

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM AQUICULTURA**

**“EFEITO DO MÉTODO DE COLETAS DE FEZES DE TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*), SOBRE A TAXA DE LIXIVIAÇÃO”**

**NATALINA GOMES DE ALMEIDA MENEZES**

**Goiânia- GO  
Fevereiro/2012**

**NATALINA GOMES DE ALMEIDA MENEZES**

**“EFEITO DO MÉTODO DE COLETAS DE FEZES DE TAMBQUI  
(*Colossoma macropomum*) SOBRE A TAXA DE LIXIVIAÇÃO”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Aquicultura como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Aquicultura.

Área de concentração: Aquicultura

Orientador: Prof. Dr. Igo Gomes Guimarães

Co-orientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Delma Machado Cantisani Pádua

**Goiânia- GO**

**Fevereiro/2012**

**NATALINA GOMES DE ALMEIDA MENEZES**

Folha de Aprovação

**Título: “EFEITO DO MÉTODO DE COLETAS DE FEZES DE TAMBAQUI  
(*Colossoma macropomum*) SOBRE A TAXA DE LIXIVIAÇÃO”**

Aprovado dia: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Aquicultura pela comissão examinadora:

---

Prof. Dr. Igo Gomes Guimarães

Universidade Estadual de Goiás – Campus Jataí

Departamento de Zootecnia

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Delma Machado Cantisani Pádua

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Sílvio Luiz de Oliveira

Universidade Federal de Goiás

Departamento de Zootecnia

**Goiânia- GO**

**Fevereiro/2012**

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, a oportunidade de cursar um mestrado profissional de tamanha relevância.

A Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Campus II, Goiânia, e ao Programa de Mestrado em Profissional em Aquicultura, por ter me permitido a realização do Mestrado Profissional em Aquicultura, com bases sólidas para minha formação profissional.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), que no âmbito do PROCAD/NF 2007, promoveu cursos proveitosos no Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP).

A Universidade Federal de Goiás, campus Jataí e Goiânia, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda e aos acadêmicos, que colaboraram com este trabalho.

Ao meu querido orientador, Prof. Dr. Igo Gomes Guimarães, a quem forma extraordinária me incentivou a obter conhecimentos, transmitindo com paciência desmedida, confiança e sabedoria.

Aos professores Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Christina Sanches, Prof. Dr. Breno de Faria e Vasconcellos, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Delma Machado Cantisani Pádua e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Eloisa Cardoso da Rosa, Prof. Dr. Tule César Barcellos Maia e todos que ministraram este maravilhoso curso.

Aos professores que aceitaram o convite de participar da banca examinadora para defesa desta dissertação e por terem contribuírem de forma tão especial, em especial Prof. Dr. Sílvio Luiz de Oliveira.

Aos colegas que me presentearam com a riqueza de seus conhecimentos, experiência e amizade, especialmente aos amigos: Cristianne Borges Miguel, William Damásio Cruz, Sérgio Côrtes Paiva, que foram benção de Deus em minha vida.

A minha família, esposo Almir Lopes de Menezes e meus filhos: Lorena, Emanuel e Júnior (e Sabrinna) e ao presente de Deus para nós, a pequena Bárbara.

## DEDICO

À Deus, minha fortaleza, a maior expressão de amor, sabedoria e vida. Guardião em todos os momentos.

À minha família amada (esposo, filhos e nora), meu alicerce, que permitiram-me ser quem eu sou.

Em especial ao meu Pai, exemplo de força, trabalho e dignidade, sinônimo de força, caráter e exemplo que tento seguir.

Paciente, compreensivo, me incentivou retornar aos estudos.

Mesmo agora não estando mais entre nós, me impulsiona para vencer e segue comigo.

A você Pai, resumo todas as vitórias que consegui até o momento.

Obrigada!

## RESUMO

A avaliação de alimentos é um dos pré-requisitos necessários para a construção de uma base de dados utilizados na formulação de dietas economicamente viáveis e que tenham baixo impacto ambiental. A digestibilidade é uma das formas de se determinar o valor nutritivo dos alimentos, entretanto a escolha do método de coleta de fezes mais adequado está diretamente relacionada com a acurácia dos dados produzidos. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito do método de coleta de fezes, sobre a taxa de lixiviação de nutrientes na água, assim como determinar o melhor horário para coleta de fezes de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). A digestibilidade foi estimada pelo método indireto, no sistema de Guelph modificado, utilizando-se óxido de cromo III, como marcador inerte, na concentração de 0,2%. Os intervalos corresponderam às coletas aos 60min, 120min, 240min, e 480 min. Foram utilizados 64 juvenis de tambaqui com peso médio inicial de 300g distribuídos aleatoriamente em oito aquários de alimentação com capacidade para 310L de água. As coletas foram realizadas durante quatro semanas, onde cada semana foi considerada uma repetição. E a determinação da concentração de cromo das rações e das fezes foram realizadas no Departamento de Produção Animal (DPA/EV/UFG). Após determinação das concentrações de cromo e fósforo nas rações e nas fezes, os CDAs da MS e do P foram determinados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. O intervalo de coleta de fezes para o tambaqui influenciou nos valores de digestibilidade do fósforo e da matéria seca. Entretanto, maiores valores de digestibilidade foram observados para o fósforo após 240 e 480 min., enquanto o menor valor de CDA foi observado para o intervalo de 120 min. Pode-se concluir que no método de coleta de Guelph modificado os intervalos de coleta de fezes para determinação do CDA do P e da MS são diferentes, sendo necessária a realização da coleta uma hora após a eliminação das fezes de modo a reduzir a lixiviação do P nos corpos d'água, enquanto para a menor variação nos valores de CDA da MS recomenda-se que as coletas sejam realizadas de duas a oito horas após o início da liberação das fezes.

Palavras-chave: Nutrição, Digestibilidade, Lixiviação das fezes, Tambaqui.

## ABSTRAT

The evaluation of foods is one of the necessary prerequisites for the construction of a database used in the development of economically viable and that have diets low environmental impact. Digestibility is one of the ways to determine the nutritional value of food, however the choice of method of collecting appropriate stool is directly related to the accuracy of the data produced. Thus, the present study aimed to evaluate the effect of feces collects method, on the rate of leaching of nutrients in the water, so as to determine the best time for collects feces's Tambaqui (*Colossoma macropomum*) digestibility was estimated by indirect method in Guelph system using modified chromium oxide as inert marker, the concentration of 0.2%. The ranges correspond to collects to 60 min, 120 min, 240min, and 480 min. 64 juvenile tambaqui were used with an average weight of 300 g randomly distributed in eight power tanks with a capacity of 310L of water. The collects were made during four weeks, where each week was considered one repetition. And the determination of the chromium concentration and rations of feces were held at the Department of Animal Production (DPA/EV/UFG). After determination of the concentrations of chromium and phosphorus in animal feed and feces, MS CDAs and P were determined. The experimental design was entirely chance, with four treatments and four repetitions. Stool collection interval for the tambaqui digestibility values influence of dry matter and phosphorus. However, higher digestibility values were observed for the match after 240 and 480 min., while the smallest value of CDA was noted for the range of 120 min. one can conclude that in Guelph's collects method modified the collects intervals of feces for determination of the CDA of P and MS are different, being necessary the realization of collects an hour after the elimination of feces in order to reduce leaching of P in water bodies While for the smallest variation in CDA values of MS recommends that collects are performed in two to eight hours after the start of the release of stool.

