

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

**SELDON ALMEIDA DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA  
DIETA DE JUVENIS DE HÍBRIDOS DE *Pseudoplatystoma fasciatum*  
(FÊMEA) E *Leiarius marmoratus* (MACHO)**

**Petrolina -PE**

**2010**

**SELDON ALMEIDA DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA  
DIETA DE JUVENIS DE HÍBRIDOS DE *Pseudoplatystoma fasciatum*  
(FÊMEA) E *Leiarius marmoratus* (MACHO)**

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

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo

**Petrolina -PE**

**2010**

Souza, Seldon Almeida de.

48v Avaliação da relação proteína: carboidrato na dieta de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) e *Leiarius marmoratus* (macho) / Seldon Almeida de Souza. –Petrolina, 2010.

71 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, 2010.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Bibiano

Melo.

#### Bibliografia

1. Peixes - Nutrição. 2. Híbridos – Dieta. 3. Relação Carboidrato e Proteína. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 639.3

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas

da Univasf – SIBI / UNIVASF

Bibliotecário: Lucídio Lopes de Alencar

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

SELDON ALMEIDA DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA**  
**DIETA DE JUVENIS DE HÍBRIDOS DE *Pseudoplatystoma fasciatum***  
**(FÊMEA) E *Leiarius marmoratus* (MACHO)**

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

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo (Orientador)**

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dr. em Ciências Fisiológicas

---

**Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati**

Universidade Federal da Bahia

Dr. em Zootecnia

---

**Prof. Dr. Rogério Manoel Lemes de Campos**

Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dr. em Ciências Veterinárias

## AGRADECIMENTOS

Ao criador do universo, por todos os acontecimentos, que para nós mortais parecem ao acaso, mas que nos levam por trilhas meticulosamente engendradas rumo ao crescimento. Caminhos nem sempre retos, mas ricos de ensinamentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) pela oportunidade impar.

Ao meu pai José Ferreira de Souza, “*in memoriam*”, por ter sido além de pai dedicado, um exemplo de ser humano, de amigo, parâmetro para todos os meus atos, agradecimentos e saudades eternas.

À minha tia e “mãe do coração” Margarida Ferreira de Souza, por todos os anos de carinho e dedicação que me ensinaram a por paixão em tudo que faço.

Ao Professor Afonso Souza Candido, primo, amigo e irmão, por colocar meus pés no chão quando minha cabeça estava no ar.

À Áurea M<sup>a</sup>. Souza Cândido, “*in memoriam*”, que me mostrou a luz quando tudo era treva.

Aos Colegas Professores dos colegiados de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNIVASF, pela compreensão e apoio.

Aos Professores do colegiado de Pós-graduação em Ciência Animal pela grande contribuição em minha formação, compartilhando seus conhecimentos.

Às voluntárias Alita Ruth Ferraz de Lucena, Cássia Izabela Gomes Bastos, Fernanda Gracielle Rodrigues Melo e Iane Elias Teixeira, pelo trabalho dedicado durante o experimento, meus sinceros agradecimentos.

Aos funcionários e Técnicos pelo auxílio valoroso e aos colegas de mestrado que dividiram esta jornada.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao Professor Dr. José Fernando Bibiano de Melo, mais que um orientador, um amigo, por ter acreditado em mim e por sua disponibilidade em todos os momentos.

Aos amigos Professores Keila Moreira Batista, Daniel Ribeiro Menezes, Durval Baraúna Junior, Ana Catarina Lüscher Albinati, Aldrin Ederson Vila Nova Silva, Flaviane Maria Florêncio Monteiro Silva, João Alves do Nascimento Junior e Edilson Soares Lopes Junior pelo incentivo, estímulo e apoio em todas as atividades nesta fase de minha vida.

Ao Sr. João Menandro Abdom, pela generosidade em apoiar este trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	17
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	20
2.1.O hibridismo em piscicultura.....	20
2.2. <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> .....	22
2.3. <i>Leiarius marmoratus</i> .....	26
2.4. O híbrido interespecífico entre <i>P. fasciatum</i> (fêmea) e <i>L. marmoratus</i> (macho).....	28
2.5 Necessidades energéticas em peixes.....	29
2.6. O carboidrato na dieta de peixes.....	30
2.7. Carboidratos alimentares seus efeitos no crescimento.....	31
2.8..Metabolismos da glicose em peixes.....	33
2.9. Colesterol plasmático em peixes.....	34
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	35
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	36
4.1 Desenho experimental.....	36
4.2 Preparação e formulação das dietas experimentais.....	39
4.3 Análise bromatológica das rações.....	39
4.4 Parâmetros zootécnicos.....	41
4.4.1 Ganho em peso médio diário (GPMD).....	41
4.4.2 Ganho de peso médio (GPM).....	42
4.4.3 Comprimento total (CT).....	42
4.4.4 Taxa de crescimento específico diário (TCE).....	42
4.4.5 Rendimento de carcaça (RC).....	42
4.4.6 Percentual de gordura visceral (GV).....	43
4.4.7 Consumo total de ração aparente (CTRA).....	43
4.4.8 Conversão alimentar Aparente (CAA).....	43
4.5 Obtenção das amostras de tecidos e plasma.....	43
4.6 Determinações dos intermediários metabólicos.....	44

4.6.1 Colesterol.....	44
4.6.2 Glicemia.....	45
4.6.3 Proteínas totais plasmáticas.....	45
4.6.4 Glicogênio hepático.....	46
4.6.5 Determinação de atividade enzimática da aspartato amino transferase (ASAT) no tecido hepático.....	46
4.7 Delineamento experimental e análise estatística.....	47
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
5.1 Qualidade de água no experimento.....	48
5.2 Parâmetros zootécnicos.....	49
5.3 Parâmetros bioquímicos.....	60
5.3.1 Plasma.....	60
5.3.2 Tecido hepático.....	64
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>68</b>

## LISTA DE TABELAS

### Página

<b>Tabela 1</b> Formulação, composição percentual e composição bromatológica das dietas utilizadas na alimentação de juvenis de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (fêmea) X <i>Leiarius marmoratus</i> (macho) .....	40
<b>Tabela 2</b> Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físico-químicos da água avaliados para cada período ao longo do experimento .....	48
<b>Tabela 3</b> Peso Médio (PM) de juvenis de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (fêmea) versus <i>Leiarius marmoratus</i> (macho) submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO).....	82
<b>Tabela 4</b> Ganho de Peso médio diário (GPMD) de juvenis de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (fêmea) versus <i>Leiarius marmoratus</i> (macho) submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO).....	82
<b>Tabela 5</b> Comprimento total (CT) em centímetros, de juvenis de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> versus <i>Leiarius marmoratus</i> submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO).....	53
<b>Tabela 6</b> Valores médios de conversão alimentar aparente (CAA) de juvenis de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (fêmea) versus <i>Leiarius marmoratus</i> (macho) submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO) .....	83
<b>Tabela 7</b> Valores médios da taxa de crescimento específico (TCE) de juvenis de híbridos de <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (fêmea) versus <i>Leiarius marmoratus</i> (macho) submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO).....	83

<b>Tabela 8</b> Valores médios dos percentuais de rendimento de carcaça (RC) e gordura visceral (GV), expresso em percentual (%). Consumo total de ração aparente (CTRA) em gramas, em juvenis do híbrido após 50 dias de experimento.....	57
<b>Tabela 9</b> Valores médios da glicemia (GLIC), taxa de colesterol (COL) e concentração plasmática de proteínas totais de juvenis nos híbridos.....	84
<b>Tabela 10</b> Concentração de glicogênio no tecido hepático ( $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ) e atividade enzimática da aspartato aminotransferase (ASAT) expresso em ( $\text{U.g}^{-1}$ ) de proteína .....	84

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1a</b> <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> e <i>P. punctifer</i> .....	24
<b>Figura 1b</b> Diferenciação entre nadadeiras caudais de <i>P. tigrinum</i> e <i>P. punctifer</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> .....	25
<b>Figura 3</b> <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> e <i>P. corruscan</i> .....	25
<b>Figura 4</b> <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (LINNAEUS, 1776)	26
<b>Figura 5</b> <i>Leiarius marmoratus</i> (GILL, 1870), foto de espécime juvenil comercializado para fins ornamentais.....	27
<b>Figura 6</b> Juvenil do híbrido interespecífico entre <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (LINNAEUS, 1766) (fêmea) e <i>Leiarius marmoratus</i> (GILL, 1870) (macho).....	28
<b>Figura 7</b> Unidades experimentais, constando de 12 (doze) caixas plásticas, 500L em volume em sistema de recirculação de água com biofiltro.....	38
<b>Figura 8</b> Identificação de unidade experimental por etiquetas (cor do tratamento, número da unidade).....	38

<b>Figura 9</b> Dietas experimentais, peletizadas, acondicionadas em frascos com tampa hermética e identificadas por etiquetas impermeáveis.....	41
<b>Figura 10</b> Representação gráfica da relação entre o ganho de peso médio (gramas) dos alevinos, em cada dieta, em função do tempo (dias).....	50
<b>Figura 11</b> Representação gráfica da relação entre o ganho peso médio diário (gramas), em cada dieta, em função do tempo (dias).....	51
<b>Figura 12</b> Representação gráfica da relação entre a conversão alimentar aparente em função do tempo (dias) para cada dieta experimental.....	54
<b>Figura 13</b> Representação gráfica da relação entre a taxa de crescimento específico (TCE), para cada dieta experimental em função do tempo (dias).....	56
<b>Figura 14</b> Representação gráfica da relação entre a concentração plasmática de colesterol ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) e as dietas experimentais.....	58
<b>Figura 15</b> Representação gráfica da relação entre a concentração de proteínas plasmáticas totais ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) e as dietas experimentais.....	61
<b>Figura 16</b> Representação gráfica da relação entre a Atividade da Enzima Aspartato aminotransferase no tecido hepático, medida em unidades internacionais por grama de tecido ( $\text{U.g}^{-1}$ ) e as dietas experimentais.....	64
<b>Figura 17</b> Representação gráfica da relação entre a Atividade da Enzima Aspartato aminotransferase (ASAT) no tecido hepático, medida em unidades internacionais por grama de tecido ( $\text{U.g}^{-1}$ ) e as dietas experimentais.....	65

<b>Figura 18</b> Foto dos tanques sendo cobertas por tela de trama plástica (SOMBRIT).....	80
<b>Figura 19</b> Unidade experimental com identificação do tratamento por etiquetas colorida.....	80
<b>Figura 20</b> Pesagem com uso de balança de precisão .....	81
<b>Figura 21</b> Medição do comprimento total com uso de fita métrica graduada .....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ASAT</b>	Enzima Aspartato amimnotransferase.
<b>BHT</b>	Butil-Hidroxi-tolueno ( <i>Butyl-hydroxi-toluen</i> ).
<b>CAA</b>	Conversão alimentar aparente.
<b>CHO</b>	Carboidratos totais.
<b>COL</b>	Colesterol.
<b>CT</b>	Comprimento total.
<b>CTRA</b>	Consumo total de ração aparente.
<b>GLIC</b>	Glicose.
<b>GPM</b>	Ganho de peso médio diário (g/dia).
<b>GPMD</b>	Ganho de peso médio diário.
<b>GV</b>	Gordura visceral.
<b>HDL</b>	Lipoproteínas de alta densidade
<b>LDL</b>	Lipoproteína de baixa densidade
<b>O<sub>2</sub>D</b>	Oxigênio dissolvido.
<b>PB</b>	Proteína bruta.
<b>PB:CHO</b>	Relação proteína:carboidrato.
<b>PM</b>	Peso médio.
<b>RC</b>	Rendimento de carcaça.
<b>TCE</b>	Taxa de crescimento específico diário.
<b>VLDL</b>	Lipoproteínas de muito baixa densidade

## LISTA DE SIMBOLOS E UNIDADES

<b>%</b>	Porcentagem.
<b>±</b>	Variação
<b>μL</b>	Micro litro
<b>μmol.g<sup>-1</sup></b>	Micro mols por grama.
♀	Fêmeas.
♂	Machos.
<b>mg.dL<sup>-1</sup></b>	Miligramas por decilitro.
<b>mg.L<sup>-1</sup></b>	Miligramas por litro.
<b>mRNA</b>	Ácido ribonucléico mensageiro.
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>U.g-1</b>	Unidades internacionais por grama.

## RESUMO

SOUZA, Seldon Almeida. **AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO PROTEÍNA:CARBOIDRATO NA DIETA DE JUVENIS DE HÍBRIDOS DE *Pseudoplatystoma fasciatum* (FÊMEA) X *Leiarius marmoratus* (MACHO)**. 2010. 87 folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2010.  
Orientador: José Fernando Bibiano Melo.

A produção de híbridos interespecíficos em piscicultura tem visado à transferência de características desejáveis entre espécies. O híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* e *Leiarius marmoratus* demonstrou considerável potencial para cultivo. É sabido que, em aquicultura, o custo com ração é o de maior impacto na produção, aproximadamente 52,19% do total, e a proteína o item mais oneroso desta, usada como principal fonte de energia. Sua substituição parcial por carboidrato, fonte energética de menor custo, pode ser realizada em nível adequado. Portanto, o objetivo deste trabalho foi de determinar a melhor relação entre proteína e carboidrato na dieta deste híbrido carnívoro. Para a realização deste trabalho foi utilizado um sistema fechado de recirculação de água, composto de 12 (doze) caixas de 500L. Foram distribuídos 12 juvenis do híbrido com peso médio inicial de  $12,63 \pm 2,52$  gramas e comprimento total de  $12,34 \pm 2,06$  centímetros. O período experimental foi de 50 dias e os peixes receberam 04 (quatro) dietas contendo diferentes relações proteína:carboidrato (1,24; 0,84; 0,56 e 0,33). A relação proteína/carboidrato influenciou no desempenho e metabolismo dos animais. A melhor relação foi a de 0,84, uma vez que promoveu melhor ganho de peso, Conversão alimentar aparente, consumo de ração e taxa de crescimento específico diário. Os resultados do metabolismo denotam que houve uma mobilização de nutrientes para manutenção de glicemia.

## ABSTRACT

SOUZA, Seldon Almeida. **“EVALUATION OF PROTEIN:CARBOHYDRATE RATIO IN THE DIET OF JUVENILES HYBRIDS OF *Pseudoplatystoma fasciatum* (FEMALE) X *Leiarius marmoratus* (MALE).** 2010. 87 sheets. Dissertation (Master degree in Animal Science) – Federal University of São Francisco Valley, 2010.

Advisor: José Fernando Bibiano Melo.

