



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação



Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical

Mestrado e Doutorado

UNIFAP / EMBRAPA-AP / IEPA / CI-Brasil

HÉLIO RUY MATOS PAMPHILIO JÚNIOR

**CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO E EFEITO FISIOLÓGICO DA RESTRIÇÃO E
PRIVAÇÃO ALIMENTAR EM TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*), DURANTE O
CULTIVO**

MACAPÁ, AP

2017

HÉLIO RUY MATOS PAMPHILIO JÚNIOR

**CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO E EFEITO FISIOLÓGICO DA RESTRIÇÃO E
PRIVAÇÃO ALIMENTAR EM TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*), DURANTE O
CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Orientadora: Dra. Eliane Tie Oba Yoshioka

MACAPÁ, AP

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

597.92

P186c Pamphilio Júnior, Hélio Ruy Matos.

Crescimento compensatório e efeito fisiológico da restrição e privação alimentar em tracajá (*Podocnemis unifilis*), durante o cultivo / Hélio Ruy Matos Pamphilio Júnior; orientadora, Eliane Tie Oba Yoshioka. – Macapá, 2017.

62 f.

Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

1. Quelonicultura. 2. Tartarugas – Aspectos fisiológicos. 3. Tartarugas – Amazônia – Nutrição. I. Oba-Yoshioka, Eliane Tie, orientador. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

HÉLIO RUY MATOS PAMPHILIO JÚNIOR

CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO E EFEITO FISIOLÓGICO DA RESTRIÇÃO E
PRIVAÇÃO ALIMENTAR EM TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*), DURANTE O CULTIVO

Dra. Eliane Tie Oba Yoshioka

Embrapa Amapá/PPGBIO

Dr. Marcos Tavares Dias

Embrapa Amapá/PPGBIO

Dra. Jamile da Costa Araújo

Embrapa Amapá

Aprovada em 22 de fevereiro de 2017, Macapá, AP, Brasil

*Dedico à minha vó, Maria dos Anjos
Matos Pamphylio, por todo amor,
carinho e incentivo a mim dados.*

AGRADECIMENTOS

A parte mais fácil de um trabalho como este é a seção de agradecimentos. Pois reconhecer e ser grato a todos que ajudaram, sabendo ou não que estavam ajudando, para mim, é uma tarefa fácil e prazerosa.

Assim, agradeço, primeiramente aos meus pais, Ruy e Mariazinha, por todo apoio, torcida e amor que sempre me revigoraram e me fizeram ter autoconfiança quando precisei e, porque, sem eles eu não chegaria aqui.

À minha amabilíssima avó, Maria dos Anjos, por simplesmente ser a melhor avó do mundo.

À minha irmã, Nayara, que com as brigas e os momentos de cumplicidade sempre me mostra como é que é estar vivo.

Aos demais familiares que depositaram em mim seus pensamentos positivos e que torceram por este final.

À minha adorável e admirável orientadora, professora doutora Eliane Yoshioka, por todo conhecimento passado, pela compreensão e paciência com a qual me orientou nestes dois anos.

Aos amigos que fiz na turma PPGBIO 2015, Adriano Ferreira, Aline Ribeiro, Igor Sidônio, Jéssica Alves, Keison Cavalcante, Omar Landázuri, Sigelfrann Soares, Taires Peniche e Victor Rodriguez, uns já trazia da graduação, outros, estes longos dois anos se ocuparam de nos fazer amigos e reconhecer no rosto de cada um as dificuldades e as vitórias de transpassar diversos obstáculos.

Aos amigos do Simbiose, Tiago Costa, Yuri Silva, Daniel Valentim e Raimundo Baia, por sempre sonharmos sonhos parecidos e termos vontade de realizá-los apoiando-nos uns nos ombro dos outros, pela admiração mútua e aprazível companhia de sempre.

Aos irmãos do Obelisco 101, Eric Amaral e Igor Hanon, vocês sempre souberam dividir os fardos, as tristezas e alegrias, obrigado, manos.

Aos amigos da TVN, Alexandre Marinho, Bruna Marjara, Gabriel Guerra, Thalles Silva, Thaís Waldeck, Thyago Pamphylio e Virgínia Lopes, pelo amor e cumplicidade de sempre.

Aos amigos da Osmose Reversa e do Each Dog, e todos os outros amigos, desculpa não elencá-los, por aquela leveza e descontração que sempre ocorre quando estamos juntos, obrigado por dar a esta conquista um sabor diferente, como diz o Barney Stinson, nada é legendário se você não tiver amigos para compartilhar.

À doutoranda Danielle Hoshino pela amizade e pelos ensinamentos, indispensáveis na construção deste trabalho.

À Embrapa Amapá e ao Laboratório de Aquicultura e Pesca, por me permitir usar de suas instalações, para desenvolver este trabalho.

À equipe do Laboratório de Nutrição e Fisiologia de Organismos Aquáticos, Daniel Pandilha, Juliana Tavares, Riverton Gibson, Ruan Ramos, Yuri Furtado, Paulo Moreira, por

toda ajuda a mim oferecida e todo trabalho compartilhado durante o desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES, pelo concedimento da bolsa e ao Banco da Amazônia pelo financiamento do projeto a qual este trabalho faz parte.

À Unifap e ao PPGBIO, pela oportunidade de estar concluindo o mestrado.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho meu:

MUITO OBRIGADO.

“Dona Lebre só queria correr o dia inteiro, porém, dona Tartaruga andando chegou primeiro!”
La Fontaine

PREFÁCIO

Esta dissertação possui um capítulo (artigo), seguindo o formato alternativo proposto pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO). As normas adotadas para a padronização das referências da introdução geral foram as segundo o periódico *Ecology*. O artigo intitulado **“Hematological and biochemical response of yellow spotted Amazon river turtle (*Podocnemis unifilis*) submitted to restriction and food deprivation”** seguiu as normas do periódico *Aquaculture Nutrition*, para o qual foi previamente submetido, carta aceite nos ANEXOS.

RESUMO

Pamphilio Jr., Hélio Ruy Matos. Crescimento compensatório e efeito fisiológico da restrição e privação alimentar em tracajá (*Podocnemis unifilis*), durante o cultivo. Macapá, 2017. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

O estabelecimento da relação do homem com a biodiversidade mostra que a caça é um dos mais antigos. O principal objetivo da caça é a obtenção de recurso alimentar, como observado, na Amazônia, nas populações tradicionais, ribeirinhos e indígenas. Porém, a pressão exploratória desregrada de recursos naturais leva ao declínio de populações de animais silvestres podendo levar, até mesmo, à extinção. A criação em cativeiro, em criatórios comerciais, é uma alternativa para diminuir a pressão exploratória. O desenvolvimento da quelonicultura requer pesquisas e conhecimento da fisiologia animal, e de outros parâmetros que possam ajudar a potencialização da produção e diminuição dos seus custos. A privação e restrição alimentar podem estar presentes na história de vida dos animais. Para verificar o comportamento animal frente a isto, diversos parâmetros podem ser analisados, como hematologia e bioquímica, que apresentam resposta rápida relacionada ao status nutricional. O objetivo deste estudo foi verificar o crescimento compensatório através do ganho de peso e as respostas fisiológicas do tracajá, *Podocnemis unifilis*, submetido à restrição e privação alimentar durante o cultivo. Foram avaliados 72 animais (*P. unifilis*) divididos em três grupos: controle, restrição e privação alimentar. No grupo controle os animais foram alimentados diariamente com ração comercial para peixes com 28% de proteína bruta, a 3% da biomassa; no grupo restrição, a alimentação era alternada, uma semana com alimentação e uma semana sem fornecimento de alimento; no grupo privação, os animais permaneceram com suspensão total de alimentação pelo período de 60 dias. O período experimental total foi de 90 dias, sendo que após o período de 60 dias, todos os grupos experimentais foram alimentados por 30 dias. O ganho de peso foi verificado a partir da diferença entre o peso final e o inicial. A coleta de amostra sanguínea foi realizada por punção da veia femoral, para análises hematológica e bioquímica. O ganho de peso foi maior no grupo controle e menor no grupo privação, apesar de se observar este ganho não se pode caracterizá-lo como crescimento compensatório, pois não foi superior ao ganho do grupo controle. Os valores de hematócrito dos grupos restrição e privação foram inferior a 20%, caracterizando anemia desses animais. As concentrações de albumina e triglicérides dos grupos restrição e privação mostraram-se reduzidas, quando comparado aos valores do grupo controle, porém estes valores aumentaram com a realimentação desses animais. Não houve óbito dos animais durante o período experimental e nem perdas irreversíveis, assim sendo a diminuição em 50% na alimentação na produção dos tracajás permite economizar durante a sua produção. Valores de referência para *P. unifilis* são escassos na literatura, o desenvolvimento de estudos nesse sentido é necessário e a utilização da restrição alimentar e realimentação pode trazer grandes benefícios aos produtores.

Palavras-chave: populações tradicionais; sobre-exploração; quelonicultura; hematologia; bioquímica; tartaruga de água doce; nutrição.

ABSTRACT

Pamphilio Jr., Hélio Ruy Matos. Compensatory growth and physiological effect of food restriction and deprivation in yellow spotted Amazon river turtle (*Podocnemis unifilis*), during cultivation. Macapá, 2017. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Programa de P s-graduação em Biodiversidade Tropical – Pr -Reitoria de Pesquisa e P s-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

The establishment of man's relationship with biodiversity shows that hunting is one of the oldest. The main objective of hunting is to obtain food resources, as observed in the Amazon, in traditional populations, riverside and indigenous. However, the unregulated exploratory pressure of natural resources leads to the decline of populations of wild animals and may even lead to extinction. Captive breeding in commercial farms is an alternative to reduce exploratory pressure. The development of turtle farming requires research and knowledge of animal physiology, and other parameters that may help to boost production and decrease its costs. Deprivation and food restriction may be present in the animal's life history. To verify the animal behavior against this, several parameters can be analyzed, such as hematology and biochemistry, that present a rapid response related to nutritional status. The objective of this study was to verify the compensatory growth through weight gain and the physiological responses of the yellow spotted Amazon river turtle, *Podocnemis unifilis*, submitted to restriction and food deprivation during the cultivation. We evaluated 72 animals (*P. unifilis*) divided into three groups: control, restriction and food deprivation. In the control group, the animals were fed daily with commercial feed for fish with 28% crude protein, 3% of the biomass; In the restriction group, feeding was alternated, one week with food and one week without food supply; In the deprivation group, the animals remained with total suspension of feeding for the period of 60 days. The total experimental period was 90 days, and after 60 days, all experimental groups were fed for 30 days. The weight gain was higher in the control group and lower in the deprivation group, although this gain can not be characterized as compensatory growth, since it was not superior to the gain of the control group. The hematocrit values of the restriction and deprivation groups were lower than 20%, characterizing anemia of these animals. The concentrations of albumin and triglycerides of the restriction and deprivation groups were reduced when compared to the values of the control group, but these values increased with the feedback of these animals. There was no death of the animals during the experimental period and no irreversible losses, so the 50% decrease in feed in the production of the yellow spotted Amazon river turtles allows to save during its production. Reference values for *P. unifilis* are scarce in the literature, the development of studies in this sense is necessary and the use of feed restriction and feedback can bring great benefits to producers.

Keywords: traditional populations; overexploitation; turtle farming; hematology; biochemistry, freshwater turtle; nutrition.

ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição das espécies da família Podocnemidae no mundo (Vitt e Caldwell 2014)	19
Figura 2 - Árvore do tempo (timetree) de tartarugas (Testudinatas), cada nó (cladogênese) mostra as divergências entre uma espécie antepassada e a formação de duas espécies novas (Vitt e Caldwell 2014).....	19
Figura 3 - Espécime de tracajá, <i>Podocnemis unifilis</i> , Tröschel, 1848. Fonte: Arquivo do autor	20
Figura 4 - Esquema taxonômico de <i>Podocnemis unifilis</i> , Tröschel, 1848	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
1.1. Tracajá, <i>Podocnemis unifilis</i> Tröschel, 1848.....	17
1.2. Restrição alimentar.....	21
1.3. A restrição alimentar e seus efeitos na hematologia e bioquímica de tartarugas	23
2. HIPÓTESES	26
3. OBJETIVOS	27
3. 1. GERAL.....	27
3. 2. ESPECÍFICOS	27
4. REFERÊNCIAS	28
5. ARTIGO CIENTÍFICO	32
6. CONCLUSÕES	61
7. ANEXOS	62
7.1. Parecer CEUA.....	62
7.2. Carta aceite periódico	63

1. INTRODUÇÃO GERAL

O homem se relaciona com os animais desde os tempos mais remotos, sendo uma das mais antigas formas de interação com a biodiversidade. A caça, dentre as interações, é a atividade mais antiga (Cajaiba et al. 2015). Evidências dessa antiga relação são pinturas rupestres que representam animais silvestres sendo caçados pelo homem (Alves e Souto 2011). O principal objetivo da caça é a captura de animais silvestres para alimentação, que é fundamental para a subsistência do homem em diferentes áreas tropicais, principalmente as que vivem em locais isolados (Cajaiba et al. 2015).

Na região Amazônica, a carne de animais silvestres apresenta alto teor proteico se comparado com outros alimentos consumidos pelas comunidades nativas (Cajaiba et al. 2015). Considera-se que a utilização de animais para alimentação seja uma das atividades que mais contribui para o declínio de populações, extinção de várias espécies, bem como, diminuição da densidade populacional das espécies caçadas; redução da massa corporal média das populações em consequência da seleção dos animais maiores e diminuição da produtividade futura das populações caçadas (Thiollay 2005).

Dentre os animais que são utilizado como recurso pelas populações tradicionais amazônicas há uma grande relação com o *Podocnemis unifilis* (tracajá) que é provavelmente a espécie de quelônio mais comum na América do Sul e considerada a segunda espécie mais consumida depois da *Podocnemis expansa* (Fantin et al. 2008). Este animal desempenha um importante papel na ecologia dos rios, na sociologia, economia e alimentação dos ribeirinhos amazônicos (Conway-Gómez et al. 2014). Esta predileção tem contribuído para o declínio deste animal na natureza (Caputo et al. 2005), estando com o status de vulnerável na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção (IUCN 2016).

As tartarugas servem como fonte importante de proteína para as populações humanas rurais e urbanas, especialmente nos países em desenvolvimento, dada a extensão do consumo de carne e ovo de tartaruga, além de vísceras, plastrão e carapaça usadas como utensílios domésticos e ornamentos por comunidades locais (Santos et al. 2010). Assim esta coleta é a maior preocupação para a conservação das espécies de tartarugas ameaçadas de extinção. Quase todas as espécies de tartarugas em um ou outro tempo foram usadas para alimentação (Klemens e Thorbjarnarson 1995).

A inclusão das espécies cinegéticas registradas em listas de ameaças de extinção nos coloca diante do desafio de buscar formas de exploração que minimizem o impacto sobre estas e para isso, torna-se necessário compreender o contexto multidimensional que envolve as práticas cinegéticas (Alves et al. 2012).

Vários estudos têm demonstrado que a sustentabilidade sócio-econômica pode ser alcançada através de planos de manejo baseados na comunidade (Klemens e Thorbjarnarson, 1995, Caputo et al. 2005). Como os esforços de manejo devem, em certa medida, ser adaptados às espécies individuais que estão sendo coletadas, as pesquisas sobre a ecologia dessas tartarugas também devem ser um componente importante desses programas experimentais (Klemens e Thorbjarnarson 1995), objetivando a eficiência do manejo.

A criação comercial de animais é uma alternativa para que estes não sejam explorados ao ponto de serem extintos; mas, mesmo com a liberação do comércio de carne de quelônios provenientes de criadouros, os produtos atingiram preços altos, o que não aliviou a pressão sobre os estoques naturais e foi incapaz de substituir o comércio ilegal nos mercados locais (Rebêlo e Pezzuti 2000).

De acordo com a Portaria n.º 142N/92 da Legislação Ambiental Brasileira, matar animais silvestres para saciar a fome deixa de ser crime, além disso, criá-los em casa, deixa de ser contravenção, contanto que o responsável siga as orientações contidas na legislação. Assim, passa a ser legalmente liberada a criação de tartaruga em criatórios comerciais pelo seu potencial para exploração zootécnica (Luz et al. 2003b).

A aquicultura é considerada uma forma viável de atender a demanda do homem por produtos aquáticos (Zhang et al. 2016) e geralmente é definida como a criação desses organismos, onde o cultivo indica alguma forma de intervenção no processo de criação para aumentar a produção, a estocagem, alimentação e proteção contra predadores (Gomiero et al. 1997). A quelonicultura, como uma atividade pertencente a aquicultura, visa a criação e manejo de quelônios, mas necessita de estudo para o conhecimento e aprimoramento das técnicas de manejo. A escassez de informações sobre as tartaruga amazônicas, incluindo o tracajá, dificulta seu cultivo em escala comercial para abastecer a demanda de mercado (Luz et al. 2003a). Assim, estudos sobre os vertebrados aquáticos amazônicos são cada vez mais importantes para a conservação da fauna tropical (Salinero e Michalski 2016).

1.1. Tracajá *Podocnemis unifilis* Tröschel, 1848

As oito espécies de quelônios da família Podocnemidae existentes são as últimas sobreviventes de um grupo antigo de espécies de tartarugas conhecidas por existirem desde o Cretáceo. Uma destas espécies representa um gênero monotípico, a *Erymnochelys*, que ocorre em Madágarcar. As outras sete restantes estão reitritas à América do Sul (*Peltocephalus*, com uma espécie e *Podocnemis*, com seis espécies). As espécies de *Podocnemis* existentes evoluíram a partir do Eoceno Tardio (37 milhões de anos atrás) para o Mioceno Médio (15 milhões de anos atrás), durante uma fase

caracterizada por um arrefecimento global dramático e um massivo soerguimento Andino. As espécies da família Podocnemidae distribuem-se em Madágascar, norte da América do Sul e a leste dos Andes (Figura 1) (Vargas-Ramírez et al. 2008).

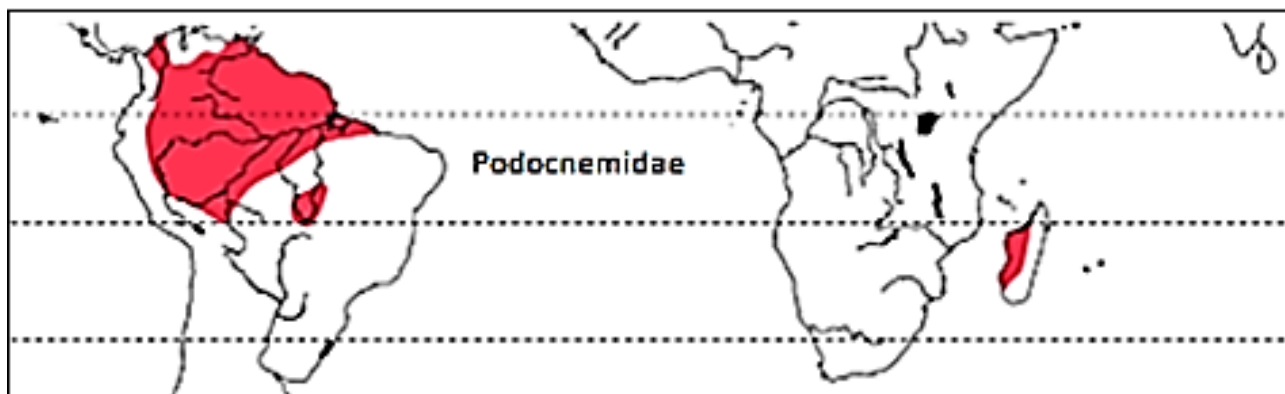


Figura 1 - Distribuição das espécies da família Podocnemidae no mundo Fonte: Vitt e Caldwell (2014).

De acordo com a retração do pescoço, as tartarugas se classificam em Pleurodira e Cryptodira. As Pleurodiras, ou tartarugas com pescoço lateral, retraem a cabeça e pescoço colocando-os para o lado. Assim, os lados da cabeça e pescoço são expostos à lacuna entre a carapaça e o plastrão. As tartarugas Cryptodiras, ou com pescoço oculto, retraem o pescoço em uma ranhura medial dentro da cavidade do corpo; o pescoço de uma forma vertical, e apenas a ponta do nariz é exposta entre os antebraços. Apesar dos diferentes mecanismos de retração do pescoço, a estrutura das vértebras cervicais nos dois grupos é semelhante (Vitt e Caldwell 2014). A classificação da família Podocnemidae, de acordo com a retração do pescoço é *Pleurodira*, junto com outras duas famílias (Vitt e Caldwell 2014) (Figura 2).

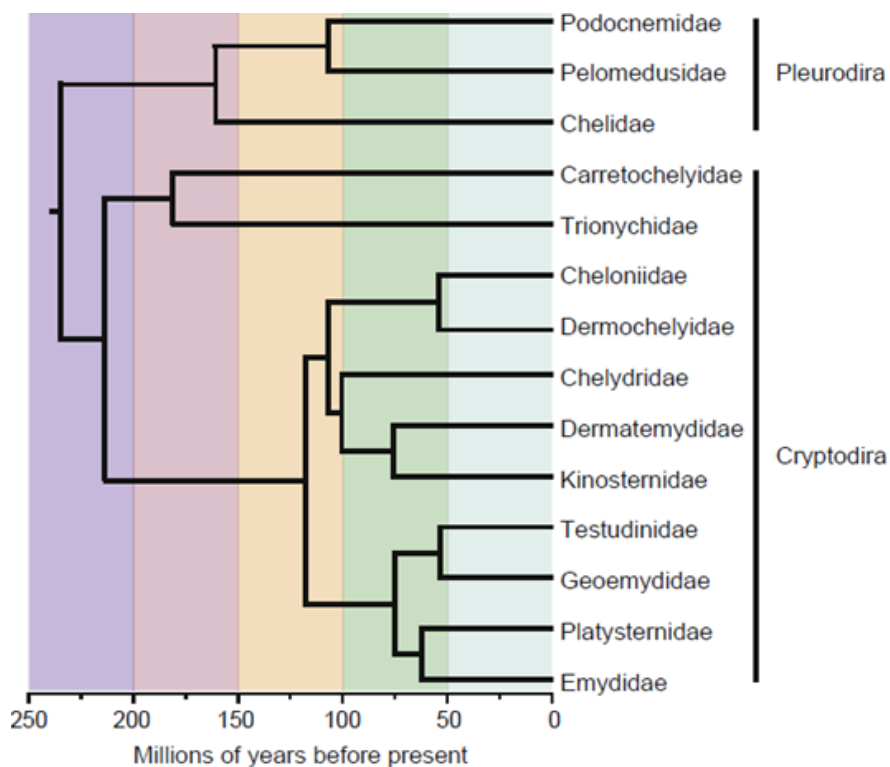


Figura 2 - Árvore do tempo (*timetree*) de tartarugas (Testudinatas), cada nó (cladogênese) mostra as divergências entre uma espécie antepassada e a formação de duas espécies novas (Vitt e Caldwell 2014).

A taxonomia da tartaruga de água doce, conhecida popularmente como tracajá,

Podocnemis unifilis está descrita no esquema taxonômico (Figura 4).



