



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Rozzanno Antonio Cavalcanti Reis de Figueiredo

**AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA DIETA  
DE JUVENIS DE PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri* Steindachner,  
1877 (Pisces:Siluriformes).**

PETROLINA – PE  
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Rozzanno Antonio Cavalcanti Reis de Figueiredo

**AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA DIETA  
DE JUVENIS DE PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri* Steindachner,  
1877 (Pisces:Siluriformes).**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, como requisito da obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo.

PETROLINA - PE  
2011

F475a Figueiredo, Rozzanno Antonio Cavalcanti Reis de  
Avaliação da relação proteína:carboidrato na dieta de juvenis de pacamã,  
*Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces:Siluriformes)/ Rozzanno  
Antonio Cavalcanti Reis de Figueiredo.—Petrolina, 2011  
XIV; 67f.: il. 29cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Vale do São  
Francisco – UNIVASF, *Campus* de Ciências Agrárias, Petrolina 2011.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo

1. Nutrição Animal. 2. Engenharia de Pesca. 3. Piscicultura. I. Título. II.  
Universidade Federal do Vale do São Francisco  
CDD 636.0852


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

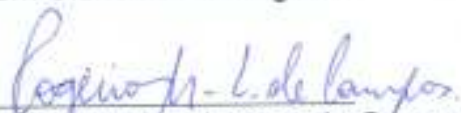
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

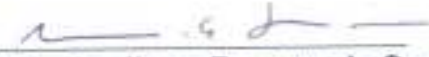
Rozzanno Antonio Cavalcanti Reis de Figueiredo

**AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA DIETA  
DE JUVENIS DE PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri* Steindachner,  
1877 (Pisces:Siluriformes).**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

  
**Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo (Orientador)**  
Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Dr. em Ciências Fisiológicas.

  
**Prof. Dr. Rogério Manoel Lemes de Campos**  
Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Dr. em Ciências Veterinárias.

  
**Prof. Dr. Ranilson Bezerra de Souza**  
Universidade Federal Pernambuco  
Dr. em Ciências Biológicas.

A toda minha família...

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Professor Dr. José Fernando Bibiano, por acreditar em mim, pela paciência, compreensão e orientação.

A todos meus colegas de mestrado, em especial a Renilde Souza, Professor Seldon de Souza, Augusto Queiroz e Professor Ricardo Nogueira, pela assistência, pela disponibilidade e pelo coleguismo, sem os quais não seria possível a conclusão deste curso.

À doutoranda Kátia Bezerra pelo apoio durante o experimento e pela atenção dispensada.

Aos membros da banca, professores, Dr. Rogério Manoel Lemes de Campos e Dr. Ranilson Bezerra de Souza pelas ricas sugestões e pertinentes correções recomendadas.

À doutora Bárbara Pires pelo auxílio e sugestões.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) pela oportunidade e aos Professores do Colegiado de Zootecnia pela dedicação e disponibilidade.

À CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba, em nome do Superintendente da 3ª Superintendência Regional, Sr. Luis Eduardo Santana Matias Frota, pelo consentimento para a minha participação nesta Pós-Graduação.

Aos funcionários da CODEVASF, em especial aos colegas do 3ª CIB, Liege Balzana, Marcelo Barbalho, Francisco Reis, José Anchieta, José Cícero, José Barbosa, Eginaldo Bomfim e Alessandro Xavier pelo incentivo e auxílio, e a Gildemar de Oliveira, Gerente Regional de Revitalização, pela compreensão e pelo apoio.

Ao Professor da FACAPE e da UPE, Francisco de Assis, pelas valiosas correções e sugestões.

A Daniela Campeche, pesquisadora da EMBRAPA Semiárido, pela parceria e pelo apoio concedido à realização deste trabalho.

A todos que, de maneira direta ou indireta, participaram desta luta.

## AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA DIETA DE JUVENIS DE PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces:Siluriformes).

### RESUMO

Esta pesquisa experimental teve por finalidade analisar o desempenho de juvenis de *Lophiosilurus alexandri*, por meio de uma abordagem quantitativa, estabelecendo a proporção ideal da relação proteína/carboidrato e os seus aspectos bioquímicos metabólicos. Foram testadas 04 (quatro) dietas com as relações PB:CHO 1,24; 0,84; 0,51 e 0,33, durante 60 dias, com o intuito de verificar as respostas metabólicas e de desempenho do pacamã mediante a ingestão desses nutrientes, baseando-se na teoria de que peixes carnívoros aproveitam melhor a proteína para o seu desenvolvimento. O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do *campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF, em sistema de recirculação de água com 12 unidades experimentais de 500 litros, contendo 20 peixes de peso médio inicial de 1,90g distribuídos em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro tratamentos e três repetições. Os parâmetros zootécnicos avaliados foram: Peso Médio (PM), Ganho de peso Médio (GPM), Ganho de Peso Médio Diário (GPMD), Taxa de Crescimento Específico (TCE), Rendimento de Carcaça (RC), Percentual de Gordura visceral (GV), Consumo Total de ração Aparente (CTRA) e Conversão Alimentar Aparente (CAA). Foram realizadas determinações dos Intermediários Metabólicos, a Glicemia (GL) e os Aminoácidos Livres (AL), do plasma e o Glicogênio Hepático (GH). As crescentes relações PB:CHO influenciaram positivamente, de forma linear, nos parâmetros de crescimento, onde o melhor desempenho foi atribuído à relação 1,24. Os resultados de CTRA foram influenciados de forma crescente com o aumento da relação PB:CHO, assim como a CAA, que melhorou da mesma forma, indicando maior eficácia das dietas com a relação mais alta. O pior desempenho do RC, utilizando dieta com o maior nível de CHO, deve ter sofrido influência do maior percentual de GV, alcançado com a mesma dieta. O maior resultado para GL foi da mais elevada relação PB:CHO, onde os mais altos níveis de PB na dieta devem ter levado os peixes a utilizarem a rota da gliconeogênese. O aumento dos níveis de CHO elevaram o armazenamento de GH no fígado, e os maiores níveis da relação PB:CHO aumentaram as concentrações de AL no plasma dos peixes. Conclui-se que o aumento da relação PB:CHO melhora o desempenho dos pacamãs, aumentando a produção de energia, provavelmente, a partir da gliconeogênese, a diminuição da relação PB:CHO piora a conversão alimentar dos animais, e que o pacamã possui características zootécnicas desejáveis em animais para o cultivo comercial.

Palavras chaves: **niquim, nutrição, autóctone, peixe nativo, metabolismo.**

EVALUATION OF RATIO PROTEIN:CARBOHYDRATE IN THE DIET OF JUVENILE PACAMÃ, *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes).

**ABSTRACT**

This aim of this study was to analyze the performance of juvenile *Lophiosilurus alexandri*, establishing the ideal ratio of protein / carbohydrate, and biochemical and metabolic aspects. We tested 04 (four) diets with different ratios of PB:CHO 1.24, 0.84, 0.51 and 0.33, for 60 days. The experiment was conducted in 12 units of 500 liters water recirculation systems, containing each 20 fish of 1.90 g initial weight, distributed in a completely randomized design (CRD), at the Laboratory of Aquaculture, campus of Agricultural Sciences, UNIVASF. The zootechnics parameters evaluated were: Average Weight (PM), Average Weight Gain (GPM), Average Daily Weight Gain (GPMD), Specific Growth Rate (TCE), Carcass Yield (RC), Percentage of Visceral Fat (GV), Total Consumption of Apparent Food (CTRA) and Apparent Feed Conversion (CAA). The Metabolic Intermediates, Blood Glucose (GL), Free Plasma Amino acids (AL), and liver glycogen (GH) were determined. The growing CP:CHO ratios influenced positively, linearly, the parameters of growth, where the best performance was attributed to the ratio 1.24. CTRA results were affected in an increasing manner with the rise of the PB:CHO ratio, as well as the CAA, that improved in the same way, indicating greater efficacy of diets with a higher ratio. The worst performance of the RC, using a diet with the highest level of CHO, must have been influenced by greater GV percentage, on the same diet. The highest value for GL was obtained in the highest PB:CHO ratio, where the highest levels of PB in the diet should have induced fishes to use the gluconeogenesis route. The increased levels of CHO, increased GH storage in the liver and the highest levels of the ratio PB:CHO increased the AL concentration in fish plasma. We conclude that the increase of the PB:CHO ratio improves the performance of pacamãs, increasing energy production from gluconeogenesis and that pacamã has desirable zootechnic characteristics for commercial growth.

**Keywords: niquim, nutrition, indigenous, native fish, metabolism.**



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Vista traseira (A), vista lateral (B), vista frontal (C) e vista dorsal (D) de um exemplar adulto de pacamã - <i>Lophisilurus alexandri</i> Steindachner, 1877.....	19
<b>Figura 2.</b>	Pacamã cuidando dos ovos no ninho.....	21
<b>Figura 3.</b>	Larvas de pacamã – Saco vitelino.....	22
<b>Figura 4.</b>	Pesagem dos animais em balança de precisão.....	30
<b>Figura 5.</b>	Punção na veia caudal para retirada do sangue do pacamã.....	31
<b>Figura 6.</b>	Representação gráfica da regressão entre o peso médio final (A), ganho de peso médio total (B), ganho de peso médio diário total (C) e taxa de crescimento específico (D) em relação às razões PB:CHO nas dietas experimentais.....	46
<b>Figura 7.</b>	Representação gráfica da regressão entre consumo total de ração (A), conversão alimentar aparente (B) e rendimento de carcaça (%) e as relações PB:CHO nas dietas experimentais.....	51
<b>Figura 8.</b>	Representação gráfica da regressão entre gordura visceral (A), glicose (B), glicogênio hepático (C) e aminoácidos totais livres (D) e as relações PB:CHO nas dietas experimentais.....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Formulação, composição percentual (%) e composição bromatológica das dietas utilizadas na alimentação de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> . Petrolina, 2010.....	34
<b>Tabela 2.</b>	Peso Médio (PM) de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a dietas com diferentes relações proteína:carboidrato (PB:CHO).....	42
<b>Tabela 3.</b>	Ganho de Peso Médio de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a dietas com diferentes relações proteína:carboidrato (PB:CHO).....	43
<b>Tabela 4.</b>	Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) e Taxa de Crescimento Específico de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO).....	45
<b>Tabela 5.</b>	Parâmetros zootécnicos e índices biométricos de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a diferentes relações Proteína:carboidrato (PB:CHO).....	49
<b>Tabela 6.</b>	Parâmetros bioquímicos de juvenis de <i>Lophiosilurus alexandri</i> submetidos a diferentes relações Proteína:carboidrato (PB:CHO).....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AO</b>	Alimento Oferecido
<b>ATL</b>	Aminoácidos totais livres.
<b>BHT</b>	Butil-Hidroxi-tolueno ( <i>Butyl-hydroxi-toluen</i> ).
<b>CAA</b>	Conversão alimentar aparente.
<b>CHO</b>	Carboidratos totais.
<b>CODEVASF</b>	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.
<b>CTRA</b>	Consumo total de ração aparente.
<b>DIC</b>	Delineamento inteiramente casualizado.
<b>EB</b>	Energia bruta.
<b>EDTA</b>	Ácido Etilenodiamino Tetra Acético
<b>EE</b>	Extrato etéreo.
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
<b>ENN</b>	Extratos não nitrogenados.
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization.
<b>FB</b>	Fibra bruta.
<b>GH</b>	Glicogênio hepático.
<b>GL</b>	Glicemia.
<b>GPM</b>	Ganho de peso médio diário.
<b>GPMD</b>	Ganho de peso médio diário(g/dia).
<b>GV</b>	Gordura visceral.
<b>KOH</b>	Hidróxido de potássio.
<b>Ln</b>	Logaritmo Neperiano.
<b>MM</b>	Matéria mineral.
<b>MO</b>	Matéria orgânica.
<b>MPA</b>	Ministério da Pesca e Aquicultura.
<b>MS</b>	Matéria seca.

<b>NRC</b>	Nutrient Requirements of Fish.
<b>OD</b>	Oxigênio dissolvido.
<b>PB</b>	Proteína bruta.
<b>PB:CHO</b>	Relação proteína:carboidrato.
<b>PF</b>	Peso final.
<b>PGV</b>	Peso da gordura visceral.
<b>pH</b>	Ponds hidrogênio.
<b>PI</b>	Peso inicial.
<b>PM</b>	Peso médio.
<b>PV</b>	Peso vivo.
<b>PREMIX</b>	Composto de nutrientes.
<b>RC</b>	Rendimento de carcaça.
<b>rpm</b>	Rotações por minuto
<b>t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub></b>	Intervalo de tempo.
<b>TCE</b>	Taxa de crescimento específico diário.
<b>UE</b>	Unidade experimental.
<b>UNIVASF</b>	Universidade Federal do Vale do São Francisco.
<b>Vit C</b>	Vitamina C.

## LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

<b>%</b>	Por cento.
<b>%.dia<sup>-1</sup></b>	Por cento por dia.
<b>μL</b>	Microlitros.
<b>μmol.g<sup>-1</sup></b>	Micromol por grama.
<b>t<sup>-1</sup></b>	Por tempo.
<b>nm</b>	Nanometro.
<b>nmoles</b>	Nanomoles.
<b>mg</b>	Miligrama.
<b>mg.dL<sup>-1</sup></b>	Miligrama por decilitro.
<b>ml</b>	Mililitros.
<b>min</b>	Minuto.
<b>h</b>	Hora
<b>Kcal</b>	Quilocaloria.
<b>Kg</b>	Quilogramas.
<b>O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup></b>	Oxigênio por litro.
<b>g</b>	Grama.
<b>g.dia<sup>-1</sup></b>	Grama por dia.
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>GPM<sup>-1</sup></b>	Por ganho de peso.
<b>PV<sup>-1</sup></b>	Por peso vivo.
<b>±</b>	Variação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
2.1 CULTIVO DE PEIXES NATIVOS.....	18
<b>2.1.1 O Pacamã, <i>Lophisilurus alexandri</i> Steindachner, 1877</b> .....	19
2.2 NUTRIÇÃO DE PEIXES.....	23
<b>2.2.1 Utilização da proteína pelos peixes</b> .....	24
2.2.1.1 Metabolismo protéico.....	25
2.2.1.2 Excreção de produtos nitrogenados.....	26
<b>2.2.2 Utilização do carboidrato pelos peixes</b> .....	27
2.2.2.1 Metabolismo dos carboidratos .....	28
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
3.1 DESENHO EXPERIMENTAL.....	30
3.2 DIETA EXPERIMENTAL.....	33
<b>3.2.1 Formulação e preparo das rações</b> .....	33
<b>3.2.2 Análise bromatológica das rações</b> .....	33
3.3 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS.....	35
<b>3.3.1 Peso médio (PM)</b> .....	35
<b>3.3.2 Ganho de peso médio (GPM)</b> .....	35
<b>3.3.3 Ganho de peso médio diário (GPMD)</b> .....	35
<b>3.3.4 Taxa de crescimento específico diário (TCE)</b> .....	36
<b>3.3.5 Consumo total de ração aparente (CTRA)</b> .....	36
<b>3.3.6 Conversão alimentar aparente (CAA)</b> .....	36
<b>3.3.7 Rendimento de carcaça (RC)</b> .....	36
<b>3.3.8 Percentual de gordura visceral (GV)</b> .....	37
3.4 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE TECIDOS E PLASMA.....	37
<b>3.4.1 Determinações dos intermediários metabólicos</b> .....	38

3.4.1.1 Glicemia (GL).....	38
3.4.1.2 Glicogênio hepático (GH).....	38
3.4.1.3 Aminoácidos totais livres (ATL).....	39
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA..	39
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA.....	40
4.2 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS.....	40
<b>4.2.1 Peso médio (PM).....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2 Ganho de peso médio (GPM).....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.3 Ganho de peso médio diário (GPMD).....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.4 Taxa de crescimento específico diário (TCE).....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.5 Consumo total de ração aparente (CTRA).....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.6 Conversão alimentar aparente (CAA).....</b>	<b>47</b>
<b>4.2.7 Rendimento de Carcaça (RC).....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.8 Percentual de gordura visceral (GV).....</b>	<b>52</b>
4.3 INTERMEDIÁRIOS METABÓLICOS.....	53
<b>4.3.1 Glicemia (GL).....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.2 Glicogênio hepático (GH).....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.3 Aminoácidos totais livres (ATL).....</b>	<b>55</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O contínuo crescimento demográfico aliado à conscientização das qualidades nutricionais do pescado eleva a expectativa de uma crescente demanda por essa fonte nobre de proteínas e de ácidos graxos essenciais. Em contraponto a tudo isso está a estagnação da produção mundial proveniente da pesca extrativa, que, de acordo com a FAO (2010), há cerca de uma década, encontra-se na casa dos 90 milhões de toneladas métricas anuais, enquanto que a da aquicultura cresceu mais de 25% entre os anos de 2002 e 2006, demonstrando, assim, todo o potencial produtivo/econômico dessa atividade.

A produção de peixes de água doce representa, em âmbito mundial, uma importante alternativa de subsistência e geração de renda para o homem. Essa ideia consolida-se em um quadro em que o esforço de pesca alcançou o limite da capacidade dos estoques naturais e existe uma demanda crescente de alimento por uma população cada vez mais numerosa (SILVA, 2008).

De acordo com estudos estatísticos do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (2010), a piscicultura nacional obteve um crescimento relativo entre os anos de 2003 e 2009, de mais de 90% em volume de produção de pescado, originado quase que, em sua totalidade de águas interiores, concretizando, assim, o seu potencial, principalmente pela quantidade e qualidade das águas continentais no país.

Segundo Buckup e Menezes (2003) existe uma grande biodiversidade de peixes do Brasil. É Essa uma característica que pode servir de ferramenta para ajudar a alavancar a piscicultura nacional, tendo, nos peixes de água doce, um referencial para o desenvolvimento dessa atividade econômica. Barbosa e Soares (2009) afirmaram que existe, na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, 214 espécies de peixes nativos, sendo algumas com potencial para a piscicultura comercial.

Várias espécies autóctones do São Francisco, com representatividade na pesca comercial, destacam-se como candidatas ao cultivo comercial: surubim



(*Pseudoplatystoma corruscans*), pirá (*Conorhynchus conirostris*), dourado (*Salminus franciscanus*), matrinhã (*Brycon lundii*) e pacamã (*Lophisilurus alexandri*), entretanto poucos são os estudos conclusivos com capacidade de atrair investimentos para a piscicultura (TENÓRIO, 2003).

O bagre pacamã, espécie endêmica do São Francisco, pertencente à família Pseudopimelodide, teve a sua importância enaltecida por vários autores pelo seu alto valor de mercado, ausência de espinhos intramusculares e pela qualidade da sua carne (LUZ; SANTOS, 2008; PEDREIRA et al., 2008; TENÓRIO, 2003).

Aliando suas qualidades organolépticas a outras características biológicas, como: resistência a amônia e a baixos níveis de oxigênio, facilidade na propagação artificial, tamanho de ovos e larvas, facilidade de aceitar alimentos inertes, rusticidade, e por possuir características zootécnicas, que devem favorecer o rendimento de filé, se tem uma espécie com características desejáveis para o cultivo comercial. (CARDOSO, 1992; GODINHO, 2007; LUZ; SANTOS, 2008; RIZZO; GODINHO, 2003; SATO et al., 2003;).

A literatura sobre a criação de pacamã é muito escassa, de acordo com Luz; Santos (2008), resumindo-se a alguns trabalhos com larvicultura. Contudo, para a criação em níveis economicamente viáveis, faz-se necessário determinar parâmetros nutricionais e metabólicos para a espécie em questão. Para tanto, a determinação sanguínea e/ou tecidual de alguns intermediários metabólicos pode proporcionar a avaliação do estado fisiológico do animal, assim como sua resposta adaptativa em função de variações metabólicas, quer seja por estresse ambiental ou nutricional (LUNDSTEDT, 2003).

A tecnificação do manejo se faz necessário para a intensificação da produção, principalmente com a utilização de rações balanceadas. Dessa forma, são essenciais estudos em nutrição que contribuam para a produção de rações espécies/específicas. Segundo Kaushik (1989), os gastos em piscicultura com alimentação representam até 70% do custo total da produção, tornando, assim, a utilização de técnicas eficazes de processamento de rações e aplicação de estratégias adequadas na alimentação primordiais para a redução do custo final (KUBITZA, 1998; HERMES, 2009).

De acordo com Adrighetto et al.(1985), os fatos da proteína ser o macronutriente mais importante para o crescimento e o ingrediente mais oneroso das dietas, orientam as pesquisas científicas no sentido de se conhecer a menor quantidade desse ingrediente que o organismo precisa para retribuir com melhor produção e sendo o carboidrato o nutriente energético de menor custo na constituição das rações (SILVEIRA et al., 2009), faz-se necessário o conhecimento das proporções ideais desses constituintes, na sua formulação, para a maximização da obtenção do lucro no cultivo intensivo de peixes.

Em função da importância de determinação da relação entre proteína e carboidrato nas dietas de peixes, aliada ao potencial comercial e zootécnico dessa espécie para a piscicultura intensiva na região do semiárido, este estudo teve como objetivo estabelecer a proporção ideal entre proteína/carboidrato na alimentação de juvenis do pacamã, verificando a sua adaptação metabólica e o desempenho zootécnico frente a diferentes dietas, propondo assim, um nível ideal de proteína na composição de sua dieta.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTIVO DE PEIXES NATIVOS

Existem várias vantagens em se cultivar espécies de peixes nativos quando comparados com os exóticos, principalmente pela boa aceitação nos mercados locais, adaptação às condições ambientais e o reduzido risco de introdução de espécies indesejadas no ambiente (REIDEL,2007).

A participação das espécies nativas, na produção de peixes provenientes da piscicultura nacional, tem aumentado em volume desde os primeiros registros. Destacando-se neste contexto o surubim e o tambaqui, ambos obtiveram um crescimento considerável, sendo o crescimento médio da produção de 19,4% e de 14% respectivamente, principalmente nos últimos anos MPA (2010).

O aumento na produção de nativos se deu devido aos avanços tecnológicos implementados por algumas instituições oficiais, enfatizando o trabalho da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) que, por meio de um convênio de transferência de tecnologia com uma empresa húngara, conseguiu produzir massivamente alevinos de algumas espécies, o que gerou várias publicações com detalhes sobre reprodução, larvicultura e alevinagem (KUBITZA, 2007).

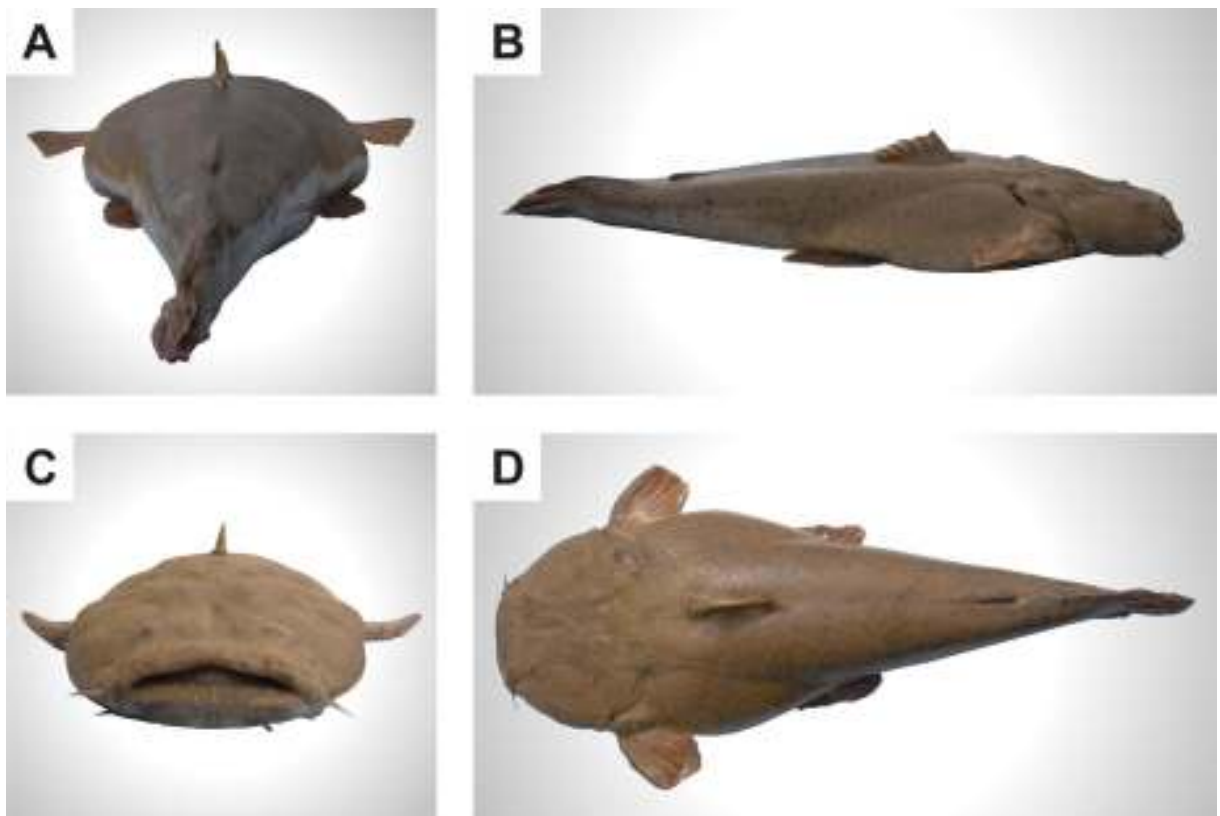
Ressalta-se o trabalho no Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias (antiga Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias), da CODEVASF em Minas Gerais onde, de acordo com SATO et al. (2003), foi desenvolvida a tecnologia de reprodução de mais de vinte espécies de peixes autóctones do São Francisco. Entre elas, destaca-se a primeira desova do surubim, que viabilizou a produção massiva de alevinos e a piscicultura comercial dessa espécie em todo território nacional.

Outro siluriforme, o pacamã, também se destaca na produção de peixes autóctones do São Francisco, sendo a sua produção atualmente utilizada para a

recomposição da ictiofauna da bacia, porém possui características zootécnicas que o credenciam como um candidato ao cultivo comercial (TENÓRIO, 2003).

### 2.1.1 O Pacamã, *Lophosilurus alexandri* Steindachner, 1877

O peixe carnívoro *Lophosilurus alexandri* Steindachner, 1877, pertencente à família Pseudopimelodide (Ordem Siluriformes), conhecido vulgarmente como pacamã, pocomã, pacamão, niquim e ainda, linguado do São Francisco, que é espécie endêmica da Bacia do rio de mesmo nome (BRITSKI et al., 1988; REIS et al., 2003).



**Figura 1.** Vista traseira (A), vista lateral (B), vista frontal (C) e vista dorsal (D) de um exemplar adulto de pacamã - *Lophosilurus alexandri* Steindachner, 1877. Fotos: O autor

Segundo o catálogo dos peixes de água doce das América Central e do Sul editado por Reis et al. (2003), o pacamã está classificado de acordo com a seguinte sistemática:

Super Classe: Pisces

Classe: Osteichthyes

Subclasse: Actinopterygii

Ordem: Siluriformes

Subordem: Siluroidei

Família: Pseudopimelodidae

Gênero: *Lophiosilurus* Steindachner, 1877

Espécie: *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877

É um peixe psamófilo, isto é, que desova na areia, (RIZZO; GODINHO, 2003), formando ninhos. Possui ovos adesivos e cuidado parental, onde o macho cuida da massa de ovos e posteriormente das larvas recém eclodidas.