The hybrids interspecific fish production is aimed transferring desirable traits between paternal species. The Hybrids of *Pseudoplatystoma fasciatum* and *Leiarius marmoratus* has demonstrated great potential for farming. The cost of aquaculture feed is the biggest impact on production, approximately 52.19% of total protein. The protein is the most expensive item in the diet. Fish uses the protein as main energy source. The carbohydrate is the energy source less costly. This way, may taking the place of the protein in fish feed, in appropriate levels. Therefore, the objective of this study was to determine the best ratio between protein and carbohydrate in the diet of this carnivore hybrid. It was used a water recirculation closed system, composed of twelve tanks with 500L each. Twelve fishes were distributed in each tank. With the initial weight of  $12.63 \pm 2.52$  g and total length of  $12.34 \pm 2.06$  cm. The experiment lasted 50 days. The animals were submitted for four diets containing different ratios of protein:carbohydrate (1,24; 0,84; 0,56 and 0,33). The protein:carbohydrate ratio influenced the performance and metabolism of the animals. In short, the 0.84 ratio promoted the better weight gain, the lesser apparent feed conversion (CAA), the great feed intake (CTRA) and biggest daily specific growth rate (TCE). The data of metabolism showed that there was a mobilization of nutrients for maintenance of blood glucose levels. We concluded that the 0.84 protein: carbohydrate ratio is the most indicate.

## 1 INTRODUÇÃO

Mundialmente a pesca tem crescido timidamente quando comparada à atividade de cultivo tanto marinha como em águas interiores. Em virtude deste declínio, muitos pescadores artesanais têm sido estimulados por programas governamentais, em todo o mundo, para desenvolverem atividades de cultivo como forma alternativa para complementação da renda familiar. A aquicultura na América Latina e no Caribe apresentou as maiores médias de crescimento anual (22%), seguidas pelo Oriente Médio (20%) e África (12,7%) (FAO, 2009).

No Brasil, durante o período compreendido entre 1997 - 2005, observou-se que a aquicultura apresentou um comportamento de crescimento na participação relativa da produção total de pescado, passando, respectivamente de 12 % para 25,5 % (IBAMA, 2004). Em médio prazo, as atividades de cultivos oferecerão perspectivas de aumento na produção de pescado nacional, desde que sejam formulados e implantados programas de desenvolvimento da aquicultura que levem em conta as diferenças entre as regiões brasileiras (CAMARGO; POUHEY, 2005). Antes, porém, faz-se necessário a consolidação dos dados relativos à aquicultura brasileira que ainda encontram-se inconsistentes, tendo em vista que o primeiro censo aquícola do País foi iniciado em fevereiro de 2009 (CIEGLINSKI, 2009).

No Brasil, a utilização de vários híbridos de espécies neotropicais, tornou-se uma prática comum entre os produtores (HASHIMOTO, 2008). A produção de híbridos interespecíficos em piscicultura tem visado à transferência de características desejáveis entre espécies, combinando-as em um único grupo de peixes, bem como o aumento da resistência dos animais ao ambiente e a redução da reprodução indesejada através da produção de peixes estéreis (ROSENFELD et al., 2004).

Tal tecnologia minimiza a possibilidade de danos ambientais por escape de peixes para meio ambiente (BARTLEY; RANA; IMMINK, 2001; ROSENFELD et al., 2004; MISCHKE; ZIMBA, 2009). A hibridação de

SILURIFORMES da família PIMELODIDAE tem despertado o interesse em criadores, tanto para produção de peixes ornamentais como para consumo (KOSSOWSKI, 2001).

Segundo Mateo; Rojas (2005), citando Kossowski, (1991; 1993; 1999), o híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* e *Leiarius marmoratus*, demonstrou grande potencial para cultivo por possuir: pequena incompatibilidade genética, semelhança numérica e morfológica dos cromossomos entre as espécies progenitoras; menor taxa de canibalismo durante a fase de pós-larva e alevino, boa aceitação de rações e alimentos concentrados, aspectos fenotípicos atrativos, manchas com padrão semelhante as do *P. fasciatum* (MATEO et al., 2008), bom desempenho em ensaios de crescimento e indivíduos com fertilidade parcial, com fêmeas férteis e machos estéreis.

Segundo Daqui (2008), em aquicultura o custo variável é o de maior impacto na produção, que inclui custeio com alevinos, ração, medicamentos e o tratamento ambiental. A ração, no entanto, é o agente direcionador do custo variável de produção, ficando em média com 52,19% do total do custo de produção (ANDRADE et al., 2005) e a proteína constitui o item mais oneroso da dieta para peixes (BOTARO et al., 2007).

Peixes usam a maior parte dos aminoácidos obtidos na dieta e na degradação muscular para a manutenção de suas necessidades energéticas, e o restante nas demandas de crescimento (VIAPLANA-MARÍN et al., 2006). A manutenção da glicemia é feita, principalmente, através de gliconeogênese e os excedentes, não podendo ser estocados, serão degradados e eliminados para o ambiente aquático como compostos nitrogenados, onde a amônia é predominante (FERNÁNDEZ et al., 2007).

Tais substâncias tornam-se substrato para o crescimento de microorganismos aquáticos, estes últimos por sua vez consomem o oxigênio do meio levando a morte e diminuição da produtividade, fenômeno conhecido como eutrofização (BUTTLE et al., 1995; DAVENPORT et al., 2003; FERNÁNDEZ et al., 2007).

O carboidrato constitui a fonte energética de menor custo na alimentação de peixes, não possuindo um requerimento específico em sua dieta (SILVEIRA et al., 2009). Algumas espécies, porém, apresentam uma redução na taxa de crescimento quando alimentadas com dietas livres do mesmo, levando a crer que uma fração importante dos aminoácidos livres, foi utilizada para fins gliconeogênicos e não para síntese protéica e crescimento (PERAGÓN et al., 1999). Desta forma, a substituição parcial de proteína por carboidrato em dietas de peixes visando diminuir o uso da proteína na produção de energia, pode ser realizada. O nível ótimo de adição dependerá da espécie estudada, do tipo do carboidrato e tratamento recebido pelo mesmo, da proteína e dos níveis de lipídeos (HEMRE et al., 2002; FERNÁNDEZ et al., 2007). Faz-se necessário, portanto, a determinação do ponto de equilíbrio entre os níveis de proteína e carboidrato na dieta de novas espécies ou híbridos usados em cultivos, a fim de maximizar a produção.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O hibridismo em piscicultura**

*A hibridação é o processo de acasalamento de indivíduos ou grupos geneticamente diferentes, usada para produção de organismos aquáticos com características desejáveis, específicas ou de melhor desempenho. Esta*

*tecnologia pode envolver cruzamentos dentro de uma espécie (cruzamento de linhagens) ou entre espécies separadas (hibridação interespecífica). Este último, geralmente, resulta na produção de prole com desempenho melhor do que a média das espécies parentais (BARTLEY; RANA; IMMINK., 2001).*

*Os híbridos interespecíficos possuem características taxonômicas intermediárias entre as espécies parentais, podendo, muitas vezes, superá-las no que se refere às características como velocidade de crescimento, aspectos fenotípicos agradáveis como brilho e intensidade de coloração (peixes ornamentais), domínio no ambiente, e até maior capacidade de capturar o alimento, apresentam maior “vigor híbrido” ou “heterose” (HASHIMOTO, 2008).*

*Segundo Hulata (2001), a maioria das linhagens melhoradas geneticamente da aquicultura industrial é formada por peixes desenvolvidos através de métodos de manipulação genética, como seleção, hibridação e endogamia. Apesar de ser uma técnica de fácil acesso e baixo custo, a hibridação interespecífica, não está isenta de riscos e pontos problemáticos.*

*Do ponto de vista genético, deve ser preocupação constante os tipos de produtos genéticos que advenham do processo de uma hibridação, bem como, quais as metodologias genéticas empregadas na identificação destes produtos e na avaliação da fertilidade dos mesmos, de forma a identificar os riscos biológicos potenciais que os híbridos possam levar à integridade genética das espécies parentais selvagens e cultivadas (TOLEDO-FILHO et al., 1994).*

*É praticamente impossível caracterizar geneticamente o produto das hibridações de diferentes espécies de peixes, pois podem gerar desde híbridos diplóides simples (iguais contribuições dos genomas parentais) como também vários outros tipos de produtos genéticos. Cada um deles apresentando características morfológicas, biológicas e zootécnicas diferentes.*

*A fertilidade dos produtos de hibridação é outra questão importante, pois é sabido que híbridos interespecíficos de peixes podem variar desde fertilidade completa até a esterilidade.*

*Segundo Rosenfield e colaboradores (2004), a classificação da esterilidade em híbridos tem sido feita em três categorias, Zigótica, Gamética e Gonádica. Na primeira, os híbridos possuem gônadas com tamanhos e estruturas normais, com gametas viáveis, podendo ocorrer fertilização, mas algumas vezes ocorre aborto precoce, dias após a eclosão. Como exemplo, temos os híbridos entre carpa comum e carpa capim. No segundo tipo de esterilidade, a gamética, as gônadas possuem tamanho normal, mas sua estrutura é anormal, formando gametas anormais, em número e morfologia, são incapazes de desencadear o desenvolvimento embrionário. Já os híbridos com esterilidade gonádica têm gônadas atrofiadas, com poucas células nos estágios iniciais da gametogênese. Esta classificação, em apenas três níveis, é uma simplificação dos diversos variantes destes tipos. Os híbridos interespecíficos com fertilidade total ou parcial oferecem risco ao patrimônio genético de populações de peixes cultivados e selvagens expostas, podendo levar, em maior ou menor grau, à “contaminação genética”.*

## 2.2 *Pseudoplatystoma fasciatum*

Segundo Lundstedt (2003), são animais da ordem Siluriformes, que incluem peixes cuja principal característica externa é a inexistência de escamas pelo corpo, revestidos apenas de pele espessa ou coberto por placas ósseas. A família Pimelodidae, possuidora de 30 gêneros, 87 espécies conhecidas e 112 estimadas (SULLIVAN et al., 2006), é a mais numerosa da subordem Siluroidei, com exemplares de formato e porte muito diversificado, com aberturas branquiais amplas e nadadeiras peitorais e dorsais precedidas por acúleos e possuidores de barbilhões longos.

O gênero *Pseudoplatystoma* possui os exemplares de maior porte da família Pimelodidae, tendo hábitos alimentares carnívoro-piscívoros. São muito apreciados por apresentarem carne com poucas espinhas, obtendo alto valor comercial por seu uso na culinária típica, seus juvenis também têm sido comercializados como peixes ornamentais. No entanto, ainda são escassas informações nutricionais e metabólicas das espécies desse gênero. São, portanto, muito importantes estudos sobre os mecanismos metabólicos, adaptativos destes peixes.

De acordo com Teugels (1996), o *Pseudoplatystoma fasciatum* ocupa a seguinte posição sistemática:

Reino: [Animalia](#)

Filo: [Chordata](#)

Subfilo: [Vertebrata](#)

Superclasse: [Osteichthyes](#)

Classe: [Actinopterygii](#)

Subclasse: [Neopterygii](#)

Infraclasse: [Teleostei](#)

Superordem: [Ostariophysi](#)

Ordem: Siluriformes

Subordem: Siluroidei

Superfamília: Pimelodoidea (SWAINSON, 1838)

Família: Pimelodidae

Gênero: *Pseudoplatystoma*

Espécie: *Pseudoplatystoma fasciatum* (LINNAEUS, 1766).

Segundo Buitrago-Suárez; Burr, (2007), várias novas espécies do gênero *Pseudoplatystoma*, ao longo dos anos, foram erroneamente descritas como sendo das espécies *P. fasciatum* ou *P. tigrinum* (figuras 1a e 1b), levando assim, a subestimação da diversidade deste gênero. Com a reclassificação dessas duas espécies citadas, o número de espécies hoje reconhecidas como desse gênero somam oito, sendo, seis já conhecidas, e duas consideradas novas espécies. *P. punctifer* e *P. tigrinum*, da bacia do Rio Amazonas; *P. metaense* e *P. orinocoense* (figura 2), da bacia do Rio Orinoco; *P. corruscans* e *P. reticulatum* (figura 3) da bacia do Rio Paraná, o *P. magdaleniatum* e *P. fasciatum* são classificados atualmente como uma só espécie de *Pseudoplatystoma*, O *P. reticulatum* da bacia do rio Amazonas.

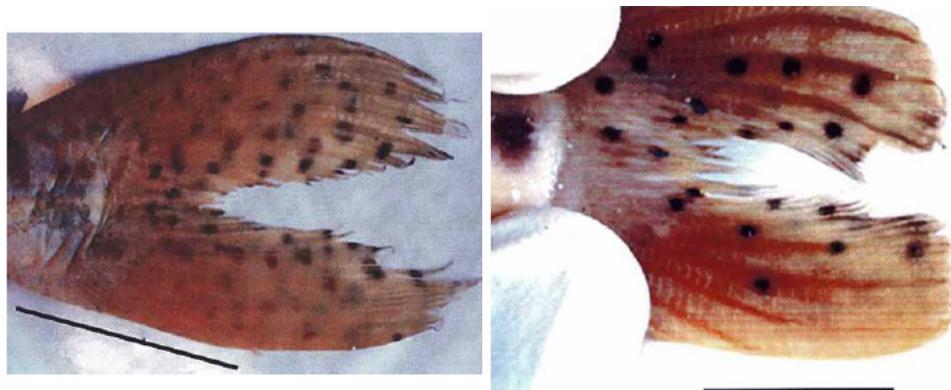
Os peixes da espécie *Pseudoplatystoma fasciatum* (figura 4), descritos por Linnaeus, (1766) como *Silurus fasciatus*, com base na morfologia externa. São conhecidos popularmente como Cachara (Brasil) ou Bagre Rayado (Colômbia e Venezuela) e encontrados em lagos, rios de grande porte e canais laterais da América do Sul.

A espécie *Pseudoplatystoma fasciatum* é formada por peixes migratórios de hábito exclusivamente carnívoro, de alto valor comercial e de grande importância nas bacias onde ocorrem. Possuem importante papel ecológico por serem predadores. Reproduzem-se na natureza, no período de outubro a janeiro. A importância comercial do Cachara deve-se à sua alta biomassa, ao seu grande valor de comercialização e à sua marcante participação na pesca comercial em diferentes regiões onde ocorre (ABREU, 2008).



Fonte: Buitrago-Suárez; Burr, (2007).

Figura 1a *Pseudoplatystoma tigrinum* (acima) e *P. punctifer* (abaixo) provenientes do rio Amazonas, nas proximidades de da cidade Iquitos no Peru



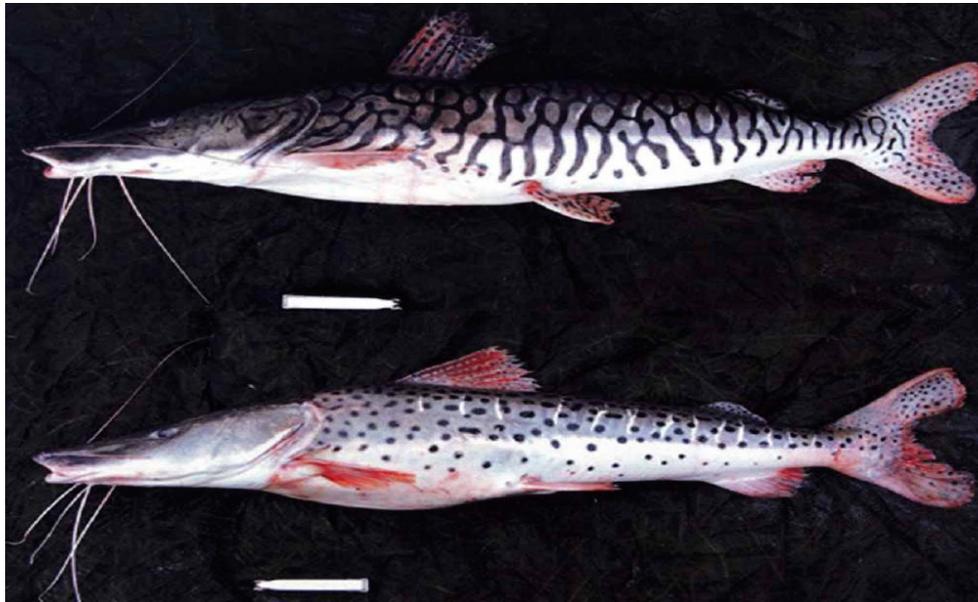
Fonte: Buitrago-Suárez; Burr, (2007).

