



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
E RECURSOS PESQUEIROS



**NÍVEIS DE ENERGIA PARA MATRIZES DE TARTARUGA (*Podocnemis expansa*,
Schweigger, 1812) EM CATIVEIRO NO AMAZONAS**

RAMON DUQUE MELO

Manaus - Amazonas

Março, 2026

RAMON DUQUE MELO

**NÍVEIS DE ENERGIA PARA MATRIZES DE TARTARUGA (*Podocnemis expansa*,
Schweigger, 1812) EM CATIVEIRO NO AMAZONAS**

Orientador: Dr. Paulo Cesar Machado Andrade

Coorientador: Dr. Wallice Luiz Paxiúba Duncan.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas como requisito final para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração Produção Animal.

Manaus - Amazonas

Março, 2026

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

-
- M528n Melo, Ramon Duque
Níveis de energia para matrizes de tartaruga (*Podocnemis expansa*,
Schweigger, 1812) em cativeiro no Amazonas / Ramon Duque Melo. -
2026.
135 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Paulo Cesar Machado Andrade.
Coorientador(a): Wallice Luiz Paxiúba Duncan.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de
Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Manaus, 2026.
1. Quelônios. 2. Conservação. 3. Nutrição. 4. Reprodução. 5. Criação. I.
Andrade, Paulo Cesar Machado. II. Duncan, Wallice Luiz Paxiúba. III.
Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal e Recursos Pesqueiros. IV. Título
-



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
PPG em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros



DEFESA PÚBLICA DE TESE DE DOUTORADO

Aluno(a): Ramon Duque Melo

Nível: () Mestrado (X) Doutorado

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador(a): Dr. Paulo Cesar Machado Andrade

Título: Níveis de energia para matrizes de tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*, Shweigger, 1812) em cativeiro no Amazonas

BANCA EXAMINADORA

Titulares	Parecer	Assinatura
Dr. Paulo Cesar Machado Andrade – Presidente Universidade do Federal do Amazonas	(X) Aprovação () Reprovação	
Dr. Paulo Henrique Guimarães de Oliveira – Membro Universidade do Federal do Amazonas	(X) Aprovação () Reprovação	Documento assinado digitalmente PAULO HENRIQUE GUIMARÃES DE OLIVEIRA Data: 24/03/2026 15:56:52-0300 Verifique em https://validar.ji.gov.br
Dra. Aldeniza Cardoso de Lima – Membro Universidade do Federal do Amazonas	(X) Aprovação () Reprovação	Documento assinado digitalmente ALDENIZA CARDOSO DE LIMA Data: 24/03/2026 17:10:00-0300 Verifique em https://validar.ji.gov.br
Dr. Jânderson Rocha Garcez – Membro Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas	(X) Aprovação () Reprovação	Documento assinado digitalmente JANDERSON ROCHA GARCEZ Data: 24/03/2026 14:20:58-0300 Verifique em https://validar.ji.gov.br
Dra. Vanessa Souza Altino – Membro Universidade Federal do Oeste do Pará	(X) Aprovação () Reprovação	Documento assinado digitalmente VANESSA SOUZA ALTINO Data: 24/03/2026 14:20:14-0300 Verifique em https://validar.ji.gov.br

Manaus (AM), 24 de março de 2026.

Resultado Final: (X) Aprovação
() Reprovação



Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros
Bloco Pós-Graduação ICB/FCA, Setor Sul do Campus da Universidade Federal do Amazonas
Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, nº 6200, Bairro Coroado I
CEP 69077-000, Manaus, Amazonas, Brasil
Contato: ppgcarp@ufam.edu.br (Coordenação) / ppgcarpssecretaria@ufam.edu.br (Secretaria)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pela minha família e por ter me dado a oportunidade de me dedicar integralmente aos estudos até hoje. Queria agradecê-lo por ter me colocado em uma família estruturada, paciente e amorosa, e ter me concedido a honra de ter melhor mãe do mundo. Em tudo daí graças.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Maria Lucinete e Pedro Carlos, por todo apoio, incentivo, ajuda, exemplo, amor e principalmente por serem presentes em todos os momentos da minha caminhada. Aos meus irmãos Lucas e Thalia, pela paciência (nem sempre), parceria, amizade e principalmente responsabilidades compartilhadas. À minha tia Maria Olimpia por todo apoio e auxílio nesses 13 anos de Manaus, sou muito grato a senhora, és uma mãe para mim e meus irmãos.

Ao Professor e meu Orientador Dr. Paulo Andrade pela orientação, paciência, apoio, críticas, conversas, resiliência e sabedoria compartilhada ao longo deste doutorado. Expresso aqui a minha profunda gratidão ao senhor, obrigado pela oportunidade de poder contribuir com os nossos quelônios. O senhor sabe o quanto é difícil mudar de área, e mais difícil ainda no doutorado, mas sempre busquei ajustar a “bússola”, buscar conhecimentos e agregar ao nosso Laboratório de Animais Silvestres (LAS/UFAM). Seus conselhos, críticas, viagens, correções sempre foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e acadêmico e desenvolvimento da minha pesquisa. Meu muito obrigado.

Ao professor e meu Coorientador Prof. Dr. Wallice Duncan sua dedicação em me auxiliar e apoiar nas etapas e elaboração dos melhores parâmetros nutricionais que poderiam ajudar na explicação dos resultados de campo do experimento. Obrigado por todos os ensinamentos e auxílio nas análises bioquímicas e correções do artigo sobre esses parâmetros.

Ao Professor Dr. João Paulo Rufino, por todo o apoio, paciência, amizade e resiliência na tarefa de me ajudar na realização das análises estatísticas, por sempre confiar que tudo daria certo, pelas correções dos artigos, pelas traduções e pelas conversas e análises críticas sobre o trabalho.

A todos do Laboratório de Animais Silvestres e Projeto Pé-de-Pincha, em especial Tayanne da Silva Lopes e seu esposo Leonardo, Gilberto Batista Viana Filho, Ruben Rodrigues, Ândrya Drummond Batista, Aline Kelly Lima, Antônio Carlos Jesus, Luana Malheiros Ferreira, Eleyson Barboza, João Alfredo Duarte, Midian Salgado, Emilly Veiga, Paulo Torres, Dona Sandra e demais colegas pela ajuda e apoio nas nossas coletas de campo antes, durante e após o período reprodutivo. Ao seu José de Silva Vasconcelos (*in memoriam*), saudoso seu Vasco, proprietário da Fazenda Bicho do Rio, por abrir as porteiras da fazenda para as nossas ideias,

pela parceria, amizade, jogos de dominó e pela consideração como membro da família nesses últimos 5 anos, a sua contribuição para a quelonicultura do Amazonas está eternizada nessa e em outras pesquisas. Meu muito obrigado meu amigo.

Ao PPGCARP, por meio dos docentes, discentes e coordenação, que apoiaram de forma essencial o trabalho, garantindo sua realização.

À FAPEAM (Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Amazonas), pela concessão da bolsa e pelas ajudas de custo que fizeram essa pesquisa possível.

A todos que contribuíram com este trabalho e com a criação e conservação dos quelônios.

Por fim, dedico este trabalho a todos aqueles que acreditaram em mim, mesmo nos momentos em que até eu mesmo não acreditava. Este doutorado é fruto de muita persistência, resiliência, paciência, não é apenas uma conquista pessoal, mas um testemunho do poder da perseverança, da dedicação e do apoio mútuo. Agradeço à educação, força transformadora que ilumina caminhos e amplia oportunidades. Foi por meio dela que encontrei oportunidades de crescimento intelectual, desenvolvimento humano e construção de conhecimento. A educação não apenas molda profissionais, mas forma cidadãos críticos, capazes de compreender e transformar a realidade em que vivem. Assim, reconheço seu papel fundamental em minha trajetória acadêmica e pessoal, sendo a base que sustenta a busca continua pelo saber e pelo progresso da sociedade. Sou eternamente grato a todos que de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada, meu muito obrigado.

E finalizo com um versículo que representa este momento: “Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão de Senhor fez isso” Isaías: 41:20.

RESUMO

A criação de quelônios com finalidade comercial é permitida por meio da Instrução normativa IBAMA nº 07/2015. A alimentação dos animais é um fator principal no sucesso do empreendimento. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de níveis de energia (EB) e proteína bruta (PB) em dietas para matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em cativeiro no Amazonas. Isso foi feito, primeiramente, através de um diagnóstico dos índices reprodutivos da tartaruga (*P. expansa*) e da alimentação fornecida em 20 criações comerciais no Amazonas, com base nos dados dos relatórios anuais do período de 2004-2024 repassados pelo IBAMA e pelo Laboratório Animais Silvestres/UFAM. Também foi realizado um experimento a campo para testar a influência de diferentes níveis de energia bruta (3.900 e 4.600 kcal/kg) na alimentação de matrizes e reprodutores de tartaruga em cativeiro sobre os índices produtivos, reprodutivos, desempenho dos filhotes e perfil bioquímico desses animais em cativeiro. Os resultados do diagnóstico e análise dos dados retrospectivos de 2004 a 2024, provenientes de 20 propriedades rurais licenciadas, em um total de 131.127 matrizes ($374,65 \pm 287,46$ fêmeas/fazenda/ano) demonstram que já foram produzidos mais de 2.240 e 139 mil filhotes. Os níveis de EB variaram de 2.275 a 4.337 kcal/kg e os de PB de 25 a 45%. Em 100% dos criadores é fornecida ração comercial de peixes com alguns complementos (coprodutos ou subprodutos). O peso médio das matrizes foi de $24,4 \pm 7,1$ kg, com número de ninhos (2.240 ninhos; média= 14,4 ninhos/criador/ano), média de ovos ($92,9 \pm 14,3$ ovos/ninho), produção de filhotes (139.427 filhotes; média= $911,3 \pm 2.542,5$ filhotes/criador/ano), taxa de eclosão ($62,9 \pm 26,9\%$) e filhotes por ninho ($60,1 \pm 26,8$). Houve correlações positivas entre o peso e o número de ninhos, de ovos e de filhotes. Dietas com maiores níveis de energia bruta entre 3.000-3.900 kcal/kg e de proteína bruta entre 30-39% tenderam estar associadas a melhores índices de peso corporal (26,7 kg), número médio de ninhos (24,9 ninhos), de ovos (2.342 ovos), de filhotes (1.793 filhotes) e uma maior produtividade de ninhos (7,8 %) e filhotes por matriz (5,5 filhotes/matriz/ano). Mas as melhores taxas de eclosão ($68,9 \pm 18,2\%$) e de filhotes por ninho ($67,9 \pm 21,5$) foram obtidas com menores níveis energéticos (2250-2900 kcal/kg) e proteicos (25-29% PB). O estudo de campo foi conduzido nas instalações da Fazenda Bicho do Rio, km 26, AM 070, Iranduba Amazonas. Foram utilizadas duas dietas para os animais: T0 – ração Nutripiscis 28% de PB e 3900 kcal/kg de EB e T1 – ração Multifôs 28% de PB e 4600 kcal/kg de EB. Os animais foram pesados antes do início do experimento para adequar as quantidades de ração fornecidas, sendo na faixa de 1% do peso vivo do lote ao dia. Antes e após o período reprodutivo foram capturados aleatoriamente 10 fêmeas e 10 machos de cada tratamento para coleta de 3mL de sangue para

análises de perfil bioquímico (proteínas totais, glicose, triglicerídeos, colesterol, ureia, ácido úrico, cálcio e fósforo). Também foram registradas informações reprodutivas da desova e acompanhamento do período reprodutivo e posteriormente a eclosão dos filhotes e sexagem. Fêmeas alimentadas com 4.600 kcal/kg apresentaram maior peso corporal ($43,14 \pm 8,59$ kg) em comparação às alimentadas com 3.900 kcal/kg ($33,11 \pm 7,55$ kg). Ovos oriundos do tratamento mais energético apresentaram maior comprimento ($39,83 \pm 1,63$ mm vs. $37,61 \pm 2,00$ mm) e peso ($39,18 \pm 3,53$ g vs. $31,87 \pm 4,43$ g). Filhotes dessas matrizes nasceram mais pesados ($26,66 \pm 1,97$ g vs. $21,16 \pm 2,78$ g) e apresentaram maior peso aos seis meses de idade ($85,73 \pm 20,77$ g vs. $56,55 \pm 14,45$ g). O maior nível energético esteve associado à menor taxa de eclosão ($27,85 \pm 32,87\%$ vs. $52,64 \pm 33,62\%$) e maior número de ovos inférteis. Os resultados demonstram que o nível energético da dieta materna influencia significativamente o desempenho biométrico e o investimento reprodutivo, promovendo maior crescimento inicial dos filhotes, porém com impacto negativo sobre o sucesso de eclosão. Nas fêmeas, observou-se efeito significativo do ano e da energia da dieta para a maioria dos parâmetros, com maiores concentrações de metabólitos energéticos, proteicos e minerais em animais alimentados com 3.900 kcal/kg (triglicerídeos = $99,89 \pm 71,93$ mg/dL, colesterol = $95,00 \pm 34,71$ mg/dL, glicose = $70,07 \pm 19,72$ mg/dL, cálcio = $8,88 \pm 2,95$ mg/dL e fósforo = $5,31 \pm 2,07$ mg/dL, respectivamente), enquanto a dieta com 4.600 kcal/kg promoveu maiores níveis de ureia ($21,71 \pm 7,46$ mg/dL). Em machos, o fator ano influenciou triglicerídeos, glicose, cálcio e fósforo, e o nível energético afetou apenas o cálcio plasmático ($8,68 \pm 2,69$ mg/dL com 3900 kcal/kg e $7,91 \pm 3,13$ mg/dL com 4600 kcal/kg). A interação energia $\times$ ano foi significativa para proteínas totais e glicose em fêmeas e para ácido úrico em machos. Para o fator sexo todos os parâmetros analisados foram significativos, exceto cálcio, em que as matrizes apresentaram os maiores valores, exceto ureia. Níveis moderados de energia bruta (3.900 kcal/kg) parecem estar associados a um melhor equilíbrio fisiológico em matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia. A energia e a proteína da dieta das matrizes e reprodutores influencia os índices reprodutivos, evidenciando a importância do manejo nutricional adequado para sistemas de criação em cativeiro e estratégias de conservação *ex situ*.

Palavras-chave: Quelônios, conservação, nutrição, reprodução, criação.

