

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ESTUDOS COMPARATIVOS DE DIETAS COMERCIAIS EXTRUSADAS  
UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI, *Colossoma*  
*macropomum* CUVIER 1818, EM PRÉ-CULTIVO**

**DAURY GABRIEL DE SOUSA**

**FORTALEZA**

**2001**

**DAURY GABRIEL DE SOUSA**

**ESTUDOS COMPARATIVOS DE DIETAS COMERCIAIS EXTRUSADAS  
UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI, *Colossoma  
macropomum* CUVIER 1818, EM PRÉ-CULTIVO**

Dissertação de Mestrado submetida à  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Pesca, como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia de Pesca pela Universidade Federal  
do Ceará.

Área de Concentração: Aquicultura

Orientadora: Profa Dra Silvana Saker Sampaio

**FORTALEZA**

**2001**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S696e Sousa, Daury Gabriel de.  
Estudos comparativos de dietas comerciais extrusadas utilizadas na alimentação de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, em pré-cultivo / Daury Gabriel de Sousa. – 2001.  
51 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2001.  
Orientação: Prof. Dr. Silvana Saker-Sampaio.

1. Piscicultura. 2. Água doce. 3. Engorda. I. Título.

CDD 639.2

---

**ESTUDOS COMPARATIVOS DE DIETAS COMERCIAIS EXTRUSADAS  
UTILIZADAS NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TAMBACUI, *Colossoma  
macropomum* CUVIER 1818, EM PRÉ-CULTIVO**

Dissertação de Mestrado submetida à  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Pesca, como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia de Pesca pela Universidade Federal  
do Ceará.

Área de Concentração: Aquicultura

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Silvana Saker-Sampaio  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Pedro Alcântara Filho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais pela compreensão, amor, carinho e paciência pelas horas que a mim dedicaram, e pela confiança em mim depositada, com a atenção do mais perfeito amor.

Ao meu filho, Levi Gabriel, meu ser preferido, a maior criação de Deus.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde, sabedoria e oportunidade da realização profissional.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Silvana Saker-Sampaio, pela orientação, competência, correções, sugestões e análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias e ao Prof. Dr. Pedro Alcântara Filho, pelas correções e valiosas sugestões.

Ao Prof. Dr. Alexandre Holanda Sampaio, pela paciência e ajuda.

À Diretoria de Pesca e Piscicultura do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), pelo uso das instalações, material, alevinos para a pesquisa e funcionários de apoio do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering.

Especialmente ao Prof. José William Bezerra e Silva, pelo interesse, colaboração científica, amizade, contribuição e correções deste trabalho.

Aos amigos Cristiano Cavalcante Maia e Jonas Lopes, pela ajuda descompromissada sempre que necessário.

Ao meu marido Elder Abreu da Silva, pelas horas de paciência a mim dedicadas.

A todas as pessoas que direta e indiretamente me ajudaram.

## RESUMO

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é uma espécie nativa dos rios Solimões-Amazonas, Orinoco e seus afluentes, aclimatizado no Nordeste do brasileiro pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e que vem sendo usado no povoamento de açudes e rios e no cultivo em viveiros, com excelentes resultados. O objetivo desta pesquisa consistiu em testar rações extrusadas isoproteicas (32% de proteína bruta), das marcas Purina, Aqualine da Supra, Proaqua da Nutron e Friaqua da Fri-Ribe, comparando sua eficiência para juvenis de tambaqui, com base nos seguintes parâmetros: crescimento em comprimento e em peso, ganho de peso médio, biomassa, conversão alimentar e sobrevivência, em cultivos com duração de 110 dias, tendo em vista diminuir o tempo de engorda em viveiro o qual atualmente gira em torno de 12 meses. Este trabalho foi realizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering (Pentecoste, Ceará, Brasil), do DNOCS. Foram utilizados 1.080 alevinos (3 indivíduos/m<sup>2</sup>), com comprimento e peso médios iniciais de 13,52 cm e 38,92 g, respectivamente. Para avaliação da eficiência de crescimento em comprimento e em peso foram calculados: (1) ganho médio de peso líquido (GMP) e (2) ganho médio de peso por dia (GMPD), ambos expressos em gramas; (3) conversão alimentar; (4) biomassa inicial e (5) biomassa final, ambas expressas em quilogramas. O crescimento em comprimento e em peso, no fim do experimento, não apresentou diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, considerando que todas as rações testadas tinham o mesmo teor de proteína bruta. Os ganhos de peso diários foram de 2,11, 2,07, 1,94 e 1,78 g/dia para as rações Friaqua, Purina, Aqualine e Proaqua, respectivamente, os quais também não apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5%. Após 110 dias de cultivo, os valores de biomassa total foram de 290.704,50 g, 252.616,50, 252.531,90 g e 232.531,90 g, respectivamente para as rações Friaqua, Purina e Proaqua e Aqualine. O consumo total de ração, no período estudado, variou aproximadamente de 126 a 148 kg. As conversões alimentares foram de 2,16:1, 2,19:1, 2,32:1 e 2,50:1 para as rações Purina, Aqualine, Friaqua e Proaqua, respectivamente. Os valores dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) para as relações comprimento total/dias de cultivo e peso/dias de cultivo foram superiores a 0,95. A sobrevivência dos tambaquis, ao final dos 110 dias de cultivo, foi maior para a Ração Friaqua (91,5%) e menor para a Ração Aqualine (67,8%). A possibilidade de se reduzir o período de engorda de 12 para 8 meses, permitiria a realização de três ciclos de cultivo em 24 meses, o que representaria um enorme ganho para os piscicultores.

Palavras-chave: Piscicultura. Água doce. Engorda.

## ABSTRACT

The tambaqui, *Colossoma macropomum*, is a native species of the Solimões-Amazonas, Orinoco rivers and their tributaries, acclimatized in the Northeast of Brazil by the Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) and which has been used in the population of dams and rivers and in cultivation in nurseries, with excellent results. The objective of this research was to test extruded isoprotein feeds (32% crude protein), from the brands Purina, Aqualine from Supra, Proaqua from Nutron and Friaqua from Fri-Ribe, comparing their efficiency for juvenile tambaqui, based on the following parameters: growth in length and weight, average weight gain, biomass, feed conversion and survival, in crops lasting 110 days, with a view to reducing the cultivation time in the nursery, which currently revolves around 12 months. This work was carried out at the Rodolpho von Ihering Ichthyological Research Center (Pentecoste, Ceará, Brazil), at DNOCS. A total of 1,080 fry were used (3 individuals/m<sup>2</sup>), with initial average length and weight of 13.52 cm and 38.92 g, respectively. To evaluate growth efficiency in length and weight, the following were calculated: (1) average net weight gain (GMP) and (2) average weight gain per day (GMPD), both expressed in grams; (3) feed conversion; (4) initial biomass and (5) final biomass, both expressed in kilograms. Growth in length and weight, at the end of the experiment, did not show a statistically significant difference at the 5% level, considering that all rations tested had the same crude protein content. Daily weight gains were 2.11, 2.07, 1.94 and 1.78 g/day for the Friaqua, Purina, Aqualine and Proaqua, respectively, which also did not show a statistically significant difference at the level of 5%. After 110 days of cultivation, the total biomass values were 290,704.5g, 252,616.5, 252,531.9 g and 232,531.9 g, respectively for the Friaqua, Purina and Proaqua and Aqualine. Total feed consumption, during the studied period, varied approximately from 126 to 148 kg. Feed conversions were 2.16:1, 2.19:1, 2.32:1 and 2.50:1 for Purina, Aqualine, Friaqua and Proaqua, respectively. The values of the coefficients of determination ( $R^2$ ) for the relationships total length/days of cultivation and total weight/days of cultivation were greater than 0.95. The survival of tambaquis, at the end of 110 days of cultivation, was higher for the Friaqua (91.5%) and lower for the Aqualine (67.8%). The possibility of reducing the cultivation period from 12 to 8 months would allow three production cycles to be carried out in 24 months, which would represent a huge gain for fish farmers.

Keywords: Pisciculture. Fresh water. Production cycle.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Purina, durante 110 dias de cultivo.....	39
Figura 2 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Aqualine da Supra, durante 110 dias de cultivo.....	39
Figura 3 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Proaqua da Nutron, durante 110 dias de cultivo.....	40
Figura 4 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Friaqua da Fri-Ribe, durante 110 dias de cultivo.....	40
Figura 5 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Purina, durante 110 dias de cultivo.....	40
Figura 6 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Aqualine da Supra, durante 110 dias de cultivo..	41
Figura 7 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Proaqua da Nutron, durante 110 dias de cultivo.	41
Figura 8 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> alimentados com Ração Friaqua da Fri-Ribe, durante 110 dias de cultivo.....	41

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Composição básica das rações comerciais extrusadas, utilizadas para alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, na presente pesquisa..... 30
- Quadro 2 - Nutrientes presentes nas rações comerciais extrusadas, segundo o fabricante, utilizadas para alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, durante 110 dias de cultivo..... 31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Comprimento médio (cm) de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados com as rações Purina, Aqualine da Supra, Proaquada Nutron e Friaqua da Fri-Ribe, testadas na presente pesquisa..	34
Tabela 2 -	Análise de variância para dados de comprimento total médio (cm) de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , considerando as rações como tratamentos e tanques como blocos, para um nível de significância de 5%.....	34
Tabela 3 -	Peso médio (g) dos alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados com as rações Purina, Aqualine da Supra, Proaqua da Nutron e Friaqua da Fri-Ribe, testadas na presente pesquisa.....	35
Tabela 4 -	Análise de variância para dados de peso médio (g) de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , considerando as rações como tratamentos e tanques como blocos, para um nível de significância de 5%.....	35
Tabela 5 -	Peso médio (g), ganho de peso líquido (g) e ganho de peso/dia (g), para alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados com quatro rações comerciais extrusadas, durante 110 dias de cultivo.....	37
Tabela 6 -	Análise de variância para dados de ganho de peso (g) de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , considerando as rações como tratamentos e tanques como blocos para um nível de significância de 5%.....	37
Tabela 7 -	Biomassa inicial e final, consumo de ração e conversão alimentar de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados com rações comerciais extrusadas durante 110 dias de cultivo em tanques de alvenaria.....	38
Tabela 8 -	Dados dos coeficientes angulares (b), coeficientes lineares (a) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ), calculados para as retas de regressão das curvas de crescimento em comprimento e em peso do tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , cultivados durante 110 dias e alimentados com quatro rações comerciais.....	42

Tabela 9 -	Valores de $t$ de Student calculados para comparação de coeficientes angulares (b) das retas de regressão para comprimento total de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , cultivados durante 110 dias e alimentados com quatro rações comerciais.....	42
Tabela 10 -	Valores de $t$ de Student calculados para comparação de coeficientes angulares (b) das retas de regressão para peso de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , cultivados durante 110 dias e alimentados com quatro rações comerciais.....	43
Tabela 11 -	Sobrevivência de alevinos de tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados com quatro rações comerciais, durante 110 dias de cultivos em tanques de alvenaria.....	43

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Nutrição de peixes.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Proteínas e Aminoácidos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Lipídios.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Carboidratos.....</b>	<b>23</b>
<b>2.5</b>	<b>Vitaminas.....</b>	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>Minerais.....</b>	<b>27</b>
<b>2.7</b>	<b>Energia.....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Alevinos de tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Tanques utilizados na pesquisa.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3</b>	<b>Rações comerciais.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4</b>	<b>Experimento.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Coleta das amostras.....</b>	<b>31</b>
<b>3.6</b>	<b>Parâmetros estudados.....</b>	<b>32</b>
<b>3.7</b>	<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A melhoria da produção em cultivos de peixes, através da adubação da água e da suplementação alimentar, tem sido adotada por piscicultores em diversos países e regiões do mundo (LIM; SUKHAWONGO; FELICITAS, 1979). Segundo Cantelmo (1989), nenhum fator parece tão importante, para peixes cultivados em cativeiro, quanto uma dieta balanceada e um manejo alimentício adequado.

O valor nutritivo de um alimento deve ser considerado sob dois pontos de vista principais: os nutrientes presentes (proteínas, carboidratos, lipídios e fibras) e sua contribuição em termos de energia metabolizável, a qual poderá ser assimilada pelo peixe e utilizada para o desempenho das diversas funções metabólicas (CASTAGNOLLI, 1981).

Todos os animais requerem em suas dietas proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, em quantidades variáveis, dependendo da idade, função produtiva e condições ambientais. Além disso, o tipo e a quantidade de cada um desses ingredientes também variam não somente entre as espécies, mas entre indivíduos de uma mesma espécie (CANTELMO, 1989).

Assim como as necessidades nutricionais, as exigências energéticas também variam com a espécie de peixe e, até mesmo, entre indivíduos de uma mesma espécie, de acordo com a idade e com a função metabólica a ser satisfeita, como por exemplo, manutenção dos tecidos, crescimento e reprodução.

As rações comerciais usadas para a alimentação de peixes são usualmente compostas de quantidades suficientes de proteínas, lipídios, carboidratos e fibras. Contudo, a digestibilidade pode variar consideravelmente, dependendo dos ingredientes presentes, das condições de processamento e dos nutrientes existentes em sua composição. Leva-se em conta também o fato de a ração ser apresentada em forma peletizada, extrusada ou de pó. O nível de digestibilidade e de aproveitamento para o desenvolvimento do peixe certamente exerce efeitos diferentes sob os pontos de vista econômico e ecológico.

