

**LUIZ FRANCISCO DE FRANÇA SEGUNDO**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES E DA ENERGIA DE ALIMENTOS  
ALTERNATIVOS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*).**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
TERESINA-PIAUÍ  
2008**

**LUIZ FRANCISCO DE FRANÇA SEGUNDO**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE NUTRIENTES E DA ENERGIA DE ALIMENTOS  
ALTERNATIVOS PARA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*).**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias,  
da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título  
de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração:  
Nutrição e Produção Animal de Interesse Econômico.

**Orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
TERESINA-PIAUI  
2008**

F814d França Segundo, Luiz Francisco de.

Digestibilidade aparente de nutrientes e energia de alimentos alternativos para a tilápia (*Oreochromis niloticus*) [manuscrito] / Luiz Francisco de França Segundo. – 2009.  
52 f.

Cópia de computador (printout).

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal, 2009.

Orientação: Prof. Dr. João Batista Lopes.

1. Alimentos alternativos. 2.Feno de Leucena. 3. Feno de Cunchã. 4. Rama - Mandioca. I. Título.

CDD: 641.33

## Dedico

A **Deus** por acompanhar todos os meus passos me dando força para superar todas as barreiras e obstáculos que apareceram no desenvolvimento desse trabalho.

Aos **meus pais** por terem confiado e me dado todo o apoio de que precisei para conquistar mais essa etapa em minha vida.

À **minha esposa** por ter sido paciente e compreensiva nos momentos em que estive ausente por conta das várias horas de pesquisa necessárias ao desenvolvimento desse trabalho.

A **minha filha** que em breve chegará trazendo grandes alegrias aos corações de toda a minha família.

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal do Piauí por viabilizar essa pesquisa contribuindo com a minha formação;

À Fundação de Amparo a Pesquisa no Piauí (FAPEPI), em convênio com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro;

À Coordenação do Curso de Mestrado em Ciência Animal, pelo apoio na realização dessa pesquisa;

Ao Departamento de Zootecnia da UFPI, por ter confiado e cedido as instalações para a realização desse experimento;

Ao Professor Dr. João Batista Lopes, pela amizade e dedicação com que me conduziu no desenvolvimento desse trabalho;

À professora Maria de Nasaré Bonna de Alencar Araripe, pela paciência e pelo apoio;

À todos os professores do Curso de Mestrado em Ciência Animal, pela amizade e pelos conhecimentos transmitidos;

Aos servidores do CCA, pela amizade e colaboração;

Aos vigilantes do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, em especial Henrique e Ribamar pelo acompanhamento e companhia nas noites dedicadas a essa pesquisa;

Aos amigos do mestrado pela amizade e apoio;

Aos meus pais Francisco Benício de Sampaio França e Marisa de Castro Araújo França, a minha esposa Elielsa de Araújo Silva França, aos meus irmãos Júnior, Lina, Michelle e Alexandra, a minha sobrinha Milena, à minha sogra e meu cunhado, ao amigo Paulo, aos meus avós, tios e tias, primos e primas, demais familiares e todos aqueles que me apoiaram e torceram por mim em todos os momentos;

A todos os amigos que em algum momento e que de alguma forma contribuíram para realização desse sonho.

Muito Obrigado!

## SUMÁRIO

|  | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS   | VIII   |
| LISTA DE ABREVEATURAS E SÍMBOLOS   | IX     |
| RESUMO   | X      |
| ABSTRACT   | XI     |
| 1. INTRODUÇÃO  | 12     |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA   | 15     |
| 2.1. Considerações gerais sobre a tilápia  | 15     |
| 2.2. Alimentos alternativos na alimentação de peixes   | 16     |
| 2.2.1. Aspectos gerais sobre a leucena ( <i>Leucaena leucocephala</i> )  | 18     |
| 2.2.2. Aspectos gerais sobre a cunhã ( <i>Clitoria ternatea</i> )  | 19     |
| 2.2.3. Aspectos gerais sobre a rama da mandioca ( <i>Manihot<br/>esculenta</i> )   | 20     |
| 2.3. Exigências nutricionais de proteína e energia em peixes   | 21     |
| 2.4. Digestibilidade de nutrientes em dietas de peixes   | 25     |
| 3 CAPÍTULO I   | 28     |
| Digestibilidade Aparente de Nutrientes e da Energia de Alimentos<br>Alternativos Para Tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) | 28     |
| Resumo   | 28     |
| Abstract   | 29     |
| Introdução   | 30     |
| Material e método  | 32     |
| Resultados e discussão   | 36     |
| Conclusões   | 41     |
| Referências bibliográficas   | 41     |
| Referências bibliográficas gerais  | 44     |

**LISTA DE TABELAS**

|   | Página |
|---|--------|
| <b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica da dieta referência   | 34     |
| <b>Tabela 2.</b> Composição química do feno de cunhã, rama de mandioca e feno de leucena  | 35     |
| <b>Tabela 3.</b> Parâmetros médios de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido e pH) nos tanques experimentais                   | 36     |
| <b>Tabela 4.</b> Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do feno de rama de mandioca, do feno de leucena e do feno de cunha | 39     |
| <b>Tabela 5.</b> Matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) dos alimentos avaliados                  | 40     |



**LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| AOAC                           | Association of Official Analytical Chemists                |
| APRPN                          | Associação dos Produtores de Rações para Peixes da Noruega |
| CCA                            | Centro de Ciências Agrárias                                |
| CD                             | Coeficiente de Digestibilidade                             |
| CDA                            | Coeficiente de Digestibilidade Aparente                    |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Óxido de Cromo   |
| DNOCS                          | Departamento Nacional de Obras Contra as Secas             |
| DZO                            | Departamento de Zootecnia                                  |
| EB                             | Energia Bruta  |
| EBD                            | Energia Bruta Digestível                                   |
| ED                             | Energia Digestível   |
| MS                             | Matéria Seca   |
| MSD                            | Matéria Seca Digestível                                    |
| NNP                            | Nitrogênio não Protéico                                    |
| NRC                            | National Research Council                                  |
| OD                             | Oxigênio Dissolvido  |
| PB                             | Proteína Bruta   |
| PBD                            | Proteína Bruta Digestível                                  |
| PD                             | Proteína Digestível  |
| pH                             | Potencial Hidrogeniônico                                   |
| UFPI                           | Universidade Federal do Piauí                              |
| UI                             | Unidade Internacional                                      |

## Digestibilidade Aparente de Nutrientes e da Energia de Alimentos Alternativos Para Tilápia (*Oreochromis niloticus*)<sup>1</sup>

**RESUMO** - A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a digestibilidade aparente de nutrientes e energia do feno de leucena (*Leucaena leucocephala*), do feno de rama de mandioca (*Manihot esculenta*) e do feno de cunhã (*Clitoria ternatea*), na alimentação de alevinos de tilápia. Foram utilizados 288 peixes com média de peso entre 30 e 60 g, distribuídos em quatro tratamentos: a) ração referência; b) ração referência com inclusão de feno de leucena; c) ração referência com inclusão de feno de rama de mandioca; d) ração referência com inclusão de feno de cunhã, e com seis repetições, cada representada por 12 peixes. O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos ingredientes foi calculado com base no teor de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nas rações e fezes. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e EB do feno de cunhã, feno de rama de mandioca e feno de leucena são respectivamente, de 25,75; 84,30 e 29,00%; 29,15; 68,58 e 30,69% e 23,58; 44,99 e 19,69%. Os valores de proteína digestível e da energia digestível do feno de cunhã, feno de rama de mandioca e feno de leucena são, respectivamente, 10,80%, 1.199,32 kcal/kg; 10,64%, 1.307,37 kcal/kg e 6,94%, 850,26 kcal/kg.

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor do curso de Ciência Animal UFPI, Teresina, PI.

**Apparent Digestibility of Nutrients and Energy of the alternative Food for  
Tilapia (*Oreochromis niloticus*).**

**ABSTRACT** - This research was carried out to evaluate the apparent digestibility of nutrients and energy from leucaena hay (*Leucaena leucocephala*), cassava foliage hay (*Manihot esculenta*) and cunhã hay (*Clitoria ternatea*), in the diet of fingerlings of tilapia. 288 fishes with average weight among 30 to 60 g, they were distributed in four treatments: a) standard diet; b) standard diet with inclusion of leucaena hay; c) standard diet with inclusion of cassava foliage hay; d) standard diet with inclusion of cunhã hay, with six replications of 12 fishes. The apparent digestibility coefficient of nutrients and energy of ingredients was calculated by utilizing of the Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> marker in ration and feaces. The apparent digestibility coefficient of dry matter, crude protein and gross energy of cunhã hay, cassava foliage hay and leucena hay, they are respectively of 25.75; 84.30 e 29.00%; 29.15; 68.58 e 30.69% and 23.58; 44.99 e 19.69%. The values of digestible protein and digestible energy of cunhã hay, cassava foliage hay and leucena hay, they are, respectively, 10.80%, 1,199.32 kcal/kg; 10.64%, 1,307.37 kcal/kg e 6.94%, 850.26 kcal/kg.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil reúne condições favoráveis ao desenvolvimento da piscicultura, pois além de apresentar mercado promissor, o país conta com clima favorável, boa disponibilidade de áreas e de recursos hídricos, bem como grandes safras de grãos, que geram matérias primas para indústria de ração animal (Bozano, 2002; Kubitza, 2003).

O cultivo de peixes vem assumindo importância crescente no panorama do abastecimento alimentar, uma vez que as altas taxas de crescimento demográfico, com o conseqüente aumento populacional, vêm se tornando incompatível com o atendimento à demanda de alimentos. Borghetti et al. (2003) relataram que a produção aquícola mundial teve um incremento de 187,6%, entre os anos de 1990 e 2001, passando de 16,8 milhões de toneladas para 48,4 milhões. Nesse mesmo período, as capturas pesqueiras passaram de 86,8 milhões de toneladas para 93,6 milhões, apresentando um aumento de apenas 7,8%, em função das reduções significativas dos volumes capturados, durante alguns anos desse período.

Diversos cultivos de médio a grande porte vêm sendo instalados no Brasil com a tilápia, espécie mais utilizada devido às condições favoráveis de clima e qualidade da água, manejo simples e de pouco risco quando comparados às outras espécies.

Nesse contexto atual da piscicultura, surge a necessidade de se aperfeiçoar os sistemas de cultivo intensivo, com altas densidades de estocagem e, principalmente, em pequenas áreas. Não há como se deixar de fazer analogia entre cultivo intensivo e a utilização de rações balanceadas adequadas, que por sua vez, são estabelecidas em função da digestibilidade de seus nutrientes.

As rações utilizadas na aquíicultura, além de atenderem às exigências nutricionais das espécies, devem proporcionar o mínimo de excedentes de nutrientes, visando minimizar os impactos negativos sobre os sistemas de criação e os ecossistemas aquáticos (Valenti, 2000; Henry-Silva, 2001). Os princípios que devem reger o desenvolvimento de dietas com baixa carga poluente são caracterizados pela digestibilidade elevada dos nutrientes, aceitabilidade da ração pelos organismos criados, pelo balanço adequado dos nutrientes, estabilidade elevada do pélete e pelo tamanho compatível com a capacidade de ingestão dos organismos aquáticos (Midlen e Redding, 1998).

Na exploração racional de peixes, o uso de proteína de origem animal nas dietas tem como consequência, elevação dos custos de produção, visto que esses produtos apresentam preços elevados no mercado de insumo. Assim, o uso de fontes de proteína e de energia de origem vegetal vem despontando como alternativas importantes para a piscicultura. Assim, compete ao meio técnico-científico avaliar a viabilidade de alimentos regionais disponíveis, visando à inclusão destes ingredientes nas dietas de peixes, de modo que, tanto o impacto no ambiente como os custos de produção possam ser minimizados.

A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático.

