



JAMILE DA COSTA ARAÚJO

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE MUÇUÃS
(*Kinosternon scorpioides*) EM CATIVEIRO:
ESTUDOS PRELIMINARES PARA O
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA
ZOOTÉCNICO**

**LAVRAS - MG
2013**

JAMILE DA COSTA ARAÚJO

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE MUÇUÃS (*Kinosternon scorpioides*)
EM CATIVEIRO: ESTUDOS PRELIMINARES PARA O
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ZOOTÉCNICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Doutora.

Orientadora
Priscila Vieira e Rosa

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Araújo, Jamile da Costa.

Produção e nutrição de Mucuãs (*Kinosternon scorpioides*) em cativeiro : Estudos preliminares para o desenvolvimento de um sistema zootécnico / Jamile da Costa Araújo. – Lavras : UFLA, 2014.

195 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Priscila Vieira e Rosa.

Bibliografia.

1. Animais silvestres. 2. Mucuãs - Conservação. 3. Répteis. 4. Quelonicultura. 5. Sustentabilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 639.392

JAMILE DA COSTA ARAÚJO

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE MUÇUÃS (*Kinosternon scorpioides*)
EM CATIVEIRO: ESTUDOS PRELIMINARES PARA O
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ZOOTÉCNICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de “Doutora”.

APROVADA em 29 de novembro de 2013.

Dr. Paulo Borges Rodrigues
Dra. Maria das Dores Correia Palha
Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas
Dr. Dalton José Carneiro

DZO/UFLA
UFRA
DZO/UFLA
UNESP

Priscila Vieira e Rosa
UFLA
(Orientadora)

**LAVRAS - MG
2013**

À Deus e à minha mãe, pelo milagre da vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, companheira e amiga de todas as horas, Maria de Jesus da Costa e à minha irmã Juliane Jesus da Costa, que me apoiaram e acreditaram em mim acima de tudo.

Ao meu esposo Eládio do Nascimento Vidal Júnior pelo companheirismo e apoio em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização deste curso.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pela disponibilidade de realização dos experimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

À Prof.^a Priscila Vieira e Rosa, por todo apoio e confiança.

À Prof.^a Maria das Dores Correia Palha, por todo incentivo, companheirismo e amizade de tantos anos.

Ao Prof. Manuel Malheiros Tourinho por todo incentivo, colaboração e amizade.

Aos professores Paulo Borges Rodrigues, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Carlos Eduardo do Prado Saad e Flávia Maria de Oliveira Borges Saad pela colaboração e sugestões.

Aos amigos de todas as horas Alanna Silva, Ramiro Dias e Fabrício Araújo, que mesmo de longe sempre me incentivaram e apoiaram.

Aos amigos Aline Lago, Andréa Vinente, Raquel Pereira e Tiago Teófilo, por toda colaboração e apoio durante o curso.

Aos graduandos Ewertton Gadelha, Andreia Bezerra, Jaqueline Braga, Élem Pamplona, Glauérica Gomes e Silvane Santos por todo auxílio.

Aos funcionários do Projeto Bio-Fauna/UFRA Magda e Milton, por toda colaboração.

Aos funcionários da Universidade Federal de Lavras Márcio Nogueira,
Carlos, José Virgílio, Eleci Pereira e José Roberto, por toda ajuda.

E a todas as pessoas que diretamente ou indiretamente colaboraram para
mais esse passo em minha jornada.

RESUMO

O muçuã (*Kinosternon scorpioides*) é um quelônio bastante apreciado na região amazônica e autorizado para a criação comercial em cativeiro. Contudo, há poucos estudos que abordem a produção deste animal. Portanto, por meio destes estudos objetivou-se obter informações que auxiliem no desenvolvimento de um sistema zootécnico para esta espécie (kinostercultura). Desta forma, este trabalho está dividido em duas partes, sendo a primeira referente à introdução e referencial teórico, e a segunda constituída por seis artigos científicos. O primeiro artigo objetivou-se reunir e debater informações sobre o atual conhecimento da nutrição de quelônios, direcionados à produção animal. Pôde-se concluir que a grande diversidade de espécies de quelônios, e as diferenças entre elas, exigem abordagens comparativas entre espécies, o que gera maior esforço para o estabelecimento de exigências e protocolos nutricionais para cada espécie desse grupo de animais. O segundo artigo objetivou reunir informações que auxiliem a fundamentar o fornecimento adequado de vitaminas e minerais para quelônios em cativeiro. E se observou que deve-se levar em consideração as fontes de suplementação e a associação destes compostos na dieta, além de sua interferência na assimilação destes nutrientes. O artigo 3 objetivou o desempenho dos muçuãs criados em cativeiro nas fases de cria (50-100g) e recria (100-200g). E pôde-se observar que o consumo de ração foi igual nas duas fases, entretanto houve diferenças no crescimento e ganho de peso. No artigo 4 avaliou-se o desempenho produtivo de juvenis de muçuãs alimentados rações de diferentes níveis proteicos. No qual observou-se melhor desempenho dos animais alimentados com ração contendo 32% de proteína bruta (PB). No 5º artigo, objetivou-se determinar a digestibilidade aparente de rações contendo diferentes níveis proteicos, para muçuãs juvenis em cativeiro. Observou-se que a dieta com 42% de PB foi a que proporcionou maior digestibilidade dos componentes estudados. E que o aumento da porcentagem de PB na ração, em geral acarretou em aumento do CDA da PB. Enfim no artigo 6, se avaliou o comportamento e aceitação alimentar dos diferentes resíduos de frutas (coco, laranja, abacaxi, acerola e manga), por muçuãs em cativeiro. As fases de comportamento alimentar observadas nos animais foram: forrageio, aproximação, reconhecimento olfativo, apreensão, dilaceração e ingestão. Notou-se comportamentos de neustofagia e de limpeza, assim como aceitação de todos os resíduos oferecidos, sendo a menor para o bagaço de coco.

Palavras-chave: Animais silvestres. Conservação. Répteis. Quelonicultura. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Scorpion Mud Turtle (*Kinosternon scorpioides*) is a popular chelonian in the Amazon region. However, there are few studies that address the production of this animal in captivity (kinosternon farming). Therefore, through these studies aimed to obtain information to assist in developing a husbandry system for this species. Thus, this thesis is divided into two parts, the first relating to the introduction and theoretical framework, and the second consists of six papers. The 1st article aimed to gather and discuss information on the current knowledge of nutrition of turtles, directed to animal production. Could conclude that the great diversity of species of turtles, and the differences between them, require comparative approaches between species, which generates greater effort for the establishment of nutritional requirements and protocols for each species of this group of animals. The 2nd article aimed to gather information that will help to support adequate supply of vitamins and minerals for turtles in captivity. We concluded that one should take into account the sources of supplementation and the association of these compounds in the diet, and its interference with the absorption of these nutrients is of utmost importance. Article 3 evaluated the performance of Scorpion Mud Turtles bred in captivity in the stages of 50 - 100g and 100 - 200g. And it was observed that feed intake was equal in both phases, however there were differences in growth and weight gain. Article 4 evaluated the growth performance of juvenile Scorpion Mud Turtles fed diets of different protein levels. In which we observed better performance of animals fed diets containing 32% crude protein (CP). In the 5th article aimed to determine the apparent digestibility of diets with different protein levels to Scorpion Mud Turtles in captivity. It was observed that the diet with 42% CP was that provided higher retention of the components studied. Increasing the percentage of crude protein diets generally resulted in increased ADC of CP. And in Article 6, we assessed the behavior and level of acceptance of different food fruit waste by Scorpion Mud Turtles in captivity. We evaluated the acceptance of five different fruit processing waste: coconut, orange, pineapple, acerola and mango. Phases of feeding behaviour observed in the animals were foraging, approach, olfactory recognition, capture, dilaceration, and ingestion. Neustophagia and head cleaning with the forelimbs after ingestion were observed, as well as acceptance of all waste presented, with the smallest to the crushed coconut.

Keywords: Wild life. Conservation. Reptiles. Turtle farming. Sustainability.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	Uso e tráfico de quelônios.....	12
2.2	Quelonicultura.....	15
2.2.1	Nutrição de quelônios amazônicos.....	16
2.3	Muçuã (<i>Kinosternon scorpioides</i>).....	18
2.3.1	Dimorfismo sexual.....	21
2.3.2	Distribuição geográfica.....	23
2.3.3	Hábitat e comportamento alimentar.....	23
2.3.4	Trato gastrointestinal.....	25
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	26
	REFERÊNCIAS	27

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

	ARTIGO 1 Nutrição na Quelonicultura: Revisão.....	34
	ARTIGO 2 Minerais e Vitaminas para quelônios em cativeiro.....	70
	ARTIGO 3 Desempenho produtivo de muçuãs (<i>Kinosternon scorpioides</i>) nas fases de cria e recria.....	105
	ARTIGO 4 Desempenho de muçuãs (<i>Kinosternon scorpioides</i>) alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.....	124
	ARTIGO 5 Digestibilidade de nutrientes em dietas contendo diferentes níveis proteicos, para muçuãs (<i>Kinosternon scorpioides</i>) cativos.	139
	ARTIGO 6 Feeding behaviour and acceptance of fruit wastes by scorpion mud turtle (<i>Kinosternon scorpioides</i>) in captivity.....	156
	APÊNDICES.....	180

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Os répteis são animais que não estão excluídos dos impactos sofridos pela fauna, devido ações antrópicas, dentre as quais podemos citar o tráfico de animais silvestres. Possuindo, os animais traficados vários destinos, como a indústria farmacêutica, xerimbabo (animais silvestres de estimação), culinária (restaurantes ou doméstica), etc.

Dentre estes animais, os quelônios amazônicos como a tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), tracajá (*Podocnemis unifilis*) e muçunã (*Kinosternon scorpioides*) são bastante apreciados para fins alimentares, o que resultou em grande diminuição de seus estoques naturais. No entanto, medidas incentivadoras para a criação das principais espécies de quelônios já estão sendo realizadas pelos órgãos competentes como forma de combater o tráfico, a fim de preservar os animais de vida-livre e manter os padrões culturais das populações locais. Porém, mesmo com a legislação permitindo a criação destes animais em cativeiro, com finalidade comercial (BRASIL, 2008), tal atividade encontra-se estagnada pela falta de informações que tornem a quelonicultura uma atividade sustentável. Por isso, muitos estudos ainda são necessários, para que se consiga elaborar um sistema de criação sócio, ambiental e economicamente viável.

O desconhecimento de informações básicas sobre o manejo desses animais em cativeiro acaba comprometendo o crescimento, engorda e reprodução. Estudos na área de produção e nutrição de quelônios ainda são escassos e concentram-se em algumas espécies, havendo lacunas que merecem esforços de pesquisa. Dentre elas, estudos sobre as espécies amazônicas e sobre as exigências nutricionais desses animais em cativeiro, podem contribuir para subsidiar programas de conservação *ex situ* ou *in situ*. Podendo ainda o melhor

conhecimento dessas exigências, subsidiar indicadores ecológicos e clínicos para o monitoramento de populações em vida livre, inclusive quanto à segurança alimentar em *habitats* naturais. Por outro lado, podem servir de base para a formulação de protocolos nutricionais para quelônios em cativeiro, com o objetivo de conservação das espécies (ARAÚJO et al., 2013a).

Tais informações, sobre o manejo em cativeiro, são de extrema importância para a sustentabilidade do sistema de produção de muçuãs. Principalmente, no que se refere à nutrição, visto que é um dos principais fatores econômicos na criação de animais de produção. Como exemplo pode-se citar a proteína, um nutriente decisivo na dieta e no custeio, sendo de grande importância conhecer o nível de assimilação desse nutriente por esses animais, a fim de evitar danos a saúde dos mesmos e limitar os gastos e impactos ambientais. Além das possibilidades do uso de alimentos alternativos regionais, que possam substituir os ingredientes tradicionais, viabilizando a produção de ração regional pelo próprio produtor, na região onde se encontra. Retirando-o da dependência de rações comerciais que na maioria das vezes são inacessíveis a esses pequenos produtores, quer pelo seu custo ou pela sua difícil aquisição devido à logística amazônica.

Este estudo, portanto, possui objetivo de: (i) reunir e debater informações disponíveis sobre o conhecimento atual da nutrição de quelônios, com enfoque na criação zootécnica e na análise comparada das principais espécies produzidas em cativeiro; (ii) reunir e analisar os dados sobre os níveis ideais de minerais e vitaminas e suas formas de suplementação em quelônios, levando em consideração os fatores limitantes, como o grande número de espécies, diferenças climáticas, entre outras; (iii) avaliar o desempenho de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) criados em cativeiro nas fases de cria (50-100g) e recria (100-200g); (iv) avaliar os efeitos de rações com diferentes níveis de proteína bruta, sobre parâmetros produtivos de muçuãs em cativeiro; (v)

determinar a digestibilidade aparente de rações contendo diferentes níveis proteicos, para juvenis de muçuãs, criados em cativeiro; (vi) avaliar o comportamento e aceitabilidade alimentar de diferentes resíduos provenientes do processamento de frutas, por muçuãs em cativeiro. E, deste modo, obter informações que subsidiem o desenvolvimento de um sistema de criação para esta espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso e tráfico de quelônios

O caboclo amazônida sempre aproveitou os recursos faunísticos como fonte de subprodutos (pele, penas, óleos, etc.) para a venda e uso direto. A proibição da caça, em 1967, não extinguiu essa atividade, mas a reduziu drasticamente, comprometendo uma das fontes de renda dos ribeirinhos. Com o êxodo rural direcionado aos principais pólos produtivos da região e a falta de incentivos para a agricultura, aqueles que permanecem nas pequenas comunidades interioranas sobrevivem como agricultores de subsistência ou extrativistas de produtos vegetais ou animais, praticando a caça e a pesca. Porém, tais atividades não geram renda suficiente e geram impactos sobre os recursos naturais (SMITH; PINEDO, 2002).

Calcula-se que o tráfico de animais silvestres retire anualmente cerca de 12 milhões de animais de nossas matas; outras estatísticas estimam que o número real esteja em torno de 38 milhões. E atinge cifra de aproximadamente 10 bilhões/ano, ficando atrás em movimentação de dinheiro somente para o tráfico de drogas e armas. Este comércio ilegal de animais silvestres no Brasil responde por 10 a 15% do mercado mundial, trazendo prejuízos às vezes irreparáveis, como a extinção de espécies (LIMA et al., 2002).

Como os demais grupos faunísticos, os quelônios principalmente os de água doce, vêm sofrendo com a destruição de seus nichos, acarretando em perigo de extinção de algumas espécies, particularmente aquelas que são mais consumidas pelas populações (REDE NACIONAL CONTRA O TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES, 2002). Dentre os quelônios mais explorados como fonte de alimento podemos destacar as seguintes espécies: tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), tracajá (*Podocnemis unifilis*) e o muçuã (*Kinosternon scorpioides*) (BRITO; FERREIRA, 1978; PALHA et al., 1999).

Segundo os últimos dados do IBAMA sobre criatórios de quelônios com fins comerciais (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE, 2011), até 2006, o suprimento do mercado clandestino do muçuã se fazia inteiramente por meio da subtração de espécimes da população natural, já que ainda não existiam criatórios comerciais fornecedores destes animais.

De acordo com Smith e Smith (1979), o muçuã é um importante recurso alimentar, apesar de ser caracterizado por um baixo peso individual. Sua exploração levou a um rápido declínio das populações, pois apesar da caça ser proibida, no Maranhão e no Pará, a espécie é considerada uma iguaria da culinária local e é servida clandestinamente em hotéis e restaurantes finos, em forma de um prato chamado “casquinho de muçuã”. Sua carne é preparada com farofa e é servida dentro do casco. Com a proibição, o prato não consta mais nos cardápios, pois os estabelecimentos que o oferecem correm o risco de serem fechados, caso sejam flagrados. Por isso, é servido na surdina, só para os clientes mais conhecidos ou que aparentem ser turistas (ROCHA; MOLINA, 1987).

Pereira e Sousa (2004), em estudos no Maranhão, verificaram por meio de entrevistas com pescadores, principais consumidores de muçuã, que a coleta de *Kinosternon scorpioides* é realizada com maior intensidade no período de estiagem, compreendido entre os meses de julho a janeiro, sendo a queimada o método mais comumente praticado. Neste caso 63% dos coletores utilizam o

muçã para consumo próprio, e apenas 13% afirmaram comercializar o animal. Segundo os autores, 41% dos entrevistados consomem o animal pelo menos uma vez na semana, demonstrando a sua inclusão no cardápio familiar. Sobre a forma de comercialização, relatam que os animais são vendidos vivos, em grupos, formando o que se denomina de “cambadas”, unidos através de perfurações nas carapaças e percorridas por fios de arame, facilitando a contenção dos mesmos. As vendas são realizadas em pontos estratégicos, para impedir a apreensão pelo órgão fiscalizador, direcionadas para clientes especiais que apreciam o prato ou para restaurantes, de forma clandestina.

Palha et al. (2006) estudando as formas de comercialização e uso do muçã, em Belém, mediante entrevistas com proprietários ou gerentes de supermercados, restaurantes e lojas especializadas em pescados, visando obter dados para subsidiar programas de pesquisa de conservação da espécie, detectaram que dos entrevistados, 50% alegaram não vender o produto por ser ilegal; 27% não responderam e 23% confirmaram a comercialização. No entanto, a iguaria não consta nos cardápios dos restaurantes, sendo oferecida verbalmente aos clientes. Para 27% dos entrevistados a oferta de muçãs é intensa e frequente, mediante fornecedores clandestinos. O interesse pela aquisição legal de animais e produtos atingiu 89% dos entrevistados, sendo tal preferência pela carne, para preparo do “casquinho-de-muçã”, com preço médio de R\$ 16,00 (R\$ 13,00 a 25,00) a porção de \pm 150g. Para restaurantes, a demanda média foi de 260 muçãs/mês, correspondendo ao preparo de 130/casquinhos/mês. Segundo os autores, estimativas sobre a demanda para a carne de muçãs no mercado de Belém, indicaram uma média de 1.248.000 muçãs/ano, calculados com base em apenas 30% de interesse para o total de restaurantes. Tais valores podem estar subestimados, se considerado os níveis de interesse (90%) verificados junto aos estabelecimentos especializados em culinária regional, afora a existência de grande número de unidades informais.

Além do uso para consumo alimentar o muçunã também é utilizado para fins etnomédicos no Brasil e México, segundo Alves, Vieira e Santana (2008). Portanto, considerando a conhecida dificuldade de mudança de hábito alimentar de uma população, e a preservação da cultura da mesma, assim como a necessidade de preservação da espécie e de recuperação do estoque natural, pode-se afirmar que a criação comercial desse quelônio é uma alternativa potencial para atender as diversas situações acima colocadas.

2.2 Quelonicultura

Nos últimos anos, no Brasil, tem-se verificado um notável interesse pela criação de animais silvestres, com a organização de criatórios específicos, com potencial para serem explorados na produção de alimentos. Em regiões mais carentes do país, onde é cada vez mais difícil o acesso à proteína animal, tem-se procurado fontes alternativas de alimentos, por meio da utilização econômica de animais nativos, fornecendo uma proteína animal de baixo custo e, com a criação em cativeiro, evitando a sua extinção (MACHADO JÚNIOR et al., 2005).

Até meados da década de 1990, poucas pesquisas sobre a criação de quelônios haviam sido realizadas que pudessem oferecer subsídios científicos para embasar tecnologias adequadas e eficientes de manejo em cativeiro. Há pouco tempo atrás não se tinha idéia de parâmetros como taxa de crescimento, alimentação e exigências nutricionais, densidade animal/área entre outros (SILVA, 1988; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE, 1994; FERREIRA, 1994). Entretanto, para algumas espécies tais dados ainda são inexistentes.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, até o ano de 2006, existiam 71 criadouros comerciais de quelônios registrados no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE, 2011). Apesar do considerável número de criatórios comerciais, poucos são os conhecimentos tecnológicos disponíveis para o cultivo intensivo de quelônios, havendo a necessidade de mais pesquisas para que se viabilize sua produção em larga escala.

2.2.1 Nutrição de quelônios amazônicos

A nutrição de quelônios em cativeiro ainda é um desafio, principalmente quando se refere à produção comercial, em que os gastos com alimentação se fazem de grande importância para a rentabilidade do sistema de criação. Se faz necessário estabelecer protocolos para as fases de criação, assim como as exigências nutricionais em cada uma delas. Tais informações são necessárias para que os órgãos legisladores possam estabelecer as normas de criação para cada espécie embasando os criadores e preservando a saúde e bem-estar dos animais.

Entretanto, algumas pesquisas já foram realizadas como a de Luz (2000) que observou nos estados de Goiás, Rondônia, Pará e Acre que a alimentação mais utilizada tem-se constituído de rações formuladas para peixes, com níveis proteicos variando entre 28 a 30%, e que as criações em cativeiro quando conduzidas inadequadamente ocasionam retardamento no crescimento e/ou desenvolvimento além de sérias deformações físicas no animal de maneira irreversível.

As exigências nutricionais alimentares para quelônios, como as concentrações de proteína na dieta são indicadas entre 20 a 40%, porém é necessário diminuir essa faixa, visando minimizar os custos do produtor com

ração (ANDRADE, 2008). Por esse motivo, diversos estudos estão sendo efetuados para identificar as exigências nutricionais dessas espécies.

Entre tais estudos pode-se citar o de Quintanilha et al. (1998), em que sob condições controladas, trabalharam com tartaruga-da-Amazônia a fim de verificar a influência do nível de proteína bruta em rações formuladas com 18%, 21%, 24%, 27% e 30% de proteína bruta sobre o crescimento de filhotes. E observaram que os animais apresentaram maior crescimento quando alimentados com rações contendo taxa de proteína entre 27% a 30% PB.

Assim como Sá et al. (2004), em experimento também com filhotes de tartaruga-da-Amazônia, os quais testaram cinco rações formuladas com diferentes teores de proteína bruta (PB) vegetal: PB 18% (PB18), PB 21% (PB21), PB 24% (PB24), PB 27% (PB27) e PB 30% (PB30), enquanto que o outro grupo (PBA30) recebeu ração comercial para peixes contendo proteína de origem animal (30% de PB). O experimento demonstrou superioridade do tratamento PBA30 em todas as medidas morfométricas e peso, seguidos sequencialmente pelos tratamentos PB30, PB27, sem diferenças significativas entre estes grupos.

Já Vianna e Abe (1998), ao avaliarem o desenvolvimento de 198 filhotes de tracajá com dieta de 21, 26 e 31% de proteína bruta - PB e isocalóricas (energia bruta= 3.850 kcal/kg), durante 240 dias, obtiveram nos animais alimentados com ração de 26 e 31% de PB maior desenvolvimento.

De acordo com um diagnóstico dos criadouros de quelônios no estado do Amazonas, Andrade (2008) constatou que os animais alimentados com vísceras bovinas ou peixe (proteína animal) apresentaram uma tendência a um melhor crescimento e ganho de peso em relação aos que foram alimentados basicamente com verduras e tubérculos (proteína vegetal). Observou-se melhor desempenho em locais onde os animais são alimentados, basicamente com proteína animal, em todas as variáveis analisadas, como comprimento e largura

de carapaça e plastrão, altura da carapaça e peso. Segundo o autor, esse fato pode estar ligado à digestibilidade das proteínas, em função de que nos primeiros anos de vida os quelônios fazem melhor digestão de proteínas de origem animal, por não conseguirem, ainda, fazer grande aproveitamento das fibras, o que reduz a digestibilidade dos nutrientes em alimentos de origem vegetal.

Portanto, a fim de determinar o aproveitamento alimentar de ingredientes de ração animal: farinha de carne e ossos (FCO), farinha de vísceras de aves (FVA) e farinha de peixe (FP), em tartaruga-da-Amazônia, por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), Almeida e Abe (2009) realizaram um experimento, em que a tartaruga-da-Amazônia apresentou bom aproveitamento dos nutrientes e energia da farinha de carne e ossos, da farinha de vísceras de aves e da farinha de peixe. Diante disso, a farinha de peixe e a farinha de vísceras de aves constituíram as melhores fontes, ao passo que a farinha de carne e ossos teve aproveitamento inferior. A farinha de vísceras constituiu excelente alternativa para fornecimento de proteína animal na dieta de tartaruga a-da-Amazônia em substituição à farinha de peixe.

Araújo et al. (2013b) em estudo com muçua em cativeiro puderam observar que houve influência da alimentação sob parâmetros de desempenho reprodutivo, composição bromatológica e perfil lipídico dos ovos. Demonstrando a influência da nutrição na reprodução desta espécie.

2.3 Muçua (*Kinosternon scorpioides*)

O muçua (*Kinosternon scorpioides*) é um réptil pertencente à ordem Chelonia e família Kinosternidae. O gênero *Kinosternon* apresenta dezoito

espécies, e a espécie *Kinosternon scorpioides* está dividida em quatro subespécies (BERRY; IVERSON, 2011).



Figura 1 Espécime de *Kinosternon scorpioides* (muçunã).

Possui a carapaça ovalada e tricarínada, com quedas laterais que podem ser obscurecidas com a idade. O tamanho da carapaça varia entre 150 e 270 mm e o plastrão, de cor variável, possui duas “dobradiças”, com placas móveis. Sua cauda possui uma estrutura córnea em sua extremidade que antigamente acreditava-se ser um ferrão, usado para defesa, tal como em um escorpião. Daí tal denominação (escorpióide), no nome científico. O único uso conhecido dessa “unha” é para segurar a fêmea durante o acasalamento. No macho, a cauda é bem maior do que na fêmea. Os muçunãs são bastante agressivos quando

importunados e muitas vezes para se defender, fazem uso de sua boca que possui uma placa córnea afiada, equivalente aos dentes. Além deste artifício, possui uma mandíbula muito forte, o que potencializa sua defesa por meio de mordida (VINKE; VINKE, 2001; BERRY; IVERSON, 2011).

A carapaça possui coloração que varia de marrom-claro a verde-oliva ou preto, é formada por onze a treze escudos marginais. Está ligada ao plastrão através de largas pontes, escudos intermediários, ditos escudo axilar e escudo inguinal (PRITCHARD; TREBBAU, 1984; BERRY; IVERSON, 2001).

O número de escudos na carapaça e no plastrão é o mesmo para fêmeas e machos, totalizando 52, sendo na carapaça, cinco escudos vertebrais, quatro costais direitos, quatro costais esquerdos, um nugal, onze marginais direitos e onze marginais esquerdos, podendo ocorrer a hipótese de nascimento de animais com escudos supranumerários. Já o plastrão é formado por um escudo gular, dois umerais, dois peitorais, dois abdominais, dois femorais e dois anais, sendo para cada dupla um do lado direito e outro do lado esquerdo (GLASBY; ROSS; BEESLEY, 1993; MARQUÉZ, 1995). Apresenta também duas linhas transversais articuláveis, uma cranial e outra caudal, que permitem relativa mobilidade aos grupos de escudos craniais e caudais, inclusive possibilitando moverem-se totalmente ao encontro da carapaça. Tais grupos, o cranial formado por cinco escudos e o caudal por quatro, são articulados e se movimentam em direção à carapaça, protegendo as partes “moles” aparentes do animal (BERRY; IVERSON, 2001).

Segundo Molina e Lisboa (2007), o muçunã alcança a vida adulta após quatro anos, e de acordo com Slavens e Slavens (2003), o máximo de longevidade que um espécime de *Kinosternon scorpioides* ssp. alcançou em cativeiro, foi 44 anos e oito meses, registrado por D. J. Risley em Regent's Park, Londres, Inglaterra. Porém, Molina e Lisboa (2007) citam um período de vida de quinze anos para esta espécie.

2.3.1 Dimorfismo sexual

Marquéz (1995), em seus estudos, concluiu que as fêmeas da espécie *Kinosternon scorpioides* são mais pesadas e maiores que os machos, o que também foi observado por Castro (2006). Segundo Berry e Shine (1980), isso ocorre nas espécies de quelônios de nado ativo, enquanto, em geral, o inverso acontece em espécies terrestres. Isso se justifica pela necessidade dessas fêmeas carregarem os ovos em seu ventre e consumirem maior quantidade de energia. Já os machos, são menores para que não haja uma grande competição pelo alimento, possuindo assim, um melhor equilíbrio do recurso alimentar existente, do habitat, e da população (CASTRO, 2006). De acordo com Mahmoud (1967), os machos adultos desta espécie possuem o plastrão mais curto que as fêmeas, o que seria uma adaptação para facilitar a cópula.

Segundo Sexton (1960), a cabeça, pescoço, garganta e maxilar dos machos são mais intensamente marcados com manchas negras que nas fêmeas (Figura, 2). As fêmeas possuem o plastrão plano e de cor amarelo intenso, enquanto os machos possuem plastrão côncavo, para facilitar a cópula no momento da monta (MARQUÉZ, 1995). A cauda do macho é mais espessa e maior que a da fêmea que é pequena e cônica, porém ambos possuem uma unha córnea dura e curva (Figura, 3). A curvatura do dorso é regular na fêmea, da placa nugal às supra caudais, e muito mais convexa ao nível das últimas vértebras, em relação ao macho (FRETEY, 1976).

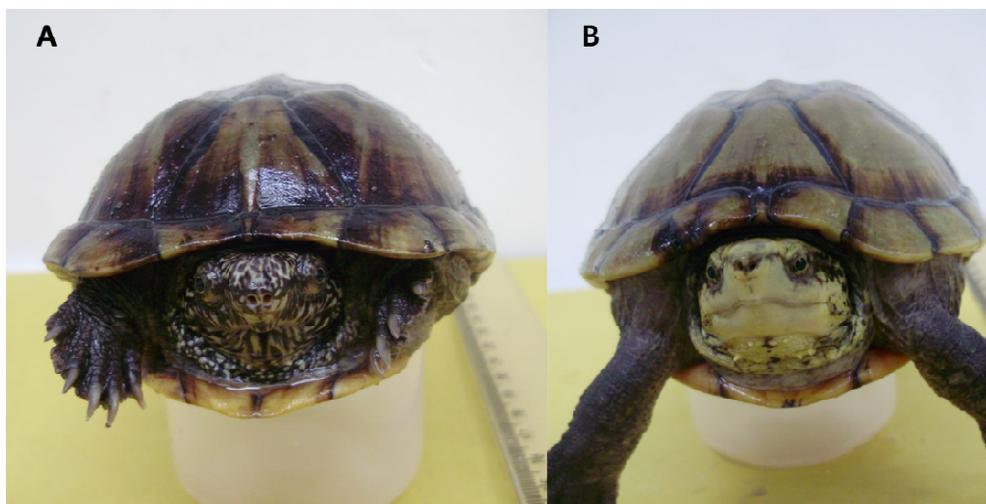


Figura 2 Vista frontal de dois espécimes de muçuã macho (A) e fêmea (B), onde observa-se o dimorfismo sexual por meio da coloração da cabeça.

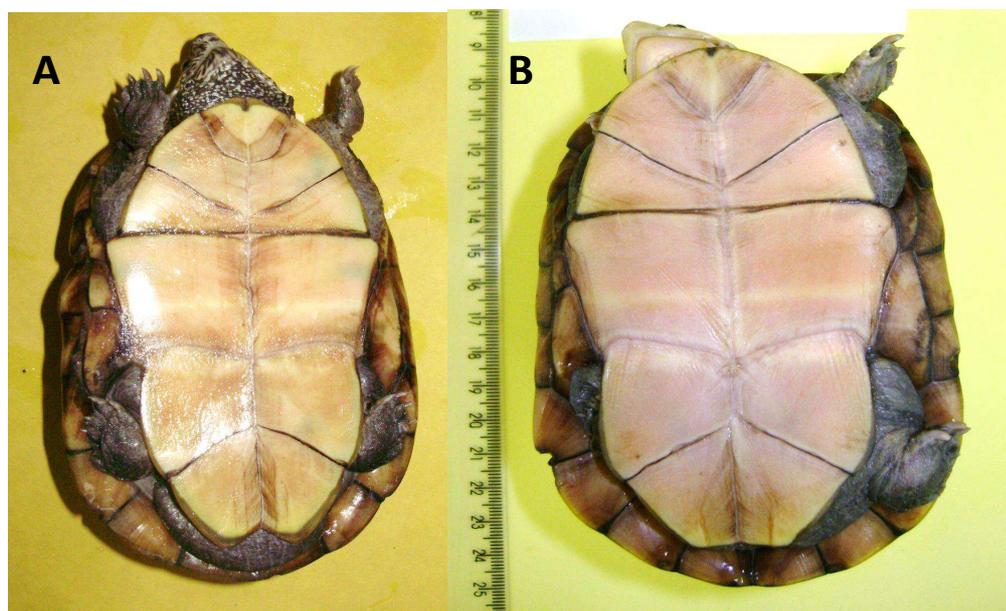


Figura 4 Vista ventral de espécimes macho (A) e fêmea (B) de muçuã, onde observa-se o dimorfismo sexual por meio do tamanho da cauda.

A cabeça do macho é um pouco mais larga que a da fêmea, conforme Fretey (1976), que examinando 50 espécimes e observou que a cabeça dos machos mediu 27,6 mm e da fêmea, 27,1mm, em média. De acordo com os autores, o maior espécime da coleção do Museu de Paris é uma fêmea registrada na Guiana; com comprimento total de 158mm. Porém Acuña-Mesen (1994), também em *K. scorpoides*, concluiu que machos são maiores que as fêmeas, pois apresentam comprimento do casco entre 15,0-17,5cm (média 16,10cm), enquanto que as fêmeas estão entre 12,4-15,9cm (média 13,8cm).