Figura 1b Diferenciação entre nadadeiras Caudais de *P. tigrinum* (à esquerda) e *P. punctifer*.



Fonte: Buitrago-Suárez; Burr, (2007).

Figura 2 *Pseudoplatystoma orinocoense*.



Fonte: foto de Mark. H. Sabaj citada por Buitrago-Suárez; Burr, (2007).

Figura 3 *Pseudoplatystoma reticulatum* (acima) e *P. corruscans* (abaixo)



Fonte: Buitrago-Suárez; Burr, (2007).

Figura 4 *Pseudoplatystoma fasciatum* (LINNAEUS, 1776), 516 mm comprimento total.

### 2.3 *Leiarius marmoratus*

São bagres Sul Americanos membros da família Pimelodidae, nativos da bacia dos rios Amazonas, Essequibo e Orinoco. Segundo Ferraris Júnior, (2007), ocupam a seguinte posição sistemática:

Reino: [Animalia](#)

Filo: [Chordata](#)

Sub-filo: [Vertebrata](#)

Superclasse: [Osteichthyes](#)

Classe: [Actinopterygii](#)

Subclasse: [Neopterygii](#)

Infraclasse: [Teleostei](#)

Superordem: [Ostariophysi](#)

Ordem: Siluriformes

Sub-ordem: Siluroidei

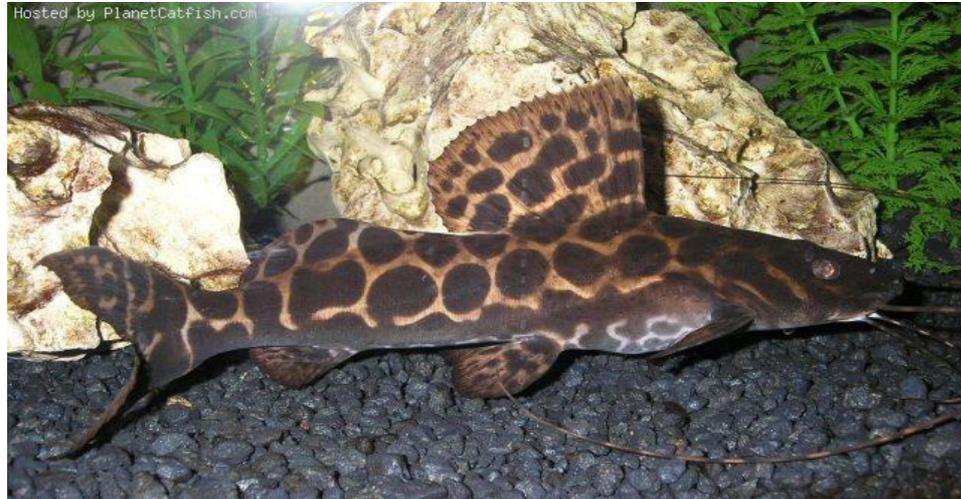
Família: Pimelodidae

Gênero: *Leiarius* (BLEEKER, 1862)

Espécie *Leiarius marmoratus* (GILL, 1870).

Segundo Sánchez et al. (2009), *L. marmoratus*. (figura 5) quando comparado com outras espécies de bagres demonstra crescimento superior à espécies como o bagre “bagrid” (*Mystus nemurus*), similar ao bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) e inferior a dos bagres Jundiá (*Rhamdia quelen*) e pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). Ainda segundo Sánchez et al., (2009), concluiu que os níveis protéicos de 28, 32 e 36% de proteína bruta nas dietas testadas, obtiveram o mesmo efeito sobre o crescimento, conversão alimentar, taxa de alimentação diária, coeficiente térmico de crescimento e coeficiente de eficiência protéica sobre alevinos de *Leiarius marmoratus* com pesos de 20 g e alimentados até a saciedade aparente. Animal que no seu

ambiente natural possui hábito alimentar carnívoro piscívoro (LAYMAN et al., 2005).



Fonte: [http://www.planetcatfish.com/catalog/species.php?species\\_id=245](http://www.planetcatfish.com/catalog/species.php?species_id=245)

Figura 5 *Leiaris marmoratus* (GILL, 1870), foto de espécime juvenil comercializado para fins ornamentais.

#### **2.4 O híbrido interespecífico entre *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) e *Leiaris marmoratus* (macho)**

Segundo Castillo et al., (2006), citando Kossowski et al., (2001), o policultivo de *Tilapia nilótica* e o híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* com *Leiaris marmoratus* (figura 6), realizado com dieta contendo 28% de proteína bruta, os híbridos iniciaram com peso médio de 7 g e ao término de 180 dias alcançaram 477 g, crescendo 2,6 g/dia, rendimento, considerado como, excelente.

O híbrido de *Pseudoplatystoma fasciatum* com *Leiaris marmoratus*, também denominado de “Cachandiá” (DIAS et al., 2009) ou “Yaque pintado” (MATEO; ROJAS, 2005), expressa boa parte das conformações

corpóreas de seu progenitor o *P. fasciatum*, espécie considerada de maior demanda comercial (MATEO; DELGADO; LOPÉZ., 2008) o que o torna um potencial substituto deste peixe para cultivo.

O *L. marmoratus* tem despertado a atenção dos produtores que o utilizam em cruzamentos com espécies carnívoras de alto valor comercial, como *P. fasciatum* e *P. corruscans*, visando à redução tanto do canibalismo como uma maior aceitação de dietas inertes nas fases de pós larva e alevino (GALO et al., 2009).



Fonte: arquivo pessoal de Seldon Almeida de Souza (2009)

Figura 6 Espécime de juvenil do híbrido interespecífico entre *Pseudoplatystomafasciatum* (fêmea) e *Leiarius marmoratus* (macho).

## 2.5 Necessidades energéticas em peixes

Dentre os vertebrados, os peixes são os de menor exigência energética (NCR, 1993) pelo fato de não necessitarem manter a temperatura corporal constante. Estes animais possuem corpos adaptados ao meio aquático, gastando o mínimo de energia na locomoção. Nos Amoniotélicos, as perdas energéticas com o catabolismo das moléculas nitrogenadas, também estão minimizadas pela excreção de amônia principalmente. Pougando assim, os gastos com a síntese de ácido úrico ou uréia (SILVEIRA et al., 2009).

Para a maioria dos vertebrados, particularmente nos mamíferos, os carboidratos são as moléculas centrais do metabolismo energético, em especial a glicose, já em peixes sua importância como substrato oxidativo

restringe-se a alguns tipos de células e tecidos, a despeito da grande variabilidade entre as espécies existentes (HEMRE et al., 2002). A hipótese mais aceita atualmente é que os peixes regulam seu consumo através da saciedade de suas necessidades em energia, sendo assim, a relação energia/proteína em dietas foram investigadas para várias espécies (SAMPAIO et al., 2000; SÁ; FRACALOSSI, 2002; BOMFIM et al., 2005; COTAN et al., 2006). O NRC (1993) estabelece um valor aproximado para esta relação em 10 kcal. g<sup>-1</sup> de Proteína bruta, tanto em carnívoros como em herbívoros.

Para peixes carnívoros, a diminuição dos requerimentos protéicos na dieta está condicionada a adequada inclusão de lipídeos e carboidratos. Estudos recentes têm focado na avaliação das relações proteína: lipídeo (FURUYA, 2007), proteína: carboidrato (PERAGÓN, 1999; VIAPLANA-MARÍN et al., 2006; FERNÁNDEZ et al., 2007) e carboidrato: lipídeo (GAO et al., 2009), visando estabelecer o ponto ideal de adição de cada um destes compostos como poupadores da proteína nas formulações, desta maneira avaliando os efeitos de seus diferentes níveis, individualmente em relação à proteína. Os carboidratos são um dos componentes de menor custo e de maior disponibilidade para a formulação de rações (KROGDAHL; HEMRE; MOMMSEN, 2005), sendo um fator de diminuição no custo final da alimentação.

Peixes regulam a ingestão através dos níveis de energia total disponível na ração. Portanto, dietas com a relação energia:proteína alta leva a um subconsumo protéico, prejudicando o crescimento dos animais (SILVEIRA et al., 2009), em contraponto, dietas livres de carboidratos demonstram levarem à queda no crescimento dos peixes e hipotrofia muscular. A privação de carboidrato na dieta parece induzir a utilização de uma importante parte dos aminoácidos para fins gliconeogênicos e não para síntese protéica e crescimento corpóreo (PERAGÓN et al., 1999).

## **2.6 O carboidrato na dieta de peixes**

Existe uma variedade imensa de tipos de carboidratos presentes nos ingredientes usados na alimentação de peixes, desde os de alta digestibilidade como os monossacarídeos, dissacarídeos e oligossacarídeos, até aqueles insolúveis e indigeríveis como hemicelulose e celulose. As fontes destes ingredientes também são diversas, desde algas e fitoplâncton, até grãos refinados, extratos de raízes tuberosas, derivados da soja e etc.

Os carboidratos provenientes de plantas, algas e plâncton são ricos em oligossacarídeos e polissacarídeos fibrosos estruturais, enquanto os grãos possuem, predominantemente, o amido como carboidrato. Em menor quantidade podemos encontrar na soja, por exemplo, a sucrose, oligossacarídeos e polissacarídeos complexos do tipo não amiláceos, principalmente a hemicelulose e pectina. Outro carboidrato não amiláceo presente na dieta de peixes e constituinte da carapaça de crustáceos, é a quitina (1,4  $\beta$  - N - acetil glicosamina), o segundo mais abundante carboidrato, depois da celulose, usado em formulação para cultivo. Os tipos de carboidratos usados irão variar com a espécie cultivada.

Os avanços na fisiologia nutricional, tecnologias e contexto econômico têm direcionado para a utilização de ingredientes mais baratos. Consequentemente, com maior conteúdo em carboidratos. Contudo, não se pode adicionar carboidratos indiscriminadamente na ração de peixes, haja vista, que em grandes concentrações aumenta a relação energia:proteína induzindo à sub-consumos de nutrientes, pois peixes regulam a ingestão através da energia dos alimentos.

Segundo Krogdahl; Hemre; Mommsen (2005), os carboidratos foram usados inicialmente na preparação de dietas para peixes, tanto como fonte de energia como por sua propriedade aglutinante nestas formulações. O amido, a pectina e a hemicelulose melhoram a estabilidade dos peletes, agregando seus componentes.

Diferentes espécies possuem diferentes capacidades de digestão de carboidratos, em função de sua anatomia e fisiologia digestória. A

capacidade de hidrolisar uma grande variedade de carboidratos contidos nos alimentos é mais desenvolvida nos peixes herbívoros e onívoros, que nos carnívoros. Seus tubos intestinais variam em comprimento e forma conforme a dieta da espécie, consequência de um longo processo evolucionário e grande variedade de nichos ecológicos, aos quais estes animais foram expostos, sendo esta variação muito maior, em peixes que em outros vertebrados.

## **2.7 Carboidratos alimentares e seus efeitos no crescimento de peixes**

Para López-Olmeda et al. (2009), a digestibilidade de carboidratos é geralmente pobre em peixes, parecendo estar relacionada com a complexidade da molécula e com os hábitos alimentares.

Os onívoros, por exemplo, demonstram melhores taxas de digestibilidade para o amido que os carnívoros.

Tan et al., (2009) observaram escoliose e cabeça com formato anormal em carnívoros juvenis de bagre chinês alimentados com dietas acrescidas com altos níveis de amido. Nas mesmas condições, o desenvolvimento corporal de onívoros foi normal. Constataram também que a relação Ca, P corpórea e os percentuais relativos de cinzas nas carcaças tendiam a diminuir significativamente quando havia aumento dos níveis de amido na ração, concluindo que, altos níveis de carboidratos na dieta podem diminuir a absorção de minerais e impedir o crescimento ósseo normal, sobretudo em peixes carnívoros. Em *Carassius auratus* variedade gibelio, o máximo de inclusão de amido na dieta foi de 32%.

De acordo com Hemre e colaboradores (2002), os carboidratos são um dos ingredientes que mais afetam o uso dos outros componentes da dieta. Aumentos superiores a 10%, em relação à matéria seca, resultam na redução da utilização do alimento para espécies estritamente carnívoras, não obstante, quando mantido níveis mínimos e adequados de proteína nas dietas, os carnívoros demonstraram melhor crescimento quando foi adicionado amido

gelatinizado em baixas taxas. Em recente estudo realizado por Chapalamadugu et al., (2009), demonstrou-se que em Trutas arco-íris, os carboidratos presentes na dieta alteram a expressão relativa dos tipos de mRNA, responsáveis pelos processos miogênicos. Estas mudanças aumentam a atividade das células satélites (células embrionárias mononucleares responsáveis pela regeneração e aumento das massas musculares, através de sua diferenciação em miócitos). Este efeito foi observado após 12 semanas de alimentação, refletindo a adaptação da resposta à dieta, concluindo que os carboidratos possuem papel fundamental para a determinação do crescimento pós natal dos músculos, regeneração e processos de cicatrização, por aumento da expressão dos genes promiogênicos em consequência a níveis ideais na dieta.

## **2.8 Metabolismo da glicose em peixes**

Enquanto na maioria dos vertebrados, sobretudo nos mamíferos, a glicose é a molécula central do metabolismo energético, em peixes, ela não parece ter o mesmo grau de importância como substrato para processos oxidativos (HEMRE et al., 2002). No entanto, parece ter maior importância em alguns tecidos e células dos peixes, especialmente no tecido nervoso, mesmo com existência de grande variabilidade entre as espécies, estando seu uso subordinado ao de lipídeos e proteínas. (LÓPEZ-OLMEDA et al., 2009)

A taxa plasmática de glicose varia enormemente em peixes, não só entre as espécies, mas também dentro de cada uma delas, entre diferentes estágios de vida e regimes alimentares (HEMRE et al., 2002). Ao contrário do observado em mamíferos, onde os limites de glicemia são estreitos, para estes animais a mesma apresenta-se geralmente elevada, sendo evidenciados limites estreitos apenas em linhagens de clones e em espécies como o Atum (MOON, 2001).