De acordo com Mcgoogan e Reigh (1996), a digestibilidade dos nutrientes de um alimento depende, primeiramente, da composição química e também da capacidade digestiva do animal inerente aos componentes do alimento. Assim, o conhecimento do aproveitamento dos nutrientes é de extrema importância para os nutricionistas formularem dietas, de modo a atender às exigências nutricionais de uma espécie, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e do suprimento de uma dieta quimicamente equilibrada não é suficiente para assegurar respostas positivas no desempenho do animal (Souza, 1989).

Segundo Choubert et al. (1979), a digestibilidade aparente é calculada através da diferença entre a quantidade do nutriente ingerido e a do nutriente remanescente nas excreções fecais, enquanto, o coeficiente de digestibilidade representa a relação percentual entre a quantidade digerida e a ingerida. Dois métodos têm se destacado para este tipo de estudo. O método direto consiste de ensaios, em que as quantidades de nutrientes ingeridos e as excretadas nos dejetos são registradas, através de metodologia específica para cada espécie, tendo-se a preocupação com a coleta total de dejetos. Já, o método indireto dispensa a coleta total das fezes para esse cálculo, por se fazer uso de um marcador na dieta.

Considerando, a hipótese de que produtos de origem vegetal podem compor as dietas de tilápia, com possibilidade de elevado aproveitamento dos nutrientes e de redução dos custos de produção, desse modo, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a digestibilidade aparente de nutrientes e da energia do feno de leucena, feno de rama de mandioca e o feno de cunhã para alevinos de tilápia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura**: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de aqüicultura e estudos ambientais (GIA), 2003. 128p.

BOZANO, G.L.N. Viabilidade técnica da criação de peixes em tanques rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq. 2002, p. 107-112.

CHOURBERT, G.; DE LA NOUË, J.; LUQUET, P. Continuous quantitative auto-matic collector for fish feces. **The Progressive Fish-Culturist**, v.41, p.91-97, 1979.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: F. Kubitza. 229 p. 2003.

HENRY-SILVA, G.G. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 56p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2001.

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

MIDLEN, A., REDDING, T. **Environmental Management for Aquaculture**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. 223p.

SOUZA, R. R. P. **Digestibilidade aparente da proteína de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, 1989.

VALENTI, W.C. **Aqüicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – Considerações gerais sobre a tilápia

A designação tilápia vem de um grupo de peixes que abrange cerca de 70 espécies, divididas em quatro gêneros, todos pertencentes à família Cichlidae e subfamília Tilapiinae. Sua área de distribuição natural ocorre nas bacias dos rios Nilo, Níger e Senegal, de onde foi disseminada por quase todo mundo (Leonhardt, 1997).

A tilápia do Nilo foi introduzida no Brasil, em 1971, no município de Pentecoste, estado do Ceará, por meio do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), tendo como procedência a Costa do Marfim, África. Recebeu a denominação de tilápia do Nilo por ser oriunda da bacia desse rio africano. Esta espécie de peixe é facilmente reconhecível por apresentar listras verticais na nadadeira caudal, coloração metálica, corpo curto e alto, cabeça e cauda pequenas (Galli e Torloni, 1986). Adaptam-se muito bem em regiões tropicais e subtropicais onde as temperaturas da água variam entre 18 e 30°C; entretanto, são sensíveis a temperaturas abaixo de 12°C e acima de 42°C, podendo ser letais para estes peixes (Lund e Figueira, 1989). Por se tratar de uma espécie apropriada para a piscicultura de subsistência, nos países em desenvolvimento (Lovshin, 1997) e devido à sua importância na aqüicultura, muitos aspectos da nutrição desta espécie já foram estudados (Degani e Revach, 1991).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta hábito alimentar onívoro e utiliza eficientemente os carboidratos da dieta (Viola e Arieli, 1983; Anderson et al., 1984; Degani e Revach, 1991; Shiau, 1997). Segundo Lovshin (1997) e Alceste e Jorry (1998), a tilápia é uma espécie de grande interesse na piscicultura atual, pois é o segundo grupo de peixes de água doce cultivado no mundo, ficando atrás apenas das carpas. No Brasil, passa a ser a espécie mais cultivada, respondendo por cerca da metade da produção anual de peixes cultivados (Lovshin e Cyrino, 1998). Observa-se, ainda, que existem perspectivas para o mercado externo, pois, segundo Seafood Business (1998), os Estados Unidos elevaram a importação de 3.388 t em 1992 para 27.820 t em 1998. Sua criação também vem aumentando anualmente, na América Latina (Berman, 1997).

Tamanho destaque se deve ao fato de que essa espécie possui qualidades, como rusticidade (Hayashi, 1995), respostas às condições ambientais adversas

como baixo nível de oxigênio e altos níveis de amônia dissolvidos na água (Alceste e Jorry, 1998), rápido crescimento, boa conversão alimentar e consumo de ração artificial desde a fase larval (Meurer et al., 2000). Sobressai-se também por adequar-se à indústria de filetagem, devido à ausência de espinhos musculares em “Y”; ter ótima aceitação no mercado consumidor, pelas características organolépticas de seu filé; e mostrar-se bastante apreciada nos pesque-pagues.

No tocante aos estudos com digestibilidade a tilápia têm se destacado em pesquisas envolvendo a digestibilidade da energia e de nutrientes de fontes convencionais e alternativas de origem vegetal (Fagbenro, 1998; Pezzato et al., 2001), uma vez que toleram dietas com elevados níveis de carboidratos (Degani e Revach, 1991; NRC, 1993; Stickney, 1997), fato atribuído às suas adaptações morfológicas e fisiológicas, que incluem dentes faríngeos, pH estomacal baixo (<1,5) e intestino longo (Kubarik, 1997) e Hanley (1987). Essas constatações foram corroboradas por Degani et al. (1997c), em estudos realizados com a tilápia-do-nilo e com a tilápia híbrida (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*).

Köprücü e Özdemir (2005), em estudo com a tilápia do Nilo, com o objetivo de avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de aminoácidos de alimentos, utilizaram como ração referência uma dieta composta por alimentos convencionais à base de farinha de peixe, farelo de soja e farelo de trigo e obtiveram valores de 87,10% de CDA para a proteína e 87,7% para a média dos aminoácidos.

## **2.2 – Alimentos alternativos na nutrição de peixes**

Os alimentos protéicos respondem pela maior fração dos custos da ração na piscicultura intensiva e semi-intensiva (Boscolo et al., 2001), pois, além de comporem grande quantidade nas formulações (Kikuchi, 1999), apresentam custos maiores que os alimentos energéticos. As proteínas existentes nesses alimentos atuam em diferentes organismos desempenhando diversas funções, dentre elas destacam-se: catálise de transformação química, transporte de nutrientes, controle metabólico e contração, formação de fibras musculares, função estrutural como constituinte da matriz óssea, componente enzimático, função protetora, como as imunoglobulinas e participação no metabolismo hormonal, além de outras funções mais específicas (Devlin, 2003). A partir de todas as funções possíveis de uma molécula protéica, esta pode estar diretamente relacionada ao estado de saúde do



peixe, podendo ser fator principal na manutenção da qualidade de vida e resistência às diversas situações de desafio a que possam ser submetidas esses animais.

As proteínas são constituídas por unidades básicas chamadas de aminoácidos. Segundo Pezzato et al. (2004), a deficiência em aminoácidos essenciais provoca a redução na utilização da proteína, retarda o crescimento, diminui o ganho em peso e eficiência alimentar e reduz a resistência a doenças, pelo comprometimento dos mecanismos de reposição imunológica.

Em função do alto custo, do elevado teor de proteína nas dietas de peixes e da pouca disponibilidade de farinha de peixe, alimentos protéicos alternativos têm sido estudados com o objetivo de diminuir o custo das rações aquícolas (Oliveira et al., 1997; Refstie et al., 1999; Booth et al., 2001; Siddhuraju e Becker, 2001). Entretanto, um dos problemas encontrados para o uso destes ingredientes diz respeito à falta de informação a cerca dos valores de digestibilidade de seus nutrientes (Mukhopadhyay e Ray, 1997).

Assim, estudos voltados para o conhecimento de alimentos considerados alternativos, produtos ou co-produtos, que possam substituir parcialmente os ingredientes tradicionais nas dietas de animais não ruminantes, tornam-se imprescindíveis, principalmente, quando esses ingredientes se encontram disponíveis em determinados períodos ou mesmo durante todo o ano. A esse respeito, Yaakugh et al. (1994) relataram que a pesquisa sobre alimentos alternativos tem se estendido por amplas esferas, envolvendo o uso de subprodutos de moinhos, de frigoríficos, da produção de leite e de ovos, de refinaria de açúcar e de cervejaria, dentre outros.

Sempre que se considerar o uso de alimentos alternativos como ingredientes de rações para peixes devem-se estar atento à disponibilidade desses ingredientes, a qualidade e ao preço em relação aos ingredientes tradicionais como o farelo de soja.

No intuito de reduzir o custo de produção tem sido realizado, nas instituições de pesquisa no Brasil, grande número de experimentos que testam alimentos não convencionais ou alternativos, para aves, suínos e peixes. Alguns desses alimentos como o sorgo, raspa da raiz e parte aérea da mandioca, triticale, leguminosas diversas, canola e subprodutos da indústria, dentre outros, merecem destaque, e muitos ainda continuam sendo investigados na atualidade. É necessário primeiramente pesquisar as informações nutricionais dos alimentos (composição química, energia, digestibilidade, restrições, fatores antinutricionais, etc), para que o

nutricionista possa incluí-lo no banco de dados e formular rações comerciais de mínimo custo (Rostagno et al., 2008).

Sempre que se considerar o uso de alimentos alternativos como ingredientes de rações, deve-se estar atento à disponibilidade comercial, qualidade e preços em relação aos tradicionais, buscando-se a vantagem no preço, sem nunca desconsiderar a qualidade. Um princípio básico na substituição do milho por ingredientes alternativos é manter equilibrados os nutrientes com a energia, produzindo uma dieta mais barata que a convencional. Os alimentos a serem fornecidos devem também atender a alguns requisitos de manejo de fabricação das rações no âmbito da exploração, para que sejam bem aproveitados e gerem eficácia no trabalho operacional e no desempenho dos animais (Bellaver, 2008).

Ainda de acordo com o autor supracitado, o mercado de insumos apresenta peculiaridades de preços que podem ser estacionais ou localizadas em uma dada região. Os ingredientes considerados alternativos, muitas vezes, acabam tendo um custo maior do que o do milho e do farelo de soja. Assim, características como concentração de nutrientes e seu valor econômico têm que ser levadas em consideração toda vez que se pensar em comprar estes ingredientes. Quando o milho e farelo de soja aumentam de preço e/ou tornam-se escassos, ficam mais viáveis as dietas com ingredientes alternativos. Um ponto importante a considerar na busca de ingredientes alternativos é que ao se aumentar a demanda dos mesmos, tende a ocorrer um aumento de preço no mercado e nessas circunstâncias pode-se perder a vantagem diferencial que teriam pela falta ou aumento de preço dos ingredientes tradicionais.

### **2.2.1 – Aspectos gerais sobre a leucena (*Leucaena leucocephala*)**

A leucena é uma leguminosa que pertence à tribo *Mimoseae*, subfamília *Mimosoideae*, família *Leguminosae*, sendo uma planta perene, arbórea, com folhas bipinadas e flores de coloração branca a amarela. A sua inflorescência é globosa e solitária, medindo de 2 a 2,5 cm de diâmetro, com numerosas flores com cinco sépalas, cinco pétalas e dez estames. As vagens são estreitas e achatadas com cerca de 20 cm de comprimento e 2 cm de largura, acuminadas e contendo de 13 a 20 sementes e; quando estão maduras abrem-se longitudinalmente, expulsando as sementes, as quais possuem uma película cerosa e resistente que impede a

imediate germinação. As sementes são elípticas, compridas e de cor marrom (Bogdan, 1977).

