

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES ENERGÉTICOS E
PROTEICOS EM DIETAS PARA TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*,
Troschel 1848)

VANESSA SOUZA ALTINO

MANAUS
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS

VANESSA SOUZA ALTINO

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES ENERGÉTICOS E
PROTEICOS EM DIETAS PARA TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*,
Troschel 1848)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso de Recursos Pesqueiros Tropicais

Orientadora: Ana Cristina Belarmino de Oliveira

Co-orientador: Paulo Cesar Machado Andrade

Manaus

2013

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A468d Altino, Vanessa Souza
DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES ENERGÉTICOS E
PROTEICOS EM DIETAS PARA TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*,
Troschel 1848) / Vanessa Souza Altino. 2013
48 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ana Cristina Belarmino de Oliveira
Coorientador: Paulo Cesar Machado Andrade
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. alimentação em cativeiro. 2. animal silvestre. 3. quelônios. 4.
zootecnia. 5. nutrição. I. Oliveira, Ana Cristina Belarmino de II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

VANESSA SOUZA ALTINO

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES ENERGÉTICOS E
PROTEICOS EM DIETAS PARA TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*,
Troschel 1848)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Aprovado em 11 de abril de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Bruno Adan Sagratzki Cavero
Universidade Federal do Amazonas

Dr. Jony Koji Dairiki
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dr. Wallice Luiz Pauxiúba Duncan
Universidade Federal do Amazonas

*À Deus, o Senhor de todas as coisas e
responsável pela minha vida, por me guiar,
proteger e alertar.*

*Aos meus familiares e amigos, que me apoiaram e
incentivaram.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, nossa mãe Maria e a Jesus Cristo por suas providências, presentes e graças derramadas em minha vida.

Agradeço aos meus pais Valdenor e Benezina, minha irmã Bianca, meu irmão Bruno e meu sobrinho José Gabriel, pelo carinho e amor.

Agradeço a minha tia-mãe Valdenice, tia Leia, tio Solano pelos momentos de companheirismo, amizade, carinho, amor, força e desabafos.

Agradeço aos meus tios, primas e demais familiares pela compreensão de minha ausência em alguns eventos familiares, pelos momentos de companheirismo, amizade, carinho, amor.

Agradeço a Prof^ª. Dra. Ana Cristina Belarmino de Oliveira, pela orientação, ensinamentos transmitidos, confiança e amizade.

Agradeço ao Prof. Paulo Cesar Andrade por ter me apresentado à zootecnia de animais silvestres ainda na graduação, pela co-orientação no mestrado, pela ajuda em montar o experimento e pelo auxílio estatístico.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, através de seus funcionários, que me permitiu realizar o mestrado.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, pelos ensinamentos, críticas e sugestões.

Agradeço aos funcionários, bolsistas e colaboradores do Laboratório de Animais Silvestres pelo trabalho de coleta na natureza e transporte dos animais ao Laboratório de Matérias-primas Aquícolas e pela troca de ideias.

Agradeço aos funcionários e bolsistas do Laboratório de Tecnologia do Pescado, em especial a minha amiga Adriana Pontes, pela ajuda nas realizações das análises bromatológicas e determinação do óxido de cromo.

Agradeço a equipe do Laboratório de Limnologia, Prof. Dra. Anete Rubim, Zeina Silva e Rita Mileni pela atenção prestada.

Agradeço à funcionária do Laboratório de Nutrição de Peixe do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Maria Inês de Oliveira Pereira, pela atenção prestada e explicações sobre a análise de determinação de cromo.

Agradeço ao Dr. Cauê Guion de Almeida, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo ajuda prestada durante todos esses meses através de seus esclarecimentos de dúvidas a respeito do estudo de digestibilidade em quelônios.

Agradeço ao Dra. Verônica Oliveira Viana, professora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela troca de ideias e esclarecimentos de dúvidas sobre o estudo de digestibilidade em quelônios.

Agradeço a Zootecnista Aline Alcântara pela ajuda nos cálculos do coeficiente de digestibilidade.

Agradeço ao Dra. Karime Rita de Souza Bentes, coordenadora do Departamento de Química, pela ajuda na aquisição dos reagentes controlados.

Agradeço aos meus colegas da Pós-graduação e de outros programas de Pós: Adriana Pontes, Caroline Campos, Douglas Pinheiro, Éfren Eloard Souza da Silva, Hellen Parédio Santana, Hérlon Mota Atayde, Igor Rechetnicow, Joelcio Avelar, Lorenzo Barroco, Marcelo Cantizane, Marcelo Pontes, Moisés Torres de Souza Júnior, Natasha Tuma, Raniere Garcez, Sandrelly Inomata, Túlio Araújo, pela amizade e pelos momentos agradabilíssimos que passamos juntos.

Agradeço aos colegas do Laboratório de Matérias-primas Aquícola - LAMPAQ: Ronã Freitas, Daniel Borges, Jesaías Costa, Missilene Ferreira, Rhayllesson Cruz, André Aranha, Wallon Viana da Silva e Felipe Noronha pela amizade, companheirismo e ajuda nas horas difíceis e momentos de tensão.

Agradeço ao aluno de graduação de engenharia de pesca José Ribamar Ferreira dos Santos por seu comprometimento nas atividades diárias experimentais e por ter escolhido trabalhar com quelônios em sua monografia.

Agradeço ao aluno de graduação de engenharia de pesca Alexandre Augusto Barai pela ajuda nas preparações das rações e manejo dos animais durante todo o período experimental.

Agradeço a minha comunidade paroquial São Bento e aos membros do Grupo de Oração Jerusalém.

Agradeço aos demais amigos que até agora, durante minha vida acadêmica e fora dela, me estimularam a seguir na caminhada apesar das imensas dificuldades, pela paciência e amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
4.1 Biologia de quelônios	3
4.2 Criação de quelônios em cativeiro.....	6
4.3 Alimentação de quelônios	9
4.4 Coeficiente de digestibilidade aparente.....	12
4.5 Coeficiente de digestibilidade aparente em quelônios	13
5. MATERIAL E MÉTODOS	17
5.1 Local do experimento	17
5.2 Origem e manutenção dos animais.....	17
5.3 Instalações	17
5.4 Processamento das dietas experimentais	19
5.5 Procedimentos experimentais	21
5.6 Análise bromatológica e determinação do óxido de cromo (III).....	23
5.7 Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e do coeficiente de disponibilidade do material mineral	23
5.8 Determinação dos nutrientes digestíveis aparentes	25
5.9 Análises estatísticas	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) das dietas	26
6.2 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes energéticos.....	29
6.3 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes protéicos	32
6.4 Nutrientes digestíveis	35
7. CONCLUSÃO	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	20
Tabela 2. Composição percentual das dietas experimentais (base na matéria seca).....	20
Tabela 3. Composição química-bromatológica das dietas experimentais, na matéria seca.....	21
Tabela 4. Temperatura (°C) média (\pm desvio padrão), máxima e mínima da água dos aquários durante o ensaio de digestibilidade com as dietas Dc (100% da dieta purificada), D1 (contendo 30% de milho) e D2 (contendo 30% de farelo de trigo).....	26
Tabela 5. Temperatura (°C) média (\pm desvio padrão), máxima e mínima da água dos aquários durante o ensaio de digestibilidade com as dietas Dc (100% da dieta purificada), D3 (contendo 30% de farelo de soja) e D4 (contendo 30% de farinha de carne e ossos).....	26
Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta e coeficiente de disponibilidade aparente (média \pm desvio padrão) do material mineral da dieta controle (Dc) e dietas D1 (30% de milho) e D2 (30% de farelo de trigo).....	27
Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta da dieta controle (Dc) e dietas D3 (30% de farelo de soja) e D4 (30% de farinha de carne e ossos).....	28
Tabela 8. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta e coeficiente de disponibilidade aparente (média \pm desvio padrão) do material mineral da dieta controle (Dc) e dos ingredientes energéticos milho (MI) e farelo de trigo (FT).....	29
Tabela 9. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta da dieta controle (Dc) e dos ingredientes proteicos farelo de soja (FS) e farinha de carne e ossos (FCO).....	32
Tabela 10. Valores dos nutrientes e energia digestível e valores do material mineral e disponível dos ingredientes energéticos e protéicos utilizados nas dietas para tracajá (<i>Podocnemis unifilis</i>).....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aquário para coleta de fezes de tracajá (<i>Podocnemis unifilis</i>) com tela de proteção.....	18
Figura 2. Instalações experimentais.....	18
Figura 3. Caixas de alimentação.....	19
Figura 4. Sifonamento das fezes.....	22

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo determinar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia e coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral de dois ingredientes energéticos, milho e farelo de trigo, e dois ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos, em *Podocnemis unifilis* (tracajá) com peso médio de $119,57 \pm 17,94$ g e comprimento médio da carapaça de $90,23 \pm 5,25$ cm. Para a determinação do coeficiente de digestibilidade e disponibilidade aparente foi utilizada a dieta controle à base de caseína, gelatina, dextrina, α -celulose e carboximetilcelulose, tendo como indicador inerte óxido de cromo (III). As dietas testes, contendo os ingredientes a serem testados, foram preparadas seguindo a proporção de 70% da dieta controle e 30 % do ingrediente teste. Sessenta animais foram distribuídos em doze aquários experimentais, onde foram realizadas as coletas do material fecal com auxílio de um bastão de vidro oco, por meio de sifonamento a cada duas horas. As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, às 10 horas da manhã, em doze caixas de alimentação onde os tracajás permaneciam por 1 hora e depois retornavam aos aquários experimentais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três dietas testes e quatro repetições para o ensaio com os ingredientes energéticos, milho e farelo de trigo. O mesmo delineamento experimental foi utilizado no ensaio de digestibilidade com os ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos. Os valores médios do CDA da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta foram respectivamente: milho 74,81%, 84,19%, 71,31% e 76,90%; farelo de trigo 56,63%, 85,24%, 69,36% e 64,66%; farelo de soja 76,45%, 93,00%, 78,00%, 82,65% e farinha de carne e ossos 83,18%, 94,16%, 84,38% e 90,33%. Os valores do coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral foram: milho 41,35% e farelo de trigo 92,45%. Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente indicaram que os ingredientes energéticos, milho e o farelo de trigo, podem compor dietas de *P. unifilis*, com até dois anos de idade, sem diminuir a eficiência

digestiva desses animais. O mesmo pode-se concluir dos ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos.

Palavras chave: alimentação em cativeiro, animal silvestre, quelônios, zootecnia, nutrição

ABSTRACT

The present study aimed to determine the apparent digestibility coefficients (ADC) of nutrients and energy and apparent availability coefficients of mineral material of two energetic ingredients, corn and wheat bran, and two protein ingredients, soybean meal and meat meal and bones in *Podocnemis unifilis* (turtle) with a mean weight of 119.57 ± 17.94 g and average length of the carapace of 90.23 ± 5.25 cm. For determining the apparent digestibility coefficients and apparent availability coefficients was used to control diet based on casein, gelatin, dextrin, α -cellulose and carboxymethyl cellulose, with the inert tracer chromium oxide (III). The test diets, containing the ingredients to be tested were prepared following the proportion of 70% in the control diet and 30% of test ingredient. Sixty animals were distributed in twelve experimental aquaria, where the collections were made from fecal material with the aid of a hollow glass rod through siphoning every two hours. Diets were fed once daily at 10 am, in twelve boxes of food where turtles remained for 1 hour and then returned to the experimental aquaria. The experimental design was completely randomized with three replications and four test diets for test ingredients energy, corn and wheat bran. The same experimental design was used in the digestibility trial with protein ingredients, soybean meal and meat and bone meal. The mean values of ADC of dry matter, crude protein, ether extract and gross energy were: corn 74.81%, 84.19%, 71.31% and 76.90%, 56.63% wheat bran, 85, 24%, 69.36% and 64.66%, soybean meal 76.45%, 93.00%, 78.00%, 82.65% and meat and bone meal 83,% 18, 94,% 16, 84, 38% and 90.33%. Apparent availability coefficients of mineral material were: 41.35% maize and wheat bran 92.45%. The values of apparent digestibility coefficients indicated that the energetic ingredients, corn and wheat bran can compose diets of *P. unifilis* with up to two years without decreasing the digestive efficiency of these animals. The same can be concluded from protein ingredients, soybean meal and meat and bone meal.