Ainda de acordo com Moon (2001), os peixes Teleósteos são considerados, geralmente, intolerantes à glicose, ou seja, inábeis em metabolizar rapidamente grandes aportes desta molécula, o que pode levar

em médio prazo, a diminuição do crescimento dos animais. Esta hiperglicemia induzida, após doses de glicose (por via enteral ou parenteral), pode durar várias horas. Os peixes carnívoros apresentam uma hiperglicemia mais persistente que em peixes onívoros e herbívoros. No início aventou-se a hipótese de que esta hiperglicemia persistente seria, provavelmente, devido a uma secreção de insulina reduzida e que a secreção de insulina seria maior nos onívoros do que em carnívoros. (KROGDAHL; HEMRE; MOMMSEN, 2005), mas segundo Moon (2001) existe também a possibilidade de que a utilização periférica da glicose seja reduzida pela inexistência de receptores e/ou transportadores para a molécula.

## **2.9 Colesterol plasmático em peixes**

Os [Osteichthyes](#) possuem no geral, concentrações plasmáticas de colesterol superiores as encontradas em mamíferos. (BABIN; VERNIER, 1989). A maior parte do colesterol presente no plasma de teleósteos se encontra na forma de ésteres e integrados às lipoproteínas carreadoras, LDL (“low density lipoprotein”), VLDL (“very low density lipoprotein”) e a HDL (“high density lipoprotein”), esta última é a predominante no plasma de peixes (HEMRE et al., 2002).

Segundo González; Silva (2006), a molécula de colesterol é de suma importância para formação das membranas plasmáticas das células, para a síntese de ácidos biliares e na produção de hormônios esteróides, entre eles os ligados a reprodução. Em mamíferos a taxa de biossíntese de colesterol no tecido hepático é inversamente proporcional à sua concentração plasmática e seu nível de ingestão.

Os ácidos biliares são sintetizados no hepatócitos por hidroxilação do colesterol e conjugado posteriormente com os aminoácidos glicina e/ou taurina, para ser secretado através da bile (MEYER; HARVEY, 1998).

### **3 OBJETIVOS**

A substituição parcial de proteína por carboidrato em dietas de peixes visando diminuir o uso da proteína na produção de energia pode ser realizada, de forma que faz-se necessária a determinação do ponto de equilíbrio entre os níveis de proteína e carboidrato na dieta de novas espécies ou híbridos usados em cultivos. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a melhor relação entre a proteína bruta e os carboidratos, em formulações de dietas para juvenis do peixe híbrido de *Leiarius marmoratus* X *Pseudoplatystoma fasciatum*, através de: 1) determinação dos melhores índices de desempenho zootécnico nos grupos de juvenis submetidos a diferentes relações proteína bruta:carboidrato; 2) investigação do perfil metabólico destes animais nas diferentes dietas e 3) determinação da atividade enzimática e a dosagem de intermediários metabólicos.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Desenho experimental**

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco – Município de Petrolina, Estado de Pernambuco, Brasil, no período de 02 de junho a 22 de julho de 2009.

Foram utilizadas neste trabalho 12 (doze) unidades experimentais, as quais constavam cada uma delas, de um tanque plástico circular com volume útil de 500 (quinhentos) litros, sendo distribuídos em um sistema fechado de recirculação de água com biofiltro (figura 7).

Foram acondicionados, em cada unidade experimental 12 peixes com peso médio inicial de  $12,63 \pm 2,52$  gramas e comprimento total médio inicial de  $12,34 \pm 2,06$  centímetros.

Testou-se 04 (quatro) dietas experimentais com níveis decrescentes de proteína bruta em contraponto a níveis crescentes de carboidrato (nas razões de 1,24; 0,84; 0,51 e 0,33 entre proteína bruta e carboidrato, respectivas) para alimentação de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) e *Leiarius marmoratus* (macho). Os exemplares foram adquiridos da Piscicultura São Gonçalo LTDA, sediada no Município de Ibirataia, Estado da Bahia. Os híbridos foram obtidos através de reprodução induzida.

Após sete dias de adaptação à ração experimental, iniciou-se o experimento, que teve duração de 50 dias, onde os animais foram

alimentados na proporção de 8% da biomassa média nas três repetições de cada tratamento, dividindo-se esta quantidade em duas ofertas ao dia, uma às 8:00h e outra às 17:00h. As unidades experimentais foram diariamente sifonadas, para retirada de fezes e possíveis sobras de ração. Foram realizadas medições diárias de pH, temperatura (com aparelho digital portátil) e oxigênio dissolvido (medidor eletrônico), visando avaliar a qualidade da água de cultivo.

A cada dez dias uma biometria (pesagem e determinação de comprimento total) foi feita, no intuito de ajustar a quantidade de ração a ser fornecida e acompanhar o desenvolvimento dos peixes. Os tanques eram mantidos cobertos por uma tela de trama plástica preta (Sombrite 40% de retenção de luz), com o objetivo de reduzir a luminosidade dentro da unidade experimental e evitar entrada de predadores, sendo a mesma retirada apenas nos horários de alimentação dos animais, nas biometrias e limpeza das caixas.

Cada unidade experimental foi identificada com etiquetas impermeáveis com um número em algarismo romano de I a XII e uma notação com tratamento usado na mesma, sobre um fundo com cores iguais para tratamentos iguais, visando evitar enganos ao alimentar os animais. Cada tratamento possuía um recipiente de reserva, que foi identificado com o mesmo código de números e cores (figura 8).

Ao término do período experimental de 50 dias foram amostrados aleatoriamente dez animais de cada tratamento para coletas de amostras de plasma e fígado, que foram usados nas determinações bioquímicas de colesterol (COL), glicose (GLIC), proteínas totais no plasma, atividade da enzima aspartato amino transferase (AST) e concentração de glicogênio no tecido hepático.



Fonte: arquivo pessoal de Seldon Almeida de Souza (2009)

Figura 7 Unidades experimentais constituídas de doze caixas plásticas com volume de 500L cada, instaladas em sistema de recirculação de água com biofiltro.



Fonte: arquivo pessoal de Seldon Almeida de Souza (2009)

Figura 8 Identificação por etiquetas impermeáveis das unidades experimentais.

## 4.2 Preparo e formulação das dietas experimentais

As rações foram formuladas com diferentes relações de proteínas:carboidratos (Tabela 1). Inicialmente foram adquiridas as matérias prima e trituradas para obtenção de menor granulometria possível. Como fontes de proteínas, foram utilizadas a farinha de peixe e o farelo de soja tostado. Para carboidratos a farinha de milho e para lipídios o óleo de soja. Foram adicionados também outros componentes, como pré-mistura vitamínico/mineral, vitamina C e o antioxidante BHT (Butil-hidroxi-tolueno).

As dietas foram confeccionadas, após pesagem e homogeneização dos ingredientes, com posterior adição de água a 45°C na proporção de 12% sobre seu peso total. Logo após sendo peletizadas em moinho de carne e desidratadas em estufa de ventilação forçada a 45°C, durante um período de 24 h., mantidas sob refrigeração a 5°C (adaptado de FURUYA et al., 2001). Para o uso diário as dietas foram acondicionadas em recipientes de vidro com tampas herméticas, identificados por etiqueta impermeável contendo o nome da dieta e sua cor respectiva, estocados em geladeira a 5°C até seu uso e retornando a mesma depois de cada refeição ofertada (Figura 9).

## 4.3 Análise bromatológica das rações

As determinações bromatológicas, realizadas no Laboratório de nutrição animal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA SEMI-ÁRIDO) e no Laboratório de Bromatologia da UNIVASF, seguiram as metodologias descritas por Silva (1990) e Van Soest (1994).

Tabela 1 Formulação, composição percentual (%) e composição bromatológica das dietas utilizadas na alimentação de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) X *Leiarius marmoratus* (macho). Petrolina, 2009.

INGREDIENTES	Relações PB:CHO			
	1,24	0,84	0,51	0,33

<b>Farinha de peixe</b>	64,1	51,6	39,1	26,6
<b>Farelo de soja</b>	10	7,5	5	2,5
<b>Farinha de milho</b>	15	30	45	60
<b>Óleo de soja</b>	8	8	8	8
<b>Premix mineral e vitamínico<sup>1</sup></b>	2	2	2	2
<b>Vit C<sup>2</sup></b>	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>BHT<sup>3</sup></b>	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Fosfato bicálcico</b>	0,84	0,84	0,84	0,84
<b>Total</b>	100	100	100	100
<b>COMPOSIÇÃO CENTESIMAL</b>				
<b>PB (%)</b>	39,52	34,06	27,03	20,84
<b>ENN (%)</b>	31,90	40,64	52,55	62,83
<b>Relação 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. **MS** – Matéria seca; **EE** – Extrato estéreo; **PB** - Proteína bruta; **MO** – Matéria orgânica; **FB** - Fibra bruta; **CHO** – Carboidrato; **LP** - Lipídios; **PB:CHO** – Proporção proteína bruta/carboidrato; **EB** – Energia bruta; **MM** - Matéria mineral. ENN- Extrativos Não Nitrogenados



Fonte: arquivo pessoal de Seldon Almeida de Souza (2009)

Figura 9 Dietas experimentais peletizadas, acondicionadas em frascos de com tampa hermética e identificada por etiqueta (tratamento e cor correspondente).

#### 4.4 Parâmetros zootécnicos

Os parâmetros de caráter zootécnicos foram adotados como índices de desempenho produtivo e calculados nos tratamentos durante cada período de dez dias após as respectivas biometrias.

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

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

$$\text{GPMD (g}\cdot\text{dia}^{-1}) = [(\text{PF}-\text{PI})\cdot\text{t}^{-1}]$$

##### 4.4.2 Ganho de peso médio (GPM)

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

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

#### **4.4.3 Comprimento total (CT)**

Medida tomada da extremidade mais rostral (da borda superior da cavidade oral) até o término da nadadeira caudal. Expressa em centímetros (cm).

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

De acordo com Legendre; Kerdrachuen, (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:

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

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

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

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

#### **4.4.6 Percentual de gordura visceral (GV)**

É o percentual do peso vivo (PV) representado pela gordura visceral (PGV), calculado pela expressão:

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

#### **4.4.7 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).

#### **4.4.8 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 através da equação:

$$CAA = AO \cdot GPM^{-1}$$

#### **4.5 Obtenção das amostras de tecidos e plasma**

Ao término do período experimental e após a última biometria, dez animais de cada tratamento, previamente insensibilizados em água com gelo, foram escolhidos aleatoriamente para obtenção de plasma e tecido hepático, sendo e posteriormente obtido sangue da veia caudal. Na sequência, os mesmos foram sacrificados e realizou-se a coleta de seus fígados para determinação dos intermediários metabólicos e atividades enzimáticas. 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 negativos para posterior realização das análises.

Através da punção da veia caudal de cada animal foram obtidos 200µL 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 análise imediata no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Neste, o sangue foi centrifugado a 15000 rpm por 5 min para extração do plasma, o qual foi utilizado nas determinações da glicemia, colesterolemia e proteinemia.

## **4.6 Determinações dos intermediários metabólicos**

### **4.6.1 Colesterol**

O colesterol total foi determinado através de Kit comercial (Labtest®). De acordo com Alain et al., (1974), a técnica fundamenta-se na reação de hidrólise dos ésteres de colesterol no plasma, catalisada pela enzima esterase, liberando colesterol e ácidos graxos livres, o colesterol reage com o oxigênio, na presença da enzima oxidase, produzindo colest-4-en-ona e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, este último reage com o fenol e com aminoantipiridina produzindo Antipirilquinonimina, (cor vermelha). A intensidade da cor formada será diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra. Desta maneira, a absorbância foi lida em aparelho de espectrofotometria, com comprimento de onda de 500nm e sendo os teores de colesterol plasmáticos expressos em miligramas por decilitro (mg.dL<sup>-1</sup>).

### **4.6.2 Glicose**

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, através de uma reação oxidativa de acoplamento formando uma antipirilquinonimina vermelha cuja intensidade de cor é proporcional a avaliação da concentração de glicose na amostra. Lido em espectrofotômetro sob luz com comprimento de onda de 550nm. Calculou-se a glicemia através da fórmula: Glicose (mg/dL) = Absorbância do teste x Fator de calibragem, sendo o fator de calibragem igual a 100 dividido pela absorbância do padrão (KAPLAN; PESCE, 1987). Expressou-se a glicose em miligramas de glicose por decilitro de sangue ( $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ).

#### **4.6.3 Proteínas totais plasmáticas**

Dosadas no plasma com uso de kit comercial Labtest ® para determinação de proteínas totais. O método é fundamentado na reação dos íons de cobre ( $\text{Cu}^{+2}$ ) em meio alcalino (Biureto) que reagem com as ligações peptídicas das proteínas séricas tornando a solução púrpura, com intensidade proporcional à concentração de proteínas na amostra, sendo lido em espectrofotômetro com emissão de luz com o comprimento de onda de 545 nm (HENRY et al., 1974). Os valores de proteínas plasmáticas totais foram expressos em gramas por decilitro ( $\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ )

#### **4.6.4 Glicogênio hepático**

Realizou-se a determinação de glicogênio conforme a técnica descrita por Bidinotto, (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  $\mu\text{L}$  deste extrato foi transferidos para um tubo, onde adicionou-se 3 mL de etanol e 100  $\mu\text{L}$  de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  a 10 %. Logo após o tubo passou por agitador e centrifugado a 2.000 g 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 foi expresso em micromoles por grama de tecido ( $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

#### **4.6.5 Determinação de atividade enzimática da aspartato amino transferase (ASAT) no tecido hepático**

Utilizou-se amostras de fígado com aproximadamente 50 mg de peso, que foram homogeneizadas com 1 mL de água destilada, centrifugadas por 3 minutos a 1500rpm. O sobrenadante foi separado no tubo e reservado para análise. A determinação da ASAT está fundamentada na catalise da transferência de grupos amina da alanina para o cetoglutarato, com formação de glutamato e oxalacetato, o qual será reduzido a malato por ação da malato desidrogenase (MDH), enquanto que a coenzima NADH será oxidada a NAD. Ocorre uma consequente redução da absorvância em 340 ou 365 nm, acompanhada no espectrofotômetro, esta diferença de absorvância é diretamente proporcional à atividade da enzima na amostra (IFCC, 2002). Expressou-se esta atividade em unidades internacionais por grama de tecido hepático ( $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

#### **4.7 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. Realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas através do teste de Tukey com nível de significância de 5%. Quando significativo, procedeu-se também a análise de regressão dos

dados através do programa estatístico SAS 9.1.3 “for Windows Microsoft” (SAS, 2007).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Qualidade de água no experimento**

Os valores médios dos parâmetros físicoquímicos da água utilizada no experimento estão descritos no tabela 2. A temperatura média da água nas caixas teve seu maior valor (25,4°C) no período dos 10 dias iniciais, reduzindo nos períodos subsequentes e apresentando seu menor valor nos últimos dez dias do experimento (médias aos 50 dias).