O gênero *Colossoma*, pertencente à família Characidae, agrega espécies de importância econômica no Brasil, como o tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), que é nativo dos rios Solimões-Amazonas, Orinoco e seus afluentes (NOMURA, 1984), apresentando a seguinte classificação sistemática:

Reino – Animalia

Filo – Chordata

Superclasse – Pisces

Classe – Osteichthyes

Subclasse – Actinopterygii

Ordem – Cypriniformes

Subordem – Characoidei

Família – Characidae

Gênero – *Collossoma*, Britski

Espécie – *Collossoma macropomum*, Cuvier, 1818.

No que se refere ao seu nome científico, o tambaqui apresenta a seguinte sinonímia, constante na literatura: *Collossoma bidens*, *Myletes bidena*, *Myletes macropomum*, *Collossoma oculus* (na Venezuela), *Piaractus bidens* e *Collossoma macropomus*. Vulgarmente, o tambaqui é conhecido por *cachama* (Venezuela), *cachama negra* (Colômbia) e *gamitana* (Peru).

Segundo Nomura (1984), o tambaqui é a principal espécie do rio Amazonas. Sua nadadeira adiposa é óssea, contendo raios. O dorso é cinza escuro e o ventre esbranquiçado (indivíduos adultos têm manchas escuras irregulares no ventre e na cauda). Atinge 90 cm de comprimento total e mais de 30 kg de peso. Tem escamas relativamente pequenas que estão estabelecidas fortemente na pele. A forma de tambaquis jovens e pré-adultos é ovoide e romboide, e até 40 dias apresentam uma mancha preta, tipo ocelo, acima da linha lateral, que desaparece lentamente com o crescimento. Os adultos, com a idade, tornam-se mais ou menos alongados.

No Amazonas e em seus afluentes, dentre os alimentos naturais consumidos pelo tambaqui destacam-se as frutas e as sementes, variando com a estação de chuva e de seca. Na época das inundações, as árvores e arbustos asseguram grande variedade de frutos e sementes e, quando as águas marginais retraem-se, na época das vazantes, o plâncton é o alimento mais importante (GOULDING; CARVALHO, 1982).

Espécie de águas interiores tropicais da Bacia Amazônica, o tambaqui foi aclimatizado no Nordeste do brasileiro a partir de 1982 (SILVA; FIGUEIREDO, 1991; SILVA; GURGEL, 1989), pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Desde então, vem sendo usado no povoamento de açudes e rios e no cultivo em viveiros, com excelentes resultados, principalmente por apresentar um crescimento rápido, possuir um porte avantajado e ser um peixe rústico, de desova total, cuja maturação gonadal se processa apenas

uma vez por ano, coincidindo com a época das chuvas, em um fenômeno chamado de piracema. Por estas razões, o tambaqui apresenta grande potencial para ser incluído no grupo das espécies ícticas de valor comercial, sendo, portanto, necessário que estudos sejam desenvolvidos para se determinar elementos importantes sobre sua alimentação e nutrição em cultivos.

A produção de tambaqui nos açudes públicos do Ceará, no período de 1979 a 1998, foi de 8.889 kg, muito pequena quando comparada com aquelas da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) e curimatã comum, *Prochilodus cearaensis* (Steindachner). Quanto à produtividade (kg/ha/ano) da espécie em cultivos intensivos, esta varia de 9.240 sem aeração a 17.550 com aeração. Em policultivos sem aeração e sem renovação de água, a produtividade do tambaqui associado com carpa e híbrido de tilápia alcança 13.354 kg/ha/ano. Esses dados foram obtidos para peixes alimentados com rações comerciais, contendo de 19 a 32% de proteína bruta (SILVA, 2001).

O fato de os peixes viverem no meio aquático, torna obrigatória, muitas vezes, a necessidade de equacionar a sua alimentação em uma dimensão diferente da dos animais terrestres, criando uma série de dificuldades para a obtenção de dados importantes sobre a nutrição das espécies na piscicultura intensiva, como ocorre com a determinação da digestibilidade, energia e conversão alimentar.

O objetivo desta pesquisa consistiu em testar rações comerciais isoproteicas, disponíveis no mercado nacional, comparando sua eficiência para juvenis de tambaqui, com base nos seguintes parâmetros: crescimento em comprimento e em peso, ganho de peso médio, biomassa, conversão alimentar e sobrevivência, em cultivos com duração de 110 dias, tendo em vista diminuir o tempo de engorda em viveiro o qual atualmente gira em torno de 12 meses.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Silva e Gurgel (1989), em trabalho apresentado na "Primeira Reunião do Grupo de Trabalho Técnico", realizada em Pirassununga, São Paulo, no período de 20 a 24 de junho de 1988, fizeram considerações sobre a situação da criação de *Colossoma* no âmbito do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), desde o seu primórdio, em 1934, quando foi sugerida a introdução do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, no Nordeste, pelo Dr. Rodolpho von Ihering; passando pela efetiva introdução da espécie na Região, em 1972 (FONTENELE; NEPOMUCENO, 1982; LOPES; FONTENELE, 1982), até dezembro de 1987.

Silva e Gurgel (1989) estudaram diversos aspectos da colossomicultura nordestina, tais como: antecedentes sobre a criação de *Colossoma*; análise das diversas etapas da criação de *Colossoma* (produção de alevinos: procedência e manutenção de reprodutores e reprodutrices, propagação artificial, incubação de ovos e criação de larvas e alevinos; engorda: monoculturas, policulturas, área de criação e produção); processamento do pescado; aspectos sociais e econômicos da criação; aspectos institucionais; limitações tecnológicas; e futuro da atividade, perspectivas de expansão.

Estudo similar foi realizado por Silva e Figueiredo (1991), para o Nordeste brasileiro, abrangendo o período de janeiro de 1988 a junho de 1991, o qual foi apresentado na Segunda Reunião do Grupo de Trabalho Técnico sobre a colossomicultura, realizado em Pirassununga, São Paulo.

Silva e Pinheiro (1989) fizeram análise semelhante sobre a criação de *Colossoma* na área da Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco (CODEVASF), cujo trabalho foi apresentado na Reunião referida no parágrafo anterior.

Cruzamentos do tambaqui com a pirapitinga, *Piaractus brachipomus* (Cuvier, 1818), e com o pacu caranha, *P. mesopotamicus* (Holmberg, 1887), têm sido feitos, como os narrados por Carneiro-Sobrinho *et al.* (1988), Galvão *et al.* (1989a, 1989b), Pinheiro *et al.* (1991) e Silva *et al.* (1986).

### 2.1 Nutrição de peixes

A nutrição de peixes ganhou impulso definitivo a partir de maio de 1978, com a realização em Hamburgo, Alemanha, do Simpósio Mundial de Alimentação e Processamento de Alimentos para Peixes. Ainda no final de 1978, sob os cuidados da Organização para

Alimentação e Agricultura (FAO), foi ministrado um curso internacional sobre Nutrição e Tecnologia da Alimentação de Peixes na Universidade de Washington, em Seattle. No mesmo período, no Brasil, era instalado o Laboratório de Nutrição de Peixes, no Centro de Treinamento e Pesquisas em Aquicultura de Pirassununga (CASTAGNOLLI, 1981).

As matérias-primas usadas na fabricação de alimentos para peixes são constituídas por produtos naturais e subprodutos agrícolas ou industriais (GOMES, 1998). É sabido que o sucesso da piscicultura intensiva depende predominantemente da alimentação suplementar fornecida aos peixes, uma vez que o alimento natural assume importância secundária. Uma ração balanceada, de acordo com os requerimentos nutricionais e energéticos dos indivíduos, constitui a garantia do sucesso do cultivo, tanto sob o aspecto biológico quanto econômico. O preço e a qualidade nutricional constituem, *per si*, ou de forma interativa, os dois grandes critérios de seleção das matérias-primas.

Para que um alimento seja aceito, é necessário que ele seja palatável. Assim, a palatabilidade junta com as características nutritivas da ração estão estreitamente relacionadas com seus componentes, sendo de suma importância conhecer os ingredientes utilizados em uma dieta (DABROWSKI; KOZAK, 1979).

O desenvolvimento da alimentação comercial para peixes está tradicionalmente baseado na farinha de peixe (*fish meal*), que é um produto de alto conteúdo protéico e rico em aminoácidos essenciais. A farinha de peixe também é considerada uma excelente fonte de ácido graxo essencial, energia, minerais e vitaminas (EL-SAYED, 1999). Antes disso, porém, a prática residia na utilização de pastas de fígado, fresco ou congelado, ou pastas de carne, com todos os inconvenientes sanitários e de manejo resultantes da utilização de tais matérias-primas (GOMES, 1998).

Nas últimas décadas houve grande avanço na nutrição de peixes, devido aos estudos realizados sobre os requerimentos nutricionais das espécies mais tradicionalmente cultivadas em todo mundo, como truta (GONÇALVES, 1998a; GOMES; REMA; KAUSHIK, 1995), salmão (GONÇALVES, 1998b) e bagre de canal (GATLIN; WILSON, 1986). Para estas espécies, grande parte dos requerimentos nutricionais já foi determinada.

Com o mesmo objetivo, foram realizados trabalhos com espécies como carpa (CRUZ; CARNEIRO; ANDRADE, 1984; VIOLA; LAHAV; ANGEONI, 1992), enguia (ANTUNES, 1998), tilápia (EL-SAYED, 1999; FERNANDES, 1998), dourada (SANTINHA, 1998), robalo (BLANQUET, 1998) e pregado (CARVALHO; DINIZ, 1998), em diferentes partes do mundo.

No Brasil, o DNOCS realiza desde 1970, pesquisas sobre alimentação e nutrição de peixes. Os principais aspectos abordados têm sido o levantamento quali-quantitativo de ingredientes usados na elaboração de rações, produzidos no Nordeste brasileiro e utilizados em rações; a elaboração de rações balanceadas, peletizadas ou não, testes com diversos ingredientes (tortas, farelos e outros subprodutos agrícolas) usados como ração suplementar para peixes criados em tanques e viveiros, interessando, principalmente, o índice de conversão alimentar e a curva de crescimento de peixes e, ainda, testes com rações balanceadas em cultivo de peixes em gaiolas, tanques e viveiros (PAIVA *et al.*, 1971).

Alguns desses estudos sobre alimentação e nutrição foram feitos com pacu (CARNEIRO *et al.*, 1984; CARNEIRO; CASTAGNOLLI, 1984) e tambaqui (ARARIPE, 1995; CARNEIRO, 1981; CARNEIRO-SOBRINHO *et al.*, 1988; RAMOS-HENAO; GRAJALES, 1989/94; SILVA *et al.*, 1984a; SILVA *et al.*, 1984b; SILVA *et al.*, 1985; SILVA *et al.*, 1987), depois que se percebeu a importância comercial destas espécies.

O valor nutritivo de um alimento depende tanto do teor de nutrientes nele presentes, como também da capacidade do animal em digerir e assimilar os nutrientes desse alimento. A determinação da digestibilidade de um nutriente para peixes pressupõe a determinação do teor desse nutriente no alimento e a estimativa de quanto desse alimento foi assimilado. O coeficiente de digestibilidade é a porcentagem da ingestão do nutriente que é absorvido (WILSON; SANTOS; VIEIRA, 1982a). Recentemente, a composição das rações e energia metabolizável vêm declaradas em suas embalagens. Muitos produtores de alimentos incluem informações sobre o coeficiente de digestibilidade de proteínas, amido e gordura, que, comumente, são da ordem de 89%, 90% e 64%, respectivamente (HILLESTAD; ASGARD; BERGE, 1999).

## **2.2 Proteínas e Aminoácidos**

As proteínas têm como função principal participar da síntese de substâncias necessárias para a manutenção dos processos vitais orgânicos, tais como enzimas e hormônios; são substâncias fundamentais para a transmissão dos caracteres hereditários; desempenhando importante função na proteção do organismo contra as agressões infecciosas ou tóxicas, ou seja, o papel antixênico das proteínas; e atuam na regulação do metabolismo da água (ANDRIGUETTO *et al.*, 1993).

Silva (*s.d.*) afirma que as proteínas são sempre os nutrientes mais importantes para a vida e o crescimento dos peixes. Sua carência causa, principalmente, raquitismo, queda na

produção e predisposição às enfermidades. O teor proteico no peixe varia de espécie para espécie e também em indivíduos de uma mesma espécie, com a idade, disponibilidade de alimentos e dispêndio de energia. As proteínas são o componente majoritário, correspondendo de 65 a 70% do peso seco da carcaça dos peixes.

As proteínas têm sido consideradas o nutriente mais importante para a vida e o crescimento dos peixes, pela característica de se unir facilmente a outras moléculas de proteínas e de carboidratos e, portanto, ser considerado o nutriente plástico por excelência (CASTAGNOLLI, 1981). Apresentam uma organização estrutural variada e complexa, sendo constituídas de unidades nitrogenadas básicas denominadas aminoácidos.