Key words: feeding in captivity, wild animal, turtle.

1. INTRODUÇÃO

A exploração de quelônios na região Amazônica existe desde o período pré-colombiano pelos indígenas (Pezzuti et al., 2008). Os ovos e os adultos eram explorados para a alimentação como fonte de proteína, sendo os ovos também usados para a fabricação de óleo utilizado como combustível para a iluminação pública de Manaus durante o século XIX (Vogt, 2008). Os quelônios continuam sendo uma das principais fontes de proteína para os índios e ribeirinhos em toda a Amazônia (Terán et al., 1997). No Estado do Amazonas, os quelônios são os animais silvestres mais apreendidos pelos órgãos ambientais, compondo 52,2% dos animais capturados (Canto et al., 1999).

Um dos primeiros passos para o incentivo à criação de quelônios iniciou na década de 60 com a Lei de Proteção a Fauna Nº 5.197, de 1967, que proibia a captura, a perseguição e a venda de animais silvestres, sendo que só poderiam ser comercializados os animais provenientes de criadouros legalizados (Brasil, 1967). A criação comercial de quelônios foi normatizada pela Portaria Nº 142, de dezembro de 1992 (Brasil, 1992). A Portaria Nº 070, de 23 de agosto de 1996, regulamentou a comercialização de produtos e subprodutos de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) e *Podocnemis unifilis* (tracajá) (Brasil, 1996). A Instrução Normativa Nº 169, de 20 de fevereiro de 2008, é o instrumento atual que institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em todo território brasileiro para as seguintes finalidades: socioculturais, pesquisa científica, conservação, exposição, manutenção, criação, reprodução, comercialização, abate e beneficiamento de produtos e subprodutos e em seu Anexo VI normatiza a criação de quelônios.

O Amazonas é o Estado com o maior número de criadouros comerciais de quelônios do país, com 85 unidades de produção, com aproximadamente 250.000 animais em cativeiro (Andrade et al., 2003; Andrade et al., 2008). As espécies mais procuradas para a criação comercial são a *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) e o *Podocnemis unifilis*

(tracajá). Essas espécies possuem potencial zootécnico, boa adaptabilidade ao confinamento, e sua carne e subprodutos têm elevado valor comercial (Luz & Reis, 2005). Apesar deste potencial e de sua rusticidade, existem entraves na criação, em especial a questão nutricional. Na maioria dos criadouros, os animais ainda são alimentados com ração balanceada para peixes com 28 a 42% de proteína bruta. A falta de alimento balanceado para quelônios é um dos fatores limitantes para que os animais venham a atingir o peso mínimo para a venda, de 1,5 kg, no menor tempo possível, assegurando um preço mínimo de mercado capaz de competir com os quelônios vendidos clandestinamente (Costa et al., 2008).

As pesquisas científicas relacionadas à alimentação de quelônios em cativeiro abordaram, principalmente, o comportamento alimentar, conversão alimentar, níveis ideais de energia, proteína, cálcio e fósforo (Best & Souza 1984; Terán, 1992; Acosta et al., 1995; Terán, 1997; Lima, 1998; Duarte, 1998; Vianna, 1999; Malvasio et al., 2003; Costa, 2003, Andrade et al., 2008). Entretanto, são poucas as informações sobre a digestibilidade dos ingredientes convencionalmente utilizados na alimentação animal (Almeida, 2007; Almeida & Abe, 2009; Almeida 2011).

Para Andriguetto et al. (2002), as espécies animais possuem habilidades diferentes no aproveitamento de nutrientes e energia contida nos alimentos devido as diferenças das características morfológicas e fisiológicas. Estas diferenças podem ser quantificadas pela determinação do coeficiente de digestibilidade que descreve a fração do nutriente ou energia do alimento que não é excretada nas fezes (NRC, 2011).

Considerando a necessidade de conhecer os níveis de aproveitamento dos ingredientes, informação imprescindível na alimentação de quelônios para elaboração de rações que atendam as exigências nutricionais e economicidade da produção, o presente estudo avaliou o aproveitamento de ingredientes utilizados na alimentação de *Podocnemis unifilis* (tracajá) através da determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Biologia de quelônios

Os quelônios pertencem à Classe Reptilia, Ordem Testudines (sinonímia: Testudinata ou Chelonia). A família Podocnemididae é o grupo dos quelônios dulcícolas, distribuídos na América do Sul, ocorrendo nos rios das Bacias Amazônica e do Orinoco, na Colômbia, Venezuela, Guiana, leste do Equador, nordeste do Peru, norte da Bolívia e norte e centro-oeste do Brasil (Iverson, 1992). Habitam tanto os grandes rios como seus tributários, além de seus lagos e lagoas (Ernst & Barbour, 1989). Existem dois gêneros e sete espécies na América do Sul, sendo que na Amazônia brasileira existem cinco espécies desta família: *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia); *Podocnemis unifilis* (tracajá); *Podocnemis sextuberculata* (iaçá); *Podocnemis erythrocephala* (irapuca); e *Peltocephalus dumerilianus* (cabeçudo) (Vogt, 2008; Rueda-Almonacid et al., 2007).

Essas espécies que habitam os grandes rios amazônicos desovam em suas praias durante o verão, com exceção do *Peltocephalus dumerilianus* (cabeçudo). Durante a estação chuvosa, habitam lagos e igapós. Sendo animais pecilotérmicos, realizam termorregulação ao subir nas praias, em troncos ou expondo o dorso da carapaça na superfície da água. Isso lhes permite a elevação da temperatura corpórea, resultando no aumento do consumo de alimento, na aceleração do metabolismo digestivo, crescimento, maturação dos ovos, aproveitamento de vitamina D e de cálcio e os ajuda na eliminação de ectoparasitas, como algas e sanguessugas (Parmenter, 1981; Pough et al., 1993; Rueda-Almonacid et al., 2007). Em geral, a temperatura de conforto dos quelônios está entre 25 a 30° C (Cuba et al., 2007).

Os maiores predadores naturais dos quelônios são jacarés (*Melanosuchus niger* e *Caiman crocodilus*) e peixes (como as piranhas, *Serrasalmus sp.*). Os ovos, por sua vez, são predados por répteis, aves, mamíferos e também por invertebrados, como os caranguejos e parasitados por fungos e moscas. (Rueda-Almonacid et al., 2007).

As fêmeas de *Podocnemis unifilis* (tracajá) são maiores que os machos, e eles possuem caudas maiores que as fêmeas. A carapaça da espécie é convexa e ovalada, possuindo coloração que varia de café escuro a negro e o plastrão é cinza. Em animais com mais de um ano de idade e sem atingirem o período reprodutivo é possível identificar seu crescimento através da análise dos anéis de crescimento, na carapaça (Vogt, 2008). Quando filhotes, apresentam manchas amarelas na cabeça, que permanecem nos machos adultos, enquanto que as fêmeas adultas perdem essa coloração, passando a ser marrom (Pritchard, 1979; Pritchard & Trebbau, 1984). Segundo Rueda-Almonacid et al. (2007), o tamanho médio dos adultos é de 40 cm de comprimento da carapaça e peso de 9 a 12 kg. No Rio Guaporé, Rodônia, Brasil, Vogt (2008) encontrou comprimento da carapaça e peso médios de 26,4 cm e 2,26 kg para machos e 35,0 cm e 5,77 kg para fêmeas. Andrade (2008) encontrou na Reserva Extrativista (Resex) do Médio Juruá, durante o período de cheia, tracajás com 1,70 a 2,41 kg, com a idade variando de 1,9 a 6,2 anos, sendo que 9,0% dos animais capturados foram fêmeas. No período da seca, o autor encontrou tracajás maiores com 2,2 a 2,70 kg, com idade entre 2,1 a 2,6 anos, sendo que 84,0% dos animais capturados eram fêmeas.

Os quelônios não possuem dentes, e sim uma placa queratinosa rígida e afiada, denominada ranfoteca ou bico córneo, que realiza a dilaceração dos alimentos (Pritchard, 1979; Pough et al., 2001; Cuba et al., 2007). A língua é curta e aderida ao assoalho da boca apresentando glândulas salivares que produzem muco, mas não produzem enzimas digestivas, além de não desempenhar o papel de quimiorrecepção (Luz & Reis, 1999; Mader, 1996). O esôfago apresenta papilas cornificadas orientadas no sentido do estômago que podem prevenir a regurgitação do alimento devido à mudança de pressão durante a imersão (Magalhães, 2010; Moreira & Loreiro, 1992). Vogt et al. (1998) afirmam que as papilas atuam como filtro, retendo pedaços de partículas ingeridas quando os animais expelem água durante a neustofagia, estratégia de ingestão de partículas, suspensas na água, com o pescoço num

ângulo de 45° em relação à superfície, abrindo a boca por um tempo e depois fechando, ingerindo as partículas (Belkin & Gans 1968).

O tubo digestivo dos quelônios é completo, possuindo estômago localizado centralmente, tendendo para o lado esquerdo. Possui válvula gastroesofágica e pilórica (Cuba et al., 2007). Pinto (2006) descreveu que em *P. unifilis* o estômago apresenta dois compartimentos, um proximal e outro distal. Em *P. expansa* o estômago possui a forma achatada, com a região pilórica bem desenvolvida e encurvada (Santos et al., 1998; Oliveira et al., 1996). Magalhães (2010) observou que em *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. erythrocephala* o estômago possui duas porções que são separadas por uma constrição com pregas longitudinais em sua mucosa. A primeira porção, mais volumosa, compreende a maior parte do órgão, é composta pelas regiões cárdicas e fúndicas e tem a função de câmara fermentativa. A segunda porção compreende a região pilórica que é bem desenvolvida e tem a função de digestão propriamente dita.

Em *P. unifilis* (Pinto, 2006) e *P. expansa* (Santos et al., 1998; Oliveira et al., 1996) o intestino delgado é longo e enovelado. Magalhães (2010), estudando a morfologia do tubo digestório de espécies da família Podocnemididae, relatou que macroscopicamente não foi possível delimitar cada região do intestino delgado, mas que a delimitação entre intestino delgado e intestino grosso se deu pela presença de um espessamento muscular, caracterizando um esfíncter ileocecal. Em geral, para quelônios, o ceco não é desenvolvido e a fermentação microbiana ocorre principalmente no intestino grosso (Cuba et al., 2007). Magalhães (2010) relatou que para *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. erythrocephala* o intestino grosso iniciou-se com uma dilatação bem evidente, o ceco. O final do tubo possui um orifício denominado de cloaca. A digestão é realizada no duodeno auxiliada pelo fígado, pâncreas e vesícula biliar. O tempo trânsito gastrointestinal é mais longo que nos animais homeotérmicos e sofre influência da temperatura corporal, frequência alimentar, quantidade de água e de fibra na alimentação.

Em cativeiro, aparentemente, as dietas causam um maior fluxo gastrointestinal (Cuba et al., 2007).

4.2 Criação de quelônios em cativeiro

Um dos primeiros projetos de criação de quelônios da Amazônia foi implementado em Juruti, no Estado do Pará, em 1964. Os filhotes de tartarugas-da-Amazônia, provenientes do rio Trombetas, eram criados até 6 anos de idade, atingindo em torno de 8 kg de peso vivo (Andrade, 2008).

Em 1979 foi criado o Projeto ‘Quelônios da Amazônia’ pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Em 1990, com a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Projeto ‘Quelônios da Amazônia’ passou a ser coordenado por este órgão através do Centro Nacional de Quelônios da Amazônia (CENAQUA) e, atualmente, desde 2001, é coordenado pelo Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios (RAN). Os órgãos atuaram na fiscalização e controle das populações de quelônios, bem como na educação ambiental e incentivo à criação de quelônios em criadouros comerciais legalizados, com a finalidade de desestimular a caça predatória e o comércio ilegal desses animais.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e o IBAMA iniciaram em 1997, o projeto Estudos de Zootecnia, Biologia e Manejo de Animais Silvestres para a Região Amazônica e, em 1998, o Diagnóstico da Criação de Animais Silvestres no Estado do Amazonas, com apoio do Programa Trópico Úmido/CNPq. Com esse projeto, passou a desenvolver trabalhos sistematizados de manejo, nutrição, genética, fisiologia e bioquímica, parasitologia, ecologia reprodutiva, biologia do crescimento e estudos socioeconômicos sobre os criatórios de quelônios. Em visitas bimestrais aos criadores, os pesquisadores passaram a

prestar assistência técnica, repassando, simultaneamente, os resultados das pesquisas que estavam realizando (Andrade, 2008).