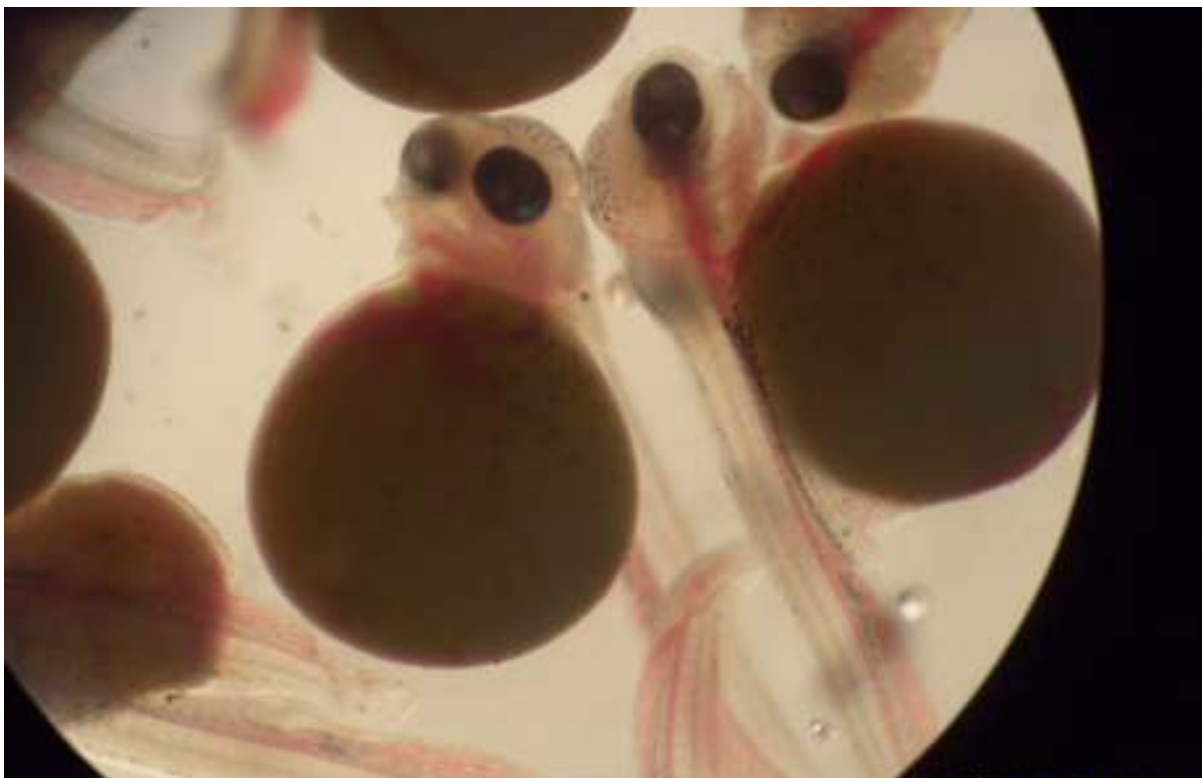
Sato et al. (2003), afirmam que os ninhos, feitos em bancos de areia em regiões rasas nos rios, possuem cerca de 40 a 50 cm de diâmetro e profundidade de 8 a 10 cm. A fêmea desova várias vezes (desova parcelada) na estação reprodutiva, que pode durar praticamente todo o ano, com exceção entre os meses de maio e julho quando a temperatura da água, no sub-médio do São Francisco, pode chegar a 18°C.



**Figura 2.** Pacamã cuidando dos ovos no ninho

Foto: O autor.

Segundo os mesmos autores, o ovócito não hidratado do pacamã possui o maior tamanho dentre 23 espécies de peixes da bacia do rio São Francisco estudadas, sendo o seu diâmetro ( $3056,72 \pm 154,24\mu\text{m}$ ) próximo ao dobro do segundo maior; com as larvas recém-eclodidas, acontece o mesmo,  $8405,10 \pm 104,20\mu\text{m}$  contra  $2876,01 \pm 81,95\mu\text{m}$  do surubim, por exemplo, possuindo grande reserva vitelínica.



**Figura 3.** Larvas de pacamã – Saco vitelino.

Foto: O autor

Na larvicultura de peixes carnívoros, o tamanho da larva é muito importante, pois pode determinar o diâmetro da boca que, conseqüentemente, influencia diretamente na predação do alimento exógeno a ser ofertado. Larvas de várias espécies inicialmente apresentam pequena abertura de boca, que possibilita apenas o consumo de presas pequenas (HUNTER, 1984).

Alguns autores estudaram a larvicultura dessa espécie: Pedreira et al. (2008) verificaram que o zooplâncton de maior tamanho, ofertado como alimento, proporcionou melhores índices de desempenho e favoreceu o seu potencial de crescimento; Lópes; Sampaio (2000) observaram que a alta densidade na estocagem influenciou negativamente a sobrevivência das larvas; Santos et. al (2007) entenderam que o nível de alimentação inicial influenciou no crescimento, mas não teve efeito na sobrevivência e Luz e Santos (2008) concluíram que larvas de *Lophosilurus alexandri* podem ser criadas em água doce ou 2‰ de salinidade, em qualquer das densidades utilizadas no estudo e que náuplios de *Artemia* sp. são ótimos recursos para alimentá-las.

A toxidez de amônia não ionizada foi testada em quatro espécies de peixes do São Francisco por Cardoso (1992), que verificou a maior resistência do pacamã em

relação às outras espécies, mostrando mais uma característica desejável para peixes cultiváveis.

A técnica de treinamento alimentar utilizada usualmente para condicionamento de juvenis de peixes carnívoros, foi testada com o pacamã por Santos et al. (2007) e Campeche et al. (2009) com vários ingredientes diferentes, porém resultados opostos foram encontrados quanto à eficiência da aplicação dos métodos.

Tenório (2003) estudou aspectos da biologia reprodutiva do pacamã e verificou que o dimorfismo sexual não é constante, é de fácil reprodução, sendo entre os meses de setembro e março a época de maior atividade reprodutiva e que se pode cultivá-lo em alta densidade de estocagem em tanques-rede.

O interesse comercial por essa espécie de peixe é grande na região do submédio São Francisco. Em trabalho realizado por Melo et al. (2006) esses verificaram que, na região do Sertão do São Francisco (Juazeiro - BA e Petrolina - PE) a procura pela carne de pacamã é acima de 15% dos consumidores, entre as classes baixa, média e alta. Como peixe ornamental, tem alto valor de mercado (TENÓRIO, 2003), podendo ser comercializado em unidades enquanto alevino ou juvenil, diferentemente de outras espécies, que são comercializados aos milheiros. Tais fatos reforçam que é uma espécie com potencial para criação comercial; no entanto, não existe um protocolo definido para o cultivo nas fases de cria, recria e engorda.

## 2.2 NUTRIÇÃO DE PEIXES

O estudo da nutrição dos peixes ainda é um assunto que causa muita polêmica na piscicultura. A dificuldade de se chegar a um consenso sobre as exigências nutricionais está ligada principalmente às diferenças entre as diversas espécies de peixes de importância comercial e às distintas fases de produção. Além disso, os peixes, quando comparados com espécies terrestres, possuem características peculiares quanto às necessidades e à utilização dos nutrientes, que



estão diretamente relacionados com o meio em que vivem. A variabilidade das matérias-primas empregadas no preparo de rações balanceadas, o hábito alimentar e as metodologias experimentais utilizadas são outros fatores que, influenciam na determinação das suas exigências nutricionais (PEZZATO et al., 2004; ROTTA, 2002).

Segundo Soares (2008), os teores de energia e proteína têm norteado os estudos de exigências nutricionais das espécies de peixes carnívoros, apropriadas ao cultivo. Isso está ligado ao fato de os peixes possuírem a necessidade de energia proporcionalmente menor que as dos animais homeotérmicos e utilizarem a proteína como principal fonte de energia (ROTTA, 2002).

A alimentação é o item mais oneroso na criação de peixes, chegando a representar até 80% dos custos operacionais, sendo a proteína o seu constituinte mais caro e o carboidrato a fonte energética menos dispendiosa (KUBITZA, 1998; SILVEIRA et al., 2009).

Com o conhecimento do atendimento das proporções ideais da relação proteína/carboidrato, pode-se otimizar o desenvolvimento produtivo: maximizando o desempenho zootécnico e diminuindo a perda de nutrientes pela excreção para o meio, minimizando a poluição.

### **2.2.1 Utilização da proteína pelos peixes**

Segundo o NRC (1993), as proteínas são macronutrientes compostos basicamente por 20  $\alpha$ -aminoácidos padrões unidos em cadeias, por ligações peptídicas covalentes, podendo, essas cadeias, estar ligadas entre si, através de ligações mais fracas como pontes dissulfeto, pontes de hidrogênio e forças de van der Waals. A composição e biodisponibilidade dos aminoácidos pode variar de acordo com a fonte protéica, sendo a farinha de peixe um dos ingredientes mais empregados, por possuir um balanço de aminoácidos, que mais satisfazem as exigências dos peixes.

Assim como os outros animais, os peixes necessitam de uma fonte permanente de aminoácidos para a síntese de compostos nitrogenados, como algumas proteínas dos tecidos, formação de hormônios, composição de nucleotídeos. Além disso, os aminoácidos também podem ser usados como fonte energética. Esses são fornecidos pela dieta e pela degradação da proteína endógena. A maior parte dos aminoácidos do corpo é componente dos tecidos, sendo os níveis de aminoácidos livres nos tecidos relativamente baixos, ocasionando a necessidade de um fornecimento constante de aminoácido para a manutenção da vida (HALVER; HARDY, 2002).

Os peixes exigem maiores quantidades de proteína dietética se comparados aos outros animais. Essa exigência é acentuada nos carnívoros em função dos seus hábitos alimentares nos ambientes silvestres, por ser utilizada como principal fonte energética, devendo suprir até metade da energia da sua dieta (ROTTA, 2002).

De acordo com Pezzato et al. (2004), as rações para peixes devem conter entre 24,0 e 50,0% de proteína bruta, em função da fase de desenvolvimento, do ambiente e da espécie. Essa aparente maior exigência de proteína na dieta é explicada pelo fato de o peixe apresentar menor consumo de energia, principalmente por não precisar regular a temperatura corpórea, como os homeotermos, gastar pouca energia para se manter em equilíbrio na água e ser capaz de utilizar mais eficientemente esse macronutriente como fonte de energia, uma vez que a excreção dos subprodutos do metabolismo dos aminoácidos é feita passivamente pelas brânquias, com reduzido custo energético.

#### 2.2.1.1 Metabolismo protéico

Seixas Filho (2004) afirma que as proteínas são hidrolisadas a aminoácidos e caem na corrente sanguínea, podendo, a partir daí, seguir a direção metabólica da biossíntese, para a formação de novas proteínas funcionais – via anabólica; ou seguir a direção do desenvolvimento de esqueletos de carbono a partir da

desaminação da proteína muscular que podem servir como fonte de energia e de gordura – via catabólica.

O metabolismo da proteína corporal é um processo contínuo de síntese e degradação, onde as proteínas são constantemente substituídas de forma cíclica - Turnover. Esse processo pode ocorrer em vários órgãos do corpo, principalmente no fígado e nos músculos; é extremamente específico em nível de tecido, mas em geral, o peixe catabolize 40-50% de proteínas do corpo para ser retornado para o pool de precursores e reutilizado para a síntese protéica (DABROWSKI; GUDERLEY, 2002).

A utilização da proteína como fonte de energia pode ocorrer durante o jejum, quando a proteína corpórea é degradada produzindo esqueletos de carbono, ou com o consumo excessivo desse macronutriente, quando os aminoácidos livres, provenientes da sua degradação, chegam até o fígado pela veia porta, onde, então, sofrem a desaminação e formam os esqueletos de carbono que podem ser catabolizados para produção de energia. Esse mecanismo é, provavelmente, muito utilizado pelos peixes que utilizam a proteína como energia em preferência ao carboidrato (DABROWSKI; GUDERLEY, 2002; SEIXAS FILHO, 2004; TAKAHASHI, 2005).

Gliconeogênese ou neoglicogênese são termos utilizados para indicar a síntese de glicose e glicogênio, por meio de vias metabólicas, que utilizam outra fonte de nutrientes, que não seja carboidrato. O aumento da concentração dos aminoácidos livres no plasma sanguíneo pode indicar gliconeogênese a partir do excesso da proteína ingerida na dieta ou da degradação da proteína muscular devido ao jejum, podendo essa taxa de concentração auxiliar no entendimento dessas vias metabólicas (PEZZATO et al., 2004; SEIXAS FILHO, 2004).

### 2.2.1.2 Excreção de produtos nitrogenados

Diferentemente da maioria dos outros vertebrados, os teleósteos excretam até 90% do Nitrogênio sob a forma de Amônia, sendo quase a sua totalidade eliminada pelas brânquias, o restante, uréia, ácido úrico, creatina, creatinina, óxido trimetilamina e aminoácidos, é eliminado, sobretudo, pela via urinária. As aves e mamíferos excretam, principalmente, ácido úrico e uréia; respectivamente, a síntese desses metabólitos, a partir da amônia, é realizada com gasto energético. Esse mecanismo especial dos peixes deve explicar a utilização de aminoácidos como fonte de energia (HALVER; HARDY, 2002; PEZZATO et al. , 2004; SEIXAS FILHO, 2004).

No processo de catabolismo dos aminoácidos, mediante a desaminação oxidativa, ocorre a geração da amônia, que é o mais simples composto dos produtos de excreção. Caso não seja reutilizada na síntese de outros compostos nitrogenados, deve ser excretada, não podendo ser acumulada no organismo por ser tóxica. Durante a excreção, pode ser transportada nas formas livre, ionizada ou ligada a aminoácidos, que são desaminados na superfície das brânquias, onde é excretada facilmente pela sua membrana por ser uma molécula de pequeno tamanho e dissolve-se prontamente na água, causando uma perda mínima de energia, porém, causando poluição ao meio onde é excretada (HALVER, HARDY, 2002; PEZZATO et al. , 2004; SEIXAS FILHO, 2004).

### 2.2.2 Utilização do carboidrato pelos peixes

A menor exigência energética em peixes, quando comparada com outros animais de sangue quente, pode estar relacionada à desnecessária manutenção da temperatura corporal constante, à sustentação do equilíbrio dentro d'água e à forma de excreção dos metabólitos nitrogenados, que em vez de excretar uréia e ácido úrico, como mamíferos e aves, respectivamente, excretam amônia como resultado do catabolismo de compostos nitrogenados (PEZZATO et al. , 2004).

De acordo com Takahashi (2005), a adição de carboidrato na produção de ração pode promover economia, devido ao custo mais barato dessa fonte de energia e ao efeito economizador de proteínas, que podem exercer, atuando ainda como fator de redução de impacto ambiental.

Em função da espécie, existe uma variação na condição de metabolismo e absorção dos carboidratos, devido à diferença do trato digestivo e da ecologia dos peixes. Os carnívoros têm uma capacidade de catabolizar carboidratos reduzida em relação aos peixes onívoros e herbívoros, devido à variação da anatomia do intestino entre as espécies. Além disso, os peixes tropicais e de água doce hidrolisam maiores quantidades de carboidratos das dietas que os de água temperada e salgada (NRC,1993; STONE, 2003).