Os teores médios de oxigênio dissolvido na água, avaliados em cada período, apresentaram variação em seus valores, onde o menor foi observado nos primeiros dez dias (4,2 mg.L<sup>-1</sup>) e o maior (5,4 mg.L<sup>-1</sup>) no período dos últimos dez dias de experimento (aos 50 dias).

O parâmetro pH variou nos períodos estudados, do menor valor médio aos 30 dias (6,5) até os maiores (6,9) observados aos dez dias e aos 50 dias.

Tabela 2 Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros físicoquímicos da água avaliados para cada período ao longo do experimento. Petrolina, 2009.

Parâmetros físicoquímicos da água		Período (dias)				
		10	20	30	40	50
Temperatura (°C)	Média	25,4	25,2	22,8	20,7	19,5
	Mínima	23,2	24,1	21,0	19,0	18,0
	Máxima	28,8	25,7	24,9	22,4	21,3
O <sub>2</sub> D (mg.L <sup>-1</sup> )	Média	4,2	4,0	4,8	5,1	5,4
	Mínima	3,6	3,4	3,8	4,0	4,2
	Máxima	4,8	4,9	5,1	5,5	5,7
pH	Média	6,9	6,7	6,5	6,8	6,9
	Mínima	6,3	6,2	6,1	6,3	6,2
	Máxima	7,5	7,3	7,5	7,2	7,1

A temperatura, nos dois últimos períodos do experimento, pode ser considerada abaixo da recomendada para espécies de peixes tropicais (BOYD, 1990), não estando nos patamares mínimos ideais para estes animais e afetando todos os tratamentos equitativamente.

O oxigênio dissolvido e o pH, durante o todo o período experimental, apresentou-se dentro dos limites recomendados para piscicultura (BOYD, 1990; 1998).

## 5.2 Parâmetros zootécnicos

Os resultados do peso médio (PM) dos peixes estão descritos no tabela 3. Os juvenis de peixes utilizados no experimento foram homogêneos no início do trabalho, pois o peso médio inicial não diferiu entre os tratamentos ( $P \geq 0,05$ ). Verificamos que a relação proteína:carboidrato influenciou significativamente o peso médio dos animais ( $P \leq 0,05$ ). A partir do vigésimo dia do período experimental, o grupo de animais que recebeu a dieta contendo a relação proteína:carboidrato de 0,84 apresentou as maiores médias de peso ( $P \leq 0,05$ ), sendo seguido pelos grupos que receberam as dietas contendo as relações proteína:carboidrato de 1,24 e 0,51, respectivamente, os quais equivaleram-se entre si. Ao término do período experimental (50 dias) os animais que receberam as dietas com relação proteína:carboidrato de 0,84 e 1,24, obtiveram maior desempenho.

O efeito das dietas com as diferentes relações proteína:carboidrato no peso médio ao longo do período experimental podem ser visualizadas na figura 10.

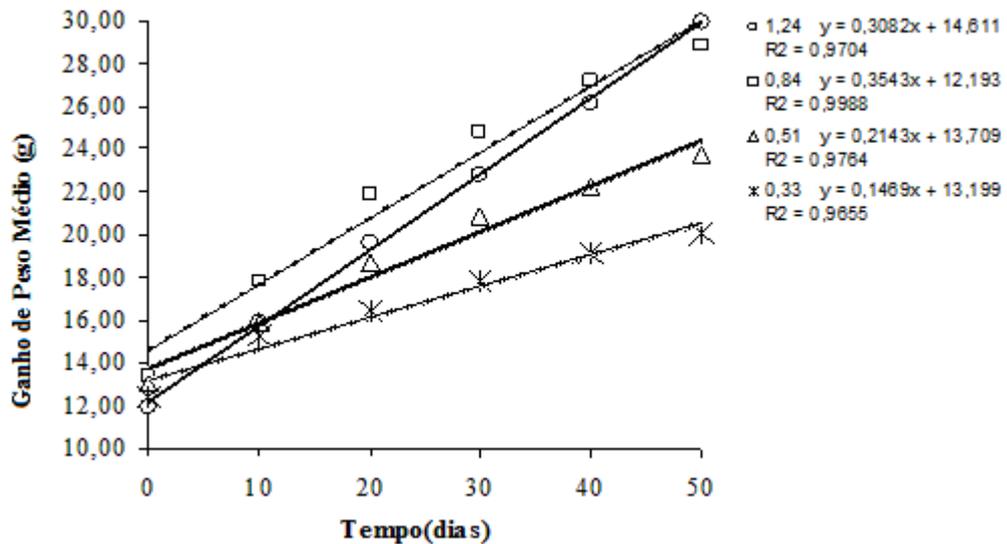


Figura 10 Representação gráfica da relação entre o ganho de peso médio (gramas) dos alevinos, em cada dieta, em função do tempo (dias).

O ganho em peso médio diário (GPMD) apresentou comportamento semelhante ao peso médio. As diferenças entre os tratamentos ocorreram a partir dos 20 dias de alimentação. Houve diferença significativa entre os grupos de peixes alimentados com as dietas contendo as relações proteína:carboidrato de 1,24 e 0,84 (tabela 4 - apêndices). Estas relações de proteína:carboidrato promoveram até ao final do experimento os melhores resultados.

O efeito das dietas com as diferentes relações proteína:carboidrato no ganho de peso médio diário ao longo do período experimental pode ser visualizadas na figura 11.

**Erro! Vínculo não válido.**

Figura 11 Representação gráfica da relação entre o ganho peso médio diário (GPMD) em gramas, para cada dieta, em função do tempo (dias).

O efeito da proteína e dos carboidratos da dieta sobre o desempenho dos peixes foi constatado anteriormente por vários autores e também verificado no presente estudo. Fernández et al. (2007) estudaram diferentes relações proteína:carboidrato na alimentação do carnívoro *Sparus aurata* e verificaram que dietas com moderada inclusão de carboidrato (19,6%) e 53,9% de PB promoveram melhores índices de desempenho em uma relação próxima de 2,75, superiores às testadas neste trabalho. Viaplana-Marín e colaboradores (2006) verificaram que em trutas marrom (*Salmo trutta*) alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de proteína e carboidrato, obtiveram maior desempenho no peso para as dietas onde a concentração de proteína era maior (45,2%) combinada com o menor teor de carboidratos (27,8%). Os híbridos deste estudo tiveram os pesos médios superiores em maiores quantidades de carboidratos (31,90 e 40,64%). Peragón et al. (1999) relataram em seus estudos do efeito do carboidrato e taxas de proteínas na alimentação de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) que a falta de carboidratos na dieta induz ao uso de aminoácidos obtidos da digestão e da degradação muscular pra fins gliconeogênicos, reduzindo o crescimento. Pois a ausência de carboidratos na dieta reduziu o peso dos peixes em relação ao grupo controle que continha 23% de CHO.

Em estudo realizado por Sánchez et al. (2009), com a espécie *Leiarius marmoratus*, onde foram testadas diferentes concentrações de proteína (28, 32 e 36%), o desempenho não foi afetado pelas dietas testadas. Porém no presente estudo, os animais tratados com a relação PB:CHO de 0,84, na qual continha 34,06% de proteína bruta, apresentaram diferença para o desempenho.

Os valores médios de comprimento total (CT), descritos na tabela 5, não apresentaram diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) durante o período experimental. Observou-se que a variável CT não demonstra ser um bom indicador para avaliação do desenvolvimento deste animal, no período estudado. Huang; Liao (1999), relataram que, do ponto de vista econômico,

o parâmetro mais importante a ser melhorado em um programa de seleção é o crescimento, o qual destaca o estudo da forma do corpo. No presente experimento as alterações foram observadas para o peso, enquanto que o comprimento total se manteve aos 50 dias estudados. Denotando que esta variável pode estar relacionada a outros índices que podem ser obtidos para avaliação do desenvolvimento. Esta medida de comprimento pode ser um indicativo para diferenciação entre sexo. Romagosa et al. (2003) destacaram que no *Pseudoplatystoma fasciatum* as fêmeas apresentaram pesos e comprimentos maiores que os machos. Tavares (1997) afirmou que é indispensável nos estudos genéticos, o conhecimento das correlações entre as características morfométricas de interesse em uma população. Portanto, o crescimento medido através do comprimento total nesta fase no híbrido, não serve como indicativo zootécnico.

Tabela 5 Comprimento total (CT) em centímetros, de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus* (macho) submetidos à diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petrolina, 2009.

	CT	CT	CT	CT	CT	CT
Tratamentos	Inicial	10 dias	20 dias	30 dias	40 dias	50 dias
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
<b>1,24</b>	11,64 a	13,33 a	14,01 a	14,52 a	15,39 a	16,48 a
<b>0,84</b>	12,83 a	13,96 a	14,96 a	14,76 a	16,03 a	18,11 a
<b>0,51</b>	12,68 a	13,47 a	14,23 a	13,89 a	14,52 a	15,52 a
<b>0,33</b>	12,23 a	13,12 a	13,75 a	14,25 a	14,20 a	14,65 a
<b>CV (%)</b>	6,37	3,28	4,07	7,97	7,34	9,14

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), entre os tratamentos.

No tabela 6 (apêndices) estão relacionados os valores médios de conversão alimentar aparente (CAA). A partir do vigésimo dia do período experimental a CAA apresentou diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos. Os melhores resultados obtidos neste período foram observados nas maiores relações proteína:carboidrato de 1,24 , 0,84 e 0,51. Ao término do experimento as relações verificou-se que os tratamentos com as relações proteína:carboidrato de 1,24 e 0,84 apresentaram os melhores índices, como pode ser observado na Figura 12.

**Erro! Vínculo não válido.**

Figura 12 Representação gráfica da relação entre a conversão alimentar aparente (CAA), para cada dieta experimental em função do tempo (dias).

Observou-se que, para todas as relações proteína:carboidrato testadas, houve uma clara elevação dos valores de conversão alimentar aparente ao longo dos 50 dias. Concomitantemente, a temperatura da água de cultivo passou por uma redução gradativa de 25,4°C até 19,5°C, em média. Semelhante fato foi evidenciado por Moreira, et al., (2008) ao avaliar o desempenho e o metabolismo de juvenis do carnívoro *Dicentrarchus labrax*, submetidos à alimentação com dietas de 03 (três) níveis de carboidrato (31,1; 22,5 e 13,6%) em 02 (duas) temperaturas distintas (18 e 25 °C) onde o consumo foi significativamente diminuído a 18°C, o que provavelmente pode ser a causa do aumento de CAA. Registramos os melhores índices de CAA para os tratamentos com relações PB:CHO de 0,84 e 1,24. Valores este maiores, em termos absolutos, aos observados por Sousa (2005), em seu estudo comparativo entre cultivo em tanques-rede e viveiros escavados com *Pseudoplatystoma corruscans*, usando 40% de PB e sob temperatura média

da água de 27,0°C. O mesmo relata uma CAA de 3,09 para tanques-rede e 4,15 para viveiros escavados.

Visando a obtenção de menores índices em CAA faz-se necessário o conhecimento prévio de alguns fatores, entre eles a qualidade da água (KUBITZA; LOVSHIN, 1997). Em comparação ao presente experimento, Iziel et al., (2004), relatou menores índices de CAA, quando trabalhando com níveis crescentes de PB (16; 19; 22; 25 e 28%) na Alimentação de juvenis de *Brycon cephalus* e em temperaturas da água de cultivo variando entre 27,5 e 29,7°C, onde os animais alimentados com 25 e 28% de PB expressaram a melhor conversão (2,04). Scorvo Filho e colaboradores, em 2008, pesquisando o desempenho de juvenis de *Pseudoplatystoma corruscans* submetidos a três densidades de estocagem (67; 133 e 0,75 peixes/m<sup>3</sup>) e em dois sistemas de criação, tanques-rede e viveiros escavados, reportaram valores de CAA de 5,2; 5,0 e 4,6 semelhantes aos melhores resultados descritos neste experimento, nos tratamentos com relações PB:CHO de 1,24 e 0,84.

Outra variável estudada neste experimento para avaliar o desempenho produtivo dos peixes foi a taxa de crescimento específico (TCE). Em conformidade com o peso médio total, ganho médio diário e a conversão alimentar aparente, este parâmetro também apresentou diferença significativa entre os grupos de animais aos 20 dias. O melhor índice da taxa de crescimento específico foi obtido com a relação 1,24 (Quadro 7 - apêndices). No final do experimento, aos 50 dias, estes resultados permaneceram semelhantes. Os peixes alimentados com a melhor relação proteína:carboidrato de 1,24 obtiveram os melhores resultados, o menor índice foi observado na relação 0,33. As altas concentrações de carboidratos nas rações reduziram os índices nas variáveis de desempenho estudadas.

**Erro! Vínculo não válido.**

Figura 13 Representação gráfica da relação entre a taxa de crescimento específico diário (TCE), para cada dieta experimental em função do tempo (dias).

Os valores da TCE, apresentados neste estudo, tem comportamento de acordo com os dados de PM, GPMD e CAA, onde as duas melhores avaliações (1,0 e 0,9 % aos 50 dias) foram equivalentes e observadas nos grupos tratados com 1,24 e 0,84 de relação PB:CHO respectivamente. Refstiea et al. (2004) ao trabalhar com o carnívoro de águas geladas *Salmo salar*, avaliando o crescimento com rações isoproteicas em quatro níveis de substituição da farinha de peixe por proteína hidrolisada de peixe (0; 5; 10 e 15%), sob temperatura de 8,3°C, relataram taxas superiores às maiores encontradas em nosso experimento (1.09; 1.20; 1.26 e 1.33%). Piedras et al. (2004), avaliando o desempenho de juvenis de *Rhamdia quelen*, alimentados com rações contendo 36% de PB, cultivados em três temperaturas diferentes 20; 23 e 26 °C, observaram taxas de crescimento específico diário 2,22; 3,05 e 2,61%, respectivamente, concluindo que o melhor desempenho foi calculado para à temperatura de 23,7 °C. Okamoto et al. (2006), avaliando o crescimento e sobrevivência de juvenis cultivadas em diferentes temperaturas (20; 25 e 30°C) na espécie marinha *Mugil platanus* (GÜNTHER, 1880), relataram que os valores das taxas de crescimento eram diretamente proporcionais à temperatura e a melhor média (4,4% ao dia) foi observada a 30°C.

Os índices de rendimento de carcaça (RC), gordura visceral (GV) e consumo total de ração aparente (CTRA) estão descritos na tabela 8.

Os parâmetros RC e GV não apresentaram diferença significativa ao término de 50 dias de experimento ( $P \geq 0,05$ ).

O consumo total de ração aparente consumo total de ração aparente (CTRA) foi influenciado pelas diferentes relações proteína:carboidrato. O maior consumo aparente de ração ocorreu no grupo alimentado com a relação proteína carboidrato de 0,84 e o menor no grupo com 0,33. O aumento do consumo de ração está representado na figura 14.

Tabela 8 Valores médios do rendimento de carcaça (RC) e gordura visceral (GV), expressos em percentual (%). Consumo total de ração aparente (CTRA), expresso em gramas (g), em juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma*

*fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus* (macho) após 50 dias de alimentação com dietas contendo diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petrolina, 2009.

