

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS  
NATURAIS

KATIA SANTOS BEZERRA

**Utilização de farinha de polpa de manga como fonte de carboidratos na ração de tambaqui “*Colossoma macropomum*” e avaliação sensorial de hambúrguer da polpa de peixe, elaborado com farinha de manga.**

São Carlos  
2012

KATIA SANTOS BEZERRA

**Utilização de farinha de polpa de manga como fonte de carboidratos na ração de tambaqui “*Colossoma macropomum*” e avaliação sensorial de hambúrguer da polpa de peixe, elaborado com farinha de manga.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências (Ciências Biológicas) com Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo.

São Carlos  
2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B574uf

Bezerra, Katia Santos.

Utilização de farinha de polpa de manga como fonte de carboidratos na ração de tambaqui "*Colossoma macropomum*" e avaliação sensorial de hambúrguer da polpa de peixe, elaborado com farinha de manga / Katia Santos Bezerra. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

89 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Ecologia. 2. Nutrição de peixes. 3. *Colossoma macropomum*. 4. Desempenho. 5. Manga. I. Título.

CDD: 574.5 (20<sup>a</sup>)



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

## Relatório de Defesa de Tese Candidata: Katia Santos Bezerra

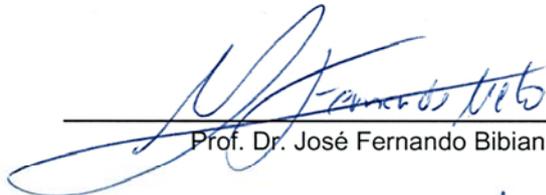
Aos 30/11/2012, às 14:00, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, a defesa de tese de doutorado sob o título: UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE MANGA COMO CO-PRODUTO FONTE DE CARBOIDRATOS NA RAÇÃO DE TAMBAQUI, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) E ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER, apresentada pela candidata Katia Santos Bezerra. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca	Função	Instituição	Conceito
Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo	Presidente	UNIVASF	<u>A</u>
Profa. Dra. Luciana Thie Seki Dias	Titular	UFSCar	<u>A</u>
Profa. Dra. Lucia Helena de Aguiar Vieira	Titular	UNICEP	<u>A</u>
Prof. Dr. Rogério Manoel Lemes de Campos	Titular	UNIVASF	<u>A</u>
Profa. Dra. Crisitina Ferro Corrêa Toniolo	Titular	UNICEP	<u>A</u>

Resultado Final: A

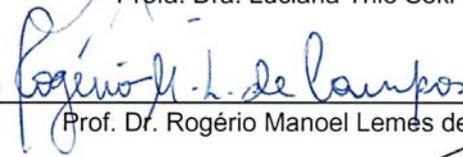
### Parecer da Comissão Julgadora\*:

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, João Augusto da Silva Affonso, representante do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

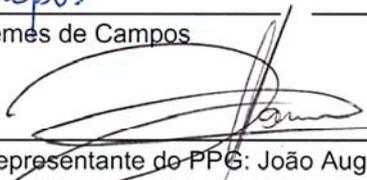
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Luciana Thie Seki Dias

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Lucia Helena de Aguiar Vieira

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rogério Manoel Lemes de Campos

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Crisitina Ferro Corrêa Toniolo

  
\_\_\_\_\_  
Representante do PPG: João Augusto da Silva Affonso

( ) Não houve alteração no título da tese (X) Houve. O novo título passa a ser:

Utilização de Farinha de polpa de  
Carboidratos na Ração de tambaqui "*Colossoma macropomum*"  
e avaliação sensorial de hambúrguer de peixe elaborado  
com Farinha de manga.

\*Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

Para gozar dos direitos do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, a candidata ainda precisa ter sua tese homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.

Aos meus pais, Ivaneide e José Carlos  
À minha filha, Larissinha  
Ao meu esposo, Gildemberg Alves  
***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus pela força e coragem obtidas para superar todos os obstáculos trilhados até obtenção da titulação de doutora.

À Universidade Federal de São Carlos e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela oportunidade de aperfeiçoamento, em especial à Profa. Dra. Maria Inês e aos funcionários Roseli e João, pela compreensão e apoio.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco pela concessão de uso dos Laboratórios de química e bioquímica, em especial aos funcionários Gutemberg e Gabriela pela valiosa contribuição durante as técnicas bioquímicas.

À CAPES pelo apoio financeiro durante a execução do trabalho.

À CODEVASF pela doação dos alevinos de tambaqui, primordiais para execução do trabalho experimental.

À EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, em especial à Daniela Campeche, pelo apoio financeiro quanto aos utensílios e kits de análises bioquímicas para os ensaios dos intermediários metabólitos.

Aos animais utilizados nos experimentos que cederam a vida em prol do conhecimento acadêmico.

Ao Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo, pela orientação, ensinamentos, paciência e compreensão.

À minha filha Larissa que compreendeu meus momentos de ausência.

Aos meus pais, Ivaneide Rosa e José Carlos por sempre acreditaram no potencial e coragem da sua filha, inclusive, foram os principais financiadores do doutorado.

Aos colegas de Laboratório: Renilde Cordeiro, Rozzano, Augusto e Ricardo pela convivência agradável e auxílio na execução do experimento.

Aos alunos do curso de Medicina Veterinária da UNIVASF: Fernando, Camuel, Raquel e Rodrigo pelo auxílio no processamento dos hambúrgueres e análise sensorial.

Ao Prof. Dr. Rogério Campos da UNIVASF por disponibilizar o laboratório para elaboração dos produtos cárneos.

À funcionária da CODEVASF, Liege pelo auxílio na finalização do experimento, amizade e ensinamentos.

A todos os professores do PPGERN pelo conhecimento prestado durante as disciplinas ministradas.

A todos que de alguma forma contribuíram na execução e conclusão deste trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos.**

**Utilização de farinha de polpa de manga como fonte de carboidratos na ração de tambaqui “*Colossoma macropomum*” e avaliação sensorial de hambúrguer da polpa de peixe, elaborado com farinha de manga.**

**RESUMO**

O trabalho avaliou o crescimento do tambaqui, *Colossoma macropomum* com a inclusão de diferentes concentrações de farinha de manga na ração (20, 30, 40 e 50%) e redução dos teores de proteína (38, 33, 28 e 23%). Para realização do trabalho utilizou-se 240 peixes, separados em 12 lotes iguais, com quatro tratamentos e três repetições cada, delineados inteiramente ao acaso. O peso médio inicial foi de 5,21g; 5,24g; 5,19g e 4,99g respectivamente. O período experimental foi 56 dias, sendo realizadas biometrias periodicamente. O arraçoamento foi diário e os peixes foram alimentados *ad libitum*. Foram analisados em relação ao desempenho as seguintes variáveis: taxa de crescimento específico TCE (%), ganho de biomassa (GB); conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência, análise de perfil metabólico e atividade de enzima digestiva. Hambúrguer de tambaqui foi elaborado com inclusão de farinha de manga nas concentrações: 0, 5, 10, 15 e 20% com posterior análise sensorial. A estatística utilizada foi ANOVA, teste de Tukey a 5% e regressão polinomial. Para avaliar a análise sensorial foi calculada a qualidade global referente aos atributos de aparência, cor, sabor, odor e textura. As variáveis de desempenho apresentaram efeito significativo, com resultados superiores nas rações com maior concentração de farinha de manga e menores teores de proteína. O peso médio final foi R20:8,65g; R30:8,81g; R40:8,68g; R50:11,39g. A partir das análises do perfil metabólico: glicose, glicogênio hepático, aminoácidos totais e colesterol, observou-se que há mobilização destes metabólitos para manter os processos de energia no crescimento do tambaqui. Conclui-se que, o melhor desempenho dos tambaquis ocorre com a inclusão de 50% de farinha de manga e 23% de proteína. O perfil metabólico dos peixes é afetado positivamente pela substituição da proteína pela farinha de manga. Pode-se incluir até 5% de farinha de manga na elaboração de hambúrguer de tambaqui.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica*, desempenho, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818).

**Use flour mango pulp as a source of carbohydrates in the diet tambaqui "*Colossoma macropomum*" and sensory evaluation of minced fish burger, made with flour mango.**

#### **ABSTRACT**

The study evaluated the growth of tambaqui, *Colossoma macropomum* with the inclusion of different concentrations of flour in the feed mango (20, 30, 40 and 50%) and reduction of protein (38, 33, 28 and 23%). To conduct the study, we used 240 fish in 12 separate lots, with four treatments and three repetitions each, delineated entirely random. The average weight was 5.21 g, 5.24 g, 5.19 g and 4.99 g respectively. The experiment lasted 56 days, biometrics being held regularly. Diets were fed daily and the fish were fed *ad libitum*. Were analyzed in relation to the performance of the following variables: specific growth rate TCE (%), biomass gain (GB), feed conversion rate (FCR), survival analysis, metabolic profile and activity of digestive enzyme. Burger tambaqui was prepared with flour adding mango concentrations: 0, 5, 10, 15 and 20% with subsequent sensory analysis. The statistic used was ANOVA, Tukey test at 5% and polynomial regression. To evaluate the sensory analysis was calculated referring to the overall quality attributes such as appearance, color, flavor, odor and texture. The performance variables showed a significant effect, with superior results with the highest concentration in the rations of flour, sleeves and lower protein. The final average weight was R20: 8.65 g; R30: 8.81 g; R40: 8.68 g; R50: 11.39 g. From the analysis of the metabolic profiles of glucose, hepatic glycogen, amino acids and total cholesterol was noted that no mobilization of metabolites to maintain the energy in the processes for fish growth. It is concluded that the best performance of tambaquis occurs with the inclusion of 50% flour and sleeve 23% protein. The metabolic profile of the fish is positively affected by protein replacement meal by mango. You can include up to 5% of flour in the preparation of mango burger tambaqui.

**Keywords:** *Mangífera indica*, performance, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818).

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Área colhida da manga/ha no período de 1970 a 2010 .....	20
<b>Figura 2.</b>	Exemplar de <i>Mangifera indica</i> L. numa propriedade rural na região do Vale do São Francisco, Petrolina-PE .....	31
<b>Figura 3.</b>	Retirada manual da polpa dos frutos com descarte da casca e do caroço .....	31
<b>Figura 4.</b>	Polpa de <i>Mangifera indica</i> desidrata em estufa de ventilação forçada a 65°C .....	37
<b>Figura 5.</b>	Processo de retirada do fígado para posterior cálculo do índice hepato-somático e análise do glicogênio hepático dos alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> .....	37
<b>Figura 6.</b>	Processo de retirada do intestino para análise da atividade proteolítica alcalina dos alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> .....	37
<b>Figura 7.</b>	Representação gráfica da regressão do peso médio final dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	44
<b>Figura 8.</b>	Representação gráfica da regressão do ganho de peso dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	44
<b>Figura 9.</b>	Representação gráfica da regressão do ganho de biomassa dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	45
<b>Figura 10.</b>	Representação gráfica da regressão da conversão alimentar aparente dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	47
<b>Figura 11.</b>	Representação gráfica da regressão da taxa de crescimento relativo dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	47

<b>Figura 12.</b>	Representação gráfica da regressão da taxa de crescimento específico dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	48
<b>Figura 13.</b>	Representação gráfica da regressão do índice hepato-somático dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 .....	49
<b>Figura 14.</b>	Representação gráfica em colunas do glicogênio hepático dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias .....	50
<b>Figura 15.</b>	Representação gráfica da regressão dos aminoácidos totais dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias .....	54
<b>Figura 16.</b>	Representação gráfica da regressão do colesterol dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias .....	55
<b>Figura 17.</b>	Representação gráfica da regressão da protease alcalina dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias .....	57
<b>Figura 18.</b>	Representação gráfica do custo das rações contendo diferentes concentrações de farinha de manga, ofertado aos alevinos de tambaqui, em substituição ao farelo de soja e farinha de peixe ..	59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Produção da manga por região fisiográfica .....	21
<b>Tabela 2.</b>	Composição centesimal da polpa de manga (g/100g) .....	21
<b>Tabela 3.</b>	Formulação das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tambaqui .....	33
<b>Tabela 4.</b>	Composição físico-química das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tambaqui .....	33
<b>Tabela 5.</b>	Compostos analisados e calculados da farinha de manga utilizada nos tratamentos: R20, R30, R40 e R50 .....	34
<b>Tabela 6.</b>	Composição calculada das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tambaqui .....	34
<b>Tabela 7.</b>	Composição dos hambúrgueres de tambaqui com as diferentes concentrações de inclusão de farinha de manga em porcentagem .....	39
<b>Tabela 8.</b>	Desempenho de crescimento dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos com farinha de manga .....	43
<b>Tabela 9.</b>	Intermediários metabólicos e atividade enzimática analisados nos tecidos de alevinos de tambaqui aos 56 dias de alimentação .....	50
<b>Tabela 10.</b>	Preço dos ingredientes utilizados para confecção das rações dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos com farinha de manga. Ano base de 2011 .....	59
<b>Tabela 11.</b>	Rendimento médio (%) dos cortes elaborados (RPIE = rendimento do peixe inteiro eviscerado, RPISC = rendimento do peixe inteiro sem cabeça e o IHS = Índice hepato-somático .....	61
<b>Tabela 12</b>	Rendimento médio de filés sem pele e da polpa do tambaqui em função do peso de carcaças com vísceras .....	62
<b>Tabela 13</b>	Estimativa dos teores de proteína bruta, carboidrato e lipídios dos hambúrgueres nos tratamentos .....	62
<b>Tabela 14</b>	Escore da análise sensorial dos hambúrgueres de filé de tambaqui com uso de concentrações de farinha de manga .....	64

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO .....	13
1.1	Objetivos .....	15
1.1.1	Objetivo geral .....	15
1.1.2	Objetivos específicos .....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1	Tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> (CUVIER, 1808): aspectos gerais e importância .....	17
2.2	Aspectos da nutrição do tambaqui .....	18
2.3	A região do Vale do São Francisco e a manga, <i>Mangifera indica</i> L. ....	19
2.4	Metabolismo e nutrição de peixes .....	22
2.5	Carboidratos na nutrição de peixes .....	24
2.6	Tecnologia do pescado .....	26
2.7	Elaboração de produto da carne do tambaqui .....	27
2.8	Avaliação econômica .....	28
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3.1	Local e período .....	30
3.2	Desenho experimental .....	30
3.3	Coleta e elaboração da farinha de manga .....	30
3.3.1	Formulação e preparação das rações experimentais .....	32
3.4	Acompanhamento da qualidade de água e crescimento dos animais ..	34
3.5	Variáveis zootécnicas analisadas .....	35
3.6	Análise dos intermediários metabólicos .....	36
3.7	Rendimento de carcaça do tambaqui .....	38
3.8	Elaboração do hambúrguer da carne de tambaqui .....	39
3.8.1	Cálculo do rendimento de filés e polpa de tambaqui .....	39
3.8.2	Análise sensorial dos hambúrgueres .....	40
3.9	Análise econômica das rações .....	41
3.10	Análise estatística .....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.1	Qualidade de água .....	42
4.2	Desempenho produtivo .....	42
4.3	Intermediários metabólicos .....	49

4.3.1	Glicogênio hepático .....	49
4.3.2	Glicose plasmática .....	51
4.3.3	Aminoácidos totais .....	52
4.3.4	Colesterol .....	54
4.4	Protease alcalina .....	56
4.5	Análise econômica das rações .....	58
4.6	Rendimentos de carcaça dos alevinos de tambaqui .....	60
4.7	Análise sensorial dos hambúrgueres de tambaqui .....	61
5	CONCLUSÕES .....	65
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
	REFERÊNCIAS .....	67
	APÊNDICES.....	88

## 1. APRESENTAÇÃO

Este estudo está inserido na área de nutrição de peixes e enfoca o aproveitamento da manga, *Mangifera indica*, que não passou no controle de qualidade para exportação. Além disso, procurou-se avaliar os possíveis efeitos da inclusão de altos níveis de carboidratos (farinha de manga) e redução dos níveis protéicos na alimentação de peixe onívoro com tendência à frugivoria, tal como o tambaqui, *Colossoma macropomum*, na fase de alevino. A pesquisa aborda também os aspectos bioquímicos e adaptativos quanto às dietas elaboradas, principalmente em relação à frutose e a sacarose presente na manga, com o intuito de exercer efeito poupador de proteínas no metabolismo do tambaqui. Diante das rações elaboradas e resultados experimentais, realizou-se análise econômica com base nos custos diretos e indiretos de produção.

O trabalho em foco trata-se da continuidade de experimento anterior realizado por Seabra et al. (2009), onde os autores identificaram melhor desempenho dos tambaquês (alevino) com a inclusão de até 30% de farinha de manga em substituição ao farelo de soja.

Em outro ensaio, procurou-se investigar a aceitabilidade de hambúrgueres de tambaqui com diferentes níveis de inclusão de farinha de manga em sua elaboração. Para avaliação realizou-se análise sensorial com provadores não treinados.

A realização de todo ensaio experimental e coleta de material ocorreu na região do Vale do São Francisco, que corresponde ao maior Pólo produtor e exportador de frutas e hortaliças do Brasil. Esta região está inserida no Nordeste brasileiro e detém aproximadamente 95% de toda a produção e exportação de frutas Brasileiras. A fruta com maior produção corresponde à manga e em segundo lugar está a produção de uva, porém, com maior lucratividade devido à produção de vinhos.

A cultura da manga no Nordeste brasileiro corresponde a 35,6 mil ha plantados e gera aproximadamente 240 mil empregos diretos e indiretos. A variedade mais cultivada é a Tommy Aktins, a qual foi introduzida no Brasil na década de 80 e possui características favoráveis como: alta rusticidade, casca grossa, baixo teor de fibras, coloração atrativa e sabor adocicado. Quanto à

composição centesimal, possui alto teor de carboidratos, essencialmente frutose e sacarose. Durante todo o processo da cultura da manga, muitos frutos com a qualidade nutricional preservados, não são utilizados, pois não atenderam ao controle de qualidade para exportação, e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina que sejam enterrados como forma de prevenção e controle da doença provocada pela mosca das frutas, *Ceratitidis capitata*. Entretanto, esses frutos podem ser aproveitados na elaboração de ração para peixes com hábito alimentar onívoro. Sendo, portanto, uma forma de redução de custo das rações e menor agressão ao meio ambiente.

O tambaqui é uma espécie nativa da Amazônia, no entanto muito cultivada na região semiárida brasileira. Ela apresenta bom desempenho em sistemas de criação intensiva e semi-intensiva, principalmente devido a sua rusticidade. Essa espécie é classificada como onívora com tendência à frugivoria, sendo evolutivamente adaptada ao consumo de frutas e sementes ricas em carboidratos. Com isso, há indicativos de maior adaptação metabólica a dietas ricas em carboidratos e consequente redução dos custos com alimentação dos peixes nos sistemas de cultivo.

A adição de carboidratos como fonte de energia tem sido bastante usada na dieta de animais cultivados. Apesar de não existirem exigências de carboidratos bem definidas, principalmente para espécies tropicais, a inclusão em níveis adequados pode assegurar melhor eficiência na utilização de outros nutrientes. O planejamento nutricional e sustentável da produção de uma empresa evita perdas e excesso de nutrientes no meio ambiente.

Na busca da redução de custo na cadeia produtiva de pescado, novas tecnologias e estratégias ecologicamente viáveis são necessárias. O setor de beneficiamento e processamento de pescado pode se tornar uma alternativa viável para o aproveitamento de frutas na elaboração de produto cárneo, essencialmente, o hambúrguer. Uma estratégia seria a inclusão de farinha de manga como ingrediente, de modo a agregar valor e aumentar a variabilidade dos produtos de pescado comercializados.