2.3.2 Distribuição geográfica

O *Kinosternon scorpoides* possui uma distribuição ampla que abrange México, América Central, Trindad, Brasil, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Paraguai, Bolívia e Argentina (ORCÉS, 1949; SMITH; SMITH, 1973; SMITH; SMITH, 1976; SMITH; SMITH, 1979; CISNEROS-HEREDIA, 2006; PRITCHARD; TREBBAU, 1984; SAVAGE; VILLA, 1986; ERNST; BARBOUR, 1989; IVERSON, 1989; IVERSON, 1992; MOLINA; MATUSHIMA; MAS, 2001; BERRY; IVERSON, 2001).

No Brasil, tal espécie é encontrada nos estados do Amapá, Roraima, Tocantins, Amazonas e Pará, com maior ocorrência na Ilha de Marajó. Também ocorre no Nordeste (Maranhão, Rio Grande do Norte e Pernambuco) e Centro-Oeste do Brasil (ROCHA; MOLINA, 1987).

2.3.3 Hábitat e comportamento alimentar.

O muçã possui hábito semiaquático, com predominância aquática, e vive no fundo de lagoas ou em campos alagados, porém durante o período de reprodução, é mais facilmente encontrado em terra firme. Enterrando-se até a

cabeça, certa época do ano, e passando por período de estivação, comportamento ainda não compreendido pelos cientistas (PRITCHARD; TREBBAU, 1984; ERNST; BARBOUR, 1989; BERRY; IVERSON, 2001; MOLINA; LISBOA, 2007).

É uma espécie onívora, que se alimenta de peixes, girinos, anfíbios, insetos e algas. Porém, considerada predominantemente carnívora em vida-livre (BERRY; IVERSON, 2011). Sua dieta pode variar em função do sexo e idade do indivíduo, o que já foi observado em outros quelônios como *Podocnemis unifilis*. Os autores apontam que os adultos são herbívoros e carnívoros oportunistas, enquanto os jovens, no primeiro ano de crescimento, têm dieta predominantemente carnívora (CLARK; GIBBONS, 1969; HART, 1983; MOREIRA; LOUREIRO, 1992; TERAN; VOGT; GOMEZ, 1995).

O comportamento canibal já foi observado, em cativeiro, quando os mesmos são mal alimentados e na disputa por fêmeas, mordendo os dedos das patas e os membros de outro espécime (PRITCHARD; TREBBAU, 1984). Devora também toda matéria morta que encontra, evitando assim que restos em decomposição impurifiquem a água de lagos e charcos, apresentando comportamento denominado cleptoparasitismo, o que acontece mesmo com grande oferta de alimento. (COSTA; OLIVEIRA, 2004; MOLINA; LISBOA, 2007).

Costa e Oliveira (2004) observaram que o consumo alimentar em cativeiro variou de 1,44 a 2,92g/100g de peso vivo, com maior pico entre 14h e 17h30min, coincidindo com o período mais quente do dia, horário em que o metabolismo está mais acelerado. Segundo os autores, é possível alimentar o *Kinosternon scorpioides* em cativeiro com ração comercial de 21 ou 25% de proteína bruta, e os padrões comportamentais dessa espécie pouco se alteram em cativeiro.

A visão é ressaltada, por Monge-Najera e Morera-Brenes (1987), como o principal sentido utilizado na localização e no reconhecimento do alimento nesta espécie, em cativeiro. Porém, o olfato também é citado como um sentido envolvido no processo de procura, localização e reconhecimento do alimento em algumas espécies de *Kinosternon* (MAHMOUD, 1967).

2.3.4 Trato gastrointestinal

O sistema digestório dos répteis é constituído de cavidade oral, esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e cloaca.

Segundo Cubas e Baptistotte (2006), os quelônios possuem a língua volumosa. Como não possuem dentes, a dilaceração dos alimentos é feita por uma placa queratinosa rígida e afiada na cavidade oral, denominada bico córneo.

Araújo et al. (2007) observaram que o intestino de *K. scorpioides*, está localizado na cavidade celomática e apresenta-se como um tubo muscular contínuo à porção pilórica do estômago, e seguindo com a sua porção terminal até a cloaca. É dividido em intestino delgado (segmento maior, formado por alças finas e convolutas) e intestino grosso (segmento menor e reto). Recebe irrigação da artéria mesentérica que se origina da aorta esquerda. O intestino delgado é constituído de três porções: duodeno, jejuno e íleo. O intestino grosso é a porção terminal do sistema alimentar e é mais curto que o delgado, não possui divertículo cecal, nem óstio íleo-cólico e compreende-se do cólon, que se estende da porção terminal do íleo, dilatando-se, onde se estreita para a entrada na cloaca.

O fígado do muçua (*K. scorpioides*), segundo Machado Júnior et al. (2005), apresenta-se constituído de cinco lobos sendo dois à esquerda e três à direita do plano mediano. Órgão bastante volumoso, com formato retangular e de coloração marrom, que varia entre os tons claro e escuro, preenchendo toda a

porção mediana da cavidade pleuroperitoneal, envolvendo o pâncreas, duodeno e o estômago. Pela face visceral, entre os lobos lateral e medial direito, encontramos a vesicular biliar, fortemente fixada a estes lobos, ultrapassando, no entanto, a margem caudal do lobo direito.

O tempo de trânsito gastrointestinal de quelônios é afetado por muitos fatores, como temperatura ambiente, frequência alimentar, ingestão de água, entre outros. Lembrando sempre, que tais animais são ectotérmicos, por conta disso a temperatura ambiente se faz um dos fatores bastante importantes na regulação do metabolismo e por fim na digestão.

Estudos sobre o tempo de trânsito gastrointestinal ainda não foram realizados em muçua. Entretanto, em cágado de barbicha (*Phrynops geoffroanus*), Brito (2007) detectou que o tempo de transito gastrointestinal foi de aproximadamente 4,6 dias, em Uberlândia, Minas Gerais, a uma temperatura de aproximadamente 27 °C. Já em tartaruga-da-Amazônia e tracajá, o tempo médio de 22,5 dias e 17,6 dias, respectivamente, foi observado por Lopes (2006) e Pinto (2008). E Santos et al. (2006) observaram tempo médio de 15 dias para o trânsito gastrointestinal de tracajá. Tais estudos subsidiam os estudos que envolvem o tempo de trânsito gastrointestinal de muçuãs.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Estudos científicos sobre a produção de muçuãs em cativeiro são escassos. Desta forma, outros quelônios são utilizados para embasar pesquisas e protocolos com estes animais. Entretanto, as particularidades desta espécie devem ser levadas em consideração, e dados específicos precisam ser gerados para que ocorra o desenvolvimento de um sistema de criação para a espécie, que seja ambientalmente e economicamente viável. Este trabalho de tese buscou contribuir com informações sobre a produção e nutrição de muçuãs em diversas fases de criação em cativeiro, as quais eram inexistentes, até o momento. E que

poderão servir de ponto de partida para a geração de um sistema zootécnico para esta espécie. Dentre estas informações pode-se citar a primeira tentativa de estabelecimento de fases de criação para muçuãs em cativeiro, assim como informações como, tempo de permanência do animal em cada fase de criação, consumo alimentar, conversão alimentar, digestibilidade, entre outras, que são imprescindíveis para o estabelecimento de um sistema zootécnico para a espécie em questão. Entretanto, este é apenas o começo de diversas pesquisas voltadas a este fim, as quais colaborarão para a conservação de patrimônios amazônidas e brasileiros de extrema importância, a espécie *Kinosternon scorpioides* e a cultura de um povo.

REFERÊNCIAS

ACUÑA-MESEN, R. A. Morphometric variation and ecologic characteristic of the habitat of the *Kinosternon scorpioides* turtle in Costa Rica. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 3, p. 537-547, ago. 1994.

ALMEIDA, C. G.; ABE, A. S. Aproveitamento de alimentos de origem animal pela tartaruga-da-amazônia - *Podocnemis expansa* criada em cativeiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 1, p. 215-220, mar. 2009.

ALVES, R. R. N.; VIEIRA, W. L. S.; SANTANA, G. G. Reptiles used in traditional folk medicine: conservation implications. **Biodiversity and Conservation**, Madrid, v. 17, n. 8, p. 2037–2049, July 2008.

ANDRADE, P. C. M.. Criação e manejo de quelônios no amazonas. In: SEMINÁRIO DE CRIAÇÃO E MANEJO DE QUELÔNIOS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 1., 2008, Manaus. **Anais...** Manaus: FAPEAM, 2008. p. 528.

ARAÚJO J. C. et al. Minerais e vitaminas para quelônios em cativeiro. **Pubvet**, Londrina, v. 7, n. 5, p. 1506, mar. 2013a.

ARAÚJO, J. C. et al. Effect of three feeding management systems on some reproductive parameters of scorpion mud turtles (*Kinosternon scorpioides*) in

Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 45, n. 3, p. 729–735, mar. 2013b.

ARAÚJO, L. P. F. et al. Morfologia do trato intestinal de jurará (*Kinosternon scorpioides*). **International Journal of Morphology**, Temuco, v.25, n. 1, p. 145-234, Mar. 2007.

BERRY, J. F.; IVERSON, J. B. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766): scorpion mud turtle. In: RHODIN, A. G. J. et al. (Ed.). **Conservation biology of freshwater turtles and tortoises: a compilation project of the IUCN/SSC tortoise and freshwater turtle specialist group**. Saint Lunenburg: Chelonian Research Foundation, 2011. p. 31-315.

BERRY, J. F.; IVERSON, J. B. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus). **Catalogue of American Amphibians and Reptiles**, Saint Louis, n. 725, p. 1-11, 2001.

BERRY, J. F.; SHINE, R. Sexual size dimorphism and selection in turtles (Order Testudines). **Oecologia**, Heidelberg, v. 44, n. 2, p. 185-191, Dec. 1980.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa nº 169, de 20 de janeiro de 2008**. Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em território brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=39>. Acesso em: 29 maio 2011b.

BRITO, F. M. M. **Aspectos anátomo radiográficos e tempo de trânsito gastrointestinal em cágado de barbicha *Phrynops geoffroanus* SCHWEIGGER, 1812 (Testudines, Chelidae)**. 2007. 30 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias- Saúde Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

BRITO, W. L. S.; FERREIRA, M. Fauna amazônica preferida como alimento: uma análise regional. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, v. 9, n. 35, p. 11-17, jul./set. 1978.

CASTRO, A. B. Dimorfismo sexual em muçua (*Kinosternon Scorpioides*). In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE NA AMAZÔNIA E AMÉRICA LATINA, 7. 2006, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: SBPC, 2006.

CISNEROS-HEREDIA, D. F. Turtles of the tiputini biodiversity station with remarks on the diversity and distribution of the Testudines from Ecuador. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032006000100011&lng=en&nrm=isso>. Acesso em: 26 mar. 2014.

CLARK, D. B.; GIBBONS, J. W. Dietary Shift in the turtle *Pseudemys scripta* (Schoepff) from Yorth to maturity. **Copeia**, New York, n. 4, p. 704-706, Oct./Dez. 1969.

COSTA, F. B.; OLIVEIRA, A. S. Estudo do comportamento do Muçuã (*Kinosternon scorpioides*) Linneaus, 1766 em Cativoiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2004, São Luís. **Resumos...** São Luís: Uema, 2004.

CUBAS, P. H.; BAPTISTOTTE, C. Chelonia (tartaruga, cágado e jabuti). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens**. São Paulo: Roca, 2006. p. 13-54.

ERNST, C. H.; BARBOUR, R. W. **Turtles of the World**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1989.

FERREIRA, V. L. Criação de Tartarugas em Cativoiro. **Chelonia**, Goiânia, v. 5, n. 2, p. 20, 1994.

FRETEY, J. Reproduction de *Kinosternon scorpioides scorpioides* (Testudinata, Kinosternidae). **Bulletin de la Société Zoologique de France**, Paris, v. 101, n. 4, p. 732, Oct./Nov. 1976.

GLASBY, C. J.; ROSS, G. J. B.; BEESLEY, P. L. **Fauna of Austrália**: volume 2. Canberra: Australian Government 1993.

HART, D. R. Dietary and habit shift with size of red-eared turtles (*Pseudemys scripta*) in a Southern Louisiana Population. **Herpetologica**, Chigaco, v. 39, n. 3, p. 285-290, July/Sept. 1983.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Criadouros comerciais**. Brasília: IBAMA, 2013. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 13 nov. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Encontro Técnico-administrativo sobre preservação de quelônios**. Goiânia: CENAQUA, 1994. p. 87.

IVERSON, J. B. **A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world**. Richmond: Privately Printed., 1992.

IVERSON, J. B. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766). In: KING, F. W.; BURKE, R. L. (Ed.). **Crocodylian, tuatara, and turtle species of the world: a taxonomic and geographic reference**. Washington: The Association of Systematics Collections, 1989. p. 216 -265.

LIMA, P. C. et al. O tráfico de animais na Bahia. **Biodiversity Reporting**, Salvador, Aug. 2002. Disponível em: <http://www.biodiversityreporting.org/index.php?pageId=sub&lang=en_US¤tItem=article&docId=680&c=Brazil&cRef=Brazil&year=2003&date=August%202002>. Acesso em: 18 mar. 2007.

LOPES, L. A. R. **Determinação do tempo do trânsito gastrointestinal em *Podocnemis expansa* SCHWEIGGER, 1812 (Tartaruga-da-Amazônia) (Testudines, Podocnemididae)**. 2006. 34 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias- Clínica e Cirurgia) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

LUZ, V. L. F. **Avaliação do crescimento e morfometria do trato digestivo de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) criada em sistema de cativeiro em Goiás**. 2000. 83 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2000.

MACHADO JÚNIOR, A. A. N. et al. Anatomia do fígado e vias bilíferas do muçã (*Kinosternon scorpioides*). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 125-133, July/Dec. 2005.

MAHMOUD, I. Y. Courtship, behavior and sexual maturity in four species of Kinosternid turtles. **Copeia**, Lawrence, n. 2, p. 314-319, Apr./June 1967.

MARQUÉZ, C. Historia natural y dimorfismo sexual de la tortuga *Kinosternon scorpioides* em Palo Verde Costa Rica. **Revista Ecológica Latino-Americana**, Mérida, v. 2, n. 1-3, p. 37-44, 1995.

- MOLINA, F. B.; LISBOA, C. S. **Muçuã**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.zoologico.sp.gov.br/repteis/mucua.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2007.
- MOLINA, F. B.; MATUSHIMA, E. R.; MAS, M. Class reptilia order chelonia (testudinata) (chelonians): turtle, tortoises. In: FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. **Biology, medicine and surgery of the South American Wild Animals**. Iowa: State University Press, 2001. p. 15-22.
- MONGE-NAJERA, J.; MORERA-BRENES, B. Notes on the feeding behavior of a juvenile mud turtle *Kinosternon scorpioides*. **Herpetological Review**, Cincinnati, v. 18, n. 1, p.7-8, Jan./Mar. 1987.
- MOREIRA, G. R. S.; LOUREIRO, J. A. S. Contribución al estudio de la morfología del tracto digestivo de individuos jóvenes de *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). **Acta Zoológica Lilloana**, Tucumán, v. 41, n. 2, p. 345-348, Aug. 1992.
- ORCÉS, V. G. Los Testudinata Ecuatorianos que se conservan en las colecciones de Quito, Ecuador. **Boletín de Informaciones Científicas Nacionales**, Quito, v. 320-321, p. 13-22, 1949.
- PALHA, M. D. C. et al. Faunistic inventory in varzea communities of the western Amazônia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE LA FAUNA SILVESTRE EN LA AMAZONIA, 3., 1999, Flórida. **Anais...** Flórida: University of Florida, 1999, p. 18
- PALHA, M. D. C. et al. Mercado para carne e subprodutos de muçuã (*Kinosternon scorpioides*) em Belém-Pará, Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE NA AMAZÔNIA E AMÉRICA LATINA, 7., 2006, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: UESC, 2006.
- PEREIRA, L. A.; SOUSA, A. L. Extrativismo de Jurará *Kinosternon scorpioides* Linnaeus, 1766 (Reptila, Chelonia, Kinosternidae) no município de São Bento - baixada Maranhense (Maranhão, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 41., 2004, São Luís. **Resumos...** São Luís: UEMA, 2004.
- PINTO, J. G. S. **Aspectos anatomo-radiográficos e tempo de trânsito gastrointestinal em tracajá *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae)** 2008. 34 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias-

Clínica e cirurgia)- Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

PRITCHARD, P. C. H.; TREBBAU, P. The Turtles of Venezuela. **Contributions to herpetology 2**. Ithaca: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1984.

QUINTANILHA, L. C. et al. Influência do nível de proteína bruta em rações formuladas sobre o crescimento de filhotes de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) em condições controladas. (resultados parciais). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 22., 1998, Recife. **Resumos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 1998. p. 270.

REDE NACIONAL CONTRA TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES. **Relatório nacional sobre tráfico de fauna silvestre**. Brasília: RENCTAS, 2002.

ROCHA, M. B.; MOLINA, F. B. Algumas observações sobre a biologia e manejo do muçã. **Aquacultura**, Szarvas, n. 2, p. 25-26, Jan./Dec. 1987.

SÁ, V. A. et al. Crescimento ponderal de filhotes de tartaruga gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a tratamento com rações isocalóricas contendo diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, supl. 3, p. 2351-2358, nov./dez. 2004.

SANTOS, A. L. Q. et al. Determinação do tempo do trânsito gastrintestinal em tracajá *Podocnemis unifilis* TROSCHEL, 1848 (Testudines, Podocnemidae). **Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 1-2, p. 29-86, jan./dez. 2006.

SAVAGE, J. M.; VILLA, J. R. **Introduction to the herpetofauna of Costa Rica: introducción a la herpetofauna de Costa Rica**: volumen 3. Salt Lake: Society for the Study of Amphibians and Reptiles Contributions to Herpetology, 1986.

SEXTON, O. J. Notas sobre la reproducción de una tortuga venezolana, la *Kinosternon scorpioides*. **Memória de La Sociedad de Ciências Naturales La Salle**, Caracas, v. 20. n. 57, p. 189-197, May/Aug. 1960.

SILVA, R. R. A conservação de quelônios no Brasil. **Boletim da FBCN**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 73-81, jan./dez. 1988.

SLAVENS, F.; SLAVENS, K. **Reptiles and amphibians in captivity - longevity - Turtles - Crocs – Tuatara**. Belém: GENUS INDEX. 2003.
Disponível em: <www.pondturtle.com/lturtle.html#Kinosternon>. Acesso em: 19 jan. 2007.

SMITH, H. M.; SMITH, R. B. **Synopsis of the herpetofauna of Mexico: volume 2: analysis of the literature exclusive of the Mexican Axolotl**. Vermont: John Johnson Natural History, 1973.

SMITH, H. M.; SMITH, R. B. **Synopsis of the herpetofauna of Mexico: volume 3: source analysis and index for Mexican Reptiles**. Vermont: John Johnson Natural History, 1976.

SMITH, H. M.; SMITH, R. B. **Synopsis of the herpetofauna of Mexico: volume 6: guide to Mexican Turtles**. Vermont: John Johnson Natural History, 1979.

SMITH, R. C.; PINEDO, D. El cuidado de los bienes communes. **Gobierno y manejo de los lagos y bosques em la Amazonia**. Lima: IEP, 2002.

TERAN, A. F.; VOGT, R. C.; GOMEZ, M. F. S. Food habits of an Assemblage of five species of turtle in the Rio Guaporé, Rondônia, Brazil. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 29, n. 4, p. 536-547, Oct./Dez. 1995.

VIANNA, V.O; ABE, A.S. Efeito de diferentes níveis de proteína no desenvolvimento de filhotes de tracajá (*Podocnemis unifilis*) em cativeiro. In: Reuniao Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 35. 1998, Botucatu. Anais... São Paulo Gnosis, 1998, CD-ROM, Pequenos Animais e Animais Silvestre, Tra. 28.

VINKE, T.; VINKE, S. The turtle and tortoise fauna of the central Chaco of Paraguay. **Radiata**, Donnerstage, v. 10, n. 3, p. 3-19, Aug. 2001.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

Nutrição na Quelonicultura - Revisão

Artigo publicado na REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME

Resumo - Pesquisas com nutrição de quelônios têm sido cada vez mais efetuadas, como forma de tornar os sistemas de produção rentáveis, e retirando-os do nível de criação alternativa nas propriedades, tornando-o a principal fonte de renda dos quelonicultores. Esta revisão bibliográfica possui o objetivo de reunir e debater o maior número de informações disponíveis sobre o atual conhecimento da nutrição de quelônios, voltados para produção animal. Portanto, levando em consideração todas as informações reunidas, podemos enfatizar alguns aspectos, como o fato da grande diversidade de espécies de quelônios, e as diferenças entre elas, exigirem abordagem comparada e um maior esforço para o estabelecimento de exigências e protocolos nutricionais para cada espécie desse grupo de animais. O conhecimento sobre a nutrição de quelônios ainda está em uma fase inicial, portanto muitas informações ainda são necessárias, mediante esforços de pesquisa, para que possamos alimentar adequadamente estes animais em cativeiro, e assim melhor explorar seu potencial zootécnico.

Palavras-chave: animal silvestre, quelônio, proteína.

Nutrition in chelonian captive breeding: Review

Summary - Research on nutrition have been increasingly performed as a way to make the system profitable, and remove it from the level of creating alternative properties, making it the main source turtle breeders of income. This literature review has the objective to meet and discuss as many information as possible on

the current knowledge about chelonian nutrition, focusing creating animal science. Taking into account all information gathered in this review, some aspects are emphasize, like the fact the great diversity of species of chelonians, and the difference between them, require a greater effort for the establishment of nutritional requirements and protocols for these animals. Knowledge about chelonian nutrition is still in an early stage, so many details are still necessary for us to properly feed these animals in captivity, so you can explore the best possible potential livestock.

keywords: wild animal, chelonian, protein.

Introdução

A quelonicultura vem sendo praticada globalmente, entretanto apesar de seu crescimento, poucas informações científicas sobre a criação zootécnica desses animais podem ser encontradas na literatura. Entre os entraves encontrados na criação destes animais, pode-se destacar o grande número de espécies e suas diferenças, o que requer estudos diferenciados para a obtenção de um sistema adequado para cada uma delas, levando em consideração suas diferenças fisiológicas, anatômicas, de aproveitamento comercial, entre outras.

Os principais destinos desses quelônios são a venda para a alimentação humana ou o comércio de animais de companhia, sendo que atividades como o artesanato e a indústria de cosméticos, também são exemplos do aproveitamento econômico de tais animais. E dentre as várias espécies de quelônios criadas zootecnicamente pode-se citar a tartaruga-de-carapaça-mole-chinesa (*Pelodiscus sinensis*), criada na Ásia, assim como a tartaruga mordedora comum (*Chelydra serpentina*) e o tigre-d'água americano (*Trachemys scripta elegans*) criado nos EUA. No Brasil, algumas espécies são regulamentadas para a criação

zootécnica, as quais são a tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), tracajá (*Podocnemis unifilis*), pitiú (*Podocnemis sextuberculata*) e o muçã (*Kinosternon scorpioides*), através do Anexo III da Instrução Normativa nº 169 de 20 de fevereiro de 2008 (Ibama, 2008). Apesar das informações sobre as espécies mais trabalhadas em cativeiro, outras informações sobre estas mesmas espécies em vida-livre ou espécies similares podem servir para embasar e direcionar novos estudos.

Em qualquer sistema de produção zootécnico, a nutrição apresenta grande importância, e o mesmo não é diferente na quelonicultura. Muito sobre a nutrição desses animais em cativeiro ainda não está esclarecido, porém pesquisas com nutrição têm sido cada vez mais efetuadas, como forma de tornar o sistema rentável, e retirá-lo do nível de criação alternativa nas propriedades, tornando-o a principal fonte de

renda desses produtores. A maioria das pesquisas sobre a nutrição destas espécies está em estado inicial, isto é, procuram determinar as exigências nutricionais desses animais em cativeiro, nas diversas fases de criação (Mayeaux et al., 1996; Ren et al., 1997; Lima, 1998; Viana e Abe, 1998; Luz, 2000; Sá et al., 2004; Huang et al., 2005; Jia et al., 2005; Rodrigues e Moura, 2007); analisam o comportamento alimentar tanto em vida-livre como em cativeiro (Moll, 1976; Alho e Pádua, 1982; Vogt e Guzman, 1988; Fachín-Terán et al., 1995; Souza e Abe, 1997a; Souza e Abe, 1998; Malvasio, 2001; Portal et al., 2002; Rodrigues et al., 2004; Balensiefer e Vogt, 2006; Bouchard e Bjorndal, 2006b); assim como o aproveitamento de diversos alimentos por esses animais (Bjorndal, 1991; Hailey et al., 1998; Bouchard e Bjorndal, 2006a; Bouchard e Bjorndal, 2006b; Lin e Huang, 2007; Andrade, 2008; Almeida e Abe, 2009). Por conta

disto, a análise sobre a nutrição desses animais e os fatores envolvidos, assim como as pesquisas efetuadas, se torna ainda mais importante, principalmente no direcionamento de novos estudos e protocolos nutricionais.

Diante do exposto, esta revisão bibliográfica objetiva reunir e debater informações disponíveis sobre o conhecimento atual da nutrição de quelônios, com enfoque na criação zootécnica e na análise comparada das principais espécies produzidas em cativeiro.

Nutrição De Quelônios

Segundo Souza (2004), embora alguns estudos indiquem uma tendência às espécies consumirem determinados itens em detrimento de outros, muito provavelmente os quelônios são oportunistas, aproveitando-se da disponibilidade local de alimento. Como exemplo, foi observada a variação sazonal na dieta de várias

espécies, com algumas presas sendo consumidas em certas épocas justamente por serem mais comuns em alguns períodos do ano (Fachín-Terán et al., 1995; Souza e Abe, 1997a). Além do oportunismo, mudanças ontogenéticas podem ocorrer na dieta (Souza e Abe, 1998), provavelmente porque uma dieta rica em proteína animal durante a fase jovem possibilita uma maior taxa de crescimento (Hailey e Coulson, 1999). Como na fase juvenil os quelônios estão mais sujeitos à predação quando comparado à fase adulta (Graham, 1984; Gotte, 1992), conseguir atingir um maior tamanho o mais rapidamente possível parece ser bastante vantajoso para esses animais. Outra possível causa dessa variação no hábito alimentar é a possibilidade de uma menor sobreposição de nicho, diminuindo-se assim a competição intra-específica (Fachín-Terán et al., 1995, Souza e Abe, 1998).

Muitos répteis sofrem uma variação ontogenética na dieta, de carnívoria à herbivoria. Bouchard e Bjorndal (2006b) utilizaram animais da espécie *Trachemys scripta*, como um modelo para avaliar se as tartarugas juvenis são carnívoras. No experimento, os animais juvenis e adultos alimentaram-se de uma planta de lentilha, *Lemna valdiviana*, ou camarão de água doce, *Palaemonetes paludosus*, por cinco semanas. Durante os testes foram medidos o consumo de massa específica, digestibilidade e consumo de fácil digestão, para ambas as classes de tamanho, bem como o crescimento juvenil. Juvenis alimentados com camarão cresceram 3,2 vezes mais rápido que aqueles alimentados com lentilha. O processamento digestivo de juvenis foi extremamente eficiente na dieta de camarão, com maior massa de consumos específicos do que os adultos e a digestibilidade muito elevada (97%). Juvenis digeriram lentilha,

assim como adultos, no entanto; a ingestão desta dieta era limitada, possivelmente pelo tempo necessário para a fermentação. Assim, os pesquisadores concluíram que embora os juvenis possam processar material vegetal, uma dieta animal permite maior crescimento juvenil, que em quelônios está ligada a uma maior sobrevivência e maior sucesso reprodutivo futuro.

De acordo com Vogt e Guzman (1988), a dieta básica das espécies *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* constitui-se principalmente de vegetais: plantas aquáticas, algas, sementes, folhas, frutos, flores, raízes e talos encontrados nas margens dos rios e lagos, além de insetos e crustáceos que também fazem parte da alimentação. Adultos de *P. expansa* na natureza são considerados herbívoros e, em alguns casos, se comportam como onívoros, também ingerindo, em quantidades menores, alimentos de origem animal. Já em

cativo são eminentemente onívoros, aceitando grande variedade de produtos vegetais, além de pescados e carne picada (Alho e Pádua, 1982), apesar dos filhotes dessa espécie terem preferência por dietas com maior proporção de produtos de origem animal que os animais maiores. Após estudos de Alho e Pádua (1982), onde descreveram os hábitos alimentares de adultos, jovens e filhotes de *Podocnemis expansa* em cativeiro e na natureza, concluiu-se que esta espécie é onívora.

Estudos realizados por Malvasio (2001) sobre o comportamento alimentar e preferência por alimentos de origem animal ou vegetal em cativeiro, de *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata*, apontaram esta última ser predominantemente carnívora, enquanto as primeiras mostraram-se onívoras, sendo que a *P. expansa* pode ser considerada mais herbívora que o *P. unifilis* nas

faixas etárias de 1 a 5 anos. Esta constatação foi confirmada por Rodrigues et al. (2004), que analisaram o conteúdo estomacal de *Podocnemis expansa*, de vida-livre, para identificação qualitativa dos itens alimentares e análises físico-químicas dos índices de proteína bruta (16,84%), lipídeos (6,50%), fibra bruta (16,85%), cinzas (30,05%) e energia bruta (6.087 kcal/kg), concluindo que em ambiente natural, *P. expansa* pode ser considerada de hábito onívoro, mas com predominância de vegetais (68%). Quanto a *P. unifilis*, Balensiefer e Vogt (2006) analisaram o conteúdo estomacal desses animais e observaram em 100% dos casos a presença de material vegetal e em apenas 35% a presença de material animal, compondo em média 0,8% do material estomacal.

Araújo et al. (2012) em experimento com *Kinosternon scorpioides* submeteram os mesmos a diferentes manejos

alimentares: TR= 100% ração para peixe; TRM1= 70% ração para peixe (22% PB) + 30% *mix* 1 (vísceras bovinas e peixe); e TRM2= 70% ração para peixe + 30% *mix* 2 (vísceras bovinas, peixe e camarão) durante sete meses. Tais manejos alimentares produziram diferenças no desempenho de postura e espessura da casca dos ovos analisados, sendo os animais alimentados com dietas úmidas proteicas, de origem animal, os que obtiveram o melhor desempenho. Além disso, observou-se que ninhadas com menor número de ovos são compostas por ovos com melhor qualidade externa, isto é, maior comprimento, largura e espessura de casca. E que animais alimentados somente com ração produzem ovos com menor teor de ácidos graxos saturados. Isto mais uma vez demonstra a influência na da nutrição no desempenho produtivo destes animais.

Portal et al. (2002) obtiveram junto às comunidades

que vivem às margens dos rios e lagos da região do Pracuúba, Estado do Amapá, informações sobre 35 espécies vegetais que fazem parte da alimentação natural de *P. unifilis*. Após a identificação dos vegetais, procedeu-se a coleta das partes comestíveis, para posterior classificação taxonômica e análise química. Foram encontrados vegetais de 21 famílias botânicas, sendo que as famílias Leguminosae e Graminae ocorreram em 22,81% e 8,57% do total. A caracterização físico-química mostrou a composição centesimal quanto aos níveis de proteína, lipídeos, cálcio, fósforo, potássio e magnésio, fibra bruta e de resíduo mineral fixo. Dentre os vegetais analisados, 12 espécies mostraram teores de proteína superiores a 10%. Dentre estas, oito espécies apresentaram boa possibilidade de servirem como ingredientes de uma ração regional, em função de suas propriedades nutricionais e de sua disponibilidade na natureza. São elas: *Commelina*

longicaulis (maria-mole) (20,78%), *Polygonum acuminatum* (pimenteira brava) (20,19%); *Aschymene sensitiva* (corticeira) (19,93%); *Macrolobium acaiae folium* (jandaruá) (17,06%); *Oryza glandiglumes* (canarana grande) (15,00%); *Thalia geniculata* (caeté) (14,14%); *Nymphaeae rudgeana* (aguapé-da-meia-noite) (11,55%) e *Hymenachne amplexicaulis* (canarana) (10,11%).

Quanto as variáveis que influenciam no consumo desses animais, Fachín-Terán et al. (1995) avaliaram a alimentação de cinco espécies de quelônios em Costa Marques, Rondônia - Brasil, por meio da análise de conteúdo estomacal. Dentre estas espécies, foram examinados 351 exemplares de *Podocnemis unifilis*, três de *Podocnemis expansa* e 31 de *Chelus fimbriatus* (matá-matá) de ambos os sexos e diferentes tamanhos. Os estudos revelaram que não houve variação sazonal na alimentação de *Podocnemis unifilis*, mas houve

diferença nos itens alimentares entre machos e fêmeas, pois as sementes e os frutos foram mais consumidos pelas fêmeas e os talos pelos machos. Houve também aumento no consumo de sementes e frutos em função do tamanho animal. O volume de peixe consumido diminuiu para os animais adultos. E ainda houve diferença de alimentação em função do tipo de hábitat, onde sementes e frutos foram mais consumidos por animais capturados nas florestas inundadas que nos lagos e rios. A *Podocnemis* consumiu principalmente vegetais, enquanto *Chelus fimbriatus* alimentou-se de peixes. Fachín-Terán et al. (1995) observaram que os exemplares menores de *P. unifilis* consomem proporcionalmente mais produto de origem animal que os maiores, e como já mencionado, mudanças na dieta de jovens e adultos são comuns em quelônios, e em geral, espécies onívoras tendem a ser predominantemente carnívoras

quando jovens e herbívoras quando adultas.

