadas em tanques escavados durante a recria. O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG no período de fevereiro a abril, com duração de sessenta dias. Foram utilizados 100 juvenis de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) distribuídos aleatoriamente em 20 hapas 1 m³ instaladas em tanque escavado 200 m² na densidade de 05 juvenis/m³, com peso médio 328,81±25,55 gramas. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, sendo T1- 0,7% da biomassa/dia; T2- 1,4% da biomassa/dia; T3- 2,1% da biomassa/dia; T4-2,8% da biomassa/dia; T5- 3,5% da biomassa/dia; com quatro repetições, e cada hapa correspondeu a uma unidade experimental. Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 32% PB, às 9h e 17 h. Foram analisadas as variáveis de bioquímica sanguínea (glicose, triglicérides, colesterol e proteína) e histomorfometria do intestino (anterior, médio e posterior). Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial e de variância, e, em caso de diferença estatística, ao teste de comparação de média SNK (5%). A altura da vilosidade da porção média do intestino apresentou efeito quadrático. A bioquímica sanguínea não apresentou diferença significativa. Conclui-se que, a taxa de alimentação para pirapitinga que gerou melhor resultado foi a de 3,67% da biomassa ao dia durante a fase de recria em tanques escavados.

Palavras-chave: Glicose, hapas, influência, intestino anterior, juvenis, proteína.

CAPÍTULO 3 - BIOCHEMESTRY BLOOD, BIOMETRIC INDEX OF GUT HISTOMORPHEMETRY OF PIRAPITINGA SUBMITTED TO DIFFERENT FEEDING RATES IN THE REARING PHASE

ABSTRACT

This study was conducted in order to assess the effect feed rate on blood biochemistry and histomorphometry of pirapitinga created in excavated ponds during rearing. The experiment was conducted in Fish Farming Sector of the Department of Animal Science School of Veterinary and Animal Science at UFG in the period from February to April, lasting sixty days. It was used 100 juvenile pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) randomly distributed in 20 hapas 1 m³ installed in excavated tank 200 m² in the density of 05 juveniles/m³, with an average weight of 328,81±25,55 grams. The designed experiment used, was randomized blocks, with five treatments, such as T1 0.7% of the biomass of the fish; T2 1.4% of fish biomass day; T3 2.1% of fish biomass day; T4-2,8% of fish biomass day; T5- 3.5% of the biomass day of the fish; with four replications, and each hapa corresponded to an experimental unit. Fish were fed with commercial feed containing 32% BP, at 9a.m. and 5p.m.. The blood biochemical variables were analyzed (glucose, triglycerides, cholesterol and protein) and histomorphometry of the intestine (anterior, middle and posterior). The data were subjected to analysis of polynomial regression and variance, and, in case of statistical differences, the average comparison test SNK (5%). In conclusion, the feed rate for pirapitinga that produced a better result was 3.66% biomass daily during the growing phase in excavated nursery ponds.

Keywords: foregut , Glucose, hapas, influence, , protein, youth.

1. Introdução

O Brasil teve um aumento expressivo de 25% no consumo do pescado de 2012 a 2013, sendo que em 2013, ultrapassou o consumo mínimo estabelecido pela OMS de 12 Kg/habitante/ano e em 2014, a população consumiu em média 14,5 quilos de pescado por habitante/ano¹.

Na última década houve uma intensificação do cultivo de espécies de peixes nativos tropicais no Brasil, principalmente dos peixes redondos (grupo popularmente denominado que engloba o tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos), espécies promissoras que apresentam um alto potencial para a produção, por apresentarem características positivas como excelente sabor, alto rendimento de filé (45%), baixa exigência quanto à qualidade de água e por serem espécies muito apreciadas na pesca esportiva²⁻³. Este grupo de peixes, se enquadra dentro das características importantes na escolha da espécie para se obter sucesso no cultivo, tais como, adaptabilidade e tolerância a diferentes ambientes, resistência a doenças, facilidade de reprodução em cativeiro, desempenho, crescimento, qualidade e aproveitamento da carcaça, e respondem atualmente por 82% da quantidade de peixes nativos cultivados no Brasil⁴.

Piaractus brachypomus, é uma espécie nativa migradora e tem alcançado grande importância econômica⁵. Esta espécie é conhecida pela sua rusticidade, facilidade de adaptação às condições limnológicas desfavoráveis por períodos não prolongados, além de serem criadas com outras espécies, como as tilápias e carpas⁶. Entretanto, por apresentar um crescimento um pouco mais lento que o tambaqui, tem sido muito utilizada em vários estados brasileiros para obtenção de híbridos em cruzamentos com o pacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) obtendo a patinga, e com o tambaqui, (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) resultando o tambatinga. Em 2010, a produção nacional da pirapitinga atingiu 783,6 toneladas⁷.