Desta forma, neste trabalho buscou-se estudar a necessidade e viabilidade da inclusão da farinha de manga como alimento alternativo, rico em carboidratos, e quantificar as respostas em termos produtivos e perfil metabólico do tambaqui. E

com isso, viabilizar a produtividade, a redução de custos no cultivo e beneficiamento do pescado.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo geral

Avaliar o potencial e utilização da farinha de manga proveniente das perdas pós-colheita da fruticultura irrigada no Submédio São Francisco – Pólo Petrolina/Juazeiro, na alimentação de alevinos de tambaqui e a elaboração de hambúrguer de tambaqui contendo a farinha de manga na composição.

### 1.1.2. Objetivos específicos

1. Testar a farinha de manga como ingrediente fonte de carboidrato para elaboração de ração para o tambaqui;
2. Avaliar o desempenho zootécnico do tambaqui com a inclusão de farinha de manga e redução dos teores de proteína;
3. Analisar o perfil metabólico dos alevinos de tambaqui frente à inclusão de farinha de manga na ração;
4. Calcular a viabilidade econômica da ração contendo farinha de manga em substituição à proteína;
5. Verificar o rendimento de carcaça no peixe inteiro e sem cabeça eviscerado, quando alimentado com ração contendo farinha de manga;

6. Avaliar o efeito da inclusão de farinha de manga para elaboração de hambúrguer de tambaqui e satisfação alimentar.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1808): aspectos gerais e importância

O tambaqui pertence a ordem dos Characiformes. Essa ordem corresponde a um dos maiores grupos de peixes de água doce, com pelo menos 1.674 espécies distribuídas em 270 gêneros (MOREIRA, 2007). O tambaqui faz parte da família Characidae, caracterizada como uma espécie onívora com tendência a frugivoria (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998; MOREIRA, 2007).

A espécie é originária da Bacia Amazônica, conhecida como o segundo maior peixe de escamas em ambiente dulcícola. Considerado um dos mais saborosos peixes de água doce na região Amazônica e outras regiões; possui alta rusticidade e é considerada ideal para o cultivo comercial em regiões de clima tropical; além disso, a sua carne é bastante apreciada detendo alto teor de proteínas e sais minerais (ALMEIDA, 2006).

O tambaqui é identificado como uma espécie diversa quanto às fontes alimentares, estando representada essencialmente por frutos e microcrustáceos planctônicos (HONDA, 1974; SILVA et al., 2003). Essa espécie pode ser caracterizada em relação à estratégia de vida, sendo adaptada a viver em regiões com diversidade trófica; além de possuir alta prolificidade, baixo investimento energético no período reprodutivo, maturidade sexual tardia, e crescimento com alto investimento energético (ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998).

A plasticidade trófica da espécie se deve à estrutura dos aparelhos digestório e branquial do peixe (HONDA, 1974; ALMEIDA, 2006). O mesmo possui quatro arcos branquiais com cerdas longas. No 1º arco encontra-se em média 114 cerdas, caracterizando-o como peixe planctófago. A boca possui dentes maxilares bastante fortes dando possibilidade de quebrar frutos e sementes grandes bem duras (WALDHOFF et al., 1996). O esôfago é curto, o estômago alongado em forma de saco e muito elástico, formando um pequeno cotovelo, é bem desenvolvido. Após o estômago há muitas projeções chamadas de cecos pilóricos que varia de 43 a 75 seguidos pelo intestino bem longo (anterior, médio e posterior), medindo de 2 a 2,5 vezes o comprimento padrão do indivíduo (WALDHOFF et al., 1996; SILVA et al., 2003).

## 2.2. Aspectos da nutrição do tambaqui

O tambaqui é uma espécie bastante estudada quanto a sua diversidade alimentar e fácil adaptação metabólica em relação aos diferentes habitats e situações adversas. É uma espécie considerada de alta rusticidade e adequada não somente para o cultivo comercial, mas também para cultivo em consórcio com a fruticultura.

Os frutos e as sementes são os principais itens encontrados no conteúdo estomacal da espécie, aparecendo com grande frequência durante a época da enchente-cheia dos rios. E todos os nutrientes e a energia bruta do sistema variam em função das flutuações quanto ao nível da água e disponibilidade de alimentos. A espécie possui grande capacidade para estocar energia na forma de gordura cavitária (até 10% do peso total do indivíduo), e corresponde a uma adaptação para manutenção metabólica nos períodos de escassez de alimentos (SILVA et al., 2003).

A quantidade de proteína ingerida diminui conforme o estágio de desenvolvimento do peixe, assim como o melhor aproveitamento. A exigência protéica na dieta cai de 42% nas larvas para apenas 20% nos jovens e adultos (VAZZOLER, 1996; ARAUJO-LIMA e GOULDING, 1998; ALMEIDA, 2007). A literatura recomenda de 20 a 40% de carboidratos na formulação da ração para peixes herbívoros e onívoros cultivados (SILVEIRA et al., 2009). Em contrapartida, a quantidade de carboidratos de alguns frutos na dieta do tambaqui pode chegar até 79,5%, no ambiente natural, sem haver comprometimento do crescimento (SILVA et al., 2003). Este comportamento alimentar da espécie promove um efeito poupador de proteína devido ao carboidrato funcionar como um combustível metabólico para os tecidos dependentes de glicose como: células vermelhas e tecidos nervosos (WILSON, 1994; BALDAN, 2008).

Estudos têm sido realizados com o intuito de maximizar o crescimento dos peixes. A inclusão de altos níveis de carboidratos de diferentes fontes tem sido utilizada como ferramenta principal na redução do custo de produção. A eficiência do carboidrato é similar a do lipídio quando utilizado como fonte energética em alevinos de tambaqui (HERNANDEZ et al., 1995). A taxa carboidrato/lipídio na dieta de tambaqui influencia na atuação das enzimas digestivas para poupar a proteína da ração. A taxa sugerida é 40,5%/9,1%, respectivamente (ALMEIDA, 2010).

Algumas fontes de proteína vegetal e carboidrato já foram testados. A inclusão de até 30% de farinha de castanha da Amazônia na alimentação de tambaqui não afetou o desempenho e o estado fisiológico da espécie (OISHI, 2007; SANTOS et al., 2010). Da mesma forma, a farinha de pupunha corresponde a uma fonte de carboidrato e proteína que pode substituir o fubá de milho completamente na alimentação de tambaqui (MORI-PINEDO et al., 1999). Enquanto que, o farelo de coco pode substituir em até 25% o farelo de soja na dieta, por possuir restrições no balanço de aminoácidos essenciais (LEMOS et al., 2011). Outros estudos testaram a inclusão de carboidratos na ração com redução de proteína. O produto farinha de manga apresentou resultados satisfatórios, em peixes onívoros como a tilápia e o tambaqui, sendo viável econômico e ecologicamente a utilização como ingrediente (SEABRA et al., 2009; LIMA et al., 2011; MELO et al., 2012; SOUZA, 2012).

### 2.3. A região do Vale do São Francisco e a manga, *Mangifera indica* L.

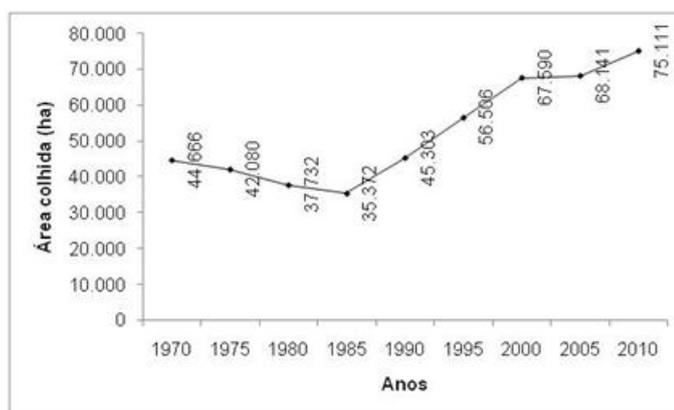
A região no Submédio do Rio São Francisco está inserida no Nordeste brasileiro, situa-se na parte mais ocidental do continente sul americano, e abrange áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco. As cidades referenciais são: Juazeiro e Paulo Afonso, na Bahia; Petrolina, Ouricuri e Serra Talhada, em Pernambuco. Essa região se tornou um referencial no setor agroindustrial irrigado no Brasil e no mundo por apresentar excelentes condições climáticas (SANTOS e OLIVEIRA, 2009).

Segundo dados da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2011), a região do Vale do São Francisco é responsável por 95% de todas as exportações Brasileiras no segmento de frutas. No mercado interno os lucros são de US\$ 300 milhões por ano, e US\$ 400 milhões ao ano com o comércio exterior, sendo, portanto, uma atividade que gera 240 mil empregos no setor produtivo da região. E a manga é um dos principais produtos cultivados na região com 35,6 mil hectares plantados (QUEIROZ, 2011).

No Brasil, a manga é cultivada em todas as regiões fisiográficas, e o processo de expansão da cultura da manga no Brasil ocorreu principalmente a partir de meados da década de 80 e se estendeu por toda década de 90, principalmente com a introdução da variedade norte – americana melhorada, Tommy Atkins, pois a mesma apresenta vantagem na indução floral e coloração vermelha da casca

(COÊLHO, 2010). Houve crescimento da área cultivada de manga no país, no período de 1990 a 2007, da ordem de 67,56%. Esse crescimento ocorreu, principalmente, nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Na região Nordeste, a área colhida entre os anos de 1990 e 2007 cresceu 206,84% e, em 2008 já detinha 68,62% da área com mangueira em produção (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010; EMBRAPA, 2011).

A região Nordeste colheu 51.736 ha da fruta de um total de 75.111 ha em relação aos demais Estados brasileiros no ano de 2010, tendo, portanto, uma participação de 71,20% conforme podem ser visualizados na Figura 1 e Tabela 1, fonte: IBGE (2010) e EMBRAPA (2011). As principais áreas produtoras de manga estão localizadas nos Estados da Bahia e Pernambuco, que contribuíram, respectivamente, com 42,86% e 16,34% da produção total no ano de 2010 (IBGE, 2010).



**Figura 1.** Área colhida da manga/ha no período de 1970 a 2010. Fonte: EMBRAPA (2011).

**Tabela 1.** Produção da manga por região fisiográfica.

Região fisiográfica	Área colhida (ha)	Qtde produzida (t)	Rendimento médio (t/ha)	Participação na produção (%)
Norte	605	3.875	6,40	0,33
Nordeste	51.736	846.530	16,36	71,20
Sudeste	21.687	325.116	14,99	27,35
Sul	747	9.645	12,91	0,81
Centro-Oeste	336	3.745	11,15	0,31
<b>Brasil</b>	<b>75.111</b>	<b>1.188.911</b>	<b>15,83</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE ( 2010).

Dentre as variedades da manga mais cultivadas está a Tommy Atkins e haden. A Tommy Atkins possui frutos médios a grandes, de 400 a 700g, cor amarela a vermelha, superfície lisa, casca grossa e resistente. De excelente sabor, doce e pouca fibra. E a haden possui frutos médios a grandes, de 400 a 600g, cor amarelo-rosada; polpa sucosa, sem fibras, doce e de cor laranja-amarelada. Semente pequena (EMBRAPA, 2011).

A manga é um dos frutos mais consumidos no mundo, sendo comercializada na forma *in natura* ou processada como: polpa, suco, geléia, compotas, entre outros. A polpa proveniente de descarte da produção pode ser utilizada para confecção de ração animal, principalmente quanto às características favoráveis contidas na composição centesimal do fruto (CANUTO et al., 2009). Conforme podem ser visualizados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição centesimal da polpa de manga (g/100g).

Componentes	Polpa da manga
Umidade	82,11 ± 0,21
Resíduo mineral	0,34 ± 0,06
Lipídios	0,61 ± 0,03
Proteínas	0,44 ± 0,08
Açúcares redutores	4,13 ± 0,12
Açúcares não redutores	8,94 ± 0,17
Amido	0,15 ± 0,16
Fibra alimentar total	3,28 ± 0,28
Carboidratos totais	16,5

Fonte: Marques et al. (2010).

O alto consumo da manga se deve às suas características peculiares sensoriais como o aroma agradável, o qual é muito susceptível às variações em relação ao clima da região, estágio de maturação, condições de conservação,

método de extração, etc. Os cultivares de origem asiática apresentam abundância de ésteres, furanonas e lactonas. Enquanto que nas Américas, segundo Canuto et al. (2009), essencialmente nos cultivares de Petrolina-PE os frutos apresentam terpenos em abundância, independente do estágio de maturação.

A manga é uma excelente fonte de vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos, com destaque para o  $\beta$  – caroteno representado como o carotenóide de maior composição (CARDELHO e CARDELHO, 1998; RIBEIRO et al., 2007; BERNARDI et al.; 2009). Bernardes-Silva et al. (2003) avaliaram a evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento na cultura da manga e observaram que a frutose foi a hexose abundante, variando de 2,3 e 3,1%, e a sacarose foi o principal açúcar no cultivar da variedade Tommy Atkins contendo 7,6% do total analisado.

Segundo Bernardes-Silva et al. (2003), quando se compara a farinha de manga com a soja e farinha de peixe, fontes tradicionais para elaboração de rações, a farinha de manga contém 3.950 Kcal/Kg de ração, próximo à da soja 4.187Kcal/Kg e da farinha de peixe 4.344 Kcal/Kg (valores calculados).

A produção nordestina de manga concentra-se nos municípios de Juazeiro – BA e Petrolina – PE no Vale do São Francisco. No entanto, em determinados períodos há uma superprodução dessa fruta, ou simplesmente não atendem aos padrões de qualidade exigidos pelo mercado de exportação. Diante disto, muitos produtores descartam sua produção. Uma solução viável para evitar o desperdício pode estar no reaproveitamento desses frutos para a alimentação animal, através do processamento em forma de farinha de manga e servindo como fonte de carboidrato para elaboração de rações, no caso específico, peixes. O farelo do resíduo e a farinha da manga já foram testados na dieta de peixes (SEABRA et al., 2009; MELO et al., 2012; SOUZA, 2012). Contudo é importante observar e testar como ingredientes alternativos agem junto ao metabolismo dos peixes.

#### 2.4. Metabolismo e nutrição de peixes

Segundo Lehninger (2002), as atividades metabólicas celulares são extremamente organizadas, onde a obtenção de energia e atividade molecular é

sistematizada por vias metabólicas com atuação conjunta dos processos multienzimáticos.

Para a manutenção funcional do organismo animal uma fonte de energia é necessária para a execução dos processos físicos e químicos, ou seja, contração muscular, matéria prima para formação e manutenção do tecido para assim promover o crescimento e dar subsídios para a reprodução, dentre outros. São vários os compostos e processos orgânicos fornecedores de energia, porém, ainda não atendem a todas às necessidades específicas dos animais, pois outros compostos precisariam ser sintetizados pelos animais para atender essas exigências, os quais são adquiridos através da alimentação (NIELSEN, 1999).

O metabolismo dos peixes é influenciado por fatores externos e internos (OMENA, 2008). As condições ambientais devem estar adequadas às exigências da espécie, principalmente, a temperatura, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, níveis de amônia e nitrito. E estas variáveis de qualidade de água estão diretamente relacionadas com a qualidade e quantidade nutricional do alimento ofertado ao peixe, de modo a atender as exigências inerentes a espécie. O excesso de nutriente pode prejudicar o desempenho, aumentar o custo de produção e poluir o ambiente, essencialmente de compostos nitrogenados (PEZZATO et al., 2004; CAMILO, 2011).

Dentre os nutrientes importantes como fornecedores de energia exigidos pelos peixes estão: proteínas, carboidratos e lipídios (ALMEIDA, 2010). As rações de forma geral contêm altos níveis de proteínas, e podem ser redirecionadas através da via metabólica gliconeogênese (WILSON, 1989) para fins energéticos com a obtenção da glicose. No entanto, sua utilização para esta finalidade é inviável do ponto de vista econômico e ambiental, por ser o componente de maior custo na dieta e promover a degradação da qualidade da água por aumentar a excreção de amônia nos peixes (ARARIPE, 2009). E deve-se levar em consideração a existência e utilização das fontes energéticas provenientes de carboidratos e lipídios, com menor custo e menor poluição ambiental. O balanço adequado entre proteína/energia é fundamental para obtenção do máximo crescimento, e a taxa de proteína e energia deve ser calculada com base no hábito alimentar da espécie, visando o desenvolvimento da dieta ideal com menor custo (CARTER e HOULIHAN, 2001; CRAIG e HELFRICH, 2002).

## 2.5. Carboidratos na nutrição de peixes

Nos últimos anos a aquicultura tem apresentado grande destaque dentre as atividades zootécnicas produtoras de proteína de origem animal. Diante disto, técnicas e estudos mais elaborados são necessários para a continuidade do progresso dessa atividade. As investigações na área de nutrição e alimentação são fundamentais, uma vez que a ração corresponde ao item mais oneroso na produção de peixes (CAMILO, 2011).

Os carboidratos são a principal fonte de energia na alimentação dos peixes e incluem uma grande variedade de compostos orgânicos. Os monossacarídeos estão representados pela glicose e frutose e são os carboidratos mais simples. Os oligossacarídeos são os carboidratos de cadeias mais curtas, representados pela sacarose e celobiose, e os polissacarídeos são os carboidratos mais complexos com cadeias mais longas, tais como: o amido e polissacarídeos não amiláceos (WILSON, 1994; EVERS et al., 1999).

A inclusão de carboidratos como componente energético na dieta dos peixes cultivados tem sido bastante estudado, principalmente por não existir exigências intrínsecas para dietas elaboradas aos peixes. A adição de níveis adequados deste componente permite uma melhor eficiência na utilização de outros nutrientes (WILSON, 1994; ALMEIDA, 2010; CAMILO, 2011). Mas, é importante ressaltar que é pouco o conhecimento quanto ao metabolismo de carboidratos no organismo dos peixes e sua ação biológica, (PERAGON, 1999). O consumo em grandes quantidades pode favorecer o desenvolvimento de doenças (LALL et al., 1994; KUMAR et al., 2007).

A utilização de carboidratos na dieta de peixe favorece a redução do catabolismo de proteínas para a síntese de glicose (SUAREZ e MOMMSEN, 1987). Por outro lado, a eficiência na retenção de proteína é favorecida e ocorre menor liberação de nitrogênio no ambiente devido às perdas metabólicas (COWEY e WALTON, 1989; WILSON, 1994).

O melhor aproveitamento de carboidratos na dieta de peixes está relacionado com a quantidade de carboidrato disponível no alimento, a complexidade molecular (WILSON, 1994; HUTCHINS et al., 1998), a forma de elaboração da dieta, às variações ambientais, a disponibilização e eficiência absorptiva dos outros nutrientes (KAUSHIK, 1989; VENOU et al., 2003). A estrutura

evolutiva da espécie quanto ao hábito alimentar e diferentes elos adaptativos também podem influenciar no efeito de uma ração.

Os resultados indicativos de desempenho zootécnico favorável, quanto ao efeito poupador de proteínas dão indícios sobre a importância da glicose como combustível metabólico para os tecidos, tais como células vermelhas e tecidos nervosos. Verifica-se com isso redução da atividade gliconeogênica e diminuição de aminoácidos na via oxidativa (BALDAN, 2008, ALMEIDA, 2010; CAMILO, 2011).

Alguns estudos testaram níveis de inclusão de carboidrato com espécies onívoras. A tilápia tolerou até 33% (SOUZA, 2012), e o tambaqui até 40,5% (ALMEIDA, 2010). Em outro estudo com peixe herbívoro, *Brycon amazonicus*, matrinxã, verificou-se ganho de peso com a inclusão de 40% de carboidratos (CAMILO, 2011).

Um nível tolerável de carboidrato incluso na ração de qualquer espécie de peixe é aquele que mantém o bem estar dos animais, quanto à saúde, crescimento e reprodução (HILTON et al., 1987), atrelado a um nível ótimo está quando a glicose é oxidada para produção de energia, e exercendo assim um efeito poupador de proteína.