Atualmente, a criação comercial de quelônios é permitida pelo anexo VI da Instrução Normativa N° 169, de 2008 para as espécies *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia), *P. unifilis* (tracajá), *P. sextuberculata* (iaça, pitiú) e *Kinosternon scorpioides* (muçã).

O *Podocnemis unifilis* (tracajá) é uma espécie que possui um grande potencial para ser manejado em cativeiro, por ser mais rústica que as *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia), possuem assim características vantajosas como: fácil adaptação às condições bióticas e abióticas de cativeiro; resistência à manipulação; elevada taxa reprodutiva em cativeiro; fácil adaptação aos alimentos de origem animal e vegetal; rápido crescimento inicial (Acosta et al., 1995); ovos e carne de boa qualidade (Andrade, 2008).

As instalações para criação dos quelônios compreendem um berçário, para a fase inicial, tanque ou barragem de crescimento e tanque ou barragem de reprodução. No berçário, os filhotes ficam alojados até o primeiro ano de vida e recebem maior proteção contra os predadores, principalmente os aéreos como gaviões, garças, socós e outros. A proteção é efetuada pela utilização de redes de pesca, tela ou fios de nylon esticados de forma que cubram o berçário. Comumente a área do berçário é de 70 a 150 m² para alojar 4.000 a 4.500 animais, com profundidade de 1 m ou menos. O tanque ou barragem de crescimento é a instalação para onde os animais são transferidos após um ano de idade e permanecem até o abate, por volta dos 36 meses. Recomenda-se para esta instalação a densidade para de 1 animal por m², sendo possível adotar a densidade de 20 animais por m² em criações intensivas. No tanque ou barragem de reprodução são alojadas as tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) de 4 anos ou 7 kg de peso vivo, e tracajás (*P. unifilis*) de 4 anos ou acima de 3 kg. A densidade recomendada é de 1 a 2,5 animais por m². Esta instalação tem por finalidade possibilitar a desova e o acasalamento dos quelônios. Para a desova, o tanque de

reprodução deve possuir em sua margem uma praia artificial com areia média ou grossa, com no mínimo 1 m de altura acima do nível da água. Todas as instalações, berçário e tanques ou barragens de crescimento e reprodução, são cercadas com madeira, tela de alambrado ou mureta de alvenaria com no mínimo 60 cm de altura e com cantos arredondados para evitar as fugas dos animais (Andrade et al., 2008).

O Amazonas possui o maior número de criadouros comerciais de quelônios do país, com 85 criadouros (Andrade 2008). A área de criação de quelônios por criadouro varia de 0,1 a 6,0 ha de lâmina de água, sendo que cerca de 50% dos criadouros possuem barragem de 1 a 2 ha de lâmina de água (Andrade et al., 2003).

A criação de quelônios surgiu para desestimular a captura ilegal do mesmo na natureza, oferecendo à população produtos e subprodutos de animais originários de cativeiro, e também por ser uma criação adaptável às condições amazônicas (Cantarelli, 1994). Garcez (2009) analisou a produção de quelônios em 13 criadouros no Amazonas, registrados no IBAMA, no período de 1998 a 2008. Neste período, foram vendidos 26.277 quelônios da espécie *Podocnemis expansa* (peso vivo médio de $4,95 \pm 1,83$ kg), porém, desse total, 12.800 animais foram vendidos para novos criadouros, o que evidencia o aumento do número de criadouros. Para se tornar um sistema de produção eficiente, é necessário otimizar os recursos genéticos, ambientais e socioeconômicos, bem como, as práticas de manejo em todos os componentes do ciclo produtivo, incluindo neste contexto, a questão alimentar.

Devido à inexistência de abatedouros adequados, a comercialização é realizada com os animais ainda vivos, em feira e restaurantes, sendo identificados com lacres de plástico fornecidos pelo IBAMA. Os quelônios são vendidos por, aproximadamente, R\$18,00 reais por kg de peso vivo (Andrade et al., 2008).

4.3 Alimentação de quelônios

Tracajás (*Podocnemis unifilis*) adultos são considerados animais herbívoros podendo alimentar-se, oportunamente de insetos, peixes e caranguejos (Terán et al., 1992; Almeida et al., 1986).

Almeida et al. (1986) estudaram o conteúdo estomacal de quelônios do gênero *Podocnemis*, no Baixo Rio Xingu no Estado do Pará, onde foram identificados 32 itens alimentares. Os itens vegetais identificados representaram 97,0%, 84,3% e 62,5% das dietas de *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata*, respectivamente.

Portal et al. (2002) estudaram a dieta de *Podocnemis unifilis*, na região do Pracuúba, no Estado do Amapá. Foram identificadas 35 espécies de plantas que fazem parte da dieta do tracajá. Das espécies identificadas, 12 apresentaram teor de proteína maior que 10%.

O estudo sobre a composição nutricional de dieta de *P. expansa* foi realizado na Reserva Biológica do Rio Trombetas, no Estado do Pará (Rodrigues, 2003). O conteúdo estomacal dos animais estudados apresentou 68% de material de origem vegetal e 4% de material de origem animal. Fragmentos de pedra e materiais digeridos participaram com 28%. Dentro do material de origem vegetal, as folhas possuíram maior representatividade (49,61%), seguidas de sementes (15,63%), talos (1,62%) e palmitos (1,39%). Estes resultados indicam que a alimentação em condições de vida livre do *P. expansa* baseia-se em alimentos de origem vegetal.

Segundo Stone & Moll (2006), a habilidade de aproveitar energia da dieta é influenciada pela temperatura, tempo de trânsito, taxa de consumo, qualidade e processo físico do alimento. Avery et al. (1993), estudando o efeito da proteína bruta e temperatura no crescimento, consumo e eficiência digestiva de *Trachemys scripta* (tartaruga-do-ouvido-vermelho), constatou que o teor de proteína afetou o consumo, mas não a digestão, a qual foi influenciada pela temperatura. Apenas 61,0% dos animais se alimentaram e eliminaram fezes

em condições ambientais de 15,0°C. Quando a temperatura elevou-se para 22,0°C, 89,0% dos animais se alimentaram e quando a temperatura alcançou 28,0°C e 34,0°C, 100% dos animais se alimentaram.

Malvasio et al. (2003) estudaram o comportamento e a preferência alimentar da *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* em cativeiro, onde os animais foram divididos em três grupos etários: 1 anos; 1-5 anos; e com mais de 5 anos. O estudo de preferência alimentar avaliou duas fontes, animal e vegetal, onde foram oferecidos couve, almerão, repolho, tomate, mamão, laranja, banana, maçã, abóbora, cenoura, sardinha, tilápia e carne bovina moída em pedaços. Os autores observaram o aumento significativo no consumo de vegetais ao longo do desenvolvimento do *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia) e *P. unifilis* (tracajá) e concluíram que as duas espécies possuem hábito onívoro em cativeiro. O *P. sextuberculata* (iaça/pitiú) apresentou hábito carnívoro até 5 anos de idade.

Duarte (1998) afirma que a maioria dos criadouros de quelônios do Amazonas fornece peixes, carne, vísceras e verduras para a alimentação de tartaruga-da-Amazônia, constatando crescimento diferenciado entre os animais. As tartarugas-da-Amazônia que obtiveram melhor crescimento e ganho de peso foram àquelas alimentadas com peixes e vísceras bovinas, ou seja, com proteína de origem animal. Mas o autor alerta que além da origem da proteína outros fatores podem ter influenciado esse resultado, como a densidade ou tempo de exposição ao sol. O maior crescimento dos animais alimentados com proteína de origem animal talvez esteja relacionado com a melhor digestibilidade da proteína animal pelos quelônios em seu primeiro ano de vida, tendo em vista que alimentos de origem vegetal apresentam mais fibra, o que reduz a digestibilidade dos nutrientes. Contudo, o fornecimento de alimentos de origem vegetal proporciona a manutenção e o estímulo da flora microbiana e, conseqüentemente, o aumento da eficiência digestiva (Duarte, 1998).

Lima (1998) avaliou o efeito de dietas contendo diferentes proporções de fontes de proteína na alimentação de *P. expansa* em cativeiro, na fase de pós-eclosão até 12 meses de idade. As proporções variaram entre: 100% de proteína de origem vegetal; 75% de proteína de origem vegetal e 25% de origem animal; 50% de proteína de origem vegetal e 50% de origem animal; 25% de proteína de origem vegetal e 75,5% de origem animal; e 100% de proteína de origem animal. A dieta com 50% de proteína animal e 50% vegetal foi a que proporcionou maior ganho de peso, $512,79 \pm 12,48\text{g}$, e menor mortalidade.

Costa (2003) avaliou o efeito, no desenvolvimento de *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia) e *P. unifilis* (tracajá) em cativeiro, em dois tipos de instalação (tanque-rede com e sem cobertura plástica), utilizando ração com três níveis de proteína bruta (20, 30 e 40%) e dois níveis de energia bruta (3.500 e 4.500 kcal/kg de energia bruta), totalizando seis rações testes. No estudo com o *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia), não houve diferença significativa entre as dietas testadas, como também entre as instalações, porém, foi detectada maior tendência de crescimento do comprimento e altura da carapaça nos animais alimentados com ração com 40% de proteína bruta e 3.500 kcal/kg de energia bruta dos 10 aos 18 meses de idade. A partir dos 18 meses até os 24 meses de idade, a maior tendência de crescimento do comprimento e altura da carapaça foi observada nos animais alimentados com a ração com maior nível de energia, com 4.500 kcal/kg de energia bruta. O autor acredita que as rações com 40% de proteína tenham apresentado melhor perfil de aminoácidos essenciais, além do fato dessas rações apresentarem melhores níveis de cálcio e fósforo, permitindo, dessa forma, um maior atendimento das exigências nutricionais da tartaruga-da-Amazônia. No estudo com o *P. unifilis* (tracajá), também não houve diferença significativa entre as dietas testadas, como também entre as instalações, contudo, observou-se o aumento linear nas variáveis, comprimento da carapaça, altura da carapaça e peso nos animais de 12 aos 16 meses de idade alimentados com 30% de proteína bruta e 3.500 kcal/kg de energia bruta e confinados no

tanque com cobertura plástica. A partir dos 16 meses, obtiveram o melhor crescimento com ração de 30% de proteína bruta e 4.500 kcal/kg de energia bruta. O autor afirma que esses resultados indicam que os animais submetidos à temperaturas mais baixas (tratamento do tanque-rede sem estufa) necessitam de uma dieta com maior teor de energia.

4.4 Coeficiente de digestibilidade aparente

A digestibilidade é calculada através da diferença entre a quantidade do nutriente ingerido e a quantidade do nutriente encontrado no material fecal, enquanto que, o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) representa a relação percentual entre a quantidade excretada e a ingerida, sendo um importante parâmetro para avaliar a qualidade do alimento e do nutriente (Andriquetto et al. 2002).

A partir das informações do CDA dos ingredientes, é possível elaborar rações balanceadas que possibilitem melhores resultados na conversão alimentar, contribuindo para a maximização dos lucros, bem como minimiza impactos ambientais relacionados à alimentação inadequada (Hisano et al., 2008; Pezzato et al., 2002). De acordo com Cho (1987), a determinação da digestibilidade de uma matéria-prima é o primeiro passo para avaliação do potencial de inclusão numa ração.

O coeficiente de digestibilidade aparente pode ser estimado pelo método direto e indireto. O método direto se baseia em quantificar os nutrientes ingeridos e os excretados nos dejetos, tendo a preocupação da coleta total do material fecal. No método indireto não é necessário realizar a coleta total das fezes devido ao uso de marcadores (Andriquetto, 2002).

Os estudos de digestibilidade inicialmente eram avaliados pelo método direto, onde se realizava a filtração para a coleta total do material fecal e posterior quantificação. Esse método foi citado por alguns autores como sendo trabalhoso e impreciso, devido à contaminação de urina (Nose, 1960; Silva, 1985; Nunes, 1996). Atualmente, o método mais

utilizado para a determinação do coeficiente de digestibilidade em peixes, é o método indireto com a utilização de marcadores. Os marcadores além de estimarem o CDA, estimam a quantidade de alimento ou nutriente consumido e o tempo e a taxa de passagem da ingesta pelo trato digestivo (Da Silva & Anderson, 1995).