Key words: Nutrition, Digestibility, Feces leaching, Tambaqui

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AOAC	Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists
CAUNESP	Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista
CDA	Coeficiente de Digestibilidade Aparente
DPA	Departamento de Produção Animal
EV	Escola de Veterinária
LAPOA	Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos
MS	Matéria Seca
NRC	National Research Council
P	Fósforo
PUC	Pontifícia Universidade Católica
SAS	Statistical Analysis System
UFG	Universidade Federal de Goiás
UNESP	Universidade Estadual Paulista



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Imagem do Sistema de Guelph modificado, LAPOA/PUC.....	17
Figura 2	Sistemas de aquários usados no Sistema de Guelph modificado para coleta de fezes.....	21
Figura 3	Imagem de fezes coletadas de tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ), aspectos granulares.....	21

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Efeito do intervalo de coleta sobre o CDA do P para o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ) .....	15
Gráfico 2	Efeito do intervalo de coleta sobre o CDA da matéria seca para o tambaqui ( <i>Colossoma macropomum</i> ).....	16

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição da Dieta Basal ou Referência.....	10
Tabela 2	Valores médios de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do fósforo (P) e da matéria seca (MS) oriundos de fezes de tabaqui coletadas em diferentes intervalos de tempo no sistema de Guelph modificado (média $\pm$ desvio padrão).....	14

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	02
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	03
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	09
4.1. Áreas de estudos e sujeitos.....	09
4.2. Dieta experimental.....	09
4.3. Procedimentos adotados para arraçoamento e coleta de fezes.....	11
4.4. Coeficiente de Digestibilidade Aparente.....	12
4.5. Análise dos dados.....	13
<b>5. RESULTADOS</b> .....	14
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	21
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	23

## 1. INTRODUÇÃO

Para o sucesso da produção de organismos aquáticos, há a necessidade de formulação de rações eficientes, essas formulações dependem da identificação de ingredientes protéicos de boa qualidade e dos conhecimentos da digestibilidade das rações.

A acurácia da digestibilidade dos alimentos para peixes por sua vez está correlacionada á vários fatores, incluindo o estado fisiológico dos animais estudados, a composição da dieta e os métodos de coleta de excretas utilizados. Ainda a determinação da digestibilidade de peixes e animais de hábitos aquáticos, é ainda mais complexa que a determinação de digestibilidade em animais terrestres; visto que os nutrientes e a matéria orgânica presente nas fezes podem ser lixiviadas na água antes da coleta, esse fator faz com que a digestibilidade em peixes possua um erro inerente ao meio que o animal está inserido.

Sendo este o principal fator a ser observado nos estudos de nutrição para peixes, que levam em consideração a estimativa dos coeficientes de digestibilidade; Pois de acordo com o meio usado para a obtenção destes valores, que poderão sofrer subestimação ou superestimação, isso em relação ao método de coleta de fezes utilizado.

Desta forma o presente estudo buscou a elaboração de um protocolo experimental que determine o melhor horário para coleta de fezes de espécies importantes para a piscicultura, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Assim como determinar os principais fatores metodológicos que podem influenciar na determinação mais acurada dos coeficientes de digestibilidade

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo determinar a lixiviação de fezes do tambaqui (*Colossoma macropomum*) na água, analisando teores do fósforo e da matéria seca e qual o melhor horário de coleta, estabelecendo se um protocolo ideal para coletas desta excretas com menor taxa de lixiviação.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

O tambaqui é um peixe de clima tropical, oriundo das bacias dos rios Orinoco, Amazonas e seus principais afluentes, sendo o maior peixe do gênero *colossoma* da região, pertencente à família Characidae e subfamília Serrasalminae (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998). Apresenta hábito gregário, com fortes relações sociais, podendo elevar a heterogeneidade do lote (GOMES et. al., 2004), observa-se boas qualidades zootécnicas, como alta taxa de crescimento, carne de excelente qualidade, além da facilidade de adaptação em cativeiro (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004), resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido (CHAGAS e VAL, 2003); elevada eficiência na conversão de proteína da dieta (DORIA e LEONHARDT, 1993), além da adaptação ao confinamento e arraçoamento (SILVA et. al., 2007).

O tambaqui é uma das principais espécies do rio Amazonas, tem a carne bastante apreciada e se adapta bem ao cativeiro, onde atinge, em condições ideais de temperatura e alimentação, até 1,4 kg em um ano. Com crescimento mais rápido que o pacu, é onívoro. O tambaqui tem carne saborosa e aceita bem a ração em cativeiro. É um peixe de piracema, só se reproduz depois de vencer a correnteza dos rios na época das cheias, enfrenta uma maratona de centenas de quilômetros, indispensável para se tornar adulto e gerar filhotes só se reproduz em tanques artificialmente (SEBRAE, 2008).

A principal alimentação é constituída de micro crustáceos, frutas, algas, plantas aquáticas em decomposição, insetos aquáticos, frutas, sementes e em viveiros, além dos demais alimentos, completa-se com ração de até 33% de proteína, pelo fato de ser um cultivo intensivo. (SEBRAE, 2010).

Não somente devido ao porte, crescimento ou sabor da carne, mas principalmente porque estas espécies evoluíram em ambiente hipóxico, ou anóxico em determinado período (MENDONÇA et al. 2009), o que favorece o aumento de produção por tanque ou viveiro.

Nos últimos anos, o tambaqui tem despontado como a espécie mais produzida dentre as espécies nativas brasileiras (IBAMA, 2007). Entretanto, a produção de espécies nativas, em especial do tambaqui, vem sendo negligenciada tanto pelos esparsos estudos como baixa acessibilidade dos dados sobre manejo alimentar, nutricional, reprodutivo e comportamento desta espécie. Os custos com alimentação são relativamente altos, representando o maior percentual dos custos operacionais, em torno de 70% em sistemas intensivos. (SALARO, 2009)

A idéia de utilizar “ração” surgiu da possibilidade de se adaptar as rações então utilizadas para aves ou suínos. Porém, tais rações não possuíam um balanceamento de nutrientes adequado para peixes, tornando-se ainda impróprios para outros organismos aquáticos, o que resultava em baixa eficiência de ingestão alimentar, alto aporte de nutrientes na água e desperdício das vitaminas e minerais (SUSSEL, 2008).

Os primeiros registros de estudos brasileiros sobre aspectos nutricionais de peixes foram em 1981 (SIMBRAQ, 1981); No Japão há 25 anos, a produção de alimentos balanceados em escala industrial para a carpa comum e a enguia; na Europa e Estados Unidos o bagre do canal e salmão. (PEZZATO & BARROS, 2005).