No Brasil, onde tem larga adaptação, a leucena foi introduzida a partir da Austrália, país onde foi melhorada (Ribeiro, 1989), tratando-se de uma cultura que apresenta crescimento rápido, atingindo até três metros no primeiro ano, com sistema radicular muito profundo, característica que lhe confere excelente tolerância à seca. Adapta-se bem aos solos com boa fertilidade (Souza, 1990). O crescimento e a nodulação são afetados em solos com pH abaixo de 5,5 (Seiffert e Thiago, 1983).

A produtividade da leucena depende da variedade, do espaçamento utilizado, do solo e das condições climáticas. Em cultivos com 1 a 2 metros entre fileiras, em área de cerrado, a produção anual de matéria seca foi em torno de 13 t/ha e a produção de proteína foi, em média, 3.900 kg/ha/ano (Kluthcouski, 1980). Esse valor nutritivo é comparável ao da alfafa, que possui entre 27 e 34% de proteína de alto valor nutricional, devido ao balanceamento dos aminoácidos, sendo rica em caroteno e vitaminas.

Assim, em função de sua composição em termos de proteína bruta, pode se constituir em importante fonte protéica alternativa para a piscicultura em regiões, que apresentam alto potencial de produção, visto que não existe disponibilidade de informações do seu valor nutricional.

### **2.2.2 – Aspectos gerais sobre a cunhã (*Clitoria ternatea*)**

A cunhã é uma leguminosa tropical, originária da Ásia, que, no entanto, tem demonstrado adaptar-se muito bem, a variações de latitude, fotoperíodo, pH, e às pragas mais freqüentes. Trata-se de uma cultura que se desenvolve muito bem, em uma faixa de precipitações, que vai dos 400 a 500 milímetros, até mais de 4.000 milímetros; no entanto, não tolera encharcamento. As precipitações podem ser elevadas, desde que o terreno não fique alagado. A cunhã tem fraco desempenho em terrenos excessivamente argilosos. Assim, de modo geral, pode ser cultivada com sucesso, no Brasil, desde a Região Sudeste e Cento-Oeste, até o extremo Norte (Bragagnolo e Mielniczuk, 1990).

Barros et al. (1994), em estudos sobre a utilização do feno de cunhã para acabamento de cordeiros, observaram a composição desta importante leguminosa, apresentando valores de 91,5% de matéria seca, 17,2% de proteína bruta, 8,1% de

matéria mineral e 55,1% de fibra detergente neutro, enquanto Apadhyaya e Pachauri (1993) encontraram para proteína bruta, em sua pesquisa, o teor de 13%. Em outro trabalho, sobre o efeito da altura e o intervalo de corte na produção de forragem da cunhã para o intervalo de corte de 42 dias, Araújo Filho, et al. (1994) encontraram 80,37% de matéria seca e 21,64% de proteína bruta. No entanto, na alimentação de peixes, não existem registros de estudo sobre esta leguminosa típica de regiões tropicais, como é o caso do nordeste brasileiro, devendo, assim, o meio científico avaliar a sua potencialidade de produção, limitações, valor nutricional.

### **2.2.3 – Aspectos gerais sobre a rama da mandioca (*Manihot esculenta*)**

A mandioca (*Manihot esculenta*), também conhecida como cassava, é originária da América do Sul, provavelmente do Brasil e tem por característica ser uma planta tolerante a seca e a solos de baixa fertilidade. Trata-se de uma cultura tradicionalmente cultivada na maior parte do Brasil, no entanto, não é aproveitada sob todas as formas, principalmente por desconhecimento do seu valor nutricional. Nesse cenário, Fialho e Barbosa (1997) relataram que o nosso país está inserido entre os maiores produtores de mandioca do mundo, sendo detentor de cerca de 70% da produção Sul-Americana e 30% da mundial, com uma produção estimada de 12 milhões de toneladas de co-produtos. Porém, a parte aérea dessa planta é sistematicamente perdida no campo, durante a colheita das raízes (Euclides et al. 1988).

Segundo Groxko (1998), a rama da mandioca pode ser utilizada como forragem verde, conservada na forma de feno ou ainda, como silagem. Apesar de apresentar várias características consideradas importantes como: valor nutricional da planta, fácil cultivo e ter papel social relevante, ainda não é uma cultura, convenientemente, utilizada como fonte alternativa na alimentação animal. Basta citar o fato de que, no Brasil, se fosse aproveitado o refugo da parte aérea (80%) da mandioca, atingir-se-ia a produção de 14,3 milhões de toneladas de matéria fresca disponível para a alimentação animal.

Ross e Enriquez (1969), pioneiros em estudos com a parte aérea da mandioca, mostraram a preocupação com o baixo nível de metionina, que pode funcionar como aminoácido limitante, e com os cuidados especiais para evitar intoxicação pelo ácido cianídrico contido em algumas variedades.

A quantidade de proteína nas folhas desta euforbiácea é maior do que na maioria das forrageiras tropicais (Carvalho et al., 1985). Segundo Gomez et al. (1982), o valor médio para proteína é de 19,5% na silagem de rama de mandioca que se compara aos resultados das análises químicas de fenos que variam de 22,21 a 23,12% para proteína bruta em base da matéria seca. Estes mesmos autores, ao analisarem o feno de rama de mandioca, encontraram valores que variaram de 88,34 a 87,96% para matéria seca, de 24,89 a 27,35% para a fibra bruta e de 7,36 a 6,83% para o extrato etéreo.

Lopes (1984), em trabalho de revisão de literatura, observou grande variação na composição química dos ramos e folhas de mandioca, dependendo da época da retirada do material de campo. A proteína bruta apresentou valores entre 3,26 e 29%, a fibra bruta de 1,6 e 19,47 e o extrativo não nitrogenado de 11,36 e 43,86.

Estudando os nutrientes do feno da rama de mandioca para frangos de corte, Albino e Fialho (1991) encontraram os valores de 2.120 kcal/kg para energia metabolizável aparente, de 1.960 kcal/kg para energia metabolizável corrigida aparente, 88% de matéria seca, 19,30% de proteína bruta, 11,78% de fibra bruta, 1,82% de extrato etéreo, 1,32% de cálcio e 0,61% de fósforo total. Para Fialho e Barbosa (1997), resultados de estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, com a folha de mandioca desidratada, revelaram valores de 86,2% de matéria seca, 15,89% de proteína bruta, 6,14% de proteína digestível, 22,78% de fibra bruta, 2,84% de extrato etéreo, 1,03% de cálcio de 0,22% de fósforo total. Com relação aos aminoácidos, Albino e Fialho (1991) encontraram os valores de 1,52% para lisina, 0,47% para metionina, 1,45% para fenilalanina, 1,59% para treonina e 0,30% para o triptofano.

### **2.3 – Exigências nutricionais de proteína e energia em peixes**

O uso de alimentos naturais na produção intensiva de peixes invariavelmente onera os custos de produção. O uso de dietas formuladas especificamente para cada espécie minimiza estes custos e permite a produção de peixes para o consumo e pesca esportiva. Zeitoun et al. (1976) mostraram que é economicamente desejável atingir o ponto ótimo de crescimento do animal utilizando os menores níveis protéicos na dieta.

A maioria dos peixes tem pouca habilidade em utilizar carboidratos como

fonte de energia e deste modo, exige uma maior porcentagem de proteína dietética (Kikuchi, 1999; Lovell, 1989). Em geral, o conteúdo de proteína em rações comerciais para peixes é maior que em rações para diversos animais domésticos, e pode variar de 30% até mais que 50% de proteína bruta.

As proteínas são os componentes orgânicos mais abundantes nos tecidos dos peixes, perfazendo em torno de 65 a 75% do peso seco destes animais. Os peixes consomem proteína para obter os aminoácidos do organismo. No trato digestivo, estas proteínas são hidrolizadas enzimaticamente, liberando aminoácidos livres que são distribuídos através da corrente sanguínea para os órgãos e tecidos, onde são utilizados continuamente na síntese e degradação de proteínas durante o processo de crescimento e reprodução, ou como fonte de energia (Millward, 1989). Se dietas com quantidade de proteína insuficiente ou composição em aminoácidos inadequada são fornecidas aos peixes, pode ocorrer redução no crescimento, diminuição da eficiência alimentar, imunodepressão e perda de peso em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para manter as funções vitais. Por outro lado, se é fornecida aos peixes proteína em excesso, somente uma parte será usada para formação de tecido muscular e crescimento, e o restante será convertido em depósito de energia, em geral na forma de gordura (Millward, 1989; Wilson, 1989; Winfree e Stickney, 1981).

As exigências em proteína de uma espécie e o teor de proteína de uma ração são influenciados por fatores como tamanho do peixe, função fisiológica, qualidade da proteína e fatores econômicos. Porém, não há evidência que a exigência em proteína, expressa em porcentagem da matéria seca, seja influenciada pela temperatura ambiente. Em geral, o ritmo de todas as funções fisiológicas ligadas à alimentação e ao crescimento aumenta com a elevação da temperatura ambiente. Entretanto, a taxa de crescimento pode aumentar mais rapidamente devido a uma melhora na conversão alimentar, associada a um aumento da quantidade de alimento ingerido por refeição (NRC, 1993). Page e Andrews (1973) relataram que para o bagre do canal, 25% de proteína na ração são adequados para peixes de 114 a 500 g, no entanto, um teor de 35% de proteína induz crescimento mais rápido do que 25% de proteína para peixes de 14 a 100 g.

As proteínas não são idênticas em seus valores nutricionais. O valor nutricional de uma fonte protéica é função da sua digestibilidade e composição em aminoácidos. Existem alguns ingredientes protéicos que contém altos níveis de proteína bruta, porém, com uma grande proporção de nitrogênio não-protéico. Neste

caso, estes ingredientes não contribuem com aminoácidos suficientes para suprir as exigências nutricionais das espécies e simplesmente aumentam a produção de amônia e excreção de nitrogênio pelos peixes, com prejuízos à produtividade e à qualidade da água no sistema de produção (Cho, 1990).

Alguns autores afirmam que 70% das calorias em rações para peixes são originárias da proteína. Quando lipídios ou carboidratos são adicionados como fonte de energia, o conteúdo de proteína na dieta pode ser reduzido sem ocasionar redução no ganho de peso. Porém, a quantidade de proteína que pode ser substituída por carboidratos e lipídios é limitada, devido às características fisiológicas das diversas espécies (Lee e Putnam, 1973).

Os lipídios são compostos orgânicos insolúveis em água, mais solúveis em solventes orgânicos, que representam fontes concentradas de energia, apresentando fatores de crescimento essenciais para os peixes. Em ambientes naturais, não importando a temperatura da água ou a sua salinidade, os peixes têm significativa quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (20 ou mais carbonos) na carcaça, obtidos do alimento, principalmente algas (Sargent et al., 1989).

Murray et al. (1997) e Ufodike e Matty (1983) sugerem que altos níveis de lipídios nos ingredientes podem reduzir a digestibilidade das proteínas para os peixes.

Ufodike e Matty (1983) afirmam ainda que a quantidade e o tipo de gordura dietética são particularmente importantes na composição corporal do pescado produzido em criação intensiva, bem como a quantidade de gordura na carcaça é primeiramente determinada pelo nível de energia e pela relação energia:proteína da dieta.

Desta maneira, o equilíbrio da relação energia:proteína e a manutenção de níveis adequados de lipídios em uma ração para peixes, são fatores determinantes do sucesso de uma criação.

Para que os animais realizem todas as suas reações bioquímicas, para a formação de novos tecidos, manutenção do balanço osmótico, movimentação das moléculas e muitas outras reações que necessitam de energia e que tornam a vida possível, bem como para a realização de trabalho ou atividade muscular, é necessário que tenham um suprimento de energia constante. Essa energia pode vir da oxidação de componentes orgânicos após ingestão e absorção do alimento ingerido, ou das reservas corporais de proteínas, gorduras e glicogênio. Particularmente para os peixes, a quantidade de energia em uma dieta tem que

estar ajustada à quantidade de proteína (Kaushik e Médale, 1994; Smith, 1989).