Existem dois tipos de marcadores, os internos e os externos. Os marcadores internos ocorrem naturalmente nos alimentos como, por exemplo, a lignina, enquanto que os externos são adicionados à dieta (Kotb e Luckey, 1972). Os marcadores devem possuir as características de não ser digestível, não ter ação farmacológica, passar uniformemente no aparelho digestível, possuir fácil e rápida determinação química e, preferencialmente, ser constituinte natural da dieta (Goddard e Mclean, 2001). Esses autores ainda afirmam que o marcador escolhido deve ser incorporado a dieta de maneira homogênea, ser higiênico e não causar danos ao ser humano e ao meio ambiente.

Tendo em vista que o marcador possui a característica de ser indigestível, supõe-se que a quantidade do marcador que aparecerá na ração será igual nas fezes. O coeficiente de digestibilidade do nutriente estudado pode ser determinado pela diferença de concentração do marcador e dos nutrientes encontrados no alimento e nas fezes.

O marcador externo mais utilizado em estudo de digestibilidade de organismos aquáticos é o óxido de cromo (III), Cr_2O_3 , uns dos marcadores externos mais aceitos em estudos de digestibilidade de peixes (Austreng, 1978).

4.5 Coeficiente de digestibilidade aparente em quelônios

Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes (CDA) é uma das informações necessárias para a formulação de dietas mais adequadas às necessidades dos quelônios. Consequentemente, essas dietas propiciam o aumento da eficiência produtiva e a diminuição da poluição da água pela eliminação de nutrientes ao meio aquático. No entanto,

existem poucos estudos de digestibilidade em quelônios com os ingredientes utilizados pela indústria de fabricação de ração.

Viana (1999) avaliou o coeficiente da digestibilidade aparente (CDA) e desempenho zootécnico de 198 filhotes *Podocnemis unifilis* (tracajá) até um ano de idade, com 28,7 g de peso e 4,66 cm de comprimento da carapaça, alimentados com dietas peletizadas, isocalóricas (EB=3.850 kcal/kg) com três níveis de proteína bruta: 21%, 26% e 31% e continham farelo de soja, farinha de arroz, farelo de trigo, milho, farinha de peixe, farinha de carne, fosfato bicálcico e suplemento vitamínico. Os nutrientes estudados foram proteína e energia bruta. Os filhotes de *Podocnemis unifilis* (tracajá) mostraram elevados valores do CDA de proteína para os três tipos de dietas, apresentando valores de CDA de 92,8%, 90,8% e 89,9%, respectivamente, para as dietas, contendo 21%, 26% e 31% de proteína, não havendo diferença estatística entre os tratamentos. Elevados valores do CDA da energia bruta também foram encontrados neste estudo, exibindo valores de 92,5%, 88,5% e 88,4%, para os tratamentos contendo 21%, 26% e 31% de proteína bruta na dieta, respectivamente. No CDA de energia bruta também não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Todavia, avaliando o crescimento do comprimento da carapaça e peso dos animais em 240 dias, houve aumento significativo no crescimento dos animais com elevação do nível de proteína bruta na dieta. Os melhores resultados estatisticamente demonstrados foram apresentados pelos animais alimentados com as dietas contendo 26 e 31% de PB.

O efeito da taxa de alimentação e frequência alimentar sobre a digestibilidade foi estudado em filhotes de tartaruga-de-cabeça-mole-chinesa *Pelodiscus sinensis* (tartaruga-de-cabeça-mole-chinesa) (Si-jia, 2006). Os tratamentos da taxa de alimentação foram 1,5%, 2,5% e 4,0% em relação ao peso vivo dos animais e até a saciedade aparente. A frequência alimentar estudada foi uma vez ao dia, às 17 horas, e duas vezes ao dia, às 10 horas e 17 horas. Os animais alimentados até a saciedade apresentaram os piores resultados do CDA da

proteína bruta (71,7%). Entre os demais tratamentos de 1,5%, 2,5% e 4,0% de taxa de alimentação, não houve diferença significativa, mas o melhor resultado encontrado foi com a taxa de 4,0% onde se obteve o valor de 83,1% do CDA da proteína. Em relação ao CDA da matéria seca, todos os quatro tratamentos de taxa de alimentação não obtiveram diferença estatística. Também não houve efeito da frequência alimentar, de uma ou duas vezes ao dia, sobre o CDA da matéria seca e proteína bruta. Portanto, os resultados deste trabalho confirmam que o CDA é influenciado pela taxa de ingestão de alimento, indicando-se assim a taxa de alimentação de 4% em relação ao peso do quelônio estudado.

Almeida (2007) testou diferentes ingredientes de origem animal na alimentação de *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia), onde foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e o coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral. Os ingredientes avaliados foram farinha de peixe, farinha de vísceras de aves e farinha de carne e ossos. As dietas experimentais, que tiveram a forma extrusada, foram preparadas com a seguinte proporção: 89,9% do ingrediente avaliado, 10,0% de farelo de trigo e 0,1% de marcador óxido de cromo (III). A farinha de peixe apresentou o melhor CDA da matéria seca (93,5%) e proteína bruta (95,1%). O segundo ingrediente, com a melhor CDA matéria seca e proteína bruta, foi a farinha de vísceras de aves com 92,4 e 94,9%, respectivamente. Com relação ao CDA do extrato etéreo, a farinha de vísceras de aves apresentou o melhor resultado (96,5%), seguido pela farinha de peixe (94,05%). A farinha de carne e osso obteve os menores valores do CDA da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo com 79,1%, 87,6% e 93,8%, respectivamente. Mas estes valores foram superiores quando comparados aos CDA de outras espécies referenciadas no trabalho. O coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral de todos os ingredientes testados foi superior aos referenciados na literatura por outras espécies. Este melhor aproveitamento foi justificado pelo fato de 65% da carapaça da tartaruga-da-Amazônia ser composta por mineral, principalmente cálcio.

No estudo de digestibilidade de rações para *P. expansa* (tartatuga-da-Amazônia) com diferentes teores de fibra, utilizando ingredientes de origem animal e vegetal, Almeida (2011) forneceu rações peletizadas contendo 4%, 8%, 12%, 16% e 20% de fibra bruta. O aproveitamento da matéria seca e energia bruta pelos animais foram maiores nas rações com menor teor de fibra bruta com 81,9% e 84,9% de CDA, respectivamente para os dois nutrientes. O aproveitamento da proteína bruta foi maior no tratamento com menor teor de fibra bruta (89,3%), não havendo diferença nas demais dietas, e não houve alteração no aproveitamento do extrato etéreo entre as rações estudadas. Mesmo com a divergência entre os tratamentos, os valores do CDA da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta se apresentaram superiores ou semelhantes a outras espécies aquícolas. Em relação ao crescimento, a dieta com 16% de fibra bruta apresentou os melhores resultados para o crescimento do comprimento da carapaça, crescimento da largura da carapaça, ganho de peso total, ganho de peso diário e conversão alimentar. Apesar do melhor valor do CDA ser apresentado na ração com 4% de fibra, pode-se inferir que a fibra desempenha uma importante função na fisiologia digestiva do *P. expansa* (tartatuga-da-Amazônia), tendo em vista que os melhores resultados de crescimento da carapaça foram encontrados nos animais alimentados com ração contendo 16% de fibra bruta.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Matérias-Primas Aquícolas - Lampaq, do Departamento de Ciências Pesqueiras – Depesca, da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

5.2 Origem e manutenção dos animais

Um lote homogêneo de sessenta filhotes de *Podocnemis unifilis* (tracajás) com um ano de idade, nascidos em novembro 2010 na fazenda Aliança, Lago de Piraruacá, na cidade de Terra Santa/PA, área de atuação do Projeto Pé de Pincha da Universidade Federal do Amazonas (Licença SISBIO nº 19.323 de maio de 2011) foi utilizado no experimento. Os filhotes tiveram um período de 30 dias de condicionamento às instalações experimentais e treinamento alimentar. Neste período, os tracajás foram alimentados uma vez ao dia com ração comercial extrusada para peixes onívoros com 36% de proteína bruta.

No início do primeiro ensaio de digestibilidade, os animais estavam com 14 meses de idade, pesando $119,57 \pm 17,94$ g e medindo $90,23 \pm 5,25$ cm de comprimento da carapaça. Já no começo do segundo ensaio de digestibilidade, os animais estavam com 17 meses, pesando $145,78 \pm 24,94$ g e medindo $95,10 \pm 6,05$ cm de comprimento da carapaça.

5.3 Instalações

Os filhotes de tracajá foram mantidos em doze aquários experimentais medindo 70x50x35 cm contendo telas plásticas com 2,5 cm entre nós e 7 cm de altura do fundo, para evitar o contato dos animais com as fezes, inibindo a prática de coprografia (ingestão das

fezes) (Figura1). Os tanques experimentais foram dispostos linearmente em bancada de alvenaria com uma pequena declividade para facilitar o acúmulo do material fecal e abastecido com água até a metade (Figura 2).



Figura 1



Figura 2

Figura 1. Aquário para coleta de fezes de tracajá (*Podocnemis unifilis*) com tela de proteção

Figura 2. Instalações experimentais.

Para evitar possível contaminação da ração pelas fezes, foram utilizadas doze caixas de alimentação, medindo 30x45x13 cm, com água suficiente para manter os animais submersos (Figura 3). A água de abastecimento tanto para os aquários experimentais, como para as caixas de alimentação, foi proveniente de poço artesiano.

O fotoperíodo foi mantido com 12 horas de luz e 12 horas de escuro, com luz das 06h00 às 18h00, utilizando lâmpadas incandescentes de 40 watts e 127 volts, localizadas no centro de cada tanque experimental, cujas foram controladas por programador diário/semanal (Modelo PDS-02 40P), tendo, as mesmas, a finalidade de aquecer o ambiente para o conforto térmico dos animais.



Figura 3. Caixas de alimentação.

5.4 Processamento das dietas experimentais

As dietas experimentais foram elaboradas segundo metodologia da NRC 2011 com algumas adaptações: foram identificadas, sendo a Dc considerada controle, contendo 100% da dieta purificada; a D1 contendo 30% de milho e 70% da dieta purificada; a D2 contendo 30% de farelo de trigo e 70% da dieta purificada; a D3 contendo 30% farelo de soja e 70% da dieta purificada; e a D4 contendo 30% farinha de carne e ossos e 70% da dieta purificada (Tabelas 1 e 2).

As dietas foram processadas no Laboratório de Matérias-Primas Aquícolas - Lampaq, na Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Os ingredientes foram pesados, homogeneizados, hidratados, peletizados em equipamento elétrico com matriz de 5,0 mm. Posteriormente, foram fracionadas para obtenção de grânulos de 5 a 7 mm, armazenadas em recipientes plásticos e colocadas em freezer (-20 °C) até o momento do arraçoamento.

Tabela 1. Composição química-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Composição	Ingredientes			
	MI ¹	FT ²	FS ³	FCO ⁴
Matéria seca (%)	87,72±0,08	89,31±1,99	89,10±0,33	91,18±0,08
Proteína bruta (%)	9,24±0,59	15,58±0,62	47,97±0,13	56,98±2,77
Extrato etéreo (%)	6,25±1,78	4,58±0,48	3,80±0,41	11,18±0,87
Fibra bruta (%)	1,94 ⁵	6,13±0,58	3,44±1,20	traços
Material mineral (%)	1,48±0,21	5,69±0,11	6,40±0,10	28,56±1,08
Extrato não nitrogenado (%) ⁶	81,09	68,02	38,39	3,28
Energia bruta (Kcal/kg) ⁵	4523,76	4358,52	4783,42	4783,42

¹MI = milho; ²FT = farelo de trigo; ³FS = farelo de soja; ⁴FCO = farinha de carne e ossos.

⁵FONTE: O valor da fibra bruta do milho foi retirado de Gonçalves et al., 2009.

⁶Valores calculados.

Tabela 2. Composição percentual das dietas experimentais (base na matéria natural).