A utilização de carboidrato está bastante difundida como fonte de energia na dieta de animais domésticos, porém há variabilidade entre os organismos quanto ao desempenho adaptativo, e alguns peixes parecem ter pouca habilidade orgânica em utilizá-la (WILSON, 1994).

Alguns estudos já foram realizados quanto ao metabolismo da glicose nos peixes (BRAUGE et al., 1995; HEMRE et al., 2002; MELO, 2004; BORBA et al., 2006; CORRÊA et al., 2007; BALDAN, 2008; ALMEIDA, 2010; CAMILO, 2011; SOUZA, 2012). A enzima atuante no fígado para obtenção da glicose e controle da homeostase em vertebrados é a glicoquinase ou hexoquinase IV, atuante na fosforilação da glicose a glicose-6-fosfato. Estudos realizados com teleósteos identificaram diferentes capacidades de utilização do carboidrato na dieta. As variações qualitativas e quantitativas da glicoquinase seria uma explicação para os diferentes níveis de tolerância/intolerância ao carboidrato entre as espécies. (PANSERAT et al., 2000).

Devido à estrutura gastrointestinal e evolução adaptativa, peixes onívoros são mais eficazes em utilizar altos níveis de carboidratos na dieta que os carnívoros, devido a maior atividade da amilase no trato digestório (HIDALGO et al., 1999;

BALDAN, 2008; ALMEIDA, 2010). Com isso, a capacidade absorptiva dos diferentes tipos de carboidratos irá variar entre as espécies. Da mesma forma, o rendimento da carne do peixe e índice de gordura cavitária torna-se intimamente relacionado com o metabolismo adaptativo do indivíduo a altos níveis de carboidrato na ração.

## 2.6. Tecnologia do pescado

O cultivo de peixes está representado como um importante recurso da matéria-prima, ou seja, carne de peixe. O pescado é o alimento reconhecido nos dias atuais como de alto valor nutritivo, sendo um produto rico em proteína, sais minerais e outros nutrientes essenciais (SOUZA, 2012). A tendência dessa última década preconiza uma alimentação saudável com muita fibra e baixa ingestão de gordura saturada e colesterol (CARNEIRO et al., 2004). Neste sentido, as mudanças de hábitos alimentares da população têm colocado o pescado no cardápio diário de muitas populações, este fato promove o aquecimento de toda a cadeia produtiva do pescado, essencialmente as empresas especializadas no beneficiamento da carne.

O consumo de alimentos no Brasil está sendo modificado pelo novo perfil do consumidor. São cinco graus de tendências: 1. Sensorialidade e prazer; 2. Saudabilidade e bem-estar; 3. Conveniência e praticidade; 4. Qualidade e confiabilidade e 5. Sustentabilidade e ética. Sendo o ponto principal do brasileiro a conveniência e praticidade. Aproximadamente 34% dos consumidores confiam na qualidade dos produtos industrializados, mas, não deixam de lado o sabor e variedade (ANGELINI, 2010). Desta forma, os alimentos congelados e processados são fortes aliados para estimular o consumo de pescado, pois representam praticidade no consumo das refeições. Inclusive, este produto é sinônimo de saúde e bem estar devido as suas qualidades nutricionais (GUERREIRO, 2006).

O desenvolvimento de novos produtos funciona como uma veia mantenedora de uma indústria. Uma vez que, a empresa sempre deve estar se inovando para manter e conquistar novos consumidores no mercado. Mas, para o sucesso de um produto alguns procedimentos são necessários, tais como: estudo e elaboração dos ingredientes, análise econômica do produto e testes sensoriais de aceitabilidade (FULLER, 2005).

No processo de elaboração de um hambúrguer de peixe o conhecimento da composição centesimal da carne a ser manuseada é fundamental para se atender as normas regulamentadas pelo MAPA. O peixe constitui-se numa alternativa alimentar de alto valor nutritivo, possui relativamente baixos teores de gordura e alta digestibilidade (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). A composição química do pescado é bastante variável, o teor de umidade varia entre 70 a 85%, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 2% de minerais (OGAWA e KOIKE, 1987). Em relação à composição corporal do tambaqui, o teor de umidade é aproximadamente 64,5%, 45% de proteína, 1,4 a 2,41% de gordura, e cinzas 8,5 a 10,6% (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002; TERRAZAS, 2002).

Os conhecimentos da composição corporal permitem avaliar a eficiência da transferência de nutrientes do alimento para o peixe, bem como a escolha da tecnologia a ser aplicada no seu beneficiamento, processamento e conservação.

## 2.7. Elaboração de produto da carne do tambaqui

Em relação à elaboração de produtos da carne de peixes ou pescados, existe pouca variabilidade de produtos disponíveis, com predominância do filé ou peixe inteiro eviscerado. Para o processamento são utilizados condimentos industriais para fabricação dos produtos. Mas, estudos já demonstraram que as inclusões de outros ingredientes, essencialmente frutas, tiveram boa aceitação em análise sensorial (SOUZA, 2012).

Uma variedade de produtos pode ser elaborada a partir da carne de peixe: espetinho, almôndegas e hambúrgueres, de modo a estimular o consumo e agregar valor. Para o avanço da piscicultura se faz necessário o aproveitamento racional do pescado durante toda a cadeia produtiva (MADRID, 2000) e o objetivo principal deve estar associado não somente ao mercado consumidor, mas também à sustentabilidade econômica, social e ecológica.

O processamento da carne de peixes confere características positivas ao produto e aumenta o tempo de vida útil, além de agregar-lhe valor. Sendo o diferencial para espécies de baixo potencial de comercialização, possuidoras de espinhos intramusculares e com o peso e tamanho fora do padrão de abate (SOUZA, 2012).

O hambúrguer é um produto cárneo processado na indústria que apresenta grande potencialidade no mercado. Trata-se de um produto obtido da carne moída ou picada aglomerada, na qual são adicionados ou não sal e temperos, com posterior moldagem e submetido a processo tecnológico adequado. O produto será designado de hambúrguer ou hambúrguer, seguido do nome da espécie animal (GUERREIRO, 2006; LARA et al., 2007). Segundo o “Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres” na Instrução Normativa n.20 estabelecido pelo MAPA, são definidos os parâmetros: adição máxima de proteína não cárnea na forma agregada de 4%, teor máximo de carboidratos totais 3%, gordura máxima de 23%, proteína mínima de 15% e teor máximo de cálcio em base seca de hambúrguer cozido 0,45% e nos crus de 0,1% (BRASIL, 2000).

Com base nas normas técnicas estabelecidas, alguns produtos podem ser utilizados como ingredientes para o processamento de carnes de peixes são: farinha de arroz, trigo, soja ou mandioca, que também atuam como agentes texturizantes e aumentam o valor nutricional dos produtos (CORREIA et al., 2001). Souza (2012) utilizou a farinha de manga na elaboração de hambúrguer de tilápia e verificou ação antioxidante, além de melhora na palatabilidade e análise sensorial. Resultados similares foram obtidos por Nogueira-Filho (2012) na elaboração de espetinho. Neste contexto a elaboração de produtos contendo farinha de manga na carne do hambúrguer poderá ser uma alternativa viável, disponibilizando um produto com sabores e qualidades diferenciados oferecido ao consumidor final.

## 2.8. Avaliação econômica

Os sistemas e as tecnologias de produção na cadeia produtiva da piscicultura ainda se encontram em desenvolvimento, comparado aos outros ramos de atividade (BOZANO e CYRINO, 1999). Essa atividade, de forma geral, encontra entraves quanto à análise de custos, organização e maior incentivo à pesquisa científica.

O elo principal seria a redução de custos na produção, com foco na proteína animal contida na ração, e assim oferecer menor preço na comercialização (SILVA et al., 2003a). O pescado perde em variabilidade de produtos de prateleira comparado aos demais produtos cárneos. O beneficiamento do pescado com

inclusão de produtos regionais e de menor custo pode viabilizar uma maior competitividade comercial. Alternativas economicamente viáveis já foram estudadas (LOPES et al., 2010; LEMOS et al., 2011; NOGUEIRA-FILHO, 2012; SOUZA, 2012) com inclusão de produtos regionais na elaboração da ração, hambúrguer e espetinho.

Os gastos com ração representa de 58 a 70% dos custos na produção (PEZZATO et al., 2000; LIMA, 2010) e por isso, é a variável mais importante na piscicultura. Nos sistemas de cultivo, os custos com alevinos pouco oscilam quando o sistema mantém a mesma densidade (PAULA, 2009). No entanto, os parâmetros zootécnicos: consumo de ração, conversão alimentar aparente, ganho de peso e biomassa, são resultados mediados pela qualidade do nutriente ofertado e adequação metabólica à espécie. Considera-se que estas variáveis influenciam diretamente a receita bruta e devem ser analisadas quanto à rentabilidade e confiabilidade (SILVA et al., 2003a; PAULA, 2009).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local e período

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aqüicultura do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco no município de Petrolina-PE, no período de março a maio de 2010, com duração de 56 dias.

#### 3.2. Desenho experimental

Para realização do trabalho obteve-se 240 alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, com idade aproximada de 30 dias, oriundos do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Bebedouro – 3° Superintendência Regional da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba). Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente em 12 lotes de 20 peixes, identificados com seus respectivos tratamentos, sendo acondicionados em caixas d'água circulares de poliuretano com capacidade de 500 L cada. O sistema utilizado foi de recirculação de água com uso de biofiltro, com aeração individual. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e três repetições.

#### 3.3. Coleta e elaboração da farinha de manga

Para confecção das rações foram coletados e selecionados os frutos (manga) em propriedades rurais da região do Vale do São Francisco (Figuras 2 e 3), essencialmente, aqueles que não atenderam ao padrão de qualidade para exportação.

Dentre as variedades de manga (*Mangifera indica*, L.) utilizadas como insumos estavam: Tommy Atkins e hadem. Após coleta dos frutos realizou-se a retirada da polpa manualmente em pequenos pedaços descartando-se a casca e o caroço (Figura 3) com posterior secagem e desidratação em estufa de ventilação forçada a 65°C por 36h. A polpa desidratada (Figura 4) foi triturada em moinho tipo facas com peneiras de 0,5 mm com posterior obtenção da farinha de manga. A mesma foi armazenada em freezer a – 18°C até ser utilizada no preparo das rações.



**Figura 2.** Exemplar de *Mangifera indica* L. numa propriedade rural na região do Vale do São Francisco, Petrolina-PE.



**Figura 3.** Retirada manual da polpa dos frutos com descarte da casca e do caroço.



**Figura 4.** Polpa de *Mangifera indica* desidratada em estufa de ventilação forçada a 65°C.

### 3.3.1. Formulação e preparação das rações experimentais

Quanto à formulação da ração teste, eram quatro concentrações de farinha de manga, R20- 20%, R30- 30%, R40- 40% e R50- 50%, substituindo o farelo de soja e a farinha de peixe gradativamente, conforme a formulação descrita na Tabela 3. Após o processamento amostras das rações experimentais e da farinha de manga foram encaminhadas para análises físico-químicas no Laboratório de Nutrição Animal da EMBRAPA no semiárido de Petrolina/PE, seguindo a metodologia de Silva e Queiroz (2002), Tabelas 4 e 5. Valores calculados foram obtidos quanto a Energia digestível, cálcio, fósforo disponível, lisina total, metionina total e fibra bruta Tabelas 5 e 6.

**Tabela 3.** Formulação das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tabaqui.

Ingredientes	Tratamentos (%)			
	R20	R30	R40	R50
Farelo de soja	47,02	42,02	37,02	32,02
Farinha de Peixe	25,00	20,00	15,00	10,00
Farinha de Manga	20,00	30,00	40,00	50,00
Fosfato Bicálcico	3,03	3,03	3,03	3,03
Metionina	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de Soja	2,34	2,34	2,34	2,34
Premix <sup>1</sup>	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT (Butil hidroxi tolueno)	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100

1. Premix min. e vit. (*mineral and vitamin mix*) (Supremais, Campinas-SP): Composição por quilo de produto (*composition per kg the product*): Vit. A = 1.200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2400 mg; vit. B1 = 4800 mg; vit. B2 = 4800 mg; vit. B6 = 4000 mg; vit. B12 = 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) = 1200 mg; pantotenato de cálcio (*calcium pantothenate*) = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina (*biotin*) = 48 mg; colina (*choline*) = 65.000 mg; ácido nicotínico (*nicotinic acid*) = 24.000 mg; Fe = 10.000 g; Cu = 600 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg.;

**Tabela 4.** Composição físico-química das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tabaqui.

Compostos analisados	Tratamentos (%)				Farinha de manga
	R20	R30	R40	R50	
Extrato etéreo (%)	4,60	4,47	3,79	3,65	0,56
Matéria mineral (%)	13,53	13,3	11,71	10,59	02,26
ASE* 105°C (%)	97,37	97,71	96,82	98,09	92,25
Matéria orgânica (%)	86,47	86,7	88,29	89,41	97,74
Proteína bruta (%)	38,86	33,73	28,51	23,15	3,23
N (%)	6,21	5,39	4,56	3,7	0,51

\*amostra seca em estufa.

**Tabela 5.** Compostos analisados e calculados da farinha de manga utilizada nos tratamentos: R20, R30, R40 e R50.

<b>Compostos analisados</b>	<b>Farinha de manga</b>	<b>Compostos calculados</b>	<b>Farinha de manga</b>
EE (%)	0,56	ED (kcal/kg)	3110
MM (%)	02,26	Cálcio	0,04
ASE 105°C (%)	92,25	P (disponível)	0,26
MO (%)	97,74	Lisina total	-----
PB (%)	3,23	Metionina total	-----
N (%)	0,51	FB (%)	2,17

EE: Extrato etéreo; MM: Matéria mineral; ASE: amostra seca em estufa; MO: matéria orgânica; PB: Proteína bruta; N: Nitrogênio; ED: Energia digestível; P: Fósforo disponível; FB: Fibra bruta.

**Tabela 6.** Composição calculada das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tambaqui.

<b>Compostos calculados</b>	<b>Tratamentos (%)</b>				<b>Farinha de manga</b>
	<b>R20</b>	<b>R30</b>	<b>R40</b>	<b>R50</b>	
Energia digestível (kcal/kg)	3056	3050	3044	3038	3110
Cálcio	2,50	2,17	1,85	1,52	0,04
P (fósforo disponível)	1,62	1,46	1,32	1,16	0,26
Lisina total	2,29	1,98	0,50	1,37	-----
Metionina total	0,70	0,60	1,67	0,40	-----
Fibra bruta (%)	3,43	3,29	3,16	3,02	2,17

#### 3.4. Acompanhamentos da qualidade de água e crescimento dos animais

Em relação às variáveis de qualidade de água, realizou-se o acompanhamento diário (manhã e tarde) dos níveis de pH e temperatura (°C), já o oxigênio dissolvido (mg/L) aferiu-se semanalmente.

Após a tomada dos dados de qualidade de água, todas as unidades foram sifonadas pela manhã e à tarde antes do arraçoamento, com troca de aproximadamente 10% do volume da água de cada caixa para remoção de fezes e

eventuais sobras de ração de modo que fosse mantida a boa qualidade da água para os peixes.

O peso médio inicial dos indivíduos foi de  $5,21 \pm 0,55\text{g}$ ;  $5,24 \pm 0,48\text{g}$ ;  $5,19 \pm 0,52\text{g}$  e  $4,99 \pm 0,56\text{g}$ ; O comprimento médio inicial foi de  $7,38 \pm 0,31\text{cm}$ ;  $7,24 \pm 0,28\text{cm}$ ;  $7,44 \pm 0,26\text{cm}$  e  $7,41 \pm 0,29\text{cm}$ , ou seja: R20, R30, R40 e R50, respectivamente. Quanto ao regime alimentar, o arraçoamento se realizou duas vezes ao dia nos horários das 9h e 16h, *ad libitum* diariamente. Porém, toda ração ofertada foi pesada para posteriores cálculos de conversão alimentar. Antes do início do experimento os animais passaram por um período de adaptação de 15 dias e durante este tempo foram alimentados com ração comercial contendo 32% de proteína bruta.

Dado por iniciado o experimento realizou-se o acompanhamento do crescimento através de biometrias a cada 20 dias, nas quais se aferiu o peso e o comprimento de todos os indivíduos das respectivas repetições experimentais. Frisando-se que todas as condutas com os animais estavam de acordo com as normas do comitê de ética. Para tomada desses dados utilizou-se balança eletrônica e ictiômetro com precisão de 0,1 g e 1 mm, respectivamente.

### 3.5. Variáveis zootécnicas analisadas

Os dados de crescimento em peso e comprimento do tambaqui foram avaliados quanto:

- **À taxa de crescimento relativo TCR (%):** Expressa em termos percentuais em relação ao peso final com o inicial.

$$\text{TCR (\%)} = 100 \times (\text{P}_f / \text{P}_i)$$

Em que  $\text{P}_f$  é o peso final e  $\text{P}_i$  é o peso inicial;

- **À taxa de crescimento específico TCE (%):** Expressa em termos percentuais em relação ao peso final com o inicial no tempo em dias.

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times [(\ln \text{P}_t - \ln \text{P}_o) / t]$$

Em que  $P_t$  é o peso em gramas no tempo  $t$  (final),  $P_0$  é o peso em gramas no tempo 0 (inicial) e  $t$  é o tempo de duração do experimento (dias);

- **Ao ganho de biomassa é GB (g):**

$$\text{GB (g)} = \text{GB}_{\text{final}} - \text{GB}_{\text{inicial}}$$

- **À sobrevivência (%):**

$$\text{S (\%)} = [(\text{n}^\circ \text{ final peixes} \times 100) / \text{n}^\circ \text{ peixe inicial}]$$

- **À conversão alimentar aparente (CAA):** esta variável corresponde à taxa de conversão da ração ofertada em relação à quantidade de peixe produzido.

$$\text{CAA} = (\text{Consumo de alimento} / \text{ganho de peso})$$

- **E ao índice hepato-somático (IHS):** Obtido através da razão entre o peso do fígado e o peso total do peixe.

$$\text{IHS} = (\text{Peso do fígado} / \text{peso vivo}) \times 100$$

### 3.6. Análise dos intermediários metabólicos

Ao término do experimento foram amostrados aleatoriamente 10 animais de cada tratamento, dos quais foi coletado sangue, através de punção da veia caudal, para obtenção de plasma, onde foram quantificadas as concentrações de glicose, colesterol e aminoácidos livres. Em seguida foram insensibilizados em água com gelo e sacrificados por secção medular para coleta do fígado (Figura 5) e intestinos (Figura 6), usados para análises de glicogênio e protease alcalina, respectivamente.



**Figura 5.** Processo de retirada do fígado para posterior cálculo do índice hepatossômico e análise do glicogênio hepático dos alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*.



**Figura 6.** Processo de retirada do intestino para análise da atividade proteolítica alcalina dos alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*.

A glicose plasmática foi quantificada por meio de glicosímetro digital Accu-Chek Active Roche Diagnosis®. O colesterol plasmático foi determinado pelo método enzimático colorimétrico, utilizando kit comercial (Labtest®).

As determinações de glicogênio foram realizadas conforme técnica descrita por Bidinotto et al. (1997). Amostras de fígado de cada peixe amostrado eram transferidas para um tubo de ensaio na proporção de 40 a 50 mg de tecido para 1,0 mL de KOH 6,0N e incubado por 1 a 2 minutos em banho-maria a 100°C. Após a dissolução dos tecidos, 250 µL deste extrato foram transferidos para tubo de ensaio rigorosamente limpo onde foram adicionados 3 mL de etanol e 100 µL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10

% seguidos de agitação. Logo após, a amostra era centrifugada a 2.000 rpm por 1 minuto. Posteriormente, o sobrenadante foi descartado por inversão e o precipitado re-suspendido em 2,5 mL de água destilada. Volume adequado desta dissolução foi analisado quanto ao seu teor de açúcares redutores totais pelo método hidrolítico ácido de Michel-Dubois et al. (1956) e o conteúdo de glicogênio está expresso em  $\mu$ moles de glicosilglicose/mg de tecido.