A proteína é responsável pela maior parte do custo de uma ração (Robinson e Li, 1977). Se o teor de energia de uma dieta não for suficiente, ou se a proteína for de baixa qualidade, ela será deaminada no corpo para ser utilizada como fonte de energia para o metabolismo. Uma baixa relação energia:proteína pode reduzir a taxa de crescimento devido ao aumento da demanda metabólica para excreção de nitrogênio. Excesso de energia na ração pode causar deposição excessiva de gordura nos peixes, reduzir consumo de alimento e, conseqüentemente, a ingestão de proteína total e inibir a utilização de outros nutrientes (Cho, 1990).

Segundo Lovell (1984b), a quantidade ótima de energia metabolizável por grama de proteína em rações de peixes varia entre 6 e 8 kcal. Ainda segundo o autor, vários trabalhos mostram que a relação ótima de energia digestível:proteína bruta para o bagre do canal em crescimento é 9,6 kcal/g, sendo que este valor aumenta com o tamanho do peixe. Uma dieta deficiente em energia em relação à proteína promoverá o uso da proteína como energia para a manutenção e não para o crescimento. Em contraste, uma dieta contendo excesso de energia pode reduzir o consumo de alimento e deste modo, diminuir a ingestão de proteína e outros nutrientes essenciais necessários para o máximo crescimento. Um excesso de energia dietética em relação a outros nutrientes pode provocar grandes acúmulos de gordura corporal, indesejáveis em peixes para consumo (Bronley, 1980; NRC, 1993; Winfree & Stickney, 1981).

Comparado aos lipídios, os carboidratos são relativamente baratos e fonte de energia prontamente disponível para muitas espécies de peixes. Qualquer desbalanço em relação às fontes de energia não protéicas e/ou aos níveis de inclusão pode afetar diretamente o crescimento, a conversão alimentar, a retenção de nutrientes e a composição corporal (Wilson, 1994).

Peragón et al. (1999) relatam que a digestibilidade dos carboidratos é melhor em peixes de água doce e quente do que em peixes marinhos de água fria. A relativa inabilidade de metabolizar carboidratos tem sido demonstrada para várias espécies de peixe e está relacionada à hiperglicemia, baixa atividade da hexoquinase do fígado, a falta da glucoquinase e ao baixo número de receptores da insulina.

As necessidades em energia digestível para o máximo ganho de peso foram determinadas para várias espécies, como por exemplo, para o bagre do canal (600 g) em 3.000; para o red drum (43 g) em 3.200; para a tilápia do Nilo (50 g) em



2.900; para a carpa comum (20 g) em 2.900 e para a truta arco-íris (90 g) em 3.600 kcal/kg (Daniels e Robinson, 1986; Garling e Wilson, 1976; Li e Lovell, 1992 a,b; NRC, 1993). Segundo os autores, essas variações são ocasionadas pelos diferentes hábitos alimentares destes peixes.

#### **2.4 – Digestibilidade de nutrientes de dietas de peixes**

O valor nutricional de um ingrediente está baseado não somente na composição química, mais também na quantidade do nutriente ou energia do alimento ou ração em estudo que pode ser absorvido ou utilizado pelo organismo animal. Esse processo varia em função da espécie, condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa a outros nutrientes, processos tecnológicos, entre outros. Dessa forma, para viabilizar técnica e economicamente o processo de formulação de rações, é necessária a determinação da digestibilidade dos nutrientes e da energia existentes nos ingredientes de uma dieta. A digestibilidade descreve a fração de nutrientes dos ingredientes ingeridos que não são excretados nas fezes (NRC, 1993; Goddard e McLean, 2001), portanto, quantificar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes dos ingredientes de uma ração permite ao nutricionista animal otimizar o aproveitamento de nutrientes, bem como, minimizar as perdas de nitrogênio e fósforo para o ambiente.

Inicialmente, o método utilizado para avaliar a digestibilidade envolvia filtração de água e quantificação total das excretas e urina. No entanto, o método não era acurado, pois erros poderiam ocorrer devido à contaminação de urina ou excreções liberadas pelas brânquias (Silva e Anderson, 1995). Esse era o método direto, no entanto, nos dias atuais, se utiliza com maior frequência o método indireto que envolve o uso de um marcador inerte, dentre eles o mais usado é o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Considera-se que as quantidades do marcador no alimento e nas fezes permaneçam constantes durante o período experimental e que todo o marcador ingerido aparecerá nas fezes. Com a utilização deste método se elimina a necessidade de coleta de toda a excreta e permite que os peixes comam à vontade (NRC, 1993).

O método direto foi citado por alguns autores como sendo trabalhoso e impreciso (Nose, 1960; Silva, 1985; Nunes, 1996). O uso de indicadores externos inertes possibilita a utilização de água corrente, uma vez que as perdas de fezes

podem ser calculadas, proporcionando significativa redução no estresse (Klontz, 1995).

Esses marcadores apresentam várias aplicações em estudos nutricionais, possibilitando estimar a quantidade de alimento ou nutriente consumido, medir o tempo bem como a taxa de passagem da ingesta pelo trato digestivo e estimar o coeficiente de digestibilidade total ou parcial dos nutrientes dos alimentos (Silva e Anderson, 1995).

A coleta de fezes é a atividade que exige maior atenção e precisão em experimentos de digestibilidade, independentemente, da escolha do método. Em trabalhos com a truta arco-íris, Smith et al. (1980) mostraram que uma significativa quantidade de nitrogênio fecal pode ser lixiviada na água antes da coleta, superestimando os coeficientes de digestibilidade.

A característica ideal de uma substância para ser caracterizada como indicador é ser completamente indigestível e não absorvível, não ter ação farmacológica e passar uniformemente no aparelho digestivo, ter fácil e rápida determinação química e de preferência ser constituinte natural da dieta (Goddard e Mclean, 2001). Ainda de acordo com os autores esse marcador deve ser incorporado à dieta de forma homogênea, ser higiênico e não causar danos ao ser humano e ao meio ambiente.

O uso do óxido de cromo como marcador inerte foi proposto inicialmente, em 1918, em estudos de digestibilidade com ruminantes, sendo sua utilidade confirmada, em estudos com peixes, na década de 60, passando a ser o marcador mais utilizado em estudos de digestibilidade (Furukawa e Tsukahara, 1966; Morales et al., 1999).

A lixiviação de nutrientes e marcadores pode ocorrer durante a permanência das fezes na água dos aquários de coleta. Cho et al. (1985) e Cho (1987) propuseram o Sistema Guelf para estudos de digestibilidade com peixes. Esse sistema consiste em um conjunto de aquários de 80 litros, interligados, com fluxo contínuo de água, fundo inclinado para facilitar a coleta de fezes por meio de uma coluna externa.

Comparando-se o Sistema Guelf com a dissecação intestinal para estudo de digestibilidade em salmão Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*), Hajen et al. (1993) não encontraram diferenças significativas entre os valores obtidos pelos dois métodos.

Os alimentos protéicos são responsáveis pela maior fração dos custos da ração na piscicultura intensiva e semi-intensiva (Boscolo et al., 2001), pois, além de comporem grande quantidade nas formulações (Kikuchi, 1999), apresentam maior custo que os alimentos energéticos. Alimentos protéicos alternativos à farinha de peixe têm sido estudados com o objetivo de diminuir o custo das rações aquícolas (Oliveira et al., 1997; Refstie et al., 1999; Booth et al., 2001; Siddhuraju e Becker, 2001); entretanto, um dos problemas encontrados para o uso destes materiais é a falta de informação sobre os valores de digestibilidade de seus nutrientes (Mukhopadhyay e Ray, 1997).

Avaliando a digestibilidade de rações comerciais para salmões, Hillestad et al. (1999) relataram que os coeficientes de digestibilidade, normalmente, encontrados na Noruega têm sido 87, 90 e 65% para proteína, gordura e carboidrato, respectivamente. Rações tendo, aproximadamente, a mesma composição, podem apresentar até 10% de diferença na digestibilidade de energia, em função das diferentes fontes de energia, de proteína, ou de carboidratos utilizados.

Watanabe e Pongmaneerate (1993) concluíram que a adição do farelo de soja em rações extrusadas pode substituir até 90% da farinha de peixe em dietas para a truta arco-íris, sem causar redução no crescimento ou na taxa de eficiência protéica. Os mesmos autores, também, observaram piora nos valores de conversão alimentar em dietas contendo altos níveis de farelo de soja, fato atribuído à baixa digestibilidade do amido.

Allan et al. (2000) avaliaram a digestibilidade de nutrientes de ingredientes alternativos à farinha de peixe em rações para a “silver perch” *Bidyanus bidyanus*. O coeficiente de digestibilidade encontrado foi de 12 a 15% para proteína e 80% para os carboidratos do farelo de trigo, sendo a espécie considerada, relativamente, eficiente em digerir e utilizar carboidratos.

Hilton e Slinger (1986), em estudo realizado com alevinos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), encontraram valores de coeficiente de digestibilidade aparente para o farelo de canola de 60,4; 75,4; 87,1 e 92,5% para matéria seca, energia, proteína e lipídios, respectivamente.

### 3. CAPÍTULO I

#### **Digestibilidade Aparente de Nutrientes e da Energia de Alimentos Alternativos Para Tilápia (*Oreochromis niloticus*)<sup>1</sup>**

**Luiz Francisco de França Segundo<sup>2</sup>, João Batista Lopes<sup>3</sup>, Maria de Nasaré Bonna de Alencar Araripe<sup>3</sup>**

**RESUMO** - A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a digestibilidade aparente de nutrientes e energia do feno de leucena (*Leucaena leucocephala*), do feno de rama de mandioca (*Manihot esculenta*) e do feno de cunhã (*Clitoria ternatea*), na alimentação de alevinos de tilápia. Foram utilizados 288 peixes com média de peso entre 30 e 60 g, distribuídos em quatro tratamentos: a) ração referência; b) ração referência com inclusão de feno de leucena; c) ração referência com inclusão de feno de rama da mandioca; d) ração referência com inclusão de feno de cunha, e com seis repetições, cada representada por 12 peixes. O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos ingredientes foi calculado com base no teor de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> das rações e fezes. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e EB do feno de cunhã, feno de rama de mandioca e feno de leucena são respectivamente, de 25,75; 84,30 e 29,00%; 29,15; 68,58 e 30,69% e 23,58; 44,99 e 19,69%. Os valores da proteína digestível e da energia digestível do feno de cunhã, feno de rama de mandioca e feno de leucena são, respectivamente, 10,80%, 1.199,32 kcal/kg; 10,64%, 1.307,37 kcal/kg e 6,94%, 850,26 kcal/kg.

Palavras-chave: alimentos alternativos, feno de cunhã, leucena, rama da mandioca

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor do curso de Ciência Animal UFPI, Teresina, PI.

<sup>2</sup> Pós-graduando do curso de Mestrado em Mestrado em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da UFPI.

<sup>3</sup> Professores do Departamento de Zootecnia – CCA – UFPI, Campus da Socopo, 64049-550, Teresina, Pi. Email: lopesjb@pesquisador.cnpq.br.

**Apparent Digestibility of Nutrients and Energy of the Alternative Food for  
Tilapia (*Oreochromis niloticus*).**

**ABSTRACT** - This research was carried out to evaluate the apparent digestibility of nutrients and energy from leucaena hay (*Leucaena leucocephala*), cassava foliage hay (*Manihot esculenta*) and cunhã hay (*Clitoria ternatea*), in the diet of fingerlings of tilapia. 288 fishes with average weight among 30 to 60 g, they were distributed in four treatments: a) standard diet; b) standard diet with inclusion of leucaena hay; c) standard diet with inclusion of cassava foliage hay; d) standard diet with inclusion of cunhã hay, with six replications of 12 fishes. The apparent digestibility coefficient of nutrients and energy of ingredients was calculated by utilizing the Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> marker in ration and faeces. The apparent digestibility coefficient of dry matter, crude protein and gross energy of cunhã hay, cassava foliage hay and leucena hay, they are respectively of 25.75; 84.30 e 29.00%; 29.15; 68.58 e 30.69% and 23.58; 44.99 e 19.69%. The values of digestible protein and digestible energy of cunhã hay, cassava foliage hay and leucena hay, they are, respectively, 10.80%, 1,199.32 kcal/kg); 10.64%, 1,307.37 kcal/kg e 6.94%, 850.26 kcal/kg.