ABSTRACT

The commercial farming of chelonians is permitted under IBAMA Normative Instruction No. 07/2015. Animal nutrition is a key factor for the success of such enterprises. This study aimed to evaluate the effects of dietary gross energy (GE) and crude protein (CP) levels in diets for breeding females and males of the Amazon river turtle (*Podocnemis expansa*) raised in captivity in the state of Amazonas, Brazil. This was initially conducted through a diagnostic assessment of reproductive indices and feeding practices of *P. expansa* across 20 commercial farms in Amazonas, based on annual reports from 2004 to 2024 provided by IBAMA and the Wildlife Laboratory of the Federal University of Amazonas. In addition, a field experiment was performed to test the influence of different dietary GE levels (3,900 and 4,600 kcal/kg) on productive and reproductive performance, offspring development, and biochemical profiles of captive breeders. Retrospective data (2004–2024) from 20 licensed farms, comprising a total of 131,127 breeding females (374.65 ± 287.46 females/farm/year), indicate that more than 2,240 clutches and 139,000 hatchlings were produced. Dietary GE levels ranged from 2,275 to 4,337 kcal/kg, while CP ranged from 25 to 45%. All producers (100%) used commercial fish feed supplemented with coproducts or by-products. Mean female body weight was 24.4 ± 7.1 kg. Reproductive parameters included 2,240 nests (mean = 14.4 nests/farm/year), 92.9 ± 14.3 eggs per nest, 139,427 hatchlings (mean = $911.3 \pm 2,542.5$ hatchlings/farm/year), a hatching rate of $62.9 \pm 26.9\%$, and 60.1 ± 26.8 hatchlings per nest. Positive correlations were observed between female body weight and the number of nests, eggs, and hatchlings. Diets containing moderate GE levels (3,000–3,900 kcal/kg) and CP levels (30–39%) were associated with improved body weight (26.7 kg), mean number of nests (24.9), eggs (2,342), hatchlings (1,793), nest productivity (7.8%), and hatchlings per female (5.5 hatchlings/female/year). However, the highest hatching rates ($68.9 \pm 18.2\%$) and hatchlings per nest (67.9 ± 21.5) were observed at lower GE (2,250–2,900 kcal/kg) and CP levels (25–29%). The field trial was conducted at Fazenda Bicho do Rio, located at km 26, AM-070 highway, Iranduba, Amazonas. Two diets were evaluated: T0 – Nutripiscis feed (28% CP; 3,900 kcal/kg GE) and T1 – Multifós feed (28% CP; 4,600 kcal/kg GE). Animals were weighed prior to the experiment to adjust feed supply to approximately 1% of body weight per day. Before and after the reproductive period, 10 females and 10 males per treatment were randomly sampled for blood collection (3 mL) to analyze biochemical parameters (total protein, glucose, triglycerides, cholesterol, urea, uric acid, calcium, and phosphorus). Reproductive data, including nesting, incubation, hatching, and sexing of offspring, were also recorded. Females fed 4,600 kcal/kg exhibited higher body weight (43.14 ± 8.59 kg) compared to those fed 3,900 kcal/kg (33.11 ± 7.55 kg). Eggs from the

higher-energy treatment were larger in length (39.83 ± 1.63 mm vs. 37.61 ± 2.00 mm) and heavier (39.18 ± 3.53 g vs. 31.87 ± 4.43 g). Hatchlings from these females were heavier at birth (26.66 ± 1.97 g vs. 21.16 ± 2.78 g) and at six months of age (85.73 ± 20.77 g vs. 56.55 ± 14.45 g). However, the higher-energy diet was associated with lower hatching rates ($27.85 \pm 32.87\%$ vs. $52.64 \pm 33.62\%$) and a greater number of infertile eggs. These results indicate that maternal dietary energy level significantly influences biometric performance and reproductive investment, promoting enhanced early growth of hatchlings but negatively affecting hatching success. In females, both year and dietary energy level significantly affected most biochemical parameters, with higher concentrations of energy, protein, and mineral metabolites observed in animals fed 3,900 kcal/kg (triglycerides = 99.89 ± 71.93 mg/dL; cholesterol = 95.00 ± 34.71 mg/dL; glucose = 70.07 ± 19.72 mg/dL; calcium = 8.88 ± 2.95 mg/dL; phosphorus = 5.31 ± 2.07 mg/dL), whereas the 4,600 kcal/kg diet resulted in higher urea levels (21.71 ± 7.46 mg/dL). In males, year influenced triglycerides, glucose, calcium, and phosphorus, while dietary energy affected only plasma calcium (8.68 ± 2.69 mg/dL at 3,900 kcal/kg and 7.91 ± 3.13 mg/dL at 4,600 kcal/kg). The interaction between energy and year was significant for total protein and glucose in females and for uric acid in males. Sex had a significant effect on all evaluated parameters except calcium, with females showing higher values for most variables, except urea. Moderate dietary energy levels (3,900 kcal/kg) appear to be associated with improved physiological balance in breeding Amazon river turtles. Overall, dietary energy and protein levels significantly influence reproductive performance, highlighting the importance of proper nutritional management in captive breeding systems and ex situ conservation strategies.

Keywords: Chelonians, conservation, nutrition, reproduction, farming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diversidade de quelônios continentais e crocodilianos no Biomas Brasileiros.....	7
Figura 2. Distribuição de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>) no território brasileiro.....	8
Figura 3. Imagens de indivíduos de <i>Podocnemis expansa</i> . A) Matriz de tartaruga-da-Amazônia. B) matriz na área de desova. C) Ninho de tartaruga. D) Ovos. E) Filhotes. F) Fêmea e macho.....	10
Figura 4. Exemplares de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>). A) Fêmea. B) Macho.....	11
Figura 5. Fabricação da manteiga de ovos de tartaruga. 1) coleta. 2) fervura dos ovos. 3) currais de animais vivos. 4) estrutura de abate. 5) “churrasquinho” de tartaruga.	13
Figura 6. Modelo não linear de <i>Podocnemis expansa</i> (Von Bertalanffy) – curva de crescimento idade × peso de fêmeas em cativeiro, Amazonas, Brasil.	38
Figura 7. Regressão polinomial ($R^2=0,92$) entre o ano de produção e o número médio de ovos em ninhos de <i>Podocnemis expansa</i> em cativeiro, Amazonas, Brasil.....	39
Figura 8. Regressão polinomial entre os níveis de energia bruta e o peso de fêmeas de <i>Podocnemis expansa</i> em cativeiro, Amazonas, Brasil.	44
Figura 9. Criatório comercial de tartarugas.....	59
Figura 10. Tanque das matrizes e reprodutores de quelônios 1.	60
Figura 11. Tanque das matrizes e reprodutores 2 (matrizes Balbina).	61
Figura 12. Berçário dos filhotes até 1 ano.....	61
Figura 13. A e B - Captura de matrizes com rede de arrasto para realização de biometria. ...	62
Figura 14. A e B: Viragem dos animais na praia para realização de biometria e coleta de sangue.	63
Figura 15. A e B: Fêmea e Macho de tartaruga (<i>P. expansa</i>) e Pesagem de fêmea de tartaruga.	63
Figura 16. A e B: Verificação de idade através dos anéis de crescimento.....	63
Figura 17. A e B: Fornecimento de ração para Matrizes do Vasco e Matrizes de Balbina, respectivamente..	64
Figura 18. Ninho de tartaruga identificado na manhã de vistoria a praia de desova.....	66
Figura 19. A e B: Implantação de datalogger de canal (a esquerda) e datalogger individual em ninhos de <i>Podocnemis expansa</i>	67

Figura 20. Abertura do ninho, contagem dos ovos, biometria e transferência em caixas térmicas de transporte para a chocadeira.	67
Figura 21. A e B: Ninhos transferidos na chocadeira e informações contidas nos piquetes de marcação dos ninhos.....	68
Figura 22. Fêmeas de tartaruga desovando e captura para realização de biometria na praia do Criatório Comercial.	68
Figura 23. A e B: Testes de habilidades com filhotes de 1 dia. Corrida (a esquerda) e Natação (a direita).....	69
Figura 24. A e B: Coleta de sangue de fêmea e macho de tartaruga.....	70
Figura 25. Fluxograma de coleta de sangue e obtenção do plasma sanguíneo.	71
Figura 26. Medição dos parâmetros biométricos dos filhotes de Tartaruga.....	72
Figura 27. A e B: Filhotes de tartaruga e biometria de filhotes.	72
Figura 28. Fornecimento de ração para os filhotes de tartaruga.....	73
Figura 29. A e B: Termo-higrômetro e pluviômetro instalados na chocadeira.....	74
Figura 30. Histograma 01 – Peso vivo de matrizes e reprodutores dos 2 tanques. (Tanque 1 - matrizes Vasco e tanque 2 - Balbina).	76
Figura 31. Histograma 02 – Comprimento de carapaça de matrizes e reprodutores dos 2 diferentes tanques (matrizes Vasco e Balbina).....	77
Figura 32. Climatograma da pluviosidade (mm) e temperatura (°C) nos meses de agosto à janeiro, intervalo de 2021 a 2025.	92
Figura 33. Composição nutricional da ração Nutripiscis 28% de proteína bruta e 3.900 kcal/kg de energia bruta fornecida para os animais do tanque 1 - Matrizes Vasco.....	134
Figura 34. Composição nutricional da ração Multifós 28% de proteína bruta e 4.600 kcal/kg de energia bruta fornecida para os animais do tanque 2 - Matrizes de Balbina.....	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de energia bruta e proteína bruta nas dietas fornecidas para matrizes e reprodutores de <i>Podocnemis expansa</i> mantidas em fazendas no Amazonas, Brasil.....	37
Tabela 2. Índices produtivos e reprodutivos médios e totais de matrizes de <i>Podocnemis expansa</i> manejados em ambientes de cativeiro em cada fazenda, em cada ano (ciclo reprodutivo), no Amazonas, Brasil.....	40
Tabela 3. Matriz de correlação dos índices produtivos e reprodutivos médios de reprodutores de <i>Podocnemis expansa</i> manejados em ambientes de criação extensiva em 20 fazendas no Amazonas, Brasil, de 2004 a 2024.	42
Tabela 4. Efeito dos níveis de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) da dieta sobre os índices produtivos e reprodutivos de matrizes de <i>Podocnemis expansa</i> manejadas em cativeiro no Amazonas, Brasil.....	45
Tabela 5. Valores nutricionais e ingredientes das rações experimentais para matrizes e reprodutores de <i>P. expansa</i> em cativeiro.....	65
Tabela 6. Dados biométricos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>) que receberam diferentes dietas em diferentes anos e provenientes do de 2 tanques (Tanque de matrizes e tanque de Balbina).....	80
Tabela 7. Dados biométricos de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>P. expansa</i>) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	81
Tabela 8. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o comprimento do plastrão (cm) de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).....	82
Tabela 9. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a idade estimada através dos anéis da carapaça de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	82
Tabela 10. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura das patas de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).....	82
Tabela 11. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a distância entre patas de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).....	83
Tabela 12. Caracterização dos ninhos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	86
Tabela 13. Índices reprodutivos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>) submetidas à dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.....	89

Tabela 14. Número de ninhos, número de ovos, taxa de eclosão (%), temperatura média do ninho (°C) em ninhos naturais e transferidos de <i>Podocnemis expansa</i> alimentados com diferentes níveis de energia e em diferentes anos no Criatório Fazenda Bicho do Rio, Iranduba (AM).	90
Tabela 15. Dados ambientais nos 2 tanques de matrizes (pH, DBO, temperatura da água). ...	95
Tabela 16. Características biométricas de filhotes ao nascer provenientes de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>P. expansa</i>) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	97
Tabela 17. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura de plastrão de filhotes ao nascer (1 mês) de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	98
Tabela 18. Teste de habilidades de filhotes ao nascer provenientes de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>P. expansa</i>) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	100
Tabela 19. Características biométricas de filhotes após 6 meses provenientes de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>P. expansa</i>) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	102
Tabela 20. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o comprimento de carapaça de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	103
Tabela 21. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura de carapaça de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	103
Tabela 22. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o comprimento do plastrão de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	103
Tabela 23. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura do plastrão de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	104
Tabela 24. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre altura de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	104
Tabela 25. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o peso de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>).	104

Tabela 26. Parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação. ...	107
Tabela 27. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de proteínas totais (g/dL) da bioquímica plasmática das matrizes fêmeas de tartaruga-da-Amazônia.	108
Tabela 28. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de glicose (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes fêmeas de tartaruga-da-Amazônia.	108
Tabela 29. Parâmetros bioquímicos plasmáticos de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	114
Tabela 30. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de ácido úrico (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes machos de tartaruga-da-Amazônia.	115
Tabela 31. Parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.	118
Tabela 32. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de triglicerídeos (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.	130
Tabela 33. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de proteínas totais (g/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.	130
Tabela 34. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de glicose (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.	130
Tabela 35. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de glicose (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.	131
Tabela 36. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de ácido úrico (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.	131
Tabela 37. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de ácido úrico (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.	132

Tabela 38. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de ureia (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia. 132

Tabela 39. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de ureia (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia. 132

Tabela 40. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de fosforo (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia. 133

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo Geral	5
2.2. Objetivos Específicos	5
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1 Quelônios	6
3.2 A tartaruga-da-Amazônia.....	9
3.3 Reprodução de <i>Podocnemis expansa</i>	14
3.4 Criação de quelônios em cativeiro	17
3.5 Alimentação e nutrição de quelônios	20
3.6 Instalações para reprodução em cativeiro	23
3.7 Perfil bioquímico	25
4. REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO II – Efeitos da energia e da proteína bruta da dieta sobre os índices reprodutivos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i> Schweigger, 1812) em criadouros na Amazônia brasileira	34
5. MATERIAL E MÉTODOS	34
6. RESULTADOS	36
7. DISCUSSÃO	46
8. CONCLUSÃO.....	52
9. REFERÊNCIAS	53
CAPÍTULO III – Níveis nutricionais de energia bruta na alimentação de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (<i>Podocnemis expansa</i>) em cativeiro.....	59
10. MATERIAL E MÉTODOS	59
10.1. Local e período experimental	59
10.2. Animais e instalações.....	59
10.3. Metodologia do experimento	62
10.4. Monitoramento da fase reprodutiva em cativeiro	65
10.5. Perfil bioquímico	70
10.6. Biometria e dados de nascimento e desempenho dos filhotes.....	71
10.7. Sexagem dos filhotes.....	73
10.8. Temperatura, umidade e pluviosidade:.....	74
10.9. Análise estatística.....	75
11. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
12. CONCLUSÃO.....	119
13. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120

14.	REFERÊNCIAS	122
15.	ANEXOS	130

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia tem histórico como potencial fornecedora de alimentos e outros produtos extrativistas, sendo a fauna silvestre altamente apreciada na culinária local e representando, junto ao pescado, uma importante fonte de proteína animal na região, o que tende a gerar intensa pressão antrópica sobre a fauna local (STANFORD *et al.*, 2020). Os quelônios amazônicos estão entre os animais mais explorados, e a tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (SCHWEIGGER, 1812), tem sido a mais procurada por caçadores, ribeirinhos e povos indígenas (ANDRADE, 2017; CAMPOS-SILVA *et al.*, 2018).

Em várias partes do mundo, incluindo o Brasil, muitas espécies de quelônios possuem expressivo valor nutricional, econômico e cultural, com seus ovos, carne, vísceras, gordura e carapaças sendo intensamente utilizados pelos seres humanos (PEZZUTI *et al.*, 2018). No estado do Amazonas, a tartaruga-da-Amazônia ocorre naturalmente, distribuindo-se desde os Andes orientais até a bacia do Orinoco (Forero-Medina *et al.*, 2019). Considerada uma iguaria na região Norte do Brasil, tanto o animal quanto seus ovos são alvo de forte predação durante a temporada de desova, quando podem ser facilmente capturados nas praias de nidificação. Sendo a maior tartaruga de água doce da América do Sul, a espécie pode alcançar de 75 a 109 cm de comprimento (RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007; ANDRADE, 2012; FORERO-MEDINA *et al.*, 2019) e pesar cerca de 60 a 90 kg (FORERO-MEDINA *et al.*, 2019; BRITO *et al.*, 2025).

Entre as principais medidas de conservação *ex situ* está o incentivo à criação comercial em criatórios licenciados pelos órgãos ambientais, desestimulando a caça predatória e o comércio ilegal por meio da oferta legal de tartarugas e seus subprodutos (ANDRADE, 2008). A tartaruga-da-Amazônia e o tracajá (*Podocnemis unifilis*) apresentam potencial para exploração produtiva, com boa adaptabilidade ao cativeiro e produtos de alto valor de mercado (MELO *et al.*, 2003; GARCEZ *et al.*, 2021; ANDRADE *et al.*, 2021). A criação de animais silvestres tem despertado crescente interesse entre produtores que buscam sistemas alternativos de produção (DANTAS FILHO *et al.*, 2020). Mais de 90% dos criadouros de fauna silvestre legalmente licenciados no Amazonas são dedicados a *P. expansa* (ANDRADE, 2008; ANDRADE *et al.*, 2021), que também é o animal silvestre mais comercializado ilegalmente em feiras, mercados e restaurantes (ANDRADE *et al.*, 2022). Atualmente, a criação é regulamentada pela

Instrução Normativa MMA nº 007/2015 (IBAMA, 2015), embora a produção legal ainda seja insuficiente para atender à demanda local, mantendo preços semelhantes ou até superiores aos do mercado ilegal. Assim, a criação de quelônios desponta como estratégia de conservação com potencial para reduzir a pressão sobre populações naturais (GARCEZ *et al.*, 2021; ANDRADE *et al.*, 2021).

O Amazonas possui o maior número de criadouros de quelônios registrados no Brasil, com 29 atualmente licenciados (tendo chegado a 85 até 2011), representando 80% do total nacional (ANDRADE *et al.*, 2021). Esses criadouros abrigam 150.762 animais, ocupando a primeira posição no país em número de espécies silvestres criadas comercialmente, com produção média de 8.553 filhotes por ano (GARCEZ *et al.*, 2021; ANDRADE *et al.*, 2021). A espécie é o quinto organismo aquático mais criado no estado, atrás apenas do tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*), pirarucu (*Arapaima gigas*) e pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), com aproximadamente 3 toneladas/mês de tartarugas criadas legalmente sendo comercializadas em Manaus (12–21 toneladas/ano; mais de 3.000 animais/ano) (Andrade *et al.*, 2021). Apesar dos avanços, persistem lacunas importantes: embora haja informações sobre os requisitos nutricionais de filhotes e juvenis de *P. expansa* e *P. unifilis* (GARCEZ, 2009; GARCEZ *et al.*, 2021), pouco se sabe sobre as necessidades nutricionais de fêmeas reprodutoras em cativeiro.