Um dos principais requisitos para o bom desenvolvimento da piscicultura é o conhecimento adequado da biologia da espécie utilizada no cultivo. O intestino dos peixes é um tubo simples que se inicia na válvula pilórica e termina no reto, não havendo separação entre delgado e grosso. Além da função de digestão e absorção auxilia na osmorregulação ou na respiração. Estudos referentes ao crescimento morfométrico são de grande importância para a compreensão do crescimento tanto nas mudanças no tamanho quanto na forma dos peixes⁴⁻⁹.

Para manutenção da saúde dos peixes é necessário utilizar como ferramentas a hematologia e bioquímica sanguínea. O estudo das funções e alterações dos componentes do

sangue permite avaliar o estado de saúde e desempenho desses animais confinados. No entanto existe uma variação nesses valores mostrando a relação entre características sanguíneas e meio em que esse peixe está inserido. Entretanto, o uso dessa ferramenta, muitas vezes fica comprometido, pela falta de valores referência para cada espécie cultivada em condições diferentes¹⁰.

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de verificar a influência da taxa de alimentação sobre a bioquímica sanguínea e histomorfometria de pirapitingas criadas em tanque escavado durante a recria.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local e animais

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG no período de fevereiro a abril de 2014, com duração de sessenta dias.

Foram utilizados 100 juvenis de pirapitinga com peso médio de $328,81 \pm 25,55$ gramas, distribuídos aleatoriamente em 20 hapas 1 m^3 instaladas em tanque escavado 200 m^2 na densidade de 05 juvenis/ m^3 . As hapas 1 m^3 eram de material PVC, e continham uma tampa, para que as pirapitingas não pulassem para fora da hapa.

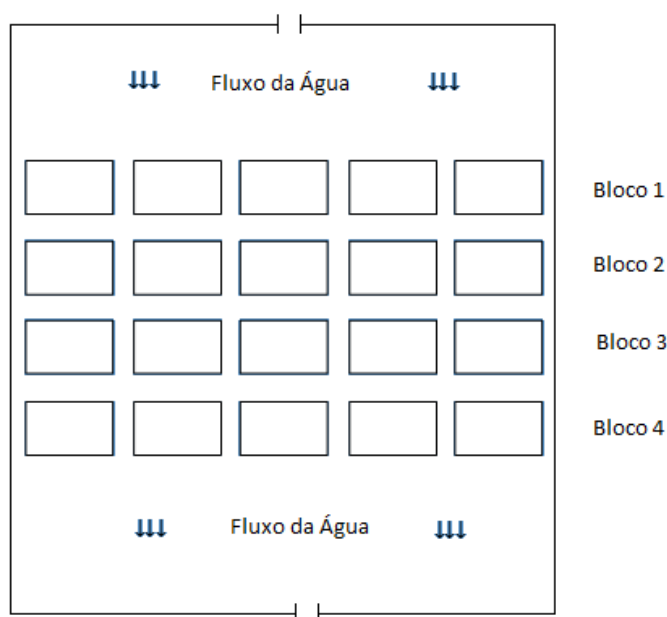


FIGURA 4 - Posicionamento das hapas em tanque escavado.

De acordo com a Figura 4, os blocos foram as linhas de hapas, por onde a água passava. O esperado é que no decorrer do tanque, a água, ao passar por cada bloco, aumentasse a quantidade de amônia, nitrito e nitrato, devido à excreção dos peixes. Todos os blocos continham todos os tratamentos distribuídos de forma aleatória

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, sendo T1- 0,7% da biomassa/dia; T2- 1,4% da biomassa/dia; T3- 2,1% da biomassa/dia; T4-2,8% da biomassa/dia; T5- 3,5% da biomassa/dia; com quatro repetições, totalizando vinte unidades experimentais.

2.3 Manejo alimentar

Os peixes foram alimentados com ração comercial contendo 32% PB e granulometria de 2-4 mm, duas vezes ao dia, às 9h e 17 h. O fornecimento de ração foi realizado com base na porcentagem da biomassa, por isso, foram realizadas biometrias quinzenais do início ao final do experimento, para promover o reajuste da quantidade de ração a ser fornecida aos peixes baseando-se na porcentagem da biomassa existente em cada hapa.