Estudos visando à substituição nas rações, da farinha de peixe e/ou da farinha de carne pela farinha de krill e por subprodutos do abatedouro avícola (penas e vísceras); na década de 70 que a produção comercial de várias espécies, se expandiu rapidamente, surgiram mais informações a respeito das exigências nutricionais de trutas, salmões e do catfish (CASTAGNOLLI, 2005).

Por questões relacionadas à ração farelada no cultivo de peixes deu-se a peletização, que é a aglomeração de pequenas partículas, originando partículas maiores denominadas “pelets”, (FANCHER, 1996) grânulos de alta qualidade nutricional e boa estabilidade na água, com finalidade de minimizar as perdas sólidas e, as perdas de substâncias dissolvidas (nitrogênio e fósforo).

Nessa fase da piscicultura que surgiram as primeiras rações formuladas especialmente para peixes, rações extrusadas, (BOTTING, 1991),



Botting descreveu que a melhora na digestibilidade deve-se ao fato de que, no processo de extrusão, vários complexos protéicos podem ser desnaturados, o que torna a fração protéica mais susceptível à ação do processo digestório.

A extrusão em relação ao da dieta peletizada, melhora na eficiência alimentar para os peixes e pela menor deterioração da qualidade da água, possibilitando um crescimento mais rápido do animal e um melhor aproveitamento dos nutrientes, (KUBITZA, 1997).

Como regra, as rações devem atender as exigências nutricionais de peixes confinados, agrupados pelo hábito alimentar, também para as diferentes fases de criação; apesar de o cultivo de peixes ser uma atividade milenar, dietas específicas para animais aquáticos ocorreram apenas nas últimas décadas (FURUYA, 2007).

Intensificar um cultivo implica em aumentar a quantidade de biomassa de animais produzidos por área, à custa do fornecimento constante de alimento nutricionalmente adequado. Uma vez que tal suprimento de alimento perfaz de 30 a 70% do total dos custos operacionais da aquicultura intensiva (KAUSHIK, 1989), a alimentação se tornou o fator unitário mais importante para a administração dos cultivos modernos

A rápida expansão da aquicultura depende, especialmente, de sistemas que usam rações balanceadas e de boa qualidade, por permitir melhor aproveitamento dos nutrientes pelas espécies e, assim, melhores desempenhos zootécnicos. Segundo Guimarães et. al. (2008), o conhecimento da qualidade nutricional dos ingredientes proporciona dados mais realísticos, auxiliando na redução do custo de produção das dietas, melhoria da qualidade nutricional das mesmas e redução do impacto ambiental da piscicultura. E para melhorar e otimizar a alimentação do tambaqui é fundamental que se conheça o nível de aproveitamento dos ingredientes da dieta.

A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas na área de nutrição na piscicultura, uma vez que se pode avaliar a qualidade dos ingredientes ou das rações utilizadas (SADIKU e JUANCEY, 1995).

Segundo Pezzato et. al. (2002), a determinação dos coeficientes de digestibilidade de subprodutos da agroindústria tem viabilizado o uso de vários ingredientes em rações balanceadas para peixes. Em estudos da nutrição de peixes ainda não bastam esses conhecimentos, são necessários mais estudos para aumentar os coeficientes de digestibilidade por meio de seleção e processamento dos alimentos, para se obter um maior aproveitamento das dietas por estes animais e reduzir o impacto ambiental da piscicultura.

A digestibilidade é um dos critérios adotados em estudos para avaliação da qualidade nutricional dos alimentos e da eficiência de dietas completas para animais, por meio da quantificação da fração do nutriente ou da energia absorvida do alimento que não é excretada nas fezes (CHOUBERT et al., 1979; NRC, 1993; SILVA e ANDERSON, 1998). Em peixes, como há dificuldade na coleta total das fezes e na medição precisa da quantidade de alimento consumido, utiliza-se o método indireto de medição de digestibilidade, que consiste na coleta parcial das fezes, por meio da utilização de um marcador indigestível na dieta. O marcador mais utilizado em estudos de digestibilidade em peixes é o óxido de cromo (AUSTRENG, 1978; BRENER NETO et al., 2003).

O sistema Guelph é descrito como método de coleta de fezes por sedimentação. Cada unidade possui três aquários com fundo inclinado. Um cano de esgoto é ligado ao fundo inclinado dos três aquários e uma tubulação é colocada para encaminhar as fezes eliminadas nas três unidades para uma coluna de sedimentação de acrílico. A base da coluna de sedimentação pode ser inserida em recipiente com gelo para permitir o resfriamento e, minimizar a degradação do material fecal. Cada aquário pode comportar biomassa de dois a quatro quilos de peixes. A velocidade do fluxo de água pode ser ajustada para maximizar a recuperação das fezes na coluna de acrílico e minimizar a sua sedimentação ao longo da tubulação (BELAL, 2005; CHO, 1979).

O sistema de Guelph modificado é semelhante ao convencional modificando o sistema de escoamento da água, que é realizado por meio de um cano lateral que conduz o excedente de água para fora do aquário coletor. No fundo do coletor é acoplado um tubo para o recolhimento das excretas, uma vez que são

depositadas na extremidade inferior do aquário. Para facilitar, são colocados registros de água que são fechados no momento da coleta e pedaços de mangueira de látex para acoplagem de tubos de ensaio para facilitar a coleta (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004; SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007)

Os coeficientes de digestibilidade aparente são geralmente utilizados em estudos de nutrição, com o objetivo de determinar o valor nutricional de um alimento (RODRIGUES, 1994). De acordo com McGoogan e Reigh (1996), a digestibilidade do ingrediente de um alimento depende, essencialmente, da composição química, do valor nutricional e também da capacidade digestiva do animal para o alimento. Ela é de extrema importância para o atendimento das exigências nutricionais de uma espécie, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e o fornecimento de uma dieta equilibrada não são suficientes para assegurar resposta positiva no desempenho do animal (SOUZA, 1989).

Na nutrição de peixes existem varias metodologias de coleta de fezes, para se obter bons resultados a escolha do método é primordial. De acordo com Sallum (2000), o seu desenvolvimento visa, principalmente, contornar situações de estresse dos animais pelo manuseio nos métodos de pressão abdominal, contenção em câmara metabólica ou alimentação forçada, sucção anal, o sacrifício dos animais do método de dissecação intestinal e a lixiviação de nutrientes e de energia, principalmente das fezes.

Em geral, o maior problema relacionado às metodologias de coleta, e a possibilidade de se coletar digesta que ainda não foi completamente digerida e absorvida, uma vez que pode ainda haver digestão e/ou absorção na porção final do trato digestivo, conforme demonstrado por Austreng (1978) Somada a isto há a possibilidade de as fezes conterem material endógeno em quantidade representativa, em ambos os casos, pode subestimar os coeficientes de digestibilidade

O desbalanço de qualquer nutriente em uma ração completa para peixes pode trazer sérios riscos ao sistema de produção e problemas de distúrbios nutricionais, muito comuns em sistemas de criação intensiva, Portanto, quando se

determinam exigências nutricionais para peixes objetiva-se, teoricamente, alcançar o máximo potencial biológico da espécie em estudo (TACON, 1992).