Para Silva (*s.d.*), os peixes devem receber durante toda a vida uma quantidade mínima diária de proteínas, para atender suas necessidades de crescimento, recuperação dos tecidos, reprodução e produção, entre outras. Os tambaquis necessitam, portanto, receber proteínas em sua dieta, havendo exigências em relação à sua qualidade em termos de aminoácidos.

Na aquicultura, o custo da proteína da dieta é um dos fatores que mais elevam os custos totais de produção. A proteína é necessária para fornecer aos animais as misturas de aminoácidos essenciais à síntese de proteínas e de outros compostos de importância bioquímica.

De acordo com Gomes (1998), no caso dos peixes, uma proporção considerável dos aminoácidos fornecidos pela dieta não é retirada para a síntese proteica mas, pelo contrário, é catabolizada. Estas vias catabólicas representam fontes importantes de energia para os peixes.

A maioria dos aminoácidos do corpo aparece como constituintes das proteínas. Os *pools* relativamente pequenos de aminoácidos livres derivam de duas fontes principais: da dieta e do catabolismo das proteínas corporais, que se encontram em constante renovação (*turnover*). Os peixes parecem depender mais das fontes dietéticas do que os mamíferos. O catabolismo das proteínas tissulares representa, nos peixes, menos de 50% dos aminoácidos dos *pools* precursores, em comparação aos valores observados para o rato, que se encontram entre 70 e 80%. Os aminoácidos são utilizados principalmente para síntese de proteínas e, em menor grau, para a síntese de diversos compostos bioquímicos, como hormônios, neurotransmissores, purinas, dentre outros.

No entanto, em especial nas horas que se seguem à ingestão de alimentos, a chegada de aminoácidos aos tecidos supera a sua capacidade biossintética, sendo o excedente catabolizado. O principal sítio de catabolismo é o fígado, e o primeiro passo inclui a eliminação do grupo amino (excretado pelos teleósteos na forma final de amônia) e a formação de um  $\alpha$ -cetoácido. Este composto, em certas condições, pode se converter em glicogênio ou

triglicéridios, terminando assim como reserva de carboidratos e de lipídios. A maioria dos  $\alpha$ -cetoácidos são oxidados a  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  através do ciclo dos ácidos tricarbóxicos para produzir energia.

O valor biológico de uma proteína depende de sua composição em aminoácidos, sendo consideradas de alto valor biológico, aquelas que apresentam todos os aminoácidos essenciais, denominação que se refere ao fato de eles não serem sintetizados pelo organismo do animal e, obviamente, precisarem ser fornecidos aos indivíduos através da dieta.

Segundo Higuera *et al.* (1999), peixes alimentados com dietas deficientes em aminoácidos essenciais experimentam crescimento retardado como consequência de uma alteração no padrão de aminoácidos disponíveis para a síntese proteica; na verdade tanto a taxa de síntese proteica quanto à taxa de deposição diminuem. Para os peixes, são considerados essenciais, os seguintes aminoácidos: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina (TARR, 1958).

De acordo com Andriguetto *et al.* (1993), quanto mais a proteína do alimento se assemelha à proteína orgânica, quanto a sua composição, maior será seu valor biológico. Isto porque a síntese proteica no organismo depende fundamentalmente da semelhança, da proporção e da quantidade dos aminoácidos absorvidos, em relação à quantidade dos aminoácidos que constituem as proteínas do organismo.

As proteínas têm como função principal a construção (crescimento) e manutenção dos tecidos. Além disso, participam da síntese de enzimas, hormônios e de grande variedade de outras substâncias biologicamente importantes como hemoglobinas e anticorpos; estes últimos desempenham importante função na proteção do organismo contra as agressões infecciosas ou tóxicas - papel antixênico das proteínas. São substâncias fundamentais para a transmissão dos caracteres hereditários, atuando também na regulação do metabolismo hídrico (ANDRIGUETTO *et al.*, 1993).

A fim de se conseguir a produção máxima de proteína muscular (crescimento) das espécies de peixes até agora estudadas, é necessária uma alimentação com dietas ricas em proteína (22 a 55%) de alto valor biológico (GOMES, 1998). Muitos autores têm obtido resultados semelhantes.

Lim, Sukhawong e Felicitas (1979) utilizaram dietas isocalóricas com 20 a 60% de proteína bruta na alimentação do bagre *Chanos chanos* e observaram máximo crescimento com 40% de proteína bruta. Percentuais mais elevados de proteína na ração provocaram diminuição no ganho de peso.

Segundo Carneiro (1981), em pesquisas feitas sobre a alimentação de tambaqui com rações semipurificadas, contendo 14%, 18%, 22% e 26% de proteína bruta, os melhores índices de digestibilidade das proteínas foram observados nas rações que continham 18% e 22% deste nutriente.

Em experimentos com carpas alimentadas com dietas contendo 14%, 22% e 30% de proteína bruta, os indivíduos que receberam a dieta contendo 30% de proteína bruta mostraram os melhores resultados de ganho de peso (CRUZ; CARNEIRO; ANDRADE, 1984).

Silva *et al.* (1984) analisaram policultivos de tambaqui com carpa espelho e tambaqui com carpa espelho e híbridos de tilápias, alimentados com ração balanceada e obtiveram excelentes resultados de ganho de peso, considerando que os tambaquis passaram de 42 g para 1.174 g, em doze meses de cultivo.

Resultados igualmente bons foram conseguidos no policultivo de tambaqui com machos de tilápia do Congo, em viveiros naturais, alimentados com dietas balanceadas comerciais, contendo 19% de proteína bruta. Neste caso, os tambaquis passaram de 49 g para 1.280 g no mesmo espaço de tempo (SILVA *et al.*, 1985). Em outro policultivo de tambaqui com carpa espelho e macho de tilápia do Nilo, alimentados com milho, Silva *et al.* (1987) encontraram resultados significativos.

Carneiro-Sobrinho *et al.* (1988), com base nos resultados de um ensaio sobre cultivo de híbrido de tambaqui com pirapitinga, utilizando ração comercial, apontaram seu potencial para a piscicultura intensiva, tendo em vista que o tambaqui apresenta amplas qualidades para criação em viveiros regionais. Ramos-Henao e Grajales (1989/94) estudaram a nutrição do tambaqui testando rações com aproximadamente 20%, 25% e 30% de proteína bruta para primeira alevinagem.

### **2.3 Lipídios**

Os lipídios correspondem ao depósito primário de energia dos animais onde se acumulam sob a forma de ésteres de ácidos graxos com glicerol.

Os organismos dos peixes reofílicos (migradores) apresentam uma capacidade ímpar de acumular gordura na cavidade abdominal e queimam esta gordura para a maturação das gônadas e como fonte de energia para a realização de extenuantes migrações reprodutivas contracorrentes.

As gorduras podem ser formadas a partir de proteínas e carboidratos, mas são mais eficientemente obtidas a partir de outras gorduras. Isto sugere que os peixes são capazes de

fazer melhor uso de óleo de peixe do que de óleos vegetais, presentes nas rações, mas não foi isto o que Bell *et al.* (1994) encontraram quando compararam peso final, mortalidade e lesões patológicas em indivíduos da espécie *Scophthalmus maximus* alimentados com rações contendo óleo de peixe, de girassol e de linhaça. O fato que ficou demonstrado é que o teor de óleo e o tipo de lipídio presente na dieta influenciaram acentuadamente a composição lipídica do corpo do peixe.

Além de serem fonte de energia concentrada, os lipídios possuem outras funções nutricionais. São veículos para absorção de outros nutrientes, tais como esteroides e vitaminas lipossolúveis. São componentes de hormônios e precursores da síntese de prostaglandinas e, ainda, possuem importante papel na estrutura das membranas celulares.

Existem quatro séries de ácidos graxos importantes na fisiologia e nutrição de peixes, a saber: ácido palmitoleico (16:1,  $\omega$ -7), ácido oleico (18:1,  $\omega$ -9), ácido linoleico (18:2,  $\omega$ -6) e ácido linolênico (18:3,  $\omega$ -3). De acordo com Hilton e Slinger (1981), os ácidos linoleico e linolênico são essenciais para os peixes, pois eles não podem ser sintetizados e devem ser fornecidos pela dieta. Entretanto, segundo Bruce *et al.* (1999), Sargent *et al.* (1999) e Sargent, McEvoy e Bell (1997), os peixes e todos os outros vertebrados até agora estudados requerem três ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa para seu crescimento e desenvolvimento normais, incluindo a reprodução: ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6,  $\omega$ -3), ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5,  $\omega$ -3) e ácido araquidônico (AA, 20:4,  $\omega$ -6).

Uma ração de boa qualidade nutricional deve apresentar nível de lipídio suficiente para suprir as necessidades energéticas do animal, além de incluir os ácidos graxos essenciais (WATANABE, 1982). De acordo com Castell *et al.* (1972), dietas deficientes em ácido linolênico (menos de 0,5%) provocaram em trutas arco-íris (*Salmo gairdneri*) crescimento retardado, erosão da nadadeira caudal e síndrome de choque causada por irritação física.

Segundo Gomes (1998), os animais endotérmicos apresentam necessidades dietéticas por ácidos graxos insaturados da série  $\omega$ -6. Um conjunto de diversos desses ácidos (18:2  $\omega$ -6, 20:2  $\omega$ -6, ou 20:4  $\omega$ -6) é capaz de satisfazer tais necessidades. Pelo contrário, os peixes, animais ectotérmicos, precisam de quantidades mais elevadas de ácidos graxos da série  $\omega$ -3. Uma possível explicação para este fato é a de que a estrutura dos ácidos graxos da série  $\omega$ -3 permite maior grau de insaturação, o qual é necessário nos fosfolipídios das membranas para a manutenção da flexibilidade e permeabilidade, características dos peixes a baixas temperaturas. Os requisitos em ácidos graxos de peixes de águas quentes podem ser satisfeitos tanto com ácidos da série  $\omega$ -6 quanto com misturas  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, fato que dá suporte a tal hipótese.

Venizelos e Benetti (1999) fizeram uma associação entre a ocorrência de anormalidades na pigmentação (hipomelanose ou pseudo-albinismo) dos peixes chatos, tipo solha, e o conteúdo de DHA na dieta. Parece que a formação de melanina foi prejudicada quando a dieta tinha deficiência de DHA, embora a despigmentação não tivesse sido causada unicamente devido à carência de DHA, mas provavelmente estivesse ligada à razão DHA/EPA. Alguns experimentos mostraram que o albinismo em peixes chatos era resultante da deficiência de rodopsina, cuja produção é dependente do DHA. Em outros estudos, a produção insuficiente de melanina foi atribuída à deficiência de substâncias fotossensíveis, como riboflavina, carotenoides e vitaminas A e D. Embora a riboflavina desempenhe o papel mais importante na produção do pigmento, houve indícios de que a tiamina também estivesse envolvida.

## 2.4 Carboidratos

As funções dos carboidratos estão associadas a sua utilização como principal fonte energética dos vertebrados superiores e estimulação da mobilidade intestinal (fibra). Segundo Peragón *et al.* (1999), os carboidratos constituem um dos três principais componentes da dieta de peixes, sendo usados como fonte de energia para dar suporte ao crescimento do animal, embora suas funções biológicas e metabolismo não sejam bem entendidos nos peixes. Estes, ao contrário dos animais superiores, apresentam pouca aptidão para a utilização digestiva dos carboidratos (GOMES, 1998). Os peixes de água doce das regiões mais quentes apresentam maior grau de digestibilidade de carboidratos do que os peixes marinhos de águas frias (PERAGÓN *et al.*, 1999).

Enquanto os peixes carnívoros possuem pouca ou nenhuma capacidade de assimilação dos carboidratos, as espécies herbívoras, onívoras e planctófagas, capazes de sintetizar amilases e celuloses em seu trato digestivo, facilmente hidrolisam os carboidratos contidos nos elementos vegetais naturais ou ingredientes de origem vegetal integrantes das rações (CASTAGNOLLI, 1981).

Segundo Peres, Gonçalves e Oliva-Teles (1999), os peixes carnívoros são menos tolerantes à glicose que os onívoros, embora haja diferenças marcantes entre espécies. Inicialmente, pensou-se que a intolerância à glicose verificada nos peixes era devido à secreção insuficiente de insulina, mas hoje se sabe que os níveis plasmáticos de insulina dos peixes são semelhantes aos encontrados em mamíferos (MOMMSEN; PLISETSKAYA, 1991), muito embora a resposta da insulina ao fornecimento de glicose não seja tão rápida quanto nos mamíferos, requerendo várias horas para se desenvolver (HARMON *et al.*, 1991). Para os

peixes marinhos europeus *Sparus aurata* e *Dicentrarchus labrax*, o nível de glicose no plasma foi restabelecido dentro de 12 horas após a injeção peritoneal de 1 g de glicose por kg de peso corporal (PERES; GONÇALVES; OLIVA-TELES, 1999). Muitos fatores têm sido apontados como responsáveis por esta demora e envolvem hormônios e compostos receptores necessários em diversos processos bioquímicos.