Porém, de acordo com Seixas Filho (2004), não só nos peixes carnívoros a digestibilidade é reduzida. Alguns teleósteos com metabolismo intermediário também possuem essa característica, atribuindo isso à baixa atividade dos hormônios, que controlam o metabolismo dos carboidratos.

A ingestão de carboidratos pode afetar o uso de outros nutrientes da dieta dos peixes. O aumento desse componente na composição de rações, para espécies carnívoras, pode resultar na redução da utilização do alimento por saciamento, devido ao alto valor energético desse nutriente e a sua pronta disponibilidade na digestão. Em contraponto, a reduzida utilização do uso desse nutriente, a níveis menores que o ideal, pode resultar na deficiência do aproveitamento de outros nutrientes para o desenvolvimento ontogênico (CHAPALAMADUGU et al., 2009; HEMRE et al., 2002).

#### 2.2.2.1 Metabolismo dos carboidratos

Assim como os outros, animais o metabolismo dos carboidratos é a principal via energética dos peixes de uma forma geral, fornecendo glicose para as suas células. Porém, se ingerida em excesso, a glicose é polimerizada a glicogênio,

sendo armazenada no fígado e no músculo, mobilizada por ações hormonais e enzimáticas, ou ainda convertida em gordura (DABROWSKI; GUDERLEY, 2002; SILVEIRA et al., 2009).

O conhecimento do papel dos carboidratos na alimentação e na contribuição da glicose para manutenção da exigência de energia total dos peixes ainda está obscuro, apesar de alguns estudos terem identificado várias enzimas e vias metabólicas da glicose, indicando que a regulação hormonal e metabólica de carboidrato e energia varia de acordo com a espécie de peixe e parece ser diferente dos mamíferos (NRC, 1994).

Embora a glicose seja a principal molécula para o metabolismo energético dos vertebrados, em especial nos mamíferos, nos peixes não parece ter a mesma importância, devendo ter seu uso subordinado ao papel das proteínas e lipídeos (HEMRE et al., 2002).

Seixas Filho (2004) atribui à baixa atividade hormonal, no controle metabólico da hidrólise do carboidrato, a reduzida digestibilidade desse nutriente em peixes carnívoros e de metabolismo intermediário, comparando os peixes a mamíferos diabéticos, sugerindo a falta de estímulo da glicólise pela ineficiência do controle da insulina. Uma maior eficiência de insulina diminui os níveis de glicose no sangue e acelera a utilização nos tecidos ou a transformação em glicogênio, que é armazenado, principalmente, no fígado. A deficiência da insulina aumenta a concentração de glicose no sangue, prejudicando o metabolismo desse nutriente, causando uma redução na glicogênese e diminuindo a concentração de glicogênio.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DESENHO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado durante um período de 60 dias entre os dias 24 de janeiro e 09 de abril de 2010, no Laboratório de Aquicultura do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) no município de Petrolina, estado de Pernambuco, Brasil. Georeferenciado pelas coordenadas Latitude 9°19'28.32"S e Longitude 40°33'37.82"O.

Foram utilizadas, neste trabalho, 12 Unidades Experimentais (UE) distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 tratamentos e 3 repetições, constando cada unidade de uma caixa d'água circular de poliuretano, com capacidade de 500 l, em um sistema de recirculação com filtro mecânico e biológico feitos de brita e areia, onde foi realizada diariamente a troca de 1/4 do volume total do sistema. As caixas foram cobertas com tela tipo sombrite com 40% de cobertura para proteger os animais da luminosidade excessiva e evitar o acesso de eventuais predadores. Essa era removida apenas durante os arraçoamentos, sifonagens e biometrias.

Em cada UE, foram acondicionados 20 juvenis de pacamã, com peso médio inicial de 1,90g ± 0,03, provenientes do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Bebedouro – 3ª Superintendência Regional da CODEVASF, onde foram obtidos por meio da coleta de ovos de desova natural em tanques de alvenaria com fundos de areia e posterior tratamento em laboratório de larvicultura e alevinagem, com condicionamento alimentar para a alimentação com ração.

Os animais passaram por um período de sete dias de adaptação com a ração experimental, quando se fez a biometria inicial e começou efetivamente o experimento que teve a duração total de 60 dias, onde os juvenis de pacamã foram alimentados, com quatro dietas experimentais com níveis decrescentes da relação entre proteína bruta e carboidrato (1,24; 0,84; 0,51 e 0,33) e com quatro repetições

cada tratamento, a uma taxa de alimentação diária de 8% da biomassa divididos em dois tratamentos, às 8h e às 17h.

A assepsia das UEs foi feita por meio de um sifonamento diário das caixas d'água para a retirada das fezes e eventuais sobras de ração. Posteriormente, foi feita a reposição da água, cerca de 1/4 do volume total do sistema, perdida na limpeza.

Foram realizadas duas medições diárias da temperatura e pH, às oito e dezessete horas, antes da alimentação dos peixes e semanais do Oxigênio Dissolvido (OD), com aparelhos digitais portáteis.

A biometria inicial foi realizada no sétimo dia após a chegada dos peixes ao local do experimento. Depois de quinze dias, foi realizada a segunda; após trinta dias, a terceira e posteriormente, aos sessenta dias, a quarta e última biometria, sendo a ração ajustada após cada biometria.



**Figura 4.** Pesagem dos animais em balança de precisão

Foto: O autor



As caixas d'água foram marcadas com etiquetas adesivas, indicando o tratamento e a repetição correspondente à UE, para facilitar o arraçoamento, que foi pesado individualmente em balança eletrônica de precisão, para cada alimentação.



**Figura 5.** Punção na veia caudal para retirada do sangue do pacamã.

Foto: CODEVASF

Ao final do experimento, todos os peixes foram levados ao Laboratório de Aquicultura da UNIVASF, onde foram insensibilizados em gelo por cerca de cinco minutos, retirado o sangue com punção da veia caudal, medidos e pesados para calcular os parâmetros zootécnicos e sacrificados com incisão da coluna vertebral. Foram amostrados aleatoriamente dez indivíduos de cada tratamento para a retirada do sangue, fígado e gordura visceral, a fim de serem verificados alguns índices bioquímicos e biométricos dos animais.

## 3.2 DIETA EXPERIMENTAL

### 3.2.1 Formulação e preparo das rações

A formulação das dietas experimentais foi realizada visando obter quatro diferentes níveis de relação proteína:carboidrato (Tabela 1). Os ingredientes das rações foram triturados de forma a obter a menor granulação possível. As principais fontes de proteína utilizadas foram a farinha de peixe e o farelo de soja tostado, a de carboidrato, a farinha de milho e a de lipídios, o óleo de soja. Como suplementos alimentares, foram adicionados uma pré-mistura vitamínico/mineral e vitamina C, e acrescentado o antioxidante BHT (Butil-hidroxi-tolueno).

Após a pesagem e homogeneização dos ingredientes, as dietas foram elaboradas e acrescidas de água a 45°C na proporção de 12% sobre seu peso total. Logo em seguida, foram peletizadas em moinho de carne e desidratadas em estufa de ventilação forçada a 45°C, durante um período de 24 horas, mantidas sob refrigeração a 5°C (adaptado de FURUYA et al., 2001). Para o uso diário, as dietas foram acondicionadas em recipientes de plástico com tampas herméticas, identificados por etiqueta impermeável, contendo o nome da dieta, estocados em geladeira a 5°C até seu uso e retornando à mesma após cada refeição ofertada.

### 3.2.2 Análise bromatológica das rações

As determinações bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição animal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA SEMIÁRIDO) e no Laboratório de Bromatologia da UNIVASF, seguindo as metodologias descritas por Silva (1990) e Van Soest (1994) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Formulação, composição percentual (%) e composição bromatológica das dietas utilizadas na alimentação de juvenis de *Lophosilurus alexandri*. Petrolina, 2010.

INGREDIENTES	Relações PB:CHO			
	1,24	0,84	0,51	0,33
Farinha de peixe	64,1	51,6	39,1	26,6
Farelo de soja	10	7,5	5	2,5
Farinha de milho	15	30	45	60
Óleo de soja	8	8	8	8
Premix mineral e Vitamínico <sup>1</sup>	2	2	2	2
Vit C <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01
Fosfato bicálcico	0,84	0,84	0,84	0,84
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL				
<b>PB (%)</b>	39,52	34,06	27,03	20,84
<b>ENN (%)</b>	31,90	40,64	52,55	62,83
<b>EB:PB(Kcal. g -1)</b>	13,32	15,50	19,20	24,66
<b>EB (Kcal/kg)</b>	5263	5279	5190	5139
<b>EE (%)</b>	9,81	9,05	8,88	8,02
<b>FB (%)</b>	2,95	2,90	2,98	3,04
<b>MM (%)</b>	18,82	16,35	12,56	09,27
<b>MO (%)</b>	81,18	83,65	87,44	90,73
<b>MS (%)</b>	94,21	93,64	93,19	90,75

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.;

2. **Vit. C** (BASF, São Paulo-SP): sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo (*calcic salt, ascorbic acid 2-monophosphate - 42% active principle*);

3. **Butil-Hidroxi-tolueno** (*Butyl-hydroxi-toluen*).

4. **PB** - Proteína bruta; **ENN** - Extrativos não nitrogenados; **EB:PB** - Relação energia bruta:Proteína bruta; **EB** - Energia bruta; **EE** - Extrato etéreo; **FB** - Fibra bruta; **MM** - Matéria mineral; **MO** - Matéria orgânica; **MS** - Matéria seca; **CHO** - Carboidrato; **PB:CHO** - Proporção proteína bruta/carboidrato.

### 3.3 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

Após cada biometria, os índices de desempenho produtivo dos diferentes tratamentos foram calculados e avaliados de acordo com os parâmetros de caráter zootécnico.

#### 3.3.1 Peso médio (PM)

Foi obtido pela da média da pesagem, em gramas, dos indivíduos por cada tratamento, em cada biometria:

$$\text{Peso Médio} = \text{PM (g)}$$

#### 3.3.2 Ganho de peso médio (GPM)

Definido como sendo a diferença do peso final (PF) e o peso inicial (PI) da biomassa de cada tratamento em um intervalo de tempo, o resultado expresso em gramas (g) e calculado pela expressão:

$$\text{GPM (g)} = (\text{PF} - \text{PI})$$

#### 3.3.3 Ganho de peso médio diário (GPMD)

Parâmetro obtido pela diferença do peso final (PF) e o peso inicial (PI) da biomassa de cada tratamento num intervalo de tempo em dias, com resultado expresso em gramas por dias ( $\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) e definido pela expressão:

$$\text{GPMD (g.dia}^{-1}\text{)} = [(PF-PI). (t_2-t_1)^{-1}]$$

### 3.3.4 Taxa de crescimento específico diário (TCE)

De acordo com Legendre; Kerdchuen, (1995) é a taxa, que expressa em valores percentuais do logaritmo neperiano do ganho de peso, em relação ao tempo, em dias e definida pela equação:

$$\text{TCE (\%.dia}^{-1}\text{)} = [(\ln PF - \ln PI). 100.t^{-1}]$$

### 3.3.5 Consumo total de ração aparente (CTRA)

É definido como sendo quantidade total de ração ofertada para cada tratamento, durante cada período, expressa em gramas (g).

### 3.3.6 Conversão alimentar aparente (CAA)

É o índice determinado pela razão entre a quantidade de alimento oferecido em gramas (AO) e o ganho de peso médio (GPM) no mesmo intervalo de tempo (OKAMOTO et al., 2006), calculado por meio da equação:

$$\text{CAA} = \text{AO.GPM}^{-1}$$

### 3.3.7 Rendimento de carcaça (RC)

Percentual representativo do peso do animal eviscerado (C) em relação ao peso vivo (PV), obtido pela equação:

$$RC (\%) = (C.100.PV^{-1})$$

### 3.3.8 Percentual de gordura visceral (GV)

É o percentual da gordura visceral (GV) em relação ao peso vivo do animal (PV), calculado pela expressão:

$$GV (\%) = (PGV. 100. PV^{-1})$$

## 3.4 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE TECIDOS E PLASMA

Ao término do período experimental e após a última biometria, foram escolhidos aleatoriamente dez animais de cada tratamento, previamente insensibilizados em água com gelo, para a obtenção de sangue e tecido hepático. O sangue foi obtido mediante a punção da veia caudal e imediatamente realizada a análise da glicose, sendo, posteriormente, submetido a uma centrifugação para separação do plasma. Em seguida, os animais foram sacrificados e realizou-se a coleta de seus fígados para a determinação dos intermediários metabólicos. Foram eviscerados e determinados os pesos de carcaça e gordura visceral cavitária. O tecido hepático obtido foi rapidamente congelado em nitrogênio líquido e armazenado em freezer a -80°C para posterior realização das análises.

Feita a da punção da veia caudal de cada animal, foram obtidos 2000µL de sangue, armazenados em microtubos plásticos com tampa, contendo, como anticoagulante, EDTA (Ácido Etilenodiamino Tetra Acético) 0,5M. O sangue foi

mantido sob refrigeração para a análise imediata no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Nesse, o sangue foi centrifugado a 5.000 rpm por 5 min para a extração do plasma, o qual foi utilizado nas determinações da glicemia e de aminoácidos livres.

### **3.4.1 Determinações dos intermediários metabólicos**

#### **3.4.1.1 Glicemia (GL)**

A glicemia foi avaliada por método enzimático onde a dosagem da glicose plasmática foi determinada por espectrofotometria (Labtest, HK Liquiform®). O método fundamenta-se na catálise pela glicose oxidase, da reação de glicose a ácido Glucônico, formando peróxido de hidrogênio, que reage com 4-aminoantipirina e fenol, sob a ação catalisadora da Peroxidase, por uma reação oxidativa de acoplamento, formando uma antipirilquinonimina vermelha cuja intensidade de cor é proporcional à avaliação da concentração de glicose na amostra. Lido em espectrofotômetro sob luz com comprimento de onda de 550nm. Calculou-se a glicemia por meio da fórmula:  $\text{Glicose (mg.dL}^{-1}\text{)} = \text{Absorbância do teste} \times \text{Fator de calibragem}$ , sendo o fator de calibragem igual a 100 dividido pela absorbância do padrão (KAPLAN; PESCE, 1987). Expressou-se a glicose no sangue em  $\text{mg.dL}^{-1}$ .