Ajustes nos níveis de energia bruta e proteína bruta das dietas possivelmente podem influenciar os índices reprodutivos de matrizes de *P. expansa* em cativeiro, visto que fatores nutricionais já foram identificados como determinantes do crescimento e do desempenho reprodutivo em diferentes fases da vida da espécie (GARCEZ *et al.*, 2021; ANDRADE *et al.*, 2021). A investigação de alternativas nutricionais adequadas pode melhorar os índices produtivos em criadouros (MELO *et al.*, 2003; DANTAS FILHO *et al.*, 2020), ampliar a atividade para novos produtores e reduzir a pressão do mercado ilegal (ANDRADE, 2008; IBAMA, 2015). Além disso, a otimização da dieta das matrizes pode reduzir os custos de produção, e aumentar a produção de filhotes que irão para recria e engorda, completando o ciclo de produção (sistema *farming*) nos criatórios licenciados (ANDRADE, 2008; GARCEZ, 2009). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos dos níveis de energia bruta e proteína bruta nas dietas sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes de *P. expansa* criadas em cativeiro no Amazonas.

Muito já se sabe sobre as exigências nutricionais (níveis proteína, energia, cálcio, fósforo), fontes proteicas e digestibilidade de ingredientes utilizados em rações para

filhotes e juvenis de tartaruga (*P. expansa*) e tracajá (*P. unifilis*) nas fases de berçário, recria e crescimento (ANDRADE, 2008; GARCEZ, 2009; GARCEZ *et al.*, 2021; ANDRADE *et al.*, 2021). Também, já existem muitas informações sobre a reprodução da tartaruga em criações comerciais no Amazonas (ANDRADE, 2008; GARCEZ, 2009; ANDRADE *et al.*, 2021), contudo, pouco se sabe sobre as exigências nutricionais de matrizes de *P. expansa* durante as fases do ciclo reprodutivo em cativeiro.

É importante que se estudem formas de melhorar a nutrição desses animais em cativeiro, buscando melhores índices zootécnicos nos criadouros, o que possibilitaria a expansão da atividade para mais produtores e diminuiria a pressão por esses animais via mercados não legalizados. Essas pesquisas também mostrariam melhores resultados quanto aos custos envolvidos na produção de filhotes, uma vez que as matrizes são a principal fonte de produção de animais legalizados para consumo.

O consumo de quelônios na Amazônia ainda é um hábito arraigado na população local, o que tem levado à caça e comercialização ilegal de ovos e de animais adultos. A criação comercial, permitida pela IN MMA N.007/2015, ainda não consegue atender o mercado e seus preços, ainda são elevados. A demanda por filhotes para criação, também é grande e o IBAMA não está conseguindo atender a todos que querem criar, pois não tem mais retirado filhotes dos tabuleiros protegidos (ANDRADE, 2008 e 2017; IBAMA, 2019b).

Nas últimas décadas os estudos sobre esta espécie vêm se acentuando, levando as instituições conservacionistas e de pesquisa a buscarem conhecimentos biológicos sobre a tartaruga em cativeiro, inclusive incentivando a criação comercial, como estratégia de conservação *ex-situ*, ajudando a reduzir a pressão sobre os estoques naturais e aumentar a oferta de produtos legalizados para os consumidores. Entretanto, o sistema em cativeiro encontra sérias dificuldades, principalmente no que se refere à questão nutricional, haja vista não se dispor ainda de rações balanceadas específicas para a espécie que contenham teores nutricionais compatíveis com as exigências da mesma.

A criação de quelônios ou Quelonicultura é uma estratégia de conservação com potencial para minimizar o impacto da demanda comercial de quelônios sobre as populações da Natureza (ANDRADE *et al.*, 2021). Segundo Alfinito (1980) em condições de confinamento esta espécie ingere qualquer tipo de alimento. No entanto a falta de uma dieta balanceada é capaz de causar danos irreversíveis ao animal, desde o não crescimento adequado até o aparecimento de anomalias nos membros e carapaças, tuberculose, e óbito por carências nutricionais. Um dos problemas mais comuns encontrados em répteis

quando em cativeiro está relacionado com a desordem nutritiva, gerada pela oferta de alimentos não elaborados para atender as necessidades do animal, pois não se conhece efetivamente as necessidades alimentares dos mesmos. Este é um problema que está relacionado ao fato que a demanda para os répteis em sistema de cativeiro cresceu mais rapidamente do que o conhecimento da ciência de suas necessidades.

Para uma vida saudável, o organismo animal tem necessidade de receber através da alimentação todos os elementos nutricionais de que precisa, os quais, com a digestão processada em seus aparelhos digestórios, são transformados em moléculas menores, possibilitando assim sua assimilação pelos intestinos e posterior síntese no fígado e outros órgãos. Os sais minerais e vitaminas funcionam como "co-fatores" do metabolismo no organismo. Vários fatores influenciam o requerimento de minerais, incluindo natureza e nível de produção, idade, nível e forma química do elemento nos ingredientes da dieta, interrelações com outros nutrientes, raça e adaptação ao meio em que vive (MCDOWELL, 1999).

Nesse sentido, considerando a fragilidade das espécies, faz-se necessário realizar pesquisas que visem melhorar os índices reprodutivos da tartaruga-da-Amazônia. Um conhecimento mais aprofundado sobre a nutrição das fêmeas reprodutoras de *P. expansa* em cativeiro poderia ser de grande importância na tentativa de aumentar o número de ovos produzidos por essas matrizes e, conseqüentemente, o número de filhotes nascidos destes quelônios, a fim de aumentar a quantidade de filhotes produzidos em criatórios comerciais e, provavelmente, diminuir a busca por esses animais na natureza.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo Geral

Avaliar os efeitos de níveis nutricionais de energia e proteína bruta em dietas para matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em cativeiro no Amazonas.

2.2.Objetivos Específicos

- Fazer o diagnóstico dos índices reprodutivos de tartaruga (*P. expansa*) e da alimentação fornecida em diferentes criações comerciais no Amazonas;
- Testar os efeitos de diferentes níveis de energia bruta (3.900 e 4.600 kcal/kg) na dieta para matrizes e reprodutores de tartaruga (*P. expansa*) em cativeiro sobre o desempenho desses animais.
- Determinar os parâmetros reprodutivos de matrizes de tartaruga (*P. expansa*) alimentadas com diferentes níveis de energia no número de ovos, eclosão dos ovos e taxa de sobrevivência em cativeiro;
- Verificar se os diferentes níveis de energia irão afetar os parâmetros do perfil bioquímicos das matrizes e reprodutores de tartaruga;
- Avaliar a influência dos diferentes níveis de energia no desempenho de filhotes até 6 meses.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Quelônios

Quelônios são um dos grupos de répteis mais antigos (240 milhões de anos) com uma carapaça protegendo seu corpo. Das 360 espécies atualmente reconhecidas em todo o mundo, 61% estão ameaçadas (RHODIN *et al.*, 2021; STANFORD *et al.*, 2020). O Brasil apresenta uma das maiores diversidades de quelônios no mundo, ocupando a terceira posição global em riqueza de espécies continentais e marinhas, com 37 das aproximadamente 384 espécies conhecidas até a presente data. Essa riqueza biológica coloca o país logo atrás do México, que abriga 56 espécies, e dos Estados Unidos, líder com 64 espécies (considerando espécies continentais e marinhas) (VOGT, 2008; van DIJK *et al.*, 2014; BRITO *et al.*, 2025).

A atual concentração de 32 espécies de quelônios continentais ainda parece relativamente modesta diante da extraordinária riqueza biológica do Brasil. Essa percepção se torna ainda mais relevante ao considerarmos que, nesta década, já foi descrita uma nova espécie (*Chelus orinosensis*) e que ainda existem diversos complexos de espécies a serem investigados, como é o caso de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys vanderhaegei*. As novas técnicas de análise taxonômica e genética molecular auxiliaram muito para a descoberta de novas espécies, contudo é fato que ainda há muito o que descobrir no vasto território brasileiro. Já a diversidade de crocodilianos não variou nas últimas décadas, podendo representar estabilidade no que diz respeito à taxonomia e inventariamento deste grupo (BRITO *et al.*, 2025). As 32 espécies de quelônios continentais estão distribuídas em seis famílias: *Chelidae*, *Emydidae*, *Geoemydidae*, *Kinosternidae*, *Podocnemididae* e *Testudinidae*. (BRITO *et al.*, 2025). Dados mais atuais analisados por Costa *et al.* (2021) informam que existem, 3 espécies catalogadas recentemente (*Chelus orinocensis*, *Mesoclemmys jurutiensis* e *Mesoclemmys perplexa*), saltando para 38 espécies no total, sendo 21 espécies só na Amazônia brasileira.

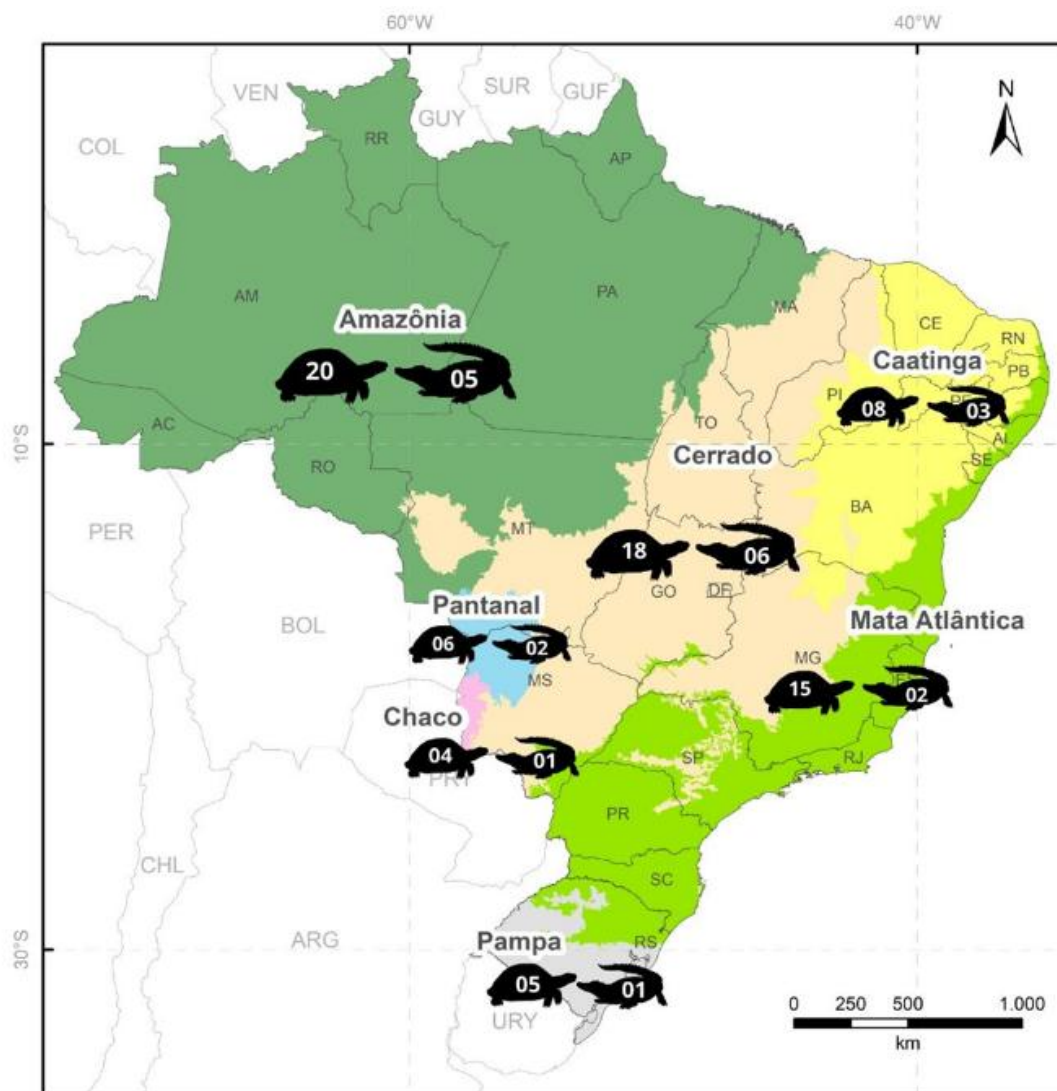


Figura 1. Diversidade de quelônios continentais e crocodilianos no Biomas Brasileiros.

Fonte: Brito *et al.*, 2025.

São comumente conhecidos como cágados, jabutis e tartarugas (LUZ; REIS, 2005). São vertebrados pecilotérmicos, com crânio bem ossificado, pele seca e recoberta por escamas epidérmicas (RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007; FERRARA *et al.*, 2017). Possuem corpo encaixado em um casco ósseo, recoberto por uma camada de placas córneas, que é utilizado como instrumento de defesa (LUZ; REIS, 2005).

Os quelônios do gênero *Podocnemis* são animais endêmicos das bacias do Amazonas, do Orinoco e do Araguaia e historicamente ligados aos hábitos culturais das populações humanas locais, que utilizam a carne, a gordura e seus ovos como fontes de alimento (SMITH, 1979; ANDRADE, 2017).

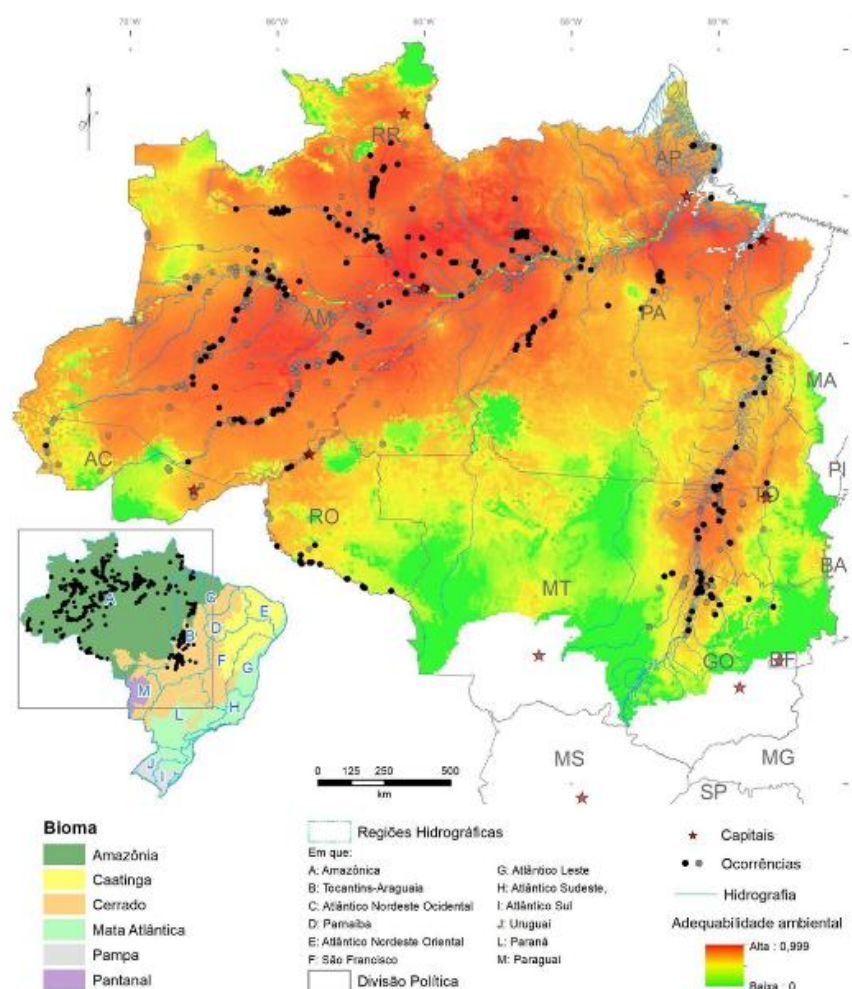


Figura 2. Distribuição de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) no território brasileiro.

Fonte: BRITO *et al.*, 2025.