A assimilação dos carboidratos pelos peixes diminui com o aumento do número de átomos de carbono na molécula, o que significa dizer que os monossacarídeos (glicose, frutose, galactose) e dissacarídeos (sacarose, lactose, maltose) são mais facilmente assimiláveis do que o amido e a celulose (SILVA, *s.d.*)

De acordo com Peres, Gonçalves e Oliva-Teles (1999), para as espécies de peixes cultivadas está muito bem estabelecido que a eficiência da utilização da proteína pode ser melhorada pelo aumento da proporção de outras fontes convencionais de energia (lipídios e carboidratos) usadas na dieta. Um aumento na quantidade de lipídio da dieta exerce efeito muito bem conhecido sobre a “economia” de proteína, que em vez de ser utilizada como fonte de energia pode ser direcionada para desempenhar funções mais nobres.

Entretanto, este mesmo conceito, válido também para carboidratos, ainda é controverso, principalmente quando se trata de algumas espécies de peixes marinhos. No ambiente natural, os peixes têm acesso limitado às fontes de carboidrato e não estão tão bem adaptados em termos metabólicos e digestivos para lidar com altas quantidades desse macronutriente na dieta. A utilização digestiva dos carboidratos depende da natureza e complexidade do amido (BERGOT, 1979), assim como do tratamento tecnológico aplicado a ele (BERGOT; BRÈQUE, 1983).

A digestibilidade desse nutriente apresenta grande variação nas diferentes espécies ícticas. A truta digere 3 a 47% da quantidade de carboidrato ingerida, enquanto na carpa, a digestão é da ordem de 87 a 91%. Tais diferenças podem ser explicadas por fatores inerentes aos peixes (espécie, estado fisiológico) e/ou fatores abióticos como temperatura, fonte de carboidrato usada, *habitat* (BERGOT, 1979; MARAIS; KISSIL, 1979).

A literatura também tem destacado que o método de processamento da ração afeta o aproveitamento do amido, um polímero constituído de unidades de glicose, que é relativamente insolúvel. O processo de extrusão, utilizado para a fabricação de péletes, expandidos ou flutuantes, aumenta significativamente a viabilidade de utilização dos carboidratos pela truta. O calor torna o amido mais facilmente digerível, sendo bastante provável, segundo Schmidt-Nielsen (1997), que em muitos animais, a degradação inicial do amido cru seja auxiliada por bactérias, que facilitam a digestão enzimática feita pela amilase.

Shiau e Yu (1999) testaram a suplementação dietética de quitina e quitosana, aminopolissacarídeos acetilados considerados como componente das fibras dietéticas, e observaram uma diminuição no crescimento da tilápia. O ganho de peso decresceu à medida que o nível de suplementação de quitina e quitosana aumentou.

## 2.5 Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos necessários em pequenas quantidades e essenciais ao crescimento, reprodução e manutenção dos animais. Embora os requerimentos sejam pequenos, as deficiências de vitaminas provocam sintomas que podem variar da perda de apetite à ocorrência de deformações no corpo dos animais.

As vitaminas são classificadas em hidrossolúveis e lipossolúveis. As primeiras incluem oito membros do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantotênico, ácido fólico, biotina, cobalamina), necessários em pequenas quantidades na dieta e com importante papel no crescimento, fisiologia e metabolismo, e um grupo de três vitaminas (colina, inositol e ácido ascórbico), conhecidas como fatores nutricionais, que são necessárias em quantidades apreciáveis e muitas vezes designadas como macrovitaminas.

As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), que podem se apresentar sob formas químicas diversas, são absorvidas no intestino, junto com os lipídios da dieta. Ao contrário das hidrossolúveis, as vitaminas lipossolúveis podem se acumular no organismo e provocar um quadro clínico característico de hipervitaminose.

As necessidades de vitaminas não são as mesmas para todos os animais. Por exemplo, o ácido ascórbico pode ser sintetizado pela maioria dos mamíferos, mas muitos invertebrados, peixes teleósteos e algumas aves precisam que ele seja fornecido através da dieta, enquanto os peixes pulmonados, anfíbios, répteis e maioria das aves são capazes de sintetizá-lo (SCHMIDT-NIELSEN, 1997).

Para estabelecer o requerimento de vitaminas em peixes, Hilton e Slinger (1981) sugeriram o monitoramento de alguns parâmetros (ganho de peso, mortalidade, ausência de indicações de deficiência, exames de sangue) nos animais cultivados em laboratório, que estivessem submetidos a dietas contendo todos os nutrientes essenciais em quantidades adequadas. Estudos dessa natureza são de difícil execução, tendo em vista a necessidade do uso de dietas preparadas com componentes purificados e o fato de que muitos animais não se alimentarão dessas dietas no laboratório. Além disso, para estabelecer as necessidades nutricionais com segurança, é preciso saber se os micro-organismos naturalmente presentes na

microbiota intestinal contribuem para suprir os requerimentos vitamínicos. Isso pode ser feito com o auxílio de animais livres desses micro-organismos, mas os procedimentos se tornam muito complicados e caros (SCHMIDT-NIELSEN, 1997).

Sob condições de cultivo, o requerimento de vitaminas dos peixes dependerá do sistema de cultivo usado, avaliação da alimentação natural, características físico-químicas da água, espécie cultivada, taxa de crescimento, microbiota intestinal capaz de sintetizar vitaminas, condições fisiológicas do peixe, teor de nutrientes da dieta utilizada, processo de fabricação da ração (TACON, 1990).

As vitaminas A e D contribuem para a formação do corpo. A vitamina A é necessária para a síntese de proteínas, assegurando o crescimento normal assim como a saúde e a integridade do tecido epitelial. A vitamina D é necessária ao desenvolvimento dos ossos, desempenhando importante papel no metabolismo do cálcio e fósforo (SILVA, *s.d.*).

A maioria das vitaminas requeridas pelos peixes ocorre nos ingredientes usados na formulação das rações normalmente utilizadas, em quantidades suficientes. Mesmo assim, Marchetti *et al.* (1999) acreditam ser indispensável fortificar as dietas com vitaminas para assegurar que animais cultivados recebam um suprimento adequado e balanceados desses micronutrientes, essenciais para seu melhor desempenho.

Khajareern e Khajareern (1997) testaram uma forma estável de vitamina C, ascorbato-glicose, em diferentes concentrações para alimentar alevinos de híbrido *Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*, tendo concluído que de 31 a 42 mg de ácido ascórbico ou de 60 a 80 mg de ascorbato-glicose por quilograma da dieta foram requeridos para um rápido crescimento, e que os valores máximos citados promoveram melhor conversão alimentar, sobrevivência e prevenção de deficiências.

Deformidades encontradas na coluna vertebral da truta arco-íris cultivada têm sido relacionadas com baixos teores de vitamina C na dieta (MADSEN; DALSGAARD, 1999). O ácido ascórbico consiste no doador de elétrons na hidroxilação enzimática da prolina para formação de hidroxiprolina, um importante constituinte do colágeno (WILSON; SANTOS; VIEIRA, 1982b).

Para a manutenção da síntese do colágeno nos tecidos dos peixes, seu requerimento dietético mínimo está estimado entre 5 e 10 mg por 100 g da dieta (SATO *et al.*, 1982). De acordo com Lovell (1991), o requerimento dietético de vitamina C para o crescimento normal e prevenção de sinais de deficiência em salmonídeos é de 50 mg/kg de ração. Para Dabrowski *et al.* (1990), o processo de descalcificação é observado quando o teor de vitamina C na dieta é inferior a 30 mg/kg.

## 2.6 Minerais

Assim como as vitaminas, os minerais também são importantes suplementos em pequenas proporções na dieta, que atuam como cofatores de muitas reações bioquímicas acelerando os processos metabólicos dos nutrientes e facilitando sua assimilação.

Nem todos os compostos inorgânicos encontrados no organismo animal são essenciais na composição da dieta. Os minerais necessários ao animal em maior quantidade são conhecidos como macroelementos e incluem cálcio, fósforo, magnésio, sódio, potássio, cloro e enxofre. Aqueles necessários em quantidades muito reduzidas são considerados microelementos como ferro, iodo, manganês, cobre, cobalto, zinco, selênio, molibdênio, flúor, alumínio, vanádio e cromo. Alguns microelementos são necessários em quantidades tão pequenas que é difícil planejar uma dieta livre deles (MERTZ, 1981).

Os microelementos podem ser divididos em três grupos: (1) os conhecidos como sendo essenciais, (2) os que têm efeitos metabólicos, mas não se mostraram indispensáveis, e (3) os que se encontram amplamente distribuídos nos organismos vivos, mas parecem ser apenas contaminantes incidentais (SCHMIDT-NIELSEN, 1997).

A compreensão do papel dos microelementos pode ser conseguida principalmente de duas formas. A primeira consiste em fornecer dietas sintéticas compostas de componentes altamente purificados que não contenham o elemento em investigação e a segunda através do estudo de doenças que sejam resultantes de um microelemento. Em ambos os casos as dificuldades ainda são muitas.

Os íons quantitativamente mais importantes nos animais são sódio, potássio, cloro e bicarbonato. A manutenção de concentrações normais de íons de sódio e cloro é necessária para o equilíbrio osmótico dos animais. O cálcio, magnésio, fósforo e sulfato são também íons importantes. Todos são necessários a muitos processos fisiológicos, e qualquer grande alteração em suas concentrações é deletéria ou fatal (SCHMIDT-NIELSEN, 1997).

Segundo Gomes (1998), as necessidades dos peixes por minerais têm sido pouco estudadas. A maior parte dos conhecimentos está restrita principalmente ao ferro, cobre, manganês, zinco e selênio por serem componentes dos fluidos corpóreos, atuarem como cofatores em reações enzimáticas, participarem como unidades estruturais de macromoléculas não-enzimáticas (DATO-CAJEGAS; YAKUPITIYAGE, 1996; WATANABE; KIRON; SATOH, 1997). Supõe-se, no entanto, que os peixes, como os outros animais, necessitam de pelo menos de quantidades-traços de vários elementos minerais.

Além dos problemas habituais encontrados nos estudos com minerais, os peixes absorvem uma parte dos minerais diretamente a partir da água. Sob este ponto de vista, a maior diferença entre o metabolismo dos peixes e o dos vertebrados superiores reside no processo de osmorregulação, ou seja, na manutenção do equilíbrio osmótico entre os fluidos corpóreos dos peixes e a água circundante. As outras funções bioquímicas são semelhantes às dos animais endotérmicos.

## 2.7 Energia

A parte principal da matéria orgânica utilizada como alimento consiste em proteínas, carboidratos e lipídios. Os principais produtos da digestão destes compostos são os aminoácidos (provenientes das proteínas), vários açúcares simples (presentes no alimento ou derivados da digestão do amido), ácidos graxos de cadeia curta (principalmente da fermentação da celulose) e ácidos graxos de cadeia longa (da digestão da gordura).

A oxidação desses produtos digestivos gera quase toda a energia química necessária aos organismos animais. São todos compostos orgânicos muito simples, consistindo principalmente em carbono, hidrogênio e oxigênio, em várias proporções, exceto pelo fato de que os aminoácidos também contêm nitrogênio (no grupo amino  $-NH_2$ ). Se os aminoácidos forem utilizados para fornecer energia química, o grupo amino será o primeiro removido pela desaminação e os fragmentos relativamente pequenos restantes (vários ácidos orgânicos de cadeia curta), entrarão em vias normais do metabolismo intermediário (SCHMIDT-NIELSEN, 1997). Esses vários compostos orgânicos são, dentro de certos limites, intercambiáveis no metabolismo energético (CAMPANA; BURINI, 1982).

A energia contida em uma dieta pode ser transferida para o produto, i.e., energia do corpo do peixe, somente em um certo grau que é variável. Um aspecto importante é a digestibilidade da energia que frequentemente tem sido mostrada ser dependente, em parte, de fatores dietéticos, particularmente os ingredientes usados, a concentração de nutrientes e o processamento de dieta (RODEHUTSCORD; PFEFFER, 1999).

Carneiro *et al.* (1984a) encontraram que dentre os diferentes níveis energéticos testados para o pacu alimentado com ração contendo 23% de proteína, o valor considerado ótimo correspondeu a 3.200 kcal/kg. Para a carpa alimentada com ração contendo 30% de proteína bruta, o melhor nível energético foi de 3.000 kcal/kg (CRUZ; CARNEIRO; ANDRADE, 1984). Em ambos os estudos, níveis energéticos superiores proporcionaram uma diminuição no ganho de peso e no consumo alimentar.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering (Pentecoste, Ceará, Brasil), do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), distante 100 km de Fortaleza.

#### **3.1 Alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum***

Os alevinos de tambaqui, *C. macropomum*, utilizados na presente pesquisa, foram oriundos da Estação de Piscicultura Pedro de Azevedo, Icó, Ceará, pertencente a 2<sup>a</sup> Diretoria Regional do DNOCS.

Os peixes foram transportados para Pentecoste por via terrestre, acondicionados em sacos plásticos com atmosfera de oxigênio, contendo 250 peixes por embalagem.

Foram utilizados 1.080 exemplares de tambaqui, com comprimento e peso médios iniciais de 13,52 cm e 38,92 g, respectivamente. Os indivíduos foram medidos com auxílio de um paquímetro Somet de aço inoxidável (FWP, Polônia) e pesados numa balança comercial Filizola, com capacidade para 10 kg e precisão de 5 g.