#### **3.4.1.2 Glicogênio hepático (GH)**

Realizou-se a determinação de glicogênio no fígado dos animais, conforme a metodologia descrita por Bidinotto et al., (1997). Transferiu-se os tecidos de cada animal para um tubo de ensaio na proporção de 50 a 100 mg de tecido para 1,0 mL

de KOH a 6,0N e incubados por 1 a 2 minutos em banho-maria a 100 °C. Após a dissolução dos tecidos, 250 µL desse extrato foi transferido para um tubo, onde se adicionaram 3 mL de etanol e 100 µL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10 %. Logo após, o tubo passou por agitador e centrifugado a 2.000 rpm por 1 minuto. Utilizou-se o sobrenadante para a determinação de seu teor de açúcares redutores totais por intermédio de Kit comercial (Labtest, HK Liquiform®). O conteúdo de glicogênio no trato hepático foi expresso nmol.g<sup>-1</sup>.

#### 3.4.1.3 Aminoácidos totais livres (ATL)

O teor de aminoácidos livres no plasma foi determinado por meio dos extratos neutros segundo Copley (1941). O volume de 0,5 ml de cada amostra foi adicionado a 1,0 mL de solução ninhidrina 0,1% em propanol. Os tubos de reação foram colocados a 50 graus por 45 minutos em banho maria, 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 100 nmoles. Os valores de ATL foram descritos em nanomoles por mililitros de plasma (nmoles.ml de plasma<sup>-1</sup>).

### 3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com quatro tratamentos e três repetições. Realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas mediante o teste de Tukey com nível de significância de 5%. Quando significativo, procedeu-se, também, à análise de regressão dos dados através do programa estatístico SAS 9.1.3 “for Windows Microsoft” (SAS, 2007).



## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA**

Os valores médios dos parâmetros de qualidade de água, medidos durante o experimento, mantiveram-se dentro dos padrões recomendáveis para a produção de peixes de clima tropical de acordo com Boyd (1998). A média de oxigênio dissolvido ficou em  $5,2 \pm 0,18$  mg de  $O_2 \cdot L^{-1}$ , a temperatura da água, medida em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ), teve seus valores de  $25,60 \pm 0,77$  e  $27,5 \pm 0,86$  para manhã e tarde, respectivamente, e os valores do pH obtidos, medidos durante os mesmos turnos, foram de  $7,39 \pm 0,36$  e  $7,4 \pm 0,38$ , respectivamente.

### **4.2 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS**

#### **4.2.1 Peso médio (PM)**

Observa-se, na Tabela 2, os resultados para PM dos animais, obtidos durante o experimento. O peso médio inicial (PM inicial) dos peixes obtidos para o estudo não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ( $P \geq 0,05$ ). Logo na biometria realizada nos primeiros quinze dias do período experimental, verificou-se diferença estatística entre os tratamentos, tendo a relação proteína:carboidrato (PB:CHO) influenciado significativamente no peso dos animais ( $P \leq 0,05$ ). Os resultados de PM, ao final do experimento, demonstraram diferença significativa, apontando que quanto maior o valor da relação PB:CHO maior o PM dos animais, sendo o maior peso alcançado pela relação de 1,24.

Resultado diferente foi encontrado por Souza (2010), comparando relações PB:CHO semelhantes na dieta para híbrido interespecífico entre *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) e *Leiarius marmoratus* (macho), utilizando animais de peso médio inicial com 12,63g, o qual observou que as relações 1,24 e 0,84 apresentaram maiores desempenho para PM ao final do experimento, 28,05g e 28,86g, respectivamente. Em pesquisa realizada por Aksnes (1995) com o carnívoro salmão do Atlântico, *Salmo salar* L., foram testados níveis crescentes de carboidratos para substituir a proteína nas dietas dos animais, utilizando as relações PB:CHO : 25,08; 5,31; 2,75 e 1,66, e obteve maior crescimento com a relação de 5,3, sendo muito superior ao nosso trabalho com pacamã. Sampaio et al.(2000) pesquisaram a relação energia:proteína de alevinos do nativo tucunaré, *Chichla sp.*, de peso médio inicial de 10,00g, utilizaram dietas contendo concentrações de PB variando de 30,21 a 41,43% e relações PB:CHO entre 0,72 e 1,58, verificaram uma variação crescente no peso final desses carnívoros à medida que aumentou a relação PB:CHO, obtendo resultados, que variaram de 22,35 e 30,59g, expressando a mesma tendência encontrada por esse autor. Pérez et al. (1997) estudaram o crescimento de alevinos do robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) alimentados com dietas com níveis de PB variando entre 40% e 55%, em que parte da proteína foi substituída por carboidratos, e o melhor desempenho foi obtido com 45% de PB, valor superior ao melhor resultado da presente pesquisa, que foi atingido com 39,52% de PB. Hatlen et. al (2005) pesquisaram o halibut do Atlântico, *Hippoglossus hippoglossus*, de 60g alimentados com quatro dietas experimentais com diferentes conteúdos de proteína (41-56% ) em substituição ao amido (22-6%), e verificaram que os peixes tiveram uma melhor resposta aos maiores níveis de proteína, assim como o verificado por este autor. Melo et al. (2006) testaram os efeitos de diferentes níveis de PB, entre 20 e 41%, no metabolismo do jundiá, *Rhamdia quelen*, verificando que o desempenho dos animais melhorou com a elevação dos níveis de PB na dieta, como foi observado por este autor.

**Tabela 2.** Peso Médio (PM) de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* submetidos a dietas com diferentes relações proteína:carboidrato (PB:CHO).

Variáveis	1,24	0,84	0,51	0,33
PM inicial (g)	1,93a ± 0,18	1,88a ± 0,13	1,93a ± 0,14	1,88a ± 0,08
PM15 dias (g)	3,51a ± 0,21	3,09ab ± 0,19	2,63bc ± 0,21	2,47c ± 0,17
PM30 dias (g)	6,63a ± 0,38	5,56b ± 0,18	3,80c ± 0,48	3,12c ± 0,17
PM60 dias (g)	21,90a ± 2,93	13,14b ± 0,40	7,78c ± 1,60	4,94c ± 0,32

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.2 Ganho de peso médio (GPM)

Na Tabela 3, estão demonstrados os resultados para o parâmetro GPM, obtidos durante o estudo. Já na biometria realizada nos primeiros quinze dias do cultivo experimental, verificou-se diferença estatística ( $P \leq 0,05$ ), quando as relações PB:CHO de 1,24 e 0,84 apresentaram melhores resultados que os outros tratamentos, o que continuou no intervalo entre os 15° e 30° dias (GPM30). No intervalo entre os 30° e 60° dias (GPM60), assim como no final do estudo, observou-se que a relação que obteve o melhor desempenho para esse parâmetro foi a de 1,24 e demonstrou-se que os resultados pioravam à medida que se diminuía a quantidade de proteína nas dietas.

Em estudo realizado por Souza (2010), os GPMs que indicaram melhores desempenhos foram as relações PB:CHO 1,24 e 0,84, enquanto que, no presente estudo com o pacamã, a relação 1,24 obteve a melhor performance. Seabra (2010) utilizou dieta com 57,28% PB, com relação PB:CHO de 29,07 na fase inicial do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), durante 30 dias, obteve o melhor GPM de 2,65g. Os resultados obtidos por Sampaio et al.(2000), para esse parâmetro, seguiram a mesma tendência dos encontrados por este autor, e os melhores desempenhos foram conseguidos a partir do aumento dos valores da relação PB:CHO, encontrando-se, no seu maior valor, o melhor resultado. Resultados obtidos por Fabregat et. al, (2006), avaliando 3 níveis de PB, 28, 30 e 32%, em dietas para

juvenis de apaiari, *Astronotus ocellatus*, seguiram a mesma tendência dos observados por este autor, onde a maior relação PB:CHO de 0,89 induziu ao melhor desempenho desse parâmetro. Suárez (2002) estudou os efeitos Metabólicos das diferentes relações PB:CHO nas dietas de enguias (*Anguilla anguilla*) e truta (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando níveis de PB entre 19,8 e 45,9% para enguia e 20,6 e 45,4% para truta, tendo obtido resultados em ambas as espécies semelhantes ao encontrados no nosso trabalho, e o desempenho do GPM melhorou com o aumento do nível de PB na dieta. Cyrino (2000), em seu trabalho com Juvenis de black bass, *Micropterus salmoides*, utilizou níveis de PB, variando entre 34,02 e 53,29. Verificou os melhores desempenhos à medida que aumentou a concentração desse nutriente nas dietas, corroborando com nossos resultados.

**Tabela 3.** Ganho de Peso Médio (GPM) de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* submetidos a dietas com diferentes relações proteína:carboidrato (PB:CHO).

Variáveis	1,24	0,84	0,51	0,33
GPM 15dias (g)	1,59a ± 0,04	1,21a ± 0,23	0,70b ± 0,15	0,59b ± 0,09
GPM 30dias (g)	3,12a ± 0,59	2,47a ± 0,04	1,18b ± 0,27	0,65b ± 0,017
GPM 60dias (g)	15,27a ± 2,57	7,58b ± 0,39	3,98bc ± 1,46	1,82c ± 0,44
GPM Total (g)	19,98a ± 3,10	11,26b ± 0,29	5,85c ± 1,67	3,06c ± 0,36

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.3 Ganho de peso médio diário (GPMD)

Os dados para o parâmetro GPMD estão descritos na Tabela 4. Os resultados obtidos no GPMD apresentaram o mesmo efeito dos parâmetros de PM e GPM, na medida em que aumenta a relação PB:CHO, melhora-se o desempenho. Logo aos primeiros 15 dias, verificou-se diferença estatística entre os tratamentos de maior valor 1,24 e 0,84 e os de menor valor 0,51 e 0,33, entre os 15º e 30º dias (GPMD30) essa diferença persistiu. No intervalo entre os 30º e 60º dias (GPMD60) do estudo e ao final do experimento (GPMDT), mostrou-se o melhor desempenho da relação 1,24 quando comparada com as outras relações.

Seabra (2010) alcançou o desempenho de GPMD, com uma relação PB:CHO de 29,07, de 0,09g. Souza (2010) obteve resultado semelhante ao presente estudo para a melhor relação PB:CHO de 1,24. Baldan (2008) avaliou a tolerância do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, a variados níveis de CHO (28, 35 e 48%) na dieta e não verificou diferença no GPMD. Reidel (2007) testou níveis de proteína e energia em jundiás criados em tanques-rede e obteve resultados que corroboram com os encontrados por esse autor, tendo o desempenho melhorou com o aumento de PB na dieta.

#### **4.2.4 Taxa de crescimento específico diário (TCE)**

Os resultados da TCE estão dispostos na Tabela 4, onde se verificam os crescentes valores desse parâmetro à medida que aumenta os níveis da relação PB:CHO, tendo a relação 1,24 provocou uma TCE de 4,05, enquanto que a 0,33 provocou uma taxa de 1,61, demonstrando claramente as diferenças significativas entre os tratamentos.

Baldan (2008) não encontrou diferença entre os tratamentos para TCE, obtendo resultados divergentes dos encontrados no presente trabalho. Sánchez et al. (2009) estudaram a influência dos níveis de proteína (28, 32 e 36%) no crescimento de alevinos do bagre, *Leiarius marmoratus*, não verificaram diferença estatística entre os tratamentos, divergente dos nossos resultados. Souza (2009) encontrou resultados parcialmente diferentes deste autor, e os seus melhores resultados, 1,0 e 0,9% de TCE equivaleram as relações PB:CHO 1,24 e 0,84 contra 4,05% da relação 1,24 deste trabalho, demonstrando desempenho inferior. Teixeira et al. (2010) utilizando dietas com variados teores de proteína para o dourado, *Salminus brasiliensis*, com alevinos de 0,75g por 29 dias, encontraram resultados semelhantes ao do presente estudo com o maior nível de PB 57,63% e relação PB:CHO de 2,13, obtendo uma TCE de 4,8. Fernández et al. (2007) analisaram diferentes relações PB:CHO na dieta da dourada, *Sparus aurata*, obtendo resultados distintos dos encontrados por este autor, e a TCE não melhorou com o aumento da relação.

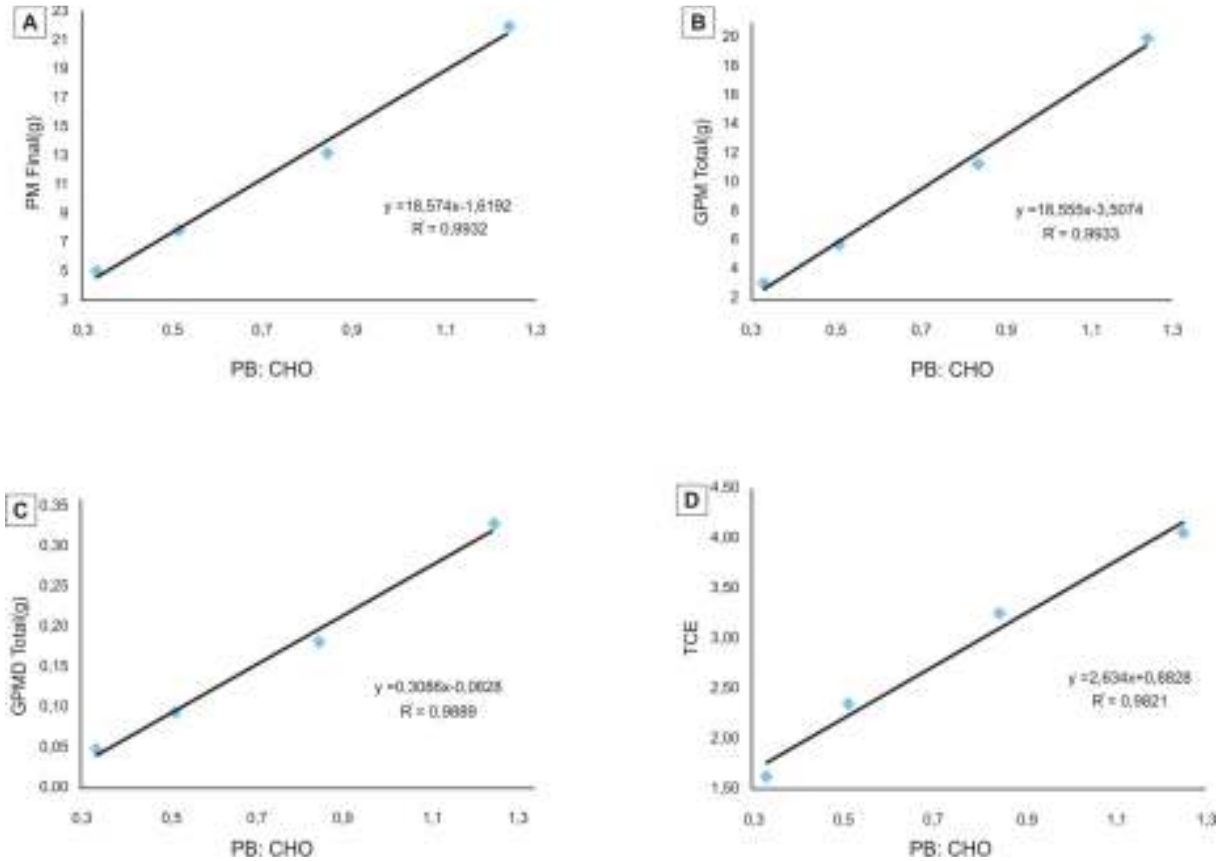
**Tabela 4.** Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) e Taxa de Crescimento Específico de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO).