Ingredientes (%)	Dietas experimentais				
	Dc*	D1	D2	D3	D4
Caseína	32,00	22,35	22,35	22,35	22,35
Gelatina	7,98	5,57	5,57	5,57	5,57
Dextrina	36,50	25,49	25,49	25,49	25,49
Óleo de soja	6,00	4,19	4,19	4,19	4,19
a-celulose	14,00	9,78	9,78	9,78	9,78
Carboximetil - celulose	2,00	1,40	1,40	1,40	1,40
Premix vitamínico e mineral ¹	0,50	0,35	0,35	0,35	0,35
Sal comum	0,50	0,35	0,35	0,35	0,35
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Óxido de Cromo ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Ingredientes testados					
Milho	-	30			
Farelo de trigo	-		30		
Farelo de soja	-			30	
Farinha de carne e osso	-				30
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

¹Premix: Vitamina A (mín.) 2.000.000,00 UI/kg, Vitamina D3 (mín.) 500.000,00 UI/kg, Vitamina E (mín.) 1.250,00 UI/kg, Vitamina K3 (mín.) 500,00 mg/kg, Vitamina B2 (mín.) 1.000,00 mg/kg, Vitamina B12 (mín.) 1.750,00 mg/kg, Ácido nicotínico (mín.) 5.000,00 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (mín.) 1.250,00mg/kg, Colistina (mín.) 1.000 mg/kg, Metionina (mín.) 300.000,00 mg/kg, Colina (mín.) 38.775,00 mg/kg, Cobre (mín.) 17.500,00 mg/kg, Ferro (mín.) 10.000,00 mg/kg, Manganês (mín.) 15.000,00 mg/kg, Zinco (mín.) 12.500,00 mg/kg, Iodo (mín.) 175,00 mg/kg, Selênio (mín.) 50,00 mg/kg.

²Butil-Hidroxi-Tolueno.

³Cr2O3(marcador externo).

*FONTE: NRC 2011 com adaptações

Tabela 3. Composição química-bromatológica das dietas experimentais, na matéria seca.

Composição	Tratamentos				
	Dc	D1	D2	D3	D4
MS (%)	84,03	83,29	80,31	79,67	80,07
PB (%)	29,92	23,57	26,46	38,26	41,89
EE (%)	7,76	5,56	5,94	5,87	8,50
FB (%)	-	-	-	-	-
MM (%)	2,61	2,14	3,69	3,3	10,14
ENN (%)	-	-	-	-	-
EB (Kcal/kg) ¹	4874,04	4678,86	4679,47	5008,37	5203,78

Dc = dieta controle, D1 = dieta com milho, D2 = dieta com farelo de trigo, D3 = dieta com farelo de soja, D4 = dieta com farinha de carne e ossos.

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, MM = material mineral, ENN = extrato não nitrogenado, EB = energia bruta.

¹Valores calculados.

(-) = Não foi possível determinar o valor de fibra bruta das rações

5.5 Procedimentos experimentais

Após o período de condicionamento e treinamento alimentar, foi iniciado o período pré-experimental para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente.

O experimento foi conduzido em dois ensaios de digestibilidade. O primeiro comparando o coeficiente de digestibilidade aparente da dieta controle (Dc) e as dietas D1 e D2. Em seguida, foi realizado o segundo com a dieta controle (Dc) e as dietas D3 e D4.

O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, tendo cada repetição cinco animais. Antes da alimentação, os tracajás eram transferidos para as caixas de alimentação, conforme cada tratamento. Durante o período pré-experimental, as dietas experimentais foram ofertadas, na quantidade de 2% da biomassa, uma vez ao dia as 10h00 da manhã, durante cinco dias por semana, por 16 dias. Uma hora após o fornecimento das dietas, os tracajás retornavam aos aquários experimentais. Pela manhã, as 7h00, os tanques experimentais eram limpos e as fezes eliminadas, durante a madrugada eram retiradas e descartadas. Este período foi

considerado como pré-experimental e teve como objetivo o treinamento alimentar e impregnação do trato gastrointestinal dos tracaajás com o marcador óxido de cromo (III).

O período experimental iniciou com as coletas das fezes após a observação da passagem das dietas pelo trato gastrointestinal, verificado pela mudança da coloração das fezes de preto para verde.

As coletas das fezes foram realizadas diariamente, a cada duas horas, no período das 8h:00 as 19h:00, por oito semanas, utilizando-se, para tal, tubo de vidro para sifonamento. Depois da coleta, as fezes eram centrifugadas em um aparelho modelo Sislab/Basic, por 8 minutos, na velocidade 4 (2.500 rpm) para a decantação das fezes. As amostras foram transferidas para as placas de Petri, identificadas e estocadas em freezer (-20 °C). Todo o período experimental constituiu 180 dias, contando com o período pré-experimental e o período de coleta das fezes para cada ensaio. Os animais tiveram um período de descanso de 15 dias, entre o final do primeiro ensaio e o início do segundo ensaio de digestibilidade, onde foram alimentados com ração comercial extrusada para peixes onívoros com 36% de proteína bruta e granulometria de 5 mm.



Figura 4. Sifonamento das fezes.

Durante todo período experimental, a temperatura (°C) de cada aquário foi monitorada no início da manhã (07h00 e 08h00), na hora da alimentação (10h00) e no final da tarde (16h00).

5.6 Análise bromatológica e determinação do óxido de cromo (III)

A análise bromatológica das dietas e das fezes foi realizada no laboratório de Tecnologia do Pescado, do Departamento de Ciências Pesqueiras - Depesca, da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, seguindo a metodologia descrita pela Association of Official Agriculture Chemists – A.O.A.C. (2000). Antes da análise bromatológica, as fezes foram pré-secas em estufa a 55°C por 24 horas, maceradas e homogeneizadas. Foi determinada a matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e material mineral. Os valores da energia bruta foram determinados a partir dos valores de energia de proteína = 5,64 kcal/g, extrato etéreo = 9,44 kcal/g e carboidrato = 4,11 kcal/g (NRC, 2011).

Para a quantificação do óxido de cromo (III), as amostras das dietas e das fezes (0,1 g) foram digeridas em 5 mL de ácido nítrico e 3 mL de ácido perclórico em tubos de Kjeldahl a 400°C por 40 minutos até a obtenção de uma coloração alaranjada. Após a diluição em 100 mL de água destilada, a absorbância foi lida (350nm) e a concentração do óxido de cromo (III) determinada por meio de comparação com dosagem de uma curva padrão (Furukawa & Tsukahara, 1966).

5.7 Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e do coeficiente de disponibilidade do material mineral

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, energia bruta, e extrato não nitrogenado, e o coeficiente de disponibilidade

do material mineral das dietas, foram determinados com base no teor de óxido de cromo (III) e dos nutrientes na dieta e nas fezes, segundo a fórmula descrita por Nose (1960):

$$CDA (\%) = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3d}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_d} \right) \right]$$

Onde:

$CDA (\%)$: coeficiente de digestibilidade aparente da dieta;

$\%Cr_2O_{3d}$: porcentagem do marcador óxido de cromo (III) na dieta;

$\%Cr_2O_{3f}$: porcentagem do marcador óxido de cromo nas fezes;

$\%N_f$: porcentagem do nutriente nas fezes;

$\%N_d$: porcentagem do nutriente na dieta;

A partir da determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas experimentais, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta dos ingredientes de acordo com a fórmula descrita por Cho et al. (1979). O mesmo foi realizado para a determinação do coeficiente de disponibilidade do material mineral:

$$CDA_{(i)} = \frac{CDA_{dt} - b \cdot CDA_{dc}}{a}$$

Onde:

$CDA_{(i)}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente do ingrediente;

$CDA_{(dt)}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta com o ingrediente teste;

$CDA_{(dc)}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta controle;

a = porcentagem do ingrediente teste (30%);

b = porcentagem da dieta controle (70%);

5.8 Determinação dos nutrientes digestíveis aparentes

Os cálculos dos nutrientes digestíveis dos ingredientes foram efetuados a partir dos coeficientes de digestibilidade aparente de cada ingrediente testado.

Foram determinados os valores da matéria seca digestível, proteína digestível, extrato etéreo digestível, energia digestível e material mineral digestível.

5.9 Análises estatísticas

Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente dos dois ensaios de digestibilidade foram analisados através de ANOVA (Análise de Variância) pelo programa STATISTICA 7.0. A análise estatística foi realizada separadamente para o ensaio com os ingredientes energéticos e para o ensaio com os proteicos. Quando demonstraram diferença, as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das temperaturas, máxima e mínima da água, monitoradas durante o período experimental, estão apresentados nas tabelas 4 e 5. As médias de temperatura da água mantiveram-se dentro da faixa adequada para o conforto término de quelônios descrito por Avery et al. (2003) e Cuba et al. (2007) de 25 a 30°C.

Tabela 4. Temperatura (°C) média (\pm desvio padrão), máxima e mínima da água dos aquários durante o ensaio de digestibilidade com as dietas Dc (100% da dieta purificada), D1 (contendo 30% de milho) e D2 (contendo 30% de farelo de trigo).

Dietas	Temperatura °C		
	Média	Máxima	Mínima
Dieta controle (Dc)	28,0 \pm 0,96	31,1	25,4
Dieta 1 (D1)	28,0 \pm 0,97	31,1	25,4
Dieta 2 (D2)	28,0 \pm 0,95	30,9	25,5

Tabela 5. Temperatura (°C) média (desvio padrão), máxima e mínima da água dos aquários durante o ensaio de digestibilidade com as dietas Dc (100% da dieta purificada), D3 (contendo 30% de farelo de soja) e D4 (contendo 30% de farinha de carne e ossos).

Dietas	Temperatura °C		
	Média	Máxima	Mínima
Dieta controle (Dc)	28,5 \pm 0,91	30,9	26,3
Dieta 3 (D3)	28,5 \pm 0,89	30,5	24,5
Dieta 4 (D4)	28,5 \pm 0,91	31,1	26,2

6.1 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) das dietas

As médias dos CDA dos nutrientes, energia bruta e disponibilidade do material mineral, das dietas experimentais contendo os ingredientes energéticos milho e farinha de trigo, na proporção de 30%, estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta e coeficiente de disponibilidade aparente (média \pm desvio padrão) do material mineral da dieta controle (Dc), dieta D1 (30% de milho) e dieta D2 (30% de farelo de trigo).

Nutrientes	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		
	Dc	D1	D2
Matéria seca	73,92 \pm 1,48 ^a	74,19 \pm 2,00 ^a	68,73 \pm 1,38 ^b
Proteína bruta	95,17 \pm 0,28 ^a	91,88 \pm 1,19 ^b	92,19 \pm 0,94 ^b
Extrato etéreo	93,84 \pm 2,16 ^a	87,08 \pm 2,83 ^b	86,50 \pm 2,17 ^b
Material mineral	71,27 \pm 225 ^a	62,30 \pm 5,00 ^b	77,63 \pm 3,45 ^a
Fibra bruta	-	-	-
Extrato não nitrogenado	-	-	-
Energia bruta	80,02 \pm 0,97 ^a	79,09 \pm 1,57 ^a	75,41 \pm 0,70 ^b

Média, na linha, seguidas de letras iguais não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

(-) = Não foi possível determinar o CDA da fibra bruta nas rações

Os valores médios dos CDA da proteína bruta e extrato etéreo da dieta controle (Dc) foram superiores aos valores dos CDA destes nutrientes nas dietas D1 e D2, indicando o alto valor biológico dos ingredientes purificados (P<0,05). Os valores médios dos CDA da matéria seca e energia bruta da dieta Dc não diferiram estatisticamente aos valores encontrados na dieta D1. O coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral da Dc não distinguiu estatisticamente do valor médio encontrada na dieta D2.

Os valores médios dos CDA dos nutrientes estudados, no presente trabalho, na dieta Dc são próximos aos resultados obtidos em estudos de determinação do CDA para tilápia-do-Nilo, realizados por Furuya et al. (2001) e Gonçalves et al. (2009). A padronização e a utilização de alimentos purificados, segundo Instituto de Nutrição Americana (AIN, 1997) são mais eficientes na determinação do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, uma vez que, a interferência de fatores característicos de cada alimento, como processamento químico e fatores antinutricionais, pode ser minimizada.