A maioria dos estudos que comparam os métodos de coleta de fezes para peixes são realizados com espécies de peixes marinhas. Dentre estas espécies, estudos com salmonídeos são os mais abundantes na literatura e tem se fixado na utilização da dissecação e extrusão das fezes (VENS- CAPPEL, 1985; McMENINAM e SANDS, 1996; ALLAN et al., 1999). Apesar do método da dissecação ser muito utilizado por alguns pesquisadores, evidências mostram que este método apresenta como a principal desvantagem a subestimação dos valores de digestibilidade, já que estudos têm indicado que a digestão e absorção dos nutrientes, em peixes, ocorrem ao longo de todo o trato o digestório (SMITH e LOVELL, 1973; AUSTRENG, 1978; SPYRIDAKIS et al., 1989; ALLAN et al., 1999).

Apesar do grande volume de estudos com salmonídeos e alguns estudos com a tilápia, poucos são os estudos com as espécies de peixes redondos com potencial aquícola no Brasil, apresentando apenas um estudo com o Pacú (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004). Desta forma, é necessária a determinação de um protocolo experimental que facilite a coleta de fezes de espécies importantes para a piscicultura, como o tambaqui, assim como determinar os principais fatores metodológicos que podem influenciar na determinação dos coeficientes de digestibilidade para o tambaqui.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Áreas de estudo e sujeitos

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Organismos Aquáticos (LAPOA) na Pontifícia Universidade Católica de Goiás Campus II, Goiânia – GO, no período de Abril de 2011 a Maio de 2011.

Foram utilizados 64 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Fig.2) com peso médio de  $290\text{g}\pm 10$ , os quais foram alojados em oito aquários de 310L (oito peixes/aquário) conectado a um sistema de recirculação.

Os peixes permaneceram nos aquários durante todo o período de adaptação ao sistema e no período diurno durante a fase de coleta das excretas. Os aquários eram protegidos com tampa telada, apresentando em cada aeração por mangueiras e pedra porosa e fluxo de água regulado para troca total em 2 horas. Neste período, foi realizada diariamente a limpeza desses tanques por sifonagem para a retirada de eventuais resíduos.

As variáveis físico-químicas da água, pH, oxigênio dissolvido (mg/L) e temperatura (°C) foram mensuradas diariamente, duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde antes de cada arraçoamento, utilizando equipamentos digitais e as análises de amônia e nitrito, quinzenalmente, utilizando Kit de análise de água.

### 4.2. Dieta experimental

A dieta experimental utilizada foi composta de uma dieta referência formulada de forma a atender as exigências nutricionais do tambaqui e pacu (referência). A composição em ingredientes da dieta está apresentada na Tabela 1.

Tabela1- Composição da Dieta Basal ou Referência

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Farelo de soja	49,00
Farinha de peixe	5,00
Fubá de milho	27,25
Farelo de trigo	6,00
DL- Metionina	0,10
Óxido de cromo III	0,10
Óleo de soja	6,50
Fosfato bicálcico	5,60
Vitamina C	0,08
Sal comum	0,10
Suplemento vitamínico <sup>a</sup>	0,15
Suplemento mineral <sup>b</sup>	0,10
BHT <sup>c</sup>	0,02
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Composição Proximal</b>	
Proteína bruta (%)	28,70
Energia digestível (kcal/kg)	3205
Matéria seca (%)	93,85
Fibra bruta (%)	5,54
Cinzas (%)	9,39

<sup>a</sup>Suplemento vitamínico, níveis de garantia por kg da dieta: vitamina A, 16060 UI; vitamina D3, 4510 UI; vitamina E, 250 UI; vitamina K, 30 mg; vitamina B1, 32 mg; vitamina B2, 32 mg; pantotenato de cálcio, 80 mg; niacina, 170 mg; biotina, 10 mg; ácido fólico, 10 mg; vitamina B12, 32 µg; vitamina B6, 32 mg.

<sup>b</sup>Suplemento mineral, níveis de garantia por kg da dieta: Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>, 0,7 mg; MnO, 50 mg; ZnO, 150 mg; FeSO<sub>4</sub>, 150 mg; CuSO<sub>4</sub>, 20 mg; CoSO<sub>4</sub>, 0,5 mg; I<sub>2</sub>Ca, 1 mg. <sup>c</sup>antioxidante Butil hidroxitolueno

Foi avaliada a digestibilidade da matéria seca e do fósforo de uma dieta referência para o tambaqui de acordo com o procedimento descrito por Guimarães et al. (2008), em que os peixes são arraçoados em gaiolas fora do sistema Guelph modificado. Este sistema consiste no uso de incubadoras cilíndricas de fundo cônico que permite escoamento das fezes pelo fundo, onde são armazenadas em tubos de vidro refrigeradas.

Para a confecção da dieta referência (Tabela 1), todos os ingredientes testados foram moídos em um moinho tipo faca, com peneira de 0,5 mm. Posteriormente, foram misturados, umedecidos com água a 65°C e, então, extrusadas em aparelho extrusor de rosca simples. Após a extrusão, as rações foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas e posteriormente armazenadas em recipientes plásticos protegidos da luz.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e do fósforo da dieta referência para o tambaqui foram determinados pelo método indireto usando óxido de cromo-III (0,1%) como indicador inerte, fora do sistema Guelph modificado. Este sistema consiste no uso de aquários de fundo cônico que permite escoamento das fezes pelo fundo, onde são armazenadas em tubos de vidro refrigerados.

#### 4.3. Procedimento adotado para arraçoamento e coleta de fezes

O período de adaptação utilizado para cada grupo de peixes foi de sete dias, período em que os peixes permaneceram nos tanques de alimentação sendo arraçoados à vontade, cinco vezes ao dia, duas vezes pela manhã e três à tarde. Este procedimento garantiu o esvaziamento do tubo digestório dos peixes, de forma a não haver contaminação de fezes proveniente da alimentação anterior.

Após período de adaptação, os peixes foram alimentados três vezes ao dia, e no dia de coleta, a frequência aumentou para quatro vezes (9h, 11h, 14h e 17h). Às 18h, os peixes foram transferidos para incubadoras, adaptadas para coleta de fezes.

Em cada semana foram coletadas fezes de uma unidade experimental, por três dias subseqüentes (“pool”) para obtenção de amostra suficiente para análise, totalizando quatro semanas de coleta e quatro repetições por tratamento. Os tratamentos corresponderam à coleta após período de permanência das fezes na água: 60 min. (uma hora após sedimentação dos primeiros péletes fecais); 120 min. (duas horas após a segunda visualização de sedimentação das fezes); 240 min. (três horas após a sedimentação das fezes); 480 min. (quarto horas após a sedimentação das fezes). A coleta ocorreu após fechamento do registro e retirada do recipiente de acrílico, sendo também removido o excedente de água para transferência para as placas de Petri.

As fezes foram identificadas com os horários da primeira visualização das fezes e do horário da retirada (correspondente ao tratamento). As placas foram conservadas imediatamente em freezer (-20°C) até início das análises. Foram obtidas quatro amostras de cada tratamento por unidade experimental, das quais foi avaliado o teor de fósforo, matéria seca e cromo, determinando a digestibilidade do fósforo e da matéria seca pelo animal.