Figura 3 - Espécime de tracajá, *Podocnemis unifilis* Tröschel, 1848. Fonte: Arquivo pessoal do autor

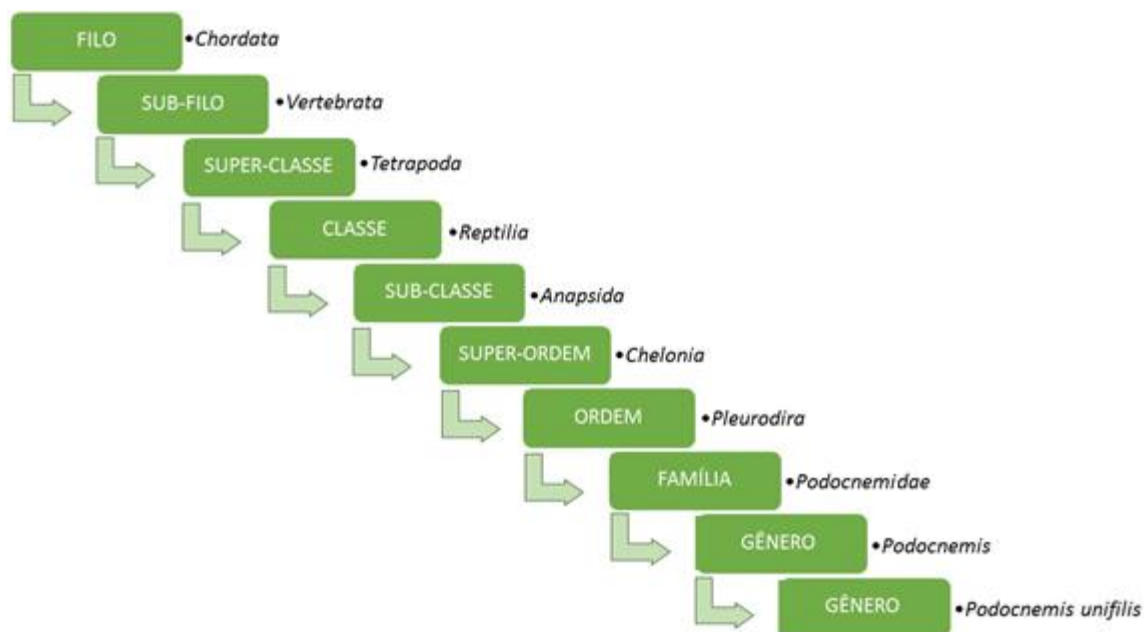


Figura 4 - Esquema taxonômico de *Podocnemis unifilis* Tröschel, 1848.

Podocnemis unifilis é uma espécie aquática que vive em lagos, lagoas, planícies de inundação, pântanos ao longo dos principais rios da bacia do rio Amazonas (Fantin et al. 2008). Segundo Barlett e Barlett (2003) as fêmeas de *P. unifilis* podem atingir o tamanho de 66 cm, enquanto os machos não chegam a mais que 33 cm de tamanho. Os juvenis possuem a cabeça cinza e são distintamente marcadas com nove pontos amarelos (ou laranja), um na parte superior do focinho, que é diagnóstico para a espécie. As manchas desaparecem, ou se tornam escuras, com o crescimento e a idade. O tracajá *P. unifilis* é o único Podocnemidae que pode não ter um sulco interorbital. A carapaça cinza é suavemente convexa e, quando visto de cima, é mais ampla na metade da porção caudal. Pode haver uma ou duas estruturas similares à pelos no queixo, o que ajuda a caracterizar a espécie e também é o motivo do epíteto específico. Os machos adultos têm uma cauda pesada e alongada. Todos os quatro pés são totalmente alados, em forma de remo, que permite a natação. As tartarugas nidificam em praias, fazem seus ninhos e põem de 12 a 30 ovos.

1.2. Restrição alimentar

Segundo Ferreira (1999), restrição é o ato de limitar o indivíduo de algo e privação é cessá-lo, causando-lhe falta. Logo, quando determinado animal passa por restrição alimentar a ingestão de nutrientes está limitada e quando é submetido à privação alimentar a ingestão de nutrientes está totalmente suspensa.

A taxa de sucesso de forrageamento ou alimentação de um animal é uma informação importante para ecologistas e gestores da vida silvestre. Contudo, isto pode ser de difícil avaliação, principalmente em vertebrados aquáticos que são difíceis de serem observados (Price et al. 2013), por terem um modo de vida em parte, ou exclusivamente, dentro d'água, especialmente na Amazônia, onde a água em alguns rios é escura com baixa visibilidade (Schneider et al. 2010).

Animais muitas vezes sofrem escassez de alimentos e em resposta a isso sua história de vida pode variar, tais respostas podem incluir comportamento de forrageamento, idade em que certo estágio de desenvolvimento é alcançado, ou esforços reprodutivos e assim por diante (Hou et al. 2011). Segundo Hou et al. (2011), talvez a mais profunda e direta mudança na história de vida de um animal, associado à baixa disponibilidade de alimentos ou restrição alimentar, seja a diminuição no tamanho do corpo do indivíduo adulto e o crescimento retardado ou reduzido.

O crescimento é um evento integrado, que resulta da resposta de células dependentes do sistema endócrino e disponibilidade de nutrientes. Durante um período de restrição alimentar a produção e a liberação do hormônio do crescimento são melhorados, tendo uma liberação aumentada; no entanto, o número de receptores deste hormônio decresce por escassez de proteínas (Hornick et al. 2000).

A taxa de crescimento de animais pode ser altamente variável, relacionando-se diretamente com a disponibilidade de recursos alimentares e tal variação pode aumentar a diferença do tamanho entre os indivíduos, pois, indivíduos menores são mais suscetíveis à predação e à inanição. Uma resposta adaptativa para a flutuação de disponibilidade de recursos alimentares é o crescimento compensatório. Há um período de crescimento acelerado, quando há uma melhora na oferta de alimento, seguido de uma redução de crescimento (Roark et al. 2009).

Segundo Hornick et al. (2000), o crescimento compensatório é definido como um processo fisiológico no qual um organismo acelera seu crescimento após um período de desenvolvimento limitado, na maioria das vezes pela baixa oferta e, consequente, baixo consumo de alimento, fazendo com que ele atinja o peso de um animal que não sofreu nenhum tipo de restrição no crescimento.

Quando ocorre o crescimento compensatório, a magnitude da compensação depende da espécie em questão, do estágio de desenvolvimento do organismo, o tempo no qual ele foi submetido à restrição alimentar e ao período que ele foi realimentado, além da duração e da severidade do período de restrição (Roark et al. 2009).

De acordo com os estudos realizados por Roark et al. (2009), em neonatos de *Chelonia mydas* submetidos à restrição alimentar, o tamanho dos juvenis aumentou mais rápido em período de recuperação de limitação de recurso, quando comparados aos que estavam com fornecimento de alimento *ad libitum*. Da Silva e Migliorini (1990), em um estudo realizado com adultos de ambos os sexos da tartaruga *Phrynops hilarii*, submetidas à privação alimentar, observaram que os níveis de glicose e ácidos graxos livres não foram afetados pelo jejum.

Segundo Xu et al. (2014), o crescimento compensatório pode ser alcançado melhorando a conversão alimentar e reduzindo a taxa metabólica, pois juvenis de *Chinemys reevesii* privados completamente de alimentação tiveram menor taxa metabólica do que aqueles alimentados até a saciedade. A taxa metabólica reduzida nos animais, com privação de alimento, pode persistir durante os primeiros dias do período de realimentação e contribuir para a resposta do crescimento compensatório.

De acordo com Roark et al. (2009), as tartarugas tem um consumo máximo de alimento quando estão em condições de fácil disponibilidade de recurso, a sua taxa de crescimento em alimentação *ad libitum* é levemente plástica em resposta ao histórico nutricional. Possivelmente seja o custo inerente ao crescimento rápido e as regras de prioridade de alocação de nutrientes favorecem a realização de condição ideal em vez de um tamanho ideal. Contratempos nutricionais vividos na fase juvenil poderiam, portanto, ter consequências duradouras para as tartarugas selvagens, em termos de risco de mortalidade por tamanho específico; porém, tais riscos podem ser mitigados pelo benefício de se manter reservas corporais suficientes.

1.3. A restrição alimentar e seus efeitos na hematologia e bioquímica de tartarugas

A análise sanguínea é uma importante forma de avaliação, seus parâmetros são úteis para mensurar distúrbios fisiológicos em tartarugas. Desta forma, ela pode fornecer informações importantes para o diagnóstico e prognóstico de doenças nestes animais (Christopher et al. 1999, Metin et al. 2006, Tavares-Dias et al. 2009, Labrada-Martagón et al. 2011, Chandavar et al. 2013, Prieto-Torres et al. 2013). Contudo, este parâmetro pode sofrer algumas interferências, segundo Prieto-Torres et al. (2013), fatores como as áreas geográficas, habitats, genética populacional, maturidade, sexo dos indivíduos,

condições migratórias, condições da dieta podem estar associados com a variação da química do sangue. Assim como a presença de ectoparasitas e hemoparasitas, em animais livres na natureza e estresse oriundos da criação em animais de cativeiro (Stacy et al. 2011).

A análise de metabólitos séricos ou plasmáticos permite a avaliação do *status* nutricional em animais de vida livre ou em cativeiro. Além estes metabólitos têm o potencial de dar uma visão instantânea da história de forrageamento recente (Price et al. 2013).

De acordo com Tavares-Dias et al. (2009), Os parâmetros sanguíneos para fins de diagnóstico de má nutrição têm sido pouco utilizados apesar do seu potencial, devido às dificuldades associadas com a estimativa da ingestão nutritiva e as condições de vida dos animais na natureza.

Segundo Santos et al. (2005) os valores de parâmetros sanguíneos de tartarugas em cativeiro podem ser diferentes dos valores das tartarugas de vida selvagem. Isto pode estar relacionando aos diferentes habitats, alimentação e uso de dieta artificial, além da manipulação dos animais, condições de estresse, e principalmente a temperatura, já que as mudanças de temperatura no ambiente influenciam diretamente o metabolismo dos répteis.

De acordo com Price et al. (2013), em estudo com tartarugas da espécie *Chelonia mydas*, submetidos à restrição alimentar, concluiu que o nível de triglicérides plasmático aumenta quando estão sendo alimentadas e decrescem quando estão em jejum.

Segundo Oliveira-Júnior et al. (2009), tartarugas de criação podem ter um aumento no nível de colesterol devido à dieta artificial. Além disso, estes animais são

menos ativos do que populações selvagens, o que pode contribuir para esta elevada taxa desse metabólito. Segundo Stacy et al. (2011), alterações nucleares podem ser observadas em eritrócitos de répteis com grave doença inflamatória, desnutrição, fome ou pós-hibernação.

Portanto, aliar o conhecimento relacionado à restrição e privação alimentar em *P. unifilis* com as técnicas de manejo pode ser uma alternativa para melhorar a relação custo/benefício para a produção, pois, não há estudos sobre restrição e privação alimentar em tracajás, e pode, ainda, fornecer informações sobre o comportamento fisiológico do animal frente à estes eventos, potencializando a produção deste animal em cativeiro.

Assim, como se comporta o crescimento, a hematologia e bioquímica do tracajá (*Podocnemis unifilis*) submetido à restrição e privação alimentar durante o cultivo?

2. HIPÓTESES

- H1: Períodos em que a restrição e a privação alimentar se estendam por tempo prolongado, 60 dias, podem trazer danos à saúde de *P. unifilis*, podendo ser fatais.
- H2: A intercalação de alimentação com restrição, sendo uma semana com alimentação e uma semana sem, pode trazer benefícios como menor custo de alimentação dos animais e aumento do crescimento corporal.

3. OBJETIVOS

3. 1. GERAL

Investigar o crescimento compensatório e a resposta fisiológica de tracajá, *P. unifilis* após a submissão dos animais à restrição, privação alimentar e realimentação.