Tratamentos	RC (%)	GV (%)	CTRA (g)
<b>1,24</b>	86,93 a*	3,47a*	937,95 b**
<b>0,84</b>	88,29 a*	3,18 a*	952,37 a**
<b>0,51</b>	86,75 a*	3,76 a*	824,60 c**
<b>0,33</b>	84,75 a*	3,66 a*	784,73 d**
<b>CV (%)</b>	3,66	30,73	0,02

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey \* (P ≤ 0,05) e \*\* (P ≤ 0,01), entre os tratamentos.

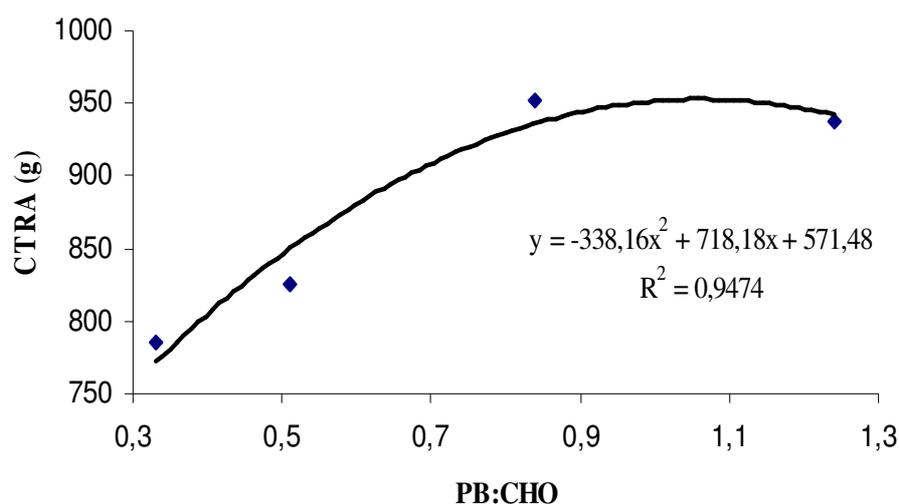


Figura 14 Representação gráfica do consumo total de ração aparente (CTRA), em função da relação proteína:carboidrato.

O parâmetro rendimento de carcaça (RC) não variou significativamente ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, fato também observado por Losekann, (2006), em estudo com a espécie *Rhamdia quelen* alimentada com 02 (dois) níveis de inclusão (5 e 10 %) de óleos de canola (OC), arroz (OA) e de soja (OS) por 90 dias. Burkert et al. (2008), ao avaliarem os rendimentos do processamento e composição química de filés de *Pseudoplatystoma* sp. cultivados em tanques-rede durante um ano,

testando 03 (três) rações isoenergéticas e contendo 42,1; 42,6 e 43,5% de PB, registraram valores médios de RC (com cabeça e pele) em torno de 73,31 %, inferior à menor média colhida neste experimento. Índices também inferiores aos nossos, 70,9 e 66,9%, foram descritos por Crepaldi et al. (2008), ao trabalhar com surubins em 02 (dois) grupos de animais de 2,7 e 1,5 Kg, respectivamente. Resultados superiores foram relatados por Souza et al. (1999), em trabalho com bagre africano (*Clarias gariepinus*) verificando o rendimento de carcaça (com cabeça) entre três classes de animais (até 1 Kg, de 1-2Kg e superior a 2 Kg), índices de 93,50; 91,07 e 93,78%, respectivamente, os quais não foram significativamente diferentes ( $P>0,05$ ) entre si.

O aumento dos conteúdos de carboidratos nas dietas não alterou o percentual de gordura visceral (GV) neste experimento, fato possivelmente decorrente da diminuição da temperatura da água (quadro 2) e do consumo nos períodos finais do experimento levando a mobilização das reservas de gordura mesentérica. Resultados semelhantes foram descritos por Tan et al. (2009), em avaliação do efeito de grandes concentrações de amido de milho (19; 23; 27; 31 e 35%) em dietas isoenergéticas na espécie *Carassius auratus*, onde a gordura perivisceral apresentou índices semelhantes entre as dietas mostrando que o carboidrato não influenciou na deposição de lipídeos nos tecidos. Lundsted (2003), em seu trabalho com *P. corruscans* testando quatro percentuais de proteína (20, 30, 40 e 50%) em dietas isoenergéticas, relatou que houve maior deposição de gordura visceral nos animais tratados com 20% de proteína e no mesmo estudo ao testar dietas com variação na Energia Bruta (3500, 3850, 4200 e 4550 Kcal) houve depósitos de gordura visceral, significativamente maiores nos grupos com 3500 e 3850 Kcal, respectivamente, portanto os maiores índices de energia levaram a uma provável diminuição do consumo e conseqüente redirecionamento dos depósitos lipídicos. Shiao, em 1997, conduziu um experimento com o híbrido de *Oreochromis niloticus* com *O. aureus* e observou que juvenis alimentados com amido acumularam mais gordura corporal do que os

alimentados com glicose como fonte de carboidrato, e o contrário ocorria em adultos.

O consumo total aparente (CTRA) sofreu declínio em todos os tratamentos ao longo do período experimental, à semelhança do que foi descrito por vários autores, que peixes de clima quente diminuem o consumo de alimentos e crescem menos ao ser reduzida a temperatura de cultivo (IZIEL et al., 2004; PIEDRAS et al., 2004; OKAMOTO, 2006; MOREIRA. et al., 2008). Fato também pode ser reforçado pela influência das concentrações de carboidratos na dieta, como descreveram Tan et al. (2009), ao pesquisar o efeito de diferentes concentrações de carboidratos (24; 28; 32; 36 e 40%) na alimentação de *Carassius auratus*, concluindo que o consumo e o crescimento foram influenciados negativamente pelo aumento de carboidratos na dieta, não devendo ser superior a 32% em sua formulação para a espécie estudada por eles. Sousa (2005), em experimento com *Pseudoplatystoma corruscans* relatou valores de consumo diário de 29,60 g.dia<sup>-1</sup> e 74,16 g.dia<sup>-1</sup> em viveiros escavados e tanques-rede, respectivamente, sendo valores superiores ao maior índice observado no tratamento com a relação PB:CHO de 0,84 no presente estudo (952,37 g em 50 dias, ou seja, 19,05 g.dia<sup>-1</sup>). Existiu uma dificuldade técnica na separação das sobras de ração das fezes e assim, não sendo possível avaliar precisamente a quantidade de ração realmente ingerida pelos híbridos do estudo, contudo, o consumo foi estimado com base na quantidade ofertada, possibilitando afirmar que o consumo total de ração aparente, em termos relativos, foi maior para a relação PB:CHO de 0,84.

## **5.3 Parâmetros bioquímicos**

### **5.3.1 Plasma**

Os parâmetros metabólicos do plasma estão demonstrados no quadro 9. A glicemia (GLIC), colesterol (COL) e a concentração de proteína plasmática total foram alteradas pelas diferentes relações proteína:carboidratos. As maiores taxas glicêmicas encontradas foram nos grupos alimentados com as relações proteína:carboidrato de 0,33 e 1,24 respectivamente.

As concentrações do colesterol plasmático apresentaram perfil semelhante ao da glicemia. As maiores concentrações deste intermediário metabólico foram nas relações proteína:carboidrato de 0,33 e 1,24. o mesmo ocorreu com as concentrações de proteínas plasmáticas totais.

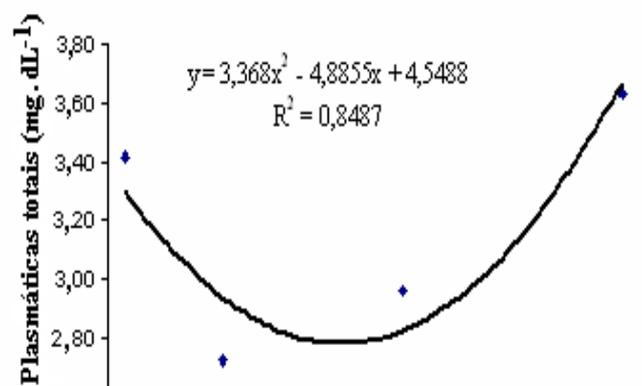
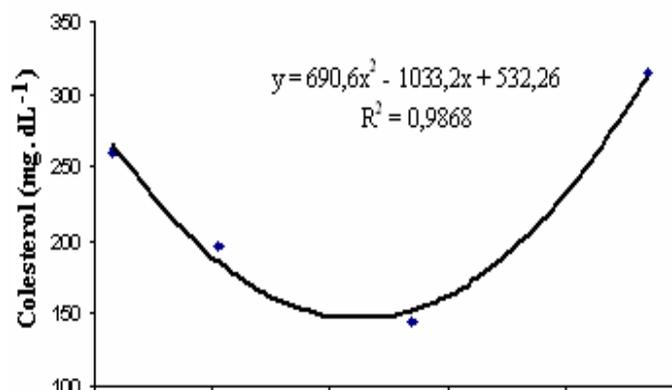
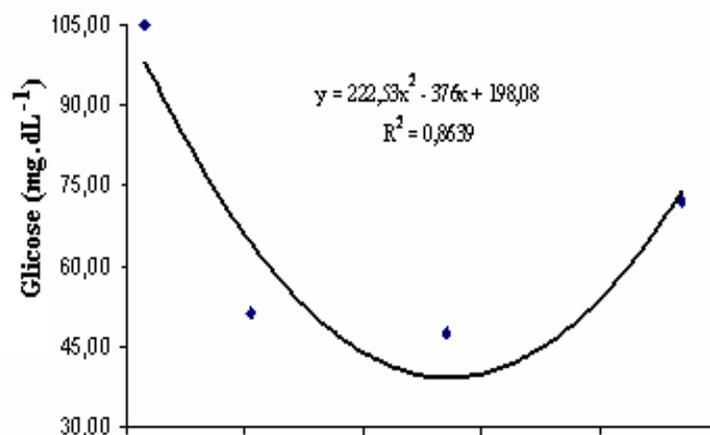


Figura 15 Representação gráfica da relação entre a concentração plasmática de glicose ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ), colesterol ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) e proteínas plasmáticas totais ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) em relação as razões PB:CHO nas dietas experimentais.

Os valores da glicemia descritos variaram entre 71,91 e 104,89  $\text{mg.dL}^{-1}$ . Desta forma, o comportamento da glicemia frente à relação proteína:carboidrato pode ser interpretada em duas fases distintas. Na primeira fase os níveis plasmáticos de glicose diminuem com o aumento dos teores protéicos das dietas. Condição semelhante foi descrita por Lundstedt, (2003) em seu trabalho com *P. corruscans* alimentados com diferentes níveis de proteína (20, 30, 40, e 50%). Verificou-se a ocorrência, nesta fase, de maiores glicemias onde havia quantidades mais elevadas (PB:CHO de 0,33) de carboidrato na dieta experimental. Ocorrendo pela maior disponibilidade de glicose oriunda dos carboidratos na dieta (HUTCHINS et al., 1998; VIAPLANA-MARÍN et al., 2006; TAN et al., 2009). É comum em peixes carnívoros a regulação da glicemia através da gliconeogênese hepática (HEMRE et al., 2002) onde em teores baixos de CHO e inversos de proteínas, que a glicose seja sintetizada a partir dos esqueletos de carbono oriundos dos aminoácidos. A partir do ponto onde a relação PB:CHO era de 0,84 inicia-se uma segunda fase onde a glicemia cresce com o aumento dos teores protéicos na dieta, através da possível mobilização das reservas hepáticas (PANSERAT; KAUSHIK, 2002; RAWLES et al., 2008) e possivelmente do uso da proteína alimentar na manutenção da glicemia através da via gliconeogênica. Fato também observado por Melo et al. (2006) ao pesquisar o metabolismo de *Rhamdia quelen* submetidas a dietas com diferentes concentrações de proteína (20, 27, 34 e 41%), onde para valores iguais ou superiores a 27% de PB a glicemia foi superior e se manteve nos

três últimos percentuais (27, 34 e 41 % de PB). Já Moreira e colaboradores (2008) relataram não ter ocorrido diferença significativa na glicose plasmática entre os grupos de juvenis de *Dicentratus labrax* alimentados com diferentes relações PB:CHO (1,48; 2,31 e 4,24) em duas temperaturas (18 e 25 °C). Em juvenis do híbrido “sunshine bass” (*Morone chrysops* ♀ X *M. saxatilis* ♂), a concentração de glicose plasmática elevou-se proporcionalmente ao aumento da concentração de glicose livres e CHO amiláceos na dieta (HUTCHINS et al., 1998). O mesmo comportamento, para glicemia, foi observado por Fu; Xie, (2004), no bagre *Silurus meridionalis*.

As lipoproteínas plasmáticas formam um sistema dinâmico responsivo à dieta, variando tanto com a natureza quanto com as quantidades ingeridas (BABIN; VERNIER, 1989). Em relação às taxas de colesterol plasmático observadas neste experimento, não eram esperadas alterações, pois as dietas continham quantidades semelhantes de lipídeos em sua formulação (tabela 1). As alterações observadas nos grupos alimentados com dietas contendo relações proteína:carboidrato de 1,24 e 0,33 podem estar associadas a uma necessidade de melhora dos processos digestórios. De acordo com González; Silva (2006), o colesterol é utilizado na síntese de ácidos biliares, principalmente no tecido hepático. No que concerne à lipogênese em comparação à concentração de carboidrato, nossos dados divergem dos encontrados por Rawles et al., (2008), em experimento com o híbrido “striped bass” (*Morone chrysops* versus *Morone saxatilis*) testando níveis de inclusão de carboidrato e tipos dos mesmos com diferentes complexidades (glicose, maltose e dextrina), onde os pesquisadores não detectaram diferenças na esterificação hepática total em relação aos diferentes tratamentos (níveis de inclusão e complexidade), variando apenas a eficiência de assimilação de cada carboidrato, onde as taxas de lipogênese nos tratamentos com maltose e dextrina foram quatro e dez vezes superiores as observadas na dieta contendo glicose.

As taxas de proteínas totais plasmáticas avaliadas apresentaram correlação positiva com as taxas de colesterol. Embora não tenham sido dosadas as frações protéicas ligadas ao transporte de colesterol (lipoproteínas carreadoras) é possível que este comportamento observado esteja associado ao mesmo fenômeno descrito para o colesterol.

### 5.3.2 Tecido hepático

As concentrações do intermediário metabólico glicogênio e da enzima aspartato aminotransferase (ASAT), dosadas no tecido hepático, encontram-se expressas na tabela 10 (apêndices).

As maiores médias para o glicogênio hepático foram registradas nas relações PB:CHO de 0,33 e 0,51 não sendo diferentes entre si ( $P>0,05$ ). Em contraponto, a relação 1,24 apresentou as menores médias. Observou-se que o glicogênio teve um comportamento linear em frente ao aumento da relação PB:CHO (figura16).