As sobras de ração foram recolhidas antes do fornecimento de ração às 9h e às 17h, pois observou-se que houve consumo no intervalo dos dois. Estas sobras recolhidas foram identificadas e armazenadas no congelador. Para posteriormente secagem em estufa.

2.4 Bioquímica sanguínea (glicose, triglicérides, colesterol e proteína)

Dois peixes de cada hapa foram utilizados para determinar as variáveis da bioquímica sanguínea (proteína, triglicérides, colesterol e glicose), totalizando 8 amostras por tratamento. Os peixes foram capturados (às 8h) acondicionados em baldes plásticos de 20 L para posterior punção da veia caudal, utilizou-se seringas descartáveis de 5 mL com anticoagulantes. Durante a colheita de sangue, os peixes tiveram a cabeça tampada com uma flanela, isso evitou que se movimentassem e o sangue pudesse ser colhido.

A concentração de glicose sanguínea (mg/dL) foi determinada, logo após a colheita do sangue, com glicosímetro digital Advantage II Chagas et al.¹¹.

Após a obtenção das amostras, as mesmas foram encaminhadas ao Laboratório Multiusuário do Programa de Pós-Graduação da Escola de Veterinária e Zootecnia, do Setor de Medicina Veterinária Preventiva para serem armazenadas e posterior processamento das análises.

Para a determinação quantitativa dos parâmetros bioquímicos foram utilizadas as frações de soro obtidas por centrifugação das amostras sem o uso de anticoagulante. O nível sérico do colesterol (mg/dL) foi determinado pelo método enzimático colorimétrico, em uma reação catalisada pelo colesterol oxidase, com a utilização do reagente comercial Colesterol Liquiform cat. 76 da Labtest®, que permitiu quantificar a concentração de colesterol por meio da metodologia enzimática, Bergmeyer¹², em que a leitura das amostras foi efetuada em espectrofotômetro de onda a 500 nm.

A concentração de triglicérides (mg/dL) foi realizada por método enzimático colorimétrico, em uma reação catalisada pela glicerolfosfato oxidase, empregando-se o reagente comercial Triglicérides Liquiform cat. 87 da Labtest®, em que a leitura das amostras foi efetuada em espectrofotômetro de onda a 505 nm Trinder¹³.

Para a determinação de proteína (mg/dL) utilizou-se o método do biureto modificado, utilizando-se o reagente comercial Proteína Total cat. 99 da Labtest®, em que a leitura das amostras foi efetuada em espectrofotômetro de onda a 545 nm Henry et al.¹⁴.

2.5 Histomorfometria do intestino

Ao final do experimento, dois peixes de cada unidade experimental (representando a média da parcela), foram eutanasiados em recipiente com água e gelo na proporção de 2:1, em temperatura em torno de 1°C, Ashle¹⁵.

As vísceras dos peixes foram retiradas e separadas para coleta de amostras do intestino anterior, médio e posterior. Foram extraídos fragmentos (± 10 mm) de cada porção do intestino (anterior, médio e posterior), totalizando três fragmentos por peixe.

As amostras foram fixadas em formol tamponado 10% durante um mínimo de 48 h. Esse material foi recortado, identificado e acondicionado nos cassetes (pequenas caixas plásticas individuais). Posteriormente, lavado em água de torneira por aproximadamente 10 minutos. Após esse procedimento foi iniciada a desidratação das peças, utilizando-se de soluções de álcool 70%, 80% e 90% por trinta minutos em cada concentração, depois seguiu o processo de desidratação com o álcool absoluto (álcool 100%), que foi realizada em três vezes com duração de quarenta minutos cada.

Terminada a desidratação iniciou-se o processo de clarificação com o uso de xilol. Para tal fase as amostras foram mergulhadas na solução de xilol por duas vezes, sendo que em cada solução o material ficou mergulhado por 30 minutos, depois, transferido para a parafina I e colocado na estufa a 56° por trinta minutos. Decorrido o tempo o material foi, novamente

transferido para outro recipiente com a parafina II por mais 40 minutos, também colocado na estufa a 56° para não ocorrer à solidificação da parafina.

Estes materiais foram incluídos em blocos de parafina histológica laminada a cinco micrômetros em micrótomo rotativo, utilizando navalhas descartáveis, e coradas com Hematoxilina e Eosina (HE).

Os índices morfométricos do intestino foram determinados utilizando o “software” Axion Vision 3.0. As imagens das lâminas foram digitalizadas do microscópio óptico para o computador, por meio da câmera de vídeo analógica e placa de captura e, posteriormente, procedeu-se a histomorfometria quantificada em micra com objetiva 5x.