Comparando os valores médios dos CDA da proteína bruta e extrato etéreo entre as dietas D1 e D2, observou-se que não houve diferença significativa. A dieta D1 apresentou

melhores valores dos CDA da matéria seca (74,19%) e energia bruta (79,09%), quando comparado à dieta D2, 68,73% e 75,41%, respectivamente. Entretanto, o coeficiente de disponibilidade do material mineral na dieta D2 (77,63%) foi superior ao apresentado na dieta D1 (62,30%).

Os valores médios dos CDA da fibra bruta não foram analisados, pois apresentaram discrepância nos resultados na análise química-bromatológica, que resultaram em valores do CDA acima de 100%.

As médias dos valores dos CDA dos nutrientes e energia bruta das dietas experimentais, contendo os ingredientes protéicos farelo de soja e farinha de carne e ossos, na proporção de 30%, estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta da dieta controle (Dc), dietas D3 (30% de farelo de soja) e dieta D4 (30% farinha de carne e ossos).

Nutrientes	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		
	Dc	D3	D4
Matéria seca	72,24 \pm 0,73 ^b	73,5 \pm 0,79 ^b	75,52 \pm 1,20 ^a
Proteína bruta	95,28 \pm 0,50 ^a	94,59 \pm 0,58 ^a	94,94 \pm 0,41 ^a
Extrato etéreo	93,15 \pm 1,91 ^a	88,61 \pm 2,94 ^b	90,52 \pm 1,42 ^{ab}
Material mineral	-	-	-
Fibra bruta	-	-	-
Extrato não nitrogenado	-	-	-
Energia bruta	80,36 \pm 0,53 ^a	81,05 \pm 0,70 ^a	83,35 \pm 0,81 ^b

Média, na linha, seguidas de letras iguais não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

(-) = Não foi possível determinar o CDA da fibra bruta de do material mineral nas rações

Os valores médios dos CDA das dietas, contendo os ingredientes proteicos apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). A dieta D4, com 30% de farinha de carne e ossos, apresentou a melhor média do CDA para a matéria seca (75,52%). As dietas Dc e D3 não apresentaram diferença estatística para a média do CDA da matéria seca. O valor médio do CDA do extrato etéreo foi superior na dieta Dc (93,15%), que diferiu estatisticamente do

valor médio do CDA de extrato etéreo encontrado para a dieta D3 (88,61%) ($P < 0,05$). Em relação ao CDA da energia bruta, a dieta Dc e dieta D3, 93,15% e 90,52%, respectivamente, não diferiram estatisticamente, mas suas médias foram significativamente superiores às encontradas na dieta D4 (88,61%) ($P < 0,05$). O valor médio do CDA da proteína bruta da dieta Dc, D3 e D4 não apresenta diferença estatística, o que leva a inferir que o *P. infilis* (tracajá) possui um bom aproveitamento da proteína presente nas dietas estudadas.

Os valores do CDA da fibra bruta, extrato não nitrogenado e disponibilidade do material mineral não foram considerados aceitáveis, pois apresentaram discrepância nos resultados, com valores acima de 100%.

6.2 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes energéticos

Os valores médios do coeficiente de digestibilidade, aparente dos nutrientes e energia bruta, e o coeficiente de disponibilidade, aparente do material mineral dos ingredientes energéticos, milho e farelo de trigo, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta e coeficiente de disponibilidade aparente (média \pm desvio padrão) do material mineral da dieta controle (Dc) e dos ingredientes energéticos milho (MI) e farelo de trigo (FT).

Nutrientes	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		
	Dc	MI	FT
Matéria seca	73,92 \pm 1,48 ^a	74,81 \pm 6,71 ^a	56,63 \pm 5,13 ^b
Proteína bruta	95,17 \pm 0,28 ^a	84,19 \pm 3,61 ^b	85,24 \pm 2,85 ^b
Extrato etéreo	93,84 \pm 2,16 ^a	71,31 \pm 9,56 ^b	69,36 \pm 7,83 ^b
Material mineral	71,27 \pm 2,25 ^a	41,35 \pm 15,62 ^b	92,45 \pm 11,29 ^a
Fibra bruta	-	-	-
Extrato não tritogenado	-	-	-
Energia bruta	80,02 \pm 0,97 ^a	76,90 \pm 5,12 ^a	64,66 \pm 2,87 ^b

Média, na linha, seguidas de letras iguais não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

(-) = Não foi possível determinar o CDA da fibra bruta nos ingredientes

O valor médio do CDA da matéria seca do milho (74,81%) foi significativamente superior ao farelo de trigo (56,63%) ($P < 0,05$). Este resultado está dentro do esperado, uma vez que, durante o período de coleta das fezes, foi recolhido um menor volume de fezes dos animais alimentados com a dieta D1, contendo 30% de milho. O menor valor médio do CDA da matéria seca, observado no farelo de trigo no *P. unifilis* (tracajá), assemelha-se aos observados por Boscolo et al. (2002) e Pezzato et al. (2002) em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo), 66,79% e 66,05%, respectivamente. Os autores atribuíram o baixo valor para o CDA da matéria seca do farelo de trigo ao fato da alta porcentagem de polissacarídeos não amiláceos, que atuam como redutores de digestibilidade, como por exemplo, as pentosanas e beta-glucanos que causam o aumento da viscosidade intestinal, prejudicando a ação enzimática.

Para nutriente proteína, não houve diferença significativa entre os valores médios dos CDA encontrados no milho (84,19%) e farelo de trigo (85,24%). O aproveitamento da proteína bruta do milho pelo *P. unifilis* (tracajá) foi próximo aos encontrados nos peixes *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) e *Piaractus branhyomus* (pacu), que apresentaram valores de 87,12% e 85,06%, respectivamente (Furuya et al., 2001; Fernandes et al., 2004). Para o farelo de trigo, o valor médio do CDA da proteína no *P. unifilis* (tracajá) (85,24%) foi superior ao encontrado em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) por Furuya et al. (2001) (78,21%) e em *Piaractus brachypomus* (pacu) por Fernandes et al. (2004) (61,62%). Entretanto, o CDA desse nutriente pelo *P. unifilis* (tracajá) foi inferior aos valores encontrados em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) por Boscolo et al. (2002) (91,00%) e Pezzato et al. (2002) (91,13%).

Analisando os valores médios do CDA para o extrato etéreo do milho (71,31%) e do farelo de trigo (69,36%) não se observou diferença significativa. Neste estudo, o valor médio do CDA do extrato etéreo do milho em *P. unifilis* (tracajá) foi inferior aos encontrados em

Oreochromis niloticus (tilápia-do-Nilo) por Furuya et al. (2001) (91,16%) e por Fernandes et al. (2004) (83,01%). Contudo, os valores médios do CDA desse nutriente foi superior ao encontrado por Pezzato et al. (2002) também em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (69,02%). O valor médio do CDA no farelo de trigo para extrato etéreo foi semelhante ao encontrado por Pezzato et al. (2002) (67,37%) para *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo).

Os valores médios do CDA da energia bruta do milho e farelo de trigo pelo *P. unifilis* (tracajá) foram diferentes estatisticamente ($P < 0,05$). O milho (76,90%) apresentou o melhor valor do CDA em comparação ao observado no farelo de trigo (64,66%). O valor médio do CDA da energia bruta do milho para *P. unifilis* (tracajá) foi superior aos encontrados para *Penaeus setiferus* (camarão branco) (60,37%), *Pseudoplatystoma coruscans* (pintado) (64,95%) e *Caiman yacare* (jacaré-do-pantanal) (25,17%) (Brunson et al., 1997; Gonçalves e Carneiro, 2003; Maciel et al., 2003). Entretanto, Boscolo et al. (2002) encontram valor semelhante ao do presente estudo em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (76,63%). Gonçalves et al. (2009) encontraram valores superiores (86,15%) também em estudo com *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo). O farelo de trigo apresentou valor CDA próximo ao encontrado por Boscolo et al. (2002) (68,81%). Todavia, foi inferior aos resultados encontrados por Gonçalves et al. (2009) (72,83%), ambos trabalhando com *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo).

O coeficiente de disponibilidade do material mineral do milho diferiu estatisticamente ao observado no farelo de trigo ($P < 0,05$), sendo o coeficiente de disponibilidade do material mineral do milho inferior ao observado no farelo de trigo, 41,35% e 92,45%, respectivamente. Este resultado pode ser atribuído à alta quantidade de material mineral presente no farelo de trigo em comparação ao milho (Tabela 1), uma vez que, Liesegang et al. (2001), estudando a disponibilidade de diferentes dietas para *Geochelone nigra* (tartaruga gigante de Galápagos),

observaram que quanto menor a quantidade de material mineral, menor o coeficiente de disponibilidade aparente.

6.3 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes protéicos

Os valores médios dos CDA da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta dos ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Coeficiente de digestibilidade aparente (média \pm desvio padrão) dos nutrientes e energia bruta da dieta controle (Dc) e dos ingredientes protéicos farelo de soja (FS) e farinha de carne e ossos (FCO).

Nutrientes	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		
	Dc	FS	FCO
Matéria seca	72,24 \pm 0,73 ^b	76,45 \pm 2,81 ^b	83,18 \pm 3,89 ^a
Proteína bruta	95,28 \pm 0,50 ^a	93,00 \pm 2,03 ^a	94,16 \pm 1,62 ^a
Extrato etéreo	93,15 \pm 1,91 ^a	78,00 \pm 9,64 ^b	84,38 \pm 5,81 ^{ab}
Material mineral	-	-	-
Fibra bruta	-	-	-
Extrato não nitrogenado	-	-	-
Energia bruta	80,36 \pm 0,53 ^b	82,65 \pm 2,37 ^b	90,33 \pm 2,67 ^a

Média, na linha, seguidas de letras iguais não diferem (P>0,05) pelo teste Tukey.

(-) = Não foi possível determinar o CDA da fibra bruta e do material mineral nos ingredientes

Para a matéria seca, verifica-se (Tabela 9) que o farelo de soja apresentou valor médio do CDA inferior ao exibido pela farinha de carne e ossos (P<0,05). O CDA da matéria seca da farinha de carne e ossos para *P. unifilis* (tracajá) (83,18%) foi superior aos valores encontrados em *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) (79,10%) por Almeida & Abe (2009) e também superior aos de outras espécies com *Penaeus setiferus* (camarão branco) (46,41%), *Rachycentron canadem* (Cobia) (60,42%), *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (68,43%), e *Ophiocephalus argus* (cabeça de cobra) (61,9%) (Brunson et al., 1997; Zhou et

al., 2004; Quintero-Pinto et al., 2008; Yu et al., 2012). O valor do CDA da matéria seca, observado no farelo de soja para *P. unifilis* (tracajá) (76,45%), foi superior ao encontrado em *Penaeus setiferus* (camarão branco) (67,00%), *Rachycentron canadem* (Cobia) (68,29%), *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (66,73%) e *Ophiocephalus argus* (cabeça de cobra) (68,88%) (Brunson et al., 1997; Zhou et al., 2004; Quintero-Pinto et al., 2008; Yu et al., 2012). E o resultado do CDA da matéria seca do farelo de soja, desse estudo, mostra-se próximo ao encontrado por outros autores para peixes *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (71,04%), *Anguilla australis australis* (enguia) (70%) e *Rhamdia quelen* (jundiá) (73,3%) (Pezzato et al., 2002; Engin & Carter, 2002; Oliveira Filho et al., 2006).

O valor médio do CDA do nutriente proteína do farelo de soja e farinha de carne e ossos, não apresentou diferença significativa. O valor médio CDA deste nutriente no farelo de soja (93,00%) foi semelhante ao encontrado nas espécies *Penaeus setiferus* (camarão branco) (94,63%), *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (92,72%) (Brunson et al., 1997; Furuya et al., 2001; Pezzato et al., 2002; Quintero-Pinto et al., 2008), mas superior ao encontrado em *Rachycentron canadem* (Cobia) (83,4%) (Zhou et al., 2004). O valores médios do CDA da proteína na farinha de carne e ossos, encontrados no presente estudo (94,16%), foram superiores aos encontrados em *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) (87,61%) por Almeida & Abel, (2009) e *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) (87,14%) por Quintero-Pinto et al. (2008).