#### **3.2 Tanques utilizados na pesquisa**

Na presente pesquisa foram usados doze tanques de alvenaria, cada um com área de 30 m<sup>2</sup> e profundidade média de 1,20 m, dotados de sistema individual de abastecimento de água. Inicialmente, os tanques foram limpos e após sete dias adubados para, em seguida, serem cheios de água até sua repleção máxima. A água que abasteceu os tanques foi oriunda do açude público Pereira de Miranda, sendo transportada em canais de alvenaria, por gravidade. Sua cor esverdeada indicava a presença de micro-organismos, com produtividade primária elevada.

#### **3.3 Rações comerciais**

Os peixes foram alimentados com quatro rações comerciais, extrusadas, contendo 32% de proteína bruta, das marcas Purina, Aqualine da Supra, Proaqua da Nutron e Friaqua da Fri-Ribe. Informações sobre a composição básica e nutrientes presentes nas rações usadas, segundo o fabricante, estão mostradas nos QUADROS 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 - Composição básica das rações comerciais extrusadas, utilizadas para alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, na presente pesquisa.

Ração comercial	Composição básica	Ração comercial	Composição básica
Purina	Farinha de peixe Farelo de soja Farelo de trigo Carbonato de cálcio Farelo de glúten de milho Milho integral moído Óleo de peixe refinado Premix vitamínico mineral Cloreto de sódio (sal comum)	Aqualine da Supra	Farinha de peixe Farelo de soja Farelo de trigo Farinha de carne e osso Farinha de vísceras Arroz quebrado Farinha de trigo Cloreto de sódio (sal comum) Premix vitamínico mineral Óleo vegetal
Proaqua da Nutron	Farinha de peixe Farelo de soja Farelo de trigo Farinha de carne e osso Farinha de penas hidrolisada Arroz quebrado Farinha de trigo Calcário calcítico Premix vitamínico mineral Gordura animal estabilizada	Friaqua da Fri-Ribe	Farinha de peixe Farelo de soja Farelo de trigo Calcário calcítico Farinha de resíduos de abatedouro de aves Milho integral moído Óleo vegetal Aditivo antioxidante Premix vitamínico mineral Cloreto de sódio (sal comum) Sorgo integral moído

FONTE: SOUSA (2001)

Quadro 2 - Nutrientes presentes nas rações comerciais extrusadas, segundo o fabricante, utilizadas para alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, durante 110 dias de cultivo.

Ração comercial	Nutrientes (Níveis de garantia)						
	Cálcio (% máx)	Extrato etéreo (% mín)	Fósforo (% mín)	Matéria fibrosa (% máx)	Minerais (% máx)	Proteína bruta (% mín)	Umidade (% máx)
Purina	2,5	4,0	0,6	7,0	12,0	32,0	13,0
Aqualine da Supra	2,0	7,0	1,0	9,0	12,0	32,0	12,0
Proaqua da Nutron	2,0	3,0	0,6	7,0	10,0	32,0	13,0
Friaqua da Fri-Ribe	1,8	3,0	0,6	8,0	11,0	32,0	12,0

FONTE: SOUSA (2001)

### 3.4 Experimento

Noventa alevinos foram distribuídos em cada um dos doze tanques, sendo, portanto, a densidade de estocagem igual a 3 tambaquim/m<sup>2</sup>. Todas as condições foram mantidas constantes, exceto o fato de que em cada grupo de três tanques, os alevinos recebiam um tipo diferente de ração.

Na primeira série de três tanques, os alevinos foram alimentados com Purina, na segunda série, a ração utilizada foi a Aqualine da Supra, na terceira foi a Proaqua da Nutron e, finalmente, na quarta, os indivíduos receberam a ração Friaqua da Fri-Ribe.

O experimento teve duração de 110 dias, entre novembro de 2000 e fevereiro de 2001. Durante este período de tempo, a taxa de arraçoamento foi de 5% da biomassa nos primeiros 37 dias do cultivo, tendo uma redução para 3,5% durante o restante do experimento, sendo o alimento fornecido duas vezes ao dia (manhã e tarde) durante sete dias por semana e sua quantidade corrigida periodicamente.

### 3.5 Coleta das amostras

Durante o período do experimento, foram coletadas seis amostras em intervalos de tempo irregulares que variaram de 15 a 22 dias, até que o cultivo completou 110 dias.

De cada amostra foi feita a biometria de dezoito peixes, correspondendo a 20% dos indivíduos de cada tanque, sendo anotados dados de comprimento total e peso de todos os indivíduos. O mesmo aconteceu no início e final do experimento. Neste último, foi feita a despesca total dos doze tanques, momento em que se obteve o total de indivíduos por tanques.

### 3.6 Parâmetros estudados

Para avaliação da eficiência de crescimento em comprimento e em peso dos alevinos de tambaqui, *C. macropomum*, alimentados com as quatro rações comerciais extrusadas e estocados durante 110 dias, foram calculados: (1) ganho médio de peso líquido (GMP) e (2) ganho médio de peso por dia (GMPD), ambos expressos em gramas; (3) conversão alimentar; (4) biomassa inicial e (5) biomassa final, ambas expressas em quilogramas; e (6) sobrevivência, expressa em porcentagem, utilizando-se as seguintes expressões:

$$\text{Ganho médio de peso líquido (GMP)} = W_f - W_i \quad (1)$$

$$\text{Ganho médio de peso por dia (GMPD)} = \frac{[(W_f \times N_f) - (W_i \times N_i)]}{\text{dias de cultivo}} \quad (2)$$

$$\text{Conversão alimentar} = \frac{\text{consumo total de ração}}{B_f - B_i} \quad (3)$$

$$\text{Biomassa inicial} = N_i \times W_i \quad (4)$$

$$\text{Biomassa final} = N_f \times W_f \quad (5)$$

$$\text{Sobrevivência (S)} = \frac{N_f}{N_i} \times 100\% \quad (6)$$

onde:  $W_f$  = peso médio (g) no final do experimento

$W_i$  = peso médio (g) no início do experimento

$N_f$  = número de peixes no final do experimento

$N_i$  = número de peixes no início do experimento

$B_f$  = biomassa no final do experimento

$B_i$  = biomassa no início do experimento

### 3.7 Análises estatísticas

Os valores de comprimento e de peso obtidos com 110 dias de cultivo foram submetidos à análise de variância, considerando as quatro rações comerciais extrusadas como tratamentos e os tanques como blocos. No caso de rejeição da hipótese de nulidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (MENDES, 1999).

Os valores de ganho de peso também foram testados estatisticamente pela análise de variância, considerando as rações como tratamentos e os tanques como blocos e, no caso de rejeição da hipótese de nulidade, as médias também foram comparadas pelo teste de Tukey (MENDES, 1999).

As relações comprimento/dias de cultivo e peso/dias de cultivo obtidas para as quatro rações comerciais extrusadas testadas tiveram seus coeficientes angulares (b) testados dois a dois pelo teste *t*, conforme descrito por Ivo e Fonteles-Filho (1997).

A sobrevivência dos indivíduos, alimentados com as quatro rações comerciais extrusadas, foi obtida ao final dos 110 dias de cultivo.

Todas as análises foram executadas adotando-se o nível de significância de 5%.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de comprimento e peso de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, obtidos durante os 110 dias de cultivo estão apresentados nas TABELAS 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Comprimento médio (cm) de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com as rações Purina, Aqualine da Supra, Proaqua da Nutron e Friaqua da Fri-Ribe, testadas na presente pesquisa.

Dias de cultivo	Comprimento total médio* (cm)			
	Purina	Aqualine	Proaqua	Friaqua
0	13,77 ± 0,54	13,40 ± 0,87	13,70 ± 0,84	13,19 ± 0,99
22	16,38 ± 0,84	16,94 ± 0,90	17,11 ± 1,19	17,35 ± 0,94
37	17,34 ± 0,84	18,50 ± 1,09	18,11 ± 0,95	18,89 ± 1,05
56	18,68 ± 1,25	19,88 ± 1,00	19,40 ± 1,15	20,37 ± 1,43
71	20,78 ± 1,24	21,64 ± 1,77	21,02 ± 1,65	22,49 ± 1,29
88	23,47 ± 2,44	23,26 ± 1,62	22,73 ± 1,92	24,54 ± 1,83
110	25,12 ± 2,00	24,96 ± 1,99	24,55 ± 1,96	25,85 ± 1,98

\*Média ± desvio padrão (n = 54)

FONTE: SOUSA (2001)

Tabela 2 - Peso médio (g) dos alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com as rações Purina, Aqualine da Supra, Proaqua da Nutron e Friaqua da Fri-Ribe, testadas na presente pesquisa.

Dias de cultivo	Peso médio* (g)			
	Purina	Aqualine	Proaqua	Friaqua
0	39,17 ± 4,42	38,24 ± 6,36	39,22 ± 6,10	39,07 ± 5,43
22	79,01 ± 13,73	88,87 ± 15,33	88,64 ± 21,90	85,26 ± 14,46
37	87,41 ± 13,06	108,36 ± 20,47	98,76 ± 16,69	114,30 ± 18,70
56	114,11 ± 23,58	140,32 ± 21,25	127,72 ± 24,88	142,16 ± 29,99
71	149,07 ± 31,22	169,26 ± 41,66	157,96 ± 38,23	183,33 ± 33,25
88	205,56 ± 46,69	203,33 ± 44,85	194,26 ± 54,86	237,04 ± 59,99
110	266,36 ± 66,90	252,09 ± 61,21	235,49 ± 64,14	271,38 ± 66,96

\*Média ± desvio padrão (n = 54)

FONTE: SOUSA (2001)

Com relação ao crescimento em comprimento, ao final do experimento, os indivíduos alimentados com a Ração Proaqua cresceram 10,56 cm, seguidos daqueles que receberam Ração Purina (11,35 cm), Ração Aqualine (11,56 cm) e Ração Friaqua (12,66 cm).

Com relação ao crescimento em peso, ao final do experimento, a Ração Proaqua proporcionou um incremento da ordem de 6 vezes da massa corpórea, enquanto que para a Ração Aqualine ele foi de 6,6, para a Ração Purina de 6,8 e para a Ração Friaqua de 7 vezes.

Entretanto, embora as médias de comprimento e peso tenham apresentaram valores distintos, eles não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% (TABELAS 3 e 4). Os resultados encontrados neste trabalho parecem bastante coerentes, tendo em vista que as rações extrusadas testadas apresentam o mesmo teor de proteína bruta (32%).

Tabela 3 - Análise de variância para dados de comprimento total médio (cm) de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, considerando as rações como tratamentos e tanques como blocos, para um nível de significância de 5%.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F <sub>calculado</sub>
Tratamento	3	2,629	0,876	1,616 <sup>NS</sup>
Bloco	2	0,404	0,202	0,373 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	3,249	0,542	
Total	11	6,282	0,571	

NS – Diferença estatisticamente não significativa para  $\alpha = 5\%$

FONTE: SOUSA (2001)

Tabela 4 - Análise de variância para dados de peso médio (g) de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, considerando as rações como tratamentos e tanques como blocos, para um nível de significância de 5%.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F <sub>calculado</sub>
Tratamento	3	2.337,257	779,086	0,959 <sup>NS</sup>
Bloco	2	373,714	186,857	0,230 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	4.875,712	812,619	
Total	11	7.586,684	689,699	

NS – Diferença estatisticamente não significativa para  $\alpha = 5\%$

FONTE: SOUSA (2001)

Assim, é possível sugerir que qualquer uma das rações comerciais extrusadas testadas neste trabalho pode ser utilizada no pré-cultivo de tambaqui. A escolha pode ficar condicionada a inúmeros fatores, dentre os quais podem ser citados sua disponibilidade e os aspectos econômicos, por exemplo, seu custo.

Os incrementos em peso, observados nesse período de pré-cultivo, provavelmente contribuirão para reduzir o tempo de engorda do tambaqui que gira, atualmente, em torno de 12 meses. A possibilidade de se reduzir o período de engorda para 8 meses, acarretará a consecução de três ciclos de cultivo em 24 meses, o que representa um enorme ganho para os piscicultores.

Freire e Campos (2000) avaliaram quatro tipos de dieta com diferentes teores proteicos (20%, 13%, 12% e 9%), na alimentação de tambaquis cultivados por 240 dias, em tanques de concreto, e encontraram que, após 90 dias, os peixes alimentados com 20% de proteína apresentaram maior incremento em peso em relação as demais dietas testadas. Ainda de acordo com os autores, os peixes alimentados com a dieta contendo 13% de proteína, depois de 150 dias de cultivo, apresentaram maior ganho de peso em relação aqueles que receberam as dietas com 9% e 12% de proteína.

Law (1986) avaliou a digestibilidade de ingredientes utilizados em uma ração fornecida à carpa capim, comparando-a com a de uma dieta contendo 37% de proteína. No alimento formulado pelo pesquisador, a farinha de peixe e a farinha de soja foram bem digeridas pelas carpas, apresentando coeficientes de digestibilidade da proteína oriunda dessas duas fontes da ordem de 90,81% e 96,21%, respectivamente.