De posse das imagens, foi possível determinar a altura das vilosidades (ápice das vilosidades até o início da camada muscular). A histomorfometria do intestino foi realizada por meio da mensuração de todas as vilosidades presentes nas lâminas.

2.6 Análise estatística

Os resultados da histomorfometria do intestino e bioquímica sanguínea foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste SNK (5%).

3. Resultados e discussão

3.1 Histomorfometria

A mucosa intestinal é fundamental nos processos digestivos, absorptivo e metabólico em peixes teleósteos e o aumento do comprimento das vilosidades implica em um aumento da área de superfície para maior absorção dos nutrientes¹⁶.

Os dados referentes à altura das vilosidades nas porções anterior, médio e posterior de pirapitingas alimentadas com diferentes taxas de alimentação, estão apresentadas na tabela 5. Os valores das porções do intestino anterior e posterior não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$).

Para que ocorra digestão e absorção dos nutrientes da dieta, é necessária uma eficiente área do lúmen intestinal, com altas vilosidades e enterócitos maduros. Isto posto, a mucosa intestinal maximiza o processo digestivo e representa extensa área de digestão e absorção de nutrientes^{17,18}, sendo a altura dos vilos diretamente proporcional a área de absorção¹⁹.

TABELA 5 - Médias da altura de vilosidades de intestino anterior (IA), médio (IM) e posterior (IP) de pirapitingas submetidas a diferentes taxas de alimentação em tanque escavados durante a recria.

Variáveis	Taxas de alimentação (%)					CV (%)	p
	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5		
IA (µm) ^{ns}	398787	353518	485693	433528	454176	21,05	0,3149
IM (µm) ¹	332696	363105	456275	406327	328530	18,46	0,0961
IP (µm) ^{ns}	205066	269060	274540	414347	305424	35,23	0,1186

CV=coeficiente de variação. Ns = não significativo para análise regressão.

¹ Efeito quadrático: IM (µm) = $-14.716x^2 + 107.930x + 222.213$; $R^2=0,7119$.

A taxa de alimentação de 2,1% proporcionou maior altura das vilosidades para a porção intestinal média, figura 5 (anexo) logo, quanto maior a altura da vilosidade maior a capacidade de absorção, isso pode resultar no melhor desempenho produtivo da espécie. A capacidade absorptiva do intestino delgado é proporcional ao número de vilosidades, tamanho do vilo²⁰. Dessa forma, o melhor desempenho, está diretamente relacionado com a integridade morfofuncional do sistema digestório, do mesmo modo para com a nutrição e utilização dos alimentos²¹.

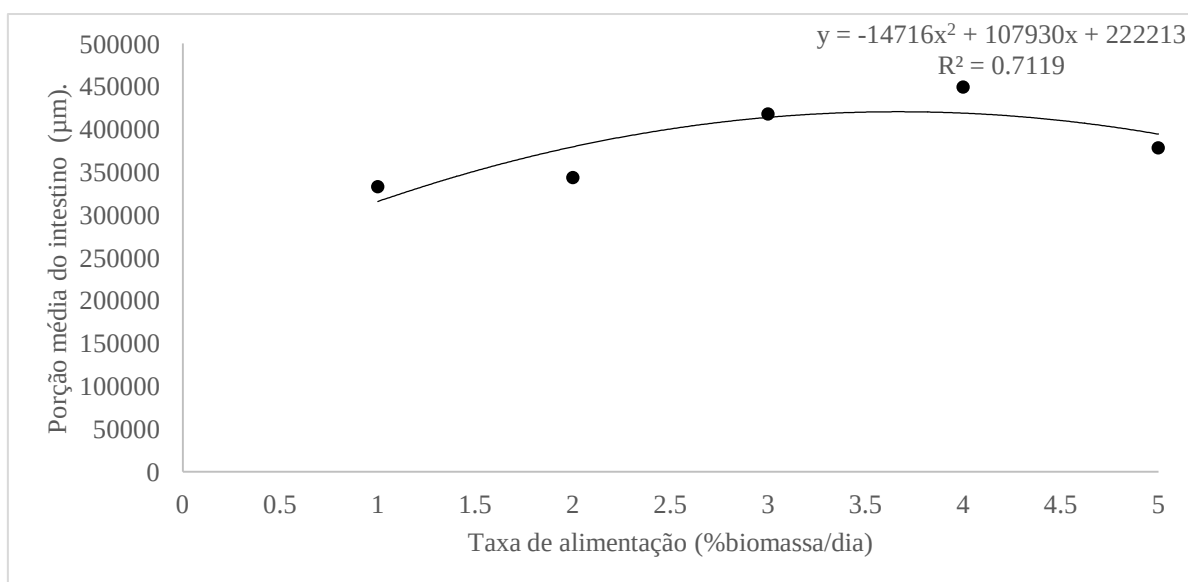


FIGURA 6 - Porção mediana do intestino de pirapitingas submetidas à diferentes taxas de alimentação em tanque escavado durante a recria.