O teor de aminoácidos livres no plasma foi determinado nos extratos neutros segundo Copley (1941). Um volume adequado de extrato foi adicionado a 1,0 mL de solução ninhidrina 0,1% em propanol. Os tubos de reação foram colocados a uma temperatura de 45°C por 45 minutos e a leitura óptica foi realizada em 570 nm. A concentração de aminoácidos livres foi estimada contra um padrão de ácido alfa-amino-acético contendo 1mM e expressa em nmol/mL.

Na determinação da atividade proteolítica alcalina foi utilizado tampão Tris/HCl 0.1 M pH 8,0, tendo como substrato 500 $\mu$ L caseína 1 % (SARATH et al., 1989). Uma alíquota de extrato foi incubada por 30 minutos, 40°C e a reação foi interrompida com 50  $\mu$ l de TCA 15 %, e logo centrifugada a 1.800 rpm por 10 minutos. A leitura foi realizada em 440 nm. A tirosina foi usada como padrão para protease alcalina e a atividade expressa em micromole de substrato hidrolizado/min./mg proteína (U/mg de proteína). Uma unidade de atividade enzimática é definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1  $\mu$ g de tirosina / minuto.

### 3.7. Rendimento de carcaça do tambaqui

Para avaliação do rendimento de carcaça, no final do experimento dez indivíduos de cada grupo experimental foram selecionados aleatoriamente para posterior separação da cabeça, carcaça e fígado, sendo os mesmos pesados em balança de precisão 0,1 g para avaliação do rendimento do peixe inteiro eviscerado (RPIE), rendimento do peixe inteiro sem cabeça (RPISC) e do índice hepato-somático (IHS).

- RPIE = (Ptotal do peixe sem cabeça e sem vísceras / Ptotal) x 100.
- RPISC = (Ptotal do peixe com cabeça e sem vísceras / Ptotal) x 100.

### 3.8. Elaboração do hambúrguer da carne de tambaqui

A elaboração dos hambúrgueres foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal – Carnes e Pescados do *Campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF. Neste ensaio foram utilizados cinco tratamentos com a inclusão de 0, 5, 10, 15 e 20% de farinha de manga, a formulação dos hambúrgueres está apresentada na Tabela 7. A farinha de manga foi elaborada a partir de frutos que não atenderam ao controle de qualidade para exportação.

Os peixes para elaboração dos hambúrgueres foram fornecidos pela CODEVASF. Os filés do tambaqui foram retirados manualmente para posterior obtenção da polpa em moedor de carne. À polpa, após pesado foi adicionado o condimento preparado e a farinha de manga, até obtenção de uma massa homogênea. A massa homogeneizada foi compactada com ajuda de fôrmas próprias para produção de hambúrguer medindo aproximadamente 12 cm de diâmetro. Em seguida, estes hambúrgueres foram colocados em filmes plásticos de polietileno e congelados por 24 horas. Posteriormente as amostras foram assadas em assadeira elétrica para posterior avaliação sensorial.

**Tabela 7.** Composição dos hambúrgueres de tambaqui com as diferentes concentrações de inclusão de farinha de manga em porcentagem.

<b>Ingredientes</b>	<b>T1 (0%)</b>	<b>T2 (5%)</b>	<b>T3 (10%)</b>	<b>T4 (15%)</b>	<b>T5 (20%)</b>
Filé de tambaqui (g)	100	95	90	85	80
Tempero (g) <sup>1</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Farinha de manga (g) <sup>2</sup>	0,0	05	10	15	20

1 – condimento preparado – sal, maltodextrina, açúcar, pimenta em pó, cebola em pó, antioxidante eritorbato de sódio, corantes urucum e oleoresina de páprica, antiemético dióxido de silício e aromatizante (aroma natural de capsicum e estabilizante tripolifosfato de sódio).

2 – composição analisada da farinha de manga (%) – proteína bruta: 3,23; extrato etéreo: 0,56 e matéria mineral: 2,26.

#### 3.8.1. Cálculo do rendimento de filés e polpa de tambaqui

De acordo com Carvalho-Filho (2009) o rendimento dos filés foi obtido pelo quociente do peso dos filés e o peso dos peixes multiplicado por 100, conforme a

equação: Rendimento do filé (%) = (peso do filé/ peso do peixe) x 100. Para o rendimento da polpa de tambaqui foi utilizado o quociente do peso da polpa e peso dos peixes multiplicado por 100, como a equação: Rendimento da polpa (%) = (peso da polpa/ peso do peixe) x 100.

### 3.8.2. Análise sensorial dos hambúrgueres

A análise sensorial foi realizada com alunos do curso de medicina veterinária e zootecnia, os quais foram provadores voluntários selecionados e não treinados, do *Campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF. As amostras de hambúrgueres foram descongeladas e posteriormente assadas em assadeira elétrica a 250 °C durante 30 minutos. A prova do perfil das características ou prova preferencial foi realizada de acordo com Campos et al. (2007). Cada provador avaliou individualmente cada característica das diferentes amostras, sendo os respectivos tratamentos (T1 – 0% de farinha de manga; T2 – 5% de farinha de manga; T3 – 10% de farinha de manga; T4 – 15% de farinha de manga e T5 – 20% de farinha de manga).

Os produtos foram distribuídos aos provadores sem identificação do mesmo, contendo somente códigos de números. Para cada amostra avaliada foram utilizadas seis repetições, isto é, seis provadores. Todas as etapas de preparo e análise sensorial estão representadas no apêndice A.

Para análise sensorial utilizou-se seis provadores não treinados, com seis repetições por tratamento. Cada provador recebeu uma folha com instruções, onde foi solicitada a avaliação dos seguintes atributos: aparência, cor, odor, sabor e textura. A escala para avaliação de cada produto foi baseada em conceitos que variaram de 1 a 5 com a seguinte descrição: (1 – Péssimo; 2 – Regular; 3 – Bom; 4 – Muito Bom; 5 – Excelente), conforme apêndice B.

As análises sensoriais foram realizadas no horário da manhã, e após a prova, foi calculado o valor médio de cada característica para obtenção da qualidade global de cada tratamento pela seguinte fórmula de acordo com Campos et al. (2007).

- **Qualidade global** = (Aparência x 0,1) + (cor x 0,1) + (odor x 0,15) + (sabor x 0,4) + (textura x 0,25)

O somatório desta pontuação foi equivalente a nota 1,0, portanto, a pontuação é geral sobre o produto analisado.

Esta equação é semelhante e baseada em outros autores que a utilizaram para calcular e avaliar produtos (THOMAZZINI e FRANCO, 2000; CAMPOS et al., 2007).

### 3.9. Análise econômica das rações

Realizou-se a análise do custo das rações elaboradas. Para o cálculo do custo econômico das rações tomou-se como base o valor dos ingredientes no mercado durante o segundo semestre de 2011.

Para saber o custo por quilograma de ração e o custo real em cada tratamento seguiu-se as recomendações de Dubois et al. (2009). Aplicaram-se as seguintes fórmulas:

➤ **Custo por Kg ração =**

- **Custo de matéria-prima total (R\$) / qtde total de ração (Kg)**

➤ **Custo real do tratamento =**

- **Custo por Kg de ração (R\$) X total de ração ofertada no tratamento (Kg)**

### 3.10. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.5 beta (SILVA, 2010). Nos resultados que diferiram estatisticamente foi aplicada regressão polinomial.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Qualidade de água

As variáveis de qualidade de água analisadas corresponderam a: oxigênio dissolvido (mg/L)  $8,2\pm 0,18$ ; temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )  $25,60\pm 0,77$  -  $27,5\pm 0,86$  e o pH  $7,39\pm 0,36$  -  $7,4\pm 0,38$ ; manhã e tarde, respectivamente. Boyd (1990) fez ressalva sobre a importância dessas variáveis quanto à influência no metabolismo fisiológico dos organismos aquáticos, ou seja, digestão e desempenho dos peixes. Como os referidos parâmetros estiveram dentro dos padrões aceitáveis pela espécie, pode-se afirmar que houve influência direta da dieta no desempenho dos peixes experimentais nos tratamentos.

### 4.2. Desempenho produtivo

O crescimento e a eficiência nutricional são fundamentais no estudo da nutrição dos peixes, assim como também os requerimentos nutricionais da espécie (BELAL, 2005). A relação entre carboidrato, proteína e lipídio exerce efeito no crescimento através de suas inter-relações (GAYE-SIESSEGGGER et al., 2007). A quantidade de energia na dieta deve ser considerada, apesar da importância dos níveis protéicos (HAKIN et al., 2006). Inclusive, o conhecimento biológico da espécie é importante quanto às variáveis biológicas (RUNGRUANGSAK-TORRISSEN et al., 2009) e adaptativas as diferentes condições de oferta alimentar no ambiente.

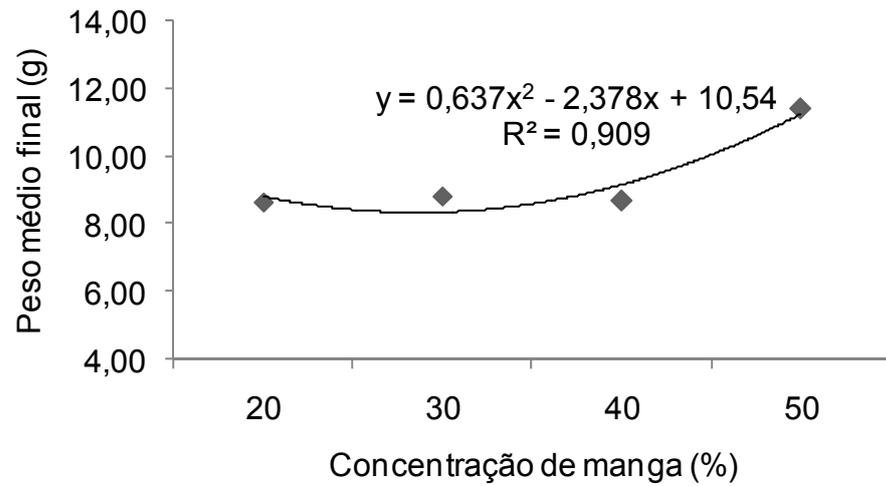
Os valores médios de peso, comprimento, taxa de crescimento relativo (TCR) do peso, taxa de crescimento específico (TCE) do peso, taxa de crescimento específico (TCE) do comprimento, ganho de biomassa (GB), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência estão descritos na Tabela 8. O índice hepato-somático (IHS) está descrito na Tabela 11.

**Tabela 8.** Desempenho de crescimento dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos com farinha de manga.

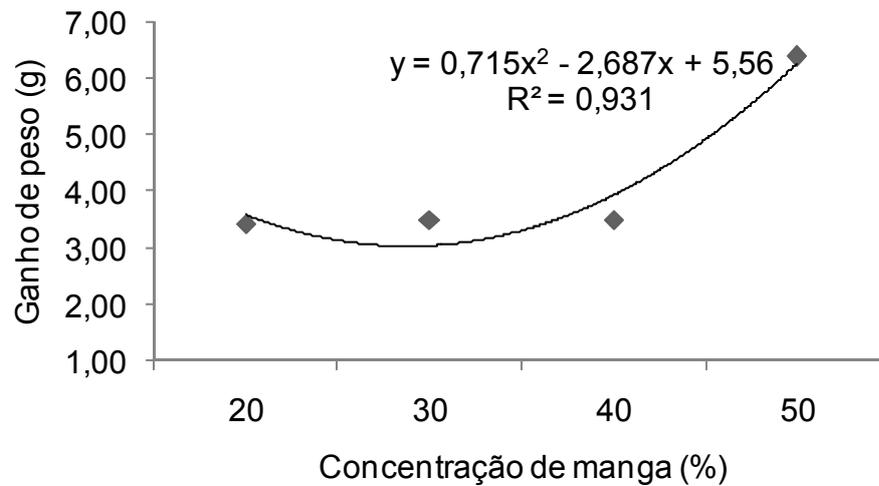
Variáveis	Tratamentos com farinha de manga (%)			
	R20	R30	R40	R50
Peso médio inicial (g)	5,21±0,55	5,24±0,48	5,19±0,52	4,99±0,56
Peso médio final (g)	8,65±2,08 <sup>ns</sup>	8,81±1,64 <sup>ns</sup>	8,68±2,35 <sup>ns</sup>	11,39±1,58 <sup>*</sup>
Comprimento médio final (cm)	8,60±0,61 <sup>ns</sup>	08,65±0,56 <sup>ns</sup>	8,63±0,72 <sup>ns</sup>	9,31±1,12 <sup>ns</sup>
Ganho de peso (g)	3,44±1,09 <sup>ns</sup>	3,49±0,28 <sup>ns</sup>	03,49±01,24 <sup>ns</sup>	6,40±1,08 <sup>*</sup>
Ganho de biomassa (g)	64,15±24,80 <sup>ns</sup>	59,90±9,42 <sup>ns</sup>	70,02±15,14 <sup>ns</sup>	115,10±21,66 <sup>*</sup>
CAA	5,64±1,40 <sup>ns</sup>	5,96±0,93 <sup>ns</sup>	04,93±0,76 <sup>ns</sup>	3,02±0,11 <sup>*</sup>
Ração total ofertada (Kg)	1,04	1,05	1,01	1,16
TCR peso (%)	65,81 <sup>ns</sup>	66,44 <sup>ns</sup>	67,02 <sup>ns</sup>	128,44 <sup>*</sup>
TCE peso (%)	2,50 <sup>ns</sup>	2,54 <sup>ns</sup>	2,53 <sup>ns</sup>	4,00 <sup>*</sup>
TCE comprimento (%)	0,76 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>
Sobrevivência (%)	90,00 <sup>ns</sup>	86,00 <sup>ns</sup>	93,33 <sup>ns</sup>	98,33 <sup>ns</sup>

ns – não significativo e \* - significativo pelo teste de Tukey a 5%. TCR: taxa de crescimento relativo; TCE: taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente.

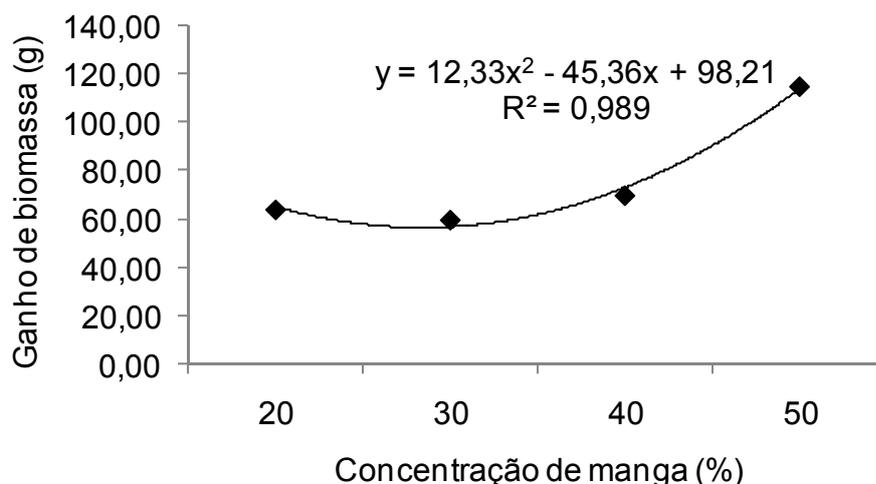
O peso médio inicial foi homogêneo entre os tratamentos, não havendo diferença significativa ( $P>0,05$ ). No entanto, ao final do trabalho o grupo experimental R50 diferiu significativamente comparado aos demais tratamentos ( $P<0,05$ ). O maior peso médio final (Figura 7), ganho de peso (Figura 8), e ganho de biomassa (Figura 9) foram obtidos com a inclusão de 50% de farinha de manga e 23% de proteína bruta na ração. Estes resultados demonstraram efeito polinomial positivo.



**Figura 7.** Representação gráfica da regressão do peso médio final dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.



**Figura 8.** Representação gráfica da regressão do ganho de peso dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.



**Figura 9.** Representação gráfica da regressão do ganho de biomassa dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.

O uso de fontes alternativas de alimentos pode apresentar resultados semelhantes ou até mesmo superiores às fontes tradicionais no desempenho dos peixes. Em estudo realizado com a substituição do milho pela farinha de manga na alimentação de tilápia do Nilo o desempenho não foi prejudicado (MELO et al., 2012). No entanto, quando utilizado a farinha de manga com casca na alimentação da tilápia do Nilo o desempenho não foi satisfatório (SOUZA, 2012). Neste estudo foi utilizada somente a polpa da manga, e verifica-se que este alimento pode interferir no desempenho pela quantidade incluída ou pela presença de outros componentes como a casca. Este fato foi observado em estudo com uso de resíduo de manga (casca e bagaço fibroso da polpa) onde até 15% de inclusão não altera o desempenho da tilápia (LIMA et al., 2011). Em outro estudo com o uso da manga com casca, incluída em até 25% em substituição ao milho para tilápia o desempenho foi satisfatório (MARY et al., 2010).

Outras fontes de carboidratos a base frutas têm sido testadas, veiculando-se o aproveitamento de subprodutos agrícolas. Zaid e Sogbesan (2010) verificaram que, a inclusão de até 25% da fruta taioba em substituição ao milho não prejudicou o desempenho em juvenis de *Clarias gariepinus*. O uso da farinha de banana como fonte de carboidrato na alimentação da tilápia foi demonstrado como um alimento alternativo, pois a inclusão de até 30% não afetou o desempenho (NOGUEIRA-

FILHO, 2012). O consumo de ração relaciona-se com a qualidade e atratividade do alimento e está baseado nos níveis de inclusão dos ingredientes, e assim como a taioba e a banana proporcionaram bom resultado, a manga possivelmente proporcionou efeito similar, e por isso o desempenho dos peixes foi satisfatório.

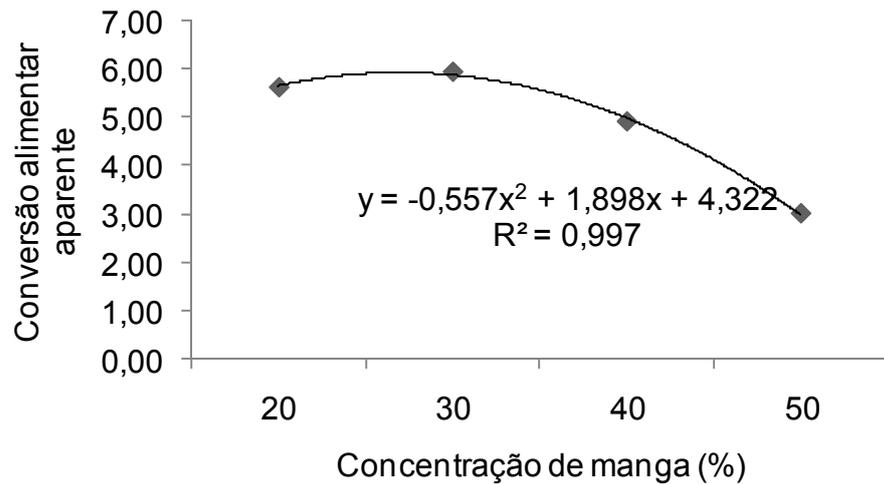
Tal como observado em tambaqui, o crescimento de juvenis de salmão do Atlântico *Salmo salar*, corvina *Sciaenopus ocellatus*, rohu *Labeo rohita*, bacalhau de Murray *Maccullochella peelii peelii*, piracanjuba *Brycon orbignyanus* e dourada *Salminus maxillosus*, o melhor desempenho de crescimento ocorre com dietas ricas em carboidrato (CRAIG et al., 1999; HEMRE e SANDNES, 1999; DE SILVA et al., 2002; SATPATHY et al., 2003; BORBA et al., 2006; COUTO et al., 2008).