Keywords: alternatives food, cassava foliage, cunhã hay, leucaena hay

## Introdução

O Brasil reúne condições favoráveis ao desenvolvimento da piscicultura, pois, além de apresentar mercado promissor, o país conta com clima favorável, boa disponibilidade de áreas e de recursos hídricos, bem como grandes safras de grãos, como soja, milho, trigo, entre outros, que geram matérias primas para a indústria de ração animal (Bozano, 2002; Kubitzka, 2003).

O cultivo de peixes vem assumindo importância crescente no panorama do abastecimento alimentar, uma vez que as altas taxas de crescimento demográfico, com o conseqüente aumento populacional, vêm se tornando incompatível com o atendimento à demanda de alimentos. Borghetti et al. (2003) relataram que a produção aquícola mundial teve um incremento de 187,6%, entre os anos de 1990 e 2001, passando de 16,8 milhões de toneladas para 48,4 milhões. Nesse mesmo período, as capturas pesqueiras passaram de 86,8 milhões de toneladas para 93,6 milhões, apresentando um aumento de apenas 7,8%, em função das reduções significativas dos volumes capturados, durante alguns anos desse período.

Diversos cultivos de médio a grande porte vêm sendo instalados no Brasil com a tilápia, espécie mais utilizada devido às condições favoráveis de clima e qualidade de água, manejo simples e de pouco risco quando comparados às outras espécies. Associem-se a esses aspectos, o fato da tilápia apresentar grande rusticidade, custo relativamente baixo de produção, boa qualidade da carne e grande aceitabilidade pelo mercado interno e externo.

Nesse contexto, surge a necessidade de se aperfeiçoar os sistemas de cultivo intensivo, com altas densidades de estocagem e, principalmente, em pequenas áreas. Não há como não se fazer analogia entre cultivo intensivo e a utilização de rações balanceadas adequadas, que por sua vez, são estabelecidas em função da digestibilidade de seus nutrientes.

As rações utilizadas na aquicultura, além de atenderem às exigências nutricionais das espécies, devem proporcionar o mínimo de excedentes de nutrientes, visando minimizar os impactos negativos sobre os sistemas de criação e os ecossistemas aquáticos (Valenti, 2000; Henry-Silva, 2001). Os princípios que devem reger o desenvolvimento de dietas com baixa carga poluente são caracterizados pela digestibilidade elevada dos nutrientes, aceitabilidade da ração pelos organismos criados, pelo balanço adequado dos nutrientes, estabilidade elevada do pélete e pelo tamanho compatível com a capacidade de ingestão dos organismos aquáticos (Midlen e Redding, 1998).

Na exploração racional de peixes, o uso de proteína de origem animal nas dietas tem como consequência a elevação dos custos de produção, uma vez que esses produtos apresentam preços mais elevados no mercado de insumo. Assim, o uso de fontes de proteína e de energia de origem vegetal vem despontando como alternativa importante para a piscicultura. Logo, compete ao meio técnico-científico avaliar a viabilidade de alimentos regionais disponíveis, visando a inclusão destes ingredientes nas dietas de peixes, de modo que, tanto os custos de produção como o impacto no ambiente possam ser minimizados.

A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático.

De acordo com McGoogan e Reigh (1996), a digestibilidade dos nutrientes de um alimento depende, primeiramente, da composição química e também da capacidade digestiva do animal inerente aos componentes do alimento. Assim, o conhecimento do aproveitamento dos nutrientes é de extrema importância para o nutricionista formular dietas, de modo a atender às exigências nutricionais de uma espécie, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e o fornecimento de uma dieta quimicamente equilibrada não são suficientes para assegurar resposta positiva no desempenho do animal (Souza, 1989).

Segundo Choubert et al. (1979), a digestibilidade aparente é calculada através da diferença entre a quantidade do nutriente ingerida e a do nutriente remanescente nas excreções fecais, enquanto, o coeficiente de digestibilidade representa a relação percentual entre a quantidade digerida e a ingerida. Dois métodos têm se destacado para este tipo de estudo. O método direto que consiste de ensaios, em que as quantidades de nutrientes ingeridos e as excretadas nos dejetos são registradas, através de metodologia específica para cada espécie, tendo-se a preocupação com a coleta total de dejetos. Já, o método indireto dispensa a coleta total das fezes para esse cálculo, por se fazer uso de um marcador na dieta.

Considerando, a hipótese de que produtos de origem vegetal podem compor as dietas de tilápia, com possibilidade de elevado aproveitamento dos nutrientes e de redução dos custos de produção, assim, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar a digestibilidade aparente de nutrientes e da energia do feno de leucena, feno da rama de mandioca e do feno de cunhã para alevinos de tilápia.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, no período de 28 de janeiro a 08 de abril de 2008, em Teresina, situada a 5° de latitude sul, próximo à linha do equador, fato que lhe confere características de região tropical, com temperaturas que variam de 30 a 40° C na maior parte do ano, com as chuvas se concentrando entre os meses de dezembro a abril.

Os juvenis de tilápia foram adquiridos na Estação de Piscicultura Adhemar Braga, localizada no perímetro irrigado do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, em Piripiri-PI, com peso médio inicial variando de 30 a 60 g.



Após a fase de adaptação 288 juvenis de tilápia foram selecionados e distribuídos nos tratamentos experimentais, constituídos de uma ração referência e das dietas contendo os alimentos alternativos, feno de leucena (*Leucaena leucocephala*), feno da rama da mandioca (*Manihot esculenta*) e feno de cunhã (*Clitoria ternatea*).

Os peixes foram estocados em quatro tanques de concreto com capacidade de 2.000 litros cada, sendo dotados de sistema de renovação de água e aeração constantes. Cada tanque continha ainda três tanques-rede com volume de 350 litros. Em cada tanque-rede, 12 peixes foram estocados. A água de abastecimento dos tanques era proveniente de poço tubular.

Todos os tanques tiveram temperaturas da água aferidas pela manhã utilizando-se um termômetro de bulbo de mercúrio com graduação de 0 a 50°C. Semanalmente, foram realizadas as determinações de pH, utilizando-se o peagâmetro e as concentrações de oxigênio dissolvido, através de um oxímetro digital.

Considerando que os peixes nasceram em cativeiro e já estavam acostumados a receberem alimentação artificial, utilizou-se um período de adaptação de apenas sete dias ao ambiente e às dietas experimentais.

A composição centesimal e a bromatológica da dieta referência encontra-se na Tabela 1.

Para cada uma das rações, bem como para cada um dos alimentos alternativos testados, foi feita a análise bromatológica conforme metodologia descrita pela AOAC (1984). As análises de energia bruta foram realizadas pela oxidação das amostras em bomba calorimétrica.

Todas as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, exceto a determinação do óxido de cromo que foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1. Composição bromatológica da dieta referência

*Table 1. Composition bromatological reference diet*

| Ingredientes<br><i>Ingredient</i>   | Valor percentual<br><i>Percentage value</i> |
|---|---|
| Farelo de Milho ( <i>meal corn</i> )  | 35,400                                      |
| Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )  | 47,500                                      |
| Farinha de peixe ( <i>Fish meal</i> )   | 6,500                                       |
| Amido de milho ( <i>Corn starch</i> )   | 5,000                                       |
| Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )   | 3,000                                       |
| DL-metionina ( <i>DL-Methionine</i> )   | 0,060                                       |
| Fosfato bicálcico (dicalcium phosphate)   | 1,500                                       |
| Premix vitamínico <sup>1</sup> ( <i>vitamin mix</i> )                           | 0,003                                       |
| Premix mineral <sup>2</sup> ( <i>mineral mix</i> )                              | 0,003                                       |
| NaCl ( <i>Salt</i> )  | 0,300                                       |
| BHT ( <i>Beta hidroxí tolueno</i> )   | 0,060                                       |
| Óxido de cromo ( <i>chromic oxide</i> )   | 0,100                                       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>100,000</b>                              |
| <b>Composição Calculada (<i>Calculated Composition</i>)</b>                     |   |
| Proteína bruta (%) <i>Crude protein(%)</i>                                      | 28,000                                      |
| Energia digestível (kcal/kg) <i>Digestible energy (Kcal/kg)</i>                 | 2.840,840                                   |
| Fibra bruta (%) <i>Crude fiber(%)</i>   | 3,230                                       |
| Ca (%) <i>Calcium(%)</i>  | 0,890                                       |
| P digestível (%) <i>Digestible phosphorus(%)</i>                                | 0,360                                       |
| Lisina digestível (%) <i>Digestible lysine(%)</i>                               | 1,460                                       |
| Metionina + cistina digestível (%) ( <i>Digestible Methionine and cystine</i> ) | 0,880                                       |

<sup>1</sup> Quantidade premix vitamínico / kg de ração (*Amount of vitamin mix/ kg of ration*): A - 860.000 UI, D<sub>3</sub> - 240.000 UI, E - 10.500mg, K<sub>3</sub> - 1.400mg, B<sub>1</sub> = 2.100mg, B<sub>2</sub> - 2150mg, B<sub>6</sub> - 2.100mg, B<sub>12</sub> - 2.200mcg, niacina (*niacin*) - 10.000mg, ácido pantotênico (*pantothenic acid*) - 5.600mg, ácido fólico (*folic acid*) - 580 mg, biotina (*biotine*) - 17mg, C - 18.000mg.

<sup>2</sup> Quantidade premix mineral / kg de ração (*Amount of mineral mix/ kg of ration*): Cu - 1.800 mg, Mn - 5.000 mg, Zn - 8.000 mg, I - 90 mg, Co = 55 mg, Se -30mg, antioxidante (*antioxidant*) = 10.000mg.

As dietas testes utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade foram compostas por 69,9% da dieta-referência acrescida de 0,1% de óxido de cromo, utilizado como marcador inerte e de 30% do alimento, objeto de estudo. Para facilitar a peletização que foi realizada em moedor de carne, adicionou-se 50% de água em relação à quantidade de ração a ser peletizada. Após a formação do pélete, a ração foi para a estufa de circulação de ar forçado a 50°C por 24 horas, para retirada do excesso de umidade e posterior conservação em refrigeradores.

Os peixes foram arraçados três vezes ao dia (8; 11 e 15h), tendo-se o cuidado de deixa-los saciados, sendo a quantidade fornecida registrada.

Para a coleta de fezes que se iniciou após o período de adaptação ao ambiente e às dietas testes, foram utilizados seis coletores adaptados ao sistema Guelph modificado, como descrito por Gonçalves (1998), utilizando incubadoras com capacidade de 200 litros. Nas extremidades inferiores foram adaptados registros de esfera que em seguida eram adaptados a um tubo de ensaio no qual foram depositadas as fezes por decantação.

Os peixes foram levados para as incubadoras de coleta de fezes a partir das 18 h e as coletas foram efetuadas em intervalos de duas horas para evitar perdas por lixiviação. Após um período de 12 horas de coleta de fezes, o material coletado foi posto em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até a obtenção de peso constante para posteriores análises.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, da proteína e da energia tanto da dieta referência quanto das dietas testes foram calculados pela seguinte fórmula:

$$\text{CDA (\%)} = 100 - 100 \times [(\% \text{ do indicador na dieta} / \% \text{ do indicador nas fezes}) \times (\% \text{ do nutriente nas fezes} / \% \text{ do nutriente na dieta})].$$

O teor de óxido de cromo foi determinado pelo método de digestão com ácido nítrico e perclórico, com leitura em espectrofotômetro segundo Furukawa e Tsukahara (1976).

Os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia bruta dos ingredientes estudados foram determinados através da metodologia descrita por Cho et al. (1982), baseada na proporção de 70 : 30 de mistura da dieta referência e ingrediente teste, segundo a fórmula:

$$\text{CDA}_I (\%) = [(100 / 30) \times [\text{teste} - (70 / 100) \times \text{referência}], \text{ em que:}$$

$\text{CDA}_I$  = coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes;

Teste = resultado de digestibilidade do nutriente na dieta teste;

Referência = valor de digestibilidade do nutriente da dieta referência.