3. 2. ESPECÍFICOS

- Analisar o crescimento compensatório a partir do ganho de peso do tracajá, *P. unifilis*, submetidos à realimentação após um período de restrição e privação alimentar;
- Analisar parâmetros hematológicos e bioquímicos dos animais após o cultivo com o uso de restrição e privação alimentar e realimentação;
- Determinar se o uso de restrição ou privação alimentar pode ser prejudicial ao bem-estar dos animais.

4. REFERÊNCIAS

- Alves, R. R. N., M. B. R. Gonçalves, e W. L. S. Vieira. 2012. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. *Tropical Conservation Science* 5:394–416.
- Alves, R. R. N., e W. M. S. Souto. 2011. Ethnozoology in Brazil : current status and perspectives. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7:22.
- Barlett, R. D., e P. P. Barlett. 2003. Reptiles and Amphibians of the Amazon An Ecotourist's Guide. UPF - University Press of Florida, Gainesville.
- Cajaiba, R. L., W. B. Da Silva, e P. R. R. Piovesan. 2015. Animais silvestres utilizados como recurso alimentar em assentamentos rurais no município de Uruará, Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 34:157–168.
- Caputo, F. P., D. Canestrelli, e L. Boitani. 2005. Conserving the terecay (*Podocnemis unifilis*, Testudines: Pelomedusidae) through a community-based sustainable harvest of its eggs. *Biological Conservation* 126:84–92.
- Chandavar, V. R., N. Raghu, R. Lalitha, e P. R. Naik. 2013. Biochemical indices to monitor health status with respect to reproductive cycle of *Melanochelys trijuga*. *Journal of Applied and Natural Science* 5:118–124.
- Christopher, M. M., K. H. Berry, I. R. Wallis, K. A. Nagy, e B. T. Henen. 1999. Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the mojave desert. *Journal of Wildlife Diseases* 35:212–238.
- Conway-Gómez, K., M. Reibel, e C. Mihiar. 2014. A predictive model of yellow spotted river turtle (*Podocnemis unifilis*) encounter rates at basking sites in lowland eastern Bolivia. *Applied Geography* 53:332–340.
- Fantin, C., L. S. Viana, L. A. dos S. Monjeló, e I. P. Farias. 2008. Polyandry in *Podocnemis unifilis* (Pleurodira; Podocnemididae), the vulnerable yellow-spotted Amazon River turtle. *Amphibia-Reptilia* 29:479–486.
- Ferreira, A. B. de H. 1999. Novo Aurélio Século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa, 3ª Edição, Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.

- Gomiero, T., M. Giampietro, S. G. F. Bukkens, e M. G. Paoletti. 1997. Biodiversity use and technical performance of freshwater fish aquaculture in different socioeconomic contexts: China and Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **62**:169–185.
- Hornick, J. L., C. Van Eenaeme, O. Gérard, I. Dufrasne, e L. Istasse. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology* **19**:121–132.
- Hou, C., K. M. Bolt, e A. Bergman. 2011. A general model for ontogenetic growth under food restriction. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* **278**:2881–2890.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2016. IUCN Red List of threatened species. Version 2016-31. www.iucnredlist.org (20 January 2016)
- Klemens, M. W., e J. B. Thorbjarnarson. 1995. Reptiles as a food resource. *Biodiversity and Conservation* **298**:281–298.
- Labrada-Martagón, V., P. A. Tenorio Rodríguez, L. C. Méndez-Rodríguez, e T. Zenteno-Savín. 2011. Oxidative stress indicators and chemical contaminants in East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) inhabiting two foraging coastal lagoons in the Baja California peninsula. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology* **154**:65–75.
- Luz, V. L. F., Y. S. de L. Stringhini, José Henrique Bataus, E. S. Fernandes, W. A. de Paula, M. N. Novais, e I. J. dos Reis. 2003a. Rendimento e Composição Química de Carcaça da Tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em Sistema Comercial. *Revista Brasileira de Zootecnia* **32**:1–9.
- Luz, V. L. F., J. H. Stringhini, Y. S. L. Bataus, W. Assis de Paula, M. N. Novais, e I. J. Reis. 2003b. Morfometria do Trato Digestório da Tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) Criada em Sistema Comercial. *Revista Brasileira de Zootecnia* **32**:10–18.
- Metin, K., O. Turkozan, F. Kargin, Y. Basimoglu Koca, E. Taskavak, e S. Koca. 2006. Blood cell morphology and plasma biochemistry of the captive European pond turtle *Emys orbicularis*. *Acta Veterinaria Brno* **75**:49–55.

- Oliveira-Júnior, A. A., M. Tavares-Dias, e J. L. Marcon. 2009. Biochemical and hematological reference ranges for Amazon freshwater turtle, *Podocnemis expansa* (Reptilia: Pelomedusidae), with morphologic assessment of blood cells. Research in Veterinary Science **86**:146–151.
- Price, E. R., T. T. Jones, B. P. Wallace, e C. G. Guglielmo. 2013. Plasma triglycerides and β -hydroxybutyrate predict feeding status in green turtles (*Chelonia mydas*): Evaluating a single blood sample method for assessing feeding/fasting in reptiles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **439**:176–180.
- Prieto-Torres, D. A., J. L. Hernández, A. R. B. Henríquez, M. C. Alvarado, e M. J. Dávila. 2013. Blood Biochemistry of the Breeding Population of Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Aves Island Wildlife Refuge, Venezuela. South American Journal of Herpetology **8**:147–154.
- Rebêlo, G., e J. Pezzuti. 2000. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. Ambiente & sociedade:85–104.
- Roark, A., K. Bjorndal, e A. Bolten. 2009. Compensatory responses to food restriction in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*). Ecology **90**:2524–34.
- Sahoo, P. K., J. Kumari, e B. K. Mishra. 2005. Non-specific immune responses in juveniles of Indian major carps. Journal of Applied Ichthyology **21**:151–155.
- Salinero, M. C., e F. Michalski. 2016. Implications of scientific collaboration networks on studies of aquatic vertebrates in the Brazilian Amazon. PLoS ONE **11**:1–18.
- Santos, A. L. Q., C. G. Ferreira, J. G. S. Pinto, C. A. P. Lima, L. G. Vieira, e F. M. M. Brito. 2010. Radiographic anatomy aspects and gastrointestinal transit time in *Podocnemis unifilis* Tröschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). Acta Scientiarum. Biological Sciences **32**:431–435.
- Santos, A. L. Q., T. S. Malta, A. A. Mundim, J. R. F. Alves Júnior, e S. F. M. Carvalho. 2005. Variação dos constituintes bioquímicos sanguíneos de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*, Schweigger - 1812) (Testudinata) mantidas em criatório comercial. Archives of Veterinary Science **10**:1–8.
- Schneider, L., C. Ferrara, e R. C. Vogt. 2010. Description of behavioral patterns of

- Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824) (Testudines: Podocnemidae) (Red-headed river turtle) in captivity, Manaus, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica* **40**:763–770.
- Da Silva, R. S. M., e R. H. Migliorini. 1990. Effects of starvation and refeeding on energy-linked metabolic processes in the turtle (*Phrynops hilarii*). *Comparative Biochemistry and Physiology* **96**:415–419.
- Stacy, N. I., A. R. Alleman, e K. A. Sayler. 2011. Diagnostic Hematology of Reptiles. *Clinics in Laboratory Medicine* **31**:87–108.
- Tavares-Dias, M., A. A. Oliveira-junior, M. G. Silva, J. L. Marcon, e J. F. M. Barcellos. 2009. Comparative hematological and biochemical analysis of giant turtles from the Amazon farmed in poor and normal nutritional conditions **79**:601–610.
- Thiollay, J. M. 2005. Effects of hunting on guianan forest game birds. *Biodiversity and Conservation* **14**:1121–1135.
- Vargas-Ramírez, M., O. V. Castaño-Mora, e U. Fritz. 2008. Molecular phylogeny and divergence times of ancient South American and Malagasy River turtles (Testudines: Pleurodira: Podocnemididae). *Organisms Diversity and Evolution* **8**:388–398.
- Vitt, L. J., e L. P. Caldwell. 2014. *Herpetology An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 4th edition. Elsevier Inc., Oxford.
- Xu, C., W. Xu, e H. Lu. 2014. Compensatory growth responses to food restriction in the Chinese three-keeled pond turtle, *Chinemys reevesii*. *Springer Plus* **3**:1–7.
- Zhang, J., L. Hu, W. Ren, L. Guo, J. Tang, M. Shu, e X. Chen. 2016. Rice-soft shell turtle coculture effects on yield and its environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **224**:116–122.

5. ARTIGO CIENTÍFICO

HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSE OF YELLOW SPOTTED AMAZON RIVER TURTLE (*Podocnemis unifilis*) SUBMITTED TO RESTRICTION AND FOOD DEPRIVATION

Artigo submetido ao periódico “Aquaculture Nutrition”

**HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSE OF YELLOW
SPOTTED AMAZON RIVER TURTLE (*Podocnemis unifilis*) SUBMITTED TO
RESTRICTION AND FOOD DEPRIVATION**

^{1, 2}HÉLIO RUY MATOS PAMPHILIO JR.; ²PAULO ERIC MOREIRA DE
ALMEIDA; ^{1, 2}ELIANE TIE OBA YOSHIOKA

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical – PPGBIO - Universidade Federal do Amapá – Campus Marco Zero – Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 2 – Jardim Marco Zero, Macapá – AP, CEP 68903-419

²Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos, Embrapa Amapá - Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 5, 2600 - Universidade, Macapá – AP, CEP 68903-419

Authors's addresses:

Eliane Tie Oba Yoshioka – eliane.yoshioka@embrapa.br

Paulo Eric Moreira de Almeida – paulobio444@gmail.com.

Author for correspondence:

Hélio Ruy Matos Pamphilio Júnior, Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos, Embrapa Amapá – Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 5, 2600 - Universidade, Macapá – AP, P.O. Box 68903-419, E-mail:

Restriction and food deprivation in *P. unifilis*

Keywords: turtle farming, physiological responses, starvation, freshwater turtle, feeding, nutritional status

1. ABSTRACT

Feed deprivation and restriction may be present in the animal's life history. To verify the animal behavior in front of this, several parameters can be analyzed, such as hematology and biochemistry that have fast response related to nutritional status. The objective of this study was to verify the weight gain and the physiological response of the yellow spotted Amazon river turtle, *Podocnemis unifilis*, submitted to restriction and food deprivation during the cultivation. Were evaluated 72 animals (*P. unifilis*) divided into three groups, control, restriction and food deprivation. In the control the animals were fed daily with commercial fish feed with 28% of crude protein, 3% of the biomass; In the restriction, the feeding was alternated, one week with food and one week without; In deprivation, the animals remained under total feed suspension. The experimental period was 90 days, after 60 days the groups were refeed for 30 days. The weight gain was verified from the difference between the final weight and the initial weight, the blood collection was by femoral vein puncture, blood samples were treated for hematological and biochemical verification. The weight gain in the control group was higher among the 3 treatments and lower in the deprivation group, although this gain is observed, it can not be characterized as compensatory growth. The hematocrit concentration in the restriction and deprivation group was less than 20%, characterizing anemia. The concentrations of albumin and triglycerides were low, comparing with the control group, but increased when the animals were refeed. Results showed that there was no death or irreversible losses, a 50% decrease in food potentiates production, saving on food. Reference values are scarce in the literature, the development of studies in this sense is necessary and the proper use of food restriction and feedback bring great benefits to producers.

Keywords: turtle farming, physiologicals responses, starvation, freshwater turtle, feeding, nutritional status

2. INTRODUCTION

Animals may face food shortages and vary their life history in response. These responses may include foraging behavior, the age at which a certain stage of development is achieved, reproductive efforts and so on. Perhaps the most profound and direct change

in an animal's life history associated with low food availability, restriction, or food deprivation, and other unfavorable environmental conditions (Nikki et al. 2004) is the decrease in adult body size and retarded growth (Hou et al. 2011).