Macedo, Carneiro e Castagnolli (1981) estudaram, preliminarmente, o nível ideal de proteína necessário para a nutrição do tambaqui, *C. macropomum*, durante três meses. Eles verificaram que os indivíduos alimentados com dieta contendo 22% de proteína bruta apresentaram ótimo desenvolvimento e sugeriram que este teor fosse gradativamente reduzido sem que houvesse prejuízo no crescimento.

Os dados de ganho médio de peso líquido (GMP), obtidos para as quatro rações testadas, estão dispostos na TABELA 5. Os indivíduos que receberam a Ração Friaqua apresentaram peso variando de 39,07 g, no início do experimento, a 271,37 g, no fim de 110 dias de cultivo. A variação de peso dos indivíduos, entre o início e o fim do experimento, foi de 39,17 a 266,36 g para a Ração Purina, de 38,24 a 252,09 g para a Ração Aqualine e de 39,22 a 235,49 g para a Ração Proaqua.

O ganho de peso diário (GMPD) foi obtido com os animais alimentados com a Ração Friaqua (2,11 g/dia), ao passo que aqueles arraçoados com as rações Purina, Aqualine e

Proaqua apresentaram 2,07, 1,94 e 1,78 g/dia, respectivamente (TABELA 5). As diferenças observadas quanto ao ganho de peso diário durante o período do cultivo foram analisadas estatisticamente, através da análise de variância (TABELA 6), concluindo-se que não houve diferença estatística significativa entre as médias testadas.

Tabela 5 - Peso médio (g), ganho de peso líquido (g) e ganho de peso/dia (g), para alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com quatro rações comerciais extrusadas, durante 110 dias de cultivo.

Ração comercial	Peso (g)		Ganho de peso (g)	Ganho de peso (g)/dia
	Inicial	Final		
Purina	39,17	266,36	227,19	2,065
Aqualine	38,24	252,09	213,85	1,944
Proaqua	39,22	235,26	196,04	1,782
Friaqua	39,07	271,38	232,31	2,111

FONTE: SOUSA (2001)

Tabela 6 - Análise de variância para dados de ganho de peso (g) de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, considerando as rações como tratamentos e tanques como blocos para um nível de significância de 5%.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calculado
Tratamento	3	2.330,698	776,899	0,970 <sup>NS</sup>
Bloco	2	313,045	156,522	0,197 <sup>NS</sup>
Resíduo	6	4.805,740	800,957	
Total	11	7.445,483	677,226	

NS – Diferença estatisticamente não significativa para  $\alpha = 5\%$

FONTE: SOUSA (2001)

Ramos-Henao e Grajales (1989/94) estudaram os níveis proteicos de dietas para *C. macropomum*, durante 164 dias, a partir da primeira alevinagem, e concluíram que o tambaqui tem uma excelente capacidade para assimilar proteína de origem vegetal. Os melhores resultados de ganho de peso foram obtidos com uma dieta contendo 31,12% de proteína bruta, inteiramente de origem vegetal, 2,67 g/dia, seguido por 2,47 g/dia para a dieta com 75% da proteína de origem vegetal e 2,21 g/dia para aquela composta de 50% de proteína vegetal.

Policultivos de tambaqui com diferentes espécies, realizados no Nordeste brasileiro de 1988 a 1990 (SILVA; FIGUEIREDO, 1991), mostraram ganhos de peso para a espécie

variando de 0,9 g/dia a 4,9 g/dia, para densidades de estocagem de 250 peixes/ha e 2.500 peixes/ha, respectivamente.

Os resultados de biomassa total no final dos 110 dias de cultivo foram de 290.704,50 g, para a Ração Friaqua, enquanto que para as rações Purina e Proaqua, os valores foram praticamente iguais, 252.616,50 e 252.531,90 g, respectivamente. A menor biomassa (232.531,90 g) foi obtida para os peixes alimentados com a Ração Aqualine (TABELA 7). Este parâmetro variou de 10.575,00 g a 70.300,80 g, para os peixes alimentados com Ração Purina, de 10.324,80 g a 68.149,80 g, para aqueles que receberam Ração Aqualine, de 10.549,80 g a 61.799,40 g, para os alimentados com Ração Proaqua, e de 10.589,40 a 74.350,80 g para os que receberam Ração Friaqua (TABELA 7).

O consumo total de ração, no período estudado, foi de 126.325,80 g (Purina), 126.818,47 g (Aqualine), 128.154,29 g (Proaqua) e 148.279,92 g (Friaqua) (TABELA 7).

As conversões alimentares foram de 2,50:1, 2,32:1, 2,19:1 e 2,16:1 para as rações Proaqua, Friaqua, Aqualine e Purina, respectivamente. Como se pode observar, a Ração Purina foi a que apresentou melhor conversão alimentar (TABELA 7).

Tabela 7 - Biomassa inicial e final, consumo de ração e conversão alimentar de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com rações comerciais extrusadas durante 110 dias de cultivo em tanques de alvenaria.

Ração comercial	Biomassa (g)		Consumo de ração (g)	Conversão alimentar
	Inicial	Final		
Purina	10.575,00	70.300,80	126.325,80	2,16:1
Aqualine	10.324,80	68.149,80	126.818,47	2,19:1
Proaqua	10.549,80	61.799,40	128.154,29	2,50:1
Friaqua	10.589,40	74.350,80	148.279,92	2,32:1

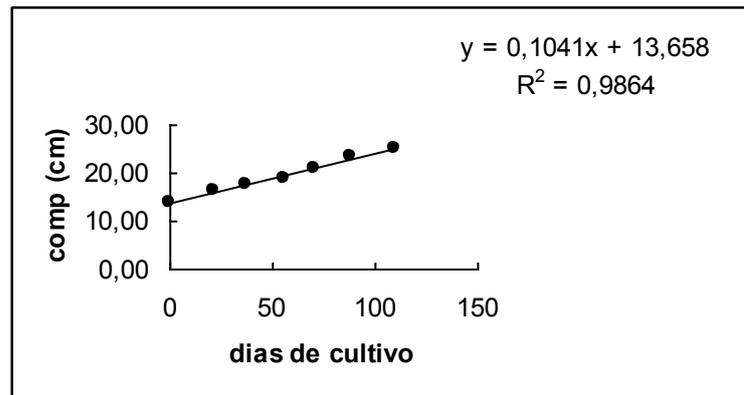
FONTE: SOUSA (2001)

As FIGURAS 1 a 4 mostram as retas de regressão das curvas de crescimento em comprimento, e as FIGURAS 5 a 8, as retas de regressão das curvas de crescimento em peso, para tambaquis alimentados com as quatro rações testadas.

As seguintes retas de regressão foram obtidas para o crescimento em comprimento de tambaquis alimentados com a Ração Purina [ $y = 0,1041x + 13,658$  ( $R^2 = 0,9864$ )], FIGURA 1]; Ração Aqualine [ $y = 0,1019x + 14,206$  ( $R^2 = 0,9847$ )], FIGURA 2]; Ração Proaqua [ $y = 0,0943x + 14,346$  ( $R^2 = 0,9864$ )], FIGURA 3]; e Ração Friaqua [ $y = 0,1127x + 14,203$  ( $R^2 = 0,9769$ )], FIGURA 4].

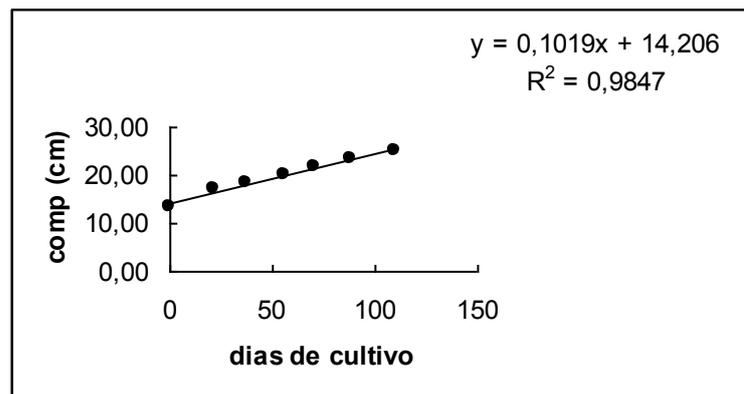
As seguintes retas de regressão foram obtidas para o crescimento em peso de tambaquís alimentados com a Ração Purina [ $y = 2,013x + 24,085$  ( $R^2 = 0,9542$ ), FIGURA 5]; Ração Aqualine [ $y = 1,8822x + 39,674$  ( $R^2 = 0,9957$ ), FIGURA 6]; Ração Proaqua [ $y = 1,736x + 39,347$  ( $R^2 = 0,9897$ ), FIGURA 7]; e Ração Friaqua [ $y = 2,152x + 35,169$  ( $R^2 = 0,9907$ ), FIGURA 8].

Figura 1 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaquí *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Purina, durante 110 dias de cultivo.



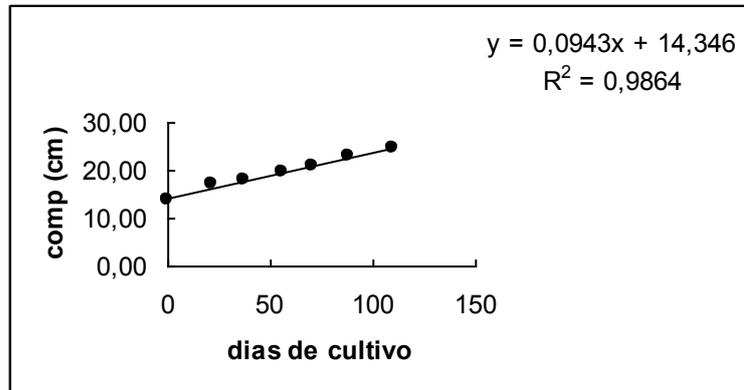
FONTE: SOUSA (2001)

Figura 2 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaquí *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Aqualine da Supra, durante 110 dias de cultivo.



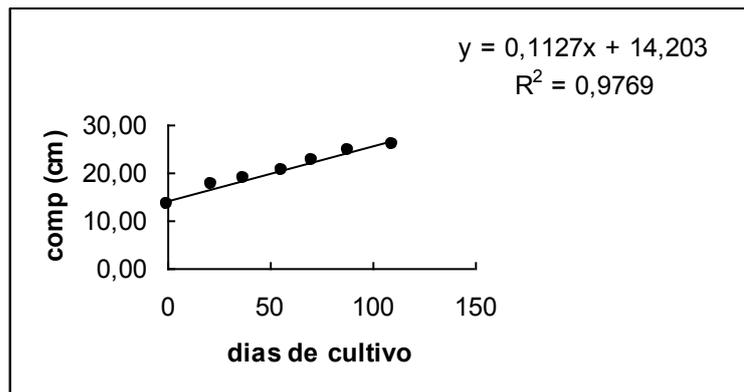
FONTE: SOUSA (2001)

Figura 3 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Proaqua da Nutron, durante 110 dias de cultivo.



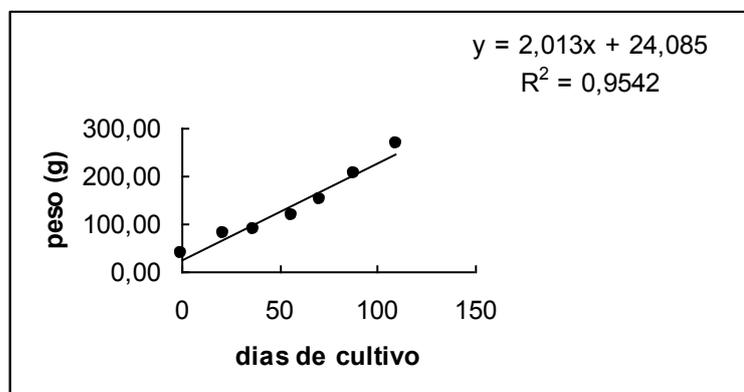
FONTE: SOUSA (2001)

Figura 4 - Média de comprimento (cm) de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Friaqua da Fri-Ribe, durante 110 dias de cultivo.



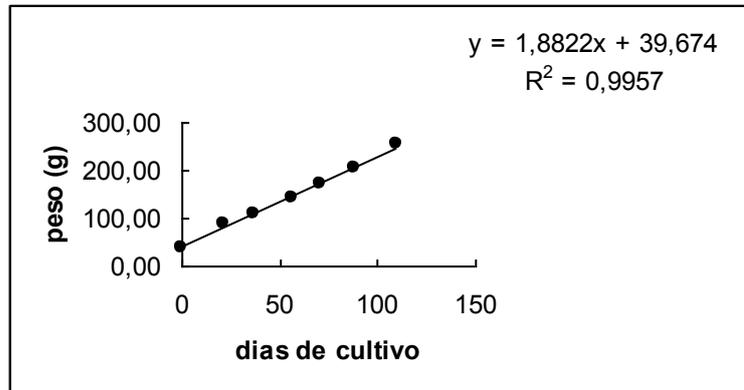
FONTE: SOUSA (2001)

Figura 5 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Purina, durante 110 dias de cultivo.