Quanto aos valores médios dos CDA do extrato etéreo dos ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e osso, verifica-se que não houve diferença estatística. O valor médio do CDA do extrato etéreo da farinha de carne e ossos foi inferior ao descoberto por Almeida & Abel (2009) em *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) (93,83%). Pezzato et al. (2002), estudando a digestibilidade de ingredientes em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo), encontrou valor médio do CDA do extrato etéreo em farelo de soja de

82,67%, sendo portanto superior ao valor médio do CDA deste nutriente, verificado no presente estudo em *P. unifilis* (tracajá), que foi de 78,00%.

Para a energia bruta, os valores médios obtidos no CDA dos dois ingredientes proteicos estudados apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$). Com relação à farinha de carne e ossos, o valor médio do CDA de energia bruta, encontrados neste estudo em *P. unifilis* (tracajá) (90,33%), foram maiores aos encontrados em *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia) (79,61%) por Almeida & Abe, 2009. O resultado obtido para o farelo de soja (82,65%) no presente estudo está próximo ao valor encontrado por Koprucu & Ozdemir (2005) (83,7%) e Gonçalves et al. (2009) (84,12%) em estudo de digestibilidade deste ingrediente em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo).

Grande parte dos valores do CDA dos nutrientes apresentados pelo *P. unifilis* (tracajá) foram iguais ou superiores em relação a outras espécies referenciadas. Os altos valores do CDA apresentados pelo tracajá podem ser justificados pelo elevado tempo de trânsito gastrointestinal verificado nesta espécie durante a condução do experimento. Foram necessários 16 dias para observar a mudança de coloração das fezes, para então iniciar a coleta. Este elevado tempo de trânsito gastrointestinal é relatado por outros autores como um fator responsável pela melhora na eficiência digestiva nos quelônios, podendo variar de 12 a 22 dias, com uma média de $17,6 \pm 2,41$ dias melhorando a eficiência digestiva (Lopes, 2006; Pinto, 2006; Santos et al., 2010). Segundo os autores, a eficiência digestiva é melhorada devido ao maior tempo de ação das enzimas endógenas do intestino delgado e como o bolo alimentar permanece por muito tempo também no intestino grosso, aumenta a atividade microbiana (Bjorndal, 1989; Magalhães, 2010).

Outro fator importante está relacionado ao estômago que apresenta dois compartimentos separados por uma constrição, demonstrando divisão de função entre cada porção. As regiões cárdicas e fúndicas são desprovidas de glândulas gástricas, estando

presentes somente na região pilórica. Portanto, a primeira porção do estômago possui função fermentativa, composta pela região cárdia e fúndica, e a região pilórica, região esta mais desenvolvida, possui função digestiva (Magalhães, 2010).

Deve-se considerar também que a composição da dieta controle, empregada neste experimento, onde foram utilizados ingredientes purificados, pode ter ocasionado alguma diferença na comparação com os resultados da literatura, uma vez que, nos trabalhos referenciados para quelônios, estes ingredientes purificados não foram utilizados.

6.4 Nutrientes digestíveis

Os resultados referentes aos nutrientes digestíveis e energia digestível de todos os ingredientes testados, assim como também o material mineral disponível dos ingredientes energéticos, estão na Tabela 10.

Tabela 10. Valores dos nutrientes e energia digestível e valores do material mineral e disponível dos ingredientes energéticos e protéicos utilizados nas dietas para tracajá (*Podocnemis unifilis*).

Composição	Tratamentos			
	MI	FT	FS	FCO
Matéria seca digestível (%)	65,62	50,58	68,12	75,85
Proteína bruta digestível (%)	7,78	13,28	45,36	52,02
Extrato etéreo digestível (%)	4,46	3,18	2,96	9,43
Material mineral disponível (%)	0,61	5,26	-	-
Energia digestível (Kcal/kg)	3478,81	2818,23	4137,97	5014,48

MI = milho, FT = farelo de trigo; FS = farelo de soja; FCO = farinha de carne e ossos

A matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível do milho observados no *P. unifilis* (tracajá) foram de 65,62%, 7,78% e 3478,81(Kcal/kg), respectivamente. Boscolo et al. (2002), avaliando os nutrientes digestíveis do milho em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo), encontraram valores próximos aos descobertos no presente pesquisa, 7,18% e 3.037,03 kcal/kg, para proteína digestível e energia digestível, respectivamente. Valores

próximos foram encontrados também em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) por Gonçalves et al. (2009), onde obtiveram valores de 70,22%, 6,66% e 3.632 kcal/kg, para matéria seca, proteína e energia digestível, respectivamente.

Para o farelo de trigo, a matéria seca digestível (50,58%), proteína digestível (13,28%) e energia digestível (2.818,23 kcal/kg), encontrados no presente estudo, foram inferiores aos encontrados em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) por (Gonçalves et al., 2009), que observaram valores de 61,67% , 14,34% e 3.075,00 kcal/kg, para matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível, respectivamente. Entretanto, Boscolo et al. (2002) descobriram valores semelhantes aos encontrado neste trabalho para proteína digestível 13,44% e energia digestível 2.825,88 kcal/kg. Os autores não avaliaram a matéria seca digestível.

Os valores digestíveis dos nutrientes, matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível do farelo de soja obtidos em *P. unifilis* (tracajá) foram, respectivamente, 68,12%, 45,36% e 4137,97 kcal/kg. Esses valores diferem dos encontrados em *Oreochromis niloticus* (tilápia-do-Nilo) por Gonçalves et al (2009), que foram superiores na matéria seca digestível (74,81%) e inferiores para proteína digestível (43,69%) e energia digestível (3.591,00 kcal/kg). Os valores obtidos por Boscolo et al. (2003) também foram inferiores para de proteína bruta digestível (42,19%) e energia digestível (3.057,63 kcal/kg).

Para os resultados da farinha de carne e ossos, os valores obtidos da matéria seca digestível (75,85%), proteína digestível (52,02%) e energia digestível (5.014,48 kcal/kg) para tracajá foram superiores aos encontrados por Almeida & Abe (2009), onde obtiveram valores de 73,89% de, 36,51% de e 3.334,00 kcal/kg na matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível, respectivamente. A grande variação nos resultados encontrados, em diferentes estudos de energia digestível, pode estar relacionada a alguns fatores ligados ao ingrediente, dentre eles, a matéria prima original, processamento, formas de proteção contra

oxidação dos nutrientes e a características do produto quanto a composição físico- química (Massumoto et al., 1996).

Sendo o lipídio o nutriente mais energético (9,44 kcal/g), possuindo quase o dobro da energia encontrada na proteína (5,64 kcal/g) e no carboidrato (4,11 kcal/g), os altos valores da energia digestível encontrados nos ingredientes estudados podem estar relacionados aos elevados teores desse nutriente observados na composição dos ingredientes, tanto proteicos como energéticos, testados neste estudo (Tabela 1). A discrepância do valor da energia digestível também pode ser devido à variação na proporção das matérias-primas utilizadas, dos sistemas, da temperatura de e tempo de processamento a que o ingrediente é submetido (Shirley & Parsons, 2000).

7. CONCLUSÃO

Os ingredientes energéticos, milho e farelo de trigo, apresentaram semelhantes valores do CDA da proteína e extrato etéreo, indicando que essas fontes energéticas podem compor as dietas de *P. unifilis* (tracajá) com até os dois anos de idade em proporções variadas, sem implicação na eficiência digestiva.

Os ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos, indicaram semelhantes valores do CDA da proteína e extrato etéreo, e valores muito próximos no CDA da matéria seca e energia bruta, indicando que essas fontes proteicas podem compor as dietas de *P. unifilis* (tracajá) com até os dois anos de idade em proporções variadas, sem implicação na eficiência digestiva.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis of AOAC Internacional*. 17th ed. Gaithersburg, 2000.

ACOSTA, A.D.; TERAN, A.F.; RAMIREZ, I.V.; TALEIXO, G.T. Alimentación de las crías de *Podocnemis unifilis* (Reptilia: Testudinides) em cautiverio, Iquito, Peru. In: congreso internacional sobre manejo de fauna silvestre em amazonia e latinoamerica. *Anais*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y la University of Florida. Iquitos, Peru, 1995.

AIN (American Institute of Nutrition). Standards for Nutricional Studies Report, Report of the American institute of nutrition ad hoc committee on standards for nutrition studies, *Journal Nutrition*, London, v.107, p.1340-1348, 1977.

ALMEIDA, C.G. *Fontes e disponibilidade de cálcio e fósforo para a tartaruga-da-Amazônia - Podocnemis expansa criada em cativeiro*. Dissertação de Mestrado, UNESP, Jaboticabal – SP, p.89, 2007.

ALMEIDA, C.G.; ABE, A.S. Aproveitamento de alimentos de origem animal pela tartaruga-da-amazônia – *Podocnemis expansa* criada em cativeiro. *Acta Amazonia*, v.39, n.1, p.205-210, 2009.

ALMEIDA, C.G. *Crescimento e digestibilidade de dietas com diferentes teores de fibra para a tartaruga-da-amazônia - podocnemis expansa*. Tese de Doutorado, UNESP, Jaboticabal – SP, p.93, 2011.

ALMEIDA, S.S.; SÁ, P.G.S.; GARCIA, A. Vegetais utilizados como alimento por *Podocnemis* (Chelonia) na região do baixo Xingu (Brasil – Pará). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Botânico*, v.2, n. 2, p.199-211, 1986.

ANDRADE, P.C.M.; DUARTE, J.A.M.; COSTA, F.S.; MACEDO, P.C. *Diagnostic of comercial farming of chelonians (Podocnemis SP.) In Amazonas State – Brazil*. Abstracts of Joint Meeting of Ichthyologist and Herpetologist. Manaus, CD-ROM, 2003.

ANDRADE, P.C.M. *Criação e Manejo de Quelônios no Amazonas*. Projeto diagnósticos da criação de quelônios no Estado do Amazonas Manaus - IBAMA, Pró-Varzea/Aquabio: il. Color.; Manaus, 528 p., 2008.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA-FILHO, A. *Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal. Os alimentos*. Vol.1, Ed. Nobel, São Paulo, p. 395, 2002.

AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide markig and analysis of contents from different segments of gastrointestinal tract. *Aquaculture*, Amsterdam, v.13, p.265-272, 1978.

AVERY, H.W.; SPOTILA, J.R.; CONGDON, J.D.; FISCHER, R.U.; STANDORA, E.A.; AVERY, S.B. Roles of diet protein and temperature in the growth and nutritional energetics of juvenile slider turtles, *Trachemys scripta*. *Physiological Zoology*, v.66, n.6, p.902-925, 1993.

BELKIN, D.A.; GANS, C. An usual chelonian feeding niche. *Ecology*, v.49, n.4, p.768-769, 1968.

BEST, R.C.; SOUZA, V.S. Nutrição e crescimento em tartarugas jovens da Amazônia (*P. expansa*). In: *Congresso Brasileiro de Zoologia*. 11., Pará. p.304-5. 1984.

BJORNDAL, K.A. Flexibility of digestive responses in two generalist herbivores, the tortoises *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulate*. *Oecologia*, v.78, p.317-321, 1989.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes convencionais e alternativos para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

BRASIL. Lei no 5.197, de janeiro de 1967. Dispões sobre a proteção à fauna e dá outras providências, *Diário Oficial da União*. Brasília, 1967.

BRASIL. Portaria 142, de dezembro de 1992. Normatiza a criação em cativeiro das espécies de quelônios *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis*, em criadouros com finalidade comercial, partindo de filhotes, nas áreas de distribuição geográfica. *Diário Oficial da União*. Brasília, n.14, p.922-923, 1992.

BRASIL. Portaria 70, de 23 de agosto de 1996. Normalização a comercialização de produtos e subprodutos das espécies de quelônios *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis*, provenientes de criadouros comerciais regulamentados pelo IBAMA. *Diário Oficial da União*. Brasília, n.165, p.16390-16391, 1996.

BRUNSON, J.F.; ROMAIRE, R.P.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in diets for white shrimp *Penaeus setiferus* L. *Aquaculture Nutrition*., v.3, p.9-16, 1997.

CANTARELLI, V.H. Conservação e manejo de quelônios da Amazônia. In: Herpetologia no Brasil, PUC/MG. Fundação Biodiversitas: Fundação Esequiel Dias. CENAQUA. Informativo da Associação Pró -Tartaruga. *Rev. Chelonia*. Goiânia, Jun. 1994. p.25-34, 1994.