<b>Variáveis</b>	<b>1,24</b>	<b>0,84</b>	<b>0,51</b>	<b>0,33</b>
GPMD 15	0,10a ± 0,00	0,08a ± 0,02	0,05b ± 0,01	0,04b ± 0,01
GPMD 30	0,21a ± 0,04	0,16a ± 0,00	0,08b ± 0,02	0,04b ± 0,00
GPMD 60	0,66a ± 0,10	0,37b ± 0,01	0,19c ± 0,06	0,10c ± 0,01
GPMD Total	0,33a ± 0,05	0,18b ± 0,00	0,09c ± 0,03	0,05c ± 0,01
Taxa de Crescimento Específico	4,05a ± 0,38	3,24b ± 0,07	2,30c ± 0,43	1,61d ± 0,16

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A figura 6 apresenta as regressões lineares dos parâmetros relacionados com os dados biométricos obtidos neste estudo, onde se observa, de forma clara, a influência positiva do aumento da relação PB:CHO, causando uma ascendência nos resultados de todos parâmetros estudados. Esses resultados contrapõem-se aos trabalhos com peixes de hábitos alimentares diferentes do pacamã e corroboram com outros experimentos com os carnívoros discutidos neste estudo; porém, as representações lineares das regressões, aliadas aos resultados de alguns trabalhos com peixes carnívoros aqui discutidos, quando maiores relações PB:CHO foram utilizadas e resultaram em melhor desempenho, demonstram que relações ainda maiores de PB:CHO podem apresentar resultados mais satisfatórios nos parâmetros de crescimento do pacamã. Os resultados biométricos da relação PB:CHO, 1,24, reforçam o potencial zootécnico para o cultivo comercial dessa espécie, apresentando desempenho favorável quando comparado com outros estudos relatados nesta discussão.



**Figura 6.** Representação gráfica da regressão entre o peso médio final (A), ganho de peso médio total (B), ganho de peso médio diário total (C) e taxa de crescimento específico (D) em relação às razões PB:CHO nas dietas experimentais.

#### 4.2.5 Consumo total de ração aparente (CTRA)

Na Tabela 5, estão expressos os resultados do CTRA para cada tratamento, onde se verifica aumento do consumo de acordo com o nível crescente de proteína na dieta e conseqüentemente da relação PB:CHO. Entre as relações 1,24 e 0,84, não houve diferença significativa, mas apresentaram resultados maiores que 0,51 e 0,33.

Aksnes (1995) verificou que o consumo de ração diminuiu à medida que aumentou o nível de carboidrato na dieta do salmão do Atlântico, o que corrobora com os resultados do presente estudo, indicando que a energia do carboidrato, mais prontamente disponível na ração, pode ter influenciado na saciedade dos peixes carnívoros, limitando o seu apetite. Sampaio et al. (2000) obtiveram resultados para o consumo de ração, que seguiram a mesma tendência, e os maiores CTRA seguiram os índices mais elevados de PB na dieta. No trabalho de Souza (2010), verificou-se diferença parcial do presente experimento, onde se obteve o maior CTRA com a relação PB:CHO de 0,84 e não foi verificada uma relação inversamente proporcional entre CHO e CTRA como a identificada pelo presente autor. Fabregat et. al, (2006) observaram resultados distintos aos obtidos no presente trabalho ao analisarem o CTRA, onde o aumento do consumo de ração não se comportou de forma linear de acordo com o acréscimo dos níveis de proteína na dieta dos apaiaris. Suárez et. al (2002) encontrou resultados semelhantes para ambas as espécies estudadas, tendo o consumo de ração diminuído a partir do decréscimo da relação PB:CHO, sendo esta diferença mais significativa no experimento com a truta, que apresentou diferença estatística entre todos tratamentos. De acordo com Baldan (2008), os índices de consumo diminuíram com o aumento da concentração de CHO, resultados que corroboram com os encontrados no nosso trabalho.

#### **4.2.6 Conversão alimentar aparente (CAA)**

Os índices de CAA das relações de proteína:carboidrato obtidos neste estudo estão descritos na Tabela 5, demonstrando que a de 1,24, assim como outros parâmetros estudados neste experimento, foi o que apresentou o melhor resultado, enquanto que as de 0,51 e 0,33 foram as que obtiveram os piores desempenhos. A diferença estatística apresentada foi bastante significativa, a qual pode ser marcante na viabilidade econômica de um cultivo comercial.



Em seu estudo, Souza (2010), verificou o melhor resultado para o parâmetro em questão com a relação 1,24, estando de acordo com o presente experimento, demonstrando que as crescentes relações PB:CHO influenciaram positivamente esse parâmetro. Na pesquisa de Sá; Fracalossi (2002) com alevinos da onívora piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, testando exigência protéica e relação energia:proteína, utilizou vários níveis de PB na dieta: 24, 26, 29, 32, 36 e 42%, obteve o melhor resultado para CAA igual a 1,06, com 26% de PB, indicando que o melhor desempenho para tal parâmetro não foi a de maior concentração de PB testada, diferentemente do encontrado por este autor. Teixeira et al., (2009) encontraram resultados semelhantes ao do presente estudo com o maior nível de PB 57,63% e relação PB:CHO de 2,13, obtiveram uma CAA e 1,03, observando, ainda, a melhora de forma exponencial desse importante parâmetro zootécnico à medida que aumentou a relação em estudo, assim como este autor. Sampaio et al.(2000) encontraram na maior relação PB:CHO estudada, 1,58, o melhor resultado (1,20) para este parâmetro e, corroborando com o presente estudo, verificaram que, com o aumento dessa relação melhorou a CAA. Resultados semelhantes aos deste estudo foram observados por Fabregat et al., (2006), tendo o aumento dos níveis da relação PB:CHO indicando melhoria na CAA dos animais. Baldan (2008) obteve resultados antagônicos aos encontrados por este autor, tendo o aumento dos índices de carboidratos melhorado a CAA. Resultados encontrados por Reidel (2007) seguiram a mesma tendência do nosso trabalho, melhorando a CAA com o aumento da PB na dieta.

#### **4.2.7 Rendimento de carcaça (RC)**

Para o parâmetro RC, observando os resultados descritos na Tabela 5, verificou-se que os melhores rendimentos foram obtidos com os tratamentos em que se encontravam os maiores valores para as relações PB:CHO. A maior relação, 1,24, apresentou resultado estatístico semelhante às 0,84 e 0,51, diferindo da 0,33, que apresentou o pior resultado, embora se tenha observado o crescimento desse índice à medida que se aumentou os valores da relação em valores absolutos.

Seabra (2010), utilizando a mesma espécie de peixe e uma relação PB:CHO superior, obteve resultados semelhantes de RC ao melhor tratamento deste estudo. No trabalho de Souza (2010), encontrou resultados análogos à relação 1,24 deste estudo; porém, não verificou diferença entre os tratamentos, antagonicamente ao encontrado pelo presente autor. Reidel (2007) observou diferenças não significativas com o aumento de PB para esse parâmetro, em desacordo com os nossos resultados. Burkert et al. (2008) trabalharam com rendimento de processamento de filé de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.), testando três tipos de ração com variação de PB e não verificou diferença entre os tratamentos.

**Tabela 5.** Parâmetros zootécnicos e índices biométricos de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* submetidos a diferentes relações Proteína:carboidrato (PB:CHO).

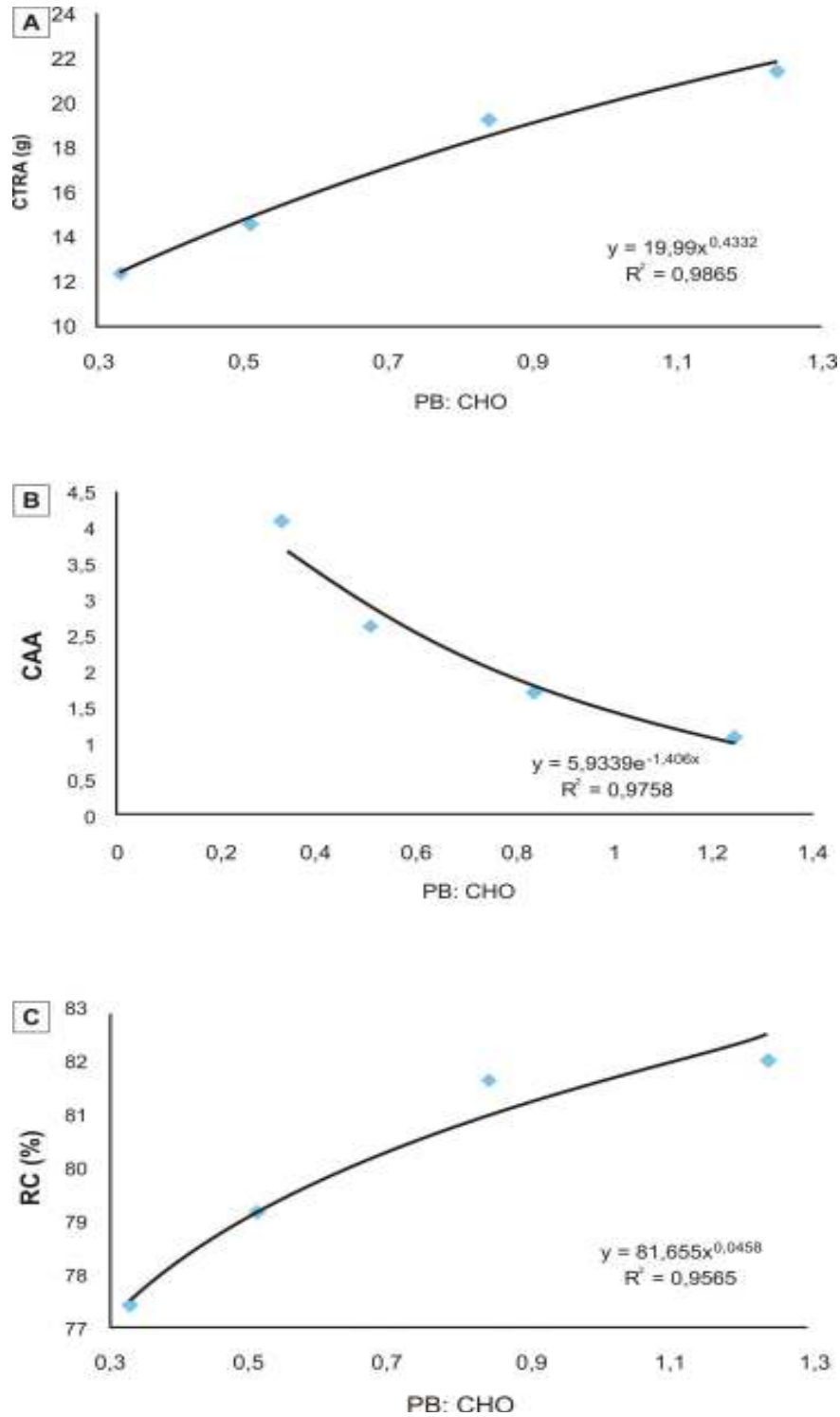
Variáveis	1,24	0,84	0,51	0,33
Consumo Total de Ração Aparente (g).	21,48a ± 0,83	19,30a ± 0,65	14,61b ± 1,50	12,40b ± 1,15
Conversão Alimentar Aparente .	1,09c ± 0,17	1,71b ± 0,04	2,65ab ± 0,88	4,11a ± 0,82
Rendimento de Carcaça (%).	82,01a ± 4,09	81,63ab ± 4,10	79,20ab ± 3,74	77,42 b ± 2,75

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A evolução do CTRA seguiu a tendência exponencial, indicando que o declínio da relação PB:CHO e conseqüentemente o aumento dos níveis de CHO nas dietas podem ter influenciado de forma negativa o desempenho, onde a energia mais prontamente disponível desse nutriente deve ter interferido na saciedade dos animais, o que foi percebido nos estudos realizados em outros peixes de mesmo hábito alimentar do pacamã discutidos neste trabalho (Figura 7 A). O consumo de ração, quando analisado paralelamente com a conversão alimentar pode-se verificar a eficiência das dietas. É provável que as rações que apresentaram maior consumo foram eficazes em seu papel de atratividade, palatabilidade e no seu balanceamento entre os nutrientes, causando um melhor efeito na transferência da energia para o crescimento dos animais. Apesar de ser um animal piscívoro, o pacamã possui um hábito bentônico, enterrando-se em fundos de areia onde fica à espreita de uma presa desavisada, no seu habitat natural, com um provável gasto energético muito baixo, o que deve influenciar positivamente no melhor aproveitamento da ração no

seu desenvolvimento e indicando o grande potencial para a sua criação comercial. O aumento da relação PB:CHO melhorou de forma exponencial a CAA, assim como o que foi verificado com os estudos com peixes carnívoros citados por este autor, o que não foi percebido com os animais com outros hábitos alimentares (Figura 7B). Os resultados de RC (Figura 7C) seguiram uma tendência de evolução potencial antagônicas aos de GV, pois o aumento dos valores da relação PB:CHO melhoraram o desempenho nesse parâmetro, podendo-se inferir tais resultados ao acúmulo de gordura visceral que deve ter influenciado de forma negativa o desempenho de rendimento da carcaça dos pacamãs.