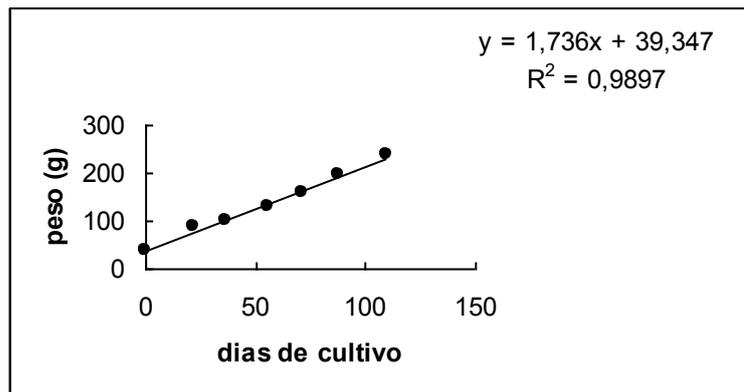
FONTE: SOUSA (2001)

Figura 6 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Aqualine da Supra, durante 110 dias de cultivo.



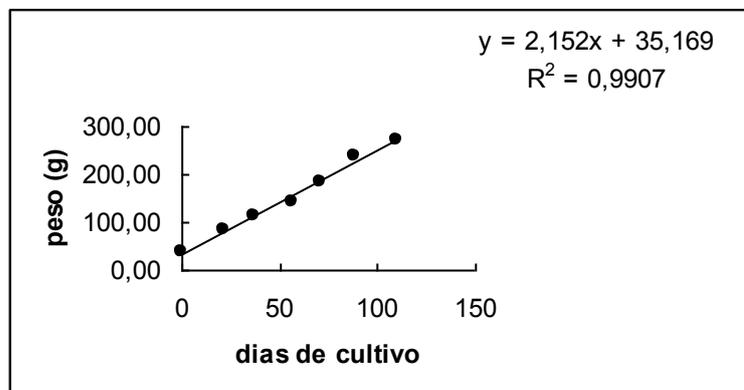
FONTE: SOUSA (2001)

Figura 7 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Proaqua da Nutron, durante 110 dias de cultivo.



FONTE: SOUSA (2001)

Figura 8 - Média de peso (g) de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* alimentados com Ração Friaqua da Fri-Ribe, durante 110 dias de cultivo.



FONTE: SOUSA (2001)

Os valores dos coeficientes angulares (b), lineares (a) e de determinação ( $R^2$ ) para o crescimento em comprimento e em peso estão contidos na TABELA 8.

Tabela 8 - Dados dos coeficientes angulares (b), coeficientes lineares (a) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ), calculados para as retas de regressão das curvas de crescimento em comprimento e em peso do tambaqui, *Colossoma macropomum*, cultivados durante 110 dias e alimentados com quatro rações comerciais.

Ração comercial	Comprimento/dias de cultivo			Peso/dias de cultivo		
	a	b	$R^2$	a	b	$R^2$
Purina	13,658	0,1041	0,9864	24,085	2,013	0,9542
Aqualine	14,206	0,1019	0,9847	39,674	1,882	0,9957
Proaqua	14,346	0,0943	0,9864	39,347	1,736	0,9897
Friaqua	14,203	0,1127	0,9769	35,169	2,152	0,9907

FONTE: SOUSA (2001)

Os valores de  $R^2$  (TABELA 8 e FIGURAS 1 a 4) mostraram similaridade entre os valores de comprimento observados nas amostras e aqueles calculados. Os coeficientes angulares (b) das retas de regressão referentes aos dados de comprimento total de tambaquis alimentados com as quatro rações, foram testados estatisticamente, dois a dois (TABELAS 8 e 9), não havendo diferenças significativas entre eles, adotado o nível de significância de 5%.

Tabela 9 – Valores de  $t$  de Student calculados para comparação de coeficientes angulares (b) das retas de regressão para comprimento total de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, cultivados durante 110 dias e alimentados com quatro rações comerciais.

Ração comercial	Purina	Aqualine	Proaqua	Friaqua
Purina	-	0,279 <sup>NS</sup>	1,328 <sup>NS</sup>	0,907 <sup>NS</sup>
Aqualine	-	-	1,008 <sup>NS</sup>	1,124 <sup>NS</sup>
Proaqua	-	-	-	2,001 <sup>NS</sup>

NS – Diferença estatisticamente não significativa para  $\alpha = 5\%$

FONTE: SOUSA (2001)

Resultados diferentes foram encontrados com relação ao crescimento em peso (TABELAS 8 e 10), pois os coeficientes angulares não diferiram estatisticamente ( $\alpha = 5\%$ ), para as rações Aqualine e Friaqua, sendo, contudo, estatisticamente diferentes para as rações Proaqua e Friaqua. Isto significa que ao longo do período de cultivo, os indivíduos alimentados com as duas últimas rações ganharam peso em taxas diferentes, sem, entretanto, influenciar no

peso final dos alevinos com 110 dias de cultivo (FIGURAS 5 a 8). Apesar da recomendação de se testar os coeficientes lineares (a) sempre que os angulares não apresentarem diferenças significativas, este procedimento não foi executado, pois não era o objetivo da análise deste trabalho.

Tabela 10 - Valores de *t* de Student calculados para comparação de coeficientes angulares (b) das retas de regressão para peso de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, cultivados durante 110 dias e alimentados com quatro rações comerciais.

Ração comercial	Purina	Aqualine	Proaqua	Friaqua
Purina	-	0,638 <sup>NS</sup>	1,303 <sup>NS</sup>	0,636 <sup>NS</sup>
Aqualine	-	-	1,510 <sup>NS</sup>	2,486*
Proaqua	-	-	-	3,396*

NS – Diferença estatisticamente não significativa para  $\alpha = 5\%$

\* – Diferença estatisticamente não significativa para  $\alpha = 5\%$

FONTE: SOUSA (2001)

Os dados de sobrevivência observados no presente experimento estão apresentados na TABELA 11. A maior taxa de sobrevivência foi registrada para tambaquis alimentados com Ração Friaqua, chegando a  $82 \pm 12$  indivíduos, correspondendo a 91,5%. As sobrevivências dos tambaquis alimentados com as rações Proaqua, Purina e Aqualine foram de 81,5% ( $73 \pm 4$  indivíduos), 74,1% ( $67 \pm 9$  indivíduos) e 67,8% ( $61 \pm 3$  indivíduos), respectivamente.

Tabela 11 - Sobrevivência de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*, alimentados com quatro rações comerciais, durante 110 dias de cultivos em tanques de alvenaria.

Ração comercial	Sobrevivência	
	Absoluta (nº de peixes)	Relativa (%)
Purina	$67 \pm 9$	$74,07 \pm 10,08$
Aqualine	$61 \pm 3$	$67,77 \pm 2,94$
Proaqua	$73 \pm 4$	$81,48 \pm 4,49$
Friaqua	$82 \pm 12$	$91,48 \pm 14,00$

FONTE: SOUSA (2001)

Os resultados relatados por outros autores foram similares aos obtidos neste experimento. A taxa de sobrevivência do tambaqui em policultivo foi de 92,6% (SILVA *et al.*, 1984b). Pinheiro *et al.* (1991) encontrou para híbridos de tambaqui x pirapitinga, cultivados por

210 dias, em densidade de 5.000 peixes/ha, uma sobrevivência igual a 81,1% sendo os indivíduos alimentados com ração balanceada.

A sobrevivência do tambaqui cultivado com tilápia e carpa comum, durante 180 dias foi de 93,3%, com tilápia e carpa prateada, a taxa de sobrevivência variou de 94 a 100% (SILVA; FIGUEREIDO, 1999).

Segundo Ferreira e Roubach (2001), o tambaqui *C. macropomum*, cultivado intensivamente por 120 dias e alimentado com ração comercial com 36% de proteína bruta, apresentou uma sobrevivência de aproximadamente 80%.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos durante o pré-cultivo de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum*, em tanques de alvenaria durante 110 dias, alimentados com quatro rações comerciais extrusadas (Purina, Aqualine da Supra, Proaqua da Nutron e Friaqua da Fri-Ribe), contendo 32% de proteína bruta, permitiram as seguintes conclusões:

Ao final do experimento, os dados de crescimento dos indivíduos, em comprimento e em peso, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5%, considerando que todas as rações testadas tinham o mesmo teor de proteína bruta.

Os ganhos de peso diários foram de 2,11, 2,07, 1,94 e 1,78 g/dia para as rações Friaqua, Purina, Aqualine e Proaqua, respectivamente, os quais não apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5%.

No final dos 110 dias de cultivo, os valores de biomassa total foram de 290.704,50 g, 252.616,50, 252.531,90 g e 232.531,90 g, respectivamente para as rações Friaqua, Purina e Proaqua e Aqualine.

O consumo total de ração, no período estudado, foi de aproximadamente 126 kg para as rações Purina e Aqualine, 128 kg para a Ração Proaqua e 148 kg para a Ração Friaqua.

As conversões alimentares foram de 2,16:1, 2,19:1, 2,32:1 e 2,50:1 para as rações Purina, Aqualine, Friaqua e Proaqua, respectivamente.

Os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para as relações comprimento total/dias de cultivo e peso/dias de cultivo foram superiores a 0,95.

A sobrevivência dos tambaquis, ao final dos 110 dias de cultivo, foi maior para a Ração Friaqua (91,5%) e menor para a Ração Aqualine (67,8%).

## REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETTO, José Milton; PERLY, Luimar; MINARDI, Ítalo; GEMAEL, Alaor; FLEMMING, José Sidney; SOUSA, Gilberto Alves; BONA-FILHO, Amadeu. **Nutrição Animal**. 4. ed. Vol. I. 1993. 395 p.
- ANTUNES, J. C. Enguia (*Anguilla anguilla*) In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). **Manual de Aquicultura**. Portugal, 1998. p. 151-164.
- ARARIPE, Maria Nasaré Bona de Alencar. **Diferentes níveis de proteína e energia sobre o desempenho dos alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)**. 1995. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.
- BELL, J. G.; TOCHER, D. R.; MACDONALD, F. M.; SARGENT, J. R. Effects of diets rich in linoleic (18:2 *n*-6) and  $\alpha$ -linolenic (18:3 *n*-3) acid on the growth, lipid class and fatty acid compositions and licosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Fish Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 105-118, June 1994.
- BERGOT, F. Carbohydrate in rainbow trout diets; effects of the level and source of carbohydrate and the number of meals on growth and body composition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 157,167, July 1979.
- BERGOT, F.; BRÈQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and the intake level. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 22, p. 81-96, 1983.
- BLANQUET, I. Robalo (*Dicentrarchus labrax*). In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). **Manual de Aquicultura**. Portugal, 1998. p. 177-187.
- BRUCE, M.; OYEN, F.; BELL, G.; ASTURIANO, J. F.; FARNDAL, B.; CARILLO, M.; ZANUY, S.; RAMOS, J.; BROMAGE, N. Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of *n*-3 and *n*-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 177, p. 85-97, July 1999.
- CAMPANA, A. O.; BURINI, R. C. Digestão, absorção e utilização de nutrientes. In: OLIVEIRA, José Eduardo Dutra; SANTOS, Avany Corrêa; WILSON, Eva Donelson (org.) **Nutrição Básica**. São Paulo: Sarvier, 1982. 286p. p. 68-77.
- CANTELMO, Osmar Angelo. Nutrição de Peixes e Aquicultura. In: HERNANDEZ, Armando R. (ed.). **Cultivo de *Colossoma***. Bogotá: Editora Guadalupe, 1989. p. 85-91.
- CARNEIRO, D. J. Digestibilidade proteica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, Pisces). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE AQUICULTURA, 2., e ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTORES, 2. 1981, Jaboticabal. **Anais [...]**. Brasília: SUDEPE, 1981, p. 78-80.

- CARNEIRO, D. J.; CASTAGNOLLI, N. Nutrição do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). II- Digestibilidade aparente da proteína em dietas isocalóricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA – SIMBRAQ, 3., 1984, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: UFSCar, 1984, p. 125-132.
- CARNEIRO, D. J.; CASTAGNOLLI, N.; MACHADO, C. R.; VERARDINI, M. Nutrição do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895), Pisces, Characidae. I- Nível de proteína dietária. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA – SIMBRAQ, 3., 1984, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: UFSCar, 1984. p. 105-123.
- CARNEIRO-SOBRINHO, A.; MELO, F. R.; SILVA, J. W. B.; NOBRE, M. I. S. Resultados de um ensaio sobre o cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 46, n. 1/2, p. 23-35, jan/dez 1988.
- CARVALHO, V.; DINIZ, M. Pregado (rodovalho) (*Scophthalmus maximus*). In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). **Manual de Aquacultura**. Portugal, 1998. p. 188-199.
- CASTAGNOLLI, N. Nutrição de peixes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE AQUICULTURA, 2., e ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTORES, 2. 1981, Jaboticabal. **Anais [...]**. Brasília: SUDEPE, 1981, p. 78-80.p. 31-52.
- CASTELL, J. D.; SINNHUBER, R. O.; WAES, J. H.; LEE, D. J. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. **Journal of Nutrition**, v. 102, n. 1, p. 77-86, Jan 1972.
- CRUZ, L. G.; CARNEIRO, D. J.; ANDRADE, P. Níveis de proteína e energia na alimentação da carpa (*Cyprinus carpio* L.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA – SIMBRAQ, 3., 1984, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: UFSCar, 1984. P. 205-221.
- DABROWSKI, K.; EL-FIKY, N.; KOCK, G.; FRIGG, M.; WIESER, W. Requirements and utilization of ascorbic acid and ascorbic sulfate in juvenile rainbow trout. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 91, p. 317-337, 1990.
- DABROWSKI, K.; KOZAK, B. The use of fish meal and soybean meal as a protein source in the diet of grass carp fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 107-114, May 1979.
- DATO-CAJEGA, C. R. S.; YAKUPITIYAGE, A. The need for dietary supplementation for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, cultured in a semi-intensive system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 144, p. 227-237, 1996.
- EL-SAYED, A-F. M. Alternative dietary protein source for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 149-168, Sept 1999.
- FERNANDES, A. F. Tilápia (*Oreochromis* sp.). In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). **Manual de Aquacultura**. Portugal, 1998. p. 138-150.