A conversão alimentar aparente, taxa de crescimento relativo e específico do peso, apresentaram diferenças significativas (Tabela 8). As maiores concentrações de carboidratos e menores quantidades de proteína promoveram melhores resultados nessas variáveis zootécnicas.

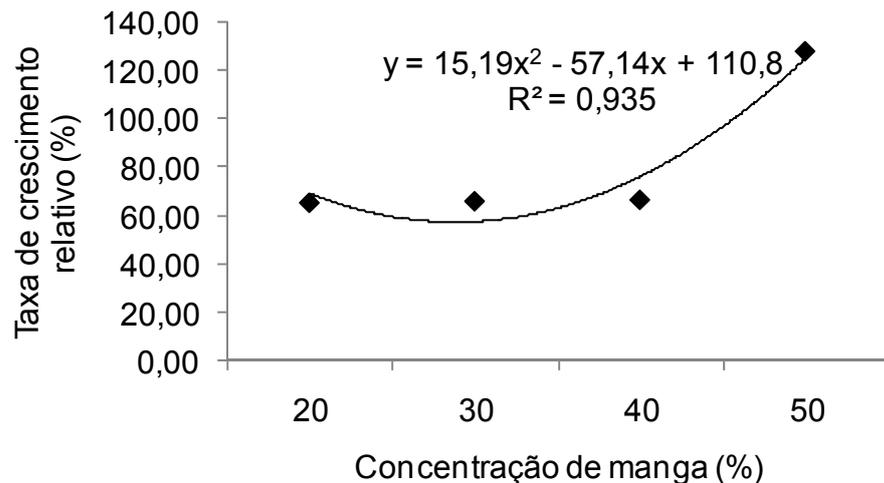
Estes índices de TCR e TCE apresentaram uma tendência polinomial positiva (Figuras 11 e 12), com exceção da CAA (Figura 10), cuja tendência foi decrescente à medida que os níveis de farinha de manga aumentaram em substituição a proteína, o que reflete em melhor eficiência na utilização da dieta. Os valores de CAA neste estudo variaram entre 3,03 e 5,64 (Tabela 8). São valores que podem ser considerados altos quando comparados com outras espécies como pacu 1,14 a 1,36 (BALDAN, 2008). Segundo Guimarães e Storti-Filho (2004) quando se utiliza produtos agrícolas para elaboração de ração os níveis de conversão alimentar tendem a serem maiores, mas que isso não implica necessariamente na inviabilidade do produto. Estes autores obtiveram conversões alimentares de até 12,03 em policultivo com alevinos de tambaqui e jaraqui. Chagas et al. (2007) avaliaram a produtividade do tambaqui em diferentes taxas de alimentação e obtiveram conversões alimentares de 4,86. A interpretação dos parâmetros de crescimento entre as espécies deve ser feita com cautela, visto que taxas de conversão alimentar variam interespecificamente de acordo com o tamanho, atividade metabólica e variáveis ambientais.

A taxa de crescimento específico foi menor no tratamento R20 e maior no R50 com significativa diferença ( $P < 0,05$ ). Quando o farelo de coco foi utilizado na alimentação de alevinos de tambaqui as taxas de crescimento específico foram de até 1,99% (LEMOS et al., 2011), enquanto que, a substituição do milho pelo milheto

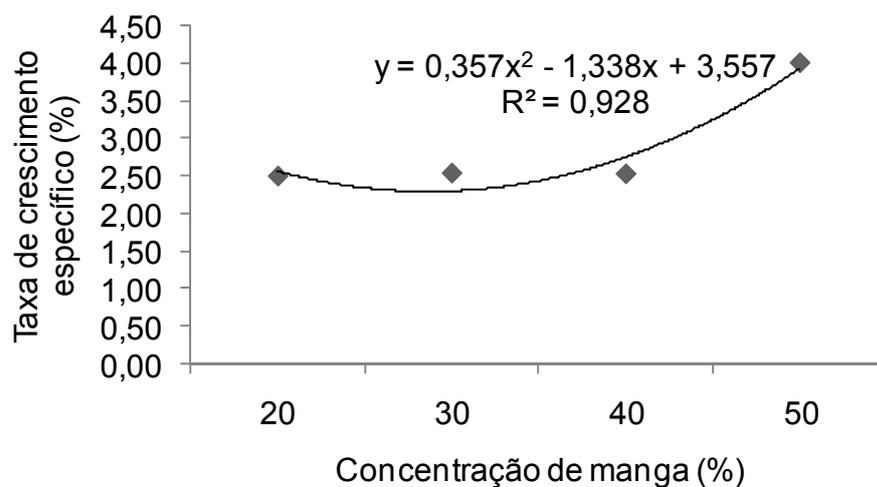
na alimentação de tambaqui o TCE máximo obtido foi de 1,67% (SILVA et al., 1997). No presente experimento foi obtido valor de até 4,00% no R50. A capacidade de digestão, absorção de nutrientes e o estágio de vida dos grupos experimentais, possivelmente estiveram relacionados ao efeito das rações experimentais.



**Figura 10.** Representação gráfica da regressão da conversão alimentar aparente dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.



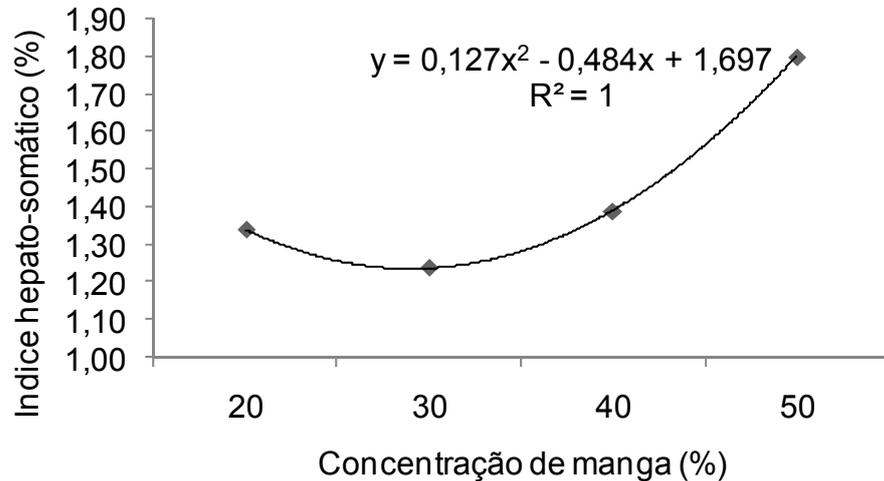
**Figura 11.** Representação gráfica da regressão da taxa de crescimento relativo dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.



**Figura 12.** Representação gráfica da regressão da taxa de crescimento específico dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.

Quanto ao Índice hepato-somático (IHS) o R50 obteve o maior índice (1,80 %) comparado aos demais tratamentos. Apresentou significativa diferença no R20 e R30 ( $P < 0,05$ ). Verificou-se regressão polinomial positiva à medida que aumentou os níveis de concentração de farinha de manga na ração e redução da proteína (Figura 13). Em outro estudo com tilápia não foram observados efeitos sobre IHS com ração contendo resíduos de manga e abacaxi na dieta (LIMA, 2010). Mas, o uso de farelo de coco na composição da ração apresentou efeitos no índice hepato-somático da tilápia (SANTOS et al., 2009). A inclusão de farelo de coco na alimentação de alevinos do tambaqui teve o efeito linear negativo no IHS (LEMOS et al., 2011). O fígado é a principal porta de armazenamento de glicogênio e lipídios, com isso responde por alterações no índice hepato-somático (SOUZA, 2012). O processo de mobilização endógena de lipídios, proteínas e carboidratos, ocasionam mudanças morfológicas no fígado, quando efetua o monitoramento da utilização das reservas energéticas. As diferenças observadas dessa variável na presente pesquisa tiveram relação com a deposição e mobilização energética do glicogênio hepático, pois houve oscilação desta variável nos peixes. Geralmente ocorrem relações positivas entre o IHS e glicogênio hepático (KIM e KAUSHIK, 1992; WILSON, 1994; ALMEIDA, 2010). No entanto, o excesso de carboidrato não foi estocado no fígado,

também corroborado pela glicogenólise hepática ou glicogênese, pois os níveis glicêmicos foram crescentes com o aumento de carboidrato na ração ( $P>0,05$ ).



**Figura 13.** Representação gráfica da regressão do índice hepato-somático dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50.

### 4.3. Intermediários metabólicos

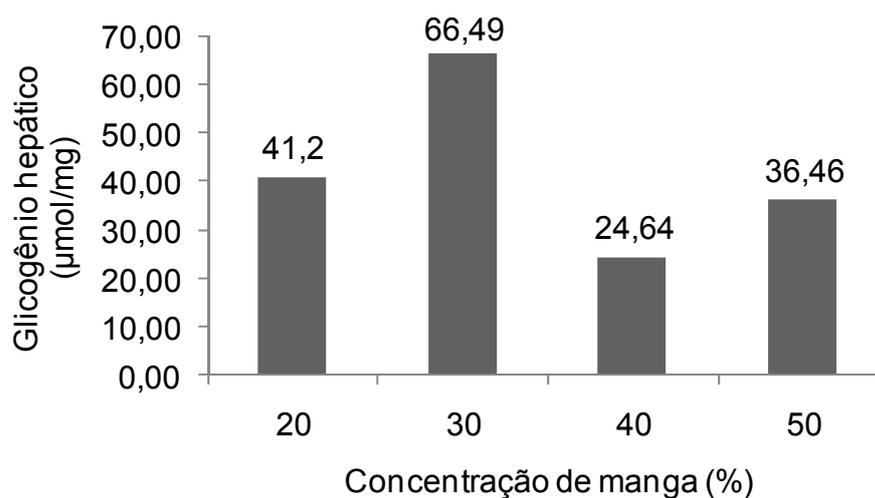
#### 4.3.1. Glicogênio hepático

O glicogênio hepático diferiu estatisticamente ( $P<0,05$ ) com as concentrações de carboidrato e proteína testadas (Tabela 9). As maiores concentrações de glicogênio ocorreram com a inclusão de 30% de farinha de manga e 33% de proteína (Figura 14). Verifica-se que no nível mais baixo (R20) e nos maiores de inclusão da farinha manga (R40 e R50) ocorreu redução do glicogênio hepático. Este fato pode ter ocorrido por menor deposição ou mobilização do glicogênio para manutenção da glicemia. Outra forma de deposição do glicogênio hepático é nos músculos corpóreos do peixe, a quantidade de deposição de glicogênio no músculo é bem maior que no fígado, porém essa reserva tem papel exclusivo para uso de trabalho muscular, não sendo considerado local de reserva energética (MARZZOCO e TORRES, 2010).

**Tabela 9.** Intermediários metabólicos e atividade enzimática analisados nos tecidos de alevinos de tambaqui aos 56 dias de alimentação.

Tratamentos (%)	Glicogênio (μmol/mL) Fígado	Glicose (mg/dL) Plasma	Aminoácidos (nmol/mL) Plasma	Colesterol (mg/dL) plasma	Protease alcalina Intestino (U/mg)
R20	41,20±11,40*	79,00±16,50 <sup>ns</sup>	2,94±00,50 <sup>ns</sup>	36,83±04,90 <sup>ns</sup>	10,36±02,60*
R30	66,49±11,50*	80,00±11,40 <sup>ns</sup>	2,97±00,60 <sup>ns</sup>	47,95±10,90 <sup>ns</sup>	17,65±01,60*
R40	24,64±04,70*	87,30±09,20 <sup>ns</sup>	3,17±01,00 <sup>ns</sup>	40,29±12,90 <sup>ns</sup>	14,90±03,50*
R50	36,46±13,70*	96,10±15,10 <sup>ns</sup>	4,95±01,10*	57,32±12,80*	12,26±04,40*

ns – não significativo e \* - significativo pelo teste de Tukey a 5%.



**Figura 14.** Representação gráfica em colunas do glicogênio hepático dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias.

A idade e o tipo de alimento ofertado aos grupos experimentais podem ter relação com o local de deposição de glicogênio, e na funcionabilidade desta reserva. Pois, Seabra et al. (2009) estudou o tambaqui na mesma faixa etária, com diferentes níveis de farinha de manga, e o efeito do glicogênio hepático foi similar aos apresentados nesse estudo. Quando foi incluído até 48% de carboidrato, o glicogênio hepático não apresentou alteração em relação aos níveis de carboidrato

dietético no pacu (BALDAN, 2008). Hemre et al. (1989) avaliaram a inclusão de amido cozido de batata nas proporções de 0, 10, 20 e 30% nas dietas de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) e não houve alteração do glicogênio hepático em função da ingestão de carboidratos. Em contrapartida, a glicemia apresentou-se diretamente proporcional à elevação dos níveis de carboidratos, apesar de não haver diferença estatística ( $P > 0,05$ ). Em outro estudo com salmão, *Salmo salar*, ocorreu uma correlação linear entre a deposição de glicogênio hepático e a inclusão de 30% de carboidrato (HEMRE et al., 1999). As espécies animais diferem quanto ao comportamento metabólico adaptativo, inclusive na concentração do glicogênio hepático (MELO, 2004). E alterações no fígado nos reportam o estado fisiológico e de homeostase, frente às diferentes dietas experimentais.

#### 4.3.2. Glicose plasmática

Os níveis glicêmicos funcionam como importante ferramenta avaliativa do perfil metabólico nos peixes, principalmente quando alterações nos níveis ou fontes de carboidratos são impostos aos animais. A glicemia e o teor nutricional relacionam-se com alterações da homeostase.

Quanto à glicemia nos grupos experimentais, os peixes alimentados com diferentes inclusões de farinha de manga e proteína não diferiram estatisticamente (Tabela 9). As concentrações de glicose plasmática foram mantidas provavelmente pelo glicogênio ou a partir de aminoácidos provindos da dieta. Considerando que, os peixes mantiveram o desempenho similar até 40% da farinha de manga, no entanto, maior peso com 50% e menor teor de proteína. Os valores glicêmicos foram similares aos relatados por Baldan (2008), que testou níveis de amido na alimentação do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, onde não houve diferença significativa. Não só os carboidratos, mas as proteínas na ração para peixes podem influenciar as concentrações glicêmicas. Embora neste estudo não tenha ocorrido variações ( $P > 0,05$ ) na glicemia, tem se relatado que a glicose plasmática pode ser alterada em carpa comum pela proteína e jejum (HERTZ, 1989). O mesmo foi observado em jundiá alimentado com diferentes concentrações de proteína (MELO et al., 2006) e com tilápia ao nível de 100% de farinha de manga com casca (SOUZA, 2012). Mas, Daniels e Gallagher (2000) não encontraram qualquer

variação significativa nos níveis glicêmicos de linguado de verão (*P. dentatus*), que pudessem estar relacionados com a porcentagem de proteína da dieta. Estudo posterior demonstrou não existir valores considerados normais de glicemia para peixes em geral. Além disso, os valores glicêmicos variam intra-especificamente (SOUZA et al., 2009; SOUZA et al., 2009a).

Os níveis circulantes de glicose sanguínea podem ser sintetizados a partir de carboidratos (glicólise ou glicogênese) e outras fontes como proteínas e glicerol, por um processo chamado de gliconeogênese, capaz de manter os níveis glicêmicos circulantes (TACON, 1989). O maior valor glicêmico obtido com a inclusão de 50% de farinha de manga pode estar relacionado ao tipo de açúcar presente nesse ingrediente, essencialmente, frutose e sacarose.

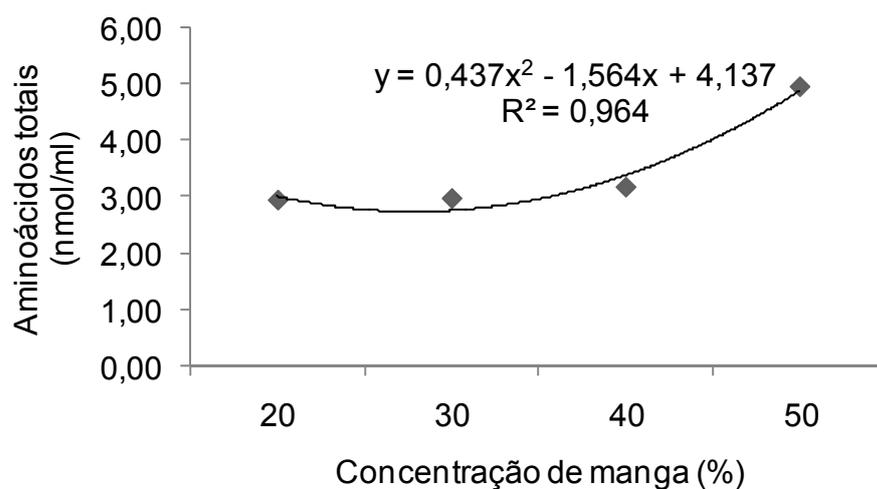
A taxa de utilização da glicose pelos vertebrados é mediada pela glicoquinase, e que mantém o controle da homeostase. O perfil metabólico do tambaqui demonstrou que o metabolismo orgânico teve um rearranjo quanto ao uso do carboidrato, pois, frutose e sacarose estavam em maior concentração no tratamento R50. Pesquisa prévia com teleósteo demonstrou variação qualitativa e quantitativa na capacidade de utilização de carboidrato pela glicoquinase (PANSERAT et al., 2000). Possivelmente, ocorreu um mecanismo adaptativo quanto ao uso da frutose e sacarose, que beneficiou o crescimento dos peixes através de uma maior taxa de absorção nos tecidos dos animais. Além disso, os níveis de aminoácidos no plasma foram aumentados com a maior inclusão de farinha de manga e menor de proteína bruta, dando indicativos de melhor uso da proteína presente na dieta (BALDAN, 2008; ALMEIDA, 2010).

#### 4.3.3. Aminoácidos totais

As concentrações de aminoácidos livres no plasma foram significativas ( $P < 0,05$ ). A maior quantidade de farinha de manga e menor teor de proteína na ração refletiram em aumento de aminoácidos livres no plasma, com efeito polinomial (Figura 15). Esse efeito foi observado em tambaqui alimentado com farinha de castanha (SANTOS et al., 2010a). Enquanto que, em juvenis de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, as concentrações de aminoácidos plasmáticos mantiveram-se constantes, independente da quantidade de proteína oferecida, que

variou de 20 a 50% (LUNDSTEDT, 2003). Em outro estudo, o uso de 50% de amido de milho e 28% de proteína bruta reduziu as concentrações de aminoácidos plasmáticos (CORRÊA et al., 2007). Houve melhor aproveitamento do carboidrato das dietas, e os aminoácidos foram destinados à síntese protéica para formação de tecido, fato este, observado pelo melhor desempenho do tratamento R50. A utilização de aminoácidos para energia ou gliconeogênese como adaptação e manutenção do metabolismo em peixes já tem sido descrita (MELO, 2004; SÁ et al., 2007; BICUDO, 2008). Apesar da redução dos níveis de proteína na ração, o fígado não mostrou indícios de atividade gliconeogênica, já que os níveis de aminoácidos livres no plasma foram aumentados e os peixes ganharam peso (MELO, 2004).