#### 4.4. Coeficiente de digestibilidade aparente

A determinação da digestibilidade aparente da dieta foi de acordo com o NRC (2011) pelo método indireto de coleta de fezes utilizando 0,1% de óxido de cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador, adicionado à dieta referência. O coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes foi calculado com base no teor de óxido de cromo do nutriente da dieta e das fezes.

As análises bromatológicas dos alimentos, da ração e das fezes e a determinação da concentração de cromo, das fezes e da ração foram realizadas no



Laboratório de Nutrição Animal no DPA/EV/UFG – Campus Goiânia. As análises de fósforo e concentração de cromo, das fezes e da ração, foram realizadas segundo os protocolos do AOAC (1995).

O coeficiente de digestibilidade aparente foi determinado com base na seguinte fórmula (CHO, 1993)

$$Da_{(n)} = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left( \frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

Em que:

$Da_{(n)}$  = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

$\%Cr_2O_{3r}$  = percentagem de óxido de cromo na ração;

$\%Cr_2O_{3f}$  = percentagem de óxido de cromo nas fezes;

$\%N_r$  = percentagem de matéria seca, proteína, fibra ou energia na ração;

$\%N_f$  = percentagem de matéria seca, proteína, fibra ou energia nas fezes;

#### 4.5. Análise estatística dos dados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizado com quatro tratamentos (60 minutos após sedimentação, 120 minutos após sedimentação, 240 minutos após sedimentação e 480 minutos após sedimentação e quatro repetições por tratamento), sendo que cada aquário correspondeu a uma unidade experimental.

Os dados obtidos ao final do experimento transformados em percentagens sofreram transformação arco seno para realização das análises, foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e quando observada diferença entre os tratamentos pelo teste F, a diferença entre as médias foram verificadas pelo teste de Tukey. Procedeu-se, ainda, a análise de regressão de forma a observar o comportamento dos dados frente aos diferentes intervalos de coleta. O programa utilizado para realização das análises foi o SAS versão 9.11.

## 5. RESULTADOS

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e do fósforo oriundos de fezes de tabaqui coletadas em diferentes intervalos de tempo estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do fósforo (P) e da matéria seca (MS) oriundos de fezes de tabaqui coletadas em diferentes intervalos de tempo no sistema de Guelph modificado (média  $\pm$  desvio padrão)

Intervalo de coleta (min.)	CDA P (%)	CDA MS (%)
60	*25,16 $\pm$ 6,43 <sup>b</sup>	48,58 $\pm$ 5,55 <sup>b</sup>
120	14,99 $\pm$ 4,35 <sup>c</sup>	64,72 $\pm$ 5,53 <sup>a</sup>
240	41,79 $\pm$ 3,71 <sup>a</sup>	66,72 $\pm$ 4,61 <sup>a</sup>
480	59,79 $\pm$ 2,91 <sup>a</sup>	71,06 $\pm$ 6,87 <sup>a</sup>
Efeito Linear	$P < 0,01$	$P < 0,01$
Efeito Quadrático	Ns	$P < 0,01$

ns – não significativo.

Foi observado no presente estudo que o intervalo de coleta de fezes para o tabaqui influenciou nos valores de digestibilidade do fósforo e da matéria seca, maiores valores de digestibilidade foram observados para o fósforo após 240 e 480 min. o menor valor de CDA foi observado para o intervalo de 120 min.

Padrão similar foi observado para a matéria seca, os maiores valores foram observados para os intervalos de 120, 240 e 480 min., que não diferenciaram entre si. O intervalo de coleta de 60 min. apresentou o menor valor de digestibilidade da matéria seca comparado com os demais intervalos avaliados ( $P < 0,01$ ).

De maneira geral, quanto maior foi o intervalo de coleta maior foi o CDA do P para o tabaqui. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear que se apresentou altamente significativo ( $P < 0,01$ ) e valor de  $R^2$  de 0,859 (Figura 1), indicando um alto ajuste do modelo.

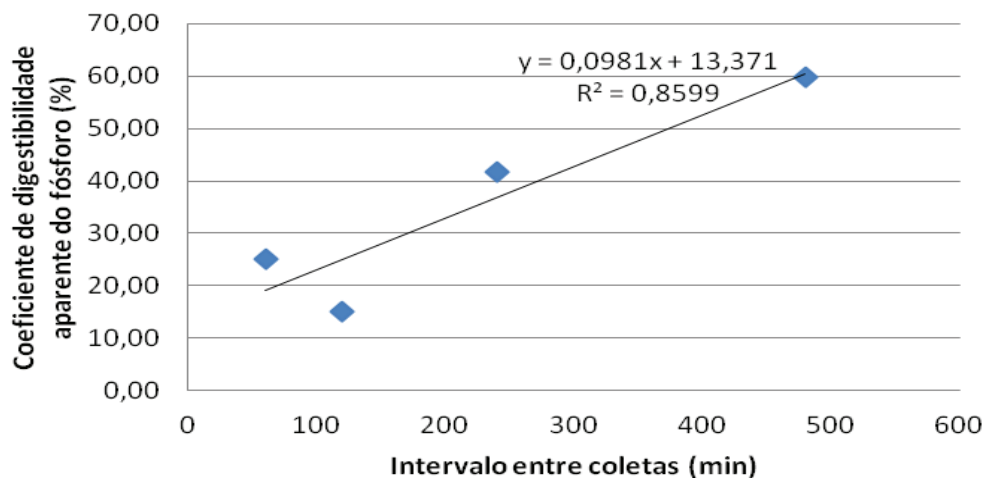


Gráfico 1. Efeito do intervalo de coleta sobre o CDA do P para o tabaqui.

A relação entre o intervalo de coleta e os valores de CDA da matéria seca está evidenciada na Figura 2. Foi observado que o modelo polinomial de segunda ordem melhor se ajustou aos dados de CDA da MS, justificado pelo alto coeficiente de determinação (0,827).

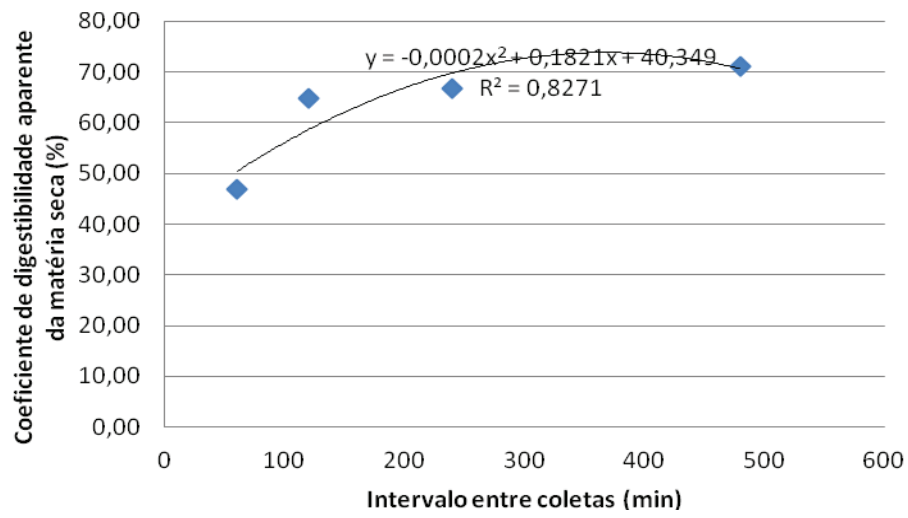


Gráfico 2- Efeito do intervalo de coleta sobre o CDA da matéria seca para o tabaqui.