The success rate of foraging or feeding an animal is important information for ecologists and wildlife managers. However, this can be difficult to assess, especially in aquatic vertebrates that are difficult to observe (Price et al. 2013), because they have a way of life partly, or exclusively, in water, especially in the Amazon, where water in some rivers is dark with low visibility (Schneider et al. 2010). It is observed that the influence of nutritional or hormonal factors on the metabolism of proteins, fats and carbohydrates has been little investigated in the Reptilia class (Da Silva e Migliorini 1990).

The development of farming systems can contribute to reduce pressure on wild animals (Luz et al. 2003). Thus captive studies are critical, because it is possible to observe the behavior of turtles in greater detail. Laboratory studies are essential to understand the turtle life cycles and to assist in the formulation of management plans for their conservation (Schneider et al. 2010). However, among the turtles, less is known about the pleurodiras turtles (i.e., those with a lateral neck, as *Podocnemis unifilis*) than cryptodiras turtles (i.e., those with a hidden neck), despite the ease with which they are raised in commercial farms and laboratories, as well as the pet trade (Sheil e Zaharewicz 2014). The human use of turtles (adults and eggs) as a food source is the main factor contributing to the decline of populations of turtles (Caputo et al. 2005, Klemens e Thorbjarnarson 1995). Then more than a commercial activity, raising in breeding sites is a sustainable use of natural resources, and given that turtles are an endangered group, to understand the environmental stressors can provide information for effective conservation (Adams et al. 2016), promote the recovery of national wildlife resources and also represent a source of animal protein (Sá et al. 2004).

Podocnemis unifilis is the second Podocnemidae among the largest South American aquatic testudinatas and present a wide geographical distribution, inhabiting rivers, streams, lakes and wetlands in the Amazon River basin and its tributaries (Santos et al. 2010). Studies with these chelonians, especially in Brazil, has increased in order to make the system more profitable. With the recent liberalization of the trade in meat from chelonians fattened at the breeding sites, the products reached exorbitant prices, which did not relieve the pressure on natural stocks and was unable to replace illegal trade (Rebêlo e Pezzuti 2000).

In systems and zootechnical production nutrition is of great importance, much about the nutrition of these captive animals is still unclear, research on nutrition of these species are in an initial state and seek to determine the nutritional requirements of these animals at various stages of breeding (Araújo et al. 2013).

Aquaculture is considered a viable way of meeting human demand for aquatic products (Zhang et al. 2016) and it is generally defined as the creation of aquatic organisms, where cultivation indicates some form of intervention in the breeding process to increase production, such as storage, feeding and protection against predators (Gomiero et al. 1997).

The production of sea turtles, such as the production of other reptiles, such as crocodiles and freshwater turtles, presents a series of complex challenges for the provision of physical, physiological and behavioral needs (Arena et al. 2014). These needs are very important because, if they are met, they avoid stress, morbidity and mortality in captivity (Arena e Warwick 1995, Warwick et al. 2013, Rangel-Mendoza et al. 2014).

Reptile plasma, like that of all vertebrates, contains a wide variety of different elements, most of which are present in trace amounts (Dessauer 1970). Blood biochemistry and hematology represent tools used in wildlife health monitoring and

evaluation, this evaluation is important to characterize distinctive physiological parameters and specific disease type values, and changes in blood biochemical values may indicate pathological conditions (Christopher et al. 1999, Metin et al. 2006, Tavares-Dias et al. 2009, Labrada-Martagón et al. 2011, Prieto-Torres et al. 2013, Chandavar et al. 2013, Yoshioka et al. 2015).

Although it is important to monitor the health status of a population, there is little published information on the biochemical profiles of sea turtles (Goldberg et al. 2011) as well as freshwater turtles. Like this, the objective of this work was to evaluate the hematological and biochemical responses of yellow spotted Amazon river turtle (*Podocnemis unifilis*) submitted to restriction and food deprivation during the cultivation.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1. Animals and experimental design

A total of 72 yellow spotted Amazon river turtle (*Podocnemis unifilis*) were selected from the Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - Embrapa Amapá, with 635.66 ± 85.84 g kg⁻¹ of males and females, the animals were separated into 3 groups, each group had 3 treatments (control, restriction and deprivation), with 8 animals in each tank (500 L). The animals were acclimatized for 2 weeks being fed daily. Feeding was done with commercial feed for fish with 28% crude protein, 3% of the biomass.

The experimental groups were: 1) control: in which the animals were fed daily; 2) restriction: animals were kept in daily feeding for one week and without feeding for one week, alternating until the end of the experimental period; And 3) deprivation: animals kept without feeding during 60 days of the experimental period. At the end of 60 days, 12 animals from each treatment were randomly selected for blood collection. The procedure of blood sampling was repeated after 30 days of refeeding in the animals of all

the experimental groups, being collected from different animals from the first collection, the animals were weighed at the beginning, at the 60th day and at the end of the experimental period, The weight gain was obtained from the difference between the final weight and the initial weight as in Melo et al. (2003) and the percentage from rule of three.

3.2. Hematology

A sample of approximately 1.0 mL of blood from each animal was collected by femoral vein puncture and used to determine the following parameters: hematocrit (HCT), hemoglobin concentration (HB), red blood cell (RBC) and hematocrit indices (Mean corpuscular volume - MCV, mean corpuscular hemoglobin – MCH and mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC).

To quantify the leukocytes respiratory activity, oxygen radical production by phagocytes in the blood was verified using nitroblue tetrazolium test (NBT) as described in Anderson e Siwicki (1995).

3.3. Biochemistry

The remaining blood sample was centrifuged at 10,000 G for 5 minutes to obtain the plasma for the biochemical analyzes. After separation of the plasma, it was frozen at -18 ° C until the time of analysis. Plasma levels of albumin, glucose, cholesterol, triglycerides and total proteins were determined using colorimetric kits (Labtest TM).

3.4. Statistical analysis

A completely randomized design was used to analyze the results, and the results obtained were presented as means and standard deviation, 5% of significance. They were

compared statistically using parametric or non-parametric test (ANOVA and Kruskal-Wallis test, respectively) after applying the normality test using Graphpad Instat® Software.

4. RESULTS

4.1 Compensatory growth

In the beginning of the study, the average weight of the animals was: 60-day period – control $648.57 \pm 74.00 \text{ g kg}^{-1}$, restriction $640.52 \pm 109.87 \text{ g kg}^{-1}$ and deprivation $588.47 \pm 65.00 \text{ g kg}^{-1}$ and 30-day refeeding – control $676.54 \pm 74.37 \text{ g kg}^{-1}$, restriction $652.77 \pm 106.25 \text{ g kg}^{-1}$ and deprivation $607.13 \pm 57.43 \text{ g kg}^{-1}$. After the experimental period of three months, the last weighing showed, in a general way, that the animals presented weight gain (Table 1). The initial and final body weight values were significantly different ($P < 0.05$).

The weight gain for the control treatment after the refeeding period of 30 days was the greatest one, 17.44%, while the lowest percentage increase was found in the deprivation group, of both periods, which obtained close values, 9.54% and 9.77%, 30-day refeeding and 60-day period, respectively. Thus, the reduction of weight gain in the deprivation treatment of both periods was higher than in the other treatments, followed by the restriction of the 30-day refeeding period, control of the 60-day-period, restriction of the 60-day period, and finally, control of the 30-day refeeding period.

4.2 Hematology

The hematocrit values did not show any significant statistical difference ($P > 0.05$) among the treatments. The values found for hemoglobin concentration did not demonstrate significant difference ($P < 0.05$). The red blood cells observed in the study did

not show significant difference ($P>0.05$) among the treatments. For the hematimetric indices there was a variation in the results: MCV did not present significant statistical difference ($P>0.05$); For MCH, the values of plasma concentration were significant ($P<0.05$) between the control and restriction treatments, and control and deprivation of the 30-day refeeding period. MCHC did not present any significant statistical difference ($P>0.05$) among the treatments. On the leukocyte respiratory activity, the values were significant ($P<0.05$) between the control and deprivation treatments of the 60-day period (Table 2).

4.3 Biochemistry

The plasma values for biochemistry found in this study were: for albumin and glucose the values did not show significant difference ($P>0.05$). Cholesterol showed significant difference ($P<0.05$) between the control and restriction treatments of the 60-day period and between the restriction treatments of both periods. For triglycerides the plasma concentration values showed significant difference ($P<0.05$) between the control and deprivation treatments, and between restriction and deprivation of the 60-day period; on total proteins, the value with significant difference ($P<0.05$) was between the control and deprivation treatments of the 60-day period (Table 3).

5. DISCUSSION

5.1 Compensatory growth

The specimens of yellow spotted Amazon river turtles showed greater weight gain in the control and restriction groups, with approximate percentages. This shows that a reduction of 50% in the yellow spotted Amazon river turtles' nourishment can bring benefits for the producer, such as cost reduction related to the acquisition of food for the cultivated animals, since these specimens showed a weight gain index similar to the

animals that received food every day, according to Chatakondi (2001), fixed periods of nourishment and non-nourishment reduce the production due to decreases in the food consumption, reducing the feeding cost (Gao e Lee 2012), decrease of waste production and a more flexible food programming (Tian e Qin 2004).

The yellow spotted Amazon river turtles of the group subjected to total suspension of nutrients ingestion during the experimental period of 60 days had weight gain, however, lower than the other ones. Souza et al. (2003) cited that the return to adequate feeding conditions, after a period of starvation or poor nutrition, promotes a fast growth in the animal, called compensatory growth.

According to Xu et al. (2014) the deprivation period must be sufficiently long, superior to 2 weeks, to evoke a detectable compensatory growth response. In the present study with *P. unifilis* this period was extended for eight weeks, approximate to the time utilized in the study by Xu et al. (2014), in which 62 juveniles of *Chinemys reevesii* were kept deprived from food for 6 weeks.

Various factors can be linked to the compensatory growth (Xu et al. 2014), the size of the animals, the diet, the restriction and deprivation intensity and duration are some of them, what can vary the influence of the food restriction intensity on the compensatory growth response between species or populations. According to Roark et al. (2009) the CG is defined as a faster growth in animals of the same age, only comparisons within the same cohort at the same point in time are truly valid, and also, between animals with constant nourishment and subjected to deprivation/restriction, as it happened in this study in which the yellow spotted Amazon river turtles had approximate ages and weights.

Comparing the three treatments, control, restriction and deprivation, it was observed that the animals of the deprivation treatment tended to diminish their growth and mass gain, but, when they were fed again, the resumption of the biomass gain happened. According to some authors (Hornick et al. 2000, Hayward e Wang 2001, Xie et al. 2001) the compensatory growth is a coordinated response related to the process of refeeding.

For Hou et al. (2011) when there is unlimited food availability the metabolic rate that dominantly influences the growth and relates positively with it. Under food deprivation/restriction, however, food ingestion has greater influence on growth and, also, under deprivation/restriction the organism faces *trade-off* between metabolism and storage of new biomass, higher metabolism leads to a slow growth. That explains the difference between the treatments in this work with *P. unifilis*, once the control treatment, which had daily feeding, had higher biomass gain and, therefore, body size gain, while that was observed in the other groups, but in a slower way, especially in the deprivation treatment.

Therefore, the compensatory growth was not observed in the yellow spotted Amazon river turtles of the experiment, despite the occurrence of weight gain in the animals deprived from nourishment, this was not sufficient to characterize the body mass gain as CG, because the values were not close to the control group values. Russell e Wootton (1992) hypothesize that in compensatory growth the growth rate of the animals under deprivation followed by refeeding *ad libitum* are greater than the animals continuously fed. However, according to Souza et al. (2003) an adequate exploration of this phenomenon can result in better production, with an increase in growth rate, food efficiency and cost reduction on food during the cultivation.