A ordem Chelonia é encontrada nos mais variados locais e são considerados os mais antigos répteis existentes. (RUEDA-ALMONCID *et al.*, 2007). Seu tamanho varia de acordo com a espécie. A maturidade sexual nos machos de tartaruga ocorre entre os 7 a 10 anos e nas fêmeas entre 8 e 15 anos (VOGT, 2008; ANDRADE *et al.*, 2016; FERRARA *et al.*, 2017). São os únicos répteis que possuem carapaça externa que é utilizada como defesa. Sua audição e visão são muito desenvolvidas (IBAMA, 1989). Recolhem a cabeça, as pernas e a cauda para o interior da carapaça, servindo de escudo de proteção, ou possuem mandíbulas e fortes maxilares, usados para morder vorazmente o inimigo, ou ainda, desenvolvem um tipo de natação muito rápida. O conhecimento dessas características biológicas é fundamental para melhorar o manejo das espécies em cativeiro (IBAMA, 2019b).

3.2 A tartaruga-da-Amazônia

A *Podocnemis expansa* está inserida na classe Reptilia, ordem Testudinata, família Podocnemididae, gênero *Podocnemis* e espécie *Podocnemis expansa* (VOGT, 2008). No Brasil é conhecida como tartaruga-da-Amazônia, tartaruga verdadeira ou tartaruga gigante, na Venezuela como *arrau*, no Equador, Colômbia e Peru como *charapa*, e nas planícies orientais da Colômbia como *chapanera* e *samurita* (TCA, 1997). Sua distribuição abrange as bacias Amazônica e do Orinoco encontrada na Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Venezuela, regiões do norte e central do Brasil incluindo Goiás, Mato Grosso e Tocantins (PORTAL *et al.*, 2007; VOGT, 2008, FERRARA *et al.*, 2017).

Durante a estiagem dos rios, as populações encontram-se confinadas nos leitos dos rios e lagos relativamente profundos. Durante a subida das águas se dispersam pelas extensas áreas inundadas que rodeiam os rios e outros corpos permanentes de água. *Podocnemis expansa* se reproduz tipicamente em grandes grupos de fêmeas, em determinadas praias tradicionais de desova. Em áreas onde a espécie é pouco abundante devido tanto a fatores naturais quanto à intervenção antropogênica, desovam principalmente em pequenos grupos dispersos e solitariamente (SOINI; SOINI, 1997).

A tartaruga-da-Amazônia é a maior representante vivo da sub-ordem Pleurodira, apresenta grande porte, elevada produção de ovos e qualidade da carne (NASCIMENTO, 2009; GARCEZ *et al.*, 2020), sendo o maior quelônio de água doce da América do Sul, podendo atingir entre 75 e 107 cm de comprimento e cerca de 60 kg de peso vivo (PEZZUTI *et al.*, 2018). É o maior quelônio de água doce da América do Sul, e é a espécie mais explorada comercialmente (VOGT, 2008).



Figura 3. Imagens de indivíduos de *Podocnemis expansa*. A) Matriz de tartaruga-da-Amazônia. B) matriz na área de desova. C) Ninho de tartaruga. D) Ovos. E) Filhotes. F) Fêmea e macho.

Fonte: Arquivo pessoal.

O maior tamanho registrado para fêmeas adultas de *Podocnemis expansa* foi de 1.090 mm de comprimento retilíneo máximo da carapaça (CRMC) e 90 kg de massa corporal, enquanto os machos são menores, atingindo até 500 mm de CRMC. No entanto, um estudo realizado na região norte do Brasil, com uma amostra superior a 600 indivíduos, apresentou registro de fêmeas de até 770 mm de CRMC e 40 kg de massa corporal, enquanto os machos chegaram a 559 mm de CRMC e 15,5 kg de massa. Em adultos, o casco tem formato oval, com maior largura na região posterior. A carapaça é larga, achatada no sentido dorso ventral, com borda posterior lisa em adultos. (BRITO *et al*, 2025). Apresenta dimorfismo sexual, as fêmeas são maiores que os machos e possuem a cauda menor, no plastrão a placa anal tem uma fenda em forma de “V” enquanto nos machos tem forma de “U” (PRITCHARD; TREBBAU, 1984). Machos são ligeiramente menores que as fêmeas, cauda mais espessa e evaginação anal maior (VOGT, 2008; BRITO *et al*, 2025). Dependem exclusivamente do ambiente aquático para o seu crescimento, locomoção e acasalamento, só deixando a água para se aquecer ao sol e para desovar (LUZ; REIS, 2005). Possuem dois barbelos no queixo na maioria dos indivíduos (VOGT, 2008).

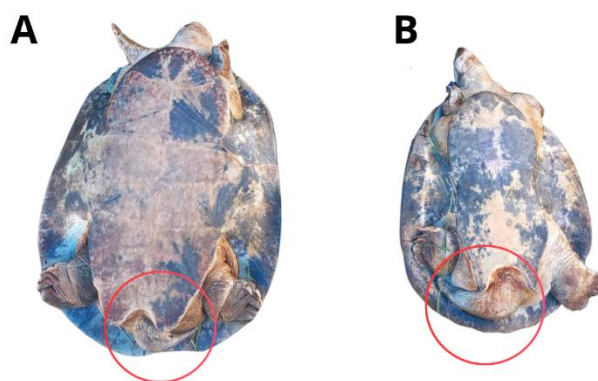


Figura 4. Exemplos de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*). A) Fêmea. B) Macho.

Fonte: Arquivo pessoal.

Sua coloração varia do marrom ao cinza escuro e, nos filhotes, verde-olivácea com bordas claras. Apresenta 12 pares de escudos marginais, quatro pares de pleurais e cinco vertebrais, que em filhotes apresenta uma evidente quilha do 2º ao 3º escudo. O plastrão é de cores claras em filhotes e escurece com o crescimento do animal, tornando-se creme a marrom escuro em adultos. De lobo anterior ligeiramente mais largo que o lobo posterior, apresenta escudo intergular grande, que divide completamente os pequenos

escudos gulares e quase completamente os escudos umerais. A ponte é larga e de coloração similar ao plastrão, apresentando apenas um poro na região axilar e outro na inguinal, característica observável após a decomposição dos tecidos vivos. A cabeça é de tamanho moderado, sendo ligeiramente mais longa que larga. O focinho é levemente pontiagudo e proeminente. A região dorsal da cabeça é coberta por escamas de formato variado, apresenta uma escama interparietal grande com evidente sulco interorbital. O padrão de manchas na cabeça varia de acordo com a idade, sexo, entre populações e até mesmo dentro de uma população. Nos filhotes, é característico o estreito anel verde-amarelado em torno da órbita ocular e duas manchas de igual coloração de formato irregular na escama interparietal. Normalmente, os machos retêm algumas manchas após maturidade sexual, porém de coloração pálida; enquanto as fêmeas, perdem-nas quando adultas, apresentando na cabeça tons que variam do marrom ao preto. A maxila de coloração escura nos adultos é quadrática sem entalhe maxilar evidente em vista externa. O pescoço e ombros são cobertos por uma pele de coloração cinza escuro, sendo a região gular e partes não expostas de coloração mais clara, com duas barbelas mentonianas próximas uma da outra, em localização central, próximo à sínfise mandibular. Os membros são achatados e altamente adaptados ao ambiente aquático, sendo totalmente recobertos por membranas interdigitais, apresentando cinco garras nos membros anteriores e quatro nos posteriores. As fêmeas são maiores que os machos, sendo o dimorfismo sexual evidenciado ainda pela cauda mais longa e larga na região pré-cloacal, no comprimento da cauda da base a cloaca (CCBC) nos machos. (BRITO *et al*, 2025).

A *P. expansa* possui grande valor comercial, pois, é utilizada como fonte de proteína, ovos e óleo para populações indígenas e ribeirinhas; sendo incluída no Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagens (CITES) devido a explorações excessivas e sem controle (RUEDA-ALMONACID *et al*, 2007). No Brasil, um dos ícones da exploração animal é a *Podocnemis expansa*, conhecida como tartaruga-da-Amazônia. Seu consumo, tanto de carne quanto de ovos, possui raízes históricas profundas. As tartarugas desempenharam um papel crucial na dieta e nas necessidades domésticas dos colonos portugueses na região Amazônica ao longo de 300 anos, a partir do século XVII. Os números são impressionantes. Estima-se que tenham sido removidos 200 milhões de ovos entre os anos de 1700 e 1900. A extração de óleo a partir desses ovos, utilizada na produção de manteiga, consumia anualmente cerca de 48 milhões de ovos em algumas regiões dos rios Amazonas e Madeira, o que equivale à destruição de aproximadamente 400 mil ninhos

(Figura 5). Na década de 1780, mais de 36 mil indivíduos adultos foram comercializados para consumo na atual região de Barcelos, estado do Amazonas. Com a diminuição das populações de *P. expansa* ao longo do tempo, a pressão da caça acabou sendo direcionada para espécies menores, como a *Podocnemis unifilis*. Mesmo em menor escala, ainda nos dias atuais, o consumo de carne e ovos de quelônios é difundido em várias regiões do país. (BRITO *et al.*, 2025).

É importante destacar que os quelônios são recursos significativos para muitas populações tradicionais, sendo um aspecto profundamente enraizado em suas culturas. No entanto, é crucial adotar práticas de manejo sustentáveis para garantir que as demandas futuras sejam atendidas sem comprometer a sobrevivência dessas espécies. (BRITO *et al.*, 2025).

Devidos aos esforços de diversos programas de conservação (Programa Pé-de-pincha, Programa Quelônios da Amazônia...) no Brasil a Tartaruga-da-Amazônia encontra-se fora da lista Oficial de Espécies ameaçadas.

Na Amazônia brasileira, rica em espécies como tartarugas e tracajás, os quelônios sempre foram recurso alimentar essencial para populações ribeirinhas. Antes da colonização, povos indígenas consumiam carne e ovos. Depois, com a chegada de colonizadores, a exploração aumentou. Milhões de fêmeas foram abatidas e ovos viraram óleo para iluminação, culinária e calafetagem de embarcações (ANDRADE *et al.*, 2021).

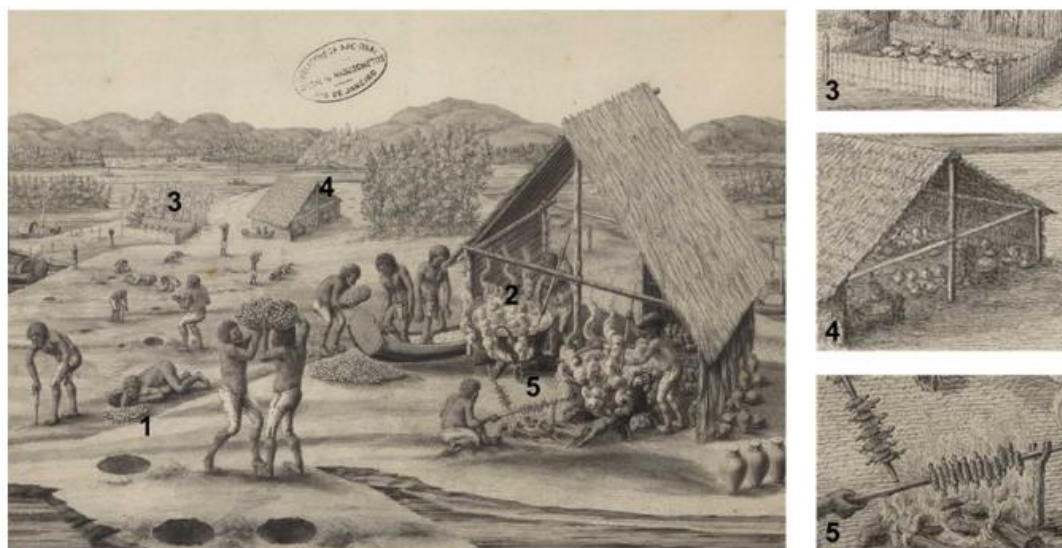


Figura 5. Fabricação da manteiga de ovos de tartaruga. 1) coleta. 2) fervura dos ovos. 3) currais de animais vivos. 4) estrutura de abate. 5) “churrasquinho” de tartaruga.

Fonte: Coleção Alexandre Rodrigues Ferreira, final do século XVIII; Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro. BRITO *et al.*, 2025

A variação de temperatura para incubação dos ovos da tartaruga-da-Amazônia oscila entre 31 e 34°C. Ferreira Júnior (2009) descreveu que a determinação sexual dos embriões desta espécie é dependente da temperatura de incubação; no segundo terço de incubação, a temperatura ambiente atua na síntese de enzimas envolvidas na diferenciação das gônadas e temperaturas oscilando entre 30°C e 32°C propiciam a formação de fêmeas, e temperaturas entre 25°C e 29°C geram, predominantemente, machos (LUZ E REIS, 2005).

Rodrigues e Moura (2007) avaliaram a composição nutricional da carne de *P. expansa* de vida livre no Estado do Pará. Os valores médios foram: matéria seca 93,66%; umidade 77,61%; cinza 5,0%; proteína bruta 79,27%; gordura 5,73% e energia bruta 5,37kcal/kg. Para animais oriundos de cativeiro, Gaspar (2003) analisou 28 exemplares, sendo 14 machos e 14 fêmeas e encontrou os valores de PB de 16,68 a 18,02%; lipídeos 2,61 a 1,88%; colesterol de 49,86 a 50,71mg/100g e valor calórico de 88,92 a 89,30kcal/100g, respectivamente para fêmeas e machos.

3.3 Reprodução de *Podocnemis expansa*

Os quelônios podem ser amplamente encontrados nos mais variados habitats na terra, incluindo marinho, água doce e terrestre (VOGT, 2008). Habita corpos d'água volumosos, incluindo rios e ambientes lacustres, sejam eles perenes ou temporariamente inundados. Durante a estação não reprodutiva, os adultos tendem a ocupar lagos e floresta alagada (várzea e igapó) para alimentação, retornando aos rios na época de reprodução. Há registros de longas migrações, superiores a 700 km, até locais adequados para desova. Estudos populacionais mostram variações na razão sexual, com algumas populações apresentando mais machos e outras mais fêmeas. No entanto, a maioria das populações são compostas principalmente por indivíduos jovens. A densidade populacional varia de 0,5 a 5 indivíduos por hectare. (BRITO *et al*, 2025).

A tartaruga-da-Amazônia possui ciclo de vida longo, ao qual sua maturidade sexual é tardia, sendo que o tempo para alcançá-la é espécie-específico (RUEDA-ALMONACID *et al*, 2007). Estudos apresentam estimativas divergentes sobre o tamanho e a idade para a maturidade sexual das fêmeas: 450 mm de comprimento retilíneo máximo da carapaça (CRMC) aos 11 anos (rio Orinoco); 445 mm de CRMC entre cinco e seis anos (rio Caquetá); 500 mm de CRMC entre cinco e sete anos (rio Trombetas); 545 mm de CRMC aos 10 anos (rio Orinoco); e 561 mm de CRMC aos 17 anos (rio Orinoco). O acasalamento ocorre em águas rasas, pouco antes do período de desova, embora o

comportamento específico ainda não tenha sido descrito (SCHOFIELD *et al*, 2016). O comportamento de exposição ao sol (assoalhamento), associado à termorregulação, é observado no período pré-nidificação, possivelmente para acelerar a ovulação e o desenvolvimento dos ovos. Entretanto, a pressão de predação humana parece ter alterado esse comportamento em algumas populações, onde ele não é mais observado. As fêmeas nidificantes menores registradas variaram de 465 mm no rio Orinoco a 525 mm de CRMC e 17 kg no rio Araguaia. (BRITO *et al*, 2025).

A reprodução está diretamente relacionada à diminuição do nível dos rios e à redução das chuvas, com a desova ocorrendo quando as águas atingem seu nível mais baixo. Na bacia do Amazonas, o período de desova vai de agosto a novembro, enquanto nos rios Negro e Branco ocorre de novembro a janeiro. No rio Caquetá, estende-se de outubro a fevereiro. Na bacia Tocantins-Araguaia, o período de nidificação é semelhante ao da bacia amazônica, de agosto a meados de novembro. Mais ao norte, na bacia do rio Orinoco, a desova ocorre de janeiro a abril. As fêmeas preferem praias altas (tabuleiros) com areia de granulometria maior para construção dos ninhos, desovando geralmente à noite e em grupos que podem alcançar centenas de indivíduos. Desovas solitárias são observadas ocasionalmente, possivelmente devido à pressão antrópica. O comportamento de nidificação segue sete etapas: (i) agregação em águas rasas; (ii) subida à praia; (iii) deambulação; (iv) abertura da cova; (v) postura dos ovos; (vi) fechamento da cova; (vii) abandono do ninho. A profundidade do ninho e o número de ovos variam proporcionalmente ao tamanho da fêmea, com profundidades entre 200 e 1.010 mm. (ANDRADE, 2008; BRITO *et al*, 2025). Fêmeas nidificantes podem ser predadas por onça-pintada (*Panthera onca*). Durante a época reprodutiva, os animais agrupam-se para comportamento de corte e cópula. O dimorfismo sexual é evidente nas formas adultas (TRACCHIA, 2014). Entretanto, em filhotes não há diferenças morfológicas externas perceptíveis (MALVÁSIO *et al.*, 2012). As tartarugas possuem fertilização interna, no qual os machos possuem um órgão copulador alojado dentro da cloaca (TRACCHIA, 2014).