Estudos realizados por Moll (1976), com a espécie *Kinosternon leucostomum* (tartaruga-do-lodo-de-lábio-branco), indicaram que diferentes populações de uma mesma espécie possuem diferentes tipos de alimentos de acordo com o hábitat, e que essas diferenças podem estar correlacionadas com o crescimento e a reprodução. Outro estudo, realizado por Vogt e Guzman (1988) analisaram o conteúdo estomacal em populações de *Kinosternon* e *Staurotypus* de três lagos no México e demonstraram que essas espécies são onívoras, pois, em lagos pobres de vegetação aquática, estes animais alimentavam-se predominantemente de insetos; enquanto, em lagos perenes com vegetação aquática flutuante e submersa, foi encontrado maior porcentual desses vegetais em relação à quantidade de insetos, o que demonstra a plasticidade da alimentação desses animais,

conforme local, disponibilidade de alimento, fase da vida, estado do animal.

Estudos dos parâmetros morfométricos do trato gastrointestinal (TGI) são necessários para o conhecimento dos processos digestórios dos alimentos no organismo animal, e para indicar a preferência alimentar de uma espécie. Tendo em vista este fato, Luz et al. (2003) analisaram morfometricamente o TGI de filhotes de *P. expansa* e os resultados indicaram que o estômago representou maior percentual do trato digestório, seguido pelo intestino delgado, e o intestino grosso, baseados na relação corporal com o TGI vazio. As análises das relações corporais indicaram que o estômago e o intestino delgado apresentaram maior capacidade de armazenamento, sugerindo que desempenham importante função na digestão de alimentos consumidos.

Como os quelônios são animais ectotérmicos, a temperatura ambiente influencia em seu metabolismo (Litzgus e Hopkins, 2003), portanto a elevação da temperatura acarreta no aumento do consumo de alimento, no metabolismo da digestão (Parmenter, 1981) e na eficiência digestiva, o que acontece não só em quelônios, mas também em outros répteis (Zimmerman e Tracy, 1989), e todos esses fatores devem ser levados em consideração nas pesquisas ou mesmo nos criatórios.

Secor e Diamond (1999) em investigação da interação adaptativa entre ecologia alimentar e fisiologia digestiva, mediram respostas após a alimentação de juvenis da espécie *Chelydra serpentina*, adultos de *Sternotherus odoratus* (tartaruga almíscar comum) e subadultos de *Trachemys scripta*, três espécies de quelônios que se alimentam em intervalos frequentes e consomem uma dieta com material vegetal e animal. Neste estudo, as taxas de

consumo de O₂ de indivíduos em jejum e no momento de digestão foram comparadas as taxas de absorção intestinal de nutrientes e massa de órgãos de tartarugas em jejum por um mês, sendo as tartarugas sacrificadas um dia após a ingestão de uma refeição equivalente a 5-11% da massa corporal. O consumo de O₂ durante a digestão chegou a taxas de 3,4; 2,1 e 2,7 vezes os valores de jejum, respectivamente, para *C. serpentina*, *S. odoratus*, e *T. scripta*, valores bem menores do que as documentados anteriormente para espécies de répteis, que normalmente consomem grandes refeições em longos intervalos. Nenhuma das espécies de quelônios experimentou mudanças pós-prandiais significativas na absorção intestinal de aminoácidos ou D-glicose. Razões de taxas de captação de aminoácidos para captação de D-glicose foram muito maiores do que 1,0 para cada espécie, quer em jejum ou

alimentados, uma característica de outros carnívoros. A capacidade intestinal total de transporte dos aminoácidos L-leucina e L-prolina e o açúcar D-glicose não se alterou com a alimentação em qualquer das espécies de quelônios estudados. Nenhuma das espécies apresentou diferenças significativas na massa visceral ou morfologia do enterócito entre os indivíduos em jejum e alimentados. *Chelydra serpentina* e *T. scripta* não sofreram nenhuma alteração significativa pós-prandial na massa dos órgãos, e as únicas mudanças para *S. odoratus* foram 59% e 42% de aumento nas massas úmida e seca do estômago, respectivamente, sobre a alimentação. Assim, os animais utilizados no experimento mantiveram a integridade funcional e morfológica de seus órgãos durante o jejum e exibiram apenas modestas respostas metabólicas à alimentação. Os autores supõem que estas são características adaptativas inerentes às espécies

que, frequentemente, consomem e digerem pequenas refeições. Tal observação é de grande valia no momento da formulação do protocolo alimentar desses animais, já que o fornecimento de alimento em baixa frequência alimentar e em grande quantidade pode levar ao mau aproveitamento dos alimentos e/ou a não satisfação dos requerimentos nutricionais dos mesmos, além de acarretar em desperdício e conseqüentemente prejuízo financeiro, e ainda poder causar poluição ambiental.

Proteína

A nutrição de quelônios em cativeiro ainda é um desafio, principalmente quando relacionada à produção comercial, onde os gastos com alimentação são de grande importância para a rentabilidade do sistema de criação, entre esses fatores está a quantidade de proteína na ração, a qual pode elevar bastante o custo com a

alimentação. Alguns estudos sobre o requerimento de proteína pelos quelônios já foram efetuados, dentre eles podemos citar o de Rodrigues e Moura (2007), que ao analisarem a composição bromatológica de carne de *P. expansa* observaram diferenças significantes entre animais de vida-livre e de cativeiro, principalmente quanto ao teor proteico, sendo maior na carne dos animais de vida-livre, podendo-se supor que a qualidade dos alimentos oferecidos em confinamento seja nutricionalmente inferior àquela oferecida pela natureza. Segundo os autores, a falta de ração balanceada específica para a espécie pode ser responsável pelo baixo teor proteico encontrado na carne de animais confinados.

As exigências nutricionais alimentares para quelônios, como as concentrações de proteína na dieta são indicadas entre 20% a 40%, porém é necessário diminuir essa faixa, visando minimizar os custos do produtor com ração (Andrade,

2008). Por conta disso, Sá et al. (2004) realizaram experimento com filhotes de *P. expansa*, no qual testaram cinco rações formuladas com diferentes teores de proteína bruta (PB) vegetal: PB 18%, PB 21%, PB 24%, PB 27% e PB 30%, enquanto o outro grupo (PBA 30%) recebeu ração comercial para peixes contendo proteína de origem animal (30% de PB). O experimento demonstrou superioridade do tratamento PBA 30% em todas as medidas morfométricas e peso, seguidos sequencialmente pelos tratamentos PB 30%, PB 27%, sem diferenças significativas entre estes grupos, demonstrando que a qualidade da proteína (origem animal ou vegetal) influencia no desenvolvimento dos animais.

Já Viana e Abe (1998) citado por Andrade (2008), ao avaliarem o desenvolvimento de 198 filhotes de *Podocnemis unifilis* com dieta de 21%, 26% e 31% de proteína bruta - PB e isocalóricas (energia bruta = 3.850 kcal/kg)

durante 240 dias obtiveram nos animais alimentados com ração de 26% e 31% de PB maior desenvolvimento.

De acordo com um diagnóstico dos criadouros de quelônios no estado do Amazonas, Andrade (2008) constatou que os animais alimentados com vísceras bovinas ou peixe (proteína animal) apresentaram tendência a um melhor crescimento e ganho de peso em relação aos que foram alimentados basicamente com verduras e tubérculos (proteína vegetal). Observou-se melhor desempenho em locais onde os animais eram alimentados, basicamente com proteína animal, em todas as variáveis analisadas, como comprimento e largura de carapaça e plastrão, altura da carapaça e peso. Esse fato pode estar ligado à digestibilidade das proteínas, em função de que nos primeiros anos de vida os quelônios fazem melhor digestão de proteínas de origem animal, por não

conseguirem, ainda, fazer grande aproveitamento das fibras, o que reduz a digestibilidade dos nutrientes em alimentos de origem vegetal, além da diferença do perfil aminoacídico das proteínas de diferentes fontes.

Luz (2000) observou que nos estados brasileiros de Goiás, Rondônia, Pará e Acre, a alimentação mais utilizada tem-se constituído de rações formuladas para peixes, com níveis proteicos variando entre 28% a 30%, mas também observou que as criações em cativeiro quando conduzidas inadequadamente ocasionam retardamento no crescimento e/ou desenvolvimento, além de sérias deformações físicas irreversíveis no animal. A fim de determinar o aproveitamento alimentar da farinha de carne e ossos (FCO), farinha de vísceras de aves (FVA) e farinha de peixe (FP) em *P. expansa*, por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato

etéreo (EE) e energia bruta (EB), Almeida e Abe (2009) realizaram um experimento, onde a *P. expansa* apresentou bom aproveitamento dos nutrientes e energia da farinha de carne e ossos, da farinha de vísceras de aves e da farinha de peixe. Diante disso, a farinha de peixe e a farinha de vísceras de aves constituíram as melhores fontes, enquanto a farinha de carne e ossos teve aproveitamento inferior. A farinha de vísceras constituiu excelente alternativa para fornecimento de proteína animal na dieta de *P. expansa* em substituição à farinha de peixe. O melhor aproveitamento de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta pela *P. expansa* em comparação à maioria das outras espécies também foi observado pelos autores. Tal fato pode ser justificado pela presença de trato gastrointestinal mais desenvolvido, com estômago e intestino delgado desempenhando importante função na digestão dos alimentos. Segundo

Luz et al. (2003), o estômago da *P. expansa* apresenta o maior volume do trato digestivo, com 44,20%, seguido pelo intestino delgado e intestino grosso com 28,68% e 20,93%, respectivamente. O comprimento do trato gastrointestinal, do intestino delgado e do intestino grosso foi de 69,19 cm, 44,85 cm e 13,24 cm, respectivamente, em animais com 29 meses de idade, 16,6 cm de comprimento de carapaça e 620 g de peso vivo. Outra explicação para tal desempenho pode ser o mecanismo de estratégias flexíveis que alguns quelônios generalistas possuem, como o *Geochelone carbonaria* e *Geochelone denticulata*. Segundo Bjorndal (1989), esses quelônios ajustam-se a dietas com itens diversos, variando o consumo diário, a taxa de passagem e a digestibilidade de forma a obter maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes. A menor digestibilidade da farinha de carne e ossos em relação aos outros

alimentos de origem animal pode ser explicada pelo alto conteúdo de matéria mineral no alimento, tais como cálcio e fósforo. Segundo Yamamoto et al. (2002), alto conteúdo de matéria mineral pode produzir tempo de trânsito mais rápido, com menor aproveitamento dos nutrientes.

De acordo com Mayeaux et al. (1996), apesar da *Chelydra serpentina* ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos, existem poucas informações disponíveis sobre exigências nutricionais e criação desse animal. Então, realizaram um estudo para avaliar os efeitos da relação energia:proteína na dieta e densidade de estocagem na sobrevivência, crescimento, consumo de ração, conversão alimentar, índice lipossomático e valor protéico produtivo da cultura, em tartarugas mordedoras comuns. Os animais foram estocados em 29 e 58 animais/m² e alimentados com uma das sete dietas experimentais.

Seis dietas continham 30%, 35%, ou 40% de proteína, com dois níveis de energia digestível (ED) (7 ou 9 kcal de ED / g de proteína), a sétima era uma dieta de referência (66% de proteína e 5 kcal ED / g de proteína) formulada para ser igual ou superior na composição de aminoácidos essenciais de tartarugas mordedoras comuns na natureza. Os animais estocados em 58/m² exibiram maior mortalidade, menor ganho de peso, maior consumo de ração, conversão alimentar menos eficiente, menor índice lipossomático, e menor valor produtivo de proteína que os estocados em 29/m² ($P < 0,05$). A dieta referência produziu o maior ganho de peso ($P < 0,001$), segundo os autores, tal fato provavelmente se deu por conta da grande porcentagem de proteína na ração, a qual conseguiu suprir a necessidade de aminoácidos essenciais e limitantes na dieta, o que não aconteceu nas demais dietas experimentais. Os autores mencionaram que o desempenho

superior dos quelônios alimentados com a dieta referência sugere que: a proteína (aminoácidos), o conteúdo e/ou a relação energia: proteína da dieta referência foi superior ao das demais dietas testadas; melhorias nos parâmetros de crescimento podem ser feitas com a manipulação dietética; e altos níveis de proteína vegetal podem ser usados na dieta de animais desta espécie.

Ren et al. (1997) citado por Jia et al. (2005) relataram que a relação ideal de proteína animal-vegetal foi de 6:1 em rações para *Pelodiscus sinensis*. E como é sabido que a digestibilidade de dietas com vegetais pode ser melhorada por extrusão e expansão e, segundo alguns pesquisadores, a proporção de proteína animal-vegetal poderia ainda ser reduzida em alimentos extrusados e expandidos, Jia et al. (2005) investigaram os efeitos da relação da proteína animal-vegetal em dietas extrusadas e expandidas sobre a digestibilidade de

nutrientes, balanço de nitrogênio e de energia em juvenis de tartaruga-de-carapaça-mole-chinesa. Quatro dietas extrusadas e expandidas foram formuladas com diferentes proporções de proteína animal-vegetal (1,50:1; 2,95:1; 4,92:1; 7,29:1). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca e lipídeos para a dieta 1,50:1 foram significativamente menores que nas dietas 2,95:1 a 7,29:1. Não houve diferença significativa na digestibilidade da proteína bruta entre dieta 1,50:1 a dieta 7,29:1. O CDA de carboidratos foi significativamente aumentada com o aumento da proteína animal-vegetal. Embora a taxa de ingestão de nitrogênio, taxa de perda fecal de nitrogênio e taxa de perda de excreção de nitrogênio de tartarugas alimentadas com a dieta 1,50:1 foram significativamente maiores que aqueles alimentados com dieta 2,95:1 a 7,29:1, a taxa de retenção de nitrogênio, utilização líquida da

proteína e do valor biológico da proteína nestas tartarugas foram significativamente inferiores nas dietas 2,95:1 a 7,29:1. Além disso, as taxas de consumo de energia, de perda de excreção de energia e de produção de calor de tartarugas alimentadas com a dieta 1,50:1 também foram significativamente maiores do que aqueles alimentados com as dietas 2,95:1 a 7,29:1. A perda fecal de energia foi reduzida significativamente com o aumento da proporção de proteína animal-vegetal. O CDA da energia e a eficiência de assimilação de energia aumentou significativamente com a maior proporção de proteína animal-vegetal. O crescimento da eficiência de energia no grupo alimentado com a dieta 1,50:1 foi significativamente menor que nos grupos alimentados com dieta 2,95:1 a 7,29:1. Juntos, os resultados sugerem que, a melhor relação de proteína animal-vegetal em dietas extrusadas e expandidas é por volta de 3:1.

Lima (1998) também avaliou o efeito de dietas variando a fonte de proteína oferecida (origem animal e vegetal), porém em filhotes de *P. expansa* pós-eclosão até doze meses de idade. Cinco dietas com diferentes fontes de proteína na matéria seca (100% vegetal; 75% vegetal e 25% animal; 50% animal e 50% vegetal; 25% vegetal e 75% animal; 100% animal) foram fornecidas a mil exemplares que tiveram seu desempenho avaliado por medidas biométricas, parâmetros hematológicos e metabólicos plasmáticos. A ração com 50% de proteína animal e 50% vegetal foi a que proporcionou maior ganho médio de peso final ($512,79 \pm 12,48$ g) e melhor homeostase fisiológica, sendo a que apresentou a melhor composição protéica para a criação desta espécie em cativeiro.

De acordo com Andrade (2008), é importante não privar os quelônios amazônicos brasileiros de alimentos à base de proteína

vegetal, visto que ela propicia a manutenção e estimula a flora microbiana na mucosa intestinal. São esses microrganismos que fazem a fermentação das fibras dos alimentos de origem vegetal, o que tende a melhorar a eficiência digestiva dos animais. Conforme crescem, esses animais assumem um caráter mais onívoro e, além disso, os alimentos de origem vegetal, com maior teor de fibra, em geral, são mais baratos para manter animais em crescimento ou engorda. E ainda demonstra uma comparação entre os criadores distribuídos de acordo com o tipo de alimentação que fornecem, entre eles: vísceras bovinas, peixe, restos de feira (principalmente verduras e tubérculos), ração e peixe + puerária. Apesar do fato do alimento à base de proteína animal demonstrar melhor crescimento, o que pode estar ligado à digestibilidade das proteínas, sabendo-se que nos primeiros anos de vida os quelônios fazem melhor

digestão de proteínas de origem animal, é importante ressaltar novamente que não se deve privar os animais de alimentos à base de proteína vegetal, pois possuem fibra, minerais e vitaminas (principalmente carotenóides) essenciais para um melhor desenvolvimento. Nesse caso, pode-se optar por produtos ou subprodutos baratos ou disponíveis na propriedade.

Avery et al. (1993) observaram que dietas com alto nível de proteína bruta, aliadas a temperaturas elevadas, proporcionaram melhores resultados quanto ao crescimento. Como já mencionado, a temperatura ambiente é um fator importante de influência sobre o metabolismo desses animais. Outro fator que deve ser levado em consideração são as interações entre os componentes da ração, principalmente as interações não-cumulativas, tais interações ocorrem quando os itens da dieta interagem

com outro, de tal forma que o ganho líquido de energia ou de nutrientes de uma dieta mista difere do que o previsto pela soma dos ganhos de componentes da dieta individual. Bouchard e Bjorndal (2006a) quantificaram os efeitos não aditivos entre lentilha, *Lemma valdiviana*, e camarão capim, *Palaemonetes paludosus*, para *Trachemys scripta*. Os animais foram alimentados com lentilha (100%), camarão (100%) e duas rações contendo, 67% de lentilha, 33% de camarão e 14% lentilha e 86% de camarão (com base na matéria seca). Durante cada ensaio foi mensurado o consumo, digestibilidade e tempo de trânsito gastrointestinal da dieta, e após a conclusão, a concentração de ácidos graxos de cadeia curta no trato digestivo dos animais. A digestibilidade foi menor na dieta de 67% lentilha, porém maior na dieta de 14%. Essas interações não-aditivas aparentes podem ser devido a diferenças no tempo de trânsito de

lentilha e camarão. Os autores acreditam que esta é a primeira evidência de que dois itens de alimentação produzem efeitos opostos não aditivos, quando alimentados em diferentes proporções.

Outros estudos já foram efetuados demonstrando a interação entre os alimentos na dieta de quelônios. Bjorndal (1991) encontrou um efeito positivo não aditivo em *Trachemys scripta*, alimentadas com uma dieta composta de 77% lentilha, *Spirodela polyrhiza*, e 23% de larvas tenebrio (base seca). Esse quelônio é onívoro oportunista, quando adulto, e se alimentam de plantas aquáticas (Parmenter e Avery, 1990). Bjorndal (1991) hipotetizou que o efeito positivo não aditivo entre lentilha e larvas de tenebrio foi devido ao nitrogênio na larva que estimulou a população microbiana simbiótica. A autora propôs esta hipótese porque a *T. scripta* usa a microbiota simbiote

do intestino para digerir material vegetal (Bjorndal e Bolten, 1993), e porque a parede celular, ou de fibra, é componente da dieta mais afetado pelo efeito não-cumulativo.

A inclusão de itens de origem animal a uma dieta vegetal, no entanto, pode não produzir consistentemente um efeito positivo não-cumulativo. Por exemplo, em uma tartaruga onívora, *Kinixys spekii*, foi observado um efeito negativo não aditivo, quando a mesma foi alimentada com uma dieta composta de 74,2% de couve, *Brassica oleracea*, e centopéias 25,8%, *Alloporus sp.* (base seca) (Hailey et al., 1998). Este efeito negativo foi atribuído a couve, por seu tempo relativamente curto de trânsito intestinal, diminuindo o tempo de trânsito, e por consequência a digestibilidade. Estudos com *K. spekii* e *T. scripta* (Bjorndal, 1991) demonstram que itens vegetais e animais, nem sempre interagem de maneira semelhante.

Lipídeos

Os lipídeos dietéticos também são de grande importância na nutrição de quelônios, visto que tais animais possuem exigências de ácidos graxos, e a composição da dieta irá influenciar na composição corporal do animal. Tendo em vista esses fatores, Huang et al. (2005) forneceram lipídeos dietéticos contendo partes iguais de óleo de soja e óleo de peixes para juvenis de tartaruga-de-carapaça-mole-chinesa, *Pelodiscus sinensis*, com nível de suplementação de 0% a 15% por 8 semanas. Foi observado o conteúdo de tecido adiposo de tartarugas aumentou quando a concentração de lipídeos na dieta aumentou, e o perfil de ácidos graxos das tartarugas alimentadas com dietas suplementadas com níveis de 6% ou mais de lipídeos foram semelhantes às dos lipídeos na dieta. Em termos de valor absoluto, os ácidos graxos de 14-, 16- e 18-carbonos no

músculo de tartarugas alimentados com a dieta sem suplementação lipídica foram maiores do que aqueles no músculo das tartarugas no início do experimento. Entre eles, C16:1 e C18:1 foi de aproximadamente 4 e 2 vezes superiores, respectivamente, que nas tartarugas no início do experimento. Em contrapartida, montantes absolutos de C20:5 e C22:6 no músculo de tartarugas alimentadas com a dieta sem suplementação lipídica foram ligeiramente inferiores que nas tartarugas iniciais. Para os animais alimentados com dietas com suplemento lipídico, os ácidos graxos C20:5 e C22:6 dos tecidos aumentou quando o nível de lipídeos na dieta aumentou. Estes resultados sugerem que esses animais são capazes de sintetizar os ácidos graxos de até 18 átomos de carbono a partir de outros nutrientes, e que podem ter pouca ou nenhuma capacidade de sintetizar os ácidos graxos

altamente insaturados, informação de grande importância na nutrição destes animais. Já a peroxidação lipídica medida pelo ácido tiobarbitúrico-reativo em tecidos de tartarugas alimentadas com 12% e 15% de lipídeos foi maior ($P < 0,05$) que nas tartarugas alimentadas com 3% a 9% de lipídeos. Isto pode ser devido ao alto teor de lipídeo e de ácidos graxos insaturados nestes tecidos. Em tartarugas alimentadas com dieta sem suplementação lipídica a peroxidação foi maior entre todos os grupos, sugerindo a existência de fatores antioxidantes nos lipídeos dietéticos.

Lin e Huang (2007) observaram juvenis de *Pelodiscus sinensis* alimentadas com sete dietas contendo 8% de banha de porco, óleo de soja, azeite de oliva, óleo de peixe, savelha, ou misturas com razão 1:1 de óleo de peixe e banha de porco, óleo de soja ou azeite de oliva, durante 10 semanas. E ao final puderam concluir que o crescimento muscular e composição

centesimal das tartarugas não foram afetados pelos diferentes tratamentos ($P > 0,05$). É possível que esses animais não necessitem de ácidos graxos n-3 na dieta para seu crescimento ótimo, ou que os ácidos graxos n-3 transmitidos pelos pais foram suficientes para manter as necessidades fisiológicas das tartarugas durante o período de jejum. O perfil de ácidos graxos polares dos lipídeos do músculo, lipídeos não polares do músculo, e lipídeos polares do fígado refletem a composição dos ácidos graxos da fonte lipídica da dieta. Tartarugas alimentadas com dietas contendo óleo de peixe, geralmente continham significativamente maior ($P < 0,05$) proporção ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) em ambos os lipídeos polares e não polares do músculo e da fração polar dos lipídeos no fígado, que aqueles alimentados com outros óleos. A fração de lipídeo apolar no fígado de todos os grupos de tartarugas continham menos de 1%

do HUFA. De acordo com Huang et al. (2005) os lipídeos do músculo de uma tartaruga recém-eclodidos contem mais de 10% de HUFA n-3. Todas as tartarugas continham proporções relativamente elevadas de ácido oléico em seus lipídeos, independentemente da fonte lipídica da dieta. Além disso, a peroxidação lipídica, tanto em tecido muscular e microsomas de fígado de animais alimentados com óleo de peixe como a única fonte de lipídeos foi maior ($P < 0,05$) do que aqueles alimentados com dietas livres de óleo de peixe. Tartarugas alimentadas com azeite como fonte única de lipídeos tiveram a menor taxa de peroxidação lipídica entre todos os grupos alimentares. Os resultados indicam que a dieta HUFA n-3 pode não ser crucial para o crescimento ótimo desses animais, embora tais ácidos graxos possam ser utilizados para efeitos metabólicos. O mais elevado nível dietético de HUFA não apenas aumenta o conteúdo HUFA nos

tecidos dos animais, mas também aumenta a suscetibilidade desses tecidos à peroxidação lipídica (Lin e Huang, 2007). Os autores também mencionam que o fato de tartarugas alimentadas com óleo de peixe como fonte única de lipídeos produzirem mais TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) em ambos os tecidos musculares e microsomas de fígado indica que a extensão da peroxidação lipídica, tanto para o tecido muscular e biomembranas de fígado, que é reforçada pelo nível crescente de insaturação, em especial o conteúdo HUFA n-3, em lipídeos musculares e lipídeos polares do fígado. Por outro lado, o azeite, que contém quase 80% de ácido oléico (18:1 n-9), reduziu a peroxidação lipídica no músculo e no microsoma do fígado das tartarugas.

Lawniczak e Teece (2009) analisaram o metabolismo de lipídeos e ácidos graxos durante o desenvolvimento embrionário de

Chelydra serpentina. Mudanças substanciais na classe de lipídeos e composição em ácidos graxos ocorreram quando os lipídeos foram transferidos da gema à membrana do saco vitelino (ADM) e depois para o cérebro, olhos, coração e pulmões dos animais recém-eclodidos. Triglicerídeos derivados do ácido docosahexaenóico (DHA) foram utilizados preferencialmente para fosfolípídeo derivado do DHA. No saco vitelino, o ácido araquidônico (ARA) foi seletivamente incorporado aos fosfolípídeos, enquanto o DHA foi preferencialmente incorporado em triglicerídeos. A incorporação seletiva de DHA e ARA para o cérebro e os olhos, e ARA para o coração, foi observada, indicando a importância desses ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) para o desenvolvimento de órgãos e funções. A quantidade de DHA e ARA em cada órgão foi inferior a 1%, menor que o medido na gema do ovo recém-posto, indicando que

apenas uma pequena porção de PUFAs da gema foi incorporada nos órgãos estudados. Entretanto, apesar desta porção ser pequena, pode-se demonstrar sua significativa importância, e, por conseguinte, a relevância desses ácidos graxos na matriz, no ovo, no embrião e por fim no filhote.

Cain et al. (2003) examinaram a composição dos lipídeos e apoproteínas de VLDL, IDL, LDL, HDL2 e HDL3 em tartaruga de orelha vermelha (*Trachemys scripta elegans*), em estado de jejum e alimentado. A composição lipídica de lipoproteínas dessa espécie foi muito semelhante aos homólogos humanos. A principal apolipoproteína encontrada no LDL, IDL e VLDL, tem um peso molecular de aproximadamente 550 kDa é um homólogo de apo B-100. Já a principal apolipoproteína encontrada em ambos, HDL2 e HDL3, tem peso molecular de 28-kDa e é homóloga à humana apo A-

I. O HDL3 também contém uma proteína 6,5 kDa que é homólogo a apo A-II, enquanto HDL2 tem duas proteínas de baixo peso molecular, de 6 kD e 7 kDa, que também são encontrados nas lipoproteínas ricas em triglicérides (TRL). A proteína 7 kDa é homóloga a apoC-III, assim, a proteína 6 kDa tem um tamanho similar e distribuição a apoC-II ou apoC-I. Além disso, o HDL2 possui também uma proteína de 15,8 kDa que não tem homólogo óbvio em mamíferos. Em ambos, tamanho e composição de apolipoproteína, o HDL2 da tartaruga assemelha-se a HDL2 humano, enquanto HDL3 de tartaruga também se assemelha ao HDL3 humano. Em jejum, tartarugas continham muito pouco TRL. E quando alimentados com uma dieta rica em gordura, a quantidade de IDL e LDL aumentaram significativamente.

Perez et al. (1992) isolaram e purificaram a suposta apolipoproteína B-100, no plasma do quelônio *Chrysemys picta*, e

determinaram que o peso molecular da mesma é aproximadamente 350 kDa. Esta apolipoproteína em humanos é parte constituinte de algumas lipoproteínas, atuando como importante receptor nas mesmas (Mayes, 1998). Perez et al. (1992) testaram o comportamento da apo B-100 com administração de estrogênio. O tratamento com estrogênio administrado de forma aguda aumentou os níveis de

apolipoproteínas B-100 ($7,64 \pm 0,79$ mg/ml plasma), em comparação com o tratamento controle. Em contraste, o tratamento com administração de estrogênio de forma crônica reduziu o nível de apo B-100 significativamente $2,94 \pm 0,53$ mg/ml no plasma ($P < 0,05$). Demonstrando a mudança no metabolismo de lipídeos de acordo com a fase de criação, isto é, estado fisiológico do animal.

Tabela 1 - Principais espécies, nível indicado de nutriente na alimentação, e respectivos autores das pesquisas.

Animal	Nutriente	Nível indicado	Autor (es)
Quelônio	Proteína	20% - 40%	Andrade (2008)
<i>P. expansa</i>	Proteína animal	30%	Sá et al. (2004)
<i>P. expansa</i>	PA:PV ¹	1:1	Lima (1998)
<i>P. unifilis</i>	Proteína	26% e 31%	Viana e Abe (1998)
<i>P. sinensis</i>	Lipídeos	3% - 9%	Huang et al. (2005)
<i>P. sinensis</i>	PA:PV ¹	3:1	Jia et al. (2005)
<i>P. sinensis</i>	PA:PV ¹	6:1	Ren et al. (1997)
<i>C. serpentina</i>	Proteína	66%	Mayeaux et al. (1996)
<i>C. serpentina</i>	ED:PB ²	5:1	Mayeaux et al. (1996)

¹PA:PV = Proteína animal:Proteína vegetal

²ED:PB= Energia digestível (Kcal): Proteína bruta (g)

Fermentação

Na maioria dos répteis herbívoros estudados, a fermentação ocorre principalmente no intestino grosso (Bjorndal, 1997). A única exceção conhecida é a espécie, *Pseudemys nelsoni* (Tartaruga-da-barriga-vermelha-da-Flórida), que mantém fermentação significativa em ambos os intestinos delgado e grosso (Bjorndal e Bolten, 1990). O intestino delgado é normalmente onde carboidratos e proteínas são digeridos pelas enzimas endógenas da tartaruga (Stevens e Hume, 1995). A fermentação nesta região é, portanto, surpreendente, porque as enzimas endógenas devem competir com simbiontes microbianos por esses nutrientes de alta qualidade.

De acordo com Bouchard e Bjorndal (2005), répteis herbívoros usam simbiontes microbianos do intestino para digerir material vegetal. Esses simbiontes fermentam componentes da parede

celular, e produzem ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que o réptil utiliza como fonte de energia. Com base nessas informações, os autores mediram as concentrações de AGCC no trato digestivo de juvenis e adultos de *Trachemys scripta*. Como muitas outras tartarugas, a *T. scripta* possui uma variação ontogenética na dieta de carnívoria a herbívoria, e desconhece-se se os juvenis conseguem digerir material vegetal. Portanto, os objetivos dos autores foram determinar se esta espécie efetua fermentação no intestino delgado, se juvenis possuem concentrações comparáveis de AGCC aos de outros répteis herbívoros, e se uma mudança na capacidade relativa de fermentação na câmara acompanha a mudança da dieta. Então, as tartarugas foram alimentadas com uma dieta vegetal, durante cinco semanas e ao final pode-se observar que ambos, jovens

e adultos, apresentaram concentrações AGCC comparáveis aos de outros répteis herbívoros, no entanto, eles não têm fermentação baixa, mas sim significativa no intestino. Além disso, não houve diferença entre as massas relativas do conteúdo câmara de fermentação dos jovens e adultos. Portanto, pôde-se constatar que a mudança ontogenética na dieta de *T. scripta* não é acompanhada por uma alteração da capacidade relativa do intestino.

Energia

Duncan e Marcon (2009) examinaram a atividade das enzimas do metabolismo intermediário em quatro tecidos: músculo, fígado, coração e cérebro de três tartarugas de água doce da Amazônia recém-eclodidas: *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata*. O potencial metabólico dessas espécies foi avaliado por meio das atividades

absolutas das enzimas do metabolismo energético com ênfase no metabolismo dos carboidratos, lipídeos, aminoácidos e corpos cetônicos. Todas as espécies estudadas apresentaram alto potencial glicolítico em todos os tecidos analisados. Com base nos baixos níveis da enzima hexoquinase, as reservas de glicogênio podem ser importantes substratos energéticos para estas espécies. A alta atividade da lactato desidrogenase no fígado pode indicar que este órgão desempenha um importante papel no metabolismo dos carboidratos, possivelmente relacionado com a resistência ao mergulho prolongado. O perfil metabólico de *P. sextuberculata* parece organizado para utilizar preferencialmente lipídeos, aminoácidos e corpos cetônicos. Os dados das atividades máximas das enzimas 3-hidroxi-acil-Co A desidrogenase, malato desidrogenase e succinil-Co A cetotransferase, especialmente no

músculo branco e no fígado dessa espécie corroboram esta hipótese. Por outro lado, os carboidratos e os lipídeos parecem ser os principais substratos metabólicos de *P. expansa* e *P. unifilis*, muito embora, os corpos cetônicos e aminoácidos sejam importantes metabólitos para sustentar o potencial oxidativo nessas espécies. Os dados enzimáticos parecem estar correlacionados com o hábito alimentar e o estilo de vida dos quelônios de água doce da Amazônia. O perfil metabólico sugere que os filhotes recém-eclodidos de *P. unifilis* e *P. expansa* são predominantemente herbívoros, enquanto que *P. sextuberculata* pode depender de uma dieta mista de proteína vegetal e animal.