5.2 Hematology

The lowest hematocrit percentage found in this study was for the restriction and deprivation treatments of the 30-day refeeding period, $19.50 \pm 6.26 \%$ and $18.00 \pm 6.50 \%$, respectively, indicating anemia (Campbell 1998, Yoshioka et al. 2015), since values lower than 20% for hematocrit characterize such condition, this is due to the food restriction and deprivation periods to which they were subjected. The other treatments had $HCT > 20\%$. Values for hematocrit percentage from the study by Oliveira-Júnior et al. (2009) was $25.1 \pm 6.9 \%$, a value also found by Tavares-Dias et al. (2009), considered normal of this variable for this species. Tavares-Dias et al. (2009) made a comparison between two groups of *P. expansa*, a control group and another one subjected to poor nourishment, the animals from this last group had the hematocrit percentage equal to $18.4 \pm 5.2 \%$, a value similar to the one of the deprivation treatment of the 30-day refeeding period of this study with *P. unifilis*. Troiano and Silva (1998) referenced hematocrit at $22.3 \pm 1.26 \%$ for *Chelonoidis chilensis chilensis*, a value not very distant from the values found for *P. unifilis* in this work.

Hemoglobin concentration had the lowest value for the deprivation treatment of the 30-day refeeding period, $4.63 \pm 1.33 \text{ g dL}^{-1}$, and the highest value for the control treatment of the 60-day period, $8.47 \pm 3.95 \text{ g dL}^{-1}$. Hemoglobin concentration in the control treatment of this research with *P. unifilis* was superior to the concentration in the control group from the study by Tavares-Dias et al. (2009), $6.5 \pm 1.9 \text{ g dL}^{-1}$, that compared the control group to a group under scarce nourishment, $1.9 \pm 1.3 \text{ g dL}^{-1}$, a value that is lower than the one found in the deprivation treatment of the 30-day refeeding period of *P. unifilis* $4.63 \pm 1.33 \text{ g dL}^{-1}$. Comparing to the research by Rossini et al. (2012) with *P.*

expansa, the yellow spotted Amazon river turtles' hemoglobin concentrations were all lower than $11.8 \pm 0.54 \text{ g dL}^{-1}$.

Red blood cells concentrations stayed around $0.20 \pm 0.06 \times 10^6/\mu\text{L}$ (control of the 30-day refeeding period) and $0.29 \pm 0.28 \times 10^6/\mu\text{L}$ (control of the 60-day period). In the control group of the work by Tavares-Dias et al. (2009) with *P. Expansa*, the red blood cells values found were $0.28 \pm 0.07 \times 10^6/\mu\text{L}$, and in the group in which the yellow spotted Amazon river turtles stayed with restricted nourishment $0.220 \pm 0.06 \times 10^6/\mu\text{L}$. For them the food deprivation in *P. expansa* did not alter the red blood cells count. Oliveira-Júnior et al. (2009) got the value of 0.28 ± 0.07 , also for *P. expansa*.

For MCV, values higher than the ones found in literature were obtained. In the work of Tavares-Dias et al. (2009) with *P. expansa* the average MCV was, in the control group, $922.0 \pm 150.0 \text{ fL}$, while for *P. unifilis*, of this present work, the average of the control treatments was $1226.66 \pm 708.95 \text{ fL}$ and $1446.94 \pm 769.53 \text{ fL}$, 60-day period and 30-day refeeding period, respectively. For the group with scarce nourishment from the work of Tavares-Dias et al. (2009) it was $852.0 \pm 72.0 \text{ fL}$, lower than the values for restriction and deprivation of both experimental periods of this work. The MCV found by Rossini et al. (2012) reached even lower numbers, $411.1 \pm 22.9 \text{ fL}$.

For *P. unifilis* the MCHC with higher value was from the control treatment of the 60-day period, $37.85 \pm 18.95 \text{ g dL}^{-1}$, and the lowest value, was also from the control treatment, but of the 30-day refeeding period, $27.77 \pm 7.69 \text{ g dL}^{-1}$. Both averages of MCHC, maximum and minimum, were higher than the values found by Tavares-Dias et al. (2009), for the control group of their study $26.2 \pm 5.4 \text{ g dL}^{-1}$, as well as for the group with poor nourishment $10.0 \pm 5.1 \text{ g dL}^{-1}$, of *P. expansa*. Comparing to Rossini et al.

(2012) the averages found by them, for MCHC of the *P. expansa* from their study share greater similarity of values with the averages found for *P. unifilis* from this present work.

Studies that evaluate the MCH (mean corpuscular hemoglobin) variable and the LRA (leukocyte respiratory activity) in chelonians are scarce, therefore, values from other studies for comparison of these do not occur in this study, limiting to the comparison of the control treatment, taking it as reference, with the other treatments. For MCH, in the control treatment, values of $36.23 \pm 13.19 \text{ g dL}^{-1}$ were obtained in the 60-day period and $35.50 \pm 14.26 \text{ g dL}^{-1}$ in the 30-day refeeding period. Disregarding them, in the other treatments it was possible to find the lowest value, $29.40 \pm 34.62 \text{ g dL}^{-1}$, in the deprivation group of the 30-day refeeding period and the highest value, $35.98 \pm 42.09 \text{ g dL}^{-1}$. It is noticeable that there is no great distance between the values and the statistics showed that there was significant difference only between the control and deprivation treatments, and between the restriction and deprivation treatments. The values assumed for LRA were from 0.14 ± 0.02 to 0.21 ± 0.06 . This variable is related to the innate immunity. Therefore, we notice that in deprivation the lowest value for LRA was obtained, 0.14 ± 0.02 , being related to the low nutritional ingestion. However, with the resumption of feeding, in the 30-day refeeding treatment, an increase in this value can be observed, which is related to the refeeding.

5.3 Biochemistry

The plasma albumin concentrations in the control and Restriction treatments of the 60-day period differed a little from each other, $2.26 \pm 0.40 \text{ g dL}^{-1}$ and $2.31 \pm 0.98 \text{ g dL}^{-1}$, respectively, but in the deprivation treatment there was a decrease of this value reaching $1.82 \pm 0.87 \text{ g dL}^{-1}$. In the 30-day refeeding period, the highest and lowest values for albumin were obtained, in the control the plasma concentration of albumin was 2.61

$\pm 1.38 \text{ g dL}^{-1}$, while for deprivation and restriction the values obtained were $1.51 \pm 0.66 \text{ g dL}^{-1}$ and $1.57 \pm 0.43 \text{ g dL}^{-1}$. The diet to which the deprivation treatment was subjected explains the low albumin concentration in the animals. In the study with 46 specimens of *P. expansa*, cultivated in commercial breeding facility, by Santos et al. (2005) the plasma concentration of albumin was $2.51 \pm 0.32 \text{ g dL}^{-1}$, a value that does not have great difference from findings of this work with *P. unifilis*, except for the concentrations from the deprivation treatments of both periods and from the restriction of the 30-day refeeding period. We can also compare the values of this study with yellow spotted Amazon river turtle to the findings of Prieto-Torres et al. (2013), in which their research objects were 59 specimens of *Chelonia mydas* reaching an average plasma albumin concentration of $2.18 \pm 0.40 \text{ g dL}^{-1}$ for this animal. It is observed that albumin in the *P. unifilis*, also behaved in a similar manner, except for, once again, the same treatments mentioned in the previous comparison.

In the results of all treatments for the glucose variable, the highest value found was $43.35 \pm 9.29 \text{ mg dL}^{-1}$ in the deprivation treatment of the 30-day refeeding period and the lowest one was $35.82 \pm 8.07 \text{ mg dL}^{-1}$ in the control treatment of the 30-day refeeding period. Comparing this finding to the findings of two studies with chelonians of the same gender, but of the *P. expansa* species, one by Santos et al. (2005) that established biochemical values of reference for this animal at $122.90 \pm 35.19 \text{ mg dL}^{-1}$ and the other one by Oliveira-Júnior et al. (2009) that referenced values for glucose of this animal at $91.3 \pm 17.7 \text{ mg dL}^{-1}$, we observed that the values for *P. unifilis* of the present study are considerably lower than the reference value of both studies.

The plasma cholesterol concentrations in this study are in the zone between $59.88 \pm 20.84 \text{ mg dL}^{-1}$, from the restriction treatment of the 60-day period and $98.73 \pm$

36.26 mg dL⁻¹, from the control treatment of the same period. Tavares-Dias et al. (2009) performed a study of biochemical comparison between two groups, control and reduced feed, with 53 specimens of cultivated *P. expansa* and the values found were, respectively, 62.7 ± 24.3 mg dL⁻¹ and 35.7 ± 15 mg dL⁻¹. The values for *P. unifilis* of this present work in the control treatments, of both periods, were superior to the values found by Tavares-Dias et al. (2009) (98.73 ± 36.26 mg dL⁻¹ control 60 days and 82.27 ± 28.33 mg dL⁻¹ control refeeding – 30 days) and the value for deprivation, in both periods, were also superior (87.04 ± 39.69 mg dL⁻¹ and 73.12 ± 7.93).

The lowest plasma cholesterol concentration was from the restriction treatment of the 60-day period, 59.88 ± 20.84 mg dL⁻¹, however, this value is still higher than the cholesterol concentration of the *P. expansa* from the work of Tavares-Dias et al. (2009) which was 35.7 ± 15.0 mg dL⁻¹, a similar comparison of values was made with the study by Oliveira-Júnior et al. (2009), also with *P. expansa*, in a study to reference biochemistry values of this species. But, the plasma cholesterol concentration of *P. unifilis*, in all treatments, was lower than the ones found by Santos et al. (2005) that referenced biochemistry values in a study with 46 *P. expansa* in commercial breeding facility, which was 106.93 ± 21.03 mg dL⁻¹.

Plasma triglyceride concentration of the restriction treatment of the 30-day refeeding period was 85.73 ± 74.28 mg dL⁻¹, the highest value found in this study. Comparing to the study by Santos et al. (2005) with 46 specimens of *P. expansa* kept in breeding facility, in which 127.65 ± 100.86 mg dL⁻¹ was obtained as reference value for this animal, we notice that the highest value for *P. unifilis* is below the value referenced by Santos et al. (2005).

In the deprivation treatment of the 60-day period, it is possible to observe the plasm triglyceride concentration as equal to $13.53 \pm 6.15 \text{ mg dL}^{-1}$, the lowest value for this variable in the study. Thus, it is possible to affirm that the suspension of nutrient ingestion by the animals promotes the decrease of triglycerides concentration, but when feed is resumed, the return to values that are similar to the ones of the continuously fed animals, control group, occurs with only 30 days of refeeding. Comparing to the values from the study by Oliveira-Júnior et al. (2009) with 28 specimens of cultivated *P. expansa*, we have plasma triglycerides concentration of $35.4 \pm 19.73 \text{ mg dL}^{-1}$, except for the value for deprivation of the 60-day period, this value is lower than the other values found in this study with *P. unifilis*. Such differences can reside in the peculiarities of management, food and frequency of feeding.

The plasma total protein concentration, out of all the biochemical variables studied in *P. unifilis*, were the ones that had the most approximate values among the 3 treatments. With the highest value being obtained by the control treatment of the 60-day period, $3.46 \pm 0.57 \text{ g dL}^{-1}$, and the lowest by the deprivation of the same period, $2.35 \pm 0.45 \text{ g dL}^{-1}$, Santos et al. (2005) in a study with 46 *P. expansa* in commercial breeding facility referenced the plasma total protein concentration at $4.43 \pm 0.55 \text{ g dL}^{-1}$, such value is superior to the plasma total protein concentration of *P. unifilis*.

Despite undergoing some decreases in the reference values, for some authors (Bolten e Bjorndal 1992, Chandavar e Naik 2004, Santos et al. 2005) the values for hematology and biochemistry of the turtles kept in captivity can be different from the values observed in the turtles of free life, according to Bolten e Bjorndal (1992) e Santos et al. (2005), such differences can be related to the stress provoked by the management and by the artificial feed, making the establishment of reference blood values and

comparisons between individuals and populations difficult (Frair 1977, Gottdenker e Jacobson 1995, Pires et al. 2006). The yellow spotted Amazon river turtles have a much greater resistance to food restriction and deprivation. The use of food restriction alternating with refeeding is a viable way to be applied in the commercial cultivation, because if worked properly, it is possible to develop the animal and cheapen the costs of its management in commercial breeding facilities. The long experimental period of this study, 60 days for the food deprivation, did not bring the yellow spotted Amazon river turtles to death and did not cause them irreparable damages.