- FERREIRA, M. F. B.; ROUBACH, R. Influência da frequência da alimentação no desempenho de crescimento e ganho de peso do tambaqui (*Colossoma macropomum*) sob cultivo intensivo. *In: Jornada de Iniciação Científica do INPA*, 10., 2001, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: INPA, 2001. p. 158-161.
- FONTENELE, Osmar; NEPOMUCENO, Francisco Hilton **Estação de Piscicultura Valdemar C. de França, Ex-Posto de Piscicultura de Amanari (Maranguape, CE)**. Fortaleza: MINTER/DNOCS, 1982. 51 p.
- FREIRE, A. G.; CAMPOS, C. E. C. Avaliação experimental de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 utilizando quatro tipos de dieta em tanques de concentro. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA*, 11., 2000, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: SIMBRAQ, 2000. não paginado. CD-ROM.
- GALVÃO, I. A. *et al.* Crescimento do tambacu (*Colossoma mitrei* – macho x *C. macropomum* – fêmea) em policultivo em diferentes resinas alimentares. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA*, 6., 1989, Teresina. **Anais [...]**. Teresina: CONBEP, 1989a.
- GALVÃO I. A. *et al.* Performance dos híbridos tambacu (*Colossoma macropomum* – macho x *C. mitrei* – fêmea) e paqui (*C. mitrei* – macho x *C. macropomum* – fêmea) em comparação com seus progenitores. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA*, 6., 1989, Teresina. **Anais [...]**. Teresina: CONBEP, 1989b.
- GATLIN, D. M.; WILSON, R. P. Dietary copper requirement of fingerling channel catfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 54, n. 1, p. 177-285, Jan 1986.
- GOMES, E. Nutrição e alimentação de peixes. *In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). Manual de Aquicultura*. Portugal, 1998. p. 27-31.
- GOMES, E. F.; REMA, P.; KAUSHIK, S. J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 130, n. 1, p. 177-186, Jan 1995.
- GONÇALVES, J. F. M. Salmão do Atlântico (*Salmo salar*). *In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). Manual de Aquicultura*. Portugal, 1998b. p. 115-137.
- GONÇALVES, J. F. M. Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). *In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). Manual de Aquicultura*. Portugal, 1998a. p. 96-114.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): An important Amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 107-133, dez 1982.
- HARMON, J. S.; EILERTSON, C. D.; SHERIDAN, M. A.; PLISETSKAYA, E. M. Insulin suppression is associated with hypersomatostatinemia and hyperglucagonemia in glucose-injected rainbow trout. **American Journal of Physiology**, v. 261, p. R609-R613, 1991.

- HIGUERA, M.; AKHARBACH, H.; HIDALGO, M. C.; PERAGÓN, J.; LUPIÁÑEZ, J. A.; GARCÍA-GALLEGO, M. Liver and white muscle protein turnover rates in the European eel (*Anguilla anguilla*): effects of dietary protein quality. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 203-216, Sept 1999.
- HILLESTAD, M.; ASGARD, T.; BERGE, G. M. Determination of digestibility of commercial salmon feeds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 81-94, Sept 1999.
- HILTON, J. W.; SLINGER, S. J. Nutrition and feeding of rainbow trout. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 55, 15 p., 1981.
- IVO, Carlos Tassito Côrrea; FONTELES-FILHO, Antônio Asauto **Estatística Pesqueira: Aplicação em Engenharia de Pesca**. Fortaleza: Tom Gráfica Editora, 1997. 193 p.
- KHAJARERN, J.; KHAJARERN, S. Stability and bioavailability of vitamin C-glucose in *Clarias* hybrid catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, p. 219-224, 1997.
- LAW, A. T. Digestibility of low-cost ingredients in pelleted feed by grass carp (*Ctenopharyngodon idella* C. et V.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 51, p. 97-103, 1986.
- LIM, C.; SUKHAWONGO, S.; FELICITAS, P. A preliminary study on the protein requirements of *Chanos chanos* (Forsk.) fry in a controlled environment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 195-201, May 1979.
- LOPES, José Patrocínio; FONTENELE, Osmar. **Produção de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, para peixamento de açudes e estocagem de viveiros, no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: DNOCS, 1982. 22 p.
- LOVELL, R. T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4193-4200, 1991.
- MACEDO, E. M.; CARNEIRO, D. J.; CASTAGNOLLI, N. Necessidades proteicas na nutrição do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Pisces, Characidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE AQUICULTURA, 2., e ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTORES, 2. 1981, Jaboticabal. **Anais [...]**. Brasília: SUDEPE, 1981, p. p. 77-78.
- MADSEN, L.; DALSGAARD, I. Vertebral column deformities in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 171, p. 41-48, Feb 1999.
- MARAIS, J. F. K.; KISSIL, G. The influence of energy level on the feed intake, growth conversion and body composition of *Sparus aurata*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 203-219, May 1979.
- MARCHETTI, M.; TOSSANI, N.; MARCHETTI, S.; BAUCE, G. Leaching of crystalline and coated vitamins in pelleted and extruded feeds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 171, p. 83-91, Feb 1999.
- MENDES, Paulo de Paula **Estatística Aplicada à Aquicultura**. Recife: Bagaço, 1999. 265 p.

- MERTZ, W. The essential trace elements. **Science**, v. 213, n. 4514, p. 1332-1338, Sept 1981.
- MOMMSEN, T. P.; PLISETSKAYA, E. M. Insulin in fish and agnathans: history, structure and metabolic regulation. **Reviews in Aquatic Sciences**, v. 4, p. 225-259, 1991.
- NOMURA, Hitoshi. **Dicionário dos Peixes do Brasil**. Brasília: Editerra, 1984. p. 436-437.
- PAIVA, C. M.; FREITAS, J. V. F.; TAVARES, J. R. P.; MAGNUSSON, H. Rações para piscicultura intensiva no Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 29, n. 2, p. 61-89, jul/dez 1971.
- PERAGÓN, J.; BARROSO, J. B.; GARCÍA-SALGUERO, L.; HIGUERA, M.; LUPIÁÑEZ, J. A. Carbohydrates affect protein-turnover rates, growth, and nucleic acid content in the white muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 425-437, Sept 1999.
- PERES, H.; GONÇALVES, P.; OLIVA-TELES, A. Glucose tolerance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) e European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 415-423, Sept 1999.
- PINHEIRO, M. H. P.; SILVA, J. W. B.; NOBRE, M. I. S.; PINHEIRO, F. A. Cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, na densidade de 5.000 peixes/ha. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 22, n. 1/2, p. 77-87, jun/dez 1991.
- RAMOS-HENAO, A.; GRAJALES, A. Nutrición de la cachama negra (*Colossoma macropomum* Pisces, Characidae) II. Niveles proteínicos e importancia relativa de la proteína, a partir del primer alevinaje. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 47/52, n. 1/2, p. 27-41, semestral, 1989/94.
- RODEHUTSCORD, M.; PFEFFER, E. Maintenance requirement for digestible energy and efficiency of utilisation of digestible energy for retention in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 95-107, Sept 1999.
- SANTINHA, P. J. M. Dourada (*Sparus aurata*). In: HENRIQUES, M. A. R. (ed.). **Manual de Aquacultura**. Portugal, 1998. p. 165-176.
- SARGENT, J. R.; BELL, J. G.; MCEVOY, L. A.; TOCHER, D. J.; ESTEVEZ, A. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 177, p. 191-199, July 1999.
- SARGENT, J. R.; MCEVOY, L. A.; BELL, J. G. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 155, p. 117-127, 1997.
- SATO, M.; KONDO, T.; YOSHINAGA, R.; IKEDA, S. Effects of dietary ascorbic acid levels on collagen formation in rainbow trout. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 48, p. 553-556, 1982.

SCHMIDT-NIELSEN, Knut. **Animal Physiology: Adaptation and Environment**. 5. ed. London: Cambridge University Press, 1997. 607 p. p. 129-214.

SHIAU, S. Y.; YU, Y. P. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 179, p. 439-446, Sept 1999.

SILVA, J. W. B. Situação atual e perspectiva da piscicultura no Estado do Ceará. In: SEMINÁRIO NORDESTINO PECUÁRIO – PECNORDESTE, 5., 2001, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Aquicultura Federação da Agricultura do Estado do Ceará (FAEC). 2001, p. 57-93. 93 p.

SILVA, J. W. B.; ALENCAR, P. F.; FARIAS, J. O.; NOBRE, M. I. S. Resultados de um ensaio sobre policultivo de carpa espelho, *Cyprinus carpio* L., 1758 vr. *specularis*, e tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 121-152, jul/dez 1984b.

SILVA, J. W. B.; CAMINHA, M. I. O.; NOBRE, M. I. S.; BARROS-FILHO, F. M. Resultados de um ensaio sobre o cultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, realizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering (Pentescoste, Ceará, Brasil). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 7-18, dez 1986.

SILVA, J. W. B.; CARNEIRO-SOBRINHO, A.; MELO, F. R.; SOUSA, L. S. Resultados de um policultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818; carpa espelho, *Cyprinus carpio* L., 1758 vr. *specularis*, e machos da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1766), alimentados com milho, *Zea mays* L. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 45, n. 1-2, p. 5-26, jan./ dez. 1987.

SILVA, J. W. B.; FIGUEIREDO, J. J. C. B. Situação da criação de *Colossoma* e *Piaractus* no Nordeste brasileiro: janeiro 1988 a junho 1991. Criação de *Colossoma* e *Piaractus* no Brasil. In: Reunião do Grupo de Trabalho de *Colossoma* e *Piaractus*, 2., 1999, Pirassununga. **Anais [...]**. Brasília: Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura do IBAMA, 1991. p. 107-146.

SILVA, J. W. B.; NOBRE, M. I. S.; PINHEIRO, F. A.; CARNEIRO-SOBRINHO, A. Resultados de um experimento de policultivo do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818; híbrido de tilápias (*Oreochromis hornorum* Trew. x *O. niloticus* L., 1766) e carpa espelho, *Cyprinus carpio* L., 1758 vr. *specularis*. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 63-89, jan/jun 1984a.

SILVA, J. W. B.; PINHEIRO, F. A.; CARNEIRO-SOBRINHO, A.; NOBRE, M. I. S. Resultados de um experimento sobre policultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com machos da tilápia do Congo, *Tilapia rendalli* Boulenger, 1912, em viveiros naturais. **Boletim Técnico do DNOCS**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 151-180, jul/dez 1985.

SILVA, José William Bezerra. **Nutrição de Peixes**. Notas de Aulas da Disciplina Aquicultura II do Curso de Graduação de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, *s.d.*

SILVA, José William Bezerra; GURGEL, José Jarbas Studart. Situação do cultivo de *Colossoma* no âmbito do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). *In: Cultivo de Colossoma*. SUDEPE/COLCIÊNCIA/CIID, Canadá/Colômbia, 1989, p. 229-258.

SILVA, M. C. N.; PINHEIRO, J. L. P. Cultivo de *Colossoma* na CODEVASF (situação atual). *In: HERNANDEZ, Armando R. (ed.). Cultivo de Colossoma*. Bogotá: Guadalupe, 1989. p. 259-275.

TACON, Albert G. J. **Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp**. Washington: Argent Laboratories Press, 1990. vol. 1.

TARR, H. L. A. Biochemistry of fishes. **Annual Review of Biochemistry**, Stanford-California, v. 27, p. 223-244, 1958.

VENIZELOS, A.; BENETTI, D. D. Pigment abnormalities in flatfish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 176, p. 181-188, June 1999.

VIOLA, S.; LAHAV, E.; ANGEONI, H. Reduction of feed protein levels and of nitrogenous N-excretions by lysine supplementation in intensive carp culture. **Aquatic Living Resource**, Guathier-Villars, v. 5, n. 4, p. 277-285, Apr 1992.

WATANABE, T. Lipid nutrition in fish. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Comparative Biochemistry**, v. 73, n. 1, p. 3-15, Jan 1982.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace mineral in fish nutrition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, p. 185-207, 1997.

WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; VIEIRA, E. C. Energia. *In: OLIVEIRA, José Eduardo Dutra; SANTOS, Avany Corrêa; WILSON, Eva Donelson (org.). Nutrição Básica*. São Paulo: Sarvier, 1982a. 286p. p. 79-97.

WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, J. E. D. Vitamina C. *In: OLIVEIRA, José Eduardo Dutra; SANTOS, Avany Corrêa; WILSON, Eva Donelson (org.). Nutrição Básica*. São Paulo: Sarvier, 1982b. 286 p. p. 181-188.