Das variáveis envolvidas na resposta da ação dinâmica específica (SDA), a resposta SDA integrada (total de oxigênio consumido durante a resposta SDA) é a variável que reflete diretamente no custo energético total para os

processos de digestão, absorção e assimilação de alimentos. Onde a variação na resposta SDA integrada é determinada pela variação da energia ingerida, supõe-se que a ingestão de alimentos de diferentes tipos ou ingestão de alimentos em frequências diferentes pode não diferir no custo energético da SDA, quando a influência da variação da energia ingerida é removida (Pan et al., 2005).

Pan et al. (2005) mediram o consumo de oxigênio em tartaruga-chinesa-do-pescoço-listrado (*Ocadia sinensis*) após terem ingerido alimentos, ou como uma dieta simples ou dupla, como dietas experimentais, para analisar a influência do tipo de dieta e frequência de alimentação sobre a ação dinâmica específica (SDA). A variação temporal no consumo de oxigênio após a alimentação foi evidente na ingestão de alimentos por tartarugas, mas não no controle de tartarugas em jejum. Na experiência em dieta única, o pico

da taxa metabólica e da resposta integrada SDA (custo energético para o todo o processo de digestão) ambos não diferiram entre a ingestão de preparado à base de vermes e camarões para tartarugas, quando a influência da variação da energia ingerida era retirada, e o tempo para atingir a taxa metabólica de pico não foi afetado pelo tipo de refeição e quantidade de alimentos ingeridos. Nas tartarugas que ingeriram dieta dupla observou-se mais energia e, portanto, teve uma duração prolongada da resposta SDA que aquelas sob única refeição. No entanto, a resposta integrada SDA não diferiu entre os dois tratamentos experimentais, quando a influência da variação da energia ingerida foi removida. Os resultados mostram que o tipo de dieta e frequência de alimentação têm consequências importantes sobre a resposta da SDA de juvenis de *O. sinensis*. Como a resposta integrada de SDA permaneceu notavelmente constante, quer entre

tartarugas que ingeriram alimentos diferentes ou entre as que ingeriram o mesmo alimento, em frequências diferentes, quando a influência da variação da energia ingerida foi removida, portanto, os autores concluíram que o custo energético associado com a ingestão é essencialmente determinado pelo conteúdo energético do alimento ingerido em juvenis de *O. sinensis*.

Considerações Finais

Levando em consideração todas as informações reunidas nesta revisão, podemos enfatizar alguns aspectos, como o fato da grande diversidade de espécies de quelônios, e a diferença entre elas, exigir um maior esforço para o estabelecimento de exigências e protocolos nutricionais para essas espécies. Outro fator a considerar é a temperatura ambiente, por influenciar no metabolismo animal, o que faz com que pesquisas em ambientes temperados tenham que

ser repetidas em ambientes tropicais, e vice e versa, quando as mesmas não são efetuadas em laboratório, por conta da diferença da temperatura influenciar nos resultados obtidos. Apesar, desses e de outros entraves enfrentados pela quelonicultura, esta é uma atividade que vem crescendo pela grande demanda de alimento, principalmente protéico, e também para fins conservacionistas, pela possibilidade de minimizar a

retirada de animais da natureza para suprir o mercado consumidor, colaborando assim com a conservação dessas espécies.

Os conhecimentos sobre a nutrição de quelônios ainda está em fase inicial, portanto muitas informações ainda são necessárias para que se possa alimentar adequadamente estes animais em cativeiro, e assim explorar da melhor forma possível o potencial zootécnico das espécies.

Referências Bibliográficas

- Alho, C.J.R. e Pádua, L.F.M. 1982. Sincronia entre o regime de vazante do rio e o comportamento de nidificação da tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa*, (Testudinata: Pelomedusidae). Acta Amazônica, 12(2): 323-326.
- Almeida, C.G. e Abe, A.S. 2009. Aproveitamento de alimentos de origem animal pela tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* criada em cativeiro. Acta Amazônica, 39(1): 215–220.
- Andrade, P.C.M. 2008. Criação e Manejo de Quelônios no Amazonas. Projeto Diagnóstico da Criação de Animais Silvestres no Estado do Amazonas. I Seminário de Criação e Manejo de Quelônios da Amazônia Ocidental. 2ª Edição. ProVárzea/FAPEAM/SDS. Manaus/AM. 528 pp.

- Araújo, J.C. et al. 2012. Effect of three feeding management systems on some reproductive parameters of scorpion mud turtles (*Kinosternon scorpioides*) in Brazil. *Tropical Animal Health and Production* (Online first). Digital Object Identifier (DOI) 10.1007/s11250-012-0281-3.
- Avery, H.W. et al. 1993. Roles of diet protein and temperature in the growth and nutritional energetics of juvenile slider turtles, *Trachemys scripta*. *Physiol. Zool.*, 66(6): 902-925.
- Balensiefer, D.C. e Vogt, R.C. 2006. Diet of *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) during the dry season in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(2): 312–317.
- Bjorndal, K.A. 1989. Flexibility of digestive responses in two generalist herbivores, the tortoises *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata*. *Oecologia*, 78: 317-321.
- Bjorndal, K.A. 1991. Diet mixing: nonadditive interactions of diet items in an omnivorous freshwater turtle. *Ecology*, 72: 1234-1241.
- Bjorndal, K.A. 1997. Fermentation in Reptiles and Amphibians. In R. I. Mackie and B. A. White (eds.), *Gastrointestinal Ecosystems and Fermentation*. Chapman and Hall, Inc., New York. 199- 230.
- Bjorndal, K.A. e Bolten, A.B. 1990. Digestive processing in a herbivorous freshwater turtle: consequences of small intestine fermentation. *Phys. Zool.*, 63: 1232-1247.
- Bjorndal, K.A. e Bolten, A.B. 1993. Digestive efficiencies in herbivorous and omnivorous fresh-water turtles on plant diets: do herbivores have a nutritional advantage? *Physiol. Zool.* 66: 384–395.
- Bouchard, S.S. e Bjorndal, K.A. 2005. Microbial fermentation in juvenile and adult pond slider turtles, *Trachemys scripta*. *J. Herpetol.*, 39(2): 321-324.

- Bouchard, S.S. e Bjorndal, K.A. 2006a. Nonadditive interactions between animal and plant diet items in an omnivorous freshwater turtle *Trachemys scripta*. *Com Biochem. Phys. B*, 144: 77–85.
- Bouchard, S.S. e Bjorndal, K.A. 2006b. Ontogenetic Diet Shifts and Digestive Constraints in the Omnivorous Freshwater Turtle *Trachemys scripta*. *Physiol. Biochem. Zool*, 79(1): 150–158.
- Cain, W. et al. 2003. Characterization of lipoproteins from the turtle, *Trachemys scripta elegans*, in fasted and fed states. *Comp. Biochem. Phys. A*, 134: 783–794.
- Duncan, W.P. e Marcon, J.L. 2009. Enzymes of energy metabolism in hatchlings of Amazonian freshwater turtles (Testudines, Podocnemididae). *Braz. J. Biol.*, 69(2): 319-325.
- Fachín-Terán, A. et al. 1995. Food habits of an assemblage of five species of turtles in the Rio Guaporé, Rondônia, Brazil. *J. Herpetol.*, 29(4): 536–547.
- Gotte, S.W. 1992. *Chrysemys picta* (Eastern Painted Turtle). Predation. *Herpetological Review*, 23: 80.
- Graham, T.E. 1984. *Pseudemys rubiventris* (Red-bellied Turtle). Predation. *Herpetological Review*, 15: 19–20.
- Hailey, A. e Coulsom, I.M. 1999. The growth pattern of the African tortoise *Geochelone pardalis* and other chelonians. *Can. J. Zool.*, 77: 181–193.
- Hailey, A. et al. 1998. Diet mixing in the omnivorous tortoise *Kinixys spekii*. *Funct. Ecol.* 12, 373–385.
- Huang, C.- H. et al. 2005. Dietary lipid level influences fatty acid profiles, tissue composition, and lipid peroxidation of soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*. *Comp. Biochem. Physiol. A*, 142: 383–388.
- Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 169, de 20 jan. 2008, que institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em território

- brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=39> Acesso em: 14 jul. 2009.
- Jia, Y. et al. 2005. Effects of animal–plant protein ratio in extruded and expanded diets on nitrogen and energy budgets of juvenile Chinese soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis* Wiegmann). *Aquac. Res.*, 36: 61-68.
- Lawniczak, C.L. e Teece, M.A. 2009. Lipid metabolism during embryonic development of the common snapping turtle, *Chelydra serpentina*. *Comp. Biochem. Phys. B*, 153: 73–80.
- Lima, M.G.H.S. 1998. A importância das proteínas de origem animal e vegetal no primeiro ano de vida da tartaruga-da-Amazônia – *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812). Dissertação (Mestrado) Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. 93pp
- Lin, W.-Y. e Huang, C.-H. 2007. Fatty acid composition and lipid peroxidation of soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*, fed different dietary lipid sources. *Comp. Biochem. Phys. C*, 144: 327–333.
- Litzgus, J.D.; Hopkins, W.A. 2003. Effect of temperature on metabolic rate of the mud turtle (*Kinosternon subrubrum*). *J. Therm. Biol.*, 28: 595–600.
- Luz, V.L.F. 2000. Avaliação do crescimento e morfometria do trato digestivo de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) criada em sistema de cativeiro em Goiás. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 83pp.
- Luz, V.L.F. et al. 2003. Morfometria do trato digestório da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em sistema comercial. *Rev. Bras. Zoot.*, 32(1): 10-18.
- Malvasio, A. 2001. Aspectos do mecanismo alimentar e da biologia reprodutiva em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) *P. unifilis* (Troschel, 1848) e *P. sextuberculata* (Cornalia, 1849) (Testudines, Pelomedusidae). Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

- Mayeaux, M.H. et al. 1996. Effects of Dietary Energy : Protein Ratio and Stocking Density on Growth and Survival of the Common Snapping Turtle *Chelydra serpentina*. J. World Aquacult. Soc., 27(1): 64-73.
- Mayes, P.A. 1998. Transporte e armazenamento de lipídeos. In: Murray, R.K.; Granner, D.K.; Mayes, P A.; Rodwell, V.W. Harper: Bioquímica. 8ª ed., 254-270.
- Moll, D.O. 1976. Food biology and feeding strategies of the ouachita map turtle (*Graptemys pseudogeographica ouachitensis*) Amer. Midl. Nat., 96: 478-842.
- Pan, Z.-C. et al. 2005. Metabolic response to feeding in the Chinese striped-necked turtle, *Ocadia sinensis*. Comp. Biochem. Phys. A, 141: 470 – 475.
- Parmenter, R.R. 1981. Digestive turnover rates in freshwater turtles: the influence of temperature and body size. Compendium Biochemistry Physiology, 70: 235-238.
- Parmenter, R.R. e Avery, H.W. 1990. The feeding ecology of the slider turtle. In: Gibbons, J.W. (Ed.), Life History and Ecology of the Slider Turtle. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.: 257–266.
- Perez, L.E. et al. 1992. Putative apolipoprotein; B-100 in the freshwater turtle *Chrysemys picta*: effects of estrogen and progesterone. Comp. Biochem. Phys. B., 103(3): 707-713.
- Portal, R.R. et al. 2002. Espécies vegetais utilizadas na alimentação de *Podocnemis unifilis*, Troschel 1948 (Reptilia, Testudinae, Pelomedusidae) na região do Pracuúba-Amapá-Brasil. Ciência Animal Brasileira, 3(1): 11-19.
- Ren, Z. et al. 1997. Study on feed of Chinese soft-shelled turtle. Feed Industry, 18: 21-24.
- Rodrigues, M.J.J. e Moura, L.S.S. 2007. Análise bromatológica da carne de tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger,1812) em

- habitat natural: Subsídios para otimizar a criação racional. Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, 2(4).
- Rodrigues, M.J.J. et al. 2004. Composição química do conteúdo estomacal da tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger,1812), em ambiente natural. Bol. Téc. Cient. CEPNOR, 4(1): 57-65.
- Sá, V.A. et al. 2004. Crescimento ponderal de filhotes de tartaruga gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a tratamento com rações isocalóricas contendo diferentes níveis de proteína bruta. R. Bras. Zootec. 33, 6(3): 2351-2358.
- Secor, S.M. e Diamond, J. 1999. Maintenance of Digestive Performance in the Turtles *Chelydra serpentina*, *Sternotherus odoratus*, and *Trachemys scripta*. Copeia, 1(5): 75-84.
- Souza, F.L. 2004. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). Phyllomedusa, 3(1): 15-27.
- Souza, F.L. e Abe, A.S. 1997a. Seasonal variation in the feeding habits of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae). Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 8: 17–20.
- Souza, F.L. e Abe, A.S. 1998. Resource partitioning by the Neotropical freshwater turtle, *Hydromedusa maximiliani*. J. Herpetol., 32: 106–112.
- Stevens, C.E. e Hume, I.D. 1995. Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Vianna, V.O e Abe, A.S. Efeito de diferentes níveis de proteína no desenvolvimento de filhotes de tracajá (*Podocnemis unifilis*) em cativeiro. In: Reuniao Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 35. 1998, Botucatu. **Anais...** São Paulo Gnosis, 1998, CD-ROM, Pequenos Animais e Animais Silvestre, Tra. 28.
- Vogt, R.C. e Guzman, S.G. 1988. Food partitioning in a neotropical freshwater turtle community. Copeia, 37-47.

Yamamoto, T. et al. 2002. Influence of feeding diets with and without fish meal by hand and by self-feeders on feed intake, growth and nutrient utilization of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 214: 289-305.

Zimmerman, L.C. e Tracy, C.R. 1989. Interactions between the environment and ectothermy and herbivory in reptiles. *Physiol. Zool.*, 62: 374-409.

**Jamile da Costa Araújo et al. Revista Eletrônica Nutritime. Nutrição na
quelonicultura – Revisão. Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 –
2871 – Novembro – Dezembro/2013**

ARTIGO 2

Minerais e vitaminas para quelônios em cativeiro

Jamile da Costa Araújo et al.

Artigo de revisão publicado no periódico PUBVET

RESUMO

Os animais necessitam de nutrientes para seu desenvolvimento, e os mesmos precisam estar em conformidade com a necessidade de cada organismo, portanto, quando o animal encontra-se em cativeiro deve-se oferecer uma dieta balanceada, para o alcance máximo do desempenho produtivo, da resistência imunológica ou da convalescença, no caso daqueles acometidos por doenças. Dentre os animais silvestres mantidos em cativeiro, encontram-se os quelônios, répteis com reconhecida finalidade zootécnica, cada vez mais valorizados na produção animal, pelo fato de sua carne e subprodutos serem apreciados para consumo humano. Entretanto, a nutrição ainda é um entrave na quelonicultura, demandando um alto custo. Portanto, objetiva-se nesta revisão reunir informações que auxiliem a fundamentar o fornecimento adequado de vitaminas e

minerais para quelônios em cativeiro, sendo levado em consideração o grande número de espécies, fase de desenvolvimento e outros fatores. Visto que esses dois grupos de nutrientes são de extrema importância no organismo animal devido a carência afetar a homeostasia animal, tendo reflexos negativos na sua criação em cativeiro, e do excesso no meio ambiente, por conta da poluição ambiental. As fontes de suplementação também devem ser levadas em consideração, pois, podem entrar em associação com compostos orgânicos da ração formando quelatos e prejudicando a assimilação desses nutrientes pelo organismo. Além disso, cada fonte de suplementação possui qualidades químicas e nutritivas distintas. Porém, tal suplementação é uma alternativa para compensar a deficiência destes compostos nas rações fornecidas, as quais muitas vezes não são específicas para esses animais.

Palavras-chave: Animais silvestres, Nutrição, Quelonicultura.

Minerals and vitamins for chelonians in captivity

ABSTRACT

Animals need nutrients to development, and they must comply with requirements of each organism, so that in *ex situ* condition should provide a balanced diet to possibility animals reach the maximum performance, that will also provide a more rapid recovery of disease and reduce agonistic behaviour and another stress. Among reptiles captive breeding, chelonians are one of the most common group in farming or ranching systems, with increasingly valued of its meat and by global products. However, nutrition still an obstacle in chelonian breeding systems, demanding a high cost. Therefore, this review aims to gather information that could help to support an adequate supply of vitamins and minerals for captive chelonians being taken into account the large number of species being farmed and other factors. Since these two groups of micronutrients are extremely important in the animal organism due to its deficiency or excess affect the homeostasis animal, having a negative impact on their captive breeding, and excess in the environment, due to environmental pollution. We discuss data about sources of supplementation, since such nutrients can enter in association with organic compounds forming chelates diet

and damaging the assimilation of nutrients by the body, and each source of supplementation have distinct nutrient and chemical qualities. However, such supplementation is an outlet for the deficiency of these compounds in the feed provided, which are often not specific to these animals.

Keywords: Wildlife, Nutrition, Turtle farming.

INTRODUÇÃO

A criação de animais silvestres com finalidade comercial é uma atividade ainda em desenvolvimento no Brasil. Mais que uma nova atividade comercial, promove a valorização dos recursos faunísticos nacionais e, ainda, representa uma fonte de proteína animal altamente adaptada às reais condições naturais do ambiente tropical sul-americano. Dentre estes animais encontram-se os quelônios amazônicos, com alto potencial para exploração zootécnica, particularmente por seu porte, sua alta prolificidade, rusticidade e pelo valor econômico de sua carne, produtos e subprodutos (Sá et al., 2004). Na Amazônia, a carne de quelônio é muito apreciada pelos nativos e também por turistas, que a consideram um

alimento exótico. Por isso, restaurantes da região oferecem uma série de opções culinárias, onde o ingrediente principal é a carne destes répteis. Por sua ampla utilização, os quelônios foram alvo de crescente predação, com predominância de abastecimento do comércio ilegal, o que o levou a diminuição dos estoques naturais, devido a essa exploração desordenada.

Atualmente, no Brasil, a criação de quelônios para fins comerciais é normatizada pela Instrução Normativa nº 169 de 20 de fevereiro de 2008 (Ibama, 2008), a fim de minimizar a comercialização ilegal e a exploração destes animais, estimulando a criação zootécnica de diversas espécies, com o objetivo de suprir a demanda do mercado. Porém, os dados sobre a nutrição desses animais ainda são limitados, considerando que se trata de um dos principais componentes dos custos de produção, e como um meio de otimizar a mesma e minimizar os custos, se faz de grande valia conhecer os níveis de exigência de vitaminas e minerais da espécie a ser cultivada e suas formas de suplementação. Principalmente, por conta das mudanças na exigência nutricional dos animais devido fatores como habitat (cativeiro ou vida livre), idade, estado reprodutivo, sexo, etc.

As vitaminas são essenciais para o bom funcionamento do metabolismo e, conseqüentemente, necessárias para saúde e manutenção das funções fisiológicas tais como, manutenção, crescimento e reprodução (Bertechini, 2006). Já os minerais são nutrientes integrantes do corpo sob a forma sólida, através da rigidez do esqueleto e dentes, dos tecidos moles e músculos, como cofatores em diversos processos enzimáticos, entre outros, possuindo função reguladora orgânica (Franco, 1999). Não obstante, ressaltam-se que a deficiência e o excesso de vitaminas e minerais acarretam sérios problemas ósseos e metabólicos aos animais, sendo indispensáveis níveis corretos de suplementação desses nutrientes na dieta animal. Deste modo, em situação de desnutrição, o sistema imune é o primeiro a sofrer alterações, respondendo antes mesmo do sistema reprodutivo (Carciofi e Oliveira, 2007). Na tentativa de aumentar a disponibilidade para o animal, uma suplementação excessiva de minerais pode causar efeitos prejudiciais, acarretando na redução da ação metabólica de outros minerais, além de não contribuir para melhorar sua concentração no sangue e causar poluição ambiental (Kiefer, 2005). Visto que o desconhecimento dos níveis ideais de minerais e vitaminas

faz com que as rações formuladas sejam abundantes nestes compostos, os quais muitas vezes não são utilizados pelos animais, sendo excretados, contaminando o meio ambiente, e gerando outro fator preocupante, o ambiental. Portanto, o objetivo desta revisão é reunir e analisar os dados sobre os níveis ideais de minerais e vitaminas e suas formas de suplementação em quelônios, levando em consideração os fatores limitantes, como o grande número de espécies, diferenças climáticas, entre outras.

Minerais

Cálcio e fósforo

O cálcio (Ca) é o mineral mais abundante no esqueleto de animais, incluindo répteis, além de ser o principal mineral nas dietas destes organismos. Como maior constituinte mineral destes, representa entre 1% a 2% (Huang et al., 2003; Bertechini, 2006). Segundo Bertechini (2006), o Ca é essencial à formação óssea, para produção e qualidade da casca do ovo, além de participar da contração dos músculos esqueléticos e cardíacos. Este mineral torna-se o mineral mais abundante em quelônios por estar presente em grande

quantidade em seu casco, o que aumenta a exigência dietética do mesmo quando comparados a outros animais. As principais fontes de origem animal são a farinha de carne e ossos, farinha de vísceras de aves, farinha de peixe, farinha de ossos calcinada e farinha de ostras. Dentre as fontes minerais estão o calcário, fosfato bicálcico, fosfato monocálcico e o fosfato monoamônio (Almeida, 2007). Já o fósforo é um macromineral que geralmente encontra-se, nas literaturas, correlacionado com o cálcio, pelo fato dos dois serem ativos na mineralização óssea. O fósforo também está presente na formação de ATP, sendo, portanto responsável pela geração de energia ao organismo, fundamental para a atividade de produção e reprodução animal, além de regular enzimas alostéricas (Bertechini, 2006).

Na nutrição de quelônios, segundo Huang et al. (2003), a farinha de peixe não deve ser utilizada como a principal fonte de cálcio para quelônios, pois contém baixos níveis deste mineral, não atendendo as suas necessidades. Em experimento com *Pelodiscus sinensis* (*tartaruga-da-carapaça-mole-chinesa*), os autores supracitados constataram que suplementando a dieta com carbonato de cálcio e fosfato de cálcio em níveis de 5,7% de Ca e 3% de P, se obtêm um ótimo crescimento,

concluindo que a maior suplementação de fósforo aumenta a deposição de cálcio nos órgãos e a cinza no corpo do animal. A relação de Ca:P neste experimento correspondeu a $2,10 \pm 0,02$. Na Tabela 1 encontram-se os valores de exigência e digestibilidade de fontes de suplementação de Ca e P, para quelônios, encontrados na literatura.

Tabela 1. Valores de exigência mineral e digestibilidade em quelônios.

Mineral	Suplemento(s)	Espécie	Exigência/ digestibilidade	Autores
Cálcio	Fosfato de cálcio/Carbonato de cálcio	<i>Pelodiscus sinensis</i>	5,7%	Huang et al. (2003)
	Lactato de cálcio/Carbonato de cálcio	<i>Geochelone nigra</i>	84% digestibilidade média	Liesegang et al. (2001)
	Carbonato de cálcio	<i>Testudo hermanni</i>	79±6% digestibilidade	Liesegang et al. (2007)
Fósforo	Fosfato de cálcio	<i>Pelodiscus sinensis</i>	3%	Huang et al. (2003)
	Fosfato de cálcio/Carbonato de cálcio	<i>Geochelone nigra</i>	91% digestibilidade	Liesegang et al. (2001)
	Fosfato de cálcio/Carbonato de cálcio	<i>Pelodiscus sinensis</i> <i>Testudo hermanni</i>	2,10±0,02 52±4% de digestibilidade	Huang et al. (2003) Liesegang et al. (2007)
Ca:P	Lactato de cálcio/Carbonato de cálcio	<i>Geochelone nigra</i>	6,1:1	Liesegang et al. (2001)
		Quelônios herbívoros terrestres	1,5 - 2:16	Massana e Silvestre (2008)
	Carbonato de cálcio	<i>Testudo hermanni</i>	6:1	Liesegang et al. (2007)
Ferro	Citrato férrico	<i>Pelodiscus sinensis</i>	266 e 325 mg/kg	Chu et al. (2007)
Magnésio		<i>Testudo hermanni</i>	52±2% de digestibilidade	Liesegang et al. (2007)
Cobre	Sulfato de cobre	<i>Pelodiscus sinensis</i>	4-5 mg/kg	Wu et al. (2008)
Zinco	Sulfato de zinco	<i>Pelodiscus sinensis</i>	35 a 46 mg/kg ⁻¹	Huang et al. (2009)

As quantidades de Ca e P e também a relação dos mesmos na composição corpórea do animal é de grande valia no momento de se estabelecer as exigências. Por conta disso, dados de literatura estão apresentados na Tabela 2. Massana e Silvestre (2008) relatam que a relação Ca:P para quelônios herbívoros terrestres é de 1,5 - 2:16. Liesegang et al. (2001) constataram que tartarugas gigantes (*Geochelone nigra*) suplementadas com 7,33% de Ca, numa relação Ca:P de 6,1:1, alcançaram uma digestibilidade média de 84% ± 3% para o Ca e de 91% ± 2% para o P.

Tabela 2. Concentração de Cálcio e Fósforo na composição corpórea de quelônios.

Mineral	Espécie	Fonte/Substrato	Concentração	Autor(es)	
Ca	<i>Podocnemis expansa</i>	Casco	7843,33(±51,32) mg/100 g	Scarlato e Gaspar (2007)	
		Fígado	0,06 (±0,01) mg/100g	Scarlato (2006)	
		Sangue (Ca Total)	7,08±1,04 mg/dL	Santos et al. (2005)	
		Sangue (cálcio ionizado)	4,41±0,60 mg/dL	Santos et al. (2005)	
		Carne (macho)	242 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)	
			Carne (fêmea)	189 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
	<i>Rhinoclemmis pulcherrima</i>	Casco (juvenis)	255±22 g/kg	Kienzle et al. (2006)	
		Casco (semi-adultos)	244±25 g/kg	Kienzle et al. (2006)	
		Casco (adulto)	244±21 g/kg	Kienzle et al. (2006)	
	Fósforo	<i>Podocnemis expansa</i>	Casco	3000,0±55,22 mg/100 g	Scarlato e Gaspar (2007)
Fígado			237,34±3,65 mg/100g	Scarlato (2006)	
Sangue			5,21±1,22 mg/dL	Santos et al. (2005)	
Carne (macho)			536 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)	
Carne (fêmea)			524 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)	
<i>Rhinoclemmis pulcherrima</i>		Casco (juvenis)	96,5±6,3 g/kg	Kienzle et al. (2006)	
	Casco (semi-adultos)	98,7±4,0 g/kg	Kienzle et al. (2006)		
	Casco (Adulto)	96,3±4,5 g/kg	Kienzle et al. (2006)		
Ca:P	<i>Podocnemis expansa</i>	Sangue	1,58±0,66 mg/dL	Santos et al. (2005)	

Zinco

O zinco (Zn) está distribuído em todos os tecidos orgânicos, porém, as maiores concentrações deste elemento são encontradas no fígado, pele e pêlos (Bertechini, 2006). Este microelemento participa de vários sistemas enzimáticos, além de ser componente de muitas metaloenzimas, sendo essencial para o crescimento por estar envolvido em todo o processo de multiplicação celular (Bertechini, 2006). Para Carciofi e Oliveira (2007), a deficiência de zinco em animais silvestres resulta em extensivo dano aos linfócitos T, com atrofia do timo, alteração da síntese de linfócitos, resultando em marcada imunossupressão. Leva também a alterações epidérmicas associadas à maior penetração de agentes. Segundo Bertechini (2006), deficiências deste mineral ainda podem acarretar em problemas reprodutivos, pois o mesmo participa na formação e manutenção dos túbulos seminíferos, na espermatogênese e em todos os processos reprodutivos das fêmeas, além de atuar no encurtamento e engrossamento dos ossos longos, debilitando o animal e levando-o a morte. O descuido com os níveis apropriados de Zn afetará um dos principais focos da produção animal, representado pela atividade reprodutiva, causando impactos negativos, tornando a produção de quelônios

uma atividade inviável. Para evitar tal risco é necessária uma atenção rigorosa aos níveis de exigência deste micromineral (Bertechini, 2006).

Além dos níveis de zinco na dieta, outro fator que merece atenção é a interação com outras substâncias, como algumas fontes proteicas que contêm ácido fítico as quais podem impedir o aproveitamento deste mineral, por formarem quelatos insolúveis. A presença de altos conteúdos de cálcio e fósforo no intestino delgado também interfere na absorção de zinco, formando compostos insolúveis, prejudicando o seu aproveitamento (Bertechini, 2006). Por conta disso, deve-se monitorar a quantidade de cálcio, ferro e a fonte proteica na ração animal.

Huang et al. (2009) em estudos com tartarugas-de-carapaça-mole-chinesa (*Pelodiscus sinensis*), durante dez semanas, concluíram que as exigências de zinco devem estar entre o intervalo de 35 a 46 mg/kg⁻¹ para estes animais. Cousins e Hempe (1990), citados por Huang et al. (2009), relatam que no corpo do animal os níveis de Zn são relativamente constantes, na maioria dos tecidos moles, músculos, cérebro e coração. Entretanto no soro e nos ossos, são altamente influenciados pelo Zn na dieta, pois o Zn presente no soro é passivamente transportado

para o corpo, para o funcionamento fisiológico normal, enquanto que o Zn em excesso é armazenado nos ossos (Tabela 3).

Ferro

O Ferro (Fe) está distribuído principalmente nos tecidos moles. A maior fração do ferro orgânico está na molécula de hemoglobina, representando de 60 a 70% do total presente no organismo. O restante está distribuído nos músculos (mioglobina), enzimas (citocromos e catalase), fígado (ferritina e hemociderina), baço, soro (transferrina), rins (transferrina), entre outras. Músculos, fígado e baço são órgãos estoques deste elemento. Este micromineral participa da molécula de hemoglobina e mioglobina que estão relacionadas ao transporte de O₂ (respiração), de enzimas e coenzimas (citromo, peroxidação - cadeia respiratória), e de produtos (1 ovo = 1-1,5 mg). Por isso, é essencial para o crescimento dos animais, e sua deficiência pode causar anemia e diarreia (Bertechini, 2006; Chu et al., 2007). A forma mais indicada como suplemento alimentar é a forma ferrosa, por ser mais solúvel, sendo a sua disponibilidade

diminuída com a presença de altas taxas de fosfato, fitatos e tanatos.

Tabela 3. Concentração de zinco na composição corpórea de quelônios.

Mineral	Espécie	Fonte/Substrato	Concentração	Autor(es)
Zinco	<i>Podocnemis expansa</i>	Casco	5,66 ($\pm 0,21$) mg	Scarlato e Gaspar (2007)
		Fígado	2,60 ($\pm 0,22$) mg	Scarlato (2006)
		Carne	5,6 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
	<i>Chelonia mydas</i>	Carne	5,6 mg	Ruiter (1999) apud Gaspar e Silva (2009)
	<i>Rhinoclemmis pulcherrima</i>	Casco (juvenis)	167 \pm 29 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Casco (semi-adultos)	182 \pm 20 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Casco (adulto)	183 \pm 26 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Fígado (semi-adultos)	135 \pm 24 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Fígado (adulto)	153 \pm 27 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Corpo (juvenis)	151 \pm 26 g/kg	Kienzle et al. (2006)
Corpo (semi-adulto)		158 \pm 15 g/kg	Kienzle et al. (2006)	
Corpo (adulto)	156 \pm 21 g/kg	Kienzle et al. (2006)		

As exigências de ferro são maiores nas fases iniciais e de crescimento do animal, por ter uma maior demanda de síntese de mioglobina (Spinosa et al., 1996; Bertechini, 2006). Segundo Spinosa et al. (1996) a quantidade de ferro é controlada pela necessidade do organismo. Portanto, animais jovens por apresentarem um crescimento acelerado, requerem uma quantidade maior de ferro, quando comparados aos adultos.

Com base em análise de regressões derivadas a partir de parâmetros hematológicos e teores de ferro do tecido de tartarugas-de-carapaça-mole-chinesa, Chu et al. (2007) constataram que a exigência estimada foi de 266 e 325 mg/kg, respectivamente, sendo usado como fonte de suplementação o citrato férrico. Já em pesquisa realizada com tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), Santos et al. (2005) observaram média de $390,35 \pm 116,65$ g/dL de Fe no sangue. Esses animais foram alimentados com ração comercial (para peixes) possuindo 24% de proteína bruta e ocasionalmente recebiam frutas, verduras e legumes da estação, colhidos na própria fazenda (mandioca, cenoura, mamão, alface). Gaspar e Silva (2009), a partir da análise da carne de tartaruga-da-Amazônia, obtiveram um teor elevado de ferro, em média de 6 mg/100g (Tabela 4). Esta Tabela demonstra, mais

uma vez, a grande necessidade de estudos na área, além das grandes diferenças que podem ser encontradas entre as espécies de quelônios.

Tabela 4. Concentração de ferro na composição corpórea de quelônios.