Future studies could analyze other parameters that this study did not observe, such as oxidative stress at tissue level, in muscle, liver and brain, mainly, and histology of the intestine aiming to observe the behavior of the microvilli with the reduction of nutrient ingestion for short and long periods, besides the formulation of a study to establish reference values for biochemistry and hematology of *P. unifilis*, since these types of works are scarce for this species.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

To Embrapa Amapá for the support. To Unifap/PPGBio for the offer of the Masters in Tropical Biodiversity course, CAPES for the master's scholarship and the Banco da Amazônia for the project financing.

7. REFERENCES

- Adams, C. I. M., Baker, J. E., & Kjellerup, B. V. (2016). Toxicological effects of polychlorinated biphenyls (PCBs) on freshwater turtles in the United States. *Chemosphere*, **154**, 148–154. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.03.102>
- Anderson, D. P., Siwicki, A. K., & Rumsey, G. L. (1995). Injection or immersion delivery

- of selected immunostimulants to trout demonstrate enhancement of nonspecific defense mechanisms and protective immunity. In M. Shariff, J. R. Arthur, & J. P. Subasinghe (Eds.), *Diseases in Asian Aquaculture II* (pp. 413–426). Manila, Phillipines: Fish Health Section, Asian Fisheries Society.
- Araújo, J. da C., Palha, M. das D. C., & Rosa, P. V. e. (2013). Nutrição na quelonicultura - Revisão. *Resvista Eletrônica Nutritime*, **10**, 2828–2871.
- Arena, P. C., & Warwick, C. (1995). Miscellaneous factors affecting health and welfare. In C. Warwick, F. L. Frye, & J. B. Murphy (Eds.), *Health and Welfare of Captive Reptiles* (pp. 263–283). Dordrecht: Springer Netherlands.
http://doi.org/10.1007/978-94-011-1222-2_12
- Arena, P. C., Warwick, C., & Steedman, C. (2014). Welfare and environmental implications of farmed sea turtles. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, **27**(2), 309–330. <http://doi.org/10.1007/s10806-013-9465-8>
- Bolten, A. B., & Bjorndal, K. A. (1992). Blood profiles for a wild population of green turtles (*Chelonia mydas*) in the southern Bahamas: size-specific and sex-specific relationships. *Journal of Wildlife Diseases*, **28**(3), 407–13.
<http://doi.org/10.7589/0090-3558-28.3.407>
- Campbell, T. (1998). Interpretation of the reptilian blood profile. *Exotic Pet Practice*, **3**(5), 33–37.
- Caputo, F. P., Canestrelli, D., & Boitani, L. (2005). Conserving the terecay (*Podocnemis unifilis*, Testudines: Pelomedusidae) through a community-based sustainable harvest of its eggs. *Biological Conservation*, **126**(1), 84–92.
<http://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.05.004>

- Chandavar, V. R., & Naik, P. R. (2004). Variation in plasma glucose and pancreatic β cells in the turtle, *Lissemys punctata* (order: Chelonia; family: Trionychidae). *Acta Zoologica*, *85*(2), 113–118. <http://doi.org/10.1111/j.0001-7272.2004.00163.x>
- Chandavar, V. R., Raghu, N., Lalitha, R., & Naik, P. R. (2013). Biochemical indices to monitor health status with respect to reproductive cycle of *Melanochelys trijuga*. *Journal of Applied and Natural Science*, *5*, 118–124.
- Chatakondi, G. (2001). Application of compensatory growth to enhance production in channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal Of The World Aquaculture Society*, *32*(3), 278–285. <http://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00451.x>
- Christopher, M. M., Berry, K. H., Wallis, I. R., Nagy, K. A., & Henen, B. T. (1999). Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the mojave desert. *Journal of Wildlife Diseases*, *35*, 212–238.
- Da Silva, R. S. M., & Migliorini, R. H. (1990). Effects of starvation and refeeding on energy-linked metabolic processes in the turtle (*Phrynops hilarii*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, *96*(3), 415–419. [http://doi.org/10.1016/0300-9629\(90\)90105-2](http://doi.org/10.1016/0300-9629(90)90105-2)
- Dessauer, H. C. (1970). Blood chemistry of reptiles: Physiological and evolutionary aspects. In C. Gans (Ed.), *Biology of the reptilia* (pp. 1–73). New York: Academic Press.
- Frair, W. (1977). Sea turtle red blood cell parameters correlated with carapace lengths. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Physiology*, *56*(4), 467–472. [http://doi.org/10.1016/0300-9629\(77\)90269-9](http://doi.org/10.1016/0300-9629(77)90269-9)

- Gao, Y., & Lee, J. Y. (2012). Compensatory responses of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feed-deprivation regimes. *Fisheries and Aquatic Science*, *15*(4), 305–311. <http://doi.org/10.5657/FAS.2012.0305>
- Goldberg, D. W., Wanderlinde, J., Freire, I. M. A., Silva, L. C. P. da, & Almosny, N. R. P. (2011). Plasma biochemistry profile determination for wild loggerhead sea turtles nesting in Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brazil. *Ciência Rural*, *41*, 143–148.
- Gomiero, T., Giampietro, M., Bukkens, S. G. F., & Paoletti, M. G. (1997). Biodiversity use and technical performance of freshwater fish aquaculture in different socioeconomic contexts: China and Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *62*, 169–185. [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01136-X](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01136-X)
- Gottdenker, N. L., & Jacobson, E. R. (1995). Effect of venipuncture sites on hematologic and clinical biochemical values in desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *American Journal of Veterinary Research*, *56*(1), 19–21.
- Hayward, R. S., & Wang, N. (2001). Failure to induce over-compensation of growth in maturing yellow perch. *Journal of Fish Biology*, *59*, 126–140. <http://doi.org/10.1006/jfbi.2001.1634>
- Hornick, J. L., Van Eenae, C., Gérard, O., Dufrasne, I., & Istasse, L. (2000). Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, *19*(2), 121–132. [http://doi.org/10.1016/S0739-7240\(00\)00072-2](http://doi.org/10.1016/S0739-7240(00)00072-2)
- Hou, C., Bolt, K. M., & Bergman, A. (2011). A general model for ontogenetic growth under food restriction. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, *278*(1720), 2881–2890. <http://doi.org/10.1098/rspb.2011.0047>

- Klemens, M. W., & Thorbjarnarson, J. B. (1995). Reptiles as a food resource. *Biodiversity and Conservation*, **298**, 281–298.
- Labrada-Martagón, V., Tenorio Rodríguez, P. A., Méndez-Rodríguez, L. C., & Zenteno-Savín, T. (2011). Oxidative stress indicators and chemical contaminants in East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) inhabiting two foraging coastal lagoons in the Baja California peninsula. *Comparative Biochemistry and Physiology - C Toxicology and Pharmacology*, **154**(2), 65–75.
<http://doi.org/10.1016/j.cbpc.2011.02.006>
- Luz, V. L. F., Stringhini, J. H., Bataus, Y. S. L., Assis de Paula, W., Novais, M. N., & Reis, I. J. (2003). Morfometria do Trato Digestório da Tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) Criada em Sistema Comercial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **32**(1), 10–18.
- Melo, L. A. S., Izel, A. C. U., Andrade, P. C. M., Silva, A. V. da, & Hossaine-Lima, M. das G. (2003). *Criação de tartaruga na Amazônia (Podocnemis expansa)* (1ª). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.
- Metin, K., Turkozan, O., Kargin, F., Basimoglu Koca, Y., Taskavak, E., & Koca, S. (2006). Blood cell morphology and plasma biochemistry of the captive European pond turtle *Emys orbicularis*. *Acta Veterinaria Brno*, **75**(1), 49–55.
<http://doi.org/10.2754/avb200675010049>
- Nikki, J., Pirhonen, J., Jobling, M., & Karjalainen, J. (2004). Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture*, **235**(1–4), 285–296. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.10.017>
- Oliveira-Júnior, A. A., Tavares-Dias, M., & Marcon, J. L. (2009). Biochemical and

- hematological reference ranges for Amazon freshwater turtle, *Podocnemis expansa* (Reptilia: Pelomedusidae), with morphologic assessment of blood cells. *Research in Veterinary Science*, **86**(1), 146–151. <http://doi.org/10.1016/j.rvsc.2008.05.015>
- Pires, T. T., Rostan, G., & Guimarães, J. E. (2006). Hemograma e determinação da proteína plasmática total de tartarugas marinhas da espécie *Caretta caretta* (Linnaeus , 1758), criadas em cativeiro, Praia do Forte , município de Mata de São João - Bahia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, **43**, 348–353.
- Price, E. R., Jones, T. T., Wallace, B. P., & Guglielmo, C. G. (2013). Plasma triglycerides and β -hydroxybutyrate predict feeding status in green turtles (*Chelonia mydas*): Evaluating a single blood sample method for assessing feeding/fasting in reptiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **439**, 176–180. <http://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.11.005>
- Prieto-Torres, D. A., Hernández, J. L., Henríquez, A. R. B., Alvarado, M. C., & Dávila, M. J. (2013). Blood biochemistry of the breeding population of green turtles (*Chelonia mydas*) in the Aves Island Wildlife Refuge, Venezuela. *South American Journal of Herpetology*, **8**(3), 147–154. <http://doi.org/10.2994/SAJH-D-13-00010.1>
- Rangel-Mendoza, J. A., Sanchez-Gonzalez, I. A., Lopez-Luna, M. A., & Weber, M. (2014). Health and aquatic environment assessment of captive Central American river turtles, *Dermatemys mawii*, at two farms in Tabasco, Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, **13**(1), 96–109. <http://doi.org/10.2744/CCB-1040.1>
- Rebêlo, G., & Pezzuti, J. (2000). Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. *Ambiente & Sociedade*, (6–7), 85–

104. <http://doi.org/10.1590/S1414-753X2000000100005>

Roark, A., Bjorndal, K., & Bolten, A. (2009). Compensatory responses to food restriction in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*). *Ecology*, **90**(9), 2524–34. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19769130>
<http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/08-1835.1>

Rossini, M., Blanco, P. A., Marín, E., Comerma-Steffensen, S., & Zerpa, H. (2012). Haematological values of post-laying Arrau turtle (*Podocnemis expansa*) in the Orinoco river, Venezuela. *Research in Veterinary Science*, **92**(1), 128–131. <http://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.10.026>

Russell, N. R., & Wootton, R. J. (1992). Appetite and growth compensation in the European minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae), following short periods of food restriction. *Environmental Biology of Fishes*, **34**(3), 277–285. <http://doi.org/10.1007/BF00004774>

Sá, V. A., Quintanilha, L. C., Freneau, G. E., Lucia, V., Luz, 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*, 2004, **33**, 2351–2358.