A atividade da enzima ASAT no tecido hepático comportou-se de maneira quadrática em relação às relações PB:CHO (figura 17), onde as maiores médias foram registradas nos tratamentos com relações PB:CHO de 0,33 e 1,24 e as menores, nas relações 0,54 e 0,84.

**Erro! Vínculo não válido.**

Figura 16 Representação gráfica da relação entre a concentração de glicogênio no tecido hepático ( $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ) e as dietas experimentais.

**Erro! Vínculo não válido.**

Figura 17 Representação gráfica da relação entre a Atividade da Enzima Aspartato aminotransferase (ASAT) no tecido hepático, medida em unidades internacionais por grama de tecido ( $\text{U.g}^{-1}$ ) e as dietas experimentais.

O fígado e os rins são os principais órgãos de produção da glicose *neo* formada em peixes, sendo a gliconeogênese a via central na manutenção das necessidades de glicose no corpo dos peixes carnívoros (FU; XIE, 2004). Os níveis de glicogênio no tecido hepático são adaptáveis à dieta (SHIAU, 1997; HEMRE et al., 2002; PANSERAT; KAUSHIK, 2002; MELO, 2004). Suárez et al. observaram, em 2002, nas espécies *Angilla anguilla* e *Oncorhynchus mykiss*, aumento nos teores de glicogênio hepático para animais alimentados com dietas ricas em CHO. Já Moreira et al. (2008) relataram diminuição das concentrações hepáticas em glicogênio ao aumentarem a relação PB:CHO (1,48; 3,31 e 4,21), em “Sea bass” Europeo (*Dicentrarchus labrax*) sob temperaturas diferentes (18 e 25°C). No corrente estudo, o conteúdo hepático de glicogênio apresentou declínio significativo ( $p \leq 0,05$ ) em sua concentração conforme os teores de proteína aumentavam na dieta (tabela 10 e figura 16), sugerindo que as reservas hepáticas de glicogênio foram utilizadas na manutenção das concentrações de glicose plasmáticas. Viaplana-Marín et al., (2006), em trabalho de avaliação da relação PB:CHO em truta marrom (*Salmo trutta*), verificou que o glicogênio hepático aumentava quando a glicose plasmática diminuía, refletindo a elevação da insulina plasmática. Segundo Lundstedt (2003), os conteúdos maiores de proteína na dieta de *P. corruscans* levam à ativação de processos gliconeogênicos.

A atividade hepática da aspartato aminotransferase (ASAT) em relação à razão PB:CHO, em nosso experimento, apresentou um comportamento quadrático (figura 15), onde nas relações 0,33 e 1,24 as atividades da ASAT foram maiores e não diferiram significativamente entre si. Gaye-Siessegger et al. (2006) observaram em *Oreochromis niloticus* alimentadas com dietas contendo proteína bruta de 34,8; 40,8 e 56,1%, que a atividade da enzima aspartato aminotransferase (ASAT) no tecido hepático aumentou significativamente com a elevação dos conteúdos protéicos na dieta e concluíram que os excessos de aminoácidos provenientes da dieta foram desaminados e oxidados no ciclo de Krebs ou convertidos em gordura e carboidratos. Melo et al. (2006) verificaram no pimelodideo *Rhadia quelem*,

que aumento nas concentrações de Aminoácidos livres no plasma seguido de elevação da glicemia e da atividade da ASAT estavam ligados à síntese de *neo* proteínas e/ou glicose, sugerindo aumento do catabolismo protéico.

## 6 CONCLUSÕES

A relação proteína:carboidrato altera o desempenho e o metabolismo de híbridos;

A relação proteína:carboidrato de 0,84 é indicada para melhor desempenho de juvenis do híbrido;

Dietas com alta e baixa relação proteína:carboidrato alteram as reservas energéticas nos peixes estudados;

As dietas com alta e baixa relação proteína:carboidrato promovem uso de nutrientes para regular o metabolismo, alterando a atividade da ASAT pra obtenção de energia e excretar excessos de aminoácidos.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M.M. **Estudos Genéticos comparativos entre populações de *Pseudoplatystoma reticulatum* (Eigenmann; Eigenmann, 1889), (Pisces Siluriformes) provenientes dos Rios Paraguai e Jauru, e uma população de *Pseudoplatystoma corruscans* (SPIX; AGASSIZ, 1829) (Pisces Siluriformes), proveniente do Rio Paraguai.** 2008, 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)-Universidade do Estado do Mato Grosso, 2008.

ALAIN, C.A. et al. Cholesterol determination. **Clinical Chemistry**, [s.l.], v. 20, p. 470, 1974.

ANDRADE, R.L.B. et al. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.35, n.1, jan-fev, 2005.

BABIN, P.J.; VERNIER, J-M. Plasma lipoproteins in fish. **Journal of Lipid Research**, [s.l.], v. 30, p. 467, 1989.

BARTLEY D.M.; RANA, K.E.; IMMINK, A.J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, [s.l.], v. 10, p. 325-337, 2001.

BIDINOTO, P. M.; MORAES, G.; SOUZA, R. H. S. Hepatic glycogen and glucose in girth tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of micro samples. Pirassununga, **Boletim Técnico CEPTA**, v.10, p. 53-60, 1997.

BLEEKER, P. **Conspectus generum Labroideorum analyticus.**

Amsterdam. 1494f. 1862.

BOMFIM, M.A.D. et al. Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia** Viscosa, MG, v.34, n.6, p.1795-1806, 2005.

BOTARO, D. et al. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viscosa, MG, v.36, n.3, p.517-525, 2007.

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.

\_\_\_\_\_. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA, 482p. 1990.

BUITRAGO-SUÁREZ, U. A.; BURR, B.M.; Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* bleeker (SILURIFORMES: PIMELODIDAE) with recognition of eight species. **Zootaxa**, [s.l.], n. 1512, p. 1-38, 2007.

BURKERT et al. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1137-1143, 2008.

BUTTLE, L.G. et al. Effects of dietary protein on nitrogen excretion and growth of the African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquatic Living Resource**. [s.l.], v. 8, n.4, 1995.

CAMARGO, S.G.O.; POUEY, J.L.O.F. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.

CASTILLO, L. et. al. Engorde en jaulas del bagre estuarino "chivo cabezón" *Ariopsis sp.* (MILES, 1945) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. **Revista Intrópica**, Santa Marta, Colombia, set. 2006.

CATELOG: *Leiarius marmoratus* juvenil. Disponível em:<  
[http://www.planetcatfish.com/catalog/species.php?species\\_id=245](http://www.planetcatfish.com/catalog/species.php?species_id=245)>.

Acesso em : 05 mar. 2010.

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.

CIEGLINSKI, A. **Setor da pesca e aquicultura terá primeiro censo em 2009**. Brasília: Agência Brasil. Disponível em: <  
<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2009/01/21/materia.2009-01-21.0260054835/view>>. Acesso em: 21 set. 2009.

COTAN, J.L.V. et al. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viscosa, MG, v.35, n.3, p.634-640, 2006.

CREPALDI, D.V. et al. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) avaliado por ultra-som. **Revista Brasileira De Saúde e Produção Animal**, [s.l.], v.9, n.4, p.813 – 824, 2008.

DAQUI, L. A. Piscicultura - administração dos custos e do manejo alimentar. In: PEC NORDESTE, AQUICULTURA, 12., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará–FAEC, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil–CNA, o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR, e o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas- SEBRAE–CE, 2008. p.1- 4.

DAVENPORT, J. et al. **Aquaculture: the ecological issues**. Malden: British Ecological Society, 2003.

DIAS, F.N. et al. Marcadores cromossômicos aplicados à piscicultura: identificação do híbrido interespecífico “cachandiá” das espécies *Pseudoplatystoma reticulatum* (cachara) e *Leiarius marmoratus* (jandiá) (PISCES, SILURIFORMES). In: Congresso Brasileiro de Genética. 55, 2009. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 2009

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: 30 nov. 2009.

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.

FERRARIS JR., C.J. Checklist of catfishes, recent and fossil. **Zootaxa**. [s.l.], v. 1418, p.333, 2007.

FU, S.J.; XIE, X.J. Nutricional homeostasis in carnivorous southern catfish (*Silurus meridionalis*): is there a mechanism for increased energy expenditure during carbohydrate overfeeding?. **Comparative Biochemistry and Physiology**, [s.l.], v.139, p. 359-363, 2004.

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**, Viscosa, MG, v.30, n. 3, p. 611-616, 2001.

GALO, M.J. et al. Sêmen de jundiá *Leiarius marmoratus* (GILL, 1870) resfriado sem adição de solução crioprotetora. In: ENCONTRO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009.

GAYE-SIESSEGGER, J. et al., Effect of dietary protein/carbohydrate ratio on activities of hepatic enzymes involved in the amino acid metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) **Fish Physiology Biochemistry**, [s.l.], v. 32, p. 275–282, 2006.

GAO, W. et al. Effects of carbohydrates-to-lipids ratios on growth performances, body composition, nutrients utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Journal of Aquaculture Nutrition**, [s.l.], v.10, p.1365-2095, 2009.

GILL, T. N. On some new species of fishes obtained by Prof. Orton from the Marañon, or Upper Amazon, and Napo Rivers. **Proc. Acad. nat. Sci. Philad.**, v. 22, p. 92-96, 1870.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006, 364p.

HASHIMOTO, D.T. **Caracterização citogenética e molecular de híbridos interespecíficos das espécies Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) e Piapara (*Leporinus elongatus*), utilizados na piscicultura brasileira.** 2008, 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista–UNESP, Botucatu, SP, 2008.

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.

HENRY, R.J. et al. **Clinical Chemistry: Principles and Technics.** 2. ed. New York: Harper & Row, 1974. p.405-435.

HUANG, C.M.; LIAO, J.C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquiculture**, Amsterdam, Nertherlands, v. 85, p.199-205, 1999.

HULATA, G. Genetic manipulations in aquaculture: a review of stock improvement by classical and modern technologies. **Genética**, [s.l.], v.111, p.155–173, 2001.

HUTCHINS, C.G. et al. Effects of dietary carbohydrate kind and level on growth, body composition and glycemic response of juveniles sunshine bass (*Morone chrysops* ♀ X *M. saxatilis* ♂), **Aquiculture**, [s.l.], v.161, p.187-199, 1998.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca-2004: produção brasileira da aqüicultura e pesca, por Estado e espécie.** Brasília: IBAMA. Disponível em:<[http://200.198.202.145/seap/pdf/cogesi/boletim\\_2004.pdf](http://200.198.202.145/seap/pdf/cogesi/boletim_2004.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2009.

IFCC Reference Procedure for the Measurement of Catalytic Concentration of Aspartate Aminotransferase. **Clinical Chemistry**, [s.l.], v.40, n.7, p.725-33, 2002.

IZEL, A.C.U. et al. Avaliação de níveis protéicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazônica**, v. 34, n.2, p. 179-184, 2004.

KAPLAN; L A; PESCE, A J. **Methods in Clinical Chemistry**, St. Louis: The C.V. Mosby Co., 1987;105-11.

KOSSOWSKI, C. Hibridación del bagre zamurito *Calophysus macropterus* (pisces, pimelodidae). **Bioagro**, [s.l.], v.13, n. 2, p.71-77,

2001.

KROGDAHL, A.; HEMRE, G.I.; MOMMSEN, T.P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, [s.l.], v. 111, p.103–122, 2005.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juvenile carnivorous fishes. **Reviews in Fisheries Science**, [s.l.], v. 7, n.1, p. 1-22, 1997.

LAYMAN, C.A. et al. Body size and trophic position in a diverse tropical food web. **Ecology**, [s.l.], vol. 86, n. 9, p.2530-2535. 2005.

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.

LINNAEUS, C. *Systema Naturae Sive Regna Tria Natuare, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, Cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. 12<sup>a</sup> ed., v.1 . Laurentii Salvii, Holmiae. 532f. 1766.

LÓPEZ-OLMEDA, J.F. et al. Glucose tolerance in fish: Is the daily feeding time important? **Physiology & Behavior**, [s.l.], v.96, p.631–636. 2009.

LOSEKANN, M.E. Produção de Jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. 2006, 44 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)- Universidade Federal de Santa Maria-UFSM,, RS, 2006.

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. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)- Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, SP, 2003.

MATEO F.J. et al. Caracterización Morfométrica del Híbrido Yaque Pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) y sus Progenitores (Siluriformes: Pimelodidae). **Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias**, Maracay, v.49, n.1, p. 47-60,2008.

MATEO F.J.; ROJAS H. L. Comparación Alométrica entre los Híbridos Yaque Pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) y Chorrosco (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Pimelodus blochi*)

(Siluriformes: Pimelodidae). **Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias**, Maracay, v.46, n.2, p., jul. 2005.

MELO, J.F.B. **Digestão e metabolismo de jundiá *Rhamdia quelen* submetido a diferentes regimes alimentares**. 2004. 80 f. Tese (Doutorado em Fisiologia)- Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, SP, 2004.

MELO, J.F.B. et al. Effects of dietary of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Telestei:Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, [s. l.], v.145, p.181-187, 2006.

MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis**. 2. ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1998. 373p.

MISCHKE, C.C.; ZIMBA, P.V. Initial influence of fertilizer nitrogen types on water quality. **Aquaculture Research**, [s. l.], p.1-5 , 2009.

MOON, W.T. Glucose intolerance in teleost fish: fact or fiction? **Comparative biochemistry and physiology**, [s.l.], v.129, p. 243-249, 2001.

MOREIRA, I.S. et al. Temperature and carbohydrate level effects on performance and metabolic utilisation of diets in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquaculture**, [s.l.], v.274, p. 153-160, 2008.

NRC - National Research Council. **Nutrients requirements of fish**. USA : 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.

PANSERAT, S.; KAUSHIK, S. Régulation nutritionnelle du métabolisme glucidique chez les poissons: exemple de la truite arc-en-ciel (*oncorhynchus mykiss*), faible utilisatrice des glucides alimentaires. **Production animale**, St. Pée-sur-Nivelle, v.15, n.02, p.109-117, 2002.

PERAGÓN, J. et al. Carbohydrates affect protein-turnover rates, growth, and nucleic acid content in the white muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, [s.l.], v. 179, p. 425-437, 1999.

PIEDRAS et al. Crescimento de juvenis de Jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, n.2, p.177-182, 2004.

RAWLES, S.D. et al. Hepatic glucose utilization and lipogenesis of hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *Morone saxatilis*) in response to dietary carbohydrate level and complexity. **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.40-50, 2008.

REFSTIEA, S. et al. Feed intake, growth, and protein utilization by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. **Aquaculture**, [s.l.], v.239, p.331-349, 2004.

ROMAGOSA, E. et al. Características morfológicas e crescimento do cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), em cativeiro. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n.2, p.277-283, 2003.

ROSENFELD, A.J. et al. The role of hybrid vigor in the replacement of Pecos pup-fish by its hybrids with sheepshead minnow. **Conservation Biology**, [s. l.], v.18, n.6, p.1589-1598, 2004.

SÁ, C.M.V.; FRACALOSI, 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. et al. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, [s.l.], v. 57, n.2, p 213-219, abr./jun. 2000.

