



Nutrição na quelonicultura - Revisão

Jamile da Costa Araújo^{1*}, Maria das Dores Correia Palha², Priscila Vieira e Rosa³

¹ Doutoranda do Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Macapá - AP * jamilejca@yahoo.com.br

² Professora do curso de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

³ Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

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

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br

Nutrição na quelonicultura - Revisão

Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 – 2871 – Novembro – Dezembro/2013

2833



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 carnívora à herbívora. 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 cativeiro 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* (jandarua) (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 percentual 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 consequentemente 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 significantes 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 aminoacético 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 microssomas 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 fosfolípideo derivado do DHA. No saco vitelino, o ácido araquidônico (ARA) foi seletivamente incorporado aos fosfolípideos, 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 carnívora a herbívora, 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 ceto-transferase, 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

depende 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. Role 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.

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br
Nutrição na quelonicultura - Revisão

Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 – 2871 – Novembro – Dezembro/2013



- 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 fresh-water 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.

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br
Nutrição na quelonicultura - Revisão

Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 – 2871 – Novembro – Dezembro/2013

2867



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.*

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br
Nutrição na quelonicultura - Revisão

Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 – 2871 – Novembro – Dezembro/2013

2868



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.

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br
Nutrição na quelonicultura - Revisão

Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 – 2871 – Novembro – Dezembro/2013

2869



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.

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006 www.nutritime.com.br
Nutrição na quelonicultura - Revisão

Artigo 218- Volume 10 - Número 06 – p. 2833 – 2871 – Novembro – Dezembro/2013

2870



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 tracaçá (*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.