Santos, A. L. Q., Ferreira, C. G., Pinto, J. G. S., Lima, C. A. P., Vieira, L. G., & Brito, F. M. M. (2010). Radiographic anatomy aspects and gastrointestinal transit time in *Podocnemis unifilis* Tröschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, **32**(4), 431–435. <http://doi.org/10.4025/actascibiols.v32i4.5082>

- Santos, A. L. Q., Malta, T. S., Mundim, A. A., Alves Júnior, J. R. F., & Carvalho, S. F. M. (2005). Variação dos constituintes bioquímicos sanguíneos de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*, Schweigger 1812) (TESTUDINATA) mantidas em criatório comercial. *Archives of Veterinary Science*, **10**(3), 1–8.
- Schneider, L., Ferrara, C., & Vogt, R. C. (2010). Description of behavioral patterns of *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824) (Testudines: Podocnemidae) (Red-headed river turtle) in captivity, Manaus, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, **40**(4), 763–770.
- Sheil, C. a., & Zaharewicz, K. (2014). Anatomy of the fully formed chondrocranium of *Podocnemis unifilis* (Pleurodira: Podocnemididae). *Acta Zoologica*, **95**(3), 358–366. <http://doi.org/10.1111/azo.12033>
- Souza, V. L., Urbinati, E. C., Martins, M. I. E. G., & Silva, P. C. (2003). Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **32**(1), 19–28. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0346343805&partnerID=40&md5=cd6c411fdd5f707143e1a81f6b903d98>
- Tavares-dias, M., Oliveira-junior, A. A., Silva, M. G., Marcon, J. L., & Barcellos, J. F. M. (2009). Comparative hematological and biochemical analysis of giant turtles from the Amazon farmed in poor and normal nutritional conditions, **79**(6), 601–610.
- Tian, X., & Qin, J. G. (2004). Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, **235**(1–4), 273–283. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.09.055>

- Troiano, J. C., & Silva, M. C. (1998). Valores hematológicos de referência en tortuga terrestre argentina (*Chelonoidis chilensis chilensis*). *Analecta Veterinaria*, **470**(1405), 47–51.
- Warwick, C., Arena, P., Lindley, S., Jessop, M., & Steedman, C. (2013). Assessing reptile welfare using behavioural criteria. *In Practice*, **35**, 123–131. <http://doi.org/10.1136/inp.f1197>
- Xie, S., Zhu, X., Cui, Y., Wootton, R. J., Lei, W., & Yang, Y. (2001). Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology*, **58**(4), 999–1009. <http://doi.org/10.1006/jfbi.2000.1505>
- Xu, C., Xu, W., & Lu, H. (2014). Compensatory growth responses to food restriction in the Chinese three-keeled pond turtle, *Chinemys reevesii*. *Springer Plus*, **3**, 1–7.
- Yoshioka, E. T. O., Costa, R. de A., Brasiliense, A. R. P., Castelo, A. S., Martins, A. C. D., Silva, B. M. P. da, & Damasceno, L. F. (2015). Perfil hematológico e bioquímico de filhotes de tracajás (*Podocnemis unifilis*) alimentados com níveis variados de proteína bruta. In M. Tavares-dias & W. dos S. Mariano (Eds.), *Aquicultura no Brasil : Novas Perspectivas* (Vol. 1, pp. 31–44). São Carlos: Pedro & João Editores.
- Zhang, J., Hu, L., Ren, W., Guo, L., Tang, J., Shu, M., & Chen, X. (2016). Rice-soft shell turtle coculture effects on yield and its environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **224**, 116–122. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.045>

8. TABLE

Table 1 – Initial and final weights and percentage of weight increase of yellow spotted Amazon river turtle (*P. unifilis*) from experimental groups: Feed, Restricted and Deprived after a period of 60 days and after refeeding of 30 days.

		Initial weight (g kg ⁻¹)	Final weight (g kg ⁻¹)	% increase
60 Days	Feed	648.57 ± 74.00a	753.83 ± 84.64a	16.22
	Restricted	640.52 ± 109.87a	750.67 ± 146.91a	17.19
	Deprived	588.47 ± 65.00a	646.00 ± 78.78a	9.77
Refeeding	Feed	676.54 ± 74.37a	794.58 ± 87.00a	17.44
	Restricted	652.77 ± 106.25a	724.50 ± 127.66a	10.98
	Deprived	607.13 ± 57.43a	665.08 ± 51.41b	9.54

Data are expressed as mean ± SD. Same small letters on the same line indicate that there is no significant difference ($P > 0.05$) between them; different capital letters on the same line indicate significant statistical difference ($P < 0.05$); parametric test (ANOVA) was used predominantly.

Table 2 – Hematocrit (Ht), hemoglobin concentration (Hb), erythrocytes count (RBC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) and respiratory activity of leukocytes (Burst) (mean $\pm$ standard deviation) of the yellow spotted Amazon river turtle of control (C), restricted (R) and deprived (D) groups after experimental period 60 days and after 30 days of refeeding.

Period		HCT (%)	HB (g dL ⁻¹)	RBC (x10 ⁶ μL ⁻¹)	MCV (fL)	MCH (g dL ⁻¹)	MCHC (g dL ⁻¹)	Burst
60 Days	C	21.70 ± 5.54 a	8.47 ± 3.95 a	0.29 ± 0.28 a	1226.66 ± 708.95 a	36.23 ± 13.19 a	37.85 ± 18.95 a	0.20 ± 0.06 A,a
	R	22.10 ± 4.46 a	6.57 ± 1.98 a	0.20 ± 0.09 a	1234.77 ± 456.20 a	34.81 ± 12.31 a	31.08 ± 10.76 a	0.17 ± 0.04 a,b
	D	21.67 ± 3.92 a	6.32 ± 1.17 a	0.22 ± 0.10 a	1180.33 ± 577.25 a	34.08 ± 15.81 a	29.34 ± 4.10 a	0.14 ± 0.02 B,b*
Refeeding – 30 Days	C	22.30 ± 3.43 a	6.25 ± 1.56 a	0.20 ± 0.09 a	1446.4 ± 769.53 a	35.50 ± 14.26 B	27.77 ± 7.69 a	0.17 ± 0.02 a
	R	19.50 ± 6.26 a	5.53 ± 1.74 a	0.28 ± 0.16 a	1090.19 ± 1222.3 a	35.98 ± 42.09 A,a	31.08 ± 10.76 a	0.17 ± 0.03 a
	D	18.00 ± 6.50 a	4.63 ± 1.33 a	0.24 ± 0.11 a	1183.63 ± 1602.7 a	29.40 ± 34.62 C,a	29.34 ± 4.10 a	0.21 ± 0.06 a*

Different small letters in the same line indicate that there is significant difference ($P < 0.05$) between groups kept for 60 days in experimental treatment; Different capital letters on the same line indicates significant statistical difference ($P < 0.05$) between ‘refeeding’ groups; * indicates statistical difference ($P < 0.05$) between different periods of the same experimental group and no * that there is no statistically significant difference ($P > 0.05$). There was a predominance of the use of parametric test (ANOVA).

Table 3 – Data are expressed as mean $\pm$ SD of the biochemical variables (albumin, glucose, cholesterol, triglycerides and total proteins) of the yellow spotted Amazon river turtle of control (C), restriction (R) and deprivation (D) groups after 60 days of experimental period and after 30 days of refeeding.

		Albumin (g dL ⁻¹)	Glucose (mg dL ⁻¹)	Cholesterol (mg dL ⁻¹)	Triglycerides (mg dL ⁻¹)	Total Proteins (g dL ⁻¹)
60 Days	C	2.26 $\pm$ 0.40a	38.82 $\pm$ 10.03a	98.73 $\pm$ 36.26Aa	79.38 $\pm$ 41Aa	3.46 $\pm$ 0.57Aa
	R	2.31 $\pm$ 0.98a	38.30 $\pm$ 9.69a	59.88 $\pm$ 20.84Bb*	52.42 $\pm$ 30.06aC	3.14 $\pm$ 0.47aB
	D	1.82 $\pm$ 0.87a	37.99 $\pm$ 10.72a	87.04 $\pm$ 39.69ab	13.53 $\pm$ 6.15B*	2.35 $\pm$ 0.45C
Refeeding – 30 Days	C	2.61 $\pm$ 1.38a	35.82 $\pm$ 8.07a	82.27 $\pm$ 28.33a	80.84 $\pm$ 52.13a	3.31 $\pm$ 0.48a
	R	1.57 $\pm$ 0.43a	40.61 $\pm$ 7.27a	84.80 $\pm$ 28.90a*	85.73 $\pm$ 74.28a	3.33 $\pm$ 0.64a
	D	1.51 $\pm$ 0.66a	43.35 $\pm$ 9.29a	73.12 $\pm$ 7.93a	76.39 $\pm$ 29.22a*	2.72 $\pm$ 0.71a

Equal lowercase letters on the same line indicate that there is no statistically significant difference ($P > 0.05$); Different capital letters on the same line indicates significant statistical difference ($P < 0.05$); * indicates statistical difference ($P < 0.05$) between different periods of the same experimental group and no * that there is no statistically significant difference ($P > 0.05$). There was a predominance of the use of parametric test (ANOVA).

6. CONCLUSÕES

- Os tracajás possuem grande resistência à restrição e privação alimentar, pois o período experimental de 60 dias não levou nenhum animal a óbito e nem causou danos irreparáveis nas variáveis analisadas (hematologia e bioquímica).
- O presente estudo mostrou a viabilidade de realizar uma redução de 50% na taxa de alimentação dos tracajás, trazendo benefícios para o produtor pela redução de gastos durante a produção desses animais cultivados.
- Os animais submetidos à restrição alimentar mostraram ganho de peso similar aos animais que receberam alimentação todos os dias, resultando num crescimento corporal, embora tenha sido menor que o crescimento do grupo que recebeu alimento todos os dias. Esta taxa de crescimento inferior do grupo restrito quando comparado ao grupo controle não indicou crescimento compensatório;
- O uso da restrição alimentar alternada com realimentação é viável no cultivo comercial, pois pode-se promover o desenvolvimento do animal, barateando os custos para sua produção.
- Estudos futuros sobre a fisiologia de tracajás são necessários com a realização de análises como estresse oxidativo em músculo, fígado e cérebro, e análise histológica do intestino, a fim de se observar o comportamento das microvilosidades com a diminuição da ingestão de nutrientes por curtos e longos períodos. A realização de um estudo para estabelecer valores bioquímicos e hematológicos de referência para a espécie *P. unifilis*, poderia também promover o aumento de conhecimento sobre esta espécie.
- Portanto, conhecer o comportamento fisiológico do tracajá *P. unifilis*, considerando o presente trabalho, viabiliza a produção comercial de modo a atender à demanda de produtos proporcionando a diminuição da pressão da exploração ilegal, consolidando meios de proteção e conservação da espécie e contribuindo para a potencialidade de cultivo de tracajá pelos produtores da região.

7. ANEXOS

7.1. Parecer CEUA

Embrapa

Amapá

Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA-CPAFAP)

Formulário de protocolo

Número do protocolo: 001-CEUA/CPAFAP

Memorando Interno: ETOY-04/2016

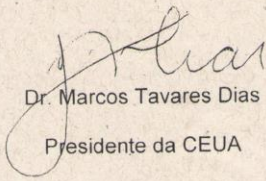
Data da Entrada: 18/05/2016

Período do Projeto: junho a dezembro de 2016

Título do Projeto: Avaliação do uso da restrição alimentar sobre os parâmetros zootécnicos e fisiológicos de traçajás *Podocnemis unifilis*

Pesquisador Responsável: Dra. Eliane Tie Oba Yoshioka

Macapá, 12/07/2016.


Dr. Marcos Tavares Dias
Presidente da CEUA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Rod. Juscelino Kubitschek, km 5, Nº 2600, CEP 68903-419, Macapá, AP
C. Postal 10 - Telefone (96) 4009-9500 - Fax (96) 4009-9501
www.cpaafap.embrapa.br

7.2. Carta aceite periódico

20012017 ScholarOne Manuscripts

 Aquaculture Nutrition

[Home](#)

[Author](#)

Submission Confirmation [Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to
 Aquaculture Nutrition

Manuscript ID
 ANU-17-020

Title
 HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES OF YELLOW SPOTTED AMAZON RIVER TURTLE (*Podocnemis unifilis*) SUBMITTED TO RESTRICTION AND FOOD DEPRIVATION DURING MANAGEMENT

Authors
 Pamphilio-Júnior, Hélio
 Almeida, Paulo Eric
 Yoshioka, Eliane

Date Submitted
 20-Jan-2017

Author Dashboard