Alguns estudos mostram a importância do balanço entre carboidratos, lipídios e proteínas como efeito poupador da proteína na dieta (NYINA-WAMWIZA et al., 2005; ALMEIDA, 2010). Outros estudos correlacionam a adaptação metabólica de cada espécie ao alimento ofertado (CORRÊA et al., 2007). A morfologia e bioquímica do trato digestório do tambaqui possivelmente está relacionado com o melhor aproveitamento das proteínas, quando os níveis de carboidratos são altos. O histórico referente à alimentação do tambaqui relaciona-se com a alimentação rica em carboidratos e baixos teores de proteínas (SILVA et al., 2003). O perfil metabólico do tambaqui demonstrou melhor utilização do carboidrato para demanda energética e efeito poupador de proteínas, pois tanto os níveis glicêmicos quanto os aminoácidos plasmáticos foram mantidos.

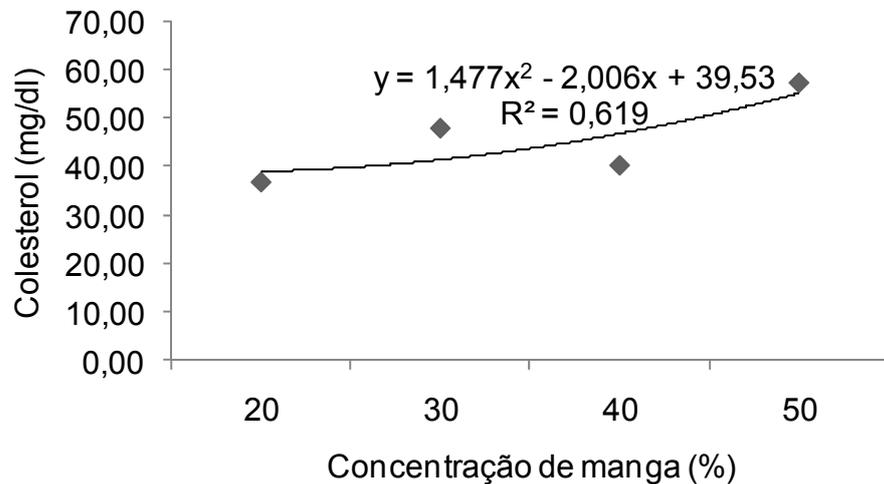


**Figura 15.** Representação gráfica da regressão dos aminoácidos totais dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias.

#### 4.3.4. Colesterol

Os valores médios de colesterol total apresentaram significativa diferença ( $P < 0,05$ ) em relação ao tratamento R50 (Tabela 9). A dieta com concentrações crescentes de carboidratos e redução protéica apresentou efeito polinomial positivo nesta variável (Figura 16). Os níveis de colesterol não foram interferidos em pacu alimentado com amido pré-gelatinizado em até 45% (BALDAN, 2008). A redução do colesterol total foi observada em tambaqui com inclusão de 33% da farinha de manga na ração (SEABRA et al., 2009). No entanto, não houve diferença estatística quando foi incluído até 100% de farinha de manga na dieta da tilápia (SOUZA, 2012). Acredita-se que as diferenças destes níveis com o presente experimento se devam à maior presença de fibras solúveis nas dietas desses autores, pois, o aumento de fibras solúveis na dieta, assim como o tipo de fonte protéica (YUN et al., 2011) induz o aumento da excreção de ácido biliar total através das fezes, e ocorre menor reabsorção desses sais biliares para retornar ao fígado e reiniciar os ciclos de secreção (MARZZOCO e TORRES, 2010). Provavelmente, os sais biliares do presente estudo, foram reabsorvidos para novos ciclos de secreções e síntese de colesterol endógeno *de novo* e com isso, os níveis de colesterol plasmático foram

aumentados para a manutenção da homeostase (MATSUMOTO et al., 2005; GOEDEKE e FERNÁNDEZ-HERNANO, 2012).



**Figura 16.** Representação gráfica da regressão do colesterol dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias.

Algumas espécies estudadas apresentaram redução do colesterol plasmático quando alimentadas com dietas a base de plantas. Dentre elas, a truta arco-íris (KAUSHIK et al., 1995), *Psetta maxima* (REGOST et al., 1999; SITJA-BOBADILLA et al., 2005; VENOUE et al., 2006), bacalhau do Atlântico (HANSEN et al., 2007) e *Oplegnathus fasciatus* (LIM e LEE, 2009). Trabalhos anteriores sugerem que um efeito hipocolesterolemizante não foi atribuível a diferença nos perfis de aminoácidos entre as fontes de proteína vegetal e fontes de proteína animal (MADANI et al., 1998; 2000). É provável que a elevação dos níveis de colesterol plasmático deste estudo tenha relação com a síntese de colesterol endógeno, devido maior disponibilidade de acetil provinda dos carboidratos da ração R50. Segundo Happer (1993); Goedeke e Fernández-Hernando (2012) existem estímulos das proteases ligadas às membranas para produção do colesterol a partir de acetil-CoA.

Outros estudos relataram sobre a influência dos carboidratos na síntese de colesterol. Murray et al. (2007) relataram que a sacarose e a frutose produzem maiores efeitos na elevação dos lipídios sanguíneos do que os outros carboidratos.

Quando os carboidratos não são utilizados na demanda energética, ocorre deposição como glicogênio no fígado ou há conversão para lipídio (BRAUGE et al., 1995; SILVEIRA et al., 2009). Possivelmente, a frutose e a sacarose presentes nas dietas, estimularam a síntese de colesterol plasmático através da conversão de lipídios. No entanto, não houve acúmulo de gordura visceral, nem aumento na deposição de glicogênio hepático no fígado, por influência do carboidrato incorporado às dietas. Os resultados deste estudo parecem indicar que o metabolismo do colesterol no tambaqui alimentado com farinha de manga é diferente dos demais modelos estudados para os peixes. E que deve existir uma multiplicidade de mecanismos envolvidos no controle da colesterolemia (KAUSHIK et al., 1995). Além disso, as variações nos níveis de colesterol podem ter relação com uma adaptação metabólica ao alimento, e não propriamente ao desempenho zootécnico.

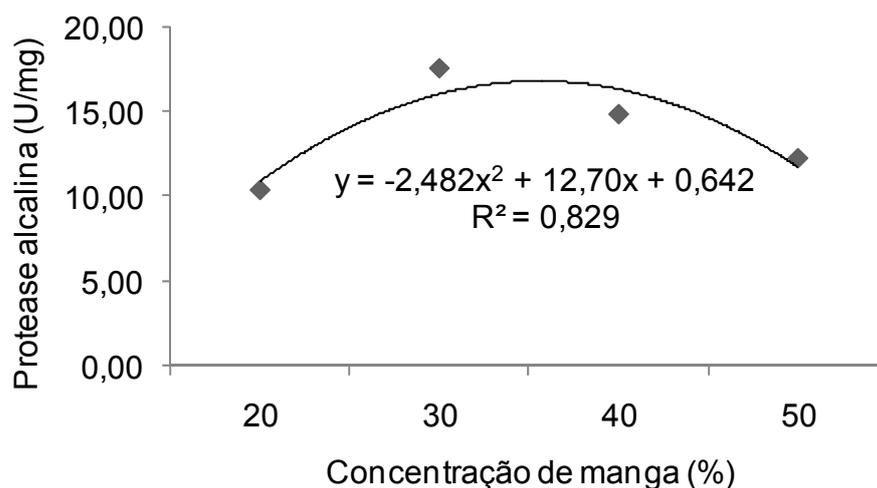
Os diferentes perfis metabólicos apresentados pelos alevinos de tambaqui submetidos aos diferentes teores de carboidratos e proteína na dieta mostraram diferenças significativas, sugerindo alterações dinâmicas e trocas de intermediários metabólicos com o fígado. Estas trocas envolveram o sangue como veículo dos intermediários, e as alterações plasmáticas nas concentrações dos metabólitos corroboraram as variações observadas no perfil bioquímico dos grupos experimentais.

#### 4.4. Protease alcalina

O conhecimento do processo digestivo dos peixes é bastante comparado aos mamíferos em geral. No entanto, os estudos relativos às atividades enzimáticas digestivas são qualitativamente similares às respostas obtidas nos demais grupos de vertebrados (HIDALGO et al., 1999).

No presente estudo, foi detectada hidrólise de proteína no intestino do tambaqui. A atividade da protease alcalina apresentou maior hidrólise para o R30 ( $P < 0,05$ ). A regressão desta variável apresentou efeito polinomial negativo (Figura 17). Segundo Hakim et al. (2006) a atividade de hidrólise de proteínas ao longo do intestino de peixes onívoros ocorre devido a flexibilidade morfológica e fisiológica de todo o trato digestório desses indivíduos. Vários estudos foram realizados sobre a

atividade das enzimas digestivas no desempenho dos peixes. A literatura compara a atividade enzimática com o hábito alimentar das espécies (HOFER e SHIEMER, 1982; JÓNÁS et al., 1983; CHAKRABARTI et al., 1995; MUNILLA-MORÁN e SABORIDO-REI, 1996; HIDALGO et al., 1999; LUNDSTEDT et al., 2004; FURNÉ et al., 2005); com a utilização de fontes protéicas na dieta (ESCAFRE et al., 1997; MOYANO-LOPES et al., 1999; LUNDSTEDT, 2003); a relação carboidrato/proteína (SOUZA, 2010) e carboidrato/lipídio (ALMEIDA, 2010). No entanto, ainda é escassa a literatura sobre os mecanismos adaptativos das espécies em relação às diferentes condições nutricionais, essencialmente, o processo de atuação das enzimas digestivas frente às variações nutricionais (CORRÊA, 2002).



**Figura 17.** Representação gráfica da regressão da protease alcalina dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias.

A variação na atividade enzimática da protease alcalina no tambaqui pode estar associada à adaptação bioquímica as dietas e não propriamente ao desempenho. Este fato já foi descrito em trabalho realizado com jundiá (MELO et al., 2012). As alterações da atividade enzimática são decorrentes dos nutrientes, além dos hábitos alimentares das espécies, havendo diferenciações entre elas. Os peixes alimentados com até 40,5% de CHO na dieta apresentaram aumento na atividade proteolítica e maior taxa de crescimento (ALMEIDA, 2010). Em estudo anterior com a mesma espécie, a atividade da protease alcalina foi aumentada com níveis de até

50% de CHO (CORRÊA et al., 2007). A comparação das atividades enzimáticas digestivas com a literatura foi relatada como 'difícil' (ALMEIDA, 2010), devido ao processo de regulação da atividade das enzimas digestivas serem complexas, pois funciona ao mesmo tempo a regulação dos níveis de transcrição, tradução e pós-traducionais (SUNDE, 2006).

É importante levar em consideração a fisiologia do aparelho digestório dos peixes onívoros. O comprimento do intestino dos peixes onívoros favorece a ampla distribuição das enzimas digestivas ao longo do órgão, e com isso aumenta a plasticidade trófica quanto à variedade dos componentes da dieta (TENGGJARENKUL et al., 2000). O tambaqui por ser uma espécie oportunista quanto ao hábito alimentar possui diferenças anatômicas e funcionais no trato gastrointestinal e órgãos associados que lhe torna capaz de hidrolisar através da atuação de enzimas digestivas (VAL e ALMEIDA-VAL, 1995; KROGDAHL et al., 2005), e possui todo um *arsenal* dessas enzimas, sempre disponíveis, para utilizar todos os alimentos (LÓPEZ-VÁSQUES et al., 2009). Considerando-se o padrão enzimático com atividade polinomial negativa nas dietas ofertadas ao tambaqui, supõe-se que não houve responsividade das proteases alcalinas quanto à redução do nível de proteína. Diante disto, acredita-se que essa espécie é adaptada ao melhor uso da proteína, independente do seu conteúdo na dieta.

#### 4.5. Análise econômica das rações

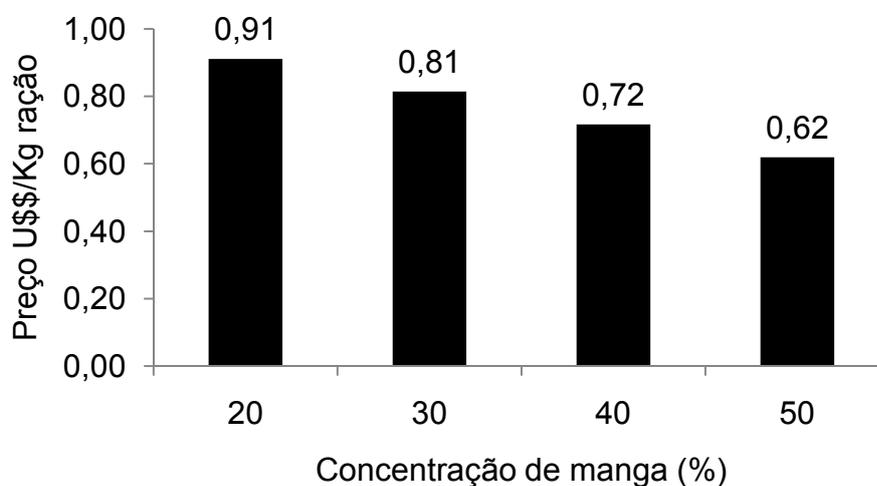
Houve uma diminuição linear no custo da ração com a maior quantidade de farinha de manga e redução dos teores protéicos (Figura 18). A inclusão de farelo de coco na ração teve o custo de U\$\$ 0,56 com o acréscimo de 100% desse ingrediente (LEMOS et al., 2011). Neste experimento o menor valor foi de U\$\$ 0,62 por quilograma de ração elaborada. Para obtenção do custo das rações foi acrescentado 15% relativo aos custos diretos e indiretos de produção, juntamente com os valores de mercado dos ingredientes no ano de 2011 (Tabela 10).

Apesar do baixo teor de matéria seca da fruta, 18,83% (valor calculado), a utilização da farinha de manga como produto para fabricação de ração artesanal torna-se viável devido a grande disponibilidade de frutos oriundos das perdas na lavoura, transporte e comercialização, e que, muitas vezes são descartados

(PEROSA et al., 2009). Desta forma, seria economicamente e ambientalmente viável o aproveitamento de frutas para confecção de ração para peixes.

**Tabela 10.** Preço dos ingredientes utilizados para confecção das rações dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos com farinha de manga. Ano base de 2011.

Ingredientes	Valores dos ingredientes nos tratamentos (US\$)				
	Preço (Kg)	R20	R30	R40	R50
Farinha de peixe	1,54	1,922	1,538	1,153	0,769
Farinha de soja	0,15	0,361	0,323	0,284	0,246
Fosfato bicálcico	0,72	0,108	0,109	0,109	0,109
Metionina	2,04	0,010	0,010	0,010	0,010
Óleo de soja	1,68	0,197	0,197	0,197	0,197
Sal	0,29	0,007	0,007	0,007	0,007
BHT	20,18	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix mineral	13,46	1,346	1,346	1,346	1,346



**Figura 18.** Representação gráfica do custo das rações contendo diferentes concentrações de farinha de manga, ofertado aos alevinos de tambaqui, com adição de 15% referente aos custos operacionais.

#### 4.6. Rendimentos de carcaça dos alevinos de tambaqui

Os resultados referentes ao rendimento de carcaça estão apresentados na Tabela 11. Em relação ao rendimento do peixe inteiro eviscerado (RPIE) e rendimento do peixe inteiro sem cabeça (RPISC) não houve diferença estatística ( $p > 0.05$ ) entre os tratamentos, com valores entre 89,39% e 89,80% para RPIE e entre 66,07% e 67,50% para RPISC.

O rendimento do peixe pode variar por fatores relacionados à formulação e concentração energética da ração, sistema de cultivo, variáveis ambientais e fatores intrínsecos à espécie (ALBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). Em peixes marinhos e de água doce, o rendimento do peixe inteiro eviscerado médio recomendado para comercialização é de 62,6% (CONTRERAS-GÚZMAN, 1994). A inclusão de farelo de babaçu em até 12% na ração de juvenis de tambaqui não influenciou no rendimento da carcaça, e obtiveram até 89,17% (LOPES et al., 2010). Em pacu o melhor rendimento do animal sem vísceras e brânquias correspondeu a 84,40% (BOMBARDELLI et al., 2007). No tambaqui ocorre um alto coeficiente intraespecífica de variação (TAVARES-DIAS e MATAQUERO, 2004; LOPES et al., 2010). No entanto, apesar de haver relatos sobre um alto coeficiente de variação no rendimento da carcaça do tambaqui os resultados do presente experimento de RPIE (Tabela 8) foram similares aos obtidos por Lopes et al. (2010), e isto pode estar relacionado ao estágio de desenvolvimento (VAZZOLER, 1996) e aos fatores nutricionais da dieta.

Ao retirar as vísceras e a cabeça o rendimento tornou-se menor (máximo de 67,50%), sendo semelhante ao rendimento observado por Fernandes et al. (2010) até 60% no tambaqui e por Bombardelli et al. (2007) até 58,73% no pacu. Maiores rendimentos de carcaça foram obtidos por Melo et al. (2012) na alimentação de tilápia do Nilo, com valores de até 72,64% quando substituiu o milho pela farinha de manga na ração. O tambaqui está entre as espécies com menor RPISC, em comparação a outras espécies comerciais do Amazonas. Isso se deve a espécie possuir nadadeiras e cabeça grandes em proporção ao corpo do indivíduo, desta forma, o rendimento do peixe inteiro eviscerado é menor (CONTRERÁS-GUSMÁN, 1994; FERNANDES et al., 2010), melhores rendimentos são obtidos a partir de 1,0 Kg (MORA, 2005).

Em relação ao índice de gordura visceral não foram encontradas quantidades consideráveis na cavidade abdominal dos indivíduos. Acredita-se que este fato esteja relacionado com a fase de desenvolvimento dos indivíduos (alevino), período que grande parte da energia é voltada para o crescimento ou mesmo esteja relacionado com a concentração energética da dieta teste (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). Este resultado pode estar relacionado com o consumo alimentar e conversão alimentar dos indivíduos (KUBITZA, 2004). Alguns estudos similares com juvenis de tambaqui apresentaram índice de gordura visceral igual a 5,4% (FERNANDES et al., 2010) e até 0,51 % (LOPES et al., 2010). A idade, o peso e o tempo de cultivo podem determinar o índice de gordura visceral e o rendimento de carcaça (MORA, 2005). Possivelmente os peixes deste experimento direcionaram boa parte da energia para o crescimento, devido ao baixo acúmulo de gordura.

**Tabela 11.** Rendimento médio (%) dos cortes elaborados (RPIE = rendimento do peixe inteiro eviscerado, RPISC = rendimento do peixe inteiro sem cabeça e o IHS = Índice hepato-somático).

Tratamentos	Rendimento (%)		
	RPISC	RPIE	IHS
R20	66,07±1,89 <sup>ns</sup>	89,80±1,04 <sup>ns</sup>	1,34±0,21 <sup>ns</sup>
R30	67,00±1,87 <sup>ns</sup>	89,39±1,18 <sup>ns</sup>	1,24±0,42 <sup>ns</sup>
R40	66,43±2,44 <sup>ns</sup>	89,49±1,30 <sup>ns</sup>	1,39±0,35*
R50	67,50±1,42 <sup>ns</sup>	89,49±0,85 <sup>ns</sup>	1,80±0,44*

ns – não significativo e \* - significativo pelo teste de Tukey a 5%.

#### 4.7. Análise sensorial dos hambúrgueres de tambaqui

Os tambaquis utilizados para confecção dos hambúrgueres pesavam entre 4,2 e 7 Kg, com peso médio de 3,73 Kg. Houve um bom rendimento no preparo do produto cárneo, onde a polpa obtida foi de 39,29% e os filés 39,70% de rendimento. Após a moagem foi observada uma redução de 0,4% de rendimento de polpa em relação aos filés sem pele, provavelmente por retenção de tecido conjuntivo aderido ao equipamento (Tabela 12). Realizou-se uma estimativa dos teores de proteína bruta, carboidratos e lipídios presentes nos hambúrgueres elaborados (Tabela 13).