Mineral	Espécie	Fonte/Substrato	Concentração	Autor(es)	
Ferro	<i>Podocnemis expansa</i>	Fígado	32,76 ($\pm 0,92$) mg	Scarlato (2006)	
		Sangue	390,35 \pm 116,65 g/dL	Santos et al. (2005)	
		Carne	6 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)	
	<i>Rhinoclemmis pulcherrima</i>	Casco (juvenis) Casco (semi-adultos) Casco (adulto) Fígado (semi-adultos) Fígado (adulto) Corpo (juvenis) Corpo (semi-adulto) Corpo (adulto)			Kienzle et al. (2006)
				287 \pm 143 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				404 \pm 224 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				785 \pm 512 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				8087 \pm 3856 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				10712 \pm 3868 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				311 \pm 104 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				473 \pm 125 g/kg	Kienzle et al. (2006)
				746 \pm 327 g/kg	Kienzle et al. (2006)
					Kienzle et al. (2006)
					Kienzle et al. (2006)
<i>Pelodiscus sinensis</i>	Sangue Tecido		266 μ m/kg	Chu et al. (2007)	
			325 mg/kg	Chu et al. (2007)	

Sódio e magnésio

Sódio (Na) é um macromineral amplamente distribuído nos fluidos e tecidos moles. No organismo animal parte do sódio encontra-se no esqueleto em forma insolúvel, e a maior parte é encontrada nos fluidos extracelulares. Representa 93% das bases do soro sanguíneo. Segundo Bertechini (2006), este mineral participa da estrutura do osso, e sua deficiência resulta em inapetência, redução da taxa de crescimento e apetite depravado.

O magnésio (Mg) também é um macromineral intensamente associado ao cálcio e ao fósforo, pela sua distribuição e pelo seu metabolismo. De 50 a 70% de todo Mg é encontrado no esqueleto, o restante está amplamente distribuído nos tecidos moles exercendo funções vitais. Está envolvido em todas as reações de transferência de ligações ricas em energia (ATP-Mg, GTP-Mg, etc), ativa reações, e está estreitamente envolvido no metabolismo de carboidratos, gorduras, proteínas e ácidos nucléicos (Bertechini, 2006).

Gaspar e Silva (2009) a partir de análise da carne de tartaruga-da-Amazônia, com 1,5 a 2 kg de peso vivo (PV), concluíram que os machos apresentavam um teor médio de Mg e de Na de $60,57 \pm 2,66$ mg/100g e $351,00 \pm 7,69$ mg/100g, e as fêmeas $65,86 \pm 5,08$ mg/100g e $369,71 \pm 4,35$ mg/100g, respectivamente (Tabela 5). Estudo de digestibilidade com *Testudo hermanni* já foi efetuado e encontra-se na Tabela 1.

Tabela 5. Concentração de magnésio e sódio na composição corpórea de *Podocnemis expansa*.

Mineral	Espécie	Fonte/Substrato	Concentração	Autores
Magnésio	<i>Podocnemis expansa</i>	Sangue	$1,59 \pm 0,14$ mg/dL	Santos et al. (2005)
		Fígado	$55,08 (\pm 0,88)$	Scarlato e Gaspar (2007)
		Carne (macho)	$60,57 \pm 2,66$ mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
		Carne (fêmea)	$65,86 \pm 5,08$ mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
Sódio	<i>Podocnemis expansa</i>	Fígado	$2,35 (\pm 0,21)$	Scarlato e Gaspar (2007)
Sódio	<i>Podocnemis expansa</i>	Carne (macho)	$351,00 \pm 7,69$ mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
		Carne (fêmea)	$369,71 \pm 4,35$ mg/100g	Gaspar e Silva (2009)

Outros minerais

Além dos minerais citados, outros também são de relevante importância para os animais em questão, dentre eles podemos citar o cobre (Cu), cobalto (Co) e o manganês (Mn). O cobre participa indiretamente da síntese de hemoglobina através da ativação da ferroxidase, além de ser essencial na formação óssea, e apresentar um papel fundamental na transferência de elétrons. Sua deficiência acarreta ao animal anemia e crescimento defeituoso dos ossos, o que não é muito comum, pois a maioria das fontes proteicas contém este mineral (Bertechini, 2006; Wu e Huang, 2008).

Scarlato e Gaspar (2007) obtiveram teores de cobre em casco da tartaruga-da-Amazônia de 0,22 ($\pm 0,02$) mg/100g. E no fígado deste animal, foi encontrado um teor de 1,09 ($\pm 0,06$) mg/100g (Scarlato, 2006). Já Gaspar e Silva (2009), em estudo com a mesma espécie, constataram que na carne havia um teor de Cobre de $0,56 \pm 0,14$ mg/100g em machos e $0,34 \pm 0,13$ mg/100g em fêmeas. E com base em parâmetros hematológicos e de crescimento, Wu e Huang (2008) constataram que o nível de Cobre dietético recomendável para tartarugas-de-carapaça-mole-chinesa juvenis é de 4-5 mg/kg (Tabela 6).

Tabela 6. Concentração de cobre na composição corpórea de quelônios.

Mineral	Espécie	Concentração	Autor(es)	
Cobre	<i>Podocnemis expansa</i>	Casco	0,22 ($\pm 0,02$) mg/100g	Scarlato e Gaspar (2007)
		Fígado	1,09 ($\pm 0,06$) mg/100g	Scarlato (2006)
		Carne (macho)	0,56 \pm 0,14 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
		Carne (fêmea)	0,34 \pm 0,13 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
	<i>Rhinoclemmis pulcherrima</i>	Casco (juvenil)		Kienzle et al. (2006)
		Casco (semi-adulto)		Kienzle et al. (2006)
		Casco (adulto)	5,0 \pm 0,6 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Fígado (semi-adultos)	5,1 \pm 0,5 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Fígado (adultos)	5,2 \pm 0,6 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Fígado (adulto)	13,5 \pm 7,0 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Fígado (adulto)	11,2 \pm 2,8 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Corpo (juvenil)	5,5 \pm 0,4 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Corpo (semi-adulto)	5,5 \pm 0,7 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Corpo (adulto)	5,6 \pm 0,6 g/kg	Kienzle et al. (2006)
		Corpo (adulto)		Kienzle et al. (2006)

Quanto ao manganês, segundo Bertechini (2006), o baixo nível de Manganês no organismo animal provoca má formação óssea, além de ser essencial para o desenvolvimento da matriz orgânica óssea, a qual é

composta largamente de mucopolissacarídeo, além de ser ativador de várias enzimas e essencial na reprodução e funcionamento normal do sistema nervoso central. Já a deficiência de potássio acarreta em baixo nível sanguíneo, ocasionando fraqueza muscular esquelética e dos músculos cardíacos e respiratórios, dentre suas várias funções no organismo, o potássio é exigido para atividades normais do coração, onde exerce efeitos opostos ao cálcio, reduzindo a contratilidade do músculo do coração (Bertechini, 2006). De acordo com Franco (1999), humanos e animais com deficiência de cobalto apresentam anemia perniciosa com perda de cobalto (vitamina B12), enquanto que superdoses experimentais em animais provocaram policitemia. Algumas pesquisas com manganês (Mn), potássio (K), e o cobalto (Co) já foram realizadas com quelônios, tais dados encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Concentração de manganês, potássio e cobalto na composição corpórea de *Podocnemis expansa*.

Mineral	Espécie	Fonte/Substrato	Concentração	Autor(es)
Manganês	<i>Podocnemis expansa</i>	Casco	1,02 ($\pm 0,21$) mg	Scarlato e Gaspar (2007)
		Carne (macho)	0,30 \pm 0,06 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
		Carne (fêmea)	0,24 \pm 0,05 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
Potássio	<i>Podocnemis expansa</i>	Fígado	4,72 ($\pm 0,27$) mg	Scarlato (2006)
		Carne (macho)	1190,28 \pm 7,94 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
		Carne (fêmea)	1189,57 \pm 6,58 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
Cobalto	<i>Podocnemis expansa</i>	Casco	0,79 ($\pm 0,06$)	Scarlato e Gaspar (2007)
		Carne (macho)	0,23 \pm 0,05 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)
		Carne (fêmea)	0,23 \pm 0,05 mg/100g	Gaspar e Silva (2009)

Vitaminas

Vitamina E

A vitamina E é conhecida também como tocoferol. Segundo Bertechini (2006), a forma alfatocoferol é a mais

importante nutricionalmente, e a absorção desta vitamina está relacionada com a digestão e absorção das gorduras, sendo facilitada pela bile e lipase pancreática. A vitamina E atua no metabolismo do carboidrato, na creatina, no metabolismo muscular, estimula a formação de anticorpos e antitóxicos no metabolismo celular. No geral, na deficiência de vitamina E em peixes foi observada distrofia muscular, degeneração dos ácidos graxos no fígado, anemia e a redução da fertilidade (Harliog Lu e Barim, 2004).

Huang e Lin (2004) em estudos com tartaruga-de-carapaça-mole-chinesa constataram que um nível ótimo de vitamina E suplementado na dieta, de aproximadamente 88 UI kg^{-1} , seria necessário para um bom crescimento deste quelônio. Zhou et al. (2004) testaram suplementações de vitamina E (0, 50, 250, 500, 1000 e 5000 mg/kg) na dieta por 4 semanas, com objetivo anti-estressante em juvenis de tartaruga-de-carapaça-mole-chinesa. Os resultados mostraram que a fagocitose de células sanguíneas no grupo controle diminuiu significativamente após o estresse ácido, enquanto os outros cinco grupos não apresentaram alterações significativas quando comparadas antes do estresse. A atividade sérica bacteriolítica no grupo 0

(controle) e do grupo suplementado com 50 mg/kg de vitamina E diminuiu significativamente após o estresse ácido. Os outros quatro grupos não mostraram diferenças significativas comparadas àquelas antes do estresse. Resultados também mostraram que a fagocitose de células sanguíneas e atividade bactericida do soro foram significativamente melhoradas nos animais que ingeriram dietas com 250 e 500 mg/kg de suplementação de vitamina E (Tabela 8). Apesar de níveis de suplementação de 250 e 500 mg/kg serem bem satisfatórios, deve-se levar em consideração que o estudo foi efetuado com animais juvenis, portanto tal suplementação pode não ser adequada para outras fases do animal.

Tabela 8. Valores de exigência de vitaminas para quelônios.

Vitamina	Espécie	Exigência	Autores
Vitamina E	<i>Pelodiscus sinensis</i>	88 IU/kg	Huang e Lin (2004)
	<i>Pelodiscus sinensis</i>	250-500 mg/kg	Zhou et al. (2004)
Vitamina C	<i>Pelodiscus sinensis</i>	500-10.000 mg/kg	Zhou et al. (2005)
	<i>Pelodiscus sinensis</i>	500 mg/kg	Zhou et al. (2003)

Vitamina C

O ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C é necessário para a formação dos corticóides, e, conseqüentemente, está envolvido na resposta imune dos animais. É participante no metabolismo dos aminoácidos aromáticos, transporte de elétrons, agente redutor da enzima Fe-alfa-cetoglutarato hidrolase, assim como é responsável pela deposição da fibrina, colágeno e polissacarídeos dentro dos vacúolos que são formados para isolar o microrganismo patogênico invasor pelos lisossomos. Logo, deficiências desta vitamina podem inibir o processo de vacuolização (Wedemeyer, 1997; Bertechini, 2006). Porém, durante os períodos de estresse, crescimento e reprodução os animais necessitam de uma maior concentração desse nutriente, o que pôde ser observado mesmo para as espécies que sintetizam essa vitamina. Se essa necessidade superar a capacidade do organismo sintetizar a vitamina C, quedas na concentração sérica de ascorbato podem ocorrer. Dessa forma é indicado o oferecimento desse nutriente para animais que estejam sofrendo algum tipo de estresse ou injúria, ou em períodos de reprodução (Carciofi e Oliveira, 2007). Zhou et al. (2005) afirmam que o estresse ácido diminui a atividade bacteriolítica, contudo quando

adicionado a ração um teor de 500–10.000 mg/kg de vitamina C, a diminuição da atividade bacteriolítica abrandou (Tabela 8). Este pode ser o resultado da capacidade antioxidante da vitamina C, de prevenção da superoxidação das células produtoras de lisozima e, assim, manutenção da estrutura da membrana celular e função celular. Os autores também concluíram que a suplementação desta vitamina com os teores previamente citados, foi capaz de amenizar a queda da taxa de fagocitose proveniente do estresse.

Zhou et al. (2005) em experimentos com tartarugas-de-carapaça-mole-chinesa, concluíram que a suplementação de vitamina C em quantidades maiores que 250 mg/kg é necessária para reduzir os efeitos adversos do estresse ácido. Zhou et al. (2003) suplementaram na ração de tartaruga-de-carapaça-mole-chinesa juvenis doses de 0; 250; 500; 2500; 5000; e 10000 mg/kg de vitamina C por quatro semanas. A suplementação de vitamina C teve efeitos significativos sobre a taxa de crescimento específico e no fígado. A taxa específica de crescimento atingiu o pico no grupo alimentado com dieta de 500 mg/kg (Tabela 8).

Vitamina D

A vitamina D é essencial para a manutenção da homeostase do cálcio e, portanto, extremamente importante para o desenvolvimento, crescimento e manutenção de um esqueleto saudável nos vertebrados. O tempo normalmente gasto exposto à luz solar direta varia substancialmente entre as famílias, gêneros e espécies de tartarugas e cágados. Isto implica em grandes diferenças na sensibilidade da pele para a síntese de vitamina D₃ e/ou diferenças na dependência da exposição de alimentos *versus* a luz solar para satisfazer as necessidades de vitamina D. Chelydrideos e Kinosternideos parecem ser capazes de obter vitamina D suficiente a partir de seu alimento, pois em grande parte são carnívoros (Purgley et al., 2009). Purgley et al. (2009) observaram que os níveis de vitamina D₃ plasmática em *Chelonia mydas* em confinamento, começaram a declinar a partir do 4º ao 5º mês e continuaram a diminuir até os 8 anos. O que demonstra a deficiência dessa vitamina em condições de cativeiro e indica a necessidade de suplementação.

Licht (1994) comprovou que a proteína carreadora de tiroxina (TBP) e a proteína carreadora de D₃ (DBP), presentes em mamíferos, são a mesma em *Trachemys*

scripta. O fato destas proteínas carreadoras transportarem D3 e T4 deve ser levado em consideração, principalmente porque uma alta suplementação de D3 irá influenciar no transporte de T4, alterando assim a taxa de crescimento do animal. Portanto, tal suplementação deve ser cautelosa e monitorada durante longos períodos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face ao exposto, pode-se considerar que vitaminas e minerais são essenciais para o bom desenvolvimento de quelônios. E que o desconhecimento dessas exigências acaba comprometendo o crescimento, a engorda e a reprodução desses animais quando criados em cativeiro. Estudos na área de nutrição de quelônios ainda são escassos e concentram-se em algumas espécies, especialmente em condições *in situ*, havendo lacunas que devem merecer esforços de pesquisa. Dentre elas, estudos sobre as espécies amazônicas e sobre as exigências de animais em cativeiro, podem contribuir para subsidiar programas de conservação *ex situ* ou *in situ*. Podendo ainda o melhor conhecimento dessas exigências alimentares quanto aos minerais e vitaminas, subsidiar

indicadores ecológicos e clínicos para o monitoramento de populações em vida livre, inclusive quanto a segurança alimentar em *habitats* naturais. Por outro lado, podem servir de base para a formulação de protocolos para a suplementação vitamínica e mineral em dietas de quelônios, como alternativas para corrigir deficiências destes compostos nas rações fornecidas em cativeiro, considerando que muitas vezes não são específicas, sendo comum o uso de ração para peixes, entre outras. Entretanto, deve-se ter cautela para evitar excessos no fornecimento desses nutrientes, uma vez que podem acarretar problemas tanto no organismo animal como no ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, C.G. Fontes e Disponibilidade de Cálcio e Fósforo Para a Tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* Criada em Cativeiro. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura. 2007; pp. 89.

Bertechini, A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ufla. 2006; pp. 301.

Brasil, Instituto Brasileiro de meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 169, de 20 jan. 2008, que institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em território brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em:

<http://www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=39>. (29-05-2011).

Carciofi, A.C.; Oliveira, L.D. Doenças nutricionais. In: Cubas, Z.S.; Silva, J.C.R.; Catão- Dias, J.L. Tratado de animais silvestres. 1º edição. São Paulo: Editora Roca, 2007; pp. 847-851.

Chu, J.-H.; Chen, S.-M.; Huang, C.-H. Effect of dietary iron concentrations on growth, hematological parameters, and lipid peroxidation of soft-shelled turtles, *Pelodiscus sinensis*. *Aquaculture*, 2007; 7: 532–537.

Franco, G. Tabela de composição química dos alimentos, 9 ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.

Gaspar, A.; Silva, T.J.P. Composição nutricional da carne da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em cativeiro e em idade de abate. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, 2009; 68: 419-425.

Harliog Lu, M.M.; Barim, O. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg and stage-1 juvenile numbers of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Aquaculture*, 2004; pp. 267–276.

Huang, C.-H.; Lin, W.-Y. Effects of dietary vitamin E level on growth and tissue lipid peroxidation of soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann). *Aquaculture Research*, 35: 948-954.

Huang, C.-H.; Lin, W.-Y.; Wu, S.-M. Effect of dietary calcium and phosphorus supplementation in fish meal-based diets on the growth of soft-shelled turtle *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann). *Aquaculture Research*, 2003; 34: 843-848.

Huang, S -C.; Chen, S.-M.; Huang, C.-H. Effects of dietary zinc levels on growth, serum zinc, hematological parameters and tissue trace elements of soft-shelled turtles, *Pelodiscus sinensis*. *Aquaculture Nutrition*, 2009; pp. 1-6.

Kienzle, E.; Kopsch, G.; Koelle, P.; Clauss, M. Chemical Composition of Turtles and Tortoises. *The J. Nutr.*, 2006; 136:2053S–2054S.

Kiefer, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, 2005; 2:206-220. Disponível em: <http://nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/023v2n3p206_220_mai2005_.pdf>. Acessado em 29-05-2011.

Licht, P. Thyroxine-binding protein represents the major vitamin D-binding protein In: The plasma of the turtle, *Trachemys scripta*. Gen. Comp. Endocrinol, 1994; pp: 82-92.

Liesegang, A.; Hatt, J.-M.; Nijboer, J.; Forrer, R. Wanner, M.; Isenbügel, 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, 2001; pp. 367-374.

Liesegang, A.; Hatt, J.-M.; Wanner, M. Influence of different dietary calcium levels on the digestibility of Ca, Mg and P in Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 2007; 91:459-464.

Massana, J.S.; Silvestre, A.M. Manejo y alimentación de tortugas y galápagos en cautividad. Consulta de Difusión Veterinaria, 2008; 16:33-42.

Purgley, H.; Jewll, J.; Deacon, J.E.; Winokur, R.M.; Tripoli, V.M. Vitamin D3 in captive green sea turtles (*Chelonia mydas*). Chelonian Conservation and Biology, 2009; 8:161-167.

Sá, V.A.; Quintanilha, L.C.; Freneau, G.E.; Luz, V.L.F.; Borja, A.L.R.; Silva, P.C. Crescimento ponderal de filhotes de tartaruga gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a tratamento com rações isocalóricas contendo diferentes níveis de proteína bruta. Revista Brasileira de Zootecnia, 2004; 33:2351-2358.

Santos, A.L.Q.; Malta, T.S.; Mundim, A.V.; Alves Júnior, J.R.F.; Carvalho, S.F.M. Variação dos constituintes bioquímicos sanguíneos de tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*, Schweigger – 1812) (Testudinata) mantidas em criatório comercial. Archives of Veterinary Science, 2005; 10: 1-8.

Scarlato, R.C. Composição centesimal do casco e fígado da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em cativeiro em idade de abate. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, 2006: pp. 80.

Scarlato, R.C.; Gaspar, A. Composição nutricional do casco da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em cativeiro e em idade de abate. Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2007; 27:41-44.

Spinosa, H.S.; Górnaiak, S.L.; Bernardi, M.M. Farmacologia aplicada à medicina veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996; pp. 545.

Wedemeyer, G.A. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama, G.K.; Pickering, A.D.; Sumpter, J.P.; Schreck, C.B. Fish stress and health in aquaculture. Cambridge: Cambridge University Press. 1997; pp. 35-72.

Wu, G.-S.; Huang, C.-H. Estimation of dietary copper requirement of juvenile soft-shelled turtles, *Pelodiscus sinensis*. Aquaculture, 2008; 280:206-210.

Zhou, X.; Xie, M.; Niu, C.; Sun, R. The effects of dietary vitamin C on growth, liver vitamin C and serum cortisol in stressed and unstressed juvenile soft-shelled turtles (*Pelodiscus sinensis*). Comparative Biochemistry and Physiology, 2003; pp: 263–270.

Zhou, X.-Q.; Niu, C. -J.; Sun, R.-Y. The effects of vitamin E on antiacid stress ability in juvenile soft-shelled turtles (*Pelodiscus*

sinensis). Comparative Biochemistry and Physiology, 2004; pp:299-305.

Zhou, X. -Q.; Niu, C.-J.; Sun, R.-Y. The effect of vitamin C on stress withstanding capability in the juvenile soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis*). Aquaculture Nutrition, 2005; pp:169–174.

ARAÚJO, J.C. et al. Minerais e vitaminas para quelônios em cativeiro.
PUBVET, Londrina, V. 7, N. 5, Ed. 228, Art. 1506, Março, 2013.

ARTIGO 3

Desempenho produtivo de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) nas fases de cria e recria na Amazônia, Brasil

Jamile da Costa Araújo et al.

Artigo redigido conforme as normas do periódico *Tropical Animal Health and Production* (versão preliminar)

Resumo

Os parâmetros zootécnicos básicos da criação comercial de muçuã *Kinosternon scorpioides*, (kinostercultura) ainda são desconhecidos. Não existindo um suporte tecnológico para a criação desta espécie em cativeiro, e impossibilitando a sustentabilidade econômica e ambiental deste sistema de produção. Portanto, este trabalho pioneiro objetivou avaliar o desempenho produtivo do muçuã criado em cativeiro nas fases de cria (50-100g) e recria (100-200g). Utilizaram-se 40 muçuãs, em duas fases criação, cria (50 g-100 g) com peso inicial médio de $52\text{g} \pm 9\text{g}$, e recria (100g-200g) com peso inicial médio de $128\text{g} \pm 33\text{g}$. Foi ofertado como alimento ração comercial para peixe contendo 36% de proteína bruta (PB), fornecida três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras) na proporção de 3% PV/dia (cria) e 2% PV/dia (recria). As variáveis utilizadas para avaliar o desempenho produtivo dos animais nas diferentes fases de criação foram o ganho de peso, comprimento da carapaça, largura da carapaça, comprimento do plastrão, largura do plastrão, altura, consumo real, conversão alimentar, índice de eficiência alimentar e taxa de crescimento específico. Observou-se que muçuãs na fase de cria possuem crescimento mais acelerado em comparação com animais na fase de recria. E que nas duas fases de criação consomem aproximadamente 1% do PV/dia, além de completarem a fase de cria no período de quatro meses, e de recria em cinco meses, quando alimentados com ração extrusada para peixes, contendo 36% de proteína bruta.

Palavras-chave animais silvestres • produção animal • quelônio • quelonicultura • kinostercultura

Introdução

No Brasil, a produção de animais silvestres tem despertado interesse de criadores, para diversos fins, quer seja pelo sabor de sua carne, como animais de companhia, uso medicinal, e outros. Além do valor econômico, a criação desses animais em cativeiro torna-se uma alternativa para combater a exploração ilegal dos mesmos, podendo assim contribuir para a diminuição da pressão de caça sobre os estoques naturais e até mesmo o risco de extinção. Diversas espécies possuem reconhecido potencial zootécnico, podendo fornecer produtos e subprodutos, além de uma nova atividade econômica altamente adaptada à realidade e condições ambientais de cada região.

Entretanto, mais do que uma atividade comercial, a criação de animais silvestres consiste em um conjunto de alternativas para a utilização dos recursos naturais racionalmente, com a possibilidade de exploração comercial sem devastá-los ou extingui-los, promovendo a conservação e aproveitamento da diversidade faunística nacional, o que

resulta em alternativas para a produção de proteínas e subprodutos adaptados às realidades das comunidades que ali residem.

Nesse contexto, a quelonicultura na região amazônica apresenta um altíssimo potencial para exploração zootécnica, particularmente por sua alta prolificidade, rusticidade e pelo alto valor econômico que agrega sua carne e seus subprodutos (Sá et al., 2004). E, entre as espécies que possuem permissão para exploração zootécnica encontra-se o muçua (*Kinosternon scorpioides*), a qual é uma das espécies mais exploradas ilegalmente no norte e nordeste do Brasil (Alho, 1985).

O muçua (*Kinosternon scorpioides*), pequeno cágado, pertencente à família *Kinosternidae*, possui hábito alimentar onívoro, é semiaquático, e de fácil adaptação em cativeiro, despertando assim, interesse zootécnico, pois é utilizado na culinária, na medicina e como animal de companhia (Alves et al., 2008; Berry e Iverson, 2011). Pode ser encontrado no México, Brasil, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e Argentina (Rocha e Molina, 1987; Molina et al., 2001; Berry e Iverson, 2011).

Apesar da criação comercial desta espécie (kinostercultura) ser uma atividade legalizada no Brasil, os parâmetros zootécnicos básicos ainda são desconhecidos, e poucas informações sobre a produção deste animal em cativeiro já foram estabelecidas, como o peso mínimo de abate, 350g (BRASIL, 2008). Inexistindo uma base científica e tecnológica para a criação desta espécie em cativeiro, e impossibilitando a avaliação da sustentabilidade econômica e ambiental deste sistema de produção.

Portanto, este trabalho objetivou avaliar, de forma inédita, o desempenho produtivo do muçã (*Kinosternon scorpioides*) criado em cativeiro nas fases de cria (50-100g) e recria (100-200g), e a identificação de índices zootécnicos básicos da criação desta espécie em cativeiro, nas respectivas fases.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Criadouro Científico de Animais Silvestres - Projeto Bio-Fauna (Nº Registro 1602685), integrante

do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH), no campus sede da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém- Pará, durante cinco meses.

Como as fases de criação do sistema de produção desta espécie ainda não foram estabelecidas, pois desconhece-se o comportamento da curva de crescimento do muçua, as fases de criação utilizadas neste estudo foram estabelecidas de acordo com o manejo prático estabelecido no Criadouro de muçuas do Projeto Bio-fauna, além de levar em consideração a experiência prática, com esta espécie, dos pesquisadores envolvidos neste estudo. Assim como, a presença dos comportamentos de hierarquia e canibalismo na espécie (Pritchard e Trebbau, 1984).

Utilizaram-se 40 animais da espécie *Kinosternon scorpioides* (muçua), nascidos em cativeiro, em duas fases criação (tratamentos), cria (50 g-100 g) com peso inicial médio de $52\text{g} \pm 9\text{g}$, e recria (100g-200g) com peso inicial médio de $128\text{g} \pm 33\text{g}$, individualmente identificados. Os quais foram alojados em dois tanques de alvenaria (8m^2), contendo 60% de área alagada e 40% de área seca, com 20 animais (repetições) de cada fase de criação em cada tanque ($2,5\text{ animais/m}^2$). Os alojamentos

possuíam sombreamento através de telhas de amianto e varas de madeira, para o conforto térmico dos animais.



Figura 1 Recinto dos animais (Criadouro Científico do Projeto Bio-Fauna -ISARH/ UFRA, Belém, PA).

A alimentação constituiu-se de ração comercial para peixe com 36% de proteína bruta (PB), a qual foi fornecida três vezes por semana (segundas, quartas e sextas-feiras), na proporção de 3% (cria) e 2% (recria) do peso vivo (PV), entre 11h e 13h, sendo recolhida após 1h da oferta, para quantificação das sobras.

A composição da ração fornecida foi: milho integral moído, farelo de soja e trigo, farelo de gérmen de trigo, farelo de glúten de milho-60, farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras, gordura vegetal estabilizada, calcário calcítico, premix vitamínico mineral aminoácido, refinazil. Estando os níveis de garantia apresentados na Tabela 1.

As variáveis utilizadas para avaliar o desempenho produtivo dos animais nas diferentes fases de criação, foram: ganho de peso (GP), comprimento da carapaça (CC), largura da carapaça (LC), comprimento do plastrão (CP), largura do plastrão (LP), altura (A), as quais foram mensuradas a cada 30 dias (Figura 2). Além do consumo real (CR), conversão alimentar (CA), índice de eficiência alimentar (IEA) e taxa de crescimento específico (TCE), para as quais foram utilizadas as fórmulas abaixo:

$$\text{CR (g)} = \text{Alimento oferecido (g)} - \text{Alimento não consumido (g)}$$

$$\text{CA} = \text{CR (g)} / \text{GP (g)}$$

$$\text{IEA} = \text{GP (g)} / \text{CR (g)}$$

$$\text{TCE (\%/dia)} = [(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{Tempo de experimento} \\ (\text{dias})] \times 100$$

Analisou-se estatisticamente os dados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas por teste t. Também utilizou-se o método de correlação de Pearson, e os dados mensais de desempenho foram submetidos à análise de regressão.

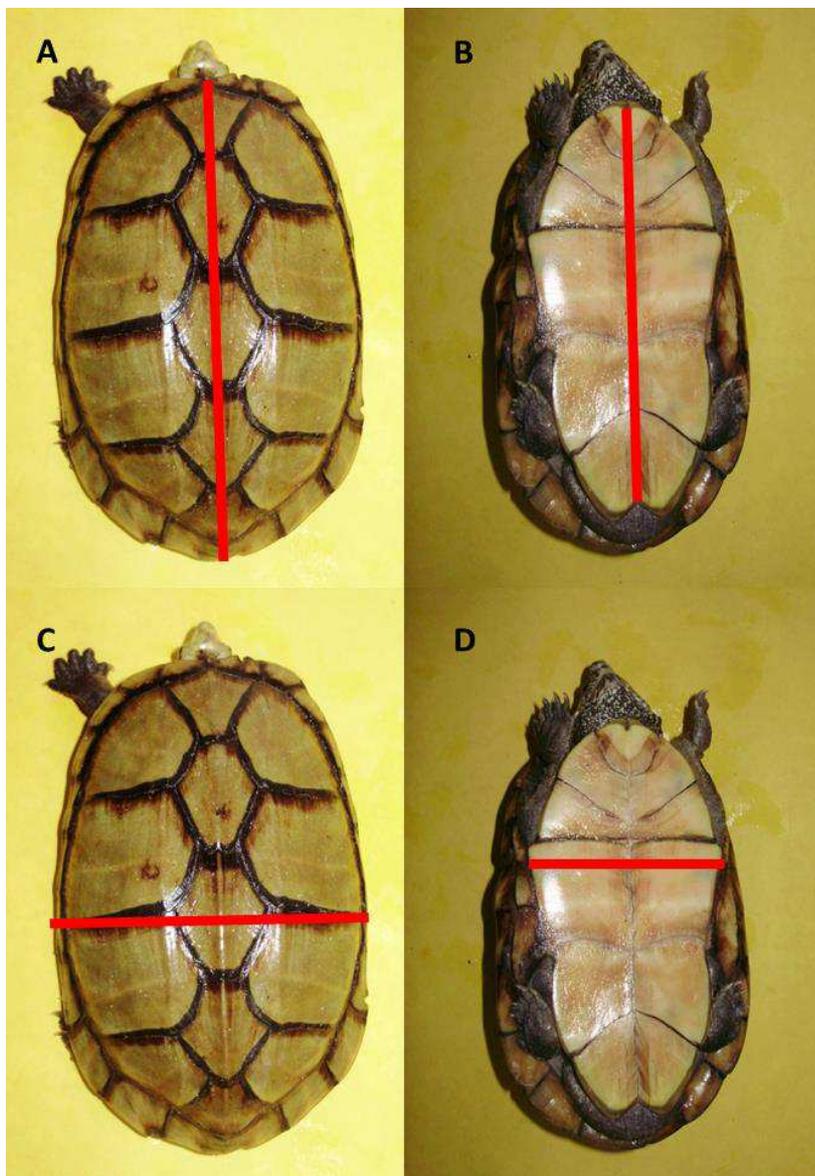


Figura 2 Medidas morfométricas: (A) CC- Comprimento de carapaça; (B) – Comprimento de plastrão; (C) LC – Largura de carapaça; (D) LP - Largura de plastrão.

Tabela 1 Níveis de garantia da ração ofertada.

Componente	Quantidade	%
Proteína Bruta (mín.)	360 g/kg	36
Extrato Etéreo (mín.)	65 g/kg	6,5
Umidade (máx.)	100 g/kg	10
Matéria Fibrosa (máx.)	60 g/kg	
Matéria Mineral (máx.)	110 g/kg	
Cálcio (mín.)	10g/kg	1,0
Cálcio (máx.)	16 g/kg	1,6
Fósforo (mín.)	8 g/kg	0,8
Magnésio (max.)	2 g/kg	0,2
Mannan-Oligossacarídeos (mín.)	60 mg/kg	
Vitamina A (mín.)	16.000 UI/kg	
Vitamina D3 (mín.)	4.500 UI/kg	
Vitamina E (mín.)	250 UI/kg	
Vitamina B2 (mín.)	32 mg/kg	
Vitamina B1 (mín.)	32 mg/kg	
Vitamina C (mín.)	500 mg/kg	
Niacina (mín.)	170 mg/kg	
Vitamina B6 (mín.)	32 mg/kg	
Biotina (mín.)	10 mg/kg	1
Ácido Fólico (mín.)	10 mg/kg	1
Vitamina B12 (mín.)	32 mcg/kg	
Colina (mín.)	2.000 mg/kg	
Manganês (mín.)	50 mg/kg	
Zinco (mín.)	150 mg/kg	
Ferro (mín.)	150 mg/kg	
Cobre (mín.)	20 mg/kg	
Cobalto (mín.)	0,5 mg/kg	
Iodo (mín.)	1 mg/kg	
Selênio (mín.)	0,7 mg/kg	

Fonte: www.guabi.com.br

Resultados

A temperatura e umidade média na cidade de Belém (PA, BR) durante o período experimental foram de $27,75\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $88,5\% \pm 2,54\%$, respectivamente. Os dados mensais estão apresentados na Tabela 2 (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET).