**Figura 7.** Representação gráfica da regressão entre consumo total de ração (A), conversão alimentar aparente (B) e rendimento de carcaça (%) e as relações PB:CHO nas dietas experimentais.

#### 4.2.8 Percentual de gordura visceral (GV)

Analisando os resultados para GV dos diversos tratamentos, na Tabela 6, verificamos, estatisticamente, que o maior percentual de gordura visceral foi atribuído à menor relação PB:CHO, 0,33. Embora não tenha sido apresentada diferença estatística entre os outros tratamentos, observou-se um aumento inversamente proporcional na quantidade de gordura, aos valores da relação PB:CHO para os outros tratamentos.

Aksnes (1995) obteve resultados semelhantes à presente pesquisa, pois os salmões estudados por ele aumentaram a quantidade de gordura visceral e muscular com o decréscimo da relação PB:CHO, corroborando com este autor. Os resultados de Souza (2010) não indicaram diferença entre os tratamentos, em desacordo com este autor. Nos estudos de Hatlen et. al (2005), os peixes alimentados com dietas, contendo maior teor de proteína, tornaram-se mais magros do que aqueles alimentados com os níveis mais baixos de proteína, corroborando com os nossos resultados. Fabregat et. al, (2006), encontraram resultados divergentes do presente trabalho, já que os índices de GV não apresentaram diferença entre os tratamentos. Em Baldan (2008) observou-se um aumento de GV de acordo com a evolução dos índices de CHO, corroborando com nossos resultados.

### 4.3 INTERMEDIÁRIOS METABÓLICOS

#### 4.3.1 Glicemia (GL)

Os resultados da glicemia, do sangue dos animais, obtidos neste estudo estão demonstrados na Tabela 6, onde se verifica que o tratamento 1,24 obteve o maior valor, diferindo estatisticamente das outras relações, que não diferiram entre si.

Souza (2010) observou comportamento diferenciado, tendo apresentado duas fases distintas de acordo com ao aumento da relação PB:CHO; na primeira, os níveis glicêmicos diminuíram com o aumento dos teores de proteína na dieta, diferindo do presente estudo, indicando que uma elevada quantidade de carboidrato na dieta causou uma maior disponibilidade de Glicose no sangue; na segunda fase, os teores de glicose aumentaram com a elevação da relação, corroborando com o presente estudo, sugerindo a sintetização desse nutriente a partir dos esqueletos de carbono provenientes dos aminoácidos, o que é uma característica de peixes carnívoros. Em sua tese, Muñoz-Ramírez (2005) encontrou resultados distintos dos observados na presente pesquisa, testando diferentes níveis de carboidrato na dieta de pacus, *Piaractus mesopotamicus*, obteve o menor valor de glicose para o tratamento com o mais alto índice de PB. Melo (2004) estudou as alterações metabólicas com o aumento dos níveis de PB na dieta do jundiá, *Rhamdia quelen*, verificou que os maiores níveis de PB na dieta elevaram a concentração de Glicose no plasma dos peixes, comportamento semelhante ao encontrado pelo presente autor. Os resultados encontrados por Baldan (2008) divergiram dos encontrados no presente trabalho, pois os níveis de GL aumentaram com a elevação de CHO.

### 4.3.2 Glicogênio hepático (GH)

Embora não se verifique diferença estatística para esse parâmetro na Tabela 6, observa-se que o maior resultado foi encontrado na relação 0,33 e o menor na 1,24, mostrando a tendência de quanto menor a relação PB:CHO, maior o armazenamento de energia no fígado, em uma crescente gradativa.

Resultados encontrados por Souza (2010) seguiram a mesma tendência de maior concentração de GH de acordo com a diminuição dos valores da relação PB:CHO; porém, verificou-se diferença estatística entre os outros tratamentos, tendo em vista os resultados encontrados por este autor. Hatlen et. al (2005) verificaram que o conteúdo de glicogênio hepático aumentou com o nível de amido dietético e terminou mais de três vezes superior nos peixes alimentados com a dieta de menor nível protéico do que aqueles alimentados com a de maior, mostrando o mesmo comportamento da presente pesquisa, porém de forma mais acintosa. Muñoz-Ramírez (2005) verificou que os níveis de PB e GH não seguiram uma tendência inversamente proporcional, diferentemente deste autor. As análises de Melo (2004), para concentração de GH, demonstraram que não houve alteração entre os tratamentos com o aumento dos níveis de PB na dieta do jundiá, comportamento distinto do verificado por este autor. Os resultados encontrados por Suárez (2002), para a concentração de GH, comportaram-se de forma semelhante entre as duas espécies estudadas, onde se manteve a tendência de aumento do glicogênio a partir do decréscimo da relação PB:CHO, assim como o verificado por este autor. Cyrino et al. (2000) encontraram resultados semelhantes aos do presente trabalho, onde o GH aumentou com a elevação dos níveis de CHO das dietas. Em Baldan (2008) verificaram-se resultados sem diferença estatística, porém não foi encontrada tendência de aumento de GH com a elevação dos níveis de CHO como no nosso trabalho.

### 4.3.3 Aminoácidos totais livres (ATL)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, os valores obtidos para o intermediário metabólico ATL, mostram que os tratamentos 1,24 e 0,84, com a maior relação PB:CHO, apresentaram taxas mais elevadas para esse parâmetro, enquanto os outros, 0,51 e 0,33, mostraram-se com resultados menores de forma decrescente.

Melo et al. (2006) verificaram que os níveis de ATL no plasma aumentaram com a elevação dos níveis de PB na dieta de tambaquis. Resultados com a mesma tendência foram observados por este autor. Em Muñoz-Ramírez (2005), não foi verificada a elevação dos níveis de ATL com o aumento dos teores de PB, diferindo do presente trabalho. Os resultados encontrados por Corrêa (2002), que analisou o perfil metabólico do tambaqui alimentado com diferentes níveis de proteína e carboidrato, foram de acordo com os nossos resultados. Lone et al., (1982) e Yamamoto et al. (1999) estudaram a truta arco-íris, *Salmo gairdneri* e *Oncorhynchus mykiss* (sinônimos), verificaram o aumento de AL à medida que aumentaram os níveis de PB na dieta.

**Tabela 6.** Parâmetros bioquímicos de juvenis de *Lophiosilurus alexandri* submetidos a diferentes relações Proteína:carboidrato (PB:CHO).

Variáveis	1,24	0,84	0,51	0,33
Porcentagem de Gordura Visceral(%).	1,12b ± 0,65	1,24b ± 0,39	1,39b ± 0,89	3,02a ± 1,28
Glicose mg/dL de plasma	51,30a ± 16,43	28,60b ± 12,05	29,50b ± 7,45	25,10b ± 6,23
Glicogênio nmoles glicose/g de tecido	97,39 a ± 15,61	125,02 a ± 32,44	123,98 a ± 34,25	128,06 a ± 30,11
Aminoácidos Totais nmoles/ml de plasma	24,33a ± 3,92	23,70ab ± 4,70	18,72b ± 3,50	7,50c ± 2,54

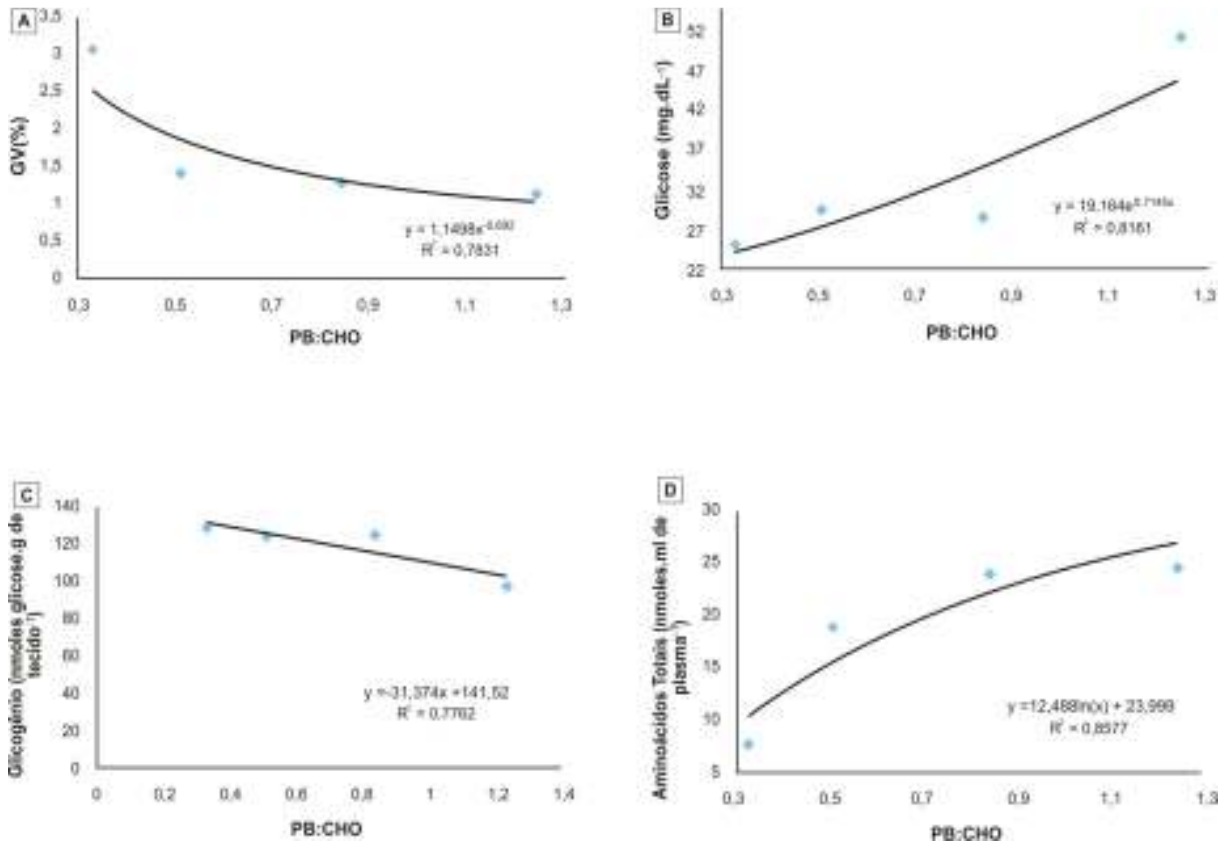
Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de GV, descritos na Figura 8A, indicam um comportamento potencial, onde uma crescente adição de CHO na dieta do pacamã ocasionou um



maior acúmulo de gordura visceral, indicando que o aumento de carboidrato na dieta desses peixes causou um acúmulo de gordura na sua cavidade abdominal. A mesma tendência foi verificada com outros estudos com peixes carnívoros, inferindo que nesses peixes, a ingestão de níveis superiores de carboidratos pode elevar os índices de gordura a partir do metabolismo da glicose. A glicemia medida no plasma dos pacamãs variou de forma exponencial (Figura 8B), onde o maior resultado foi alcançado com a maior relação PB:CHO (1,24), indicando que um maior nível de proteína na dieta aumentou a taxa de glicose dos peixes, podendo, dessa maneira, sugerir que os animais deste tratamento estariam utilizando a rota metabólica da gliconeogênese, para a obtenção da glicose a partir do metabolismo da proteína da dieta. Em contraponto, o mais alto nível de CHO, na dieta (relação PB:CHO 0,33), apresentou os menores resultados para a concentração desse nutriente, podendo aferir que tal espécie de peixe não possui grande habilidade no metabolismo dos carboidratos. A tendência linear apresentada pelos resultados de GH na em razão com a relação PB:CHO na Figura 8C, onde os resultados da concentração deste nutriente aumentaram com a elevação dos índices de CHO e conseqüente diminuição da PB nas dietas experimentais, segue os resultados dos trabalhos discutidos neste estudo, indicando que os animais utilizaram o fígado como armazenamento de energia a partir do excesso de carboidrato nas dietas experimentais. Na Figura 8D verificamos uma tendência logarítmica dos resultados da concentração de AL no plasma dos pacamãs alimentados com dietas de variadas relações PB:CHO, onde o conteúdo crescente de proteína nas rações aumentaram os níveis de ATL plasmático dos pacamãs, corroborando com os estudos apresentados na discussão deste trabalho, indicando que o aumento da concentração de ATL no plasma deve-se aos crescentes valores de PB nas dietas dos peixes, que se, em excesso, podem seguir a via metabólica gliconeogênica.



**Figura 8.** Representação gráfica da regressão entre gordura visceral (A), glicose (B), glicogênio hepático (C) e aminoácidos totais livres (D) e as relações PB:CHO nas dietas experimentais.

## 5 CONCLUSÕES

O aumento da relação PB:CHO melhora o desempenho dos pacamãs, aumentando a produção de energia provavelmente a partir da gliconeogênese;

A diminuição da relação PB:CHO piora a conversão alimentar dos animais;

A elevação da relação PB:CHO aumenta o rendimento médio de carcaça desses peixes;

A dieta contendo a relação PB:CHO de 0,33 eleva significativamente a quantidade de gordura visceral;

Diante das relações estudadas neste trabalho, a relação PB:CHO de 1,24 é a recomendada para o melhor desempenho do cultivo de pacamã; porém, outras relações superiores podem ser testadas para verificar suas eficácias;

E o pacamã possui características zootécnicas desejáveis em animais para o cultivo comercial.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKSNES, A. Growth, feed efficiency and slaughter quality of salmon, *Salmo salar* L., given feeds with different ratios of carbohydrate and protein. In. **Aquaculture Nutrition**, v. 1, p. 241-248, 1995.

ALAIN, C. A.; POON, L. S.; CAHN, C. S. G. et al. Cholesterol determination. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470, 1974.

ALMEIDA, L. C.; AVILEZ, I. M.; HONORATO, C. A.; HORI, T. S. F.; MORAES, G. Growth and metabolic responses of tambaqui ( *Colossoma macropomum*) fed different levels of protein and lipid. **Aquaculture Nutrition**. doi: 10.1111/j.1365-2095.2010.00759.x. p. 1-10, 2010.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J. S.; GEMAEL, A.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1985. v.1, p.71-79.

BALDAN, A.P. Avaliação da tolerância do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) a carboidratos. Jaboticabal. 2008. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista - Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP. Jaboticabal, SP, 2008.