## Resultados e Discussão

Os dados da composição química do feno de cunhã, rama da mandioca e feno de leucena encontram-se na Tabela 2.

Os valores de proteína bruta para o feno de cunhã foram semelhantes aos 13% encontrados por Apadhyaya e Pachauri (1993) e o valor da proteína bruta da rama de mandioca está dentro da faixa encontrada por Lopes (1984), em condições diversas de cultivo, com variação entre 3,26 e 29%, enquanto o feno de leucena tem valor compatível com o do feno de alfafa. Para a fibra bruta o maior percentual foi encontrado no feno de cunhã, porém esses valores podem variar em função da época de corte do material, sendo que materiais mais velhos, lignificados tendem a possuir um maior teor de fibra bruta.

Tabela 2. Composição química do feno de cunhã, rama da mandioca e feno de leucena  
 Table 2. Chemical composition of cunhã hay, cassava foliage hay and leucena hay

|                  | Feno de leucena<br><i>Leucaena Hay</i> | Feno de rama da mandioca<br><i>Cassava foliage hay</i> | Feno de cunhã<br><i>Cunha Hay</i> |
|------------------|--|--|-----------------------------------|
| MS (%) DM(%)     | 92,09                                  | 87,87  | 89,82                             |
| PB (%) CP(%)     | 15,42                                  | 15,52  | 12,81                             |
| EB (Cal/g) GE(%) | 4.318,21                               | 4.259,92   | 4.135,58                          |
| FB (%) CF (%)    | 22,28                                  | 23,24  | 32,94                             |

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EB = energia bruta; FB = fibra bruta.  
 DM = dry mater; CP = crude protein; GE = gross energy; CF = crude fibre.

Os valores médios dos parâmetros de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido e pH) encontram-se apresentados na Tabela 3.

Constatou-se que os valores da temperatura e de pH observados mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para o cultivo de peixes de clima tropical. No entanto, os níveis de oxigênio dissolvido para os tratamentos com o uso dos fenos de leucena e de cunhã, com valores de 2,2 mg/L e 1,4 mg/L, respectivamente, apresentaram-se abaixo do recomendado por Boyd (1990) e Popma e Phelps (1998), que sugerem valores de oxigênio dissolvido em torno de  $3,2 \pm 1,4$  mg/L, para peixes.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros da qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido e pH) em função dos tratamentos

Table 3. Means values of the parameters of water quality (temperature, dissolved oxygen and pH) in according to treatments

|   | Ração referência<br><i>Reference ration</i> | Feno de leucena<br><i>Leucaena</i> | Feno de mandioca<br><i>Cassava foliage hay</i> | Feno de Cunhã<br><i>Cunhã hay</i> |
|---|---|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Temperatura (°C)<br><i>Temperature</i>            | 27,3±0,2                                    | 27,5±0,1                           | 27,5±0,1                                       | 27,5±0,1                          |
| OD <sup>1</sup> (Mg/l)<br><i>Dissolved oxygen</i> | 3,0±0,1                                     | 2,2±0,2                            | 3,5±0,1  | 1,4±0,1                           |
| pH <sup>2</sup>                                   | 7,88±0,3                                    | 7,73±0,1                           | 7,84±0,2                                       | 7,47±0,1                          |

<sup>1</sup> Oxigênio dissolvido (*dissolved oxygen*).

<sup>2</sup> Potencial hidrogeniônico. (*hidrogen potencial*)

Furuya et al. (2001), em ensaios de digestibilidade com tilápia do nilo, mantendo a temperatura dos tanques constante com o auxílio de aquecedores (termostatos), em torno de 26±2,12°C, observaram que o nível de oxigênio dissolvido encontrado foi em média de 5,5±0,89 mg/L. Nesse contexto, Henry-Silva et al. (2006), trabalhando com tilápia do nilo, verificaram em relação a qualidade da água: temperatura de 25,26±0,17°C, pH com valor de 6,60±0,12 e oxigênio dissolvido de 6,35±0,20 mg/L. Também, Bock et al. (2006), em pesquisa usando a enzima fitase para tilápias-do-nilo, encontraram para temperatura, pH e oxigênio dissolvido, respectivamente, os valores de: 26±0,5°C; 7,0±0,5 e 6,2±0,5 mg/L. Os valores obtidos para o oxigênio dissolvido na água, de acordo com esses autores, foram superiores aos encontrados no presente estudo para os diversos alimentos avaliados, enquanto para o pH ocorreu o inverso.

Estudos de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja, com tambaqui, Vidal Jr. et al. (2004) observaram valores médios para temperatura de 29,4±1,3°C e para o oxigênio dissolvido, superiores a 3,9 mg/L, sendo esses achados semelhantes aos encontrados por Boscolo et al. (2002), em trabalho sobre a digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo, ao registrarem temperaturas de 25,85±1,02°C, pH de 6,79±0,15 e oxigênio dissolvido de 3,18±1,38 mg/L. Esses valores encontrados por esses autores são semelhantes aos de oxigênio dissolvido obtidos nesta pesquisa com a ração referência e com o tratamento

com feno de rama de mandioca, porém, superiores aos das dietas com feno de leucena e de cunhã. As divergências encontradas nos diversos ensaios estão, provavelmente, relacionadas às diferenças nas condições experimentais, ressaltando-se as os tipos de ingredientes utilizados.

Os resultados observados para os coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos estudados estão apresentados na Tabela 4.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca do feno da rama de mandioca foi 29,15%, sendo superior em 19,11% e 11,66% respectivamente, aos fenos de leucena e de cunhã. Por outro lado, o feno de leucena apresentou coeficiente de digestibilidade aparente inferior em 9,20%, em relação ao feno de cunhã. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca para os três alimentos avaliados foram relativamente baixos, variando entre 23,58 e 29,15%, fato que pode ser atribuído aos altos níveis de fibra bruta encontrados nos alimentos testados.

Hilton et al. (1983), em estudo realizado com trutas, observaram que os teores de fibra bruta em níveis de 10,0% a 20,0% diminuem o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes da ração, enquanto Shiau et al. (1988) afirmam que níveis acima de 10% diminuem o coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do feno da rama da mandioca, do feno de leucena e do feno de cunhã

*Table 4. Digestibility apparent coefficient of nutrients cassava foliage hay, leucaena hay and cunhã hay*

| Variáveis<br><i>Variable</i>        | Coeficiente Digestibilidade Aparente (%)<br><i>Digestibility apparent coefficient (%)</i> |  |                                |
|-------------------------------------|---|--|--------------------------------|
|                                     | Feno leucena<br><i>Leucaena Hay</i>   | Feno rama mandioca<br><i>Cassava foliage Hay</i> | Feno cunhã<br><i>Cunhã Hay</i> |
|                                     | Matéria seca <i>Dry mater</i>   | 23,58  | 29,15                          |
| Proteína bruta <i>Crude protein</i> | 44,99   | 68,58  | 84,30                          |
| Energia bruta <i>Gross energy</i>   | 19,69   | 30,69  | 29,00                          |

No tocante a proteína, o coeficiente de digestibilidade aparente da rama da mandioca com valor de 68,58%, foi 34,40% superior ao feno da leucena. Já o feno de cunhã em que o coeficiente de digestibilidade aparente foi de 84,30% para a proteína, este resultado é

aproximadamente 23% superior ao do feno da rama da mandioca, e 87% superior ao do feno de leucena.

Meurer et al. (2003), estudando a digestibilidade de alguns ingredientes protéicos pela tilápia do Nilo, encontraram para a farinha de peixe, ingrediente protéico mais utilizado nas formulações de rações para esta espécie, digestibilidade para proteína de 90,66%, resultado próximo do encontrado com o feno de cunhã neste trabalho. Para a farinha de vísceras, esses mesmos autores encontraram digestibilidade de 82,03% e, para a levedura de cerveja, a digestibilidade aparente da proteína foi de 77,39%.

Oliveira Filho e Fracalossi (2006), trabalhando com ingredientes para juvenis de jundiá, encontraram para a proteína do farelo de soja digestibilidade de 73,3%, sendo esse valor inferior quando comparado ao do feno de cunhã obtido neste experimento (84,30%).

Segundo Butolo (1997) o baixo coeficiente de digestibilidade da PB pode ser atribuído a fatores como alto teor de fibra, elevado percentual de nitrogênio não protéico, fato que justificaria o baixo coeficiente de digestibilidade da PB do feno de leucena e do feno da rama de mandioca.

Lanna et al. (2004), em trabalho avaliando o trânsito gastrintestinal em função da fibra bruta da dieta concluíram que o aumento do teor de fibra da dieta diminuiu significativamente o tempo de trânsito gastrintestinal, e à medida que se reduz o tempo de passagem do alimento no trato digestivo, menor será a absorção de nutrientes e menor será a digestibilidade dos nutrientes.

Porém, para energia, verificou-se que o coeficiente de digestibilidade aparente dos fenos da rama de mandioca e da cunhã apresentou valores bem próximos, em torno de 30%, sendo em termos proporcionais, superiores ao da leucena em 36 e 47%, respectivamente.

Pezzato et al. (2002) avaliaram a digestibilidade aparente da proteína de ingredientes em tilápia do nilo e encontraram para o farelo de canola digestibilidade de  $87,00 \pm 0,09\%$  e para o farelo de algodão  $74,87 \pm 0,19\%$ . Esses autores, ao avaliarem o sorgo encontraram para

MS, PB e EB os coeficientes de digestibilidade aparente de  $23,44 \pm 0,20$ ;  $67,83 \pm 0,14$  e  $38,61 \pm 0,20\%$ , respectivamente.

Os resultados obtidos no presente estudo, revelam diferenças nos valores de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos alimentos em relação a outras espécies de peixes. Este fato encontra-se em consonância com as afirmações de Degani e Revach (1991) de que as diferenças se devem às variações na fisiologia digestiva das espécies. Uma das vantagens da tilápia do Nilo em relação às outras espécies é que esta se encontra numa posição privilegiada da cadeia alimentar, sendo uma espécie de hábito alimentar onívoro, tendo boa capacidade digestiva de alimentos de origem animal e vegetal.

Por outro lado, a energia bruta de todos os ingredientes avaliados apresentou baixa digestibilidade, sendo que com o feno da rama da mandioca obteve-se CDA de 30,69%, seguido do feno de cunhã com 29%. Já o feno de leucena apresentou o menor coeficiente 19,69%. A baixa digestibilidade da energia destes ingredientes se atribui, em parte, segundo Bedford, (1995) e Asp, (1996), aos níveis altos de fibra bruta, fibra em detergente neutro e cinzas, pois esses fatores geralmente estão associados a baixa digestibilidade. Nesse contexto, Oliveira Filho e Fracalossi (2006) encontraram digestibilidade baixa para MS e EB do milho com valores de 57,2 e 59,1% respectivamente.

Os peixes onívoros, em relação aos carnívoros, digerem melhor os ingredientes energéticos (Zavala-Camim, 1996). A tilápia, apesar de seu hábito alimentar onívoro, em relação aos ingredientes testados, apresentou baixa digestibilidade da MS, PB e EB para o feno da rama da mandioca e para o feno de leucena. Porém, o valor médio para a proteína do feno de cunhã (84,30%) pode ser considerado alto e próximo aos de estudo com outros peixes onívoros, como a piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, com CDA de 92,4; 94,4 e 84,8% para PB, EB e MS, respectivamente (Meurer, 1999), o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, com 84,4 e 86,7% para PB e EB (Abimorad e Carneiro, 2002).



Segundo Assis (1997), o baixo coeficiente de digestibilidade da EB está intimamente ligado à alta percentagem de parede celular. Boscolo et al. (2002) corrobora com essa informação, afirmando que a parede celular não é aproveitada eficientemente pela tilápia do Nilo, atuando assim como redutor de digestibilidade.