CANTO, S.L.O.; OLIVEIRA, M. da S. de; RODRIGUES, E.C.P. de G.; DUARTE, J.A.M.; ANDRADE, P.C.M. Consumo de produtos da fauna silvestre no Estado do Amazonas. In: *Congreso internacional sobre manejo de fauna silvestre en amazonia y latino america*, 4., 4-8 de out. 1999. Anais... Asunción, Paraguay, p.125, 1999.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.I. Apprent digestibility measurement in feedstuff for rainbow trout. In: *World symposium on finfish nutrition and fishfeed technology*, Hanburg, 1979.

CHO, C.H. La energia en la nutrición los peces. In: *Nutrición em cuicultura II*. Madrid-España: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, p.197-237, 1987.

COSTA, F.S. *Desenvolvimento de quelônios (Podocnemis expansa e Podocnemis unifilis) em cativeiro, sob diferentes instalações e níveis de proteína e nergia bruta na ração*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil, 2003.

COSTA, F.S.; DUARTE, J.A.M.; OLIVEIRA, P.H.G.; ANDRADE, P.C.M. Alimentação e Nutrição de quelônios aquáticos amazônicos (*Podocnemis* spp.). *Criação e Manejo de Quelônios na Amazônia*. 1 ed. Manaus: FAPEAM/SDS. Cap. 8, p.259-256, 2008.

CUBA, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. *Tratado de Animais Selvagens – Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca, p.86-119, 2007.

DA SILVA, S. & ANDERSON, T.A. *Fish nutrition in aquiculture*. 1 ed. London: Sena S. De Silva & Tretor A. Anderson, 1995. Ed. Chapman & Hall, London, 1995.

DUARTE, J.A.M. *Diagnóstico da criação de quelônios e incubação artificial de ovos de tartaruga (Podocnemis expansa) no Amazonas*. Monografia. Manaus: Universidade do Amazonas, 1998.

ENGIN, K.; CARTER, C.G. Ingredient apparent digestibility coefficients for the Australian short-finned eel (*Anguilla australis australis*, Richardson). *Animal Science*, v.75, p.401-413, 2002.

ERNST, C.H.; BARBOUR, R.W. *Turtles of the world*. Washington and London: Smithsonian Institution, 313p, 1989.

FERNANDES, J.B.K.; LOCHMANN, R.; BOCANEGRA, F. A. Apparent digestibility energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. *Journal of the world aquaculture society*, v.35, n.2, p. 237-244, 2004.

FURUKAWA, A.A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as index substance in the study of digestibility of fish feed. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries*, Minato, v.32, n.6, p.502-506, 1966.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; FURUYA, V.R.B.; BARROS, M.M. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). *Acta Scientiarum*. Maringá, v.23, n.2, p.465 – 469, 2001.

GARCEZ, J.R. *Comercialização e reprodução da tartaruga-da-amazônia (Podocnemis expansa) e do tracajá (Podocnemis unifilis) em cativeiro no estado do Amazonas*. Monografia. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2009.

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.

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para pintado (*Pesudoplatystoma coruscans*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.779-786, 2003.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; ROCHA, D.F. KLEEMAN, G.K. SANTA ROSA, M.J. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia do Nilo. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, v.35, n.2, p.201-213, 2009.

HISANO, H.; SAMPAIO, F.G.; BARRO, M.M.; PEZZATO, L.E. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-Nilo. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, n. 1, p.43-49, 2008.

IVERSON, J.B. *A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world*. Richmond: Earlham College, 363 pp., 1992.

KOPRUCU, K.; OZDEMIR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.250, p.308-316, 2005.

KOTB, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. *Nutrition Abstracts and Reviews, Series B. Livestock Feed and feeding*, Aberdeen, v.43, n.3, p.813-845, 1972.

LIESEGANG, A.; HATT, J. M.; NIJBOER, J.; FORRER, R.; WANNER, M.; ISENBUGEL, E. Influence of different dietary calcium levels on the digestibility of Ca, Mg and P in captive-born juvenile Galapagos giant tortoises (*Geochelone nigra*). *Zoo Biology*, v.20, p.367-374, 2001.

LIMA, M.G.H.S. *A importância das proteínas de origem animal e vegetal no primeiro ano de vida da tartaruga-da-amazônia Podocnemis expansa (Schweigger, 1812)*. Dissertação de

Mestrado. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Universidade do Amazonas, 1998.

LOPES, L.A.R. *Determinação do tempo de trânsito gastrointestinal em Podocnemis expansa, Schweigger, 1812 (tartaruga-da-Amazônia)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 42pp., 2006.

LUZ, V.L.F.; REIS, I.J. *Conservação e criação comercial de quelônios*. Goiânia: CENAQUA, 34 p, 1999.

LUZ, V.L.F.; REIS, I.J. dos. *Criação comercial de tartaruga e tracajá. Manual técnico*. Sebrae. Cuiabá. 72 p, 2005.

MACIEL, F.R.; LOGATO, P.V. R.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.F.; ALEIXO, V.M. Coeficiente de digestibilidade aparente de cinco fontes energéticas para jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, Daudin, 1802). *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v.27, n.3, p.675-680, 2003.

MADER, D.R. *Reptile medicine and surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 512 p, 1996.

MAGALHÃES, M.S. *Morfologia do tubo digestório aplicada à compreensão da dieta em quelônios da família Podocnemididae*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus -AM, 78p, 2010.

MALVASIO, A., SOUZA, A.M., MOLINA, F.B., SAMPAIO, F.A. BELKIN, D.A.; GANS, C. Comportamento e preferência alimentar em *P. expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Trochel) e *P. sextuberculata* (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 20, v.1, p.161-168, 2003.

MASSUMOTO, T.; RUCHIMAT, T.; ITO, Y. Amino acid availability values for several protein sources for yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture*, v.146, p.109-119, 1996.

MOREIRA, G.R.S.; LOUREIRO, J.A.S. Contribución al estudio de la morfología del tacto digestivo de individuos jóvenes de *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Acta Zoologica Lilloana*, v.41, p.345-348, 1992.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of fish and Shrimp*. National Academy of Science of Washington, Washington, USA, 1993.

NOSE, T. On the digestion of food protein by goldfish (*Carassius auratus*) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). *Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory*, Hino – City, v.10, 11-22, 1960.

NUNES, C.S. Avaliação do valor nutricional de fontes de proteína. II – Metodologia in vivo aplicável aos animais nomogástricos e aos teleósteos. *Revista Portuguesa Ciências Veterinárias*, v.91, n.519, p.144-151, 1996.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSI, D. . Coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006.

OLIVEIRA, G.M.; SANTOS, E.E.D.; LUZ, V.L.F. Estudo morfológico do tubo digestivo de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia). In: Congresso Brasileiro de Zoologia, Santa Maria-RS, 1996.

PARMENTER, R.R. Digestive turnover rates in freshwater turtles: the influence of temperature and body size. *Compendium Biochemistry Physiology*, v.70, 1981.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

PEZZUTI, J.C.B.; SILVA, D.F.; PANTOJA-LIMA, J.; KEMENES, A.; GARCIA, M.; PARALLUPI, N.D.; MONJELÓ, L.A.S. Ecologia de quelônios pelomedusídeos na Reserva Biológica do Abufari In: Criação e manejo de quelônios no Amazonas. (Andrade, P.C.M.,Ed.). Ibama, ProVázea, Manaus, p.127–173, 2008.

PINTO, J.G.S. *Aspectos anátomo-radiográficos e tempo de trânsito gastrointestinal em tracajá Podocnemis unifilis Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 34pp., 2006.

PORTAL, R.R.; LIMA, M.A.S.; LUZ, V.L.F.; BATAUS, Y.S.L.; REIS, I.J. Espécies vegetais utilizadas na alimentação de *Podocnemis unifilis*, Troschel 1948 (Reptilia, Testudinae, Pelomedusidae) na região do Pracuúba – Amapá – Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, v.3, n.1, p.11-19, 2002.

POUGH, F.H.; ANDREWS, R.M.; CADLE, J.E.; CRUMP, M.L.; SAVITZKY, A.H.; WELLS, K.D. *Herpetology*. 2 ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2001.

POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; McFARLAND, W.N. Ectotermos terrestres; Tartarugas. *In: A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu. p.387-406, 1993.

PRITCHARD, P.C.H. *Encyclopedia of turtles*. 1 ed. USA: T.F.H. Publication Inc. Ltd., 1979.

PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P. *Turtles of Venezuela. Society for Study of Amphibians and Reptiles*. Ithaca, NY. 415 pp, 1984.

QUINTERO-PINTO, L.G. *Exigência dietaria e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus)*. Tese de Doutorado, UNESP, Botucatu – SP, p.85, 2008.

RODRIGUES, M.J.J. *Condição nutricional da dieta da tartaruga-da-amazônia, Podocnemis expansa (Schweigger, 1812), em ambiente natural na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Belém: Centro Agropecuário – Universidade Federal do Pará, 2003.

RUEDA-ALMONACID, J.V.; CARR, J.L.; MITTERMEIER, R.A.; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; MAST, R.B.; VOGT, R.; MAST, R.B.; VOGT, R.C.; RHODIN, A.G.J.; OSSA-VELÁSQUEZ, D.L.; RUEDA, J.N. & MITTERMEIER, C.G. *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del tropico*. Serie de guías tropicales de campo N°6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 538pp, 2007.

SANTOS, A.L.Q.; FERREIRA, C.G.; PINTO, J.G.S.; LIMA, C.A.P.; VIEIRA, L. G. BRITO, F.M.M. Radiographic anatomy aspects and gastrointestinal transit time in *Podocnemis unifilis*

Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v.32, n.4, p.431-435, 2010.

SANTOS, A.L.Q.; BELETTI, M.E.; QUEIROZ, R.P. *Estudo morfológico do tubo digestivo da Tartaruga-da-amazônia Podocnemis expansa*. Relatório. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG. 15p, 1998.

SHIRLEY, R.B.; PARSONS, C.M. Effect of pressure processing on amino acid digestibility of meat for poultry. *Poultry Science*, v.79, p.1775-1781, 2000.

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, p.96-102, 1985.

SI-JIA. Effects of ration level and feeding frequency on digestibility in juvenile soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*. *Journal of Zhejiang University*, v.7, n.7, p.580-585, 2006

STONE, M.D.; MOLL, D. Diet-dependent differences in digestive efficiency in two sympatric species of box turtles, *Terrapene carolina* and *Terrapene ornate*. *Journal of Herpetology*, v.40, n.3, p.364–371, 2006.

TERÁN, A.F.; ACOSTA, A ; VILCHEZ, I. Tortugas *Podocnemis* mantidas em cativeiro ao redor de Iquitos, Loreto -Peru. *Boletín de Lima* , v.84, p.79-88, 1992.

TERÁN, A.; ACOSTA, A.; VILCHEZ, I. & TALEIXO, G. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* (Reptilia: Testudines) en cautiverio, Iquitos, Perú. En: Tula G. Fang, Richard E. Bodmer, Rolando Aquino y Michael H. Valqui (eds.). *Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía*, pp.185-189. La Paz, Bolivia. 1997.

VIANNA, V.O. *Uso de dietas artificiais no desenvolvimento inicial de tracajá (Podocnemis unifilis), tigre d'água (Trachemys dorbignyi), teiú (Tupinambis merianae) e jacaré -de- amarelo (Caiman latirostris) em cativeiro*. Jaboticabal, SP. Tese de Doutorado – Centro de Aqüicultura, UNESP, 1999.

VOGT, R.C. *Tartarugas-da-Amazônia*. Gráfica Biblos. Impresso em Lima, Peru, 2008.

VOGT, R.C.; SEVER, D.M; MOREIRA, G. Esophageal papillae in Pelomedusid turtles. *Journal of Herpetology*, v.32, n.2, p.279-282, 1998.

YU, H.R.; ZHANG, Q.; CAO, H.; WANG, X.Z.; HUANG, G.Q.; ZHANG, B.R.; FAN, J.J.; LUI, S.W.; LI, W.Z.; CUI, Y. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile snakehead, *Ophiocephalus argus*. *Aquaculture Nutrition*., doi: 10.1111/j.1365-2095.2012.00947.x, 2012.

ZHOU. Q.C.; TAN, B.P.; MAI, K.S.; LIU, Y.J. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadem*. *Aquaculture*, v.241, p.441-451, 2004.