## 6. DISCUSSÃO

Os métodos de determinação de digestibilidade são utilizados pelos nutricionistas como forma de avaliar o valor nutricional dos alimentos, sendo ferramenta importante para a seleção de ingredientes que possam compor dietas para peixes e, ainda, um dado extremamente importante quando se pretende formular dietas ambientalmente corretas. Entretanto, dependendo do método de coleta de fezes utilizado para avaliação da digestibilidade, estes dados podem apresentar maior ou menor discrepância com a realidade, já que os métodos de coleta de fezes apresentam vantagens e desvantagens entre eles, sendo, atualmente os métodos de Guelph e Guelph modificado, àqueles mais utilizados pelos nutricionistas que trabalham com espécies de peixes tropicais.

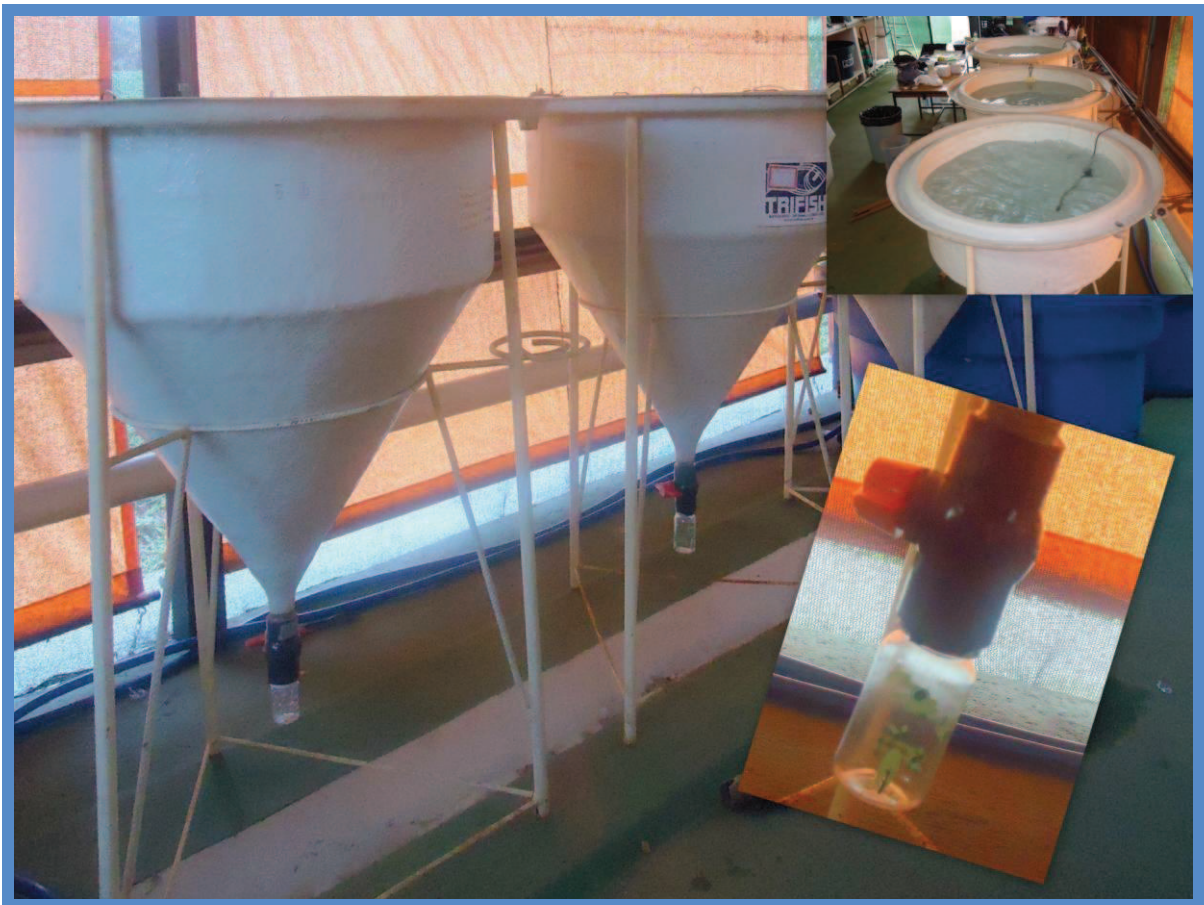


Figura 1- Imagem do sistema de Guelph modificado, LAPOA/PUC.

Apesar da sua importância, poucos estudos avaliam essas metodologias para espécies de peixes nativas do Brasil ou da América Latina, sendo assim um campo vasto e necessário para o desenvolvimento de protocolos experimentais para estas espécies, assim padronizar os estudos de nutrição com estas espécies. Desta forma, o presente trabalho apresenta os resultados preliminares de uma série de estudos com o objetivo de determinar o melhor protocolo que incorra em menores erros para a determinação da digestibilidade em tambaquis, sendo avaliado o melhor intervalo de tempo de coleta de fezes no sistema Guelph modificado, sistema este mais utilizado no Brasil que se baseia na coleta de fezes por decantação na coluna d'água.

Devido ao reduzido volume de fezes coletados não foi possível realizar todas as análises de nutrientes, sendo assim, foram apenas realizadas as análises de fósforo e de matéria seca das amostras.

No presente estudo, foram observados maiores valores de digestibilidade do P e da MS nos intervalos mais longos de coleta avaliados, ou seja, entre quatro e oito horas, os quais não diferiram entre si. Ressalta-se, ainda, que houve efeito linear crescente, observado para esta variável, em relação aos tempos de coleta avaliados, ou seja, quanto mais longo o intervalo entre coletas maior o CDA do P, isto pode indicar que quando a coleta é feita após quatro horas de intervalo, estes valores não são estatisticamente diferentes, assim, podendo as coletas ser realizadas tanto as quatro como oito horas após a transferência dos peixes para os aquários de coleta. Comparando os valores de digestibilidade de P dos intervalos mais longos com o intervalo mais curto de coleta nota-se um aumento de 65,74% e 137,64% nos valores de CDA do P para o tambaqui, sendo estes incrementos altamente significativos. Isto indica uma alta taxa de lixiviação deste mineral nas fezes do tambaqui, o que pode comprometer a acurácia dos valores de digestibilidade deste mineral quando as coletas são realizadas "overnight", super estimando os valores de digestibilidade do P para esta espécie.