Todos os quelônios são ovíparos, ou seja, reproduzem-se por meio de ovos. O número de ovos por postura varia de 18 a 189, com ninhadas menores que 41 ou maiores que 156 sendo raras. Uma desova com 192 ovos, registrada na praia do Aricurá, rio Branco, provavelmente representa a sobreposição de duas desovas. Os ovos têm formato quase esférico, casca branca e flexível, medindo de 30 a 54 mm de diâmetro e pesando de 18 a 53,8 g. Cada fêmea realiza apenas uma desova por período reprodutivo. (BRITO,

et al, 2025). Os ninhos que alojam os ovos podem ser constituídos de diferentes tipos de substratos, dependendo da exigência da espécie, assim como o tempo do desenvolvimento embrionário é espécie específico. O período de incubação para o gênero *Podocnemis* consiste de 42 a 65 dias (MAGALHÃES *et al*, 2017) ou varia de 33 a 95 dias, dependendo da temperatura (BRITO *et al*, 2025). Temperaturas mais altas (37 °C) resultam em eclosão em 33-35 dias, enquanto temperaturas mais baixas (28 °C) prolongam o período para 69-95 dias (BRITO *et al*, 2025; VIANA FILHO, 2024). O tempo de incubação dos ovos está intimamente relacionado às características granulométricas do substrato, (ANDRADE, 2008, 2012; FERREIRA JR, 2009) e às condições de umidade e temperatura ao longo do período de incubação podendo acelerar ou retardar a eclosão da ninhada (MAGALHÃES *et al.*, 2017; MICHALSKI *et al.*, 2020). Os neonatos emergem em grupos durante a noite, com CRMC variando de 34 a 63,2 mm e massa de 15,7 a 39 g. (BRITO *et al*, 2025).

O mecanismo de determinação sexual depende da temperatura de incubação: temperaturas mais altas produzem fêmeas, enquanto temperaturas mais baixas produzem machos. Em um estudo realizado com ninhadas das praias do rio Javaés, na ilha do Bananal (Tocantins), temperaturas constantes entre 28 °C e 33 °C resultaram em machos (67% a 100%), enquanto temperaturas entre 34 °C e 37 °C produziram fêmeas (80% a 100%). A temperatura pivotal foi determinada como 33,5 °C. Outro estudo, conduzido com ninhadas das praias do médio rio Caquetá (Amazonas, Colômbia), revelou que temperaturas constantes de 30,5 °C produziram 90% de machos, enquanto temperaturas entre 33,5 °C e 34,5 °C geraram fêmeas (82% a 92%). Nesse caso, a temperatura pivotal foi calculada como 32,6 °C. Foi também comprovada a ocorrência de múltipla paternidade (poliandria). As fêmeas permanecem nos rios, geralmente em tocas profundas, até a eclosão dos ovos. Após esse período, migram com os neonatos para os locais de alimentação. Estudos recentes revelaram uma intensa comunicação sonora entre os indivíduos, que ocorre desde a migração para as áreas de desova até o retorno aos locais de alimentação com os filhotes. A emissão sonora também foi registrada entre os filhotes, desde o interior dos ovos, durante a saída do ninho e posteriormente. Esses dados indicam um comportamento social complexo. (MAGALHÃES *et al*, 2017; BRITO *et al*, 2025).

Em cativeiro, as praias artificiais para tartarugas devem ser feitas com areia média ou grossa (CATIQUE, 2011), situadas à margem dos tanques e barragens, ou ao centro, em forma de ilha (mais difícil manutenção e reposição da areia perdida pela

movimentação da água e dos animais). A altura mínima deverá ser de um metro acima do nível da água, entretanto, é preciso verificar até que altura a água do tanque infiltra na areia. Deve haver uma faixa mínima de 30 cm isolando a areia úmida do tabuleiro, separando-a do fundo do ninho. No caso da tartaruga, deve haver 1 m² de praia para cada matriz em reprodução (ANDRADE, 2008). Em 2005, os primeiros espécimes de *P. expansa* doados pelo IBAMA em 1995, para criação, realizaram sua primeira postura, completando assim, o ciclo de criação através da reprodução em cativeiro. A idade média do plantel reprodutivo nas primeiras desovas de tartaruga em cativeiro é de $8,57 \pm 0,79$ anos. (ANDRADE, 2008).

Nas criações de tartarugas do estado do Amazonas, a razão sexual variou de 3 a 11♀:1♂, com matrizes pesando entre 17,6 a 20,87 kg e reprodutores pesando entre 4,2 e 8,2 kg. Os ovos de tartaruga mediram $33,3 \pm 3,54$ mm e pesaram $19,8 \pm 7,08$ g, já os de tracajás mediram $34,3 \pm 0,89$ mm e pesaram $16,4 \pm 1,67$ g (GARCEZ, 2009). O número médio de ovos de tartaruga por ninho foi de $60,5 \pm 4,95$ ovos. Os ovos gorados em ninhos de tartaruga foram 21,05 %. Foram predados por jacuraru 78,95% ovos de tartaruga e 64,5% dos ovos de tracajá (ANDRADE, 2008).

3.4 Criação de quelônios em cativeiro

A criação de quelônios ou quelonicultura é uma estratégia de conservação com potencial para minimizar o impacto da demanda comercial de quelônios sobre as populações da natureza. A criação de tartarugas de água doce é um componente importante da aquicultura de muitos países asiáticos. Produtos de quelônios estão em alta procura na Ásia, impulsionados pela combinação de antigos hábitos arraigados as tradições orientais (culinária e medicina chinesa) e a expansão econômica da China. A produção de tartaruga chinesa (*Pelodiscus sinensis*) para abate e consumo, incrementada por novas técnicas e intensificação dos cultivos, cresceu, nos últimos anos, de 92 para mais de 350 mil toneladas/ano na China, equivalendo a 1% de sua produção aquícola total dos cultivos em água doce. (ANDRADE *et al*, 2021).

No Brasil, os primeiros criatórios comerciais foram autorizados a partir de 1987. A primeira portaria de criação pelo antigo IBDF foi a Portaria N°133/1988, seguida pela Port. IBAMA N°142/1992 e a de comercialização foi a Port.N°070/1996. Por essas portarias, as pessoas interessadas em criar tartarugas e tracajás (as espécies permitidas) se registravam apresentando um projeto técnico ao IBAMA, e recebiam a doação dos

filhotes do órgão ambiental para iniciarem sua criação (4.000 filhotes/hectare de espelho d'água), num sistema de criação tipo *Ranching*. Desse plantel inicial, os criadores podiam vender os animais quando atingissem 1,5 kg de peso, mas tinham de reservar 10% para serem suas futuras matrizes e reprodutores, para produzirem seus próprios filhotes e tornarem-se criatórios de ciclo completo, passando ao sistema tipo *Farming*. Atualmente, a criação de animais silvestres é regulamentada pela Instrução Normativa (IN) Nº07/2015, e além de tartarugas (*Podocnemis expansa*) e tracajás (*Podocnemis unifilis*), podem ser criados iacás (*P. sextuberculata*) e muçuãs (*Kinosternon scorpioides*). (ANDRADE *et al*, 2021).

No auge, entre 1999 e 2009, o país chegou a 135 criatórios registrados, com mais de 938 mil animais em cativeiro. Depois, ocorreu retração. Hoje, existem 41 criadores comerciais registrados, com plantéis relevantes de tartarugas e tracajás. Dessa forma, a atividade permanece ativa, embora mais concentrada (ANDRADE *et al*, 2021).

O Amazonas é o estado brasileiro com maior número de criadores de quelônios registrados pelo IBAMA, com um total atualmente de 29 criadores legalizados (já chegou a ter 85 registros até 2011- ANDRADE, 2015), o que representa 80% de todos os criatórios comerciais de *P. expansa* no Brasil. Tem um plantel de 150.762 quelônios, ocupando o 1º lugar em número de animais silvestres em criação comercial em todo Brasil, produzindo cerca de 8.553 filhotes/ano (ANDRADE *et al*, 2021).

A criação comercial de quelônios surge visando amenizar a atividade predatória contribuindo para sua conservação, e fornecendo uma alternativa de renda às famílias da região. A possibilidade desta criação é resultado dos trabalhos de proteção e manejo de quelônios na natureza, como investimento promissor, não só pelo aspecto econômico, como pela relevância que assume na cultura amazônica (ANDRADE *et al*, 2005; BEZERRA E ANDRADE, 2006; RODRIGUES, CARDOSO E ANDRADE, 2005).

A Quelonicultura é uma estratégia de conservação com potencial para minimizar o impacto da demanda comercial de quelônios sobre as populações da natureza. A criação comercial de quelônios no Brasil, pode complementar a renda de pequenas e médias propriedades, integradas a outros cultivos aquícolas, atendendo a um mercado regionalizado (Amazônia) ou gourmet, com alta lucratividade, desde que, sejam atendidas as exigências de alimentação, instalações e técnicas de manejo adequadas. A criação de tartarugas de água doce é um componente importante da aquicultura de muitos países asiáticos (ANDRADE *et. al*, 2021)

O sistema de produção animal mais eficiente é aquele que otimiza os recursos genéticos, ambientais e socioeconômicos e as práticas de manejo em todos os componentes do ciclo produtivo. Uma das finalidades da criação comercial de quelônios é de que os criadores se tornem autossustentáveis quanto à manutenção de sua produção, ou seja, recebem os filhotes com o compromisso de criá-los, e na fase adulta devem separar seu plantel de matrizes, diminuindo desta forma a necessidade de retirada dos filhotes da natureza. Assim, o conhecimento do grau de eficiência reprodutiva de quelônios em cativeiro é imprescindível para avaliar seu potencial produtivo (ANDRADE, 2008).

Poucos são os estudos que indicam a eficiência reprodutiva de quelônios em cativeiro, sendo extremamente necessários para subsidiar programas de manejo (ANDRADE, 2008). Os animais reprodutores têm sido marcados, sendo o sistema que apresentou melhor resultado foi à perfuração de uma das placas marginais da carapaça, associando-se ou não argolas aos furos, com durabilidade de dois a quatro anos (LUZ; REIS, 2005).

Com relação ao tamanho dos criadouros, 50% têm suas propriedades variando de 9 a 35 ha, e 20 % entre 100 a 200 ha e 10% apenas tem mais de 5000 ha e os outro 20% 1000 a 2000 ha. As represas variaram de 0,1 a 6,0 ha, embora a maioria estivesse entre 1 e 2 ha, e os berçários de 30 a mais de 1.000 m². A maior parte dos criatórios possui densidade de berçário entre 0,5 e 5 indivíduos/m² (ANDRADE *et al*, 2021).

Nos criadouros do Amazonas, a participação dos custos fixos sobre os totais variou de 20 a 25% e os custos variáveis ficaram entre 75 a 80%. Os maiores custos foram com alimentação e variaram de 52,5 a 61% dos custos totais. O custo de produção gira em torno de 11 a 22% do valor de venda, sendo que atualmente os quelônios estão sendo comercializados entre R\$ 25,00 a R\$ 40,00/kg de peso vivo, sendo a lucratividade estimada em 158 a 582% (LIMA, 2000; ANIZIO, 2009; IBAMA 2019). Como os animais são vendidos vivos, os Quelonicultores têm optado em comercializar animais maiores com 36 meses de criação (4,9 a 8,2 kg), com preço médio por animal variando de R\$160 a R\$533 (GARCEZ, 2009; ANDRADE 2021 *et al*, 2021). Em cativeiro, a tartaruga pode ter seu crescimento acelerado, dependendo do tipo de manejo utilizado e da disponibilidade de alimento, podendo alcançar até 1,5 kg de peso vivo em 16 meses de cultivo (COSTA, 1999; DUARTE, 1998).

3.5 Alimentação e nutrição de quelônios

O tipo de alimento fornecido aos quelônios para criação em cativeiro é um fator decisivo para que os animais o peso vivo mínimo de 1,5 kg para comercialização, conforme determinam a Instrução Normativa MMA N° 007/2015 e a Portaria N° 70/96 (comercialização). A alimentação de *Podocnemis expansa* é bastante variada, sendo considerada por muitos autores como uma espécie onívora, oportunista, ou seja, alimenta-se tanto de raízes, frutas, sementes e folhas, quanto de crustáceos, moluscos e pequenos peixes (CENAQUA, 1994).

Nas florestas inundadas de águas negras e lagoas do rio Andirá, Oliveira *et al.* (2020) identificou 55 frutas (74,5% no período de cheia) de 19 famílias sendo consumido por quelônios. os principais sendo *Fabaceae*, *Mirtaceae*, *Apocynaceae*, *Arecaceae*, *Bignoniaceae* e *Poaceae*. O mais consumido as espécies foram *Campsiandra comosa Benth*; *Peritassa dulcis (Benth) Miers*; *Tabebuia barbata (E. Mey) Sandwith*; e *Pouteria campanulata Baehn*, que apresentaram maiores valores de proteína bruta ($7,4 \pm 2,9\%$), extrato etéreo ($5,4 \pm 5\%$) e energia bruta (4.338 a 5.357 cal/g).

Garcez *et al.* (2012) observou que durante o período das águas tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e tracajás (*Podocnemis unifilis*) consomem uma maior quantidade de frutos, folhas, sementes e caules, do que no período de seca. Para a tartaruga-da-Amazônia (*P. expansa*), Garcez *et al.* (2020) descobriu que a dieta predominante consiste em sementes, frutas e uma variedade de invertebrados que habitam ambientes aquáticos. Além disso, Figueroa *et al.* (2012), observou que no período de cheia, frutas, folhas e escamas de peixes da família *Characiformes* são facilmente encontrados na dieta de *Podocnemis expansa*.

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

em alimentos de origem vegetal, além da diferença do perfil aminoacídico das proteínas de diferentes fontes.

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

A fim de determinar o aproveitamento alimentar da farinha de carne e ossos (FCO), farinha de vísceras de aves (FVA) e farinha de peixe (FP) em *P. expansa*, por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), Almeida e Abe (2009) realizaram um experimento, onde a *P. expansa* apresentou bom aproveitamento dos nutrientes e energia da farinha de carne e ossos, da farinha de vísceras de aves e da farinha de peixe. O melhor aproveitamento de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta pela *P. expansa* em comparação à maioria das outras espécies também foi observado pelos autores.

Segundo Santos (2012) avaliando tempo de trânsito gastrointestinal em filhotes de tracaçá (*Podocnemis unifilis*), alimentados com três dietas, sendo uma dieta controle e as outras duas elaboradas utilizando 70% da dieta controle e 30% de um dos ingredientes experimentais (farelo de soja e farinha de carne e osso) processados. O tempo de trânsito gastrintestinal ocorreu no 19º dia. As dietas não apresentaram diferenças significativas na taxa de passagem. As dietas com farelo de soja e farinha de carne e osso saíram mais rapidamente do que a dieta controle.

Segundo Luz *et al* (2003), o estômago da *P. expansa* apresenta o maior volume do trato digestivo, com 44,20%, seguido pelo intestino delgado e intestino grosso com 28,68% e 20,93%, respectivamente. O comprimento do trato gastrointestinal, do intestino delgado e do intestino grosso foi de 69,19 cm, 44,85 cm e 13,24 cm, respectivamente, em animais com 29 meses de idade, 16,6 cm de comprimento de carapaça e 620 g de peso vivo. Outra explicação para tal desempenho pode ser o mecanismo de estratégias flexíveis que alguns quelônios generalistas possuem, como o *Geochelone carbonaria* e *Geochelone denticulata*.

Lima (1998) também avaliou o efeito de dietas variando a fonte de proteína oferecida (origem animal e vegetal), porém em filhotes de *P. expansa* pós-eclosão até doze meses de idade. Cinco dietas com diferentes fontes de proteína na matéria seca

(100% vegetal; 75% vegetal e 25% animal; 50% animal e 50% vegetal; 25% vegetal e 75% animal; 100% animal) foram fornecidas a mil exemplares que tiveram seu desempenho avaliado por medidas biométricas, parâmetros hematológicos e metabólicos plasmáticos. A ração com 50% de proteína animal e 50% vegetal foi a que proporcionou maior ganho médio de peso final ($512,79 \pm 12,48$ g) e melhor homeostase fisiológica, sendo a que apresentou a melhor composição proteica para a criação desta espécie em cativeiro.