BARBOSA, J. M.; SOARES, E. C. Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. 4(1), p.155-172, 2009.

BERNFELD, P. Amylases  $\alpha$  e  $\beta$ : colorimetric assay method. In: COLOWICH, S.P.; KAPLAN, N. O. **Methods in Enzymology** (Eds). New York: Academic Press. p. 149 – 154, 1955.

BIDINOTTO, P. M.; SOUZA, R. H. S.; MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinatins of microsamples. **Boletim Técnico. CEPTA**, 1998.

BOYD, C.E. **Water Quality for Pond Aquaculture**. Research and development series No. 43. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 1998.

BRITSKI, H. A.; Y. SATO; A. B. S. ROSA. **Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**, 1984. Brasília: Câmara dos Deputados/Codevasf. 143p.

BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A. (EDS.) 2003. **Catálogo dos Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil**. 2.ed. Disponível em: <<http://www.mnrj.ufrrj.br/catalogo/>>. Acesso em: 11 set. 2010.

BUCOLO, G.; DAVID, H. Determinação de triglicerídeos. **Clinical Chemistry**, v. 19, p. 475, 1973.

CARDOSO, L. C. **Toxidez da amônia não ionizada e seu efeito sobre a pele e brânquias de *Lophiosilurus alexandri* Steidachner, 1876; *Prochilodus marggravii* (Walbaum, 1792); *Leporinus elongatus* Valenciennes, 1849; (Pisces, Teleostei)**. Florianópolis.1992. 122f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Aquicultura – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1992.

CAMPECHE, D. F. B.; FIGUEIREDO, R. A. C. R.; BALZANA, L. Condicionamento alimentar de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **3º Simpósio Internacional de Saúde e Nutrição de Peixes**. Botucatu, 2009.

CARTER C. G.; HOULIHAN, D.F. Protein synteis. In: WRIGHT, P.; ANDERSON, P. (Eds). **Fish Physiology Series**. Academic Press, Totnes, p. 31 – 75, 2001.

CHAPALAMADUGU, K.C. et al. Dietary carbohydrate level affects transcription factor expression that regulates skeletal muscle myogenesis in rainbow trout. **Comparative Biochemistry and Physiology**, [s.l.], Part B v.153, p.66–72, 2009.

COWEY, C.; WALTON, M.J. Intermediary metabolism. In: **Fish Nutrition** (Halver, J.E. ed.). Academic Press, San Diego, CA. p. 259-329, 1989.

COPLEY, N. G. Alloxan and ninhydrin test. **Analyst**. V. 66, P. 492 - 493, 1941.

CORRÊA, C.F. **Estudo dos padrões de digestão enzimática e perfil metabólico em tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) alimentado com diferentes teores de proteína e carboidratos em regime de confinamento**. São Carlos – SP. 2002.Tese (doutorado) – São Carlos: UFSCar. 115p. 2002.

CYRINO, J E. P.; PORTZ, L.; MARTINO R. C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides*. **Cientia Agricola**, V. 57, n.4, p. 609-616, 2000.

DABROWSKI, K.; GUDERLEY, H. Intermediary metabolism. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds) **Fish Nutrition**. 3 ed., Academic Press, p.309-365, 2002.  
DUBOIE, M. G.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350 – 358, 1960.

FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J. B. K; RODRIGUES, L. A; RIBEIRO, F. A. S.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*). **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 28, n. 4, p. 477-482, 2006.

FERNANDES, J. B. K. **Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos e juvenis de pacu (*Piaractus mesopomicus*)**. Jaboticabal. 1998. 96f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP. 1998.

FERNÁNDEZ, F. et al. Effects of diets with distinct protein-to-carbohydrate ratios on nutrient digestibility, growth performance, body composition and liver intermediary enzyme activities in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fingerlings. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [s.l.], v.347, p. 1-10, 2007.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **World review of fisheries and aquaculture, part 1**. Roma, Italia: Electronic Publishing FAO. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e01.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2010.

FURUYA, W.M. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n. 3, p. 611-616, 2001.

Godinho, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista brasileira de reprodução animal**, v.31, n.3, p.351-360, 2007.

HALVER, J.E.; HARDY, R.W. Nutrient flow and retention. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds) **Fish nutrition**. 3 ed., Academic Press, 2002. p.755-770.

HATLEN, B.; Grisdale-Helland, B.; Helland, S. J. Growth, feed utilization and body composition in two size groups of Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* fed diets differing in protein and carbohydrate content. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 249, p. 401-408, 2005.

HEMRE, G.I. et al. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, [s.l.] v. 8, p. 175-194, 2002.

HERMES, C. A. **Sistema agroindustrial da tilápia na região de Toledo-PR e comportamento de custos e receitas**. Jaboticabal. 2009. 141f. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista - Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP. Jaboticabal, SP, 2009.

HIDALGO, M.C., UREA, E., SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with nutritional habits. proteolytic and amylase activities. **Aquaculture** 170, p.267-283, 1999.

HUNTER, J. R. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: **Marine Fish Larvae: morphology, ecology and relation to fisheries**. Washington: Washington Sea Grant Program, 1984. p. 33-77.

KARMEN, A. Determinação de AST e ALT. **J Clin Invest**, v. 34, p. 131, 1955.  
KAPLAN; L A; PESCE, A J. **Methods in Clinical Chemistry**, St. Louis: The C.V. Mosby Co., 1987;105-11.

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

KUBITZA, F. **Nutrição e Alimentação de Peixes Cultivados**. Campo Grande: O Autor, 1998. 44p.

KUBITZA, F.; Ono, E. A.; Campos, J. L. **Os caminhos da produção de peixes nativos no Brasil: Uma análise da produção e obstáculos da piscicultura**. Panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro, v.17, nº 102, p 14-23, Jul/ago. 2007.

LEGENDRE, M.; KERDCHUEN, N. Larval rearing of an African Catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Claridae): effect of dietary lipids on growth survival and fatty acid composition of fry. **Aquatic Living Resources**, [s.l.], v.8, p. 355-363, 1995.

LÓPES, C. M.; SAMPAIO, E.V. Sobrevivência e crescimento larval do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae), em função de três densidades de estocagem em laboratório. **Acta Scientiarum** 22(2):491-494, 2000.

LONE, K.P., INCE, B.W., MATTY, A.J. 1982. Changes in the blood chemistry of rainbow trout, *Salmo gairdneri* rish, in relation to dietary protein level, and an anabolic steroid hormone, ethylestrenol. **Journal of Fish Biology**. 20: p. 597-606.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Chapman & Hall, 1988.

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

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Densidade de estocagem e salinidade de água na larvicultura de pacamã. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.43, n.7, p.903-909, jul. 2008.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; BAZZOLI, N<sup>1</sup>. Condicionamento alimentar de juvenis de *Lophiosilurus alexandri*. **1º Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce**. Dourados- MS, 2007.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; BAZZOLI, N<sup>2</sup>. Níveis de alimentação e frequência alimentar na larvicultura de *Lophiosilurus alexandri*. **1º Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce**. Dourados- MS, 2007.

MELO, J.F.B. **Digestão e metabolismo de jundiá *Rhamdia quelen* submetido a diferentes regimes alimentares**. 2004. 100f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, SP, 2004.

MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L. M.; METÓN, I.; BAANANTE, I. V.; MORAES, G. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 145, n.2, p.181-187, 2006.

MELO, J.F.B; SANTOS, A.S.; DOURADO, L.A.M.; RODRIGUES, V.J.; GUIMARÃES, M.E.C. Situação atual e perspectivas da aqüicultura (piscicultura) no Vale do São Francisco, 2006. Anais... **I Simpósio de Produção Animal do Vale do São Francisco**. Petrolina-PE. p.201-214, 2006.

MOON, T. W. Glucose intolerance in teleost fish: fact or fiction?. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 129, p. 243-249, 2001.



Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **Produção Pesqueira e Aquícola: Estatística 2008 e 2009**. Brasília, 2010. 30p.

MUNÕZ-RAMÍREZ, A.P. **Utilização de carboidratos digestíveis em dietas para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. Jaboticabal. 2005. 116f. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista - Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP. Jaboticabal, SP, 2005.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Fish**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 114p.

OKAMOTO, M.H. et al. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha, *mugil platanus* (GÜNTHER, 1880). **Atlântica**, Rio Grande, v.28, n.1, p.61-66, 2006.

PARK, J. T.; JOHNSON, M. J. Submicro determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, v. 249, p. 149 - 151, 1949.

PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E; SAMPAIO, E. V.; PEREIRA, F. N.; SILVA, J.L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.7, p.1144-1150, 2008.

PÉREZ, L.; GONZALES, H.; JOVER, M.; FERNÁNDEZ CARMONA, J. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. **Aquaculture**, v.156, p.183-193, 1997.

PEZZATO, L. E. **Tecnologia de processamento de dietas, alimentos e alimentação de organismos aquáticos**. 1996. 63f. Dissertação (Pós-Graduação em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

PEZZATO, L.E.; et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: Tecart, p.75-169, 2004.

REIDEL, A. **Níveis de energia e proteína na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*) criados em tanques-rede**. Jaboticabal. 2007. 85f. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista - Centro de Aquicultura da Unesp – CAUNESP. Jaboticabal, SP, 2007.

REIS, R. E.; S.O. KULLANDER; C. J. FERRARIS Jr. (org.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742p.

RIZZO, E.; H. P. GODINHO. Superfície de ovos de peixes Characiformes e Siluriformes, p. 115-132. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

ROTTA, M. A. **Utilização da energia e da proteína pelos peixes** – Corumbá: Embrapa Pantanal. Documentos 40,23 p., 2002.  
SÁ, C.M.V.; FRACALLOSSI, D.M. Exigência Protéica e Relação Energia/Proteína para Alevinos de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v.31, n.1, p.1-10, 2002.

SAMPAIO, A.M.B.M. ; KUBITZA, F. ; CYRINO, J. E. P. Relação proteína: energia na nutrição do tucunaré. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 52, n. 7, p. 213-219, 2000.

SÁNCHEZ, J.A.M.; MOYETONES, F.; CERDÁ, M. J. Influencia del contenido proteico en el crecimiento de alevines de bagre yaque, *Leiarius marmoratus*, alimentados con concentrados comerciales. **Zootecnia Tropical**, [s.l.], v.27, n.2, p.187-194. 2009.

SANTOS, J. C. E.; LUZ, R. K.; BAZZOLI, N. Níveis de Alimentação e Frequência Alimentar na Larvicultura de *Lophiosilurus alexandri*. **1º Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce**. Dourados- MS, 2007.

SANTOS, K. B.; BATISTA, L.B. **Metodologia Científica com Aplicação da Bioestatística na Área da Saúde**. Rio de Janeiro: Os Autores, 2006.

SAS Institute Inc. **SAS 9.1.3 (TS1M3) for windows microsoft**. Cary: NC, SAS Institute, 2007.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A. P. O.; GODINHO, H. P.; VERANI, J. R.. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco, p. 229-274. In: H. P. Godinho & A. L. Godinho (org.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N; GODINHO, H. P. Reprodução Induzida de Peixes da Bacia do São Francisco, p. 275-289. In: Godinho. H.P ; Godinho, A. L. (org.).

**Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais.** Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

SEABRA, A. G. L. **Manejo alimentar das fases iniciais do pacamã (*Lophiosilurus alexandri*)** Petrolina. 2010. 77f. Dissertação (mestrado) – Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2010. Petrolina – PE – 2010.

SEIXAS FILHO, J. T. de; Uma Revisão Sobre o Papel do Carboidrato e da Proteína no Metabolismo de Peixes com Hábitos Alimentar Carnívoro e Onívoro. **Augustus.** Rio de Janeiro. v.09 nº 18, p 32-51, Jan./Jun. 2004.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 165p.

SILVA, N. J. R. **Dinâmica do desenvolvimento da piscicultura e políticas públicas: análise dos casos do Vale do Ribeira (SP) e Alto Vale do Itajaí (SC).** Editora UNESP, São Paulo, 2008.240 p.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s.l.], v.6, n.1, p.817-836, jan./fev. 2009. Disponível em <<http://www.nutritime.com.br>>. Acesso em: 19 set. 2010.

SOARES, E. C. Cultivo intensivo de espécies carnívoras. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca.** Artigos técnicos. 3(2). p100-105 jul, 2008.

SOUZA, S. A. Avaliação da relação proteína:carboidrato na dieta de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) e *Leiarius marmoratus* (macho). Petrolina. 2010. 80f. Dissertação (mestrado) – Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2010.

SUAREZ, M. D.; SANZ A.; BAZOCO, J.; GARCIA-GALLEGO, M. Metabolic effects of changes in the dietary protein: carbohydrate ratio in eel (*Anguilla anguilla*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*. Kluwer Academic Publishers. n10:p143–156, 2002.

STONE, D. A. J. Dietary carbohydrate utilization by fish. **Reviews in Fisheries Science**, v.11,n.4, p337-369, 2003.

TACON, A. G. J. **Feed ingredients for warmwater fish: fish meal and other processed feedstuffs**. *FAO Fisheries Technical Papers*, Rome : FAO, 1993.

TAKAHASHI, N. S. NUTRIÇÃO DE PEIXES. **TEXTOS TÉCNICOS**. Instituto de Pesca. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo. 2005. Disponível em: <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/nutricao\\_peixes.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppeca/nutricao_peixes.pdf)> Acesso em: 16 out. 2010.

TEIXEIRA, B.; MACHADO, C.; FRACALOSSO, D. Exigência protéica em dietas para alevinos do dourado (*Salminus brasiliensis*) - DOI: 10.4025/actascianimsci.v32i1.7387. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Brasil, 32 dez. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/7387/7387>>. Acesso em: 09 jan. 2011.

TENÓRIO, R. A. **Aspectos da biologia reprodutiva do niquim *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1876 (Actinopterygii, Pimelodidae) e crescimento da progênie em diferentes condições ambientais**. Recife. 2003. 73f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2003.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press/Constock Publish, 1994. 476p.

WALTER, H.E. **Proteinases: Methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates**. In BERGMAYER, H.U.(Ed.). *Methods of enzymatic Analysis*, vol. V. Verlag Chemie, Weinheim, p. 270- 277. 1984.

WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture** 124, p. 67-80. 1994.

YAMAMOTO, T., UNUMA, T. AND AKIYAMA, T. 2000. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acid levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**. v.182: p.353-372. 2000.