Estes resultados corroboram com diversos resultados de estudos metodológicos com diferentes espécies de peixes, os quais ressaltam alta taxa de lixiviação de materiais solúveis na água como o principal erro dos métodos que

utilizam a coluna de sedimentação (RICHE et al., 1995; BELAL, 2005) como sistema de coleta de fezes. Entretanto, resultados contrários foram observados para o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Perca prata (*Bidyanus*) e truta arco-íris (SATO et al., 1992; ALLAN et al., 1999; ABIMORAND e CARNEIRO, 2004), nos quais não foi observada alteração significativa nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e lipídeos. Deve-se ressaltar, ainda, que as avaliações realizadas nestes estudos foram para os principais macro nutrientes e não para minerais, o que pode indicar que o comportamento dos minerais presentes nas fezes dos peixes podem ser diferentes dos macro nutrientes normalmente avaliados. Estas diferenças, ainda, podem estar relacionadas com as diferenças dos péletes fecais das espécies. Enquanto o tambaqui apresenta fezes mais friáveis e mais predispostas à desintegração no corpo aquático, espécies como a tilápia e perca prata apresentam fezes mais bem formadas, o que reduz a lixiviação dos nutrientes das fezes na água. Este fator tem sido ressaltado em diversos estudos metodológicos com diferentes espécies de peixes (BELAL, 2005; ALLAN et al., 1999; PEZZATO et al., 2002).

A digestibilidade da matéria seca é um indicativo da digestibilidade total do alimento e pode ser utilizado como ferramenta para estimar a quantidade de resíduos sólidos da piscicultura que são retornados ao corpo aquático, sendo assim uma ferramenta para determinar o impacto ambiental dos sistemas de produção de peixes.

No presente estudo, foi observado uma menor taxa de lixiviação da matéria seca em comparação com os resultados obtidos para o fósforo. Quando comparados os intervalos que possuíam valores mais próximos de digestibilidade da MS com o menor intervalo de coleta diferenças ao redor de 33 a 46% foram observadas nas condições do presente estudo, ressaltando a afirmação acima. Com base nos resultados pode-se inferir que as coletas realizadas após 2 horas apresentam pouca variação e assim, justifica-se a utilização de até oito horas de tempo de espera de coleta de fezes após a decantação das sem que haja maiores interferências no CDA da MS.

Resultados similares foram observados para a truta arco-íris (SATOH et al., 1992) e a perca prata (ALLAN et al., 1999), os quais não observaram diferenças nos CDBs da MS em intervalos de coletas de 2 a 18 horas. Entretanto, quando Allan et al. (1999) fizeram coletas por meio de sifonamento das fezes no fundo do tanque estes autores observaram redução linear dos valores de digestibilidade da matéria seca, indicando uma aumento na taxa de lixiviação das fezes neste método de coleta. Desta forma, pode-se concluir que a consistência das fezes possui um papel determinante para a redução nos erros ou na lixiviação dos nutrientes das fezes.

Pode-se observar que as fezes dos tambaquis são granulares, com pouca proteção mucosa externa, o que torna as fezes dessa espécie mais susceptíveis aos processos de lixiviação dos nutrientes e assim, á superestimação dos valores de digestibilidade dos nutrientes. Esta pode ser a razão pela qual foi observado uma alta variação nos valores de digestibilidade da matéria seca e do fósforo no presente estudo.

Com base nos resultados do presente estudo pode-se concluir que no método de coleta de Guelph modificado, amplamente empregado no Brasil, os intervalos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade de minerais e dos macro nutrientes são diferentes, sendo necessária a realização da coleta de fezes apenas uma hora após a eliminação das fezes de modo a reduzir a lixiviação dos minerais no corpo d'água, enquanto para a menor variação nos valores de CDA da MS recomenda-se que as coletas sejam realizadas de duas a oito horas após o início da liberação das fezes. De modo a reduzir a lixiviação das fezes recomenda-se a utilização de aglutinantes nas dietas para determinação da digestibilidade de modo a melhorar a consistência das fezes dessa espécie de peixes. Entretanto, nenhum estudo ainda encontra-se disponível de forma a determinar o nível de aglutinante que melhore as características de estabilidade dos pelétes fecais na água, sendo uma área de grande interesse na nutrição de peixes redondos.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A digestibilidade é um dos fatores importantes na nutrição aquícola, cujas estimativas tem sido utilizadas atualmente para elaboração de dietas mais sustentáveis do ponto de vista ambiental. Fica claro, com os resultados do presente estudo, que há a necessidade da determinação de um protocolo experimental para coleta de excretas do tambaqui, com finalidade de reduzir e/ou determinar o melhor método de coleta de fezes para a produção de dados mais precisos de digestibilidade, auxiliando os nutricionistas na avaliação do valor nutritivo dos alimentos para esta espécie.

Este trabalho traz dados preliminares que indicam que o comportamento dos nutrientes nas fezes do tambaqui dentro dos corpos d'água pode não ser tão similar a outras espécies utilizadas na piscicultura brasileira. Ainda, os resultados deste estudo indicam que quando a avaliação da disponibilidade de minerais for realizada, é necessário que os intervalos entre as coletas sejam reduzidos para no máximo 120 minutos de forma a reduzir a superestimação dos valores de disponibilidade destes nutrientes.



Figura 2 e 3- Sistemas de aquários usados no sistema de Guelph modificado para coleta de fezes, e imagem de fezes de tambaqui (*Colossoma macropomum*), granulares.

Devido à importância do tambaqui para o cenário na aquicultura brasileira, faz-se necessário estudos com intuito de determinar métodos de redução da lixiviação das fezes, através do uso de aglutinantes, para a produção de fezes bem formadas; comparação de diferentes métodos de coleta de fezes para o tambaqui; influência do período de adaptação e dos dias de coleta na determinação dos coeficientes de digestibilidade e, ainda, a influência do intervalo entre coletas para os demais nutrientes, como a fração protéica.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. 2004. **Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887).** R. Bras. Zootec., v.33, n.5, p.1101-1109.
- ALLAN, G.J., ROWLAND, S.J., PARKINSON, S., STONE, D.A.J., JANTRAROTAI, W. 1999. **Nutrient digestibility for juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus*: development of methods.** Aquaculture 170, p. 131–145.
- AOAC, 1995. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 12th ed.** AOAC, Washington, DC.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. 1998. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: MCT-CNPQ, p.186.
- AUSTRENG, E., 1978. **Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract.** Vol.13, Issue 3, Research Article Aquaculture, p. 265-272.
- BELAL, I.E.H. 2005. **A review of some fish nutrition methodologies.** Bioresource Technology 96, p. 395–402.
- BOTTING, C.C. 1991. **Extrusion technology in aquaculture feed processing.** In: **Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop** (Akiyama, D.M. & Tan, R.K.H.), Thailand and Indonesia, 19/25 September 1991. American Soybean Association, Singapore, Republic of Singapore. p. 129- 137.
- BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E.; 2003. **Diminuição do teor de óxido de cromo (III) usado como marcador externo.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.2, p.249-255.
- CASTAGNOLLI, N. 1979. **Fundamentos da nutrição de peixes.** São Paulo, Ed. Livroceres, **Nutrição de peixes e o desenvolvimento da aqüicultura.** In: Palestra I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu,SP. *Anais*.Botucatu: Aquanutri, Cdrom. 2005. p. 107.
- CHAGAS, E.C. ; VAL, A.L. 2003. **Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n3, p.397-402.
- CHO, C.Y., COWEY, C.B.; WATANABE, T.; 1985 **Finfish Nutrition in Asia: Methodological Approaches to Research and Development.** IDRC: Ottawa, [http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/18619/1/63269\\_p103-106.pdf](http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/18619/1/63269_p103-106.pdf), acesso: 20/Jul/2011.