De acordo com Andrade (2008), é importante não privar os quelônios amazônicos brasileiros de alimentos à base de proteína vegetal, visto que ela propicia a manutenção e estimula a flora microbiana na mucosa intestinal. Apesar do fato do alimento à base de proteína animal demonstrar melhor crescimento, o que pode estar ligado à digestibilidade das proteínas, sabendo-se que nos primeiros anos de vida os quelônios fazem melhor digestão de proteínas de origem animal, é importante ressaltar novamente que não se deve privar os animais de alimentos à base de proteína vegetal, pois possuem fibra, minerais e vitaminas (principalmente carotenóides) essenciais para um melhor desenvolvimento.

Consoante Augusto Sá (2004) estudando Crescimento Ponderal de Filhotes de Tartaruga Gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) Submetidos a Tratamento com Rações Isocalóricas contendo Diferentes Níveis de Proteína, objetivou-se testar diferentes níveis de proteína da dieta. Cinco grupos receberam rações formuladas com diferentes teores de proteína bruta (PB) vegetal: PB 18% (PB18), PB 21% (PB21), PB 24% (PB24), PB 27% (PB27) e PB 30% (PB30), enquanto o outro grupo (PBA30) recebeu ração comercial para peixes contendo proteína de origem animal (30% de PB). O experimento demonstrou superioridade do tratamento PBA30 em todas as medidas estudadas, seguidos sequencialmente pelos tratamentos PB30, PB27, sem diferenças significativas entre estes grupos. Os piores resultados foram para os grupos PB24, PB21 e PB18, que não diferiam entre si. Filhotes de *P. expansa* nos dez primeiros meses de vida alimentados com dietas contendo elevados percentuais de proteína bruta (acima de 27%) respondem melhor em termos de crescimento e ganho de peso que aqueles alimentados com dietas com percentuais mais baixos. A dieta contendo proteína bruta de origem animal apresentou melhores resultados que as de origem vegetal.

Segundo Altino (2013) avaliando os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia e coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral de dois ingredientes energéticos, milho e farelo de trigo, e dois ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos, em *Podocnemis unifilis* (tracajá) com

peso médio de $119,57 \pm 17,94$ g e comprimento médio da carapaça de $90,23 \pm 5,25$ cm. Os valores do coeficiente de disponibilidade aparente do material mineral foram: milho 41,35% e farelo de trigo 92,45%. Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente indicaram que os ingredientes energéticos, milho e o farelo de trigo, podem compor dietas de *P. unifilis*, com até dois anos de idade, sem diminuir a eficiência digestiva desses animais. O mesmo pode-se concluir dos ingredientes proteicos, farelo de soja e farinha de carne e ossos.

Segundo Garcez *et al.* (2020) em estudo com o objetivo de identificar e comparar a composição da dieta de *Podocnemis unifilis*, *Podocnemis sextuberculata* e *Podocnemis expansa* no rio Juruá, Amazonas. Para a coleta do conteúdo estomacal foi utilizada a técnica de Legler. Nestas análises foram utilizados os métodos de frequência de ocorrência e índice alimentar. Os resultados foram comparados pelo índice de Shannon e análise discriminante de Manly. Os principais itens alimentares identificados em *P. unifilis* e *P. expansa* foram os frutos e folhas durante a cheia e folhas e caule durante a seca. Em *P. sextuberculata*, os principais itens alimentares identificados foram sementes e folhas durante a cheia e teve restrição alimentar na seca. Não houve diferenças na dieta entre fêmeas e machos para as três espécies e houve diferenças entre período de cheia e seca para *P. unifilis* e *P. sextuberculata*. As três espécies apresentaram estratégia alimentar generalista e hábitos herbívoros nos períodos de cheia e seca no rio Juruá.

3.6 Instalações para reprodução em cativeiro

Na criação comercial de quelônios em cativeiro, as instalações precisam ser conforme exige o Ibama na IN.N.007/2015, para as fases de reprodução, cria, recria, alimentação e manutenção, para que, ao submeter o animal a um ambiente artificial, com características aproximadas ao habitat natural, se consiga um crescimento satisfatório (ANDRADE, 2008).

As principais instalações para criação são o berçário (a), tanque ou barragem de crescimento (b), tanque ou barragem para matrizes (c) e praia artificial, todos cercados para evitar fugas e predadores. Animais devem ser alimentados com ração para peixes (32 a 45% PB) com opções de alimentos alternativos a partir do 2º ano. Reproduzem anualmente em cativeiro entre julho e setembro. Para os animais em cativeiro, principalmente os filhotes, é imprescindível um manejo e dietas adequadas para evitar doenças. (ANDRADE *et al*, 2021; DANTAS FILHO *et al*, 2020).

Berçário: Instalação onde os filhotes ficaram durante o primeiro ano de vida, recebendo maior proteção contra predadores e uma alimentação que propicie melhor crescimento inicial. Em geral, são feitos de cercas de madeira em barragens, pequenos tanques escavados, tanques em alvenaria ou tanques-rede. Em média, trabalha-se com uma área de 70-150 m² para 4.000-4.500 filhotes em berçários de cerca de madeira ou tanque escavado, ou de 35 animais/m² em tanques-rede ou gaiolas (ANDRADE, 2008; DANTAS FILHO *et al*, 2020).

Tanque ou barragem de crescimento: Instalação para onde os animais são transferidos após a saída do berçário. Em geral, são tanques escavados ou barragens, onde os quelônios têm maior espaço disponível para deslocamentos, permitindo um melhor desempenho. Essa instalação serve para animais de 12 a 36 meses, e em geral trabalha-se com cerca de 1 animal/m², sendo, entretanto, possível, trabalharmos intensivamente com até 20 animais/m² no segundo ano. (ANDRADE, 2008; DANTAS FILHO *et al*, 2020).

Tanque ou barragem de reprodução: Esta instalação destina-se aos reprodutores e matrizes, selecionados entre animais acima de 4 anos ou 7 kg de peso vivo, no caso das tartarugas, e 4 anos ou acima de 3 kg, no caso dos tracajás. Trabalha-se com uma densidade de um animal para cada 2,5 m², preferencialmente, em barragens de um hectare ou grandes tanques escavados (acima de 1.000 m²). Em uma de suas margens deverá ser construída uma praia artificial com areia média ou grossa, com no mínimo um metro de altura acima do nível d'água. A areia da praia de desova não pode ser úmida (poços d'água), pois a desova poderia ocorrer em terra firme, “compacta”. A disponibilidade de plantas variadas através de cultivo ou não para complementar a alimentação é muito importante. A ração deve variar para permitir um maior crescimento corporal e produção de ovos.

Quanto mais divididos forem os lotes, preferencialmente por classe de tamanho ou peso, menor a competição e mais uniformemente os animais terão acesso ao manejo e alimentação oferecidos. Todas as instalações deverão ser cercadas com cercas de madeira, tela de alambrado ou mureta de alvenaria com no mínimo, 60 cm de altura e com cantos arredondados. Este tipo de estrutura evitará a fuga de animais, quando eventuais problemas de secagem acidental dos tanques e barragens (ANDRADE, 2008).

Segundo Garcez (2009) e Andrade (2008), as fêmeas de tartaruga-da-Amazônia alojadas em cativeiro começam a desovar com média de 10 anos e 10 kg de peso vivo, a relação macho/fêmea que proporciona os melhores resultados, 1 macho: 5 a 6 fêmeas, razão sexual que proporcionou maior quantidade de ninhinhos.

3.7 Perfil bioquímico

Para se determinar os valores normais de uma avaliação de perfil bioquímico em répteis de cativeiro, existe grande dificuldade entre definir o que constitui um animal normal e as condições normais de manejo. Outro fator de relevância seria a comparação de resultados de animais potencialmente doentes, animais que estão a longo prazo em cativeiro com dados de animais de vida livre. Parâmetros sanguíneos são úteis para medir distúrbios fisiológicos em quelônios. Assim, eles podem fornecer informações importantes para diagnóstico e prognóstico de doenças. (OLIVEIRA-JÚNIOR, *et al* 2008)

Os valores normais podem ser mais úteis quando associados à espécie, idade, sexo, local de amostra, nutrição e ao conhecimento das condições de manejo (WILKINSON, 2004). Existem fatores externos que podem influenciar nas avaliações do hemograma e perfil bioquímico como estação do ano, condições ambientais, local da colheita, métodos laboratoriais, nutrição, nível de estresse, localização geográfica e variações individuais como genética, tamanho, idade e sexo (STRIK *et al.*, 2007; SYKES; KLAPHAKE, 2008; OLIVEIRA JÚNIOR *et al*, 2009).

Para a obtenção de sangue em quelônios a escolha do local de colheita pode influenciar nos resultados havendo diluição com linfa nas amostras, pois os vasos linfáticos acompanham os vasos sanguíneos levando a mistura do sangue com fluido linfático. Vários locais têm sido utilizados para obtenção de sangue possuindo vantagens e desvantagens (STRIK *et al.*, 2007).

Em quelônios pode-se utilizar para a colheita de sangue a veia jugular, veia coccígea dorsal, cardiocentese e a veia coccígea ventral (CAMPBELL, 2004), veia braquial, seio orbital, seio cervical, unhas do pé e veia subcarapacial e femoral (STRIK *et al.*, 2007). Alguns locais são mais invasivos como, por exemplo, a punção cardíaca, porém em certas ocasiões como recém-nascidos este pode ser o único local que o sangue possa ser colhido (STRIK *et al*, 2007).

As veias escapular e braquial e a artéria braquial são geralmente utilizadas para colheita de amostras de sangue. Contudo, o acesso a circulação sanguínea nestes locais é difícil e executado às cegas. Além disso, os vasos linfáticos são bem desenvolvidos nos membros anteriores de quelônios podendo diluir com linfa as amostras (STRIK *et al*, 2007).

A punção da jugular embora apresente menor risco de contaminação das amostras de sangue com linfa, necessita de contenção da cabeça, uma vez que podem retrair o pescoço durante o procedimento tornando difícil ou impossível. As amostras colhidas na veia coccígea dorsal são diluídas em linfa, que pode interferir, por exemplo, nos resultados do hematócrito (CAMPBELL, 2004).

Wilkinson (2004) relatou que quando existe a diluição por linfa nas amostras de sangue, os resultados das análises bioquímicas podem apresentar valores reduzidos como, por exemplo, de glicose, ácido úrico, proteína total e albumina. Stacy *et al* (2011) descreveram que a diluição da amostra de sangue com fluido extravascular ou linfa pode resultar em uma concentração menor de hemoglobina e volume globular (VG) e/ou hematócrito.

A escolha do anticoagulante pode interferir nos resultados das avaliações hematológicas. O mais indicado é a heparina de lítio, outros como o ácido etilenoaminotetracético (EDTA) podem causar hemólise nas células sanguíneas principalmente de quelônios (CAMPBELL, 2004, STRIK *et al.*, 2007).

Os métodos utilizados para determinação dos valores de hemograma também interferem nos resultados. Barrows *et al* (2004) e Campbell (2004) relataram que, para determinação do hematócrito (Ht) de répteis, o método mais prático é o uso do micro-hematócrito, embora exista um contador eletrônico. Porém, esta técnica necessita de ser ajustada para cada espécie. Um dos principais fatores que acarreta variações em análises de hemograma e bioquímica de quelônios é a temperatura, uma vez que esta interfere diretamente no metabolismo destes animais (SANTOS *et al*, 2005).

Analisando os constituintes bioquímicos sanguíneos de 46 animais entre 2 e 3 anos de *P. expansa* oriundos de criação comercial, Santos *et al.* (2005) encontraram valores para proteína total de $4,43 \pm 0,55$ g/dL, da albumina $2,52 \pm 0,32$ g/dL, da creatinina $0,1 \pm 0,02$ mg/dL, do ácido úrico $2,08 \pm 0,53$ mg/dL e do AST $194,56 \pm 154,27$ U/L. Os animais eram oriundos de criação comercial e recebiam ração de peixes com 24% de PB.

Martinez *et al* (2007) avaliaram exemplares de *Podocnemis expansa* oriundos de zoológicos e de vida livre, e encontraram diferenças nas análises laboratoriais de hemograma e bioquímica entre o gênero e o habitat. No geral, os parâmetros hematológicos avaliados foram maiores para as fêmeas de cativeiro e maiores para os machos de vida livre. Ainda há poucas informações sobre a fisiologia do *P. expansa*, principalmente quanto ao seu perfil hematológico. Para a população silvestre de *P.*

expansa em cativeiro apenas valores bioquímicos séricos foram relatados (SANTOS *et al*, 2005).

Estudos de indicadores fisiológicos de quelônios mantidos em cativeiro podem fornecer informações sobre a saúde dos animais e, portanto, podem ser usados como uma ferramenta rápida para o diagnóstico (PIRES *et al*, 2006). Tartarugas de criação podem apresentar valores de parâmetros bioquímicos sanguíneos diferentes das tartarugas de vida livre, devido as dietas artificiais ou condições estressantes (SANTOS *et al*, 2005).

4. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.G.; e ABE, A.S.; 2009. Aproveitamento de alimentos de origem animal pela tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* criada em cativeiro. **Acta Amazônica**, 39(1): 215–220.
- ALTINO, V.S. **Digestibilidade de ingredientes convencionais em dietas para tracajá (*Podocnemis unifilis*, Troschel, 1848)**. 2013, 62p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas.
- ANDRADE, P.C.M., PINTO, J.R.S.; LIMA, A.; DUARTE, J.A.M.; COSTA, P.M.; OLIVEIRA, P.H.G.; AZEVEDO, S.H. Projeto Pé-de-pincha, Parceria de futuro para conservar quelônios na várzea amazônica. Coleção Iniciativas Promissoras. **Vol. 1. IBAMA/Provárzea**. 2005. 27 p.
- ANDRADE, P.C.M. Criação e Manejo de quelônios no Amazonas. **Projeto Diagnóstico da criação de quelônios no Estado do Amazonas**. Manaus - IBAMA, Pró-várzea/Aquabio: il. color.; 21 cm. 2008. 528 p.
- ANDRADE, P.C.M.; DUARTE, J. A. M.; COSTA, F. S. Diagnostic of comercial farming of chelonians (*Podocnemis sp.*) in Amazonas state – Brazil. **Anais do Meeting of Ictiologist and herpetologist**. Manaus/AM – CD. 2003. ANDRADE, P. C. M. **Manejo Comunitário de Quelônios no Médio Rio Amazonas e Juruá**. Manaus: UFAM/UNISOL, 2015.
- ANDRADE, P.C.M.; AZEVEDO, S.H.S.; DUARTE, J.A.M.; GARCEZ, J.R.; OLIVEIRA, P.H.G.; PINTO, J.R.S.; ALMEIDA JUNIOR, C.D.; Projeto Pé-de-Pincha: Conservação e manejo de quelônios – Manual para gestores Ambientais – n.2. Manaus: Gráfica Moderna. 2016, v.2. 152p.
- ANDRADE, P.C.M.; Manejo participativo de quelônios por comunidades na Amazônia. In: MARCHAND, G.; VELDEN, F.V.; (Org). **Olhares cruzados sobre as relações entre**

seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa). Manaus: EDUA. 2017. P.163-192.

ANDRADE, P. C. M.; GARCEZ, J.R.; LIMA, A.C.; DUARTE, J.A.M.; ANIZIO, T.L.F.; RODRIGUES, W.S.; OLIVEIRA, A.B.; ALVES, H.R.B. Panorama da Quelonicultura no Brasil – uma estratégia para conservação das espécies e geração de renda. **Aquaculture Brasil**, v. 22, p. 41–48, 2021.

ANÍZIO, T. L. F. “Avaliação dos sistemas de produção e da cadeia produtiva da criação comercial de quelônios nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Itacoatiara”. **Monografia de conclusão de Curso – UFAM – MANAUS/AM.** 2008. 54 p.

AUGUSTO SÁ, V.; QUINTANILHA, L.C.; FRENEAU, G.E.; LUZ, V.L.F.; BORJA, A.L.R.; SILVA, P.C.; Crescimento Ponderal de Filhotes de Tartaruga Gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) Submetidos a Tratamento com Rações Isocalóricas contendo Diferentes Níveis de Proteína Bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.33, n.6, p.2351-2358, 2004 (Supl. 3).