Tabela 2 Dados meteorológicos mensais do período experimental, dezembro/2010 a maio/2011, na cidade de Belém/Pará/Brasil.

Meses	T mín. ($^{\circ}\text{C}$)	T máx. ($^{\circ}\text{C}$)	T méd. ($^{\circ}\text{C}$)	Prec. total (mm)	Umidade (%)
Dez	23,77	32,93	28,35	224,8	85,57
Jan	22,99	31,29	27,14	520,3	90,20
Fev	23,17	31,02	27,10	332,4	90,79
Mar	23,23	31,44	27,34	490,9	90,08
Abr	23,52	31,78	27,65	579,4	89,33
Mai	24,32	33,52	28,92	477,3	85,00

Fonte: Dados da rede do INMET.

T mín.: Temperatura mínima; T máx.: Temperatura máxima; T méd.: Temperatura média; Prec. total: Precipitação total.

Observou-se que os animais na fase de cria, alimentados com ração contendo 36% de proteína bruta, apresentaram maior porcentagem de ganho de peso, comprimento de carapaça, largura de carapaça, comprimento de plastrão, largura de plastrão e altura, quando comparados com os da fase de recria (Tabela 3). Isto é, apresentaram crescimento mais acelerado quando comparados com os animais na fase de recria.

Tabela 3 Valores médios das variáveis de desempenho de muçuãs nas fases de cria e recria.

Parâmetro	Cria	Recria	CV (%)
Peso inicial	51,96	128,35	-
Peso final	126,05	224,94	-
Ganho de Peso (g)**	74,22b	96,59a	26,88
Ganho de Peso (%)***	144,76 ^a	80,01b	32,30
Ganho de peso/dia (g)	0,49	0,64	-
Δ CC (mm)***	23,54 ^a	18,63b	16,67
Δ CC (%)***	33,86 ^a	19,48b	18,43
Δ LC (mm)***	15,10 ^a	11,23b	22,80
Δ LC (%)***	28,01 ^a	16,80b	22,42
Δ CP (mm)***	24,35 ^a	18,41b	16,89
Δ CP (%)***	39,11 ^a	20,97b	19,21
Δ LP (mm)***	12,20 ^a	9,49b	19,30
Δ LP (%)***	30,73 ^a	18,68b	21,39
Δ A (mm) ^{NS}	8,98	8,07	24,51
Δ A (%)***	34,07 ^a	23,36b	25,26
CR (%)	33,90	50,85	-
CR (%PV)	1,02	1,02	-
CA	1,29	2,98	-
IEA	55,34	23,05	-
TCE (%/dia)***	0,58 ^a	0,38b	21,85

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística segundo teste t. **P < 0,01; *** P < 0,001. Incremento (Δ) em comprimento da carapaça (CC), largura da carapaça (LC), comprimento do plastrão (CP), largura do plastrão (LP) e altura (A); consumo real (CR); conversão alimentar (CA), índice eficiência alimentar (IEA) e taxa de crescimento específico (TCE).

A ração fornecida foi melhor aproveitada pelos animais na fase de cria, na qual os animais apresentaram menor conversão alimentar e maior índice de eficiência alimentar e taxa de crescimento específico, que os animais na fase de recria (Tabela 3).

O consumo real de ração em relação ao peso dos animais foi de 1,02% PV/dia nas duas fases de criação (Tabela 3), demonstrando que a taxa de arraçoamento para muçuãs na fase de cria e recria é igual (1% PV/dia). Atentando, que sempre se deve levar em consideração os fatores climáticos no momento do arraçoamento, visto que a espécie em questão possui o metabolismo influenciado pela temperatura ambiente.

No período de cinco meses os animais atingiram peso corporal suficiente para finalizar a fase de criação na qual se encontravam, demonstrando que muçuãs em cativeiro completam a fase de cria em quatro meses e a recria em cinco meses, quando alimentados com ração extrusada para peixes contendo 36% de proteína bruta.

Entre as medidas morfométricas mensuradas, observou-se que durante nas fases de cria houve maior incremento na altura e comprimento de carapaça e plastrão (Tabela 3).

Durante todos os meses do período experimental observou-se incremento de peso e todos os parâmetros morfométricos mensurados nas duas fases de criação (Figura 3).

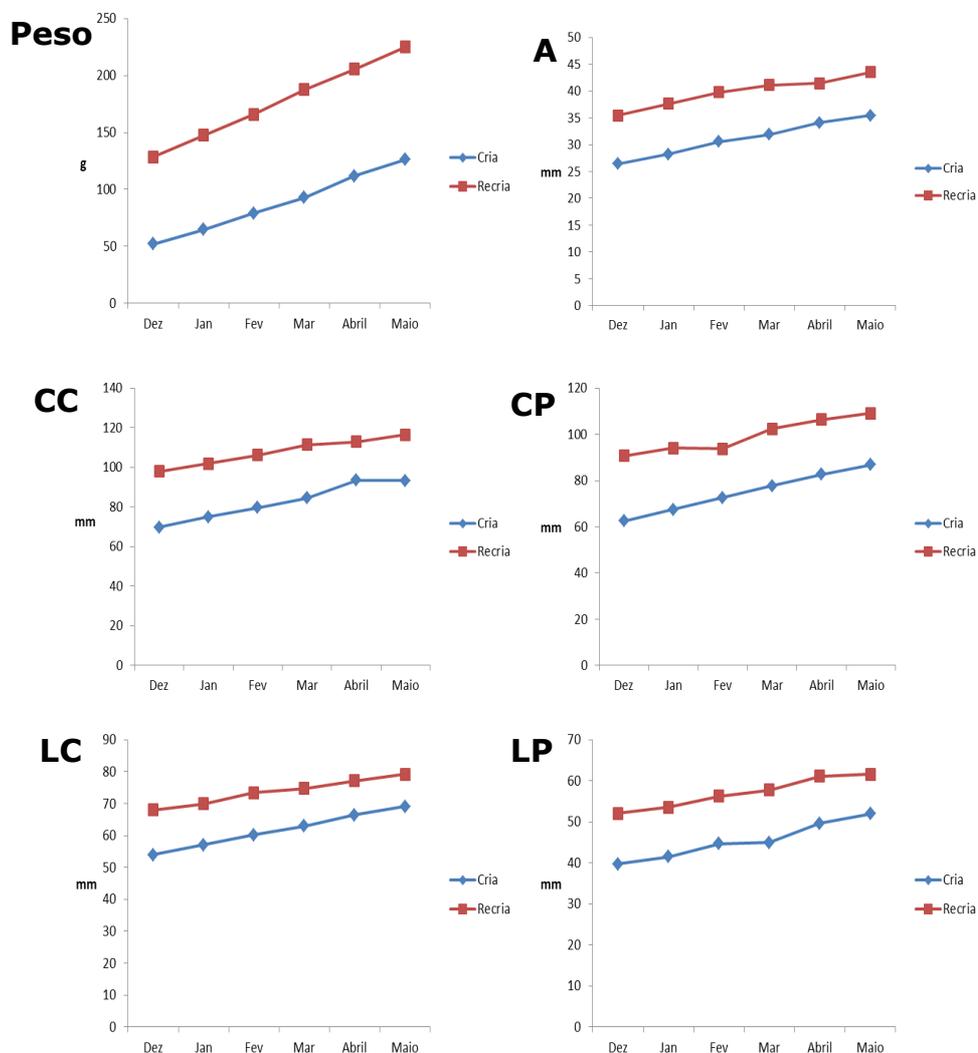


Figura 3 Variáveis analisadas nos diferentes meses experimentais (dezembro/2010 a maio/2011).

A: Altura; CC: Comprimento de carapaça; CP: Comprimento de plastrão; LC: Largura de carapaça; LP: Largura de plastrão.

Observou-se, na fase de cria, correlação positiva entre a altura e peso ($r=0,70$), comprimento de carapaça ($r=0,80$), largura de carapaça ($r=0,74$) e largura de plastrão ($r=0,87$) ($P<0,001$). Demonstrando a

importância do crescimento de altura nesta fase de criação. E na fase de recria correlação positiva entre altura e comprimento de carapaça ($r=0,74$), comprimento de plastrão ($r=0,79$) e largura de plastrão ($r=0,70$) ($P<0,001$).

Discussão

Devido o pioneirismo deste estudo, comparações dos dados obtidos com dados de literatura só serão possíveis quando com outras espécies, já que estudos deste gênero, em cativeiro, com a espécie em questão são inexistentes.

Os animais na fase de cria apresentaram melhor conversão alimentar e índice de eficiência alimentar, demonstrando que os animais nesta fase de criação obtiveram melhor aproveitamento da ração ingerida. Valores próximos ao obtido com *Podocnemis expansa* (2,56) criada em cativeiro com finalidade comercial (Melo et al., 2003).

Neste estudo, foi possível observar que o parâmetro morfométrico altura é de grande importância na mensuração de desempenho produtivo de muçãs criados em cativeiro, pois foi o parâmetro morfométrico que mais refletiu o crescimento do animal nas duas fases. Inclusive,

apresentando correlação positiva com o comprimento de carcaça nas duas fases de criação estudadas, e com a variável peso na fase de cria.

Rodrigues et al. (2005) observaram em estudo de rendimento de carcaça em *Podocnemis expansa* que a potência de velocidade do ganho de peso era maior que o ganho em comprimento, indicando que o peso esta também influenciado por outra medida morfométricas, que provavelmente era o crescimento em altura. Neste estudo foi possível observar que a altura é um parâmetro morfométrico importante já que nas duas fases de criação este parâmetro está correlacionado de forma significativamente positiva com a maioria dos outros parâmetros biométricos. Portanto, indica-se a altura como parâmetro indispensável na avaliação morfométricas de muçuãs, visto que tal parâmetros muitas vezes não está inserido no grupode parâmetros avalisdos em pesquisas com quelônios.

Marquéz (1995) observou que muçuãs juvenis não diferem de tamanho de acordo com sexo, entretanto na fase adulta fêmeas possuem maior peso e comprimento de carapaça que os machos.

Quanto ao consumo de ração, pôde-se observar que muçãs em cativeiro consomem menos alimento (1% PV/dia) e que a espécie *Chelydra serpentina*, tartaruga mordedora comum, cultivada comercialmente nos Estados Unidos, a qual consome aproximadamente 1,6% PV/dia até aproximadamente 100g de peso vivo. Apresentando conversão alimentar de 1,2, sendo este valor próximo do obtido no presente estudo, 1,29 (Mayeaux et al., 1996).

Conclusões

Muçãs na fase de cria possuem crescimento mais acelerado quando em comparação com animais na fase de recria. E completam a fase de cria e recria em, respectivamente, quatro e cinco meses. Em ambas fases de criação consomem aproximadamente 1% do peso vivo, quando alimentados com ração extrusada para peixes, contendo 36% de proteína bruta. Possuindo a ração fornecida melhor conversão alimentar na fase de cria.

Referências

- Alho, C.J.R., 1985. Conservation and management strategies for commonly exploited amazonian turtles. *Biological Conservation*, 32, 291-298.
- Alves, R.R.N., Vieira, W.L.S., Santana, G.G., 2008. Reptiles used in traditional folk medicine: conservation implications. *Biodivers. Conserv.*, 17, 2037–2049.
- Berry, J.F., Iverson, J.B., 2011. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766) – Scorpion Mud Turtle. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P. C.H., Dijk, P.P.V., Saumure, R.A., Buhlmann, K. A., Iverson, J.B., Mittermeier, R.A. (Eds). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs, Chelonian Research Foundation, 5.
- Brasil, Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 169, de 20 jan. 2008, que institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro em território brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=39> Acesso em: 14 jul. 2009.
- Marquéz, C., 1995. Historia Natural y Dimorfismo Sexual de la Tortuga *Kinosternon scorpioides* em Palo Verde Costa Rica. *Rev. Ecol. Lat. Am.*, 2(1-3), 6. 37-44.
- Mayeaux, M.H. et al., 1996. Effects of Dietary Energy : Protein Ratio and Stocking Density on Growth and Survival of the Common Snapping Turtle *Chelydra serpentina*. *J. World Aquacult. Soc.*, 27(1), 64-73.
- Melo, L.A.S., Izel, A.C.U., Andrade, P.C.M, Silva, A.V, Hosseine-Lima, M.G., 2003. Criação de tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, Documentos, 26, 14 p.
- Molina, F.B., Matushima, E.R.; Mas, M., 2001. Class Reptilia Order Chelonia (Testudinata) (Chelonians): Turtle, Tortoises. Fowler, M.E., Cubas, Z.S. *Biology, medicine and Surgery of the South American Wild Animals*. Iowa State University Press.
- Pritchard, P.C.H., Trebbau, P., 1984. The turtles of Venezuela. *Contributions to Herpetology 2*. Society for study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, 403 pp.

- Rocha, M.B., Molina, F.B., 1987. Algumas observações sobre a biologia e manejo do muçuã. *Aquacultura*, 2, 25-26.
- Rodrigues, M.J.J., Cardoso, E.C., Cintra, I.H.A., Souza, R.F.C., 2005. Morfometria e rendimento de carcaça de tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (Scheweigger, 1812) em ambiente natural. *Revista Ciências Agrárias*, 43, 161-168.
- Sá, V.A., Quintanilha, L.C., Freneau, G.E., Luz, V.L.F., Borja, A.L.R., SILVA, P.C., 2004. Crescimento ponderal de filhotes de tartaruga gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a tratamento com rações isocalóricas contendo diferentes níveis de proteína bruta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 2351-2358.

VERSÃO PRELIMINAR

ARTIGO 4

DESEMPENHO DE MUÇUÃS (*Kinosternon scorpioides*) ALIMENTADOS COM RAÇÕES DE DIFERENTES NÍVEIS PROTEICOS

Jamile da Costa Araújo et al.

Artigo redigido conforme as normas do periódico Tropical Animal Health and Production (versão preliminar)

Resumo

A carne do muçua (*Kinosternon scorpioides*), quelônio semiaquático de água doce encontrado na Amazônia brasileira é bastante apreciada na região Norte e Nordeste do Brasil. E sua criação em cativeiro tem sido defendida como uma alternativa para amenizar a caça predatória e consequentemente a extinção desta espécie. No entanto, estudos sobre a nutrição desses animais em cativeiro são escassos. Portanto, este estudo objetivou avaliar os efeitos de rações com diferentes níveis de proteína bruta, sobre os parâmetros produtivos de muçuas juvenis em fase final de crescimento ($208 \text{ g} \pm 43 \text{ g}$), estabelecendo assim parâmetros zootécnicos básicos para a espécie em questão, além de embasar futuras pesquisas sobre a produção destes animais criados em cativeiro. O experimento foi conduzido no Projeto Bio-Fauna/ISARH/UFRA, sediado em Belém, Pará, Brasil. No qual foram utilizados 40 animais da espécie *K. scorpioides* em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições cada. Os animais foram alojados em 20 caixas de polietileno e alimentados com rações contendo níveis de 28%, 32%, 36% e 40% de proteína bruta. Observou-se que os animais que receberam dietas com nível de 32% de proteína bruta obtiveram maior ganho de peso ($P < 0,05$) e melhor conversão alimentar e consumo de 1,4% PV / dia. Concluiu-se que o nível de proteína bruta de 32% é o mais recomendado para a alimentação de muçuas em fase final de crescimento.

Palavras-chave animais silvestres •cativeiro • nutrição • quelonicultura •
proteína bruta

Introdução

Um notável interesse pela criação zootécnica de animais silvestres tem sido presenciado no Brasil nos últimos anos. Principalmente, devido tal atividade ser importante para o combate ao tráfico de animais silvestres, e conseqüentemente para a preservação da fauna. Entretanto, informações básicas sobre a nutrição, reprodução e manejo desses animais ainda são pouco conhecidas. Nesse contexto, a nutrição de quelônios em cativeiro ainda é um desafio, principalmente quando relacionada à produção comercial, onde os gastos com alimentação são de grande importância para a rentabilidade do sistema de criação. E entre os principais fatores influentes no custo da nutrição está a quantidade de proteína na ração (Araújo et al. 2013b).

Alguns estudos de nutrição animal já foram efetuados com quelônios amazônicos (Quintanilha et al. 1998; Sá et al. 2004; Vianna e Abe 1998; Andrade 2008; Almeida e Abe 2009). No entanto, grande parte das pesquisas sobre a nutrição de quelônios em cativeiro está em estado

inicial, isto é, procuram determinar as exigências nutricionais desses animais, nas diversas fases de criação (Mayeaux et al. 1996; Ren et al. 1997; Lima 1998; Viana e Abe 1998; Sá et al. 2004; Huang et al. 2005; Jia et al. 2005; Rodrigues e Moura 2007).

O muçuã (*Kinosternon scorpioides*) é um quelônio de porte médio, onívoro e que possui distribuição ampla, abrangendo o México até Argentina (Berry e Iverson 2011). No Brasil, tal espécie é encontrada nos estados do Amapá, Roraima, Tocantins, Amazonas e Pará (com maior ocorrência na Ilha de Marajó), Maranhão, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Centro-Oeste do Brasil (Rocha e Molina 1987).

Tal espécie, apesar de ser autorizada para produção comercial, não possui informações suficientes que possam embasar um sistema de criação ambiental e economicamente viável. E este desconhecimento de informações básicas sobre o manejo desses animais em cativeiro pode comprometer o crescimento, a engorda e a reprodução desses animais. Estudos na área de nutrição de quelônios ainda são escassos e concentram-se em algumas espécies, particularmente *in situ*, havendo lacunas que merecem esforços de pesquisa. Dentre elas, estudos sobre as espécies amazônicas e sobre as exigências de animais em cativeiro,

podem contribuir para subsidiar programas de conservação. Podendo ainda o melhor conhecimento dessas exigências, subsidiar indicadores ecológicos e clínicos para o monitoramento de populações em vida livre, inclusive quanto à segurança alimentar em *habitats* naturais. Por outro lado, podem servir de base para a formulação de protocolos nutricionais para quelônios em cativeiro, com o objetivo de conservação das espécies (Araújo et al. 2013a).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo de *Kinosternon scorpioides* (muçunã) alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

Material e Métodos

Foram utilizados 40 animais da espécie *K. scorpioides*, sem diferenciação de subespécies, nascidos em cativeiro e com aproximadamente três anos de idade e peso médio de 208 g \pm 43 g. Os quais fazem parte do plantel experimental do Projeto Bio-Fauna/ISARH/UFRA, sediado em Belém, Pará, Brasil. O estudo foi executado em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 4 tratamentos (28%, 32%, 36% e 40% de proteína bruta), com 5 repetições

cada, e dois animais do sexo feminino em cada unidade experimental, durante seis meses, junho a dezembro de 2010. Os animais foram alojados em 20 caixas de polietileno (unidades experimentais) de 565 mm X 390 mm X 190 mm (9 animais/m²) com 60% da área alagada e 40% de área seca, com inclinação de 20°, em ambiente com temperatura (28 °C ± 2 °C) e luminosidade (12 h / 12 h) controlados, por meio de termostato ligado a sistema de aquecimento e temporizador digital, respectivamente. Sendo a temperatura aferida antes e depois da alimentação.



Figura Laboratório de Nutrição (LABNUT), Projeto Bio-Fauna - ISARH/ UFRA, Belém, PA.

As dietas utilizadas foram rações peletizadas contendo 28%, 32%, 36% e 40% de proteína bruta (Tabela 1). As quais foram oferecidas três vezes na semana (2^a, 4^a e 6^a feiras), com base em 2% do peso vivo dos animais, sendo sua quantidade corrigida mensalmente. Também foram coletadas as sobras alimentares uma hora após o fornecimento, para quantificação do consumo real.

Os parâmetros de desempenho avaliados foram: ganho de peso, ganho de comprimento de carapaça (CC), largura de carapaça (LC), comprimento de plastrão (CP), largura de plastrão (LP) e altura (A). Os quais foram mensurados a cada 30 dias. Além do consumo real (CR), conversão alimentar (CA), índice eficiência alimentar (IEA) e taxa de crescimento específico (TCE), sendo utilizadas conforme as equações abaixo:

$$\text{CR (g)} = \text{Alimento oferecido (g)} - \text{Alimento não consumido (g)}$$

$$\text{CA} = \text{CR (g)} / \text{GP (g)}$$

$$\text{IEA} = \text{GP (g)} / \text{CR (g)}$$

$$\text{TCE (\%/dia)} = [(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{Tempo de experimento (dias)}] \times 100$$

Tabela 1 Composição percentual e análise bromatológica das rações experimentais.

Ingrediente (%)	Proteína bruta			
	28%	32%	36%	40%
Farelo Soja	33,00	45,10	57,60	69,65
Farinha Carne	20,00	20,00	20,00	20,00
Milho	39,50	27,50	13,40	0,50
Óleo Soja	0,50	0,50	2,30	4,15
Fosfato Bicálcico	6,50	6,40	6,20	5,20
Premix vitam/min*	0,50	0,50	0,50	0,50
Total (%)	100	100	100	100
Componente				
Matéria Seca (%)	94,33	94,45	94,65	94,78
Proteína Bruta (%)	28,33	32,11	36,18	40,34
Extrato Etéreo (%)	7,8	7,57	8,37	10,3
Energia Bruta (cal g ⁻¹)	4105,00	4127,22	4131,77	4314,75
Cinzas (%)	15,67	15,93	16,97	17,07

* Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 5.000.000mg; Vit. D3, 1.100.000mg; Vit. E, 4.000mg; Vit K3, 1.000mg; Vit. B1, 500mg; Vit. B2, 1.500mg; Pantotenato de cálcio, 5.000mg; Niacina, 10.000mg; Vit B6, 500mg; Biotina, 10mg; Cloreto de colina 50%, 100.000mg; Ácido Fólico, 100mg; Vit. B12 3.000mg; Cobalto, 50mg; Cobre, 3.000mg; Ferro, 25.000mg; Iodo, 500mg; Manganês, 25.000mg; Selênio, 100mg; Zinco, 25.000mg; DL-Metionina, 400.000mg; Antibióticos ou quimioterápicos, 30.000mg; Antioxidante 2.000mg.

As análises químicas das dietas testadas foram: matéria seca (MS) pelo processo de pré-secagem em estufa (55 °C) e posterior liofilização; proteína bruta (PB), determinada pelo método Kjeldahl (AOAC, 1998); e energia bruta (EB), por meio de bomba calorimétrica de Parr (Tabela 1).

A análise estatística foi efetuada por meio de análise de variância e posterior teste T para comparação das médias.

Resultados e discussão

A temperatura média na cidade de Belém durante o período experimental foi de $30,46\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3,92\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade média de $80,47\% \pm 2,5\%$ (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET). Já a temperatura interna média do laboratório no período de alimentação dos animais foi de $29,53\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

No presente estudo, o grupo experimental alimentado com 32% de proteína bruta foi o que apresentou maior ganho de peso ($P < 0,05$), além dos maiores valores médios para as variáveis biométricas analisadas (Tabela 2).

Quintanilha et al. (1998), em trabalho sob condições controladas com filhotes de tartaruga-da-Amazônia verificaram que os animais apresentaram maior crescimento quando alimentados com rações contendo taxas entre 27% a 30% de proteína bruta. Assim como Sá et al. (2004), em experimento também com filhotes de tartaruga-da-Amazônia, testaram cinco rações formuladas com diferentes teores de proteína bruta

(PB) de origem vegetal: 18% a 30% e com PB de origem animal (30% PB). E observaram superioridade do tratamento com 30% PB de origem animal em todas as medidas morfométricas e peso, seguidos sequencialmente pelos tratamentos com 30% e 27% PB de origem vegetal. Já Vianna e Abe (1998) ao avaliarem o desenvolvimento de 198 filhotes de tracajá com dieta de 21, 26 e 31% de proteína bruta - PB e isocalóricas (energia bruta = 3.850 kcal/kg), durante 240 dias, obtiveram nos animais alimentados com ração de 26 e 31% de PB maior desenvolvimento. Valores próximos ao nível de maior incremento de peso e medidas morfométricas neste trabalho.

Dados do consumo real médio para os grupos experimentais foram aproximados (1,4% PV / dia), com exceção do grupo experimental alimentado com 36% de proteína bruta, o qual foi menor que os demais (Tabela 2).

Tabela 2 Variáveis de desempenho mensuradas nos diferentes grupos experimentais.

Variáveis	Proteína Bruta				CV (%)
	28%	32%	36%	40%	
GP (g)***	50,64ab	62,48a	29,25b	54,81ab	27,79

GP (%)**	22,64ab	26,38a	14,67b	23,62ab	24,04
Δ CC (mm) ^{NS}	6,30	8,38	3,74	7,49	39,58
Δ LC (mm) ^{NS}	5,08	5,85	2,61	4,55	44,73
Δ CP (mm) ^{NS}	6,03	7,65	4,48	7,35	43,48
Δ LP (mm) ^{NS}	2,57	3,84	1,73	3,62	44,53
Δ A (mm) ^{NS}	2,50	4,06	2,45	2,48	39,35
CR (g)*	87,42ab	92,66a	68,92b	90,74ab	14,37
CR (%) ^{NS}	70,92	70,64	63,95	70,17	7,5
CA**	1,74ab	1,53a	2,53b	1,69a	23,05
IEA**	0,57ab	0,65a	0,42b	0,60ab	16,61
TCE (%/dia)*	0,11ab	0,13a	0,07b	0,11ab	23,25
S (%)	100	100	100	100	100

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística segundo teste t.*P < 0,05;**P < 0,01; ** P < 0,001. NS: Não significativo. Incremento (Δ) do comprimento da carapaça (CC), largura da carapaça (LC), comprimento do plastrão (CP), largura do plastrão (LP) e altura (A); consumo real (CR); conversão alimentar (CA), índice eficiência alimentar (IEA), taxa de crescimento específico (TCE) e sobrevivência (S).

Conversão alimentar, índice de eficiência alimentar, e taxa de crescimento específico foram menores no grupo experimental alimentado com ração contendo 36% de proteína bruta (Tabela 2).

Um fator que deve ser levado em consideração são as interações entre os componentes da ração, principalmente as interações não-cumulativas. Tais interações ocorrem quando os itens da dieta interagem entre si, de tal forma que o ganho líquido de energia ou de nutrientes de uma dieta mista difere do previsto pela soma dos ganhos de componentes da dieta individual (Avery et al. 1993). Fato que pode ter influenciado o desempenho do grupo experimental alimentado com ração contendo 36 % de proteína bruta.

A relação Ca:P neste experimento correspondeu a $2,10 \pm 0,02$. Na nutrição de quelônios, segundo Huang et al. (2003), a farinha de peixe não deve ser utilizada como a principal fonte de cálcio para quelônios, pois contém baixos níveis deste mineral, não atendendo as suas necessidades. Em experimento com *Pelodiscus sinensis* (*tartaruga-da-carapaça-mole-chinesa*), os autores supracitados constataram que suplementando a dieta com carbonato de cálcio e fosfato de cálcio em níveis de 5,7% de Ca e 3% de P, se obtêm um ótimo crescimento, concluindo que a maior suplementação de fósforo aumenta a deposição de cálcio nos órgãos e a cinza no corpo do animal. Sendo a proporção Ca:P (1,9) neste estudo próximo da utilizada no presente estudo (2,10).

Conclusões

A ração com 32% de proteína bruta promoveu melhor desempenho em muçãs, portanto é a mais indicada na fase final de crescimento, com taxa de arraçamento de 1,4% PV/dia. Devendo-se considerar os fatores climáticos, já que a temperatura influencia no metabolismo deste animal.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Autorização

Esse estudo foi autorizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, por meio da autorização SISBIO - 27507-1.

Referências

- Almeida, C.G., Abe, A.S., 2009. Aproveitamento de alimentos de origem animal pela tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* criada em cativeiro. *Acta Amazônica*, 39(1), 215 – 220.
- Andrade, P.C.M., 2008. Criação e manejo de quelônios no Amazonas: projeto diagnóstico da criação de animais silvestres no estado do Amazonas. 2ª Ed. (IBAMA, ProVárzea/FAPEAM/SDS. Manaus, Amazonas), 528 pp.
- Association Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of AOAC international. 16. ed. Washington, 1998. 1170p.
- Araújo J.C., Gadelha, E.S., Palha, M.D.C., Rosa, P.V. 2013a. Minerais e vitaminas para quelônios em cativeiro. *Pubvet*, 7(5), 1506.
- Araújo J.C., Palha, M.D.C., Rosa, P.V. 2013b. Nutrição na quelonicultura – Revisão, 10(6), 2833 – 2871.
- Avery, H.W. et al., 1993. Roles of diet protein and temperature in the growth and nutritional energetics of juvenile slider turtles, *Trachemys scripta*. *Physiol. Zool.*, 66(6), 902-925.
- Berry, J.F., Iverson, J.B., 2011. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766) – Scorpion Mud Turtle. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., DIJK, P.P.V., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., Mittermeier, R.A. (EDS). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs*, 5, 63.1-63-15
- Huang, C., Lin, W., Wu, S., 2003. Effect of dietary calcium and phosphorus supplementation in fish meal-based diets on the growth of soft-shelled turtle *Pelodiscus sinensis* (Wiegmann). *Aquaculture Research*, 34 (10), 843–848.
- Huang, C.-H., Lin, W.-Y., Chu, J.-H., 2005. Dietary lipid level influences fatty acid profiles, tissue composition, and lipid peroxidation of soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*. *Comparative biochemistry and*

- physiology. Part A, Molecular & integrative physiology, 142 (3), 383–388.
- Jia, Y. et al., 2005. Effects of animal–plant protein ratio in extruded and expanded diets on nitrogen and energy budgets of juvenile Chinese soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis* Wiegmann). *Aquac. Res.*, 36, 61-68.
- Lima, M.G.H.S. 1998. A importância das proteínas de origem animal e vegetal no primeiro ano de vida da tartaruga-da-Amazônia – *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812). Dissertação (Mestrado) Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. 93pp
- Mayeaux, M.H. et al., 1996. Effects of Dietary Energy: Protein Ratio and Stocking Density on Growth and Survival of the Common Snapping Turtle *Chelydra serpentina*. *J. World Aquacult. Soc.*, 27(1), 64-73.
- Quintanilha, L. C.; Luz, V. L. F.; Cantarelli, V. H.; Bonach, K.; Sá, V. A. Influência do nível de proteína bruta em rações formuladas sobre o crescimento de filhotes de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) em condições controladas. (resultados parciais). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 22., 1998, Recife. Resumos... Recife: Universidade Federal de Pernambuco; Sociedade Brasileira de Zoologia, 1998. p. 270.
- Ren, Z. et al., 1997. Study on feed of Chinese soft-shelled turtle. *Feed Industry*, 18, 21-24.
- Rocha, M. B., Molina, F. B. 1987. Algumas observações sobre a biologia e manejo do muçua. *Aquacultura*, 2, p. 25-26.
- Rodrigues, M., J.J., Moura, L.S.S., 2007. Análise bromatológica da carne de tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) em habitat natural: Subsídios para otimizar a criação. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, 2 (4), 7–16.

Sá, V.A., Quintanilha, L.C., Freneau, G.E., Luz, V.L.F., Borja, A.D.L.R., Silva, P.C., 2004. Crescimento Ponderal de Filhotes de Tartaruga Gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) Submetidos a Tratamento com Rações Isocalóricas contendo Diferentes Níveis de Proteína Bruta. Revista Brasileira De Zootecnia, 33 (6), 2351–2358.

Vianna, V.O e Abe, A.S. Efeito de diferentes níveis de proteína no desenvolvimento de filhotes de tracajá (*Podocnemis unifilis*) em cativeiro. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 35. 1998, Botucatu. Anais... São Paulo Gnosis, 1998, CD-ROM, Pequenos Animais e Animais Silvestres, Trab. 28.

VERSÃO PRELIMINAR

ARTIGO 5

Digestibilidade de nutrientes em dietas contendo diferentes níveis proteicos, para muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) cativos

Jamile da Costa Araújo et al.

Artigo redigido conforme as normas do periódico Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (versão preliminar)

Resumo

O muçuã (*Kinosternon scorpioides*) é bastante apreciado na região amazônica. Contudo, há poucos estudos que abordem a nutrição deste animal em cativeiro. Considerando que a nutrição é um dos principais fatores econômicos na criação de animais em cativeiro, e sendo a proteína um nutriente decisivo na dieta e no custeio, é necessário conhecer o nível de assimilação desse nutriente, a fim de limitar os gastos e os impactos ambientais. Portanto, objetivou-se determinar a digestibilidade aparente de nutrientes em dietas contendo diferentes níveis proteicos, para animais da espécie *Kinosternon scorpioides*, criados em cativeiro. O experimento foi conduzido no Projeto Bio-Fauna/ISARH/UFRA, sediado em Belém, Pará. Utilizaram-se 40 filhotes ($71\text{g} \pm 18\text{ g}$) com aproximadamente um ano de idade em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, 24%, 28%, 32%, 40% e 42% de proteína bruta (PB), e quatro repetições, contendo dois animais cada, totalizando oito animais por tratamento. Observou-se que a dieta com 42% de PB foi a que proporcionou maior digestibilidade dos componentes estudados. E que o aumento da porcentagem de PB na ração, em geral, resultou em aumento da digestibilidade da PB.