Outra espécie onívora que apresenta baixos valores de digestibilidade com relação à utilização da farinha de resíduo como ingrediente é a piracanjuba, em que foram encontrados os coeficientes de digestibilidade aparente: 63,1% para PB, 38,5% para o EE e 22,3% para a MS (Meurer, 1999). Ainda segundo este autor, a baixa digestibilidade da MS em relação aos outros nutrientes, pode ser explicada pela grande quantidade de cinzas (25,2%) neste ingrediente.

Os resultados de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) obtidos com os alimentos testados, encontram-se na Tabela 5.

Os valores de ED dos alimentos avaliados nesse experimento foram relativamente baixos quando comparados a outros alimentos protéicos utilizados em formulações de rações para peixes, com o feno da rama da mandioca apresentado 1.307,37 kcal/kg, o feno de leucena 850,26 kcal/kg e feno de cunha, 1.199,32 kcal/kg. Boscolo et al. (2002) encontraram para o farelo de soja 3.057,63 kcal/kg, enquanto, Pezzato et al. (2002) encontraram para ED do farelo de canola e do farelo de algodão 3.074 e 2.111 kcal/kg respectivamente.

Tabela 5. Matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) dos alimentos avaliados

Table 5. Dry matter Digestible (DMD), Digestible protein (DP) and digestible energy (DE) of food evaluated

| Alimento<br><i>Food</i>                          | MSD (%)<br><i>DDM (%)</i> | PD (%)<br><i>DP (%)</i> | ED (kcal/kg)<br><i>DE (kcal/kg)</i> |
|--|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Feno leucena<br><i>Leucaena hay</i>              | 21,71                     | 6,94                    | 850,26                              |
| Feno rama mandioca<br><i>Cassava foliage hay</i> | 25,61                     | 10,64                   | 1.307,37                            |
| Feno cunhã<br><i>Cunhã hay</i>                   | 23,13                     | 10,80                   | 1.199,32                            |

Para a PD os valores absolutos obtidos de 10,64% para o feno da rama da mandioca e de 10,80% para o feno de cunhã foram bem próximos, enquanto os do feno de leucena, com 6,94%, apresentaram-se com os piores resultados. Boscolo et al. (2002), encontraram para a PD do farelo de soja 42,19% e Gonçalves (2002), avaliando a digestibilidade de alguns ingredientes para o pintado, encontraram para a soja crua e farinha de sangue, respectivamente, os seguintes valores de PD: de 10,62 e 7,69%, sendo os valores da soja crua semelhantes aos encontrados para a tilápia neste experimento em relação ao feno da rama de mandioca e de cunhã e o da farinha de sangue similar ao feno de leucena . Este fato pode ser explicado, entre outros fatores, pelas diferenças morfológicas e fisiológicas existentes entre as espécies em questão, bem como pela diferença de hábitos alimentares.

De maneira geral, altos níveis de fibra bruta em dietas para peixes interferem negativamente na digestibilidade de nutrientes. Segundo Madar & Thorne (1987), a interferência da fibra deve-se ao fato de esta alterar a taxa de utilização dos nutrientes, por modificar o tempo de esvaziamento gástrico, agir na motilidade e trânsito intestinal, por atuar na atividade das enzimas digestivas, pela captação de micelas de lipídios, e, graças à sua interação com a superfície da parede intestinal, interferir na absorção dos nutrientes.

## Conclusões

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, obtidos com a tilápia para os fenos de cunhã, da rama de mandioca e de leucena, são respectivamente: de 25,75; 84,30 e 29%; 29,15; 68,58 e 30,69% e 23,58; 44,99 e 19,69%.

Os valores encontrados para matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível com os fenos de leucena, da rama de mandioca e de cunha são, respectivamente: 21,71%; 6,94% e 850,26kcal/kg; 25,61%; 10,64% e 1.307,37kcal/kg e 23,13%; 10,80% e 1.199,32kcal/kg.

## Referências Bibliográficas

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína e da energia dos alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CAUNESP/ESALQ, 2002. p.96.
- APADHYAYA, R.S.; PACHAURI, V.C. Nutritive value of *Clitoria ternatea* hay for Barbari goats. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.53, n.9, p.1032-1033, 1993.
- ASP, N.G. Dietary carbohydrates: classification by chemistry and physiology. **Food Chemistry**, v.57, n.1, p.9-14, 1996.
- ASSIS, E.M. Componentes da parede celular de leveduras: proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos. In: PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1997. p.41.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984. 1015p.
- BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, n.53, p.145-155, 1995.
- BOCK, C.L.; PEZATTO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2197-2202, 2006.
- BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura**: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de aqüicultura e estudos ambientais (GIA), 2003. 128p.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co, 1990. 482p.
- BOZANO, G.L.N. Viabilidade técnica da criação de peixes em tanques rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq. 2002, p. 107-112.
- BUTOLO, J.E. Uso da levedura desidratada em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras formas de nutrientes. In: PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1997, Campinas. **Anais...**Campinas: ITAL, 1997. p.70.
- CHO, C. Y.; SLINGER, S. J.; BAYLEY, H. S. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. **Comparative. Biochemistry. Physiology**, v.73, n.b, p. 25-41,1982.
- CHOUBERT, G.; DE LA NOUË, J.; LUQUET, P. Continuous quantitative auto-matic collector for fish feces. **The Progressive Fish-Culturist**, v.41, p.91-97, 1979.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilápia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, p.397-403, 1991.
- FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the determination of Chromic Oxyde as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin.of the Japanese. Society. Scientific. Fisheries**. v. 32, n 6, p.502-506, 1976.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.
- GONÇALVES, E.D. **Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e da energia dos alimentos e exigência de proteína digestível em dietas para o crescimento do pintado, *Pseudoplatystoma coruscans***. Jaboticabal-SP: UNESP, 2002. 48p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura).
- GONÇALVES, E. G. **Determinação do tempo de trânsito gastrointestinal e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta de uma ração para juvenis de pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz,1829)**. Marília –SP: UNIMAR ,1998. 23p. Monografia (Graduação em Zootecnia)- Universidade de Marília, 1998.
- HENRY-SILVA, G.G. et al. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.641-647, 2006.
- HENRY-SILVA, G.G. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 56p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2001.
- HILTON, J.W.; ATKINSON, J.L.; SLINGER, S.J. Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdinerri*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.40, p.81-85, 1983.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: F. Kubitza. 229 p. 2003.
- LANNA, E.A.T.; PEZZATO, L.E.; CECON, P.R. et al. Digestibilidade aparente e trânsito gastrointestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2186- 2192, 2004.
- LOPES, J.B. **Parte aérea da mandioca na alimentação de suíno**. Belo Horizonte: UFMG, 1984 12p. (Trabalho apresentado em seminário de mestrado).

- MADAR, Z.; THORNE, R. Dietary fiber. **Progress in Food and Nutrition Science**, v.11, p.153-174, 1987.
- MCGOOGAN, B.B; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, V. 141, p. 233-244, 1996.
- MEURER, S. **Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia brutas de alguns ingredientes para juvenis de piracanjuba, *Brycon orbignyanus***. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 81p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.
- MIDLEN, A., REDDING, T. **Environmental Management for Aquaculture**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. 223p.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- POPMA, T.J.; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilápia producers on monosex fingerling productions techniques. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Florianópolis: SIMBRAQ, 1998. p.127.
- SHIAU, S.Y.; YU, H.L.; HWA, S. et al. The influence of carboxymethylcellulose on growth, digestion, gastric emptying time and body composition of tilapia. **Aquaculture**, v.70, p.345-354, 1988.
- SOUZA, R. R. P. **Digestibilidade aparente da proteína de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**.Piracicaba, SP: ESALQ, 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, 1989.
- VALENTI, W.C. **Aqüicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.
- VIDAL JR, M.V.;DONZELE, J.L.; DE ANDRADE, D.R. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2193-2200, 2004 (Supl. 3).
- ZAVALA-CAMIM, L.A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: Nupelia, 1996, 129p.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína e da energia dos alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CAUNESP/ESALQ, 2002. p.96.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T. Avaliação química e biológica de alguns alimentos usados em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.3, p.291-300, 1991.
- ALCESTE, C.; JORRY, D. Análisis de las tendencias actuales em comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica y la Union Europea. In: CONGRESO SULAMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p.349.
- ALLAN, G.L.; SCOTT, P.; BOOTH, M.A. et al. Replacement of fish meal in diets for Australia silver perch, *Bydianus bydianus*. I. Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, v. 186, p. 293-310, 2000.
- ANDERSON, J.; JACKSON, A.J.; MATTY, A.J. et al. Effects of dietary carbohydrates and fiber on the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.). **Aquaculture**, v.13, p.265-272, 1984.
- APADHYAYA, R.S.; PACHAURI, V.C. Nutritive value of *Clitoria ternatea* hay for Barbari goats. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.53, n.9, p.1032-1033, 1993.
- ARAÚJO FILHO, J.A. de; GADELHA, J.A.; SILVA, N.L. et al. Efeito da altura e intervalo de corte na produção de forragem da cunhã (*Clitoria ternatea* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 979-982, 1994.
- ASP, N.G. Dietary carbohydrates: classification by chemistry and physiology. **Food Chemistry**, v.57, n.1, p.9-14, 1996.
- ASSIS, E.M. Componentes da parede celular de leveduras: proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos. In: PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1997. p.41.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984. 1015p.
- BARROS, N.N. et al. Ganho de peso e conversão alimentar de cordeiros cruzas no Estado do Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1313-1317, 1994.
- BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, n.53, p.145-155, 1995.
- BELLAVER, C. **Sistemas de produção de frangos de corte: nutrição e alimentação**. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <<http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoDeFrangosDeCorte/Alimentos.html>>. Acesso em: 11 de outubro de 2008.
- BERMAN, Y. **Producción intensiva de tilapia en agua fluyente**. In: SIMPOSIO CENTROAMERICANO DE ACUACULTURA, 4, 1997, Tegucigalpa. **Memorias...** Tegucigalpa: WAS/ANDAH, 1997. p. 59-63.

- BOCK, C.L.; PEZATTO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2197-2202, 2006.
- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants; grasses and legures**. London: Longman, 1977. 475p.
- BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L.; FRANCES, J. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus* IV. Effects of de-hulling and protein concentration on digestibility of grain legumes. **Aquaculture**, v.196, p.67-85, 2001.
- BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de aqüicultura e estudos ambientais (GIA), 2003. 128p.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co, 1990. 482p.
- BOZANO, G.L.N. Viabilidade técnica da criação de peixes em tanques rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUÍCULTURA, 12, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq. 2002, p. 107- 112.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.14, p.91-98, 1990.
- BROMLEY, P.J. Effect of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Aquaculture**, v. 19, p. 359-369, 1980.
- BUTOLO, J.E. Uso da levedura desidratada em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras formas de nutrientes. In: PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1997, Campinas. **Anais...**Campinas: ITAL, 1997. p.70.
- CARVALHO, J.L.H. de; PEREIRA, E. A., COSTA, I. R. S. Parte aérea da mandioca na alimentação animal II. **Center**, 1985. 154p.
- CHO, C. Y.; SLINGER, S. J.; BAYLEY, H. S.. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. **Comparative Biochemistry. Physiology**, v.73, n.b, p. 25-41,1982.
- CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, v. 6, n. 3, p. 333-357, 1990.
- CHO, C.Y. La energía en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. (Ed.). **Nutrición en acuicultura II**. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, 1987. p.197-243.

- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition on Asia: methodological approaches to research and development**. Ottawa: International Development Research Center, 1985. 154p.
- CHOUBERT, G.; DE LA NOUÉ, J.; LUQUET, P. Continuous quantitative auto-matic collector for fish feces. **The Progressive Fish-Culturist**, v.41, p.91-97, 1979.
- DANIELS, W.H.; ROBINSON, E.H. Protein and energy requeriments of red drum. **Aquaculture**, v. 53, p. 232-243, 1986.
- DEGANI, G., VIOLA, S., YEHUDA, Y. 1997. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus x O. niloticus*). **Israeli J. Aquac**, v.49, p.115-123, 1997c.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilápia, *Oreochromis aureus x O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, p.397-403, 1991.
- DEVLIN, T.M. **Manual de Bioquímica com Correlações Clínicas**. 5.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 1084p.
- EUCLIDES, V.P.B.; S'THIAGO, L.R.L.; SILVA, J.M. et al. Efeito da suplementação com feno de rama de mandioca e grão de sorgo sobre a utilização da palha de arroz por novilhos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.6, p.631-643, 1988.
- FAGBENRO, O.A. Apparent digestibility of various legume seed meals in Nile tilapia diets, **Aquac. Intern**, v.6, p.83-87,1998.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA, 1997. 196p.
- FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the determination of Chromic Oxyde as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin.of the Japanese. Society. Scientific. Fisheries**. v. 32, n 6, p.502-506, 1976.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.
- GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. **Criação de peixes**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 118p.
- GARLIM, D.M.; WILSON, R.P. Optimun dietary protein-to-energy ratios for channel catfish fingerlings *Ictalurus punctatus*. **Journal of Nutrition**, v. 106, p. 1368-1375, 1976.
- GODDARD, J.S.; McLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia *Oreochromis aureus*. **Aquaculture**, v. 194, p. 93-98, 2001.
- GOMEZ, G. G., SANTOS, N. J., VALDIVESCO, G.M. . Utilizacion de raices y produtos de yuca en laalimentacion animal. In: Yuca, investigacion. Cali, Colombia: CIAT, 1982. p. 539-566.
- GONÇALVES, E.D. **Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e da energia dos alimentos e exigência de proteína digestível em dietas para o crescimento do pintado, *Pseudoplatystoma coruscans***. Jaboticabal-SP: UNESP, 2002. 48p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura).
- GONÇALVES, E. G. **Determinação do tempo de trânsito gastrointestinal e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta de uma ração para juvenis de pintado,**



- Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz,1829)**. Marília –SP: UNIMAR ,1998. 23p. Monografia (Graduação em Zootecnia)- Universidade de Marília, 1998.
- GROXKO, M. . Mandioca. In: **Acompanhamento da Situação Agropecuária do Paraná**. Governo do estado doParaná, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, Departamento de economia rural –DERAL. Curitiba, v.24, n.9, p.67-72. 1998.
- HAJEN, W.E.; HIGGS, D.A.; BEAMES, R.M.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) in sea water. 2. Measurement of digestibility. **Aquaculture**, Amsterdam, v.112, p.333-348, 1993.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs in the effects of feeding selectivity on digestibility determination in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 6, p.163-179, 1987.
- HAYASHI, C. Breves considerações sobre as tilápias. In: RIBEIRO, R.P.; HAYASHI, C; FURUYA, W.M. (Eds.). **Curso de piscicultura – criação racional de tilápias**. 1.ed. Maringá-PR, p.4, 1995.
- HENRY-SILVA, G.G. et al. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.641-647, 2006.
- HENRY-SILVA, G.G. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2001. 56p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2001.
- HILLESTAD, M.; ASGARD, T.; BERGE, G.M. Determination of digestibility of commercial salmon feeds. **Aquaculture**, v. 179, p. 81-94, 1999.
- HILTON, J.W., SLINGER, S.J. Digestibility and utilization of canola meal in practical-type diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Can. J. Fisheries Aquatic. Sci.**, 43:1149-1155. 1986.
- KAUSHIK, S.J.; MÉDALE, F. Energy requeriments, utilization and dietary supply to salmonids, **Aquaculture**, v. 124, p. 81-97, 1994.
- KIKUCHI, K. Use of deffated soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**, v.179, p.3-11, 1999.
- KLONTZ, G.W. Care of fish in biological research. **Journal of Animal Science**, v.73, n.11, p.3485-3492, 1995.
- KLUTHCOUSKI, J. **Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura**. Brasília: EMBRAPA-DID. 12p. 1980.
- KOPRUCU, K.; OZDEMIR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.250, p.308-316, 2005.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. **Feed International**, v.6, p.16-18, 1997.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1. ed. Jundiaí: F. Kubitza. 229 p. 2003.
- LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal of Nutrition**, v. 103, n. 11, p. 916-922, 1973.

- LEONHARDT, J. H. **Efeito da reversão sexual em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1957)**. 1997. 128 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
- LI, M.; LOVELL, R.T. Comparison of satiate feeding and restricted feeding of channel catfish with various concentrations of dietary protein in production ponds. **Aquaculture**, v. 103, p. 165-175, 1992a.
- LI, M.; LOVELL, R.T. Growth, feed efficiency and body composition of second and third year channel catfish fed various concentrations of dietary protein to satiety in productions ponds. **Aquaculture**, v. 103, p. 153-163, 1992b.
- LOPES, J.B. **Parte aérea da mandioca na alimentação de suíno**. Belo Horizonte: UFMG, 1984 12p. (Trabalho apresentado em seminário de mestrado).
- LOVELL, R.T. **Nutrition end feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.
- LOVELL, R.T. The yellow fat problem in fish flesh. **Aquaculture Magazine**, v. 10, n. 4, p. 39-40, 1984b.
- LOVSHIN, L.L. Tilápia farming; a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luís de Queiroz”, 1997. p.137-164.
- LOVSHIN, L.L.; CYRINO, J.E.P. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil.. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.1.
- LUND, V. X. ; FIGUEIRA, M. L. O. **Criação de tilápias**. São Paulo: Livraria Nobel, 1989. 63 p.
- McGOOGAN, B.B; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, V. 141, p. 233-244, 1996.
- MEURER, S. **Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia brutas de alguns ingredientes para juvenis de piracanjuba, *Brycon orbignyanus***. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 81p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Utilização de levedura *spray dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.479-484, 2000.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.
- MIDLEN, A., REDDING, T. **Environmental Management for Aquaculture**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. 223p.
- MILLWARD, D.J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, v.79, p. 1-28, 1989.
- MORALES, A.E.; CARDENETE, G.; SANZ, A. et al. Re-evaluation of crude fibre and acid-insoluble ash as inert markers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 179, p. 71-79, 1999.

- MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, p.683-689,1997.
- MURRAY, M.W.; ANDREWS, W.; DELOACH, H.L. Effects of dietary lipids, dietary protein and environmental temperature on growth, feed conversion and body composition of channel catfish. **Journal of Nutrition**, v. 107, p. 272-280, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academic Press, 1993. 114p.
- NOSE, T. On the digestion of food protein by goldfish (*Carassius auratus*) L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). **Bull. Freshw. Fish. Res. Lab.**, Tokyo, v.10, 11-22, 1960.
- NUNES, C.S. Avaliação do valor nutricional de fontes de proteína. II – Metodologia in vivo aplicável aos animais monogástricos e aos teleósteos. **Revista Portuguesa Ciências Veterinárias**, v.91, n.519, p.144-151, 1996.
- OLIVEIRA, A.C.B.; PEZZATO, L.E., BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente e efeito macro-microscópico em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçoados com torta de dende. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 02, p. 210- 215, 1997.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006.
- PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, v. 103, p. 1339-1346, 1973.
- PERAGÓN, J.; BARROSO, J.B.; GARCÍA-SALGUERO, L. et al. Carbohydrates affect protein-turnover rates, growth, and nucleic acid content in the White muscle of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 179, p. 425-437, 1999.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 2001.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart, 2004. p.75-169.
- POPMA, T.J.; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilápia producers on monosex fingerling productions techniques. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Florianópolis: SIMBRAQ, 1998. p.127.
- REFSTIE, S.; SVIHUS, B.; SHEARER, K.D. et al. Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soybean products. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.331-345, 1999.
- RIBEIRO, P.A. **Utilização de leguminosas na produção de biomassa e como fonte de nutrientes em um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha-PB**. 1989. 57f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba.

- ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Low protein diets for channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds at high density. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, n. 3, p. 224-229, 1977.
- ROSS, E., ENRIQUEZ, F.Q. The nutritive value of cassava leaf meal. **Poultry Science**, v.48, n.3, p.846-853, 1969.
- ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T.; RODRIGUES, P. B. **Retrospectiva e Desafios da Produção Animal** – Aves e Suínos. DZO/U.F.V., Viçosa –MG. Disponível em: [www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Horacio.htm](http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Horacio.htm). Acesso em: 18 de ago. de 2008.
- SARGENT, J.; HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. The lipids. In: HALVER, J. (Ed.). **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. Cap. 4, p. 153-217.
- SEAFOOD BUSINESS. **Tilapia takes off**. v. 17, no. 1, p.12- 16, 1998.
- SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. **Legumineira: Cultura forrageira para produção de proteína**. Campo Grande: **EMBRAPA-CNPGC**, 1983. 52P. (Circular Técnico,13).
- SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish - with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v.151, p.79-96, 1997.
- SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Preliminary nutritional evaluation of Mucuna seed meal (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) in common carp (*Cyprinus carpio* L.): an assessment by growth performance and feed utilization. **Aquaculture**, v.196, p.105-123, 2001.
- SILVA, S.S. de. Evaluation of the use of internal and external markers in digestibility studies. In: CHO, C.Y. (Ed.) **Finfish nutrition in Asia, methodological approaches to research and development**. 1.ed. Ottawa: Int. Dev. Research Center, 1985. p.96-102.
- SILVA, S.S. de; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1995. 319p.
- SMITH, R.R. Nutritional energetic. In: HALVER, J. (Ed.). **Fish Nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. Cap. 1, p. 1-29.
- SMITH, R.R.; PETERSON, M.C.; ALLRED, A.C. The effect of leaching on apparent digestion coefficients indetermining digestibility and metabolizable energy of feedstuffs for salmonids. **Progressive Fish Culturist**, v. 33, p. 132-134, 1980.
- SOUZA, A.A. **Leucena, fonte de proteína para os rebanhos**. *Desafio*: 3(2)p.53-57, 1990.
- SOUZA, R. R. P. **Digestibilidade aparente da proteína de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, 1989.
- STICKNEY, R.R. Tilapia nutrition, feeds and feeding. In: COSTA-PIERCE, B.A., RAKOCKY, J.E. (Eds.) **Tilapia aquaculture in the Americas**. v.1, WAS, Baton Rouge. p.34-54, 1997.
- UFODIKE, E.B.C.; MATTY, A.J. Growth responses and nutrient digestibility in mirror carp (*Ciprinus carpio*) fed different levels of cassava and rice. **Aquaculture**, v. 31, p. 41-50, 1983.
- VALENTI, W.C. **Aqüicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

- VIDAL JR, M.V.;DONZELE, J.L.; DE ANDRADE, D.R. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2193-2200, 2004 (Supl. 3).
- VIOLA, S.; ARIELI, Y. Evaluation of different grains as ingredients in complete feeds for carp and tilapia in intensive culture. **Israel Journal Aquaculture**, v.35, p.38-43, 1983.
- WATANABE, T.; PONGMANEERATE, J. Potential of soybean meal as a protein source in extruded pellets for rainbow trout. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 59, p. 1415-1423, 1993.
- WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J. (Ed.). **Fish Nutrition**. Washington: Academic Press, 1989. Cap. 3, p. 111-151.
- WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 124, p. 67-80, 1994.
- WINFREE, R.A.; STICKNEY, R.R. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. **Journal of Nutrition**, v.111, p. 1001-1012, 1981.
- YAAKUGH, I.D.I.; TEGBE, T.S.B.; OLORUNJU, S.A. et al. Replacement value of brewer's dried grain for maize on performance of pigs. **Journal of the Science Food and Agriculture**, v.66, n.4, p.465-471, 1994.
- ZAVALA-CAMIM, L.A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: Nupelia, 1996, 129p.
- ZEITOUN, I. H.; ULLREY, D.E.; MAGEE, W.T. et al. Quantifying nutrient requirements of fish. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 33, p. 167 – 172, 1976.