**Tabela 12.** Rendimento médio de filés sem pele e da polpa do tambaqui em função do peso de carcaças com vísceras.

<b>Variável</b>	<b>Valores obtidos</b>
Quantidade de tambaquis utilizados	3,0
Variação de peso dos tambaquis (Kg)	4,2 a 7,0
Peso médio (Kg)	3,7
Rendimento do filé sem pele (%)	39,7
Rendimento da polpa (%)	39,3
Perda após a moagem (%)	0,4

**Tabela 13.** Estimativa dos teores de proteína bruta, carboidrato e lipídios dos hambúrgueres nos tratamentos.

<b>Composição (calculada)</b>	<b>T1 (0%)</b>	<b>T2 (5%)</b>	<b>T3 (10%)</b>	<b>T4 (15%)</b>	<b>T5 (20%)</b>
Proteína bruta <sup>1</sup>	15,95	14,85	13,75	12,65	11,0
Carboidrato <sup>2</sup>	0,0	4,25	8,50	12,75	11,55
Lipídios	3,26	3,20	3,04	2,87	2,70

<sup>1</sup>teores de proteína – Camargo et al. (1998)

<sup>2</sup>teores de carboidratos – Marques et al. (2010)

Os resultados referentes à análise sensorial dos hambúrgueres da polpa de filé do tambaqui com inclusão de farinha de manga estão apresentados na Tabela 14. De acordo com os dados, o maior índice na escala sensorial correspondeu ao hambúrguer com até 5% de inclusão de farinha de manga na composição, com maior valor de 3,57 na qualidade global, sendo considerado bom. O grau de aceitação decresceu a partir de 10% de inclusão da farinha de manga, e atingiu qualidade global entre ruim e péssimo com a inclusão de 20%.

A análise sensorial é uma importante ferramenta para a comercialização de um produto no mercado, pois possibilita a identificação de atributos que favoreçam o consumo desse produto (SOUZA, 2012). Estudos foram realizados com produtos processados a partir de peixes (CARVALHO-FILHO, 2009; MARENGONI et al., 2009; VELHO et al., 2009; NOGUEIRA-FILHO, 2012; SOUZA, 2012). A inclusão de farinha de manga em até 3% na elaboração de hambúrguer de tilápia apresentou qualidade global de 3,51 (aparência, cor, sabor, odor e textura) (SOUZA, 2012) e

3,38 com farinha de banana na elaboração de espetinho de tilápia (NOGUEIRA-FILHO, 2012). A adição de farinha de trigo na elaboração do *fishburger* de tilápia em diferentes concentrações não influenciou no sabor nem na textura do produto, com avaliação considerada de boa aceitação (CARVALHO-FILHO, 2009). A análise sensorial foi realizada com outros produtos processados. O filé de tilápia serviu de matéria-prima para elaboração de Nuggets, a análise sensorial apresentou aceitação de 98% dos consumidores não treinados (DA COSTA e CASSUCCI, 2010). No entanto, o uso de aparas de filé de tilápia do Nilo para elaboração de embutido foi rejeitado na análise sensorial, devido à alteração da cor do produto, sendo inadequado para comercialização. Enquanto que o mesmo produto confeccionado com filé de tilápia e fécula de mandioca os índices de aceitabilidade foram maiores (MACARI, 2007). A análise sensorial apresentou bons atributos sensoriais e nutricionais, quando foi incluída base protéica de pescado para elaboração de hambúrguer de pescada *Cynoscion striatus* (SIMÕES et al., 1998).

O grau de confiança do resultado da análise sensorial de alimentos está relacionado com a experiência, capacidade do analista quanto ao treinamento, ao estado emocional, e outras atividades anteriores à análise sensorial, tais como ingestão de bebida alcoólica ou se fumou (MARENGONI, et al., 2009). Apesar da boa aceitação na análise global do hambúrguer de tambaqui no presente trabalho, deve-se ressaltar que o grupo de provadores foi composto por pessoas não treinadas.

A cor do produto é um fator importante para grupos de provadores não treinados, pois é sabidamente o ponto principal para estimular e interessar o consumo de um produto cárneo naqueles que não possuem experiências anteriores (VELHO et al., 2009). Já uma vez provado o produto a atitude de comprar passa a ser estimulada pela experiência do consumo direto, relacionando-se a textura e sabor como observado nos atributos fornecidos pelos provadores. O melhor atributo de cor foi para o hambúrguer com 5% de farinha de manga (3,50) e o pior foi com 20% correspondendo a 2,33, ou seja, ruim a péssimo. Como a farinha de manga é um produto rico em açúcar, possivelmente houve reação química com a proteína, durante o aquecimento e modificou a coloração para marrom. Esta reação foi anteriormente relatada por Guerreiro (2006).

A importância econômica na elaboração de produtos cárneos com inclusão de ingredientes e utilização de subprodutos já foi relatada na literatura (MACARI, 2007;

MARENGONI et al., 2009; VELHO et al., 2009). O emprego de farinha de manga na formulação de hambúrguer reduz custos de produção pelo aumento de volume da polpa e da quantidade dos produtos confeccionados.

**Tabela 14.** Escore da análise sensorial dos hambúrgueres de filé de tambaqui com uso de concentrações de farinha de manga.

<b>Atributos</b>	T1	T2	T3	T4	T5
Aparência	3,67	3,17	2,50	2,33	1,83
Cor	3,33	3,50	2,83	2,50	2,33
Odor	3,33	3,17	2,33	3,00	2,50
Sabor	3,83	3,67	1,50	1,33	1,67
Textura	2,83	3,83	2,50	2,33	2,00
<b>Qualidade global</b>	<b>3,44</b>	<b>3,57</b>	<b>2,11</b>	<b>2,05</b>	<b>1,96</b>

T1 – hambúrguer sem farinha de manga

T2 – hambúrguer com 5% de farinha de manga

T3 – hambúrguer com 10% de farinha de manga

T4 – hambúrguer com 15% de farinha de manga

T5 – hambúrguer com 20% de farinha de manga

## 5. CONCLUSÕES

1. O tambaqui apresenta desempenho satisfatório quando a substituição da proteína da ração é realizada pela farinha de manga como fonte de carboidrato;
2. O melhor desempenho dos tambaquis ocorre com 50% de inclusão da farinha de manga e 23% de proteína na ração;
3. O uso da farinha de manga denota um perfil metabólico de aproveitamento do carboidrato contido na mesma;
4. A utilização da manga oriunda de descarte agrícola pode ser economicamente viável para elaboração de ração.
5. O rendimento de carcaça do tambaqui não é alterado, quando alimentado com altos níveis de farinha de manga na ração;
6. Pode-se incluir até 5% de farinha de manga na elaboração de hambúrguer de tambaqui.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se o hábito alimentar frugívoro do tambaqui no ambiente natural, e o alto teor de carboidratos na composição centesimal das frutas em sua dieta (SILVA et al., 2003), pode-se indicar a inclusão de altos níveis de carboidratos, especialmente, a manga, e menores níveis protéicos no cultivo de tambaqui. Além disso, o aumento de carboidratos na dieta não tornou os indivíduos diabéticos. Possivelmente, houve uma adaptação metabólica no organismo dos peixes experimentais, em relação ao aproveitamento da sacarose e frutose no desempenho de crescimento. Inclusive, ocorreu um efeito poupador de proteínas, com utilização dos carboidratos para a demanda energética.

A farinha de manga é um co-produto que pode ser incluída como ingrediente na elaboração de hambúrguer, pois determina características sensoriais aceitáveis ao consumidor, sem mascarar o sabor tradicional de peixe. Deve-se levar em consideração a importância econômica quanto à inclusão de ingredientes de menor custo na elaboração dos produtos cárneos.

A utilização da manga na alimentação animal e humana é uma alternativa que proporciona sustentabilidade, quanto ao aproveitamento de frutas que seriam descartadas no ambiente natural. E ao mesmo tempo pode ser uma alternativa social e econômica que aqueça as cadeias produtivas da aquicultura e fruticultura. No entanto, estudos são necessários nas outras fases de crescimento da espécie, para verificar o desempenho zootécnico e o comportamento metabólico.

## REFERÊNCIAS

ALBELÁES-ROJAS, G.A.; FRACALOSS, 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**, Viçosa, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.

ALMEIDA, L.C. **Perfil digestivo e metabólico de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818), alimentados com diferentes teores de proteína e lipídio.** 2007, 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

ALMEIDA, L.C.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G.; Digestive enzyme responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different levels of protein and lipid. **Aquaculture Nutrition**, [SI] v.12, p.1-8, 2006.

ALMEIDA, L.C. **Desempenho produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1808) alimentados com diferentes taxas Carboidrato/Lipídio.** 2010. 103f. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

ANGELINI, M.F.C. **Desenvolvimento do produto de conveniência *Quenelle* de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** 2010. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

ARARIPE, M.N.B.A. **Redução da proteína bruta e relações metionina+cistina e treonina digestíveis com a lisina digestível em rações para alevinos de tambatinga.** 2009. 76f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, PI.

ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Brasília: MCT-CNPq, 1998, 186p.

BALDAN, A.P. **Avaliação da tolerância do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) a carboidratos**. 2008. 119f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

BELAL, I.E.H.H. A review of some fish nutrition methodologies. **Bioresource Technology**, Bethesda, v.96, n.4, p.395-402, 2005.

BERNARDES-SILVA, A.P.F.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23 (suplemento), p.116-120, 2003.

BERNARDI, S. BODINI, R.B.; MARCATTI, B.; PETRUS, R.R.; FAVARO-TRINDADE, C.S. Quality and sensorial characteristics of osmotically dehydrated mango with syrups of inverted sugar and sucrose. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.66, n.1, p.40-43, 2009.

BICUDO, A.J.A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887): proteína energia e aminoácidos**. 2008. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, SP.

BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v.10, p.53-60, 1997.

BOMBARDELLI, R.A.B.; BENCKE, B.C.; SANCHES, E.A. Processamento da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.29, n.4, p.457-463, 2007.

BORBA, M.R.; FRACALOSSO, D.M.; PEZZATO, L.E. Dietary energy requerimento of piracanjuba fingerlings, *Brycon orbignyanus*, and relative utilization of dietary carbohydrate and lipid. **Aquaculture Nutrition**, [SI] v.12, n.3, p.183-191, 2006.

BOYD, C.E. **Water quality management for ponds fish culture**: Development in aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1990, 482p.

BOZANO, G.L.N.; CYRINO, J.E.P. **Produção intensiva de peixes em tanques-rede e gaiolas** – estudo de caso. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes, Campinas, 1999. 3, Anais...Campinas: CBNA, p.53-60, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Instrução normativa**, n.20, de 31 de julho de 2000.

BRAUGE, C., CORRAZE, G., MÉDALE, F. Effects of dietary levels of carbohydrate and lipid on glucose oxidation and lipogenesis from glucose in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in freshwater or in sea water. Parte A - **Comparative Biochemistry and Physiology**, Great Britain, v.111, p.117-124, 1995.

CAMARGO, A.C.S.; VIDAL Jr., M.V.; DONZELE, J.L.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.27, p.409-415, 1998.

CAMILO, R.Y. **Estudo comparativo de tipos diferentes de carboidratos dietéticos no desempenho produtivo, na expressão das enzimas digestivas e no metabolismo de matrinxã**, *Brycon amazonicus*, e híbridos de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* com *Pseudoplatystoma fasciatum*). 2011, 93f. Tese (Doutorado em Genética e Evolução) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

CAMPOS, R.M.L.; HIERRO, E.; ORDÓÑEZ, J.A.; BERTOL, T.M.; TERRA, N.N.; HOZ, L. Fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. **Food Chemistry**, Elsevier, v.103, p.1159-1167, 2007.

CANUTO, K. M.; SOUZA NETO, M. A.; GARRUTI, D.S. **Composição química volátil de manga (cv. Tommy Atkins), produzida no Vale do São Francisco, em diferentes estádios de maturação.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32, 2009, Fortaleza. Resumos... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Química, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/573571>>. Acesso em: 22.08.2012.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica L.*) var. Haden, durante amadurecimento. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p.211-217, 1998.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKO, J.D.; BENDHACK, F.; IGNÁCIO, S.A. Processamento do jundiá *Rhamdia quelen*: rendimento de carcaça. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.2, n.3, p.11-17, 2004.

CARTER, C.G.; HOULIHAN, D.F. Protein Synthesis. In: WRIGHT, P.; ANDERSON, P. Ed. S.I. **Nitrogen excretion**, San Diego: Academic Press, p.31-75, 2001.

CARVALHO-FILHO, D.U. **Avaliação da qualidade de fishburger de tilápia (*Oreochromis sp*) em diferentes concentrações de farinha de trigo.** 2009. 16f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

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.

CHAKRABARTI, I.; GANI, M.D.A.; CHAKI, K.K.; SUR, R.; MISRA, K.K. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and nich segregation. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Great Britain, v.112, p.167-177, 1995.

COÊLHO, J.D. Informe Rural: Produção e Efetivo de Manga no Nordeste. **Etene**, Escritório de Estudos econômicos do Nordeste. Ano 4, n.18, 2010.

CONTRERAS-GUSMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado e derivado**. Funep. Jaboticabal. 1994, 409p.

COPLEY, N.G. Alloxan and ninhydrin test. **Analyst**. [SI] v.66, p.492-493, 1941.

CORRÊA, C.F. **Estudo dos padrões de digestão enzimática *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) alimentado com diferentes teores de proteína e carboidrato em regime de confinamento**. 2002. 115f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

CORRÊA, C.F.; AGUIAR, L.H.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. Parte A - **Comparative Biochemistry and Physiology**, Great Britain, v.147, p.857-862, 2007.

CORREIA, R.T.P.; MENDONÇA, S.C.; LIMA, M.L.; SILVA, P.D. Avaliação sensorial e química de lingüiças tipo frescal. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.19, n.2, p.183-192, 2001.

COUTO, A. ENEAS, P.; PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Effect of water temperature and dietary starch on growth and metabolic utilization of diets in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. **Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Great Britain, v.151, n.1, p.45-50, 2008.

COWEY, C.B.; WALTON, M.J. Intermediary Metabolism. In: HALVER, J.E. (Ed). **Fish Nutrition**. New York: Academic Press, p.260-329, 1989.

CRAIG, S.R.; WASHBURN, B.S.; GATLIN, D.M. Effects of dietary lipids on body composition and liver function in juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. **Fish Physiology and biochemistry**, [SI] v.21, n.3, p.249-255, 1999.

CRAIG, S.; HELFRICH, L.A. **Understanding Fish Nutrition Feeds and Feeding**. Virginia: U.S. Virginia Tech., 2002.

DA COSTA, D.P.S.; CASSUCCI, A.R. **Processamento de nuggets de peixe e avaliação sensorial**. In: 48° Congresso SOBER – Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural: Tecnologia, Desenvolvimento e Integração Social. Resumos... Jales – SP, 2010, p.1-3.

DANIELS, H.V.; GALLAGHER, M.L. Effect of dietary protein level on growth and blood parameters in summer flounder, *Paralichthys dentatus*. **Journal of Applied Aquaculture**, [SI] v.10, n.1, p.45-52, 2000.

DE SILVA, S.S.; GUNASEKERA, R.M.; COLLINS, R.A.; INGRAM, B.A. Performance of juvenile Murray cod, *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell), fed with diets of different protein to energy ratio. **Aquaculture Nutrition**, [SI] v.8, n.2, p.79-85, 2002.

DUBOIS, A.; KULPA, L.; SOUZA, L. E. de. **Gestão de custos e formação de preços: conceitos, modelos e instrumentos**: abordagem do capital de giro e da margem de competitividade. São Paulo: Atlas, 3. ed. p.33-34, 2009, 254p.

EMBRAPA mandioca e fruticultura. **Coleção plantar manga** – 2011, Cruz das Almas, BA. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\\_pesquisadas-manga.php&menu=2](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-manga.php&menu=2) Acessado em 22 de agosto de 2012.

ESCAFRE, A.M.; INFANTE, J.L.Z.; CAHU, C.L.; MAMBRINI, M.; BERGOT, P.; SADASIVAM, J.K. Nutritional value of soy protein concentrate for larvae of common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.153, n.1-2, p.63-80, 1997.

EVERS, A.D., BLAKENEY, A.B., O'BRIEN, L. Cereal structure and composition. **Australian Journal of Agricultural Research**, [SI] v.50, n.5, p.629-650, 1999.

FERNANDES, T.R.C.; DORIA, R.C. da; MENEZES, J.T.B. Características de Carcaça e Parâmetros de Desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum*,

Cuvier, 1818) em Diferentes tempos de Cultivo e Alimentado com Rações Comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.36, n.1, p.45-52, 2010.

FULLER, G.W. **New food product development: from concept to marketplace**. Ed. Boca Raton: CRC Press, 2005, 388p.

FURNÉ, M.; HIDALGO, M.C.; LÓPEZ, A.; GARCÍA-GALLEGO, M.; MORALES, A.E.; DOMEZAIN, A.; DOMEZAINÉ, J.; SANZ, A. Digestive enzyme activities in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study. **Aquaculture**, Amsterdam, v.250, n.1-2, p.391-398, 2005.

GAYE-SIESSEGGER, J.; FOCKEN, U.; ABEL, HJ.; BECKER, K. Influence of dietary non-essential amino acid profile on growth performance and amino acid metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Great Britain, v.146, n.1, p.71-77, 2007.

GOEDEKE, L.; FERNÁNDEZ-HERNANDO, C. Regulation of cholesterol homeostasis. **Cellular and Molecular life sciences**, [SI] v.69, n.6, p.915-930, 2012.

GUERREIRO, L. **Dossiê técnico: Produção de Hambúrguer**. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. 10 out. 2006, 26p.

GUIMARÃES, S.F.; STORTI-FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tabaqui em policultivo com jaraqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília (Nota científica), v.39, n.3, p.293-296, 2004.

HAKIM, Y.; UNI, Z.; HULATA, G.; HARPAZ, S. Relationship between intestinal brush border enzymatic activity and growth rate in tilapias fed diets containing 30% or 48% protein. **Aquaculture**, Amsterdam, v.257, n.1-4, p.420-428, 2006.

HANSEN, A.C.; ROSENSUND, G.; KARLSEN, O.; KOPPE, W.; HEMRE, G.I.; Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua*

L.) I: effects on growth and protein retention. **Aquaculture**, Amsterdam, v.272, n.1-4, p.599-611, 2007.

HARPER, A.E. Dietary guidelines challenge animal product consumption. **Feedstuffs**, August, v. 2, p.13-17, 1993.

HEMRE, G. I.; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHK, Å. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, [SI] v.8, n.3, p.175-194, 2002.

HEMRE, G.I.; LIE, Ø.; LIED, E.; LAMBERTSEN, G. Starch as an energy source in feed for cod (*Gadus morhua*): Digestibility and retention. **Aquaculture**, Amsterdam, v.80, n.3-4, p.261-270, 1989.

HEMRE, G.I.; SANDNES, K. Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*. **Aquaculture Nutrition**, [SI] v.5, n.1, p.9-16, 1999.

HERNANDEZ, M., TAKEUCHI, T., WATANABE, T. Effects of dietary energy sources on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. **Fish Science**, [SI] v.61, p.507-511, 1995.

HERTZ, Y. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio*): the effects of cobalt and chromium. **Aquaculture**, Amsterdam, v.76, p.255-267, 1989.

HIDALGO, M.C.; UREA, E.; SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.170, n.3-4, p.267-283, 1999.

HILTON, J.W.; PLISETSKAYA, E.M.; LEATHELAND, J.F. Does oral 3,5,3' – triiodo-L-thyronine affect dietary glucose utilization and plasma insulin levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Fish Physiology and Biochemistry**, [SI] v.4, n.3, p.113-120, 1987.

HOFER, R.; SHIEMER, F. Protein digestion and proteolytic activity in the digestive tract of an omnivorous cyprinid. Parte A. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Great Britain, v.72, n.1, p.55-63, 1982.

HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens*. **Acta Amazônica**, Manaus, v.4, p. 47-53, 1974.

HUTCHINS, C.G.; RAWLES, S.D.; GLATLIN III, D.M. Effects of dietary carbohydrate kind and level on growth, body composition and glycemic response of juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂). **Aquaculture**, Amsterdam, v.161, n.1-4, p.187-199, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal** - 2010. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 agosto, 2012

JÓNÁS, E.; RÁGYANSZKI, M.; OLÁH, J.; BOROSS, L. Proteolytic digestive enzymes of carnivorous (*Silurus glanis* L.), herbivorous (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) and omnivorous (*Cyprinus carpio*) fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.30, p.145-154, 1983.

KAUSHIK, S.J. Use of alternative protein sources for intensive rearing of carnivorous fishes. In: SHIAU, S.Y. (Ed). **Progress in Fish Nutrition**. Proceedings of the Fish Nutrition Symposium, September 6-7, 1989, Keelung, Taiwan ROC, p.181-208.

KAUSHIK, S.J.; CRAVEDI, J.P.; LALLES, J.P.; SUMPTER, J.; FAUCONNEAU, B.; LAROCEE, M. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.133, n.3-4, p.257-274, 1995.

KIM, J.D.; KAUSHIK, S.J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oreochromis mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.106, n.2, p.161-169, 1992.

KROGDAHL, Å.; HEMRE, G.-I.; MOMMSEN, T.P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture nutrition**, [SI] v.11, n.2, p.103-122, 2005.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo de tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. Parte 2. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n.83, p.13-23, 2004.

KUMAR, S.; GARCIA-CARREÑO, F.L.; CHAKRABARTI, R.; TORO, M.A.N.; CÓRDOVA-MURUETA, J.H. Digestive proteases of three carp *Catla catla*, *Labeo ronita* and *Hypophthal michthys molitrix*: partial characterization and protein hydrolysis efficiency. **Aquaculture Nutrition**, [SI] v.13, n.5, p.381-388, 2007.

LALL, S.P.; KAUSHIK, S.J.; LE BAIL, P.Y.; REITH, R.; ANDERSON, J.S.; PLISETSKAYA, E. Quantitative arginine requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in sea water, **Aquaculture**, Amsterdam, v.124, n.1-4, p.13-25, 1994.

LARA, J.A.F.; GARBELINI, J.S, DELBEM, A.C.B. **Tecnologias para a agroindústria: processamento artesanal do pescado do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 5p. (Embrapa Pantanal.Circular Técnica, 73). Disponível em: [http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=CT73](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=CT73)>. Acesso em: 31 mar. 2008.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 2002.

LEMOS, M.V.A.; GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C. Farelo de coco em dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Bahia, v.12, n.1, p.188-198, 2011.

LIM, S.J.; LEE, K.J., Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*, **Aquaculture**, Amsterdam, v. 290, n.3-4, p.283-289, 2009.

LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; PORTO-NETO, F.F.; PINTO, B.W.C.; TORRES, T.R.; SOUZA, E.J.O. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.33, n.1, p.65-71, 2011.

LIMA, M.R. **Avaliação de Resíduos de frutas nas rações de tilápia do Nilo**. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA-FILHO, F.P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAUJO, D. de M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P. dos S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.11, n.2, p.519-526, 2010.

LÓPEZ-VÁSQUEZ, K.; CASTRO-PÉREZ, C.A.; VAL, A.L. Digestive enzymes of eight Amazonian teleosts with different feeding habits. **Journal of Fish Biology**, San Francisco, v.74, n.7, p.1620-1628, 2009.

LUNDSTEDT, L.M. **Aspectos adaptativos dos processos digestivo metabólico de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) arraçoados com diferentes níveis de proteína e energia**. 2003, 140f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

LUNDSTEDT, L.M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic prolife of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology – Parte B**, Great Britain, v.137, p.331-339, 2004.

MACARI, S.M. **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007, 110f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, PR.

MADANI, S.; LOPEZ, S.; BLOND, J.P.; PROST, J.; BELLEVILLE, J. Highly purified soybean protein is not hypocholesterolemic in rats but stimulates cholesterol

synthesis and excretion and reduces polyunsaturated fatty acid biosynthesis. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.128, p.1084-1091, 1998.

MADANI, S.; PROST, J.; BELLEVILLE, J. Dietary protein level and origin (casein and highly purified soybean protein) affect hepatic storage, plasma lipid transport, and antioxidative defense status in the rat. **Nutrition**, Elsevier, v.16, n.5, p.368-375, 2000.

MADRID, R.M. Avança Brasil: Programa de Desenvolvimento da Aquicultura. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP “TECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO”, 2000, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, p.1-4, 2000.

MARENGONI, N.G.; POZZA, M.S.S.; BRAGA, G.C.; LAZZERI, D.B.; CASTILHA, L.D.; BUENO, G.W.; PASQUETTI, T.J. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburguers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.10, p.168-176, 2009.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M.T.; MANHÃES, L. R.T.; SABAA-SRUR, A.U.O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) Cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1206-1210, 2010.

MARY, O.T.; SAMUEL, O.F.; SEGUN, A.P. Growth response and nutritional evaluation of Mango peel-based diets on tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Aquaculture Research**, Wiley-Blackwell, v.2, n.1, 2010.

MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. **Bioquímica básica**. 3 ed. (reimpressão). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, 386p.

MATSUMOTO, J.; ERAMI, K.; OGAWA, H.; DOI, M.; KISUIDA, T.; EBIHARA, K. The protease-resistant fraction of smoked, dried bonito lowers serum cholesterol in ovariectomized rats fed cholesterol-free diets. **Journal food science**, Wiley-Blackwell, v.70, n.7, p.467-474, 2005.

MELO, J.F.B.; **Digestão e Metabolismo de Jundiá *Rhamdia quelen* Submetido a diferentes regimes alimentares**. 2004, 80f. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

MELO, J.F.B.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDESTEDT, L.M.; MORAES, G. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do Bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Ciência Agroambiental**, Tocantins, v.1, n.1. p.43-51, 2006.

MELO, J.F.B.; SEABRA, A.G.L.; SOUZA, S.A.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Minas Gerais, v.64, n.1, p.177-182, 2012.

MICHEL-DUBOIS, K.A.; GILLES, J.K.; HAMILTON, P.A. REBERS; SMITH-FRED. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytica Chemistry**, [SI] v.28, n.3, p.350-358, 1956.

MIRANDA, E.C. de.; GUIMARÃES, C.R.; CABRAL-JUNIOR, D.M. PINHEIRO,. **Desempenho produtivo do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentado com farinha de vagem de algaroba em substituição ao milho**. In: PUBVET, Londrina, v.3, n.2, Art. 486, jan 2, 2009. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=486>. Acesso em: 10 ago. 2010.

MORA, J.A. Rendimiento de La canal em cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomum* x *P. brachypomus* procesamiento primário y productos con valor agregado. **Bioagro**, Barquisimetro-Venezuela, v.17, n.3, p.161-169, 2005.

MOREIRA, C.R. **Relações filogenéticas ordem Characiformes (Teleostei: Ostariophysii)**. 2007, 468f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, SP.

MORI-PINEDO, L.A.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. de. **Substituição** do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER 1818). **Acta Amazônica**, Manaus. v.29, n.3, p.447-453, 1999.

MOYANO-LOPES, F.J.; MARTÍNEZ-DIAS, I.; DÍAZ-LÓPEZ, M.; ALARCON-LÓPEZ, F.J. Inhibition of digestive proteases by vegetable meals in three fish species: seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). **Comparative Biochemistry and Physiology – Parte B**, Great Britain, v.122, n.3, p.327-332, 1999.

MUNILLA-MORÁN, R.; SABORIDO-REI, F. Digestive enzymes in marine species. II. Amylase activity in the gut of sea bream (*Sparus aurata*), turbot, (*Scophthalmus maximus*) and red fish (*Sebaster mentella*). **Comparative Biochemistry and Physiology – Parte B**, Great Britain, v.113, n.4, p.827-834, 1996.

MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; RODWELL, V.W. Harper: Bioquímica ilustrada (tradução). 27 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007. 620p.

NIELSEN, K.S. **Fisiologia Animal, Adaptação e Meio Ambiente**. São Paulo: Santos Livraria Editora. 1999, 600p.

NOGUEIRA-FILHO, R.M. **Banana *in natura* na alimentação de juvenis de tilápia-do-Nilo, como fonte de carboidrato na ração e no processamento de espetinho**. 2012. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE.

NYINA-WAMWIZA, L.; XU, L.X.; BLANCHARD, G.; KESTEMONT, P. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch sander *Luccio perca* fingerlings. **Aquaculture Research**, Wiley-Blackwell, v.36, n.5, p.486-492, 2005.

OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca**. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, 1987. 800p.

OISHI, C.A. **Resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM, Manaus.

OMENA, C.M.B. **Reflexos da utilização de farelo de coco na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* LINNAEUS, 1857) sobre o valor nutricional do filé**. Maceió, 2008. 95f. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia) Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2008.

PADUA, D.M.C.; SILVA, P.C.; PADUA, J.T.; URBINATI, E.C. Respostas fisiológicas do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentado com ramo de mandioca (*Manihot esculenta*) na ração. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v.10, n.2, p. 385-396, 2009.

PANSERAT, S.; MÉDALE, F.; BRÈQUE, J.; PLAGNES-JUAN, E.; KAUSHIK, S. Lack of significant long-Term effect of dietary carbohydrates on hepatic glucose-6-phosphatase expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal Nutrition Biochemistry**, Elsevier, v.11, n.1, p.22-29, 2000.

PAULA, F.G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus chypomum*), e do híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda**. 2009. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, GO.

PERAGÓN, J.; BARROSO, J.B.; SALGUERO, L.; LA HIGUERA, M.; LUPIANEZ, J.A. Carbohydrates affect protein-turnover rates, growth, and nucleic acid content in the white muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.179, n.1-4, p.425-437, 1999.

PEROSA, J.M.Y.; SILVA, C.S.; ARNALDI, C.R. Avaliação das perdas de manga (*Mangifera indica* L) no mercado varejista da cidade de Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.732-738, 2009.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, A.; FURUYA, W.M. Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia do Nilo (*O. niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.22, n.3, p.695-69, 2000.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo, TecArt. p.75-170, 2004.

QUEIROZ, E. **Semiárido que dá certo**. Diário do Nordeste: Fortaleza, Ceará. 17 abr. 2011, ano XXXI. Caderno de negócios. p.1-12.

REGOST, C.; ARZEL, J.; KAUSHIK, S.J. Partial or total replacement of fish meal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.180, n.1-2, p.99-117, 1999.

RIBEIRO, S.M.R.; QUEIROZ, J.H.; QUEIROZ, M.E.L.R.; CAMPOS, F.M.; SANT'ANA, H.M.P. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) **Pulp. Plant Foods for Human Nutrition**, Pubmed, v.62, n.1, p.13-17, 2007.

RUNGRUANGSAK-TORRISSEN, K.; STIEN, L.; DAAE, B.S.; TONE, V.; THORSHEIM, G.B.; TOBIN, D.; RITOLA, O. Different dietary levels of protein to lipid ratio affected digestive efficiency, skeletal growth, and muscle protein in rainbow trout families. **Scholarly Research Exchange**, USA, v.2009, p.1-13, 2009.

SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Growth performance and metabolic utilization of diets with different protein: carbohydrate ratios by white seabream (*Diplodus sargus* L.) juveniles. **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, p.100-105, 2007.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M. M.; BARBOSA, J. M.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, J. V.; WINTERLE, W. M. C.; SILVA, E. G. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v.10, n.2, p. 390-397, 2009.

SANTOS, L.; PEREIRA-FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F. A. A. da. Exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. **Acta Amazônica**, INPA, Manaus, AM. v.40, n.3, p. 597-604, 2010.

SANTOS, M.Q. de C.; OISHI, C.A.; PEREIRA-FILHO, M.; LIMA, M. do A.C.; ONO, E.A.; AFFONSO, E.G. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2181-2185, 2010a.

SANTOS, R.C. dos; OLIVEIRA, G. B. de. Um estudo sobre o cultivo de frutas como alternativa de desenvolvimento do Sub-médio São Francisco. **Revista das Faculdades Santa Cruz**, Curitiba, v.7, n.2, p.31-47c. 2009.

SARATH, G., De la MOTTE, R.; WAGNER, F. Protease assay methods. *In Proteolytic Enzymes, a Practical Approach* (Beynon, R. J., ed.), pp. 25–42. Oxford: IRL Press. 1989.

SATPATHY, B.B.; MUKHERJEE, D.; RAY, A.K. Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion and body composition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, Wiley-Blackwell, v.9, n.1, p.17-24, 2003.

SEABRA, A.G.L.; MELO, J.F.B.; SOUSA, S.A.; CAMPECHE, D.F.B.; FIGUEIREDO, R.A.C.R.; CAMPOS, R.M.L.; BATISTA, K.M. **Substituição de farelo de milho pela manga no desempenho de alevinos de tambaqui**. In: XVI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2009, Natal. **Anais**. Natal, 2009. p.1922-1926.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, F.A.S. Assistat versão 7.5 beta (2010). DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB, Brasil. Disponível em:< [www.assistat.com](http://www.assistat.com)> Acesso em: 7 mar. 2010.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do Tambaqui. **Acta Amazônica**, INPA, Manaus, v.33, n.4. p.687-700, 2003.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Seasonal Variation of Nutrients and Energy in Tambaqui's (*Colossoma macropomum* - CUVIER, 1818) Natural Food. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.4, n.60, p.599-605, 2000.

SILVA, P.C.; FRANÇA, A.F.S.; PADUA, M.C.; JACOB, G. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substrato do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambacu (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.24, p.125-131, 1997.

SILVA, P.C.; KRONKA, S.N.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; SILVA-JUNIOR, R.P.; SOUZA, V.L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema "raceway". **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.9-13, 2003a.

SILVEIRA, U.S.; LOGATO, P.V.R.; PONTES, E.C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.1, p.817-836, 2009.

SIMÕES, D.R.S.; PEDROSO, M.A.; AUGUSTO RUIZ, W. ALMEIDA, T.L. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v.18, n.4, 1998.

SITJÀ-BOBADILLA, A.; PEÑA-LLOPIS, S.; GÓMEZ-REQUENI, P.; MÉDALE, F.; KAUSHIK, S.; PÉREZ-SANCHEZ, J. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.249, n.1-4, p.387-400, 2005.

SOUZA, R.C.; QUEIROZ, A.C.S.; FIGUEIREDO, R.A.C.R.; CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B. Estudo de tolerância à glicose na tilápia (*Oreochromis niloticus*) no período de 24 horas. III Simpósio de Produção Animal do Vale do São Francisco. III

SIMPAVASF. Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF, Juazeiro, BA. **Anais...** 2009.

SOUZA, R.C.; QUEIROZ, A.C.S.; FIGUEIREDO, R.A.C.R.; CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B. Perfil glicêmico do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) no período de 24 horas . III Simpósio de Produção Animal do Vale do São Francisco. III SIMPAVASF. Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF, Juazeiro, BA. **Anais...** 2009a.

SOUZA, R.C. **Farinha de Manga na Alimentação de alevinos de tilápia do Nilo como fonte de carboidrato na ração e elaboração de hambúrguer**. 2012. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE.

SOUZA, S.A. **Avaliação da relação proteína:carboidrato na dieta de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) e *Leiarius marmoratus* (macho)**. 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE.

SUAREZ, R.K.; MOMMSEN, T.P. Gluconeogenesis in teleost fishes. **Canadian Journal of zoology**, v.65, p.1869-1882, 1987.

SUNDE, J. **Digestive protease activities, growth and feed utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)**. 2006. 96f. (Doctor Scientiarium) – Institute of Marine Research (IMR) – Department of Aquaculture University of Bergen, Bergen, Norway, 2006.

TACON, A.G.J. **Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación**. Brasília: FAO, 1989.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUERO, M.I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* - Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.24, n.2, p.157-162, 2004.

TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B.J.; CACECI, T.; SMITH, S.A. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, Amsterdam, v.182, n.3-4, p.317-327, 2000.

TERRAZAS, W.D.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. de. Efeito da farinha de resíduo de peixe e de frango no desempenho e na composição corporal de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). **Acta Amazônica**, Manaus, v.32, n.1, p.155-162, 2002.

THOMAZZINI, M.; FRANCO, M.R.B. Metodologia para análises dos constituintes voláteis do sabor. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos da SBCTA**. Campinas, v.34, n.1, p. 52-59, 2000.

VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. **Fishes of the Amazon and their Environment**. Berlin: Springer, 1995.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 1996. 169p.

VELHO, J.P.; BARCELLOS, J.O.J.; LENGLER, L.; ELIAS, S. A.A.; OLIVEIRA, T.E.de. Disposição dos consumidores porto-alegrenses à compra de carne bovina com certificação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.399-404, 2009.

VENOU, B. ALEXIS, M.N.; FOUNTOULAKI, E.; HARALABOUS, J. Effect of extrusion and inclusion level of soy bean meal on diet digestibility, performance and nutrient utilization of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.261, n.1, p.343-356, 2006.

VENOU, B.; ALEXIS, M.N.; FOUNTOULAKI, E.; NENGAS, I.; APOSTOLOPOULOU, M.; CASTRITSI-CATHARIOU, I. Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.225, n.1-4, p.207-223, 2003.

WALDHOFF, D.; SAINT-PAUL, U.; FURCH, B. Value of fruits and seeds from the floodplain forests of central Amazonia as food resource for fish. **Ecotropica**, Cuiabá, v.2, p.143-156.1996.

WILSON, R. P. Utilization of dietary Carbohydrate by Fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v.124, p.67-80, 1994.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E. (Ed.) **Fish nutrition**, London: Academic Press, p.144-151. 1989.

YUN, B.; MAI, K.; ZHANG, W.; XU, W. Effects of dietary cholesterol on growth performance, feed intake and cholesterol metabolism in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) fed high plant protein diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.319, p.105-110, 2011.

ZAID, A.A; SOGBESAN, O.A. Evaluation and potential of cocoyam as carbohydrate source in catfish, (*Clarias gariepinus* [Burchell, 1822]) juvenile diets. **African Journal of Agricultural Research**, USA, v.5, n.6, p.453-457, 2010.

## APÊNDICES

Apêndice – A Processo de elaboração do hambúrguer de tambaqui com as inclusões de 0, 5, 10, 15 e 20% de farinha de manga:



Matéria-prima



Moagem



Mistura de ingredientes



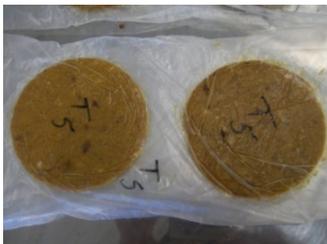
Homogeneização e liga



Formação de bolinhos



Formação do hambúrguer



Hambúrguer



Assadeira elétrica



Análise sensorial

Apêndice – B Ficha de avaliação das características sensoriais dos hambúrgueres.

<b>TESTE DO PERFIL DAS CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>Provedor:</b>			<b>Data:</b>		
<b>Instruções</b>					
<p>Você está recebendo ___ amostras de</p> <p>_____</p> <p>Avalie cuidadosamente cada um dos atributos sensoriais de acordo com os seguintes critérios:</p> <p style="margin-left: 40px;">1 – Péssimo</p> <p style="margin-left: 40px;">2 – Regular</p> <p style="margin-left: 40px;">3 – Bom</p> <p style="margin-left: 40px;">4 – Muito bom</p> <p style="margin-left: 40px;">5 – Excelente</p>					
<b>Amostra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Característica</b>					
Aparência					
Cor					
Sabor					
Odor					
Textura					