Palavras-chave: Amazônia. Animais silvestres. Nutrição. Réptil. Quelonicultura.

Introdução

A quelonicultura na região amazônica apresenta um grande potencial para exploração zootécnica, particularmente pela rusticidade destes animais, assim como pelo alto valor econômico que agrega sua carne e subprodutos (Sá et al., 2004). Sendo os gêneros *Podocnemis* e *Kinosternon* os mais explorados na região Norte do Brasil (Alho, 1985).

Todavia, diversos entraves estão presentes no desenvolvimento desta atividade, como o grande número de espécies e suas diferenças, o que requer estudos diferenciados para a obtenção de um sistema adequado para cada uma delas, os quais devem levar em consideração suas diferenças fisiológicas, anatômicas, potencialidades de aproveitamento comercial, entre outras (Araújo et al., 2013).

Nesse contexto, encontra-se o muçã ou jurará (*Kinosternon scorpioides*), pequeno réptil, pertencente ao grupo dos cágados, ordem dos Testudines, família dos *Kinosternidae*, que apresenta hábito semiaquático, medindo de vinte a trinta centímetros de comprimento, de hábito alimentar onívoro e que distribui-se geograficamente desde o México, regiões norte e central da América do Sul até o norte da Argentina (Berry e Iverson, 2011).

Este animal vem sofrendo com a destruição e degradação de seus habitats, devido atividades humanas, estando também na rota do comércio ilegal pelo fato de possuir carne muito apreciada na região amazônica, tanto por turistas quanto por nativos, além de ser criado como animal de estimação, xerimbabo (Berry e Iverson, 2011).

O combate à diminuição dos estoques naturais do muçuã se dá pela luta contra o tráfico e incentivo à criação comercial em cativeiro. Entretanto, são escassas informações sobre a criação comercial desta espécie. Pesquisas sobre o aproveitamento alimentar de outros quelônios com fins comerciais já foram efetuadas (Bjorndal, 1991; Hailey et al., 1998; Bouchard e Bjorndal, 2006 a, b; Lin e Huang, 2007; Andrade, 2008; Almeida e Abe, 2009). No entanto, são inexistentes tais pesquisas com muçuãs em cativeiro.

Informações sobre o manejo nutricional são de extrema importância para a sustentabilidade do sistema de produção de muçuãs em cativeiro. Considerando que a nutrição é um dos principais fatores econômicos na criação de animais de produção, e que a proteína um nutriente decisivo na dieta e no custeio, é necessário conhecer o nível ideal de assimilação desse nutriente, a fim de limitar os gastos e os impactos ambientais da criação ex situ.

Pesquisas sobre a exigência nutricional de quelônios em várias fases de desenvolvimento demonstram que a mesma encontra-se na faixa entre 24% a 42% de proteína bruta (Sá et al., 2004; Andrade, 2008; Costa et al., 2008; Zhou et al., 2013). Todavia, a exigência proteica em cada fase de produção, assim como a digestibilidade das rações e alimentos utilizados para a nutrição desses animais em cativeiro se faz necessária, visto que informações sobre a nutrição de quelônios são escassas. Muitas vezes estes animais consomem em cativeiro dietas destinadas a outras espécies,

as quais não suprem suas necessidades nutricionais, impossibilitando o desenvolvimento de todo seu potencial produtivo.

Portanto, o conhecimento do aproveitamento das rações fornecidas a estes animais será de grande valia para viabilizar a criação de muçuãs em cativeiro, a fim de minimizar os impactos ambientais gerados no meio ambiente, assim como para a viabilidade econômica desta atividade. Com base no exposto, este estudo objetivou determinar a digestibilidade aparente de nutrientes em dietas contendo diferentes níveis proteicos para *Kinosternon scorpioides* (muçuã).

Metodologia

O experimento foi desenvolvido no Criadouro Científico de Animais Silvestres do Projeto Bio-Fauna/ISARH/UFRA, Belém-Pará-Brasil, sob autorização SISBIO/ICMBIO nº 27507-1. Utilizaram-se 40 animais da espécie *Kinosternon scorpioides* (muçuã), com aproximadamente um ano de idade, e peso inicial médio de $71 \text{ g} \pm 18 \text{ g}$, em período experimental de dois meses. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, apresentando cinco tratamentos e quatro repetições, com dois animais em cada unidade experimental. Os animais foram alojados em 20 caixas de polietileno de 565 mm X 390 mm X 190 mm, com 60% da área alagada e 40% de área seca, com inclinação de 20°. O laboratório possuía temperatura controlada por termostato ligado a um circuito de lâmpadas incandescentes de 60 W e 220 V, além de iluminação controlada por temporizador ligado a um circuito de lâmpadas fluorescentes, fornecendo 12 h de claro e 12 h de escuro.

Os tratamentos constituíram-se de dietas compostas de rações peletizadas artesanalmente contendo 24%, 28%, 32%, 40% e 42% de proteína bruta, com acréscimo de 0,2 de óxido de cromo III (0,2%) (VETEC[®]) como indicador de digestibilidade, sendo oferecidas diariamente, com base em 2% do peso vivo dos animais, as quais eram oferecidas às 11:00 h e retiradas as sobras às 12:00 h (Tabela 1).

As coletas de fezes foram realizadas diariamente no período da manhã (9:00 h) e da tarde (15:00 h), por meio da retirada dos animais de seus alojamentos, para que a água com as fezes fosse removida e filtrada em tecido de algodão, as quais foram coletadas e acondicionadas separadamente, por unidade experimental, em vasilhas plásticas (opacas), hermeticamente fechadas e armazenadas em freezer (-18 °C), para análises químicas posteriores.

Tabela 1 Composição percentual e análise bromatológica das rações experimentais com base na matéria seca

INGREDIENTES (%)	Proteína Bruta				
	24%	28%	32%	40%	42%

Farelo Soja	22,00	33,00	45,10	57,60	69,65
Farinha Carne	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Milho	50,60	39,50	27,50	13,40	0,50
Óleo Soja	0,20	0,30	0,30	2,10	3,95
Fosfato Bicálcico	6,50	6,50	6,40	6,20	5,20
Premix vitam/min*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Óxido de cromo III	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Componente (%)					
Matéria Seca	95,11	94,26	95,54	95,30	95,01
Proteína Bruta	24,44	28,46	32,38	40,40	42,18
Extrato Etéreo	6,69	10,96	15,50	12,15	9,66
Energia Bruta (cal g ⁻¹)	4226	4247	4225	4264	4222
Cálcio	3,10	3,07	2,82	3,51	3,44
Fósforo	1,32	1,28	1,19	1,43	1,31
Ca:P	2,35	2,39	2,36	2,45	2,62
EB:PB	172,9	149,2	130,5	105,5	100,0

* Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 5.000.000mg; Vit. D3, 1.100.000mg; Vit. E, 4.000mg; Vit K3, 1.000mg; Vit. B1, 500mg; Vit. B2, 1.500mg; Pantotenato de cálcio, 5.000mg; Niacina, 10.000mg; Vit B6, 500mg; Biotina, 10mg; Cloreto de colina 50%, 100.000mg; Ácido Fólico, 100mg; Vit. B12 3.000mg; Cobalto, 50mg; Cobre, 3.000mg; Ferro, 25.000mg; Iodo, 500mg; Manganês, 25.000mg; Selênio, 100mg; Zinco, 25.000mg; DL-Metionina, 400.000mg; Antibióticos ou quimioterápicos, 30.000mg; Antioxidante 2.000mg.



Figura 1 Muçuãs e fezes com indicador (óxido de cromo III)



Figura 2 Coleta das fezes

Efetuuou-se análises químicas das fezes e dietas testadas determinando-se matéria seca (MS) por processo de pré-secagem em estufa (55 °C) e posterior liofilização; proteína bruta (PB), determinada pelo método Kjeldahl (AOAC, 1998); e energia bruta (EB), por bomba calorimétrica de Parr. Para as análises de cálcio, fósforo e cromo, as amostras foram submetidas à digestão nítrico-perclórica (2:1). E o cálcio e cromo mensurados por espectrofotometria de absorção atômica no aparelho SpectrAA 110” da Varian, e o fósforo por colorimetria do matavanadato no aparelho Lambda 25 UV/VIS Spectrometer, segundo a metodologia adaptada de Malavolta et al. (1997).

Para o cálculo do CDA (Coeficiente de Digestibilidade Aparente) dos nutrientes avaliados, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CDA_n = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \cdot \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

onde:

CDA_n = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta;

$\%Cr_2O_{3r}$ = percentagem de óxido de crômico na dieta;

$\%Cr_2O_{3f}$ = percentagem de óxido de crômico nas fezes;

$\%N_f$ = percentagem do nutriente nas fezes;

$\%N_r$ = percentagem do nutriente na dieta.

Efetuuou-se o teste de normalidade para as variáveis analisadas. Os dados que apresentaram distribuição normal foram processados por meio de análise de variância (ANOVA) seguida de teste Tukey (5%), para

comparação de médias. E os dados que apresentaram distribuição anormal, pelo teste de Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de SNK (5%).

Resultados

Observou-se boa adaptabilidade dos animais ao ambiente experimental, assim como às dietas oferecidas, sendo a coleta efetuada com facilidade, e ausentes sinais externos de estresse dos animais. No entanto, verificou-se disputa por alimento, em algumas unidades experimentais, mesmo havendo quantidade suficiente para os dois animais e sobras após o tempo de alimentação. Ressalta-se que não houve presença de canibalismo ou ferimentos provocados por brigas durante o período experimental.

Os valores de coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, matéria seca e fósforo apresentaram-se diferentes ($P < 0,05$) nas rações com distintos níveis proteicos (Tabela 2). O CDA da matéria seca apresentou-se maior nos grupos experimentais alimentados com 24%, 28% e 42% de proteína bruta. Já o CDA da proteína bruta aumentou com o crescimento do nível proteico da ração fornecida, sendo a ração de 42% de proteína bruta a de melhor digestibilidade proteica. Sendo observados valores mínimo e máximo de 57,45% e 76,13%, respectivamente, para as rações com 24% e 42% de proteína bruta. (Tabela 2).

Quanto ao fósforo, o grupo experimental que apresentou maior digestibilidade deste mineral foi o alimentado com 28% de proteína bruta. Contudo, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os

coeficientes de digestibilidade de cálcio e energia bruta. Assim como entre os valores de ganho de peso e sobrevivência nos diferentes grupos experimentais (Tabela 2).

Tabela 2 Valores médios dos Coeficientes de Digestibilidade Aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) das dietas testadas; ganho de peso (GP) e sobrevivência (S) nos diferentes tratamentos

	Proteína Bruta					CV(%)
	24%	28%	32%	40%	42%	
MS* (%)	74,63 ^a	74,35 ^a	70,98 ^b	71,09 ^b	75,27 ^{ab}	2,40
PB (%)	57,45 ^c	68,52 ^b	67,64 ^b	71,14 ^{ab}	76,13 ^a	4,54
EB (%)	47,43 ^a	45,82 ^a	49,20 ^a	39,70 ^a	43,07 ^a	8,45
Ca (%)	82,47 ^a	85,93 ^a	79,80 ^a	84,11 ^a	82,35 ^a	6,48
P (%)	86,44 ^{ab}	87,30 ^a	81,39 ^b	86,23 ^{ab}	85,70 ^{ab}	3,06
GP (g)	7,43 ^b	16,05 ^a	12,16 ^{ab}	7,05 ^b	10,40 ^{ab}	21,72
S (%)	100	100	100	100	100	-

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística segundo teste Tukey ($P < 0,05$).

*Dados anormais segundo teste de Shapiro-Wilk. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística segundo teste de Kruskal-Wallis, seguido de teste SNK ($P < 0,05$).

Discussão

O comportamento de disputa por alimento durante o arraçoamento, observado neste estudo, é natural da espécie (Pritchard e Trebbau, 1984). O que pode determinar hierarquia dentro do plantel, por isso a observação do comportamento em pesquisas com esta espécie animal é de extrema importância. Entretanto, apesar da disputa por alimento verificou-se a

presença de sobras nas referidas unidades experimentais, e ausência de ferimentos. Demonstrando que não houve restrição alimentar e ausência de processos patológicos decorrentes das disputas alimentares.

A digestibilidade aparente da matéria seca apresentou-se maior nos grupos experimentais alimentados com 24%, 28% e 42% de proteína bruta. Em estudo realizado com *Pelodiscus sinensis* também foi observado aumento do CDA da matéria seca de acordo com a elevação do nível proteico da ração fornecida (Zhou et al., 2013). Todavia, no presente estudo houve diminuição do CDA MS das rações com 32% a 40% de PB. Segundo Avery et al. (1993) devem ser levadas em consideração as interações entre os componentes da ração, principalmente as interações não-cumulativas, tais interações ocorrem quando os itens da dieta interagem entre si, de tal forma que o ganho líquido de energia ou de nutrientes de uma dieta mista difere daquele previsto pela soma dos ganhos de componentes da dieta individual. Além disso, pode-se observar que as dietas dos grupos experimentais de 32% e 40% de proteína bruta possuíam mais de 11% de gordura total (EE), o que pode ter acelerado o tempo de trânsito gastrointestinal, comprometendo a digestibilidade da matéria seca.

O aumento da digestibilidade aparente da proteína bruta de acordo com a elevação do nível proteico da ração fornecida, observado neste estudo, é semelhante aos resultados obtidos com *Pelodiscus sinensis*. No qual houve aumento da digestibilidade aparente da proteína de acordo com o aumento do nível proteico da ração fornecida, sendo o maior valor

de ganho de peso e sobrevivência no grupo experimental alimentado com ração contendo 43% de proteína bruta, e a exigência proteica estimada em 42,2% (Zhou et al., 2013). Valores que se aproximam do nível proteico da dieta de maior digestibilidade aparente no presente estudo, 42% de proteína bruta.

Wood e Wood (1981) estudando a digestibilidade de proteína por *Chelonia mydas*, em dietas com diferentes níveis proteicos, puderam observar que a digestibilidade da proteína também aumentou com o crescimento do nível proteico na ração, sendo o nível máximo utilizado 35% PB, onde os autores obtiveram digestibilidade aparente máxima de 89,4% e conversão alimentar (3,5 até 14 meses e 5,5 até 44 meses de idade).

Sá et al. (2004) relatam que rações com teor elevado de proteína (acima de 27%) apresentam melhor desempenho para filhotes de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*). Seguindo a mesma linha de pesquisa, Costa et al. (2008) realizaram estudo com filhotes de tartaruga-da-Amazônia e tracajá (*P. unifilis*), no qual ofereceram rações com níveis de proteína de 20%, 30% e 40% de PB e dois níveis de energia (3500 e 4500 kcal de EB/kg), concluindo que níveis de proteína de 40% com níveis de energia de 3500 kcal de EB/kg proporcionaram melhor ganho de peso, confirmando as conclusões de Sá et al. (2004). Tais dados corroboram com os resultados deste trabalho, mesmo tratando-se de espécies diferentes de quelônios.

Quanto aos minerais, a relação Ca:P das rações testadas foi de aproximadamente 2,4:1, e a digestibilidade máxima para cálcio e fósforo foram respectivamente 85,93% e 87,30%, as quais ocorreram no grupo experimental que se alimentou de ração com 28% de proteína bruta. Contudo, não houve diferença ($P > 0,05$) quanto à digestibilidade do cálcio e fósforo entre os grupos experimentais que se alimentaram com ração contendo 28% e 42% de proteína bruta. Liesegang et al. (2001) constataram que tartarugas gigantes (*Geochelone nigra*) suplementadas com 7,33% de Ca, numa relação Ca:P de 6,1:1, alcançaram uma digestibilidade média de $84\% \pm 3\%$ para o Ca e $91\% \pm 2\%$ para o P. Demonstrando pouca diferença entre a digestibilidade destes dois minerais nas rações testadas e o referido estudo. Já Liesegang et al. (2007) estudando *Testudo hermanni* alimentados com rações de proporção Ca:P 3:1 obtiveram digestibilidade de 57 ± 5 para o Ca e 78 ± 6 para o P, já na ração com proporção 6:1, 58 ± 2 para o Ca e 52 ± 2 para o P. Podendo-se observar a importância da proporção Ca:P na digestibilidade destes nutrientes e como a importância de se estudar a digestibilidade dos nutrientes em cada espécie, por conta de suas especificidades, as quais podem impossibilitar extrapolações eficientes.

Conclusões

Observou-se que a dieta contendo 42% de proteína bruta foi a que proporcionou maior digestibilidade dos nutrientes estudados. E que o aumento da porcentagem de proteína bruta na ração, em geral, acarretou em aumento da digestibilidade deste nutriente. Enquanto que a

digestibilidade da matéria seca foi menor nas dietas que continham 32% e 40% de proteína bruta, o que podemos inferir que seja pela maior concentração de extrato etéreo nessas dietas.

Durante a fase experimental também foi observado que houve boa aceitação das rações experimentais pelos animais, assim como boa adaptabilidade ao laboratório. Porém, apesar do bom consumo de alimento, a quantidade de fezes eliminada pelos animais foi pequena, o que dificultou e prolongou o tempo de coleta. Tais fatores devem ser levados em consideração em estudos futuros, visto que este foi um experimento inédito.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências

- Alho, C. J. R., 1985: Conservation and management strategies for commonly exploited amazonian turtles. *Biological Conservation* **32**, 291-298.
- Almeida, C. G.; Abe, A. S., 2009: Aproveitamento de alimentos de origem animal pela tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* criada em cativeiro. *Acta Amaz.* **39**, 215 – 220.

- Andrade, P. C. M., 2008: Criação e Manejo de Quelônios no Amazonas. Projeto Diagnóstico da Criação de Animais Silvestres no Estado do Amazonas. I Seminário de Criação e Manejo de Quelônios da Amazônia Ocidental. 2ª Edição. ProVárzea/FAPEAM/SDS. Manaus/AM.
- Araújo, J. C.; Palha, M. D. C.; Rosa, P. V., 2013: Nutrição na quelonicultura – Revisão. *Rev. Eletr. Nutr.* **10**, 2833 – 2871.
- Association Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of AOAC international, 1998: 16. ed. Washington.
- Avery, H. W.; Spotila, J. R.; Congdon, J. D.; Fischer, R.U.; Standora, E.A.; Avery, S. B., 1993: Roles of diet protein and temperature in the growth and nutritional energetics of juvenile slider turtles, *Trachemys scripta*. *Physiol. Zool.* **66**, 902-925.
- Berry, J. F.; Iverson, J. B., 2011: *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766) – Scorpion Mud Turtle. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., DIJK, P.P.V., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., Mittermeier, R.A. (EDS). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelon. Res. Monogr.* **5**, 63.1-63-15
- Bjorndal, K. A., 1991: Diet mixing: nonadditive interactions of diet items in an omnivorous freshwater turtle. *Ecology* **72**, 1234-1241.
- Bouchard, S. S.; Bjorndal, K. A., 2006a: Nonadditive interactions between animal and plant diet items in an omnivorous freshwater turtle *Trachemys scripta*. *Com Biochem. Phys.* **144**, 77–85.
- Bouchard, S. S.; Bjorndal, K. A., 2006b: Ontogenetic Diet Shifts and Digestive Constraints in the Omnivorous Freshwater Turtle *Trachemys scripta*. *Physiol. Biochem. Zool.* **79**, 150–158.
- Costa, F. S.; Duarte, J. A. M.; Oliveira, P. H. G.; Andrade, P. C. M., 2008: Alimentação e nutrição de quelônios aquáticos amazônicos

- (*Podocnemis spp.*). In: Andrade, P.C.M. Criação e manejo de quelônios no Amazonas. Manaus: Provárzea, 259-286.
- Hailey, A.; Chidavaenzi, R. L.; Loveridge, J. P..1998: Diet mixing in the omnivorous tortoise *Kinixys spekii*. *Funct. Ecol.* **12**, 373–385.
- Liesegang, A.; Hatt, J.-M.; Nijboer, J.; Forrer, R.; Wanner, M.; Isenbügel, E., 2001: 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* **20**, 367-374.
- Liesegang, A.; Hatt, J.-M.; Wanner, M., 2007: Influence of different dietary calcium levels on the digestibility of Ca, Mg and P in Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **91**, 459–464.
- Lin, W.-Y.; Huang, C.-H., 2007: Fatty acid composition and lipid peroxidation of soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis*, fed different dietary lipid sources. *Comp. Biochem. Physiol. Toxicol. Pharmacol. . Part C* **144**, 327–33.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A., 1997: Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: Potafos.
- Massana, J. S.; Silvestre, A. M., 2008: Manejo y alimentación de tortugas y galápagos en cautividad. *Cons. Difus. Vet.* **16**, 33-42.
- Pritchard, P. C. H.; Trebbau, P., 1984: The turtles of Venezuela. Contributions to Herpetology 2. Society for study of Amphibians and Reptiles, Ithaca.
- Sá, V. A.; Quintanilha, L. C.; Freneau, G. E.; Luz, V. L. F.; Borja, A. D. L. R.; Silva, P. C., 2004: Crescimento ponderal de filhotes de tartaruga gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a tratamento com rações isocalóricas contendo diferentes níveis de proteína bruta. *Rev. Bras. Zootec.* **33**, 2351–2358.

Wood, J. R.; Wood, F. E., 1981: Growth and digestibility for the green turtle (*Chelonia mydas*) fed diets containing varying protein levels. *Aquaculture* **25**, 269-274.

Zhou, F.; Ding, X.-Y.; Feng, H.; Xu, Y.-B.; Xue, H.-L.; Zhang, J.-R.; Ng, W.-K., 2013: The dietary protein requirement of a new Japanese strain of juvenile Chinese soft shell turtle, *Pelodiscus sinensis*. *Aquaculture* **412-413**, 74-80.

ARTIGO 6**Feeding behaviour and acceptance of fruit wastes by scorpion mud turtle (*Kinosternon scorpioides*) in captivity**

Jamile da Costa Araújo et al.

Artigo redigido conforme as normas do periódico Aquaculture Nutrition (versão preliminar)**Abstract**

The use of waste arising from the processing of human foods in the diet of turtles is an alternative to reduce production costs without compromising the development and sustainability of the animal production system. Therefore, this study aimed to evaluate the behaviour and acceptance of different food wastes from fruit processing by scorpion mud turtles (*Kinosternon scorpioides*) in captivity. We used 25 scorpion mud turtles, in which we assessed the acceptance of five different fruit processing wastes: crushed dried coconut; orange bagasse; crushed pineapple peel; acerola bagasse; and mango bagasse. These constituted the treatments, with five repetitions each, totalling 25 experimental units. Each unit was composed of one animal, in ten repetitions in time. Statistical analysis by non-parametric analysis of variance of Kruskal-Wallis followed by the SNK test (5%) used to compare treatments. Phases of feeding behaviour observed in the animals were foraging, approach, olfactory recognition, capture, dilaceration, and ingestion. Neustophagia and head cleaning with the forelimbs after ingestion were observed. As well as acceptance of all residues tested, with greater acceptability of mango bagasse, orange bagasse, and bagasse acerola. The results showed

100% survival and no difference ($P > 0.05$) in weight gain between experimental groups.

KEY WORDS: alternative food, wildlife, kinosternon farming, nutrition, animal production, turtle farming.

Introduction

In the Amazon, the meat of chelonians is well appreciated by locals and also by tourists, who consider it an exotic food. Therefore, restaurants in the Amazon offer a number of culinary options in which the main ingredient is the meat of these reptiles (Moll & Moll 2004).

Due to their widespread use, turtles were increasingly hunted, predominantly to supply the illegal trade, which led to depletion of natural stocks due to uncontrolled exploitation (Alves et al. 2012). Therefore, incentive measures for the main species of turtles have been created by competent institutions in Brazil as a way to combat trafficking, in order to preserve natural stocks. Among these reptiles is the scorpion mud turtle (*Kinosternon scorpioides*), which is geographically distributed from Mexico, Central and Northern South America to northern Argentina

(Berry & Iverson 2011), and widely consumed as food in the Amazon region (Rocha & Molina 1987).

However, despite the legislation allowing the farming of this species in captivity for commercial purposes (Brasil 2008), such activity is stagnant due to the lack of information that makes kinosternon farming a profitable and sustainable activity. Thus, most of the animals that are consumed come from natural stocks.

Knowledge about feeding behaviour (Monge-Nájera & Morera-Brenes 1987) and nutrition of captive scorpion mud turtles (Araújo et al. 2013) remains a challenge, especially in relation to commercial production, in which food expenditure is of great importance to the profitability of the production system. It is known that kinosternids are omnivores (Legler 1993), and it is inferred that the diet of this species can vary depending on the sex and age of the individual, since this has been observed in other Amazonian turtles, such as *Podocnemis unifilis*. Adults are opportunistic carnivores and herbivores, while young animals have a predominantly carnivorous diet (Clark & Gibbons 1969; Hart 1983; Moreira & Loureiro 1992; Terán et al. 1995).

Currently, many waste products arising from the processing of human foods are discarded, with a great impact on both environmental and human health, due to their incorrect disposal. However, such waste can be incorporated into animal diets, becoming an important factor in lowering the cost of production. However, the successful use of this waste is often limited by poor knowledge of their nutritional characteristics, their economic value as feed ingredients, and acceptance by animals, and the lack of performance data from animals fed this type of waste (Lousada Júnior et al. 2006; Meneghetti & Domingues 2008).

Acerola (*Malpighia glabra*), mango (*Mangifera indica*), orange (*Citrus sinensis*), and pineapple (*Ananas comosus*) wastes are easily found in all Brazilian regions and stand out as sources of vitamins and energy. Chemical analysis by Gondim et al. (2005) has shown that some fruit peels generally have more nutrients than the edible parts of the fruit. Therefore, some fruit wastes may be considered an alternative source of nutrients, avoiding food waste. However, research is needed on the antinutritional factors present in these wastes. Besides the nutritional value, the large proportion of waste discarded is another factor that should be taken into consideration (Larrauri et al. 1996).

Several studies sought recovery of mango wastes (Couto Filho et al. 2007; Vieira et al. 2008; Lima et al. 2011; Aragão et al. 2012; Guzmán et al. 2012; Pereira et al. 2013); coconut wastes (Braga et al. 2009; Santos et al. 2009; Omena et al. 2010); acerola wastes (Ferreira et al. 2010); pineapple wastes (Correia et al. 2006; Rogério et al. 2007; Lima et al. 2012); and orange wastes (Tripodo et al. 2004) in animal feed. However, studies on turtles in relation to these wastes have not been conducted.

In this context, it will seek attitudes that reduce the costs of feeding scorpion mud turtles in captivity and that may be incorporated by producers of all sizes. Thus, alternative food wastes arising from fruit processing, shown a very promising way, as are low-value purchasing, high nutritional value and, concomitantly, its use helps to reduce the impacts on the environment. Therefore, this study aimed to evaluate the feeding behaviour and acceptability of different food wastes from fruit processing by scorpion mud turtles (*K. scorpioides*) in captivity.

Materials and Methods

A total of 25 specimens of *K. scorpioides* were used, with an average weight of $281 \text{ g} \pm 27 \text{ g}$. Animals were part of Bio-Fauna Project/Federal

Rural University of Amazonia (UFRA), in Belém, Pará, Brazil. The study was performed at the Laboratory of Nutrition (LABNUT)/Project Bio-Fauna, with permission of the Ethics Committee on Animal Use (UFRA) n° 02/2013.

Animals were housed in polyethylene boxes of 565 mm × 390 mm × 190 mm with 60% flooded area and 40% dry area, and a 20° tilt, with one animal per experimental unit, totalling 25 boxes. The temperature of the laboratory was kept at 28 °C ± 2 °C through a thermostat connected to heater lamps. Timer-controlled lighting was applied, with 12 h of light and 12 h dark.

Acceptance of five different fruit wastes was evaluated: crushed dried coconut (*Cocos nucifera*); orange (*C. sinensis*) bagasse; crushed pineapple (*Ananas sativus*) peel; acerola (*M. glabra*): bagasse; and mango (*M. indica*) bagasse. These wastes constituted the treatments, with five replicates each, totalling 25 experimental units, each with one animal, in ten repetitions in time.

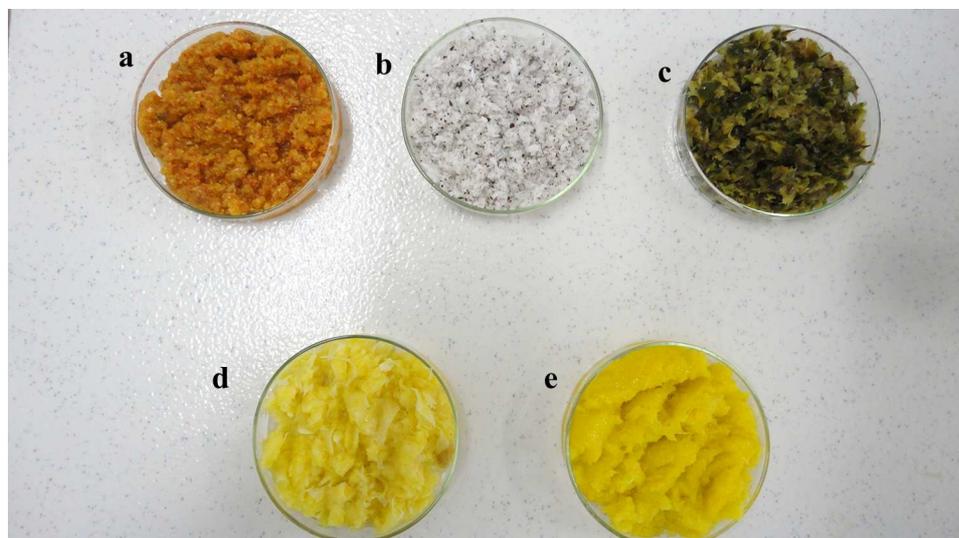


Figure 1 Fruit wastes evaluated: (a) acerola (*M. glabra*) bagasse; (b) crushed dried coconut (*Cocos nucifera*); (c) crushed pineapple (*Ananas sativus*) peel; (d) orange (*C. sinensis*) bagasse; and (e) mango (*M. indica*) bagasse.

Tested wastes were obtained by non-industrial processing of fruits, homogenised by crushing. Aggregates in units of 2 g of food were weighed on a digital scale with a precision of 0.01 g and subsequently frozen in a freezer (-18 °C) until use. Food was thawed to room temperature 20 min before being offered to the animals. The time interval between the supply of tested food and supply of maintenance ration (extruded fish feed with 36% crude protein, provided based on 2% of the live weight of animals) was kept constant.

The study period was 15 days of adaptation and 22 experimental days, totalling 10 observations, which were made on Mondays, Wednesdays, and Fridays. And tests were performed at fixed times. The wastes were supplied at 15:00 h, at the division between the dry and flooded areas, with subsequent behavioural observation for 30 min. This was followed by assignment of codes (Table 1) for the observed level of acceptance in each experimental unit and feeding with fish food.

For measuring the food intake of each item in the acceptability test, we used a hedonic scale consisting of five points, measured by the methodology of visual estimation of leftovers (Table 1). The data were analysed statistically using a non-parametric method, Kruskal-Wallis test. Subsequently, the comparison of means was performed by Student-Newman-Keuls (SNK) test ($P < 0.05$). Even as measuring the weight gain and survival rate of animals. Analysis of weight gain was by analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey test ($P < 0.05$).

Table 1 Hedonic scale and rate of acceptability in fruit waste acceptability testing.

Code	Consumption	Acceptability Index
0	0%	0%
1	0% > 50%	25%
2	50%	50%
3	50% > 100%	75%
4	100%	100%

Chemical analysis of feed and waste for crude protein, ether extract, ash, and crude fibre in dry matter was performed according to the method of the Association of Official Agricultural Chemists (AOAC 2000). Gross energy was assessed by oxygen bomb calorimetry (Parr).

Table 2 Chemical composition of the ration (fish food) and different waste types tested, based on dry matter.

Composition (%)	Fish food	Wastes				
		Mango	Coconut	Pineapple	Acerola	Orange
Dry matter	92.94	21.07	19.65	18.98	9.75	15.70
Crude protein	32.93	5.94	8.71	7.80	11.97	10.43
Ether extract	6.15	2.65	35.52	1.12	5.74	4.55
Gross energy*	4300	4208	3792	3971	3639	3892
Mineral matter	8.28	2.47	0.91	4.10	2.89	2.94
Crude fibre	0.02	0.03	0.16	0.09	0.15	0.08

*cal g⁻¹

Results and Discussion

Phases of feeding behaviour observed in animals were foraging, approach, olfactory recognition, capture (Fig. 2), dilaceration, and ingestion, which are successive, though not all were mandatory. The animals walked approaching the nostril of floor (foraging). They approached the food with the neck outstretched (approximation). With an

outstretched neck, animals recognised the food by smell, approaching the nostrils of food. Then they grabbed the food with their mouth and moved quickly to the deepest area of the box. When necessary, they shattered the food with head movements and using forelimbs, and finally consumed the food. The behavioural pattern is similar to that of other species of turtles (Molina 1990; Molina et al. 1998; Malvasio et al. 2003; Rossi et al. 2006), but with some specificities.