BARROWS, M.; MCARTHUR, S.; WILKINSON, R.; Diagnosis. In: MCARTHUR, S., WILKINSON, R., MEYER, J. Medicine and surgery of tortoises and turtles. Oxford: Blackwell, 2004. cap.6, p.109-140.

BEZERRA, H.M.; ANDRADE, P.C.M. Criação de Quelônios (*Podocnemis sp.*) por comunidades do Baixo Amazonas e Rio Juruá. **Relatório final do PIBICUFAM 2005-2006.** Manaus. 2006. 52 p.

BRITO, E.S.; VALADÃO, R.M.; MALVÁSIO, A. *et al.* 2025. *Quelônios Continentais e Crocodilianos do Brasil* 1. Ed. - Agência Estadual de Meio Ambiente do Estado de PE., Recife: 2025. 346p.

CAMPBELL, T. W. Hematology of Reptiles. In: THRALL, M.A. **Veterinary hematology and clinical chemistry.** Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004, cap. 18. p. 259-276.

CAMPOS-SILVA, J.V.; HAWES, J.E.; ANDRADE, P.C.M.; PERES, C.A.; Unintended multispecies co-benefits of an Amazonian community-based conservation programme. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 650-656, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0170-5>.

CATIQUE, T.S.; **Caracterização e influência do substrato de áreas naturais e artificiais de reprodução da tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*) e tracajá (*Podocnemis unifilis*) na Amazônia.** Monografia apresentada a Faculdade de Ciências

Agrárias como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2011.

CENAQUA. Informativo da Associação Pró-Tartaruga. **Rev. Chelonia**. Goiânia, jun. 1994.

COSTA, F.S. *et al.* **Efeito do tipo de instalação, densidade e níveis de energia na ração sobre desenvolvimento de tartarugas (*Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis*) criados em cativeiro no Estado do Amazonas**. In: Congresso Internacional Sobre Manejo De Fauna Silvestre Em Amazonia E Latino América, 4, 1999, Assunción. Anais... 1999; p.9102.

DANTAS FILHO, J.V.; PONTUSCHKA, R.B.; FRANCK, K.M.; GASPAROTTO, P.H.G.; CAVALI, J.; Cultivo de quelônios promove conservação e o desenvolvimento social e econômico da Amazônia. **Revista Ciência e Saúde Animal**. Vol 2. 2020. Suplemento Abril.

DUARTE, J.A.M. 1998. **Diagnóstico da Criação de Quelônios e Incubação Artificial de Ovos de *Podocnemis expansa* no Amazonas**. Monografia apresentada para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo em novembro de 1998. FCA/FUA. Manaus/AM. 147 P.

ERNEST, C. H. & BARBOUR, R. W. Turtles of the world. Washington, **Smithsonian Institution Press**. 1989. 313 p.

FERRARA, C.R.; FAGUNDES, C.K.; MORCATTY, T.Q.; VOGT, R.C.; 2017. **Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição**. WCS, Manaus, Brasil. 182 p.

FERREIRA JÚNIOR D. P. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta amazônica [online]**, v39. n 1, p.139-154, 2009.

GARCEZ, J.R.; **Comercialização e reprodução da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e do tracajá (*Podocnemis unifilis*) em cativeiro no estado do Amazonas**. Monografia apresentada para obtenção do grau de Engenheiro de Pesca na Universidade Federal do Amazonas, 2009. FCA. Manaus- AM, 68p.

GARCEZ, J. R.; ANDRADE, P. C. M.; SOARES, M. G. M. *et al.* Capítulo 9: **Composição da dieta de Tracajá (*Podocnemis unifilis*), iacá (*P. sextuberculata*) e tartaruga (*P. expansa*) no Rio Juruá e de tracajá (*P. unifilis*) no Médio Rio Amazonas**. In: ANDRADE, P.C. M. Manejo Comunitário de Quelônios. Projeto Pé-de-pincha. Manaus: Gráfica Moderna, 2012, p. 443-462.

GARCEZ, J.R.; ANDRADE, P.C.M.; SOARES, M.G.M.; Composição da dieta de três espécies de quelônios (*Podocnemis* spp.) no rio Juruá, Amazonas. **Revista de educação, ciência e tecnologia do IFAM**. Vol. 14. Nº 1, junho, 2020.

GASPAR, A. Avaliação do abate e da qualidade da carne de tartarugadaamazônia (*Podocnemis expansa*) criada em cativeiro para consumo humano. 2003. 145f. **Tese** (Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) –Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

IBAMA. Projeto Quelônios da Amazônia – 10 anos. Brasília. 1989. 119 p. IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IBAMA. 2019 a. Diagnóstico da criação comercial de animais silvestres no Brasil/ Marcela de Castro Trajano, Larissa Pereira Carneiro. Brasília. IBAMA, 2019. 56 p.

IBAMA. 2019 b. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazônicos/ Roberto Victor Lacava; Rafael Antônio Machado Balestra (Organizadores) – Brasília: Ibama, 2019. 192p.

LIMA, M.G.H.S.; 1998. **A importância das proteínas de origem animal e vegetal no primeiro ano de vida da tartaruga-da-Amazônia – *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812)**. Dissertação (Mestrado) Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. 93pp.

LIMA, A. C. **Caracterização Socioeconômica e Ambiental da Criação de Quelônios no Estado do Amazonas**. [s.l.] Universidade Federal do Amazonas, 2000.

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

LUZ, V.L.F.; *et al.* 2003. Morfometria do trato digestório da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em sistema comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 32(1): 10-18.

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

MAGALHÃES, M. S. *et al.* Embryonic development of the Giant South American River Turtle, *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae). **Zoomorphology**, v. 136, n. 4, p. 523–537, 2017.

MALVASIO, A.; ROCHA, J. M. N.; SANTOS, H. D. Morfometria e histologia das gônadas de machos e fêmeas recém-eclodidos de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). **Acta Scientiarum**, v. 34, n.4, p. 823-830, 2012.

- MARTINEZ, E.O.; HERNÁNDEZ, O.E.; BOEDE, E.O; PEÑALOZA, C.; RODRIGUEZ, A.E. Inventario de la tortuga arrau, *Podocnemis expansa* em zoológicos de Venezuela. Valores referenciales del hemograma y la bioquímica sérica. **Revista Científica**, FVC-LUZ, v.17, n5, p.433-440, 2007.
- MICHALSKI, F. *et al.* Substrate influences human removal of freshwater turtle nests in the eastern Brazilian Amazon. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 8082, 2020.
- OLIVEIRA-JÚNIOR, A.A.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J.L.; Biochemical and hematological references ranges of Amazon freshwater turtles, *Podocnemis expansa*, with morphologic assessment of blood cells. **Research in Veterinay Science [online]**, n.86, p.146-151, 2009.
- OLIVEIRA, P. H. G.; CASTRO, I. C.; ANDRADE, P. C. M.; MONTEIRO, M. S.; GAMA-NETO, C. V. Alimentação de filhotes e juvenis de tracajás (*Podocnemis unifilis*) e tartarugas (*Podocnemis expansa*) na natureza e em sistemas de criação comunitária no Amazonas. **Revista Agroecossistemas**, v.12, p. 83-98, 2020.
- PORTAL, R.R.; CARDOSO, B.B.; BONACH, K.; ESTEVES, F.C.C. Ecologia e conservação da tartaruga verdadeira, *Podocnemis expansa* Scheigger, 1812 (Chelonia, Pelomedusidade), no Arquipélago dos Camaleoes, Afuá – PA, Brasil. Boletim. Técnico. Científico. Cepnor [online], v.7 n. 1, p. 55-69, 2007.
- PRITCHARD, P.C.H.; Encyclopedia of turtles. T. F. H. Publ., Inc., Neptune, New Jersey, 1979. 895 p.
- PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P.; Turtles of Venezuela. **Soc. Stud. Amphib. Rept.** 1984. 33-43 p.
- RHODIN, A.G.J., IVERSON, J.B., BOUR, R., FRITZ, U., GEORGES, A., SHAFFER, H.B., & VAN DIJK, P.P. Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status. 9^a Ed. California: IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group/**Chelonian Research Foundation and Turtle Conservancy**, 2021. 472 pp.
- RODRIGUES, W.; CARDOSO, A.L.; ANDRADE, P.C.M.; Estudos de instalação e alimentação de quelônios em cativeiro manejado por comunidades do Médio Amazonas. **Anais do XIV Congresso de Iniciação Científica 2004/2005 UFAM**. Manaus. CD-Room. 2005.
- RODRIGUES, M.J.J.; MOURA, S.S.; Análise bromatológica da carne de tartaruga-da-amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) em habitat natural. Subsídios para

otimizar a criação racional. **Amazônia Ciência & Desenvolvimento / Banco da Amazônia**, Belém, v. 2 n. 4, p. 7- 16, 2007.

RUEDA-ALMONACID, J.V.; CARR, J.L.; MITTERMEIER, R.A; MAHECHA, J.V.R; MAST, R.B.; VOGT, R.C.; RHODIN, A.G.J.; VELÁSQUEZ, J.O.; RUEDA, J.N. & MITTERMEIER, C.G. Las tortugas y los crocodrilianos de los países andinos del trópico. N° 6. **Conservación internacional**. Editorial Panamericana. Bogotá, Colômbia. 2007. 538 pp.

SANTOS, A.L.Q.; MALTA, T.S.; MUNDIM, A.V.; ALVES-JÚNIOR, J.R.F.; CARVALHO, S.F.M.; Variação dos constituintes bioquímico sanguíneos de tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) mantidas em criatório comercial. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n3, p.1-8, 2005.

SANTOS, J.R.F.; **Tempo de trânsito gastrintestinal em filhotes de tracajá (*Podocnemis unifilis*)**. Monografia apresentada para a obtenção do grau de Engenheiro de Pesca em 2012. FCA/FUA. Manaus/AM. 147 P.

SCHOFIELD, G.; KATSELIDIS, K. A.; LILLEY, M. K. S.; REINA, R. D.; HAYS, G. C. Detecting elusive aspects of wildlife ecology using drones: new insights on the mating dynamics and operational sex ratios of sea turtles. **International Journal of Laboratory Hematology**, v. 38, n.1, p. 42-48, 2016.

SMITH, M. J. H., 1979. **Destructive Exploitation of the South American River Turtle**. Assoc. Pacif. Coast. Geog. Yearbook, 36, 85-102.

SOINI, P.; SOINI, M. Um resumen comparativo de la ecologia reproductiva de los quelônios acuáticos. In: SOINI, P.; TOVAR, A.; VALDEZ, U. (Ed.). **Reporte Pacaya_Samiria. Investigaciones em cahuana** 1980-1994. Informe N° 19, Lima, Peru. CDC-UNALM;FPCN;TCN. 1997. 215-226 p.

SOUZA, R.R.; VOGT, R.C.; Incubation Temperature Influences Sex and Hatchlings Size in the Neotropical Turtle *Podocnemis unifilis*. **Journal of Herpetology**, v. 28, 1994. 453-464 p.

STACY, N.I., ALLEMAN, A.R., SAYLER, K.A. Diagnostic Hematology of Reptiles. **Clinics in Laboratory Medicine**. [online], n.31, p.87-101, 2011.

STANFORD, C.B.; IVERSON, J.B.; ANDERS, G.J.; RHODIN, P.P.D.; RUSSELL, A.; MITTERMEIER, G.K.; *et al.* 2020. Turtles and Tortoises Are in Trouble. **Current Biology** 30, p.721-735.

- STRIK, N.I.; ALLEMAN, A.R.; HARR, K.E.; Circulating inflammatory cells. In: JACOBSON, E.R. **Infectious Diseases and Pathology of Reptiles**. Flórida: Taylor & Francis, 2007. cap. 3, p. 167-218.
- SYKES, J.M.; KLAPHAKE, E.; Reptile hematology. **Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice [online]**, n.11, p.481-500, 2008.
- TCA. Biología y manejo de la Tortuga *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae). Tratado de Coop. Amazonica/FAO. Caracas, 1997. p. 48.
- TRACCHIA, A. C. **Medicina en quelonios y otros reptiles**. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad Maimónides, Ediciones Fundación Azara, 2018.
- van DIJK, P. P.; IVERSON, J.; RHODIN, A.; SHAFFER, H.; BOUR, R. Turtle Taxonomy Working Group. **Turtles of the World**. 7th Ed. Annotated Checklist of Taxonomy, Synonymy, Distribution with maps, and Conservation Status. Chelonian Research Monographs, n. 5, v. 7, p. 329-479, 2014.
- van DIJK, P. P.; IVERSON, J.; RHODIN, A.; SHAFFER, H.; BOUR, R. Turtle Taxonomy Working Group. Turtles of the World. 7th Ed. Annotated 67 Checklist of Taxonomy, Synonymy, Distribution with maps, and Conservation Status. **Chelonian Research Monographs**, n. 5, v. 7, p. 329-479, 2014.
- VALENZUELA, N. Constant, Shift, and Natural Temperature Effects on Sex Determination in *Podocnemis expansa* Turtles. Ecology, v. 82, n. 11, p. 3010-3024, 2001.
- VANZOLINI, P.E. On clutch size and hatching success of the South American turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *P. unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). Resumos [...]. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências, 2003. p. 415-430.
- VOGT, R.C.; 2008. **Tartarugas da Amazônia**. INPA/Amazon Conservation Association, Manaus. 104p.
- WILKINSON, R. **Clinical pathology** In: MCARTHUR, S., WILKINSON, R., MEYER, J. Medicine and surgery of tortoises and turtles. Oxford: Blackwell, 2004. cap.7, p.141-18

CAPÍTULO II – Efeitos da energia e da proteína bruta da dieta sobre os índices reprodutivos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812) em criadouros na Amazônia brasileira

5. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram oriundos da análise dos processos dos criadouros de quelônios licenciados no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do banco de dados do Laboratório de Fauna Silvestre da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) que monitorou a reprodução em criatórios comerciais de quelônios de 2004-2013 e 2019-2024. Essas informações foram coletadas e organizadas abrangendo 20 propriedades rurais localizadas na região metropolitana de Manaus (Manaus, Iranduba, Manacapuru, Rio Preto da Eva, Itacoatiara e Presidente Figueiredo), estado do Amazonas, Brasil. O período avaliado compreendeu os anos de 2004 a 2024. As matrizes de *P. expansa* avaliadas nos criadores tiveram origem e idades similares, sendo oriundas de filhotes doados pelo IBAMA nos anos de 1995 e 1996, vindos do rio Purus e rio Branco (afluente do rio Negro), respectivamente. A área dos tanques ou barragens e a densidade de cultivo variaram entre as diferentes criações avaliadas.

Os dados foram organizados por criatório e por ano, permitindo análises de séries temporais e a avaliação das variações entre diferentes sistemas de produção. Em cada propriedade, foram coletadas informações sobre os seguintes indicadores produtivos e reprodutivos: número total de reprodutores e matrizes, peso médio das matrizes (kg), número total de ninhos por ano e por matriz (fêmeas adultas), número total de filhotes produzidos por ano e número médio de filhotes por ninho e por matriz. As variáveis ninho e filhotes por matriz foram adotadas, a fim de padronizar (padronizar) esses índices, como um indicador de produtividade por matriz, já que o número total de matrizes variava entre as fazendas de criação.

Paralelamente, também foi registrado o perfil nutricional das dietas fornecidas aos reprodutores, com ênfase nos níveis médios de energia bruta (EB), expressa em kcal/kg, e proteína bruta (PB), expressa em percentual. Para estimar os valores de EB e PB de cada dieta foram verificadas as composições nutricionais das rações (informações do rótulo da embalagem ou do fabricante) ou dos alimentos fornecidos (pelos valores encontrados nas tabelas nutricionais de Rostagno *et al.* (2025)).

Este estudo teve natureza observacional das informações levantadas nessa série temporal de dados reprodutivos, com os quais buscou-se investigar associações de longo prazo e não estabelecer relações causais, entre os valores nutricionais estimados da alimentação fornecida com os índices reprodutivos registrados.

Inicialmente, os dados foram tabulados e organizados agregados por propriedade, pelo ano e pelos níveis de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB). Depois foi realizada análise descritiva estimar as médias, desvio padrão, máximo e mínimo das variáveis produtivas e reprodutivas avaliadas. Também verificou-se a normalidade e homocedastidade dessas variáveis (Testes de Shapiro-Wilk e Levene).