A altura da vilosidade da porção média do intestino apresentou efeito quadrático. As figuras 7 e 8 (Anexo) apresentam vilosidades encontradas nas seguintes porções

intestinais, posterior, com taxa de arraçoamento 0,7% e anterior, com as taxas 2,8%, respectivamente. O ponto máximo encontrado para a porção média do intestino de pirapitingas é 3,67.

O intestino posterior dos peixes possui algumas estruturas diferentes da porção anterior, apresentando uma redução no comprimento e complexidade das vilosidades da mucosa. Possui grande número de células caliciformes e células enteroendócrinas menos numerosas²². Nessa segunda porção do intestino ocorre à entrada de macromoléculas por pinocitose (mecanismo de penetração de fluidos na célula através da invaginação da membrana celular, com a formação de vesículas internas)²²⁻²³.

Honorato et al.²⁴, avaliando a histologia do intestino da tilápia alimentadas com dietas contendo silagem de peixe como fonte de proteína de origem animal, observou-se que a altura das vilosidades intestinais foi influenciada principalmente pela fonte de proteína de origem animal utilizada nas dietas.

Sendo assim, as taxas de alimentação empregadas neste experimento influenciaram no desenvolvimento das vilosidades da porção mediana do intestino, e, por conseguinte, na absorção de nutrientes neste segmento do trato intestinal.

3.2 Bioquímica sanguínea

Os valores médios das concentrações de glicose, triglicerídeos, colesterol e proteínas podem ser observados na tabela 6.

TABELA 6 - Valores médios de glicose (mg/dl), triglicerídeos (mg/dl), colesterol (mg/dl) e proteína total sérica (mg/dl) de pirapitingas submetidas a diferentes níveis de arraçoamento durante a recria em tanque escavado.

Variáveis	Taxas de alimentação (%)					CV (%)	p
	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5		
Glicose (mg/dL)	75,99	80,14	76,61	81,51	80,88	17,03	0,963
Triglicérides (mg/dL)	195,05	295,03	288,33	370,72	295,64	31,08	0,157
Colesterol (mg/dL)	59,66	82,16	76,2	65,47	74,84	27,32	0,519
Proteína sérica (g/dL)	4,86	5,08	4,56	5,07	4,85	7,06	0,249

CV=coeficiente de variação. Ns = não significativo para análise regressão

A ingestão de alimentos tem como finalidade fornecer energia para o metabolismo orgânico²⁵. Nos peixes, os carboidratos são estocados no fígado em forma de glicogênio que, dependendo da demanda energética requerida, é degradado tendo a glicose como produto²⁶.

A glicose pode ser a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para suportar situações adversas, e sua concentração pode ser influenciada pela temperatura, o manuseio e transporte²⁷.

A glicose sanguínea não diferiu entre os diferentes níveis de arraçoamento fornecido as pirapitingas ($p>0,05$). Os animais que foram alimentados com os níveis 0,7% e 2,1% da biomassa ao dia, apresentaram as menores concentrações de glicose no sangue, 75,99 (mg/dl) 76,61 (mg/dl), respectivamente.

A glicose é distribuída para os tecidos por meio do sangue, sendo os níveis elevados de glicose sanguínea encontrados quando ocorre uma redução na utilização desta, para produção de energia estímulo da glicogenólise por indução hormonal ou, ainda em situações estressantes. A estação do ano, a dieta e o tempo de ingestão da última alimentação também afetam seus níveis sanguíneos. A queda nas taxas de glicose no plasma pode ser explicada pelo consumo dos tecidos e para auxiliar na síntese do glicogênio hepático e muscular, que pode ter ocorrido em relação a taxa 0,7%, que apresentou o menor valor de concentração de glicose²⁸⁻²⁹. Os peixes têm pouca necessidade de mobilizar energia endógena quando mantidos em condições normais de cultivo, com fornecimento adequado de ração³⁰.

As concentrações de triglicerídeos não apresentaram diferenças significativas entre os peixes alimentados nas diferentes taxas de alimentação ($P>0,05$), porém a concentração mais alta foi obtida na taxa 2,8%, representando 370,72 (mg/dl). Valores de triglicérides próximos aos observados para pirapitinga foram registrados para tambaqui criados em tanques rede recebendo diferentes taxas de alimentação de 1%, 3% e 5%, da biomassa ao dia¹¹.