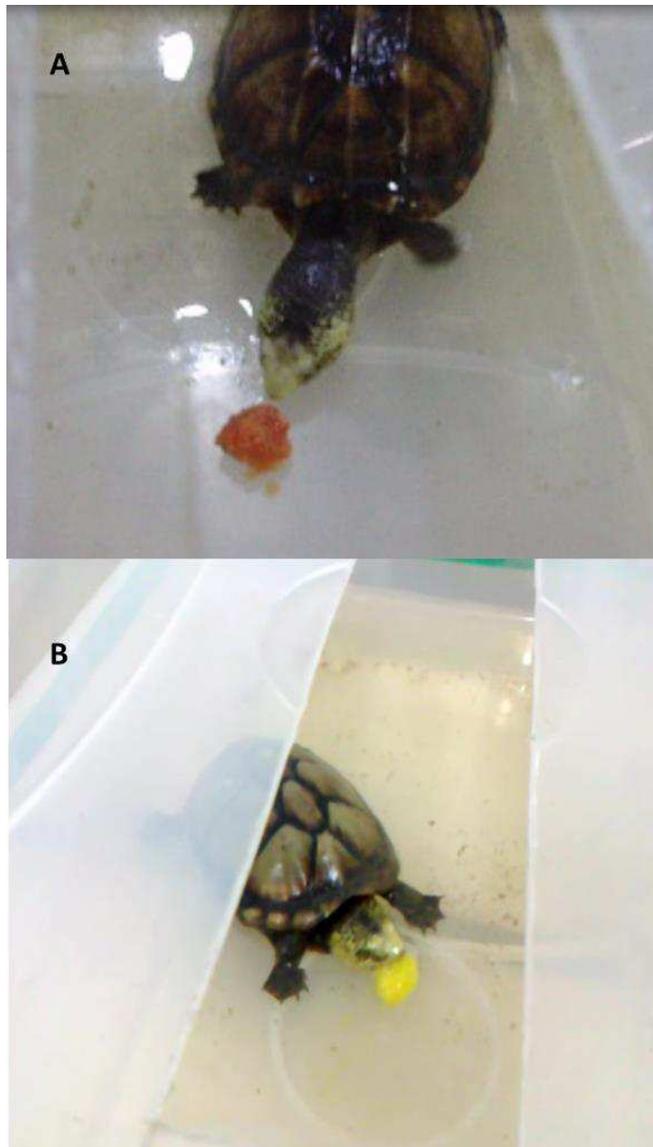


Figure 2 Feeding behaviour in captive scorpion mud turtle: (A) olfactory recognition; and (B) capture.

The preference for feeding in the flooded area was assessed after the seizure of food at the boundary between the flooded and dry areas. After seizing the food, the animals returned quickly to the deepest part of the enclosure and subsequently tore and ate it. Such preference for feeding in water was observed by Malvasio et al. (2003) for *Podocnemis expansa*, which showed a significant difference between the consumption of food in dry and flooded areas, with the highest consumption in the flooded area.

This information is extremely important, since for the health of the animals, food should be placed in a dry area, which facilitates the handling and cleaning of the pond, as well as preserving the quality of the water and the feed. However, the observations during this work showed that scorpion mud turtle in captivity had a predilection for eating in water.

Neustophagia, when an animal uses an outstretched neck and open mouth to ingest particles suspended in water, was also observed in this study and have been reported in *P. unifilis* in captivity by Malvasio et al. (2003) and Belkin & Gans (1968). Just as the grooming behaviour observed after ingestion, when the animal moves one of its forelimbs first to the head, then toward the mouth to remove food debris from the mouth.

Both behaviours were observed in Amazonian turtle species *P. expansa* and *P. unifilis* by Malvasio et al. (2003). However, such observations have not been published for *K. scorpioides*.

This study showed variation in individual acceptance of fruit wastes, in which some individuals accepted and others rejected totally the same fruit waste. However, despite the total rejection by some animals, all showed weight gain and were fed with fish food. We also observed the rejection of coconut waste and pineapple waste by several animals after olfactory recognition.

The fruit wastes tested showed differences ($P < 0.05$) in acceptance by scorpion mud turtles (Table 3). Yellowish food like mango and orange wastes had greater acceptance, respectively 65% and 59.5%, followed by the red, green, and white foods (acerola=53.5%, pineapple=51.5 %, coconut=30%).

Table 3 Acceptability, weight gain, and survival rate in the different treatments (waste processing).

	Wastes				
	Mango	Orange	Acerola	Pineapple	Coconut
Acceptability Index (%) ¹	65a	59.5a	53.5a	51.5ab	30.0b
Survival (%)	100	100	100	100	100
Weight Gain (g) ²	33.9a	33.1a	27.0a	37.4a	30.0a

¹ Means followed by different letters in the same row indicate a significant difference between them according to the Kruskal-Wallis test followed by the SNK test (5%).

² Means followed by different letters in the same row indicate a significant according ANOVA followed by Tukey test (5%).

It is known that some turtles have colour vision (Cunningham 2004). However, there is no research on *K. scorpioides* concerning this issue. Monge-Nájera & Morera-Brenes (1987) emphasised vision as the primary sense used in food location and recognition by scorpion mud turtles. Therefore, based on the data, it is possible to infer the influence of food colours in the choice of food for scorpion mud turtles in captivity.

Smell is also cited as a sense involved in the search, location, and recognition processes of food in some species of *Kinosternon* (Mahmoud 1967). Malvasio et al. (2003) have found that smell probably also plays a fundamental role in the phases of feeding behaviour of *P. expansa*, *P.*

unifilis, and *Podocnemis sextuberculata*. However, olfactory verification did not occur when plant products were offered to the animals in their study, which differentiates this research, in which olfactory recognition was present in the supply of all fruit wastes. Other species of turtles use their sense of smell and sight to locate food in captivity, such as *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata* (Mora & Rugeles 1981).

Crushed dried coconut had lower food acceptance by scorpion mud turtles in this study. However, coconut wastes are already being tested in the feeding of other species of farm animals such as sheep (Braga et al. 2009), pigs (O'Doherty & Mckeon 2000), poultry (Jácome et al. 2002; Braga et al. 2005), and fish (Pezzato et al. 2000; Pezzato et al. 2004).

According Santos et al. (2009), coconut meal has the potential to be used in diets for Nile tilapia; considering its chemical composition and digestibility, coconut meal can serve as a protein source. Pezzato et al. (2004) studied the digestibility of some alternative ingredients for Nile tilapia feed. They obtained for coconut meal values of digestibility coefficients for dry matter and crude protein of 60.19% and 86.78%,

respectively, and the digestible energy of 2990 kcal kg⁻¹. In addition, the maximum inclusion in the diet of this species was 30% (Pezzato et al. 2000), which demonstrates the feasibility of using this waste as feed for Nile tilapia. There is also the possibility of using coconut waste in the nutrition of other aquatic organisms. Inclusion of crushed dried coconut in the diet of scorpion mud turtles is interesting because of the high value of ether extract (35.52%) and the presence of medium-chain fatty acids, which are preferably used as a source of energy, allowing the targeting of protein intake for more great destinations such as the formation of muscle mass which becomes meat after slaughter.

Despite the difference in acceptability of the different residues tested, no difference ($P > 0.05$) was observed between weight gain in the different experimental groups (Table 3), with weight gain values decreasing for crushed pineapple peel (37.4 g), mango bagasse (33.9 g), orange bagasse (33.1 g), crushed dried coconut (30.0 g), and acerola bagasse (27.0 g).

During the study, there was no significant difference in the acceptance of different food items during the observation periods, except for acerola bagasse ($P < 0.05$). However, it was observed (Fig. 3) that the

acceptance of items offered mostly increased until the seventh day of observation, and subsequently stabilised for mango bagasse, acerola bagasse, crushed dried coconut, and crushed pineapple peel. Acceptability of orange bagasse, which was the second highest, remained stable until the ninth day of observation. These results demonstrated the rapid acceptance of the items by the animals. Thus, it is possible to add these items to the feed of these animals as a supplement or as a component of the ration.

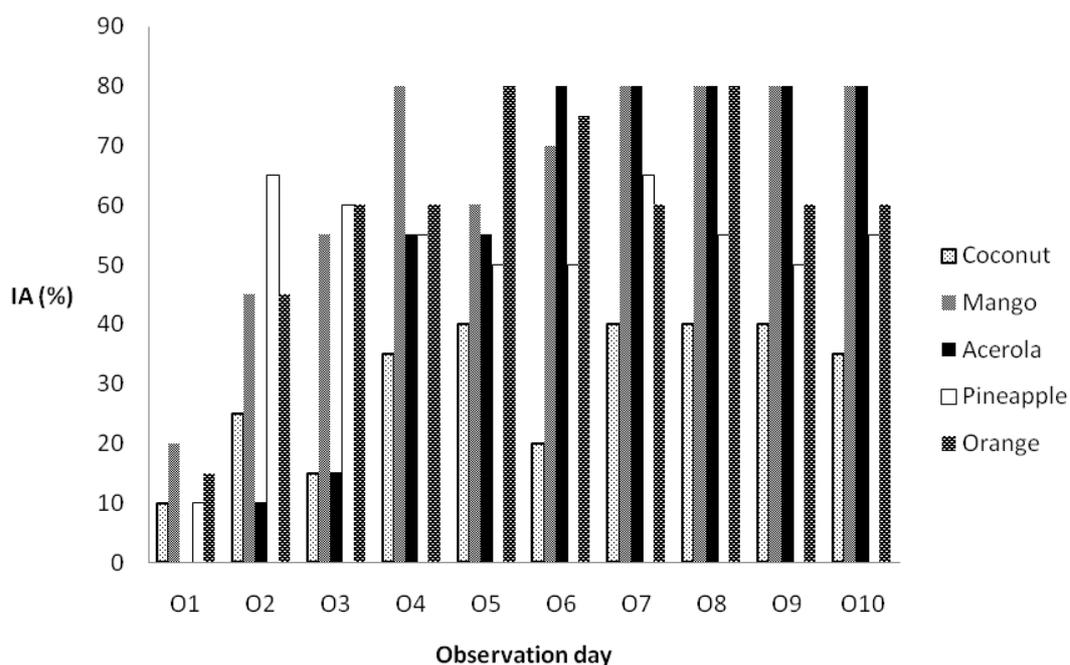


Figure 3 Index of acceptability (IA). Means of each fruit waste on different observation days (O) are shown.

Therefore, this study demonstrates that scorpion mud turtles in captivity have a predilection for feeding in water and their behaviour pattern in eating static food consists of six phases (foraging, approach, olfactory recognition, capture, dilaceration, and ingestion). In addition, this species presents neustophagia and cleaning after ingestion behaviours. It consumes, in decreasing order of predilection, mango bagasse, orange bagasse, acerola bagasse, crushed pineapple peel, and crushed dried coconut. Such waste can potentially be introduced when developing rations, or even as supplemental feed in these animals. These findings form the foundation for future research aimed at the development of rations with colours, flavours, and palatants tailored to this species. However, despite these advances it is necessary to identify the optimal amount of inclusion of these foods in the diet of scorpion mud turtles in captivity, as well as the beneficial and harmful effects that these foods may have on the production of this species.

Acknowledgements

We acknowledge the financial support of The National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and Fundação Amazônia Paraense (FAPESPA).

References

- Alves, R.R.N., Vieira, K.S, Santana, G.G., Vieira, W.L.S., Almeida, W.O., Souto, W.M.S., Montenegro, P.F.G.P. & Pezzuti, J.C.B. (2012) A review on human attitudes towards reptiles in Brazil. *Environ. Monit. Assess.*, 184, 6877–6901.
- Aragão, A.S.L.; Pereira, L.G.R., Chizzotti, M.L., Voltolini, T.V., Azevêdo, J.A.G., Barbosa, L.D., Santos, R.D., Araújo, G.G.L. & Brandão, L.G.N. (2012) Farelo de manga na dieta de cordeiros em confinamento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 64, 967-973.
- Araújo, J.C., Rosa P.V., Palha, M.D.C., Rodrigues, P.B., Freitas, R.T. & Silva, A.S.L. (2013) Effect of three feeding management systems on some reproductive parameters of scorpion mud turtles (*Kinosternon scorpioides*) in Brazil. *Trop. Anim. Health Prod.*, 45, 3, 729–735.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000) *Official Methods of Analysis of AOAC International*, (17th ed.). AOAC, Gaithersburg, MD, USA.
- Belkin, D.A. & Gans, C. (1968) An usual chelonian feeding niche. *Ecology*, 49, 768-769.
- Berry, J.F. & Iverson, J.B. (2011) *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766) – scorpion mud turtle. In: *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group* (Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., DIJK, P.P.V., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B. & Mittermeier, R.A. eds.). *Chelon. Res. Monogr.*, 5, 63.1-6.15.
- Braga, Z.C.A.C., Braga, A.P., Rangel, A.H.N., Aguiar, E.M. & Lima Júnior, D.M. (2009) Avaliação do consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes níveis de farelo de coco. *Caatinga*, 22, 249-256.

- Braga C.V.P., Fuentes, M.F.F., Freitas, E.R., Carvalho, L.E., Sousa, F.M. & Bastos S.C. (2005) Efeito da Inclusão do Farelo de Coco em Rações para Poedeiras Comerciais. *Rev. Bras. Zootecn.*, 34, 76-80.
- Brasil, Instituto Brasileiro de meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 169, de 20 jan. 2008, Establishing and defines the categories of use and management of wildlife in captivity in Brazilian territory. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. In: <http://www.ibama.gov.br/sisbio/legislacao.php?id_arq=39>.
- Clark, D.B. & Gibbons, J.W. (1969) Dietary shift in the turtle *Pseudemys scripta* (Schoepff) from Yorth to maturity. *Copeia*, 4, 704-706.
- Correia, M.X.C., Costa, R.G., Silva, J.H.V., Carvalho, F.F.R. & Medeiros, A.N. (2006) Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. *Rev. Bras. Zootecn.*, 35, 1822-1828.
- Couto Filho, C.C.C, Filho, J.C.S, Júnior, A.P.N, Freitas, R.T.F, Souza, R.M. & Nunes, J.A.R. (2007) Quality of mango residue silage with different additives. *Ciênc. Agrotec.*, 31, 1537-1544.
- Cunningham, J.G. (2004) *Tratado de Fisiologia Veterinária*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 579 p.
- Ferreira, A.C.H., Neiva, J.N.M., Rodriguez, N.M., Lopes, F.C.F. & Lôbo, R.N.B. (2010) Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. *Rev. Cienc. Agron.*, 41, 693-701.
- Gondim, J.A.M., Moura, M.F.V., Dantas, A.S., Medeiros, R.S. & Santos, K.M. (2005) Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 25, 825-827.
- Guzmán, O., Lemus, C., Martínez, S., Bonilla, J., Plasencia, A. & Ly, J. (2012) Características químicas del ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) destinado a la alimentación animal. *Cuban. J. Agr. Sci.*, 46, 369-374.
- Hart, D.R. (1983) Dietary and habit shift with size of red-eared turtles (*Pseudemys scripta*) in a southern Louisiana population. *Herpetologica*, 39, 285-290.
- Jácome, I.M.T.D., Silva, L.P.G., Guim, A., Lima, D.Q., Almeida, M.M., Araújo, M.J., Oliveira, V.P., Silva, J.D.B. & Martins, T.D.D. (2002) Efeitos da Inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. *Acta Sci.-Anim. Sci.*, 24, 1015-1019.

- Larrauri, J.A., Rupérez, P., Borroto, B. & Saura-Calixto, F. (1996) Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 29, 729-733.
- Legler, J.M. (1993) Morphology and physiology of the Chelonia, 108-119. In: *Fauna of Austrália* (C.J. Glasby, G.J.B. Ross & P.L. Beesley eds.), Vol. 2, pp. 439. Canberra.
- Lima, M.R., Ludke, M.C.M.M., Porto Neto, F.F., Pinto, B.W.C., Torres, T.R. & Souza, E.J.O. (2011) Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. *Acta Sci.-Anim. Sci.*, 33, 65-71.
- Lima, M.R., Ludke, M.C.M.M., Holanda, M.C.R., Pinto, W.C., Ludke, J.V. & Santos, E.L. (2012) Performance and digestibility of Nile tilapia fed with pineapple residue bran. *Acta Sci.-Anim. Sci.*, 34, 41-47.
- Lousada Júnior, J.E., Costa, J.M.C., Neiva, J.N.M. & Rodriguez, N.M. (2006) Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Rev. Cienc. Agron.*, 27, 70-76.
- Mahmoud, I.Y. (1967) Courtship, behavior and sexual maturity in four species of Kinosternid turtles. *Copeia*, 2, 314-319.
- Malvasio, A., Souza, A.M., Molina, F.B. & Sampaio, F.A. (2003) Comportamento e preferência alimentar em *Podocnemis expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata* (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Rev. Bras. Zool.*, 20, 161-168.
- Moll, D. & Moll, E.O. (2004) *The ecology, exploitation, and conservation of river turtles*. Oxford University Press, New York, NY, USA. pp. 393
- Monge-Nájera, J. & Morera-Brenes, B. (1987) Notes on the feeding behavior of a juvenile mud turtle *Kinosternon scorpioides*. *Herpetol. Rev.*, 18, 7-8.
- Mora, O.V.C. & Rugeles, M.L. (1981) Estudio Comparativo del comportamiento de dos especies de Morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y aspectos comparables de su morfología externa. *Cespedesia*, 10, 55-122.
- Meneghetti, C.C. & Domingues, J.L. (2008) Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. *Rev. Eletr. Nutritime*, 5, 512-536.
- Molina, F.B. (1990) Observações sobre os hábitos e o comportamento alimentar de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). *Rev. Bras. Zool.*, 7, 3, 319-326.

- Molina, F.B., Rocha, M.B. & Lula, L.A.B.M. (1998) Comportamento alimentar e dieta de *Phrynops hilarii* (Duméril&Bibron) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). Rev. Bras. Zool., 15, 1, 73-79.
- Moreira, G.R.S. & Loureiro, J.A.S. (1992) Contribuição al Estúdio de la morfologia del tracto digestivo de individuos jóvenes de *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). Act. Zool. Lill., 41, 345-348.
- O'Doherty, J.V & Mckeen, M.P. (2000) The use of expeller copra meal in grower and finisher pig diets. Livest. Prod. Sci., 67, 55-65.
- Omena, C.M.B., Menezes, M.E.S., Carvalho, C.M., Silva, J.M., Oliveira, M.B.F., Miranda E.C., Pinheiro D.M., Alencar, S.M. & Sant'ana, A.E.G. (2010) Reflexos da utilização de farelo de coco sobre o valor nutricional do filé de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1857). Ciênc. Tecnol. Aliment., 30, 3, 674-679.
- Pereira, L.G.R., Aragão, A.L.S., Santos, R.D., Azevêdo, J.A.G., Neves, A.L.A., Ferreira, A.L. & Chizzotti, M.L., 2013. Desempenho produtivo de ovinos em confinamento alimentados com farelo de manga. Arq. Bras. Med. Vet. Zoo., 65, 675-680.
- Pezzato, L.E., Miranda, E.C., Barros, M.M., Furuya, W.M. & Pinto, L.G.Q. (2004) Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*O. niloticus*). Acta Sci.-Anim. Sci., 26, 329-337.
- Pezzato, L.E., Miranda, E.C., Barros, M.M., Pinto, L.G.Q., Pezzato, A & Furuya, W.M. (2000) Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Sci.-Anim. Sci., 22, 695-699.
- Rocha, M.B. & Molina, F.B. (1987) Algumas observações sobre a biologia e manejo do muçua. Aquacultura, 2, 25-26.
- Rogério, M.C.P., Borges, I., Neiva, J.N.M., Rodriguez, N.M., Pimentel, J.C.M., Martins, G.A., Ribeiro, T. P., Costa, J.B., Santos, S.F. & Carvalho, F.C. (2007) Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 59, 773-781.
- Rossi, S., Lovato, E. & Hofling J.C. (2006) Aspectos biológicos da tartaruga-de-orelha-vermelha *Trachemys scripta elegans* (Reptilia, Testudines, Emydidae), em cativeiro. Bioikos, 20, 1, 33-40.
- Santos, E.L., Ludke, M.C.M., Barbosa, J.M., Rabello, C.B.V. & Ludke J.V. (2009) Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo

- degoiaba pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). *Caatinga*, 22, 175-180.
- Terán, A.F., Vogt, R.C. & Gomez, M.F.S. (1995) Food habits of an assemblage of five species of turtle in the Rio Guaporé, Rondônia, Brazil. *J. Herpetol.*, 29, 536-547.
- Tripodo, M.M., Lanuzza, F., Micali, G., Coppolino, R. & Fortunata, N. (2004) Citrus waste recovery: a new environmentally friendly procedure to obtain animal feed. *Bioresource Technol.*, 91, 111-115.
- Vieira, P.A.F., Queiroz, J.H., Albino, L.F.T., Moraes, G.H.K., Barbosa, A.A, Müller, E.S. & Viana, M.T.S. (2008) Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. *Rev. Bras. Zootecn.*, 37, 2173-2178.

APÊNCIDES

APÊNDICE A – Tabelas de análise de variância referente ao artigo 3 - Desempenho produtivo de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) nas fases de cria e recria.

Tabela 1 Análise de Variância do ganho de peso (g) nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	4999.025222	4999.025222	9.485	0.0038
erro	38	20028.764355	527.072746		
Total corrigido		39	25027.789577		
CV (%) =		26.88			
Média geral:		85.4057500	Número de observações:	40	

Tabela 2 Análise de Variância do incremento de comprimento de carapaça (mm) nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	240.443123	240.443123	19.448	0.0001
erro	38	469.812455	12.363486		
Total corrigido		39	710.255578		
CV (%) =		16.67			
Média geral:		21.0882500	Número de observações:	40	

Tabela 3 Análise de Variância do incremento de largura de carapaça (mm) nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	150.078760	150.078760	16.648	0.0002
erro	38	342.561800	9.014784		
Total corrigido	39	492.640560			
CV (%) =	22.80				
Média geral:	13.1690000	Número de observações:	40		

Tabela 4 Análise de Variância do incremento de comprimento de plastrão (mm) nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	352.895402	352.895402	27.032	0.0000
erro	38	496.070695	13.054492		
Total corrigido	39	848.966097			
CV (%) =	16.89				
Média geral:	21.3877500	Número de observações:	40		

Tabela 5 Análise de variância do incremento de largura do plastrão (mm) nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	73.278490	73.278490	16.724	0.0002
erro	38	166.497550	4.381514		
Total corrigido	39	239.776040			
CV (%) =	19.30				
Média geral:	10.8470000	Número de observações:	40		

Tabela 6 Análise de variância do incremento de altura (mm) nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	8.226490	8.226490	1.881	0.1783
erro	38	166.210660	4.373965		
Total corrigido	39	174.437150			
CV (%) =	24.51				
Média geral:	8.5325000	Número de observações:	40		

Tabela 7 Análise de variância da porcentagem do ganho de peso em relação ao início do experimento, nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	41924.977503	41924.977503	31.818	0.0000
erro	38	50071.113395	1317.660879		
Total corrigido	39	91996.090898			
CV (%) =	32.30				
Média geral:	112.3922500	Número de observações:	40		

Tabela 8 Análise de variância da porcentagem do incremento de comprimento de carapaça em relação ao início do experimento, nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	2067.125062	2067.125062	85.477	0.0000
erro	38	918.973515	24.183514		
Total corrigido	39	2986.098578			
CV (%) =	18.43				
Média geral:	26.6782500	Número de observações:	40		

Tabela 9 Análise de variância da porcentagem do incremento de largura de carapaça em relação ao início do experimento, nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	1258.210890	1258.210890	49.856	0.0000
erro	38	958.993710	25.236677		
Total corrigido	39	2217.204600			
CV (%) =	22.42				
Média geral:	22.4100000	Número de observações:	40		

Tabela 10 Análise de variância da porcentagem do incremento de comprimento de plastrão em relação ao início do experimento, nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	3291.503063	3291.503063	98.804	0.0000
erro	38	1265.906215	33.313321		
Total corrigido	39	4557.409278			
CV (%) =	19.21				
Média geral:	30.0467500	Número de observações:	40		

Tabela 11 Análise de variância da porcentagem do incremento de largura de plastrão em relação ao início do experimento, nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	1450.338490	1450.338490	51.934	0.0000
erro	38	1061.210820	27.926601		
Total corrigido	39	2511.549310			
CV (%) =	21.39				
Média geral:	24.7085000	Número de observações:	40		

Tabela 12 Análise de variância da porcentagem do incremento de altura em relação ao início do experimento, nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	1147.790823	1147.790823	21.807	0.0000
erro	38	2000.090475	52.633960		
Total corrigido	39	3147.881298			
CV (%) =	25.26				
Média geral:	28.7202500	Número de observações:	40		

Tabela 13 Análise de variância da conversão alimentar nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	28.798090	28.798090	76.234	0.0000
erro	38	14.354820	0.377758		
Total corrigido	39	43.152910			
CV (%) =	28.74				
Média geral:	2.1385000	Número de observações:	40		

Tabela 14 Análise de variância do índice de eficiência alimentar nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	10426.441000	10426.441000	63.641	0.0000
erro	38	6225.655240	163.833033		
Total corrigido	39	16652.096240			
CV (%) =	32.65				
Média geral:	39.1970000	Número de observações:	40		

Tabela 15 Análise de variância da taxa de crescimento específico nas fases de cria e recria durante o período experimental.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	1	0.408040	0.408040	36.043	0.0000
erro	38	0.430200	0.011321		
Total corrigido	39	0.838240			
CV (%) =	21.85				
Média geral:	0.4870000	Número de observações:	40		

APÊNDICE B – Figura e tabelas de análise de variância referente ao artigo 4 – Desempenho de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

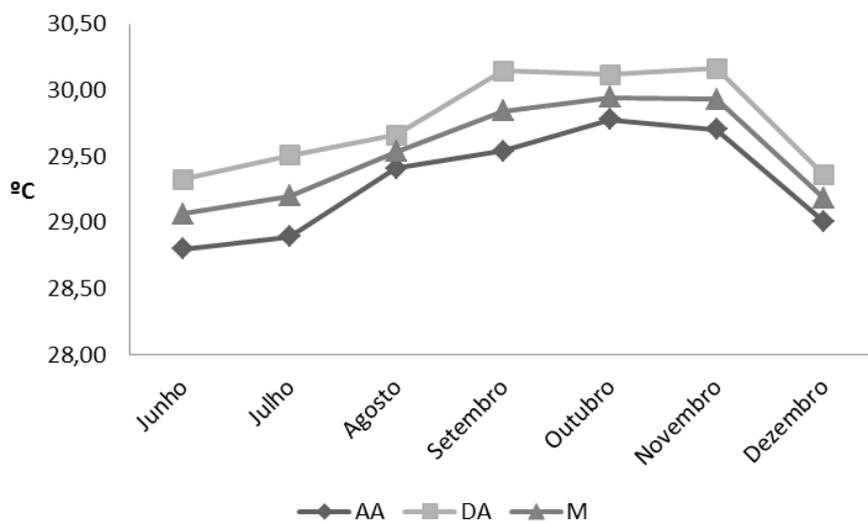


Figura 1 Temperatura ambiente do laboratório experimental antes da alimentação (AA), depois da alimentação (DA) e a média entre as duas aferições (M).

Tabela 1 Análise de variância do ganho de peso (g) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	3039.352500	1013.117500	5.398	0.0093
erro	16	3002.807000	187.675437		
Total corrigido	19	6042.159500			
CV (%) =	27.79				
Média geral:	49.2950000	Número de observações:	20		

Tabela 2 Análise de variância da porcentagem do ganho de peso dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	379.122120	126.374040	4.589	0.0168
erro	16	440.644000	27.540250		
Total corrigido	19	819.766120			
CV (%) =	24.04				
Média geral:	21.8320000	Número de observações:	20		

Tabela 3 Análise de variância do incremento de comprimento de carapaça (mm) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	60.736360	20.245453	3.073	0.0577
erro	16	105.398520	6.587407		
Total corrigido	19	166.134880			
CV (%) =	39.58				
Média geral:	6.4840000	Número de observações:	20		

Tabela 4 Análise de variância do incremento de largura de carapaça (mm) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	28.749960	9.583320	2.337	0.1123
erro	16	65.622160	4.101385		
Total corrigido	19	94.372120			
CV (%) =	44.73				
Média geral:	4.5280000	Número de observações:	20		

Tabela 5 Análise de variância do incremento de comprimento de plastrão (mm) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	31.519000	10.506333	1.365	0.2893
erro	16	123.186320	7.699145		
Total corrigido	19	154.705320			
CV (%) =	43.48				
Média geral:	6.3820000	Número de observações:	20		

Tabela 6 Análise de variância do incremento de largura de plastrão (mm) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	14.374735	4.791578	2.788	0.0743
erro	16	27.493720	1.718358		
Total corrigido	19	41.868455			
CV (%) =	44.53				
Média geral:	2.9435000	Número de observações:	20		

Tabela 7 Análise de variância do consumo (g) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	166.028575	55.342858	2.068	0.1448
erro	16	428.084520	26.755283		
Total corrigido	19	594.113095			
CV (%) =	7.50				
Média geral:	68.9245000	Número de observações:	20		

Tabela 8 Análise de variância do incremento de altura (mm) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	9.415720	3.138573	2.447	0.1014
erro	16	20.525400	1.282838		
Total corrigido	19	29.941120			
CV (%) =	39.35				
Média geral:	2.8780000	Número de observações:	20		

APÊNDICE C – Tabelas de normalidade segundo teste de Shapiro-Wilk e análise de variância referente ao artigo 5 - Digestibilidade de nutrientes em dietas contendo diferentes níveis proteicos, para muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) cativos.

Tabela 1 Teste de normalidade W de Shapiro-Wilk e seu valor de significância.
Algoritmo usado: AS R94. T. Applied Statistic - Serie C (1995) vol.44, n4.

Variável	n	W	Pr<W
GP	20	0.9797397494854	0.9306964
CDA_PB	20	0.9366650956271	0.2072439
CDA_MS	20	0.8764075894025	0.0152563
CDA_ENERGI	15	0.9386923680769	0.3662124
CDA_CA	20	0.9576326835724	0.4977097
CDA_P	20	0.9208067050446	0.1026928

Tabela 2 Análise de variância do ganho de peso (g) dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	164.631000	41.157750	7.729	0.0042
erro	10	53.248333	5.324833		
Total corrigido	14	217.879333			
CV (%) =	21.72				
Média geral:	10.6233333	Número de observações:	15		

Tabela 3 Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta dos animais alimentados com rações de diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	750.538570	187.634642	19.626	0.0000
erro	15	143.408525	9.560568		
Total corrigido	19	893.947095			
CV (%) =	4.54				
Média geral:	68.1795000	Número de observações:	20		

Tabela 4 Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das rações com diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	68.052780	17.013195	5.502	0.0062
erro	15	46.378875	3.091925		
Total corrigido	19	114.431655			
CV (%) =	2.40				
Média geral:	73.2665000	Número de observações:	20		

Tabela 5 Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta das rações com diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	167.834093	41.958523	2.895	0.0787
erro	10	144.932467	14.493247		
Total corrigido	14	312.766560			
CV (%) =	8.45				
Média geral:	45.0460000	Número de observações:	15		

Tabela 6 Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do cálcio das rações com diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	82.961070	20.740267	0.718	0.5928
erro	15	433.337025	28.889135		
Total corrigido	19	516.298095			
CV (%) =	6.48				
Média geral:	82.9355000	Número de observações:	20		

Tabela 7 Análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo das rações com diferentes níveis proteicos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	86.188970	21.547243	3.144	0.0459
erro	15	102.801450	6.853430		
Total corrigido	19	188.990420			
CV (%) =	3.06				

Média geral: 85.4130000 Número de observações: 20

APÊNDICE D – Tabelas de análise de variância referente ao artigo 6 - Feeding behaviour and acceptance of fruit wastes by scorpion mud turtle (*Kinosternon scorpioides*) in captivity.

Tabela 1 Análise da aceitação dos diferentes resíduos de frutas pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Student-Newman-Keuls (SNK). (Porcentagem)

H = 16.2684

Graus de liberdade = 4

(p) Kruskal-Wallis = 0.0027

Coco (posto médio) = 94.0300

Manga (posto médio) = 145.0700

Acerola (posto médio) = 127.8000

Abacaxi (posto médio) = 122.1000

Laranja (posto médio) = 138.5000

Tabela 2 Análise de variância do ganho de peso dos animais submetidos à oferta de diferentes resíduos de processamento de frutas

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	315.360000	78.840000	0.398	0.8075
REPETI__O	4	356.588000	89.147000	0.450	0.7713
erro	16	3173.132000	198.320750		
Total corrigido	24	3845.080000			
CV (%) =	43.63				

Média geral: 32.2800000 Número de observações: 25

APÊNDICE E – Quadro dos principais resultados obtidos neste estudo.

Fase de criação	Condições	Resultados
Cria (50-100g)	RC 36% PB / 28°C	C= 1% PV/dia
		CA= 1,29
		Tempo= 4 meses
	RA / 28°C	Dig.: 42%PB
Recria (100-200g)	RC 36% PB / 28°C	C= 1% PV/dia
		CA= 2,98
		Tempo= 4 meses
Recria II (200-350g)	RA / 29°C	32%PB
		C= 1,4% PV/dia