SÁNCHEZ, J.A.M. et al. 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.

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

SCORVO FILHO et al. Desempenho produtivo do pintado, *pseudoplatystoma corruscans* (spix & agassiz, 1829), submetidos à diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.2, p.181-188, 2008.

SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish-with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus*X *O. aureus*. **Aquiculture**, [s.l.], v.151, p. 79-96, 1997.

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

SILVEIRA, U.S. et al. 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: 15 dez. 2009.

SOUSA, A.D.L. **Efeito dos sistemas de criação semi-intensivo (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede) no desenvolvimento produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (spix & agassiz, 1829) (siluriformes: pimelodidae)**. 2005. 29 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura)- Universidade do estado de São Paulo- UNESP, Jaboticabal, SP, 2005.

SOUZA, M.L.R. et al. Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum**, [s.l.], v.21, n.3, p.637-644, 1999.

SUÁREZ, M.D. et al. Metabolic effects of changes in the dietary protein:carbohydrate ratio in eel (*Angilla anguilla*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture International**, Holanda, v.10, p.143–156, 2002.

SULLIVAN, J.P. et al. A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using *rag1* and *rag2* nuclear gene sequences. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, [s. l.], v.41, pg 636–662, 2006.

SWAINSON, W. **Nature history and classification of fishes, Amphibians and Reptiles**. 1ª ed. v.1, Londres, 1838. 370p.

TAN Q. et al.. Effect of high dietary starch levels on the growth performance, blood chemistry and body composition of gibel carp (*Carassius auratus* var. gibelio). **Aquaculture Research**, [s.l.], v.40, p.1011-1018. 2009.

TAVARES, M.P. **O Surubim**. In: MIRANDA, M.O.T. (ed.). Surubim. Belo horizonte : Instituto Brasileiro do Meio ambiente e Recursos Naturais Renovaveis. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca, 19, 1997. p.9-25. 962p.

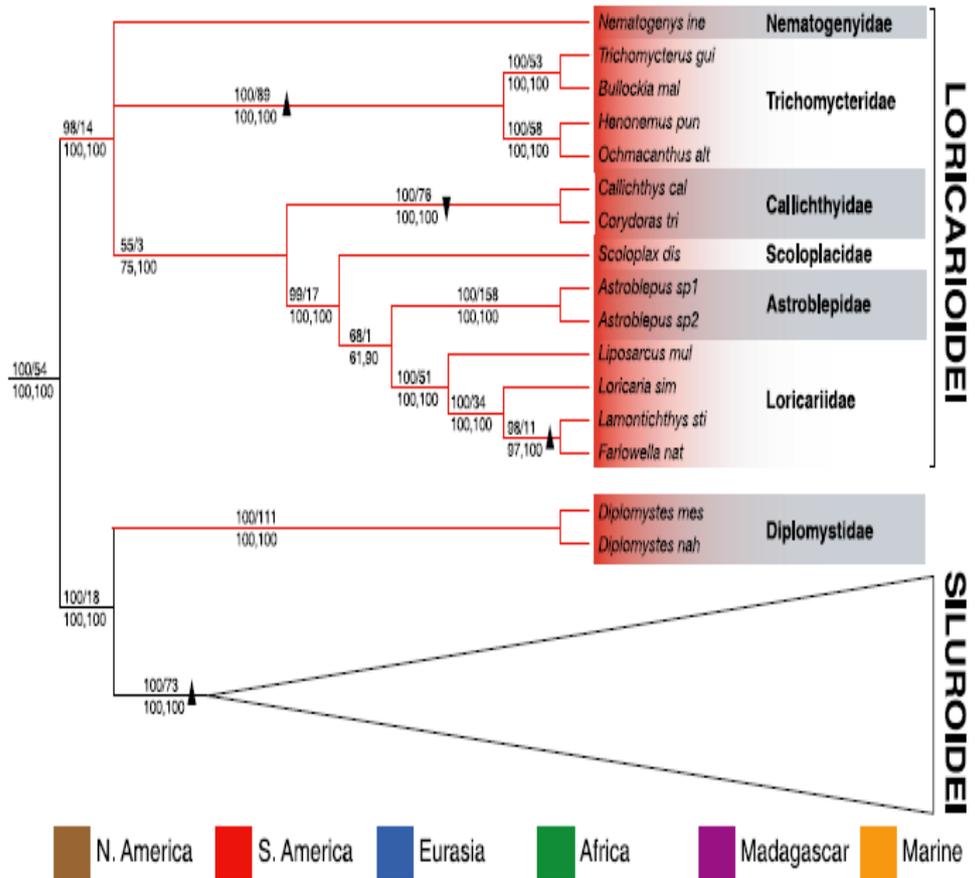
TEUGELS, G.G. Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi, Siluroidei): an overview. **Aquatic Living Resource**, [s. l.], v.9, p.9-34, 1996.

TOLEDO-FILHO, S.A. et al. **Monitoramento e conservação genética em projeto de hibridação entre pacu e tambaqui**: Cadernos de Ictiogenética 2. São Paulo: CCS/USP, 1994.

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

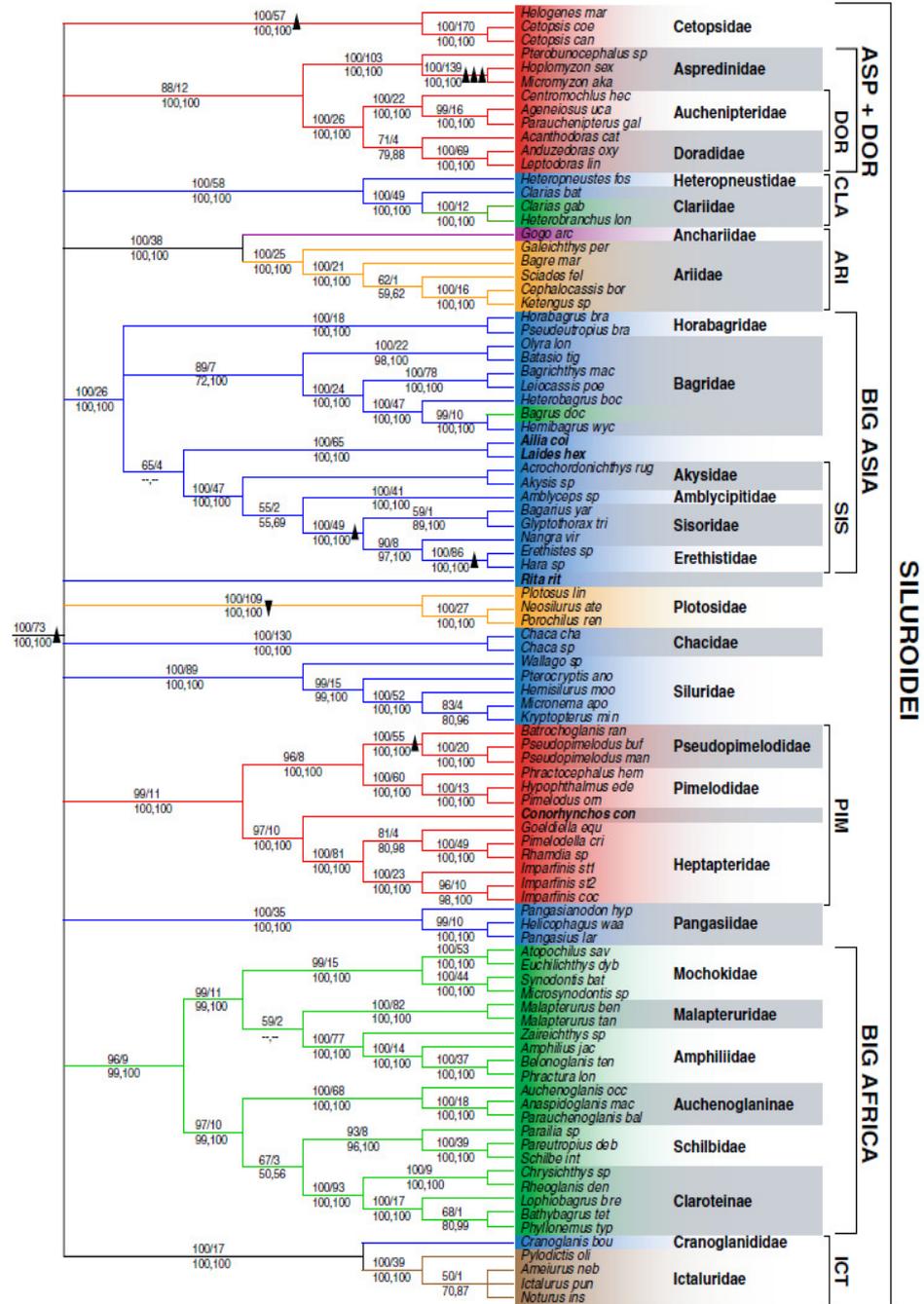
VIAPLANA-MARÍN, I. et al. Effects of the protein/carbohydrate ratio of extruded diets on protein synthesis, protein growth and body composition in juvenile brown trout (*Salmo trutta*). **Aquaculture International**, [s.l.], v.14, p.337-353, 2006

## ANEXOS



Fonte: Sullivan et al.,(2006).

Anexo 1 Diagrama representando a posição filogenética dos siluriformes (os nomes das espécies se encontram abreviados com as 3 primeiras letras).



Fonte: Sullivan et al.,(2006).

Anexo 2 Diagrama representando a filogenia dos Siluroideis.

## APÊNDICES



Fonte: foto de Seldon Almeida de Souza

Figura 18 Caixas sendo cobertas por tela de trama plástica (SOMBRIT), visando diminuir a luminosidade e evitar a queda de insetos ou a ação de predadores.



Foto de Seldon Almeida de Souza

Figura 19 Unidade experimental com identificação do tratamento por etiquetas colorida.



Fonte: foto de Seldon Almeida de Souza

Figura 20 Pesagem com uso de balança de precisão.



Fonte: foto de Seldon Almeida de Souza

Figura 21 Medição do comprimento total com uso fita métrica graduada (escala primária em centímetro e secundária em milímetros).

Tabela 3 Peso Médio (PM) de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus* (macho) submetidos a diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petrolina, 2009.

	PM	PM	PM	PM	PM	PM
Tratamentos	Inicial	10 dias	20 dias	30 dias	40 dias	50 dias
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
<b>1,24</b>	11,92 a	15,98 a	19,55 ab	22,79 ab	25,37 a	28,05 a
<b>0,84</b>	13,43 a	18,03 a	21,89 a	24,79 a	26,93 a	28,86 a
<b>0,51</b>	12,76 a	16,09 a	18,67 ab	20,87 ab	22,24 ab	23,74 ab
<b>0,33</b>	12,41 a	15,15 a	16,47 b	17,61 b	18,36 b	20,23 b
<b>CV (%)</b>	7,61	12,35	9,20	10,72	9,86	11,63

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), entre os tratamentos.

Tabela 4 Ganho em Peso médio diário (GPMD) de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus* (macho) submetidos à diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petrolina, 2009.

	GPMD	GPMD	GPMD	GPMD	GPMD
Tratamentos	10 dias	20 dias	30 dias	40 dias	50 dias
	(g/dia)	(g/dia)	(g/dia)	(g/dia)	(g/dia)
<b>1,24</b>	0,41 a	0,36 a	0,32 a	0,26 a	0,30 a
<b>0,84</b>	0,46 a	0,39 a	0,29 ab	0,21 ab	0,22 a
<b>0,51</b>	0,33 a	0,26 ab	0,22 ab	0,14 ab	0,15 b
<b>0,33</b>	0,27 a	0,13 b	0,11 b	0,07 b	0,14 b
<b>CV (%)</b>	39,40	27,83	39,20	38,08	28,31

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), entre os tratamentos.

Tabela 6 Valores médios de conversão alimentar aparente (CAA) de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus* (macho)

submetidos à diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petrolina, 2009.

Tratamentos	CAA	CAA	CAA	CAA	CAA
	10 dias	20 dias	30 dias	40 dias	50 dias
<b>1,24</b>	3,06 a	3,92 b	5,11 b	5,42 b	4,69 b
<b>0,84</b>	2,47 a	3,44 b	5,31 b	9,28 ab	6,30 b
<b>0,51</b>	3,21 a	4,29 b	6,05 ab	9,38 ab	11,66 a
<b>0,33</b>	3,64 a	10,28 a	9,36 a	11,79 a	11,40 a
<b>CV (%)</b>	28,03	15,91	21,27	24,34	31,85

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05), entre os tratamentos.

Tabela 7 Valores médios da taxa de crescimento específico diário (TCE) de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus* (macho) submetidos à diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petrolina, 2009.

Tratamentos	TCE	TCE	TCE	TCE	TCE
	(%) 10 dias	(%) 20 dias	(%) 30 dias	(%) 40 dias	(%) 50 dias
<b>1,24</b>	2,90 a	2,81 a	2,76 a	1,37 a	1,00 a
<b>0,84</b>	2,15 b	2,42 ab	1,39 b	1,06 ab	0,90 ab
<b>0,51</b>	2,20 ab	1,63 bc	1,37 b	0,79 b	0,61 bc
<b>0,33</b>	2,27 ab	0,75 c	0,91 b	0,84 b	0,50 c
<b>CV (%)</b>	11,93	22,00	20,56	14,73	18,44

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05), entre os tratamentos.

Tabela 9 Valores médios da glicemia (GLIC), taxa de colesterol (COL) e concentração plasmática de proteínas totais de juvenis de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) versus *Leiarius marmoratus*

(macho) submetidos à diferentes relações Proteína/carboidrato (PB:CHO). Petolina, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>GLIC (mg.dL<sup>-1</sup>)</b>	<b>COL (mg.dL<sup>-1</sup>)</b>	<b>PTN totais (mg.dL<sup>-1</sup>)</b>
<b>1,24</b>	71.91 b	270,88 a	3,63 a
<b>0,84</b>	47,52 c	149,14 b	2,96 bc
<b>0,51</b>	51,37 bc	196,24 b	2,72 c
<b>0,33</b>	104.89 a	260,64 a	3,42 ab
<b>CV (%)</b>	26.82	22.66	15,89

Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), entre os tratamentos.

Tabela 10 Concentrações de glicogênio hepático expresso em micromoles por grama de tecido ( $\mu\text{mol. g}^{-1}$ ) e a atividade enzimática da aspartato aminotransferase (ASAT) expressa em Unidades internacionais por grama de proteína ( $\text{U.g}^{-1}$ ). Petolina, 2009.

<b>Tratamentos</b>	<b>Glicogênio (<math>\mu\text{mol. g}^{-1}</math>)</b>	<b>ASAT (<math>\text{U.g}^{-1}</math>)</b>
<b>1,24</b>	4,87c	35,01 a
<b>0,84</b>	11,90b	7,29 b
<b>0,51</b>	16,03a	9,90 b
<b>0,33</b>	13,51ab	38,38 a
<b>CV (%)</b>	18,14	28,96

Letras iguais indicam não haver diferença significativa, pelo teste de Tukey (quando  $P \leq 0,05$ ), entre as dietas experimentais.