Os peixes alimentados com dieta com 2,8% e 3,5% apresentaram os maiores valores de triglicerídeos, além de apresentarem maior teor de extrato etéreo na composição corporal.

Em estudo feito com percas (*Perca fluviatilis*), os valores de triglicérides apresentaram uma correlação positiva com a taxa de alimentação empregada e a temperatura da água³¹.

Os valores da concentração de triglicerídeos apresentados nesta pesquisa, são similares as concentrações de triglicerídeos encontrados, para juvenis de tambaqui submetidos a dietas contendo seis níveis de lisina (0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4%)³².

Os parâmetros fisiológicos de colesterol, não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) em relação as taxas de alimentação, sendo a menor concentração encontrada na taxa 0,7% e a maior concentração na taxa 3,5% da biomassa ao dia. Esses valores estão dentro da

normalidade e são similares ao encontrados em um estudo avaliando exigência nutricional de lisina nos níveis de 0,9 a 2,4% para o tambaqui³².

Em relação a proteína sérica não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos, embora, os peixes tenham apresentado níveis mais elevados nas taxas de alimentação 1,4% e 2,8% do peso vivo ao dia.

O metabolismo de proteínas ocorre principalmente no fígado e no músculo, e sua mobilização estratégia para manutenção dos processos vitais em peixes quando submetidos a períodos de redução alimentar³³.

Os valores de bioquímica sanguínea (glicose, triglicérides e proteína), avaliados nesta pesquisa, encontram-se dentro da normalidade, porém estão acima dos valores encontrados em um estudo realizado com juvenis de tambaqui criados em tanque rede, avaliando o efeito da taxa de alimentação sobre a produtividade e os níveis de glicose sanguínea ($60,09\pm 2,20\text{mg dL}^{-1}$), proteínas ($2,45\pm 0,44\text{g dL}^{-1}$) e triglicérides ($216,15\pm 76,23\text{mg dL}^{-1}$) Chagas et al.¹¹.

Quando os peixes recebem alimentação abaixo das suas necessidades nutricionais ou ficam longos períodos sem receber alimentos, a manutenção dos processos vitais se dá à custa da mobilização das reservas energéticas³⁴. O fornecimento de alimento nas cinco taxas de alimentação atendeu as exigências mínimas da pirapitinga, não necessitando desta forma mobilizar as suas reservas energéticas, pois todos os parâmetros sanguíneos avaliados (glicose, triglicérides, colesterol e proteínas) não apresentaram diferença significativa entre as diferentes taxas de alimentação avaliadas.

Em condições estressantes é comum observar mudança no comportamento, acompanhada de várias mudanças na fisiologia e na bioquímica sanguínea do peixe³⁵. O fato de permanecerem no período experimental em hapas, que acumulava muito lodo e necessitava de limpeza constante, além da constante limpeza no tanque, a fim de retirar o excesso de algas, pode ter gerado estresse nos mesmos. As diferentes taxas de alimentação não influenciaram a bioquímica sanguínea das pirapitingas, pois o organismo de cada peixe reage de uma forma diferente.

4. Conclusão

Diante dos dados obtidos, pode-se notar que a taxa de alimentação para pirapitinga que gerou melhor resultado foi a de 3,67% da biomassa ao dia durante a fase de recria em tanque escavado.

Referências

1. Ministério Da Pesca E Aquicultura – MPA. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/382-semana-dopeixepopulariza-consumo-de-pescado-no-pais> Acesso: 10 de julho de 2015.
2. Jomori, R. K.; Carneiro, D. J.; Martins, M. I. E. G; Portella, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 243, n. 1-4, p. 175–183, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture>.
3. Signor, A. A. Rendimento corporal e composição química de jundiás alimentados com com diferentes níveis de proteína e energia na dieta, criados em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.2, 2010. p.233-240.
4. Mourad, N. M. N. Crescimento ponderal e morfométrico do pacu *Piaractus mesopotamicus*, tambaqui *Colossoma macropomum* e seus híbridos da primavera ao inverno – Lavras: UFLA, 2012.
5. Godinho, H. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 351 – 360, 2007.
6. Mesa, M.; Botero, M. La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. *Rev. Colomb. Cienc. Pec.*, v.20, n.1, p.7986, 2007.
7. Hashimoto, D.T.; Senhorini, J.A.; Foresti, F.; Porto-Foresti, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture*. v.4, p.108 – 118, 2012.
8. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Boletim estatístico da pesca e aquicultura, Brasil 2011 (online), Brasília, DF, 110p. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Publicidade/anu%C3%A1rio%20da%20pesca%20c ompleto2.pdf> Acesso: 18 jul. de 2015.
9. Silveira, U.S; Logato, P.V. R; Pontes, E.C.; Fatores estressantes em peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.6, nº 4, p.1001 – 1017 Julho/Agosto, 2009.
10. Azevedo, T. M. P. Variações de valores hematológicos e bioquímicos de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) cultivadas em tanques-rede. Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2012.
11. Chagas, E. C.; Gomes, L. C.; Martins-Júnior, H.; Roubach, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.1109-1115, 2007.
12. Bergmeyer, H. U. *Methods of enzymatic analysis*, 3.ed., Weinheim: Verlag Chemie Publishers, v.8, p.141-148, 1984.