DORIA, C.R.C. e LEONHARDT, J.H. 1993, **Análise do crescimento de *Piaractus mesopotamicus* e *Colossoma macropomum* (Pisces: characidae) em sistema semi-intensivo de policultivo com arraçamento e adubação orgânica.** Revista Unimar, Maringá, n.15 (suplemento), p.211-222.

FANCHER, B.I. 1996. **Feed processing using the annular gap expander and its impact on poultry performance.**, Journal Appli Poultry Res., Athens, v. 5, n. 4, p. 386-394.

FURUYA, W. M. 2007. **Redução do impacto ambiental por meio da ração.** In: Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – AcesuiRegiões. I Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca. Anais. Belo Horizonte-MG. p. 121-139.

GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R.; CHAGAS, E.C.; FERREIRA, M.F.B.; LOURENÇO, J.N.P. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.1, p.111-113.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L.; 2008. **Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia.** Journal of the World Aquaculture Society, Lousian, v. 39, n.6, p.781-789.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – **Estatística da Pesca 2007. Brasil** – IBAMA: Diretoria de fauna e recursos hídricos pesqueiros. Grandes regiões e unidades de federação. <http://www.ibama.gov.br/documentos-recursos-pesqueiros/estatistica-pesqueira>, acesso: 20/Dez/2011.

KUBITZA, F. 1997. **Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes**, Anais Sobre Manejo e Nutrição de Peixes, Simpósio Piracicaba In: CBNA, p. 63-101.

MCGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. 1996. **Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets.** Aquaculture, v.141, p.233-244.

MCMENIMAN, N.P., SANDS, N.; 1996. **Estimation of in vivo digestibility of diets to barramundi \_ *Lates calcarifer*.** In: Hancock, D.A., Beumer, J.P. \_Eds., Second World Fisheries Congress Proceedings, Vol. 1. CSIRO Publishing, Victoria, Australia, p. 100–101.

MENDONÇA, P.P., FERREIRA, R.A, VIDAL JÚNIOR M.V., ANDRADE D.R. , SANTOS M.V.B., FERREIRA, A.V. REZENDE, F.P; 2009. **Influência do Fotoperíodo no Desenvolvimento de Juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**, Archivos Archivos de Zootecnia, vol. 58, núm. 223, Universidad de Córdoba, España.p. 323-231.

NRC . National Research Council. 1993. **Nutrient Requirement of fish**. Academy Press, Washington DC. p. 114.

NRC. National Research Council., 2011. **Nutrient Requirements of Fish**. National Academy Press, Washington DC, p. 224.

PERCIVAL, S.B.; LEE, P.S.; CARTER, C.G. 2001 **Validation of a technique for determining apparent digestibility in large (up to 5 kg) Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)** in seacages. *Aquaculture* ,v.201, p.315-327.

PEZZATO, L.E. BARROS, M.M. 2005. **Nutrição de peixes no Brasil**. In: Palestra I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu,SP. *Anais*. Botucatu: Aquanutri, CD-ROM.

PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., QUINTERO-PINTO, L.G., FURUYA, W.M., BARROS, M.M., ROSA, G.J.M., LANNA, E.A.T. 2002. **Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.)**. *Acta scientiarum Animal Science* v. 24, n. 4, p. 965-971.

RODRIGUES, A.M.P. 1994. **Digestibility studies in fish**, a review .Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre, Série Monografias, n.6, p.29.

RICHE, M., WHITE, M.R., BROWN, P.B., 1995. **Barium carbonate as an alternative indicator to chromic oxide for use in digestibility experiments with rainbow trout**. *Nutrition Reviews* 15, p. 1323–1331.

SADIKU, S. O. E.; JUANCEY, K., 1995. **Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat meal blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.)**, fingerlings. *Aquaculture Research*, 26: p. 651-657.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S., 2007. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Ed. Funep, Jaboticabal – SP, p.283.

SALARO, A. L. 2009. Manejo e nutrição de peixes em tanques redes. [http://www.cbnutricaoanimal.com.br/Palestras/PALESTRA\\_MANEJO\\_PEIXES\\_ANA\\_LUCIA.PDF](http://www.cbnutricaoanimal.com.br/Palestras/PALESTRA_MANEJO_PEIXES_ANA_LUCIA.PDF) acesso: 20/Dez/2011.

SALLUM, W.B., 2000 **Óxido crômico III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinhã (*Bricon cephalus*, Gunther 1869) (Teleostei, Characidae)**. tese: Universidade Federal de Lavras, 2000. - Universidade Federal de Lavras,. p.116

SATOH, S., CHO, C.Y., WATANABE, T., 1992. **Effect of faecal retrieval timing on digestibility of nutrients in rainbow trout diet with the Guelph and TUF feces collection systems**. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58, p. 1123–1127.

SEBRAE. 2008- Aquicultura e pesca: tilápias, Estudo de mercado do SEBRAE/ E S P M/ [http://www.gipescado.com.br/arquivos/sebrae\\_tilapia.pdf](http://www.gipescado.com.br/arquivos/sebrae_tilapia.pdf) acesso: Acesso: 03/Jul/2010.

SEBRAE. 2010- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Idéias de Negócios: Criação de Peixe. Disponível em: <[http://www.amazoncourses.com/monte\\_seu\\_negocio/criacao-de-peixes.pdf](http://www.amazoncourses.com/monte_seu_negocio/criacao-de-peixes.pdf) Acesso: 03/Jul/2010.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. 2007. **Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)**. Acta Amazônica, Manaus, 37(1): p.157-164.

SOUZA, R. R. P.; W.R.S. 1989. **Digestibilidade aparente da proteína de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.231.

SMITH, B.W., LOVELL, R.T., 1973. **Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish**. Trans. Am. Fish. Soc. 4, p. 831–832.

SPYRIDAKIS, R., METAILLER, J., GABAUDAN, J., RIAZA, A., 1989. **Studies on nutrient digestibility in European sea bass *Dicentrarchus labrax***: I. Methodological aspects concerning digesta collection. Aquaculture 77,p. 61–70.

SUSSEL, F. R. 2008. **Alimentação na Criação de Peixes em Tanques- Redes**. Disponível em :< <http://www.abracoa.com.br/0708/0708.pdf> , Acesso: 03/Jul/2010.

TACON, A.G.J. 1992. **Nutritional fish pathology. Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAO, p.1-75.

VENS-CAPPELL, B., 1985. **Methodical studies on digestion in trout: I. Reliability of digestion coefficients in relation to methods for digesta collection**. Aquacult. Eng. 4, p. 33–49, Brasília, DF. 151p. 2007. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/boletim\\_2007.zip](http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/boletim_2007.zip). 20/Jul/2011.