13. Trinder, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Annals of Clinical Biochemistry*. London, v.6, p.24-27, 1969.
14. Henry, R. J.; Cannon, D. C.; Winkelman, J. W. *Clinical Chemistry: Principles and Technics*, 2.ed. New York: Harper & Row, 1974. p 405-435.
15. Ashley, P. J. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, 2007.
16. Caspary W.F. 1992. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 55:299-308. Cechim F.E. 2012. Características morfológicas do epitélio
17. Cera, K.R.; Mahan, D.C.; Cross, R.F.; Reinhart, G.A.; Whitmoyer, R.E. Effect of age, weaning and posweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *Journal of animal science*, v.66, n.2, p.574-584, 1988.
18. Macari, M.; Maiorka, A. Função gastrointestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: *Conferência Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas*, v. 2, 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. p.162-174.
19. Kisielinski, K.; Willis, S.; Prescher, A.; Klosterhalfen, B. Schumpelick, V. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. *Clinical and Experimental Medicine*, v.2, p.131-135, 2002.
20. Boleli, I.C.; Macari, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, E. (Ed.). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.113-123.
21. Furlan, R.L.; Carvalho, N.C.; Malheiros, E.B.; Macari, M. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.53, n.4, p.1-7, 2001.
22. Takashima, F.; Hibiya, T. *An atlas of fish histology – normal and pathological features*. 2.ed Tokyo: KondanshaLtda, 1995, 195p.
23. Rotta, M.A. Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-rede. Documentos, Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1973;47), Corumbá, MS, 27p., 2003.
24. Honorato, C. A.; Cruz, C.; Carneiro, D. J.; Machado, M. R. F. Histologia e histoquímica do intestino anterior de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dietas contendo silagem de peixe. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. São Paulo, v. 48, n. 4, p. 281-288, 2011.
25. Love, R.M. e Black, D. 1990. Dynamics of stored energy in the North sea cold Gadus morhua and cultured rainbow trout, *Salmo gairdineri*. *Comp. Physiol. Zool.*, 63, p. 630-638.

26. Soengas, J.L. e Moon, T. W. Uptake and metabolism of glucose, alanine and lactate by red blood cells of the American eel, *Anguilla rostrata*. *Journ. Envirom. Biol.* 198, p. 877-888. 1995.
27. Urbinati, E.C.; Abreu, J.S.; Camargo, A.C.S.; Landines, M.A. Loading and transport stress in juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*) at various densities. *Aquaculture*. v.229, p.389-400, 2004.
28. Kaloyianni, M.; Michaelidis, B. & Moutou, K. 1993. Effect of adenosine on glucose metabolism of *Rana ridibunda* erythrocytes. *Journ. Experim. Biol.*, 177, p.41-50.
29. Wedemeyer, G.A.; Barton, B.A.; Mcleay, D.J. Stress and acclimatation. In: Schreck, C.B.; Moyle, P.B. (Eds). *Met. Fish Biol. Am. Fish.Soc.*, 451-490. 1990.
30. Cook, J.T. Effect of food deprivation on oxygen consumption and body composition of growth-enhanced transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, v.188, p.47-63, 2000.
31. Kavadias, S. Annual cycles of growth rate, feeding rate, food conversion, plasma glucose and plasma lipids in a population of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) farmed in floating marine cages. *Journal of Applied Ichthyology*, v.19, p.29-34, 2003.
32. Costa, E. L. Exigência de lisina e estimativa dos aminoácidos essenciais para tambaqui, *Colossoma macropomum*. Dissertação (Mestrado) Manaus. 2014.
33. Sheridan, M.A.; Mommsen, T.P. Effects of nutritional state on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *General and Comparative Endocrinology*, v.81, p.473-483, 1991.
34. Jobling, M. *Fish bioenergetics*. London: Chapman & Hall, 1994. 309p.
35. Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "Pesque-Pague" de Franca, São Paulo, Brasil. *Bioscience Journal*, v.19, p. 103-110, 2003.

CAPITULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo do pescado teve um aumento significativo nos últimos anos, para atender essa demanda é importante o aprimoramento de técnicas e manejo nutricional que sejam capazes de otimizar a produção.

A pirapitinga está entre os peixes redondos mais criados na piscicultura nacional, especialmente nas regiões norte, nordeste e centro-oeste, é uma espécie que tem se destacado por suas características de desempenho, e por ser bastante utilizada em cruzamento para obtenção de híbridos.

Apesar do seu destaque na piscicultura brasileira, ainda não há demanda por pesquisas direcionadas à alimentação desta espécie.

O fornecimento de ração a vontade, além de não resultar em melhor desempenho produtivo, onera a produção. Os gastos com ração podem chegar a 70% dos custos de produção, por isso é tão importante quantificar a ração nos sistemas de produção a fim de evitar desperdícios, que comprometem a qualidade da água dos tanques. Desse modo, tem se desenvolvido estudos sobre taxa de alimentação afim de minimizar esses efeitos e proporcionar melhor retorno econômico.

Os peixes apresentam limites máximos e ideais de taxa de alimentação. O arraçoamento dos peixes com níveis acima de suas necessidades fisiológicas, pode reduzir o crescimento, assim como aumentar os custos de produção pelo desperdício de alimento e pela piora da qualidade da água.

A taxa de alimentação 2,8% apresentou a maior receita bruta, enquanto que o maior custo foi obtido na taxa 3,5%. A maior receita foi encontrada na menor taxa alimentar utilizada nesta pesquisa, 0,7% onde também foi encontrada a melhor incidência de custos. Entretanto a melhor receita líquida para pirapitingas foi obtida na taxa de alimentação 2,1% da biomassa ao dia.

Em relação aos resultados histomorfométricos, o ponto máximo encontrado, 3,67 foi na porção média do intestino de pirapitingas. Quanto maior a altura da vilosidade maior a capacidade de absorção, isso pode resultar no melhor desempenho produtivo da espécie.

Os valores dos constituintes bioquímicos apresentam diferenças entre as espécies de peixes e devem ser estabelecidos para serem utilizados na avaliação da saúde desses organismos aquáticos. A glicose, assim como os demais constituintes da bioquímica sanguínea, não diferiu entre as diferentes taxas de alimentação fornecida as pirapitingas. A qualidade da água e outros fatores de variabilidade, como a sazonalidade, também podem

apresentar influência sobre os parâmetros sanguíneos. As taxas de alimentação 2,8% e 3,5% apresentaram os maiores valores de triglicerídeos, e também de extrato etéreo.

A obtenção de peixes com melhor ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça é o objetivo de todo piscicultor. Estudos sobre a carcaça dos peixes são de grande importância, tornando possível estimar a produtividade tanto para o produtor como para a indústria de processamento de pescados.

Muito embora a melhor conversão alimentar tenha sido obtida no nível de arraçoamento 0,7% da biomassa ao dia, conclui-se que a taxa de alimentação que proporcione o melhor desempenho produtivo com menor teor de extrato etéreo para pirapitingas criadas durante a recria em tanque escavado, alimentadas duas vezes ao dia, é a 2,1% da biomassa ao dia, que inclusive teve o segundo maior lucro líquido.

Pesquisas sobre taxa de alimentação, principalmente para espécies nativas, ainda são escassas, portanto faz-se necessário mais pesquisas nessa linha, sobretudo por ser um tema que pode trazer benefícios econômicos e produtivos ao produtor.

ANEXOS



FIGURA 5 - Vilosidades da porção mediana do intestino de pirapitingas submetidas à taxa de alimentação de 2,1% da biomassa ao dia em tanques escavados. Fonte: arquivo pessoal.



FIGURA 7 - Vilosidades da porção posterior do intestino de pirapitingas submetidas à taxa de alimentação 0,7% da biomassa ao dia. Fonte: arquivo pessoal.



FIGURA 8 - Vilosidades da porção anterior do intestino de pirapitingas submetidas à taxa de alimentação de 2,8% da biomassa ao dia. Fonte: arquivo pessoal.



FIGURA 9 - Exemplar de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) ao final do experimento. Fonte: arquivo pessoal.