Em função da natureza observacional do estudo foram adotadas duas abordagens estatísticas: primeiro uma correlacional, onde buscou-se avaliar as possíveis relações/associações entre os valores estimados da alimentação fornecida e as variáveis analisadas. E segundo, devido não se tratar de um ensaio com controle experimental, mas sim da análise de uma série histórica de dados de campo, com possível influência de variáveis ambientais (praias, manejo, densidade, precipitação) não homogêneas ou mensuradas, optou-se por testar modelos mistos. Utilizando ANOVA com dados de medidas repetidas no tempo, quando atendidos os pressupostos de normalidade e independência, ou GLMM (Modelos Lineares Generalizados Mistos) ou GAMM (Modelos Aditivos Generalizados Mistos) com efeitos aleatórios para fazenda e ano, no caso de distribuições não normais (Poisson, Binomial).

Foram feitas análises de correlação de Spearman e de Pearson entre os níveis estimados de PB e EB e as variáveis produtivas e reprodutivas, e quando identificada uma relação significativa ($p < 0,05$; moderada: $0,3 \leq |r| < 0,7$; forte: $|r| \geq 0,70$) foi feita análise de regressão (linear, polinomial ou não linear). Também foi feita análise multivariada de componentes principais (PCA e gráfica tipo scatter biplot).

Posteriormente, realizou-se a análise com modelos GLMM (Modelos Lineares Generalizados Mistos) ou GAMM (Modelos Aditivos Generalizados Mistos) com efeitos aleatórios para fazenda e ano, que permitiram avaliar também distribuições não normais e modelar estruturas de dados agrupados (medidas repetidas de produção por fazenda ao longo dos anos). Utilizou-se Random efeitos ($1|Fazenda$) + ($1|Ano$) que permitiram que o modelo estimar a variação geral entre fazendas e anos, ajustando para medidas que não são independentes (heterogeneidade temporal). Para contagens (ninhos, filhotes), utilizou-se NB/Poisson (com checagem de overdispersion e/ou zero-inflation), e para taxa de eclosão modelo binomial com numerador/denominador (filhotes vs ovos).

Finalmente, para analisar os efeitos dos níveis de PB e EB, os criatórios foram agrupados em faixas de níveis de PB (25-29%, 30-39% e 40-45%) e de EB (2250-2900, 3000-3900 e 4000-4500 kcal/kg). Para comparar as variáveis analisadas entre os diferentes grupos de PB e EB, foi realizada a ANOVA com medidas repetidas no tempo (split plot) para as variáveis normais e contínuas e foi aplicado o teste de Tukey (a nível de 5%). E para variáveis que não atenderam os pressupostos foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os softwares R (versão 4.1.3), PAST (2.08) e MINITAB 13.

6. RESULTADOS

Inicialmente, observou-se que dos 87 processos de criatórios de quelônios registrados pelo IBAMA, apenas 58 receberam filhotes ou animais adultos para formarem seu plantel inicial (66,7%). Analisamos 40 destes processos (29 criatórios ainda ativos), sendo que somente em 20 criatórios os animais chegaram até a fase reprodutiva (50%), com os primeiros ninhos sendo registrados em 2003 e 2004, com os animais tendo em sua maioria entre 9 e 10 anos de idade. A maior parte das criações ficava localizada na região metropolitana de Manaus (Manaus 55%, Manacapuru 20%, Iranduba 10%, Rio Preto da Eva 5% e Itacoatiara 5%). Os tanques ou barragens mediam em média $1,9 \pm 3,6$ hectares (0,02-12 ha) e as densidades de cultivo foram $0,09 \pm 0,11$ animais/m² (0,002-0,4 animal/m²).

A caracterização das dietas oferecidas a reprodutores de *Podocnemis expansa* revelou variação considerável entre as 20 fazendas avaliadas no estado do Amazonas (Tabela 1). Os valores de EB variaram de 2.275 a 4.337 kcal/kg, enquanto os de PB oscilaram entre 25 e 45%. As fazendas que forneciam maiores concentrações de EB (acima de 4.000 kcal/kg) geralmente também ofereciam níveis mais altos de PB ($\geq 39\%$), enquanto aquelas com dietas abaixo de 3.000 kcal/kg frequentemente apresentavam proteína bruta próxima de 25–28% (Spearman $r_s=0,52$; $p<0,00001$). Todos os criatórios forneciam ração extrusada para peixes (variando de 28 a 40% PB), mas 55% deles ofereciam outros itens alimentares, resíduos ou subprodutos de filetagem de peixes, vísceras de aves, frutas e verduras, sendo as dietas com maiores níveis proteicos e energéticos aquelas que utilizavam subprodutos de origem animal.

Tabela 1. Níveis de energia bruta e proteína bruta nas dietas fornecidas para matrizes e reprodutores de *Podocnemis expansa* mantidas em fazendas no Amazonas, Brasil.

Fazenda	Nível de energia bruta ²	Nível de Proteína bruta ³	Itens alimentares
1	4.050,00	39,00	Ração para peixes e peixe moído
2	2.600,00	35,00	Ração para peixes, peixe moído, vegetais, frutas e tubérculos
3	3.900,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
4	3.900,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
5	3.375,00	30,00	Ração para peixes, vegetais e frutas
6	3.900,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
7	4.050,00	39,00	Ração para peixes e peixe moído
8	3.900,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
9	3.900,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
10	4.337,00	35,00	Ração para peixes, vísceras e resíduos do abate de bovinos e da filetagem de peixes
11	3.900,00	40,00	Ração para peixe 40% PB
12	2.275,00	25,00	Ração para peixes 28%, frutas, vegetais e vegetação aquática.
13	3.375,00	35,00	Ração, peixe moído, resíduos de abatedouro, frutas regionais, abóbora, mandioca
14	4.283,00	28,00	Ração para peixes, carne moída e vísceras de aves
15	3.900,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
16	2.800,00	28,00	Ração para peixe 28% PB
17	3.411,00	29,14	Ração para peixes 34% PB, peixe moído, banana e mandioca
18	3.616,00	45,00	Ração para peixe 28% PB, peixe moído, vísceras de aves e frutas
19	4.053,00	40,00	Ração para peixes 28%PB, resíduos de peixe, frutas, pão
20	2.500,00	25,00	Ração para peixes 28% PB e vegetais
Média±			
DP	3.601,25±606,6	32,4±5,8	

¹ Em cada fazenda, as matrizes e reprodutores receberam as mesmas dietas ao longo dos diferentes anos de avaliação.

² Valores em kcal/kg.

³ Valores em %.

Durante o período de 20 anos de avaliação (2004–2024), foram observadas flutuações nos indicadores produtivos e reprodutivos das matrizes (Tabela 2). Foram encontrados registros de um total de 131.127 matrizes, sendo o número médio por fazenda igual a $374,65 \pm 287,46$ fêmeas de *P. expansa*, havendo relativa estabilidade nesse plantel ao longo dos anos. O peso corporal médio das matrizes nesse período foi de $24,4 \pm 7,1$ kg, mas foi possível notar um aumento gradual, havendo diferença significativa ($p < 0,001$); entre os pesos das fêmeas no início ($16,5 \pm 3,4$ kg), no meio ($25,9 \pm 7,1$ kg) e ao final ($36,4 \pm 1,9$ kg), demonstrando o crescimento das matrizes à medida que ficavam mais velhas (Figura 6). O menor peso médio registrado para uma fêmea madura, e reprodutivamente ativa, foi 10,05 kg, com 9-10 anos de idade, e o maior peso foi 69 kg, em uma fêmea com idade estimada em 42 anos.

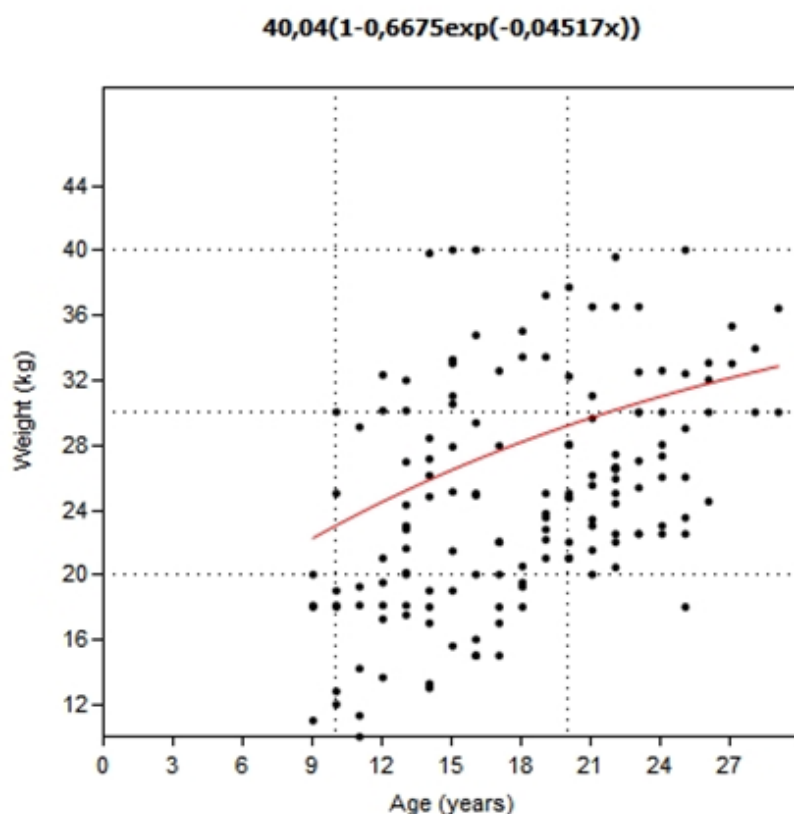


Figura 6. Modelo não linear de *Podocnemis expansa* (Von Bertalanffy) – curva de crescimento idade × peso de fêmeas em cativeiro, Amazonas, Brasil.

O número de total de ninhoss registrados no período foi de 2.240 ninhoss, mas houve oscilações marcantes entre os valores anuais, variando de um mínimo de 9 ninhoss por ano, no início (2004= $2,2 \pm 1,4$ ninhoss/criador/ano), a um máximo de 328 ninhoss

(2014=41±98,4 ninhos/criador/ano). Embora não tenha havido diferença significativa do número médio de ninhos/criador entre os anos (média= 14,4 ninhos/criador/ano; $p=0,98$), observou-se que, em anos muito chuvosos, como em 2022, o número de ninhos reduz (6,0±5,6). A média de ovos por ninho no período foi de 92,9±14,3 ovos/ninho (máximo=119; mínimo=50), contudo, foi possível observar que o número médio de ovos por ninho, aumentou significativamente (Kruskal-Wallis: $p<0,00001$; $R^2=0,92$) ao longo dos anos, sendo no início em média 63,3±0,1 ovos/ninho, chegando até 114,2±31,13 ovos/ninho em 2024 (Figura 7), demonstrando que fêmeas mais velhas e maiores botam mais ovos. Entretanto, observou-se uma queda na média de ovos após 20 anos, o que pode, possivelmente, estar associado mais a entrada de fêmeas mais novas no plantel reprodutivo, e que tem, portanto, menor número de ovos/ninho.

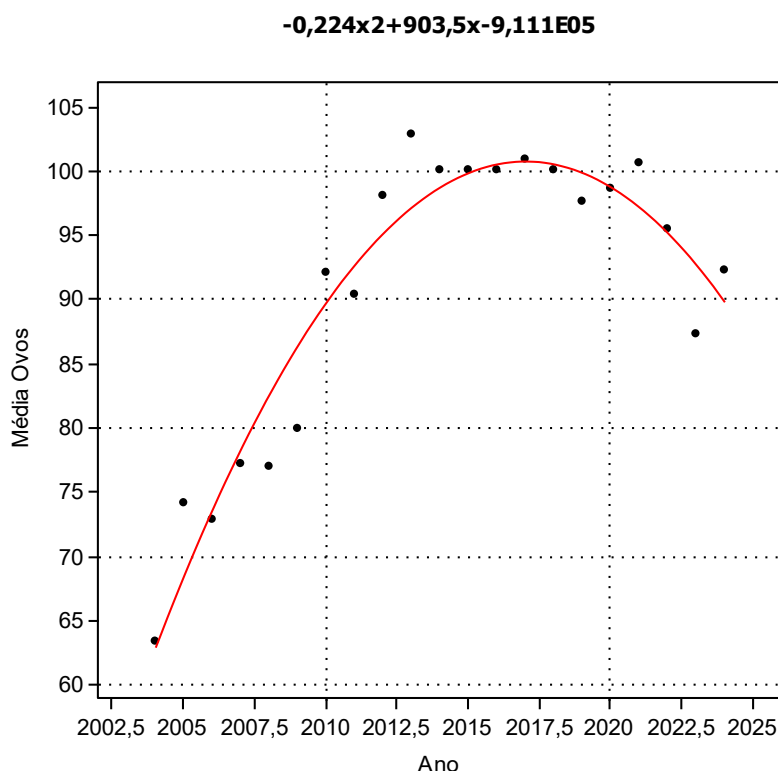


Figura 7. Regressão polinomial ($R^2=0,92$) entre o ano de produção e o número médio de ovos em ninhos de *Podocnemis expansa* em cativeiro, Amazonas, Brasil.

Tabela 2. Índices produtivos e reprodutivos médios e totais de matrizes de *Podocnemis expansa* manejados em ambientes de cativeiro em cada fazenda, em cada ano (ciclo reprodutivo), no Amazonas, Brasil.

Ano	Média por fazenda com desvio padrão								Valores totais		
	Matrizes ₁	Peso Matrizes _{2**}	Ninhos ¹	Filhotes ¹	Filhotes/ninho ¹	Taxa de eclosão (%)	Filhotes/matriz ¹	Ninhos/Matriz (%)	Matrizes ₁	Ninhos ¹	Filhotes ¹
2004	317±117,2	16,5±3,6 ^C	2,2±1,4	131,5±82,9	53,8±27,4	60,0±27,0	0,41±0,3	0,5±0,4	1.902	9	526
2005	242,7±193,5	17,7±7,4 ^C	5,0±2,5	306,3±236,7	57,2±18,2	73,2±25,9	2,09±3,1	2,1±3,5	3.641	35	2.144
2006	260,8±197,1	18,6±6,5 ^C	6,5±5,3	452,2±462,3	60,9±16,8	70,8±12,5	1,9±2,6	1,1±2,4	4.173	39	2.713
2007	309,5±209,2	19,8±6,2 ^C	6,6±6,3	421,9±542,7	61,2±29,0	67,5±32,9	3,9±4,3	2,6±4,3	5.262	46	2.953
2008	309,2±214,9	22,6±4,7 ^{BC}	16,3±17,8	959,5±1.221,8	43,1±34,7	47,1±36,4	12,2±22,9	9,9±19,6	5.566	179	10.555
2009	355,9±249,1	22,9±7,6 ^{BC}	24,9±45,4	1.287,2±2.169,8	60,7±27,7	71,1±28,4	4,6±5,4	4,9±7,2	6.051	249	12.872
2010	381,1±266,8	24,6±7,5 ^{BC}	9,5±11,5	579,6±662,5	70,4±25,8	70,3±21,6	2,9±4,1	2,7±4,6	6.860	105	6.376
2011	4062±269,7	23,9±7,1 ^{BC}	19,9±27,8	1.325±2.140,7	65,0±25,8	66,8±22,3	3,0±5,6	2,7±5,9	6.906	179	11.925
2012	4035±268,4	22,4±6,0 ^{BC}	13,2±20,9	602,6±857,4	56,4±34,3	58,3±36,6	3,4±6,1	2,6±5,6	6.860	106	4.821
2013	388,3±272,1	25,6±6,1 ^B	12,4±17,9	835,3±1.443,9	68,4±25,5	65,9±21,9	1,4±1,2	1,2±1,6	6.990	87	5.847
2014	385,4±273,1	25,9±7,1 ^B	41±98,4	3.129,4±7.897,0	62,3±23,8	62,3±23,9	3,2±7,1	3,5±8,0	6.937	328	25.035
2015	383,8±304,7	29,4±5,1 ^{AB}	32,6±75,4	2.091,1±5.987,9	65,3±22,7	65,3±22,7	4,3±7,1	5,8±8,3	6.909	326	20.911
2016	410,9±337,8	29,6±5,9 ^{AB}	8,6±11,8	686,9±981,3	62,9±26,2	62,9±26,2	3,6±5,5	6,5±9,9	7.397	86	6.182
2017	412,1±338,2	24,9±2,8 ^B	12,7±18,3	794,2±995,8	70,1±28,1	67,7±26,4	2,1±2,7	3,2±3,7	7.418	153	9.531
2018	412,7±337,5	31,2±1,7 ^A	7,4±8,7	561,1±739,5	55,3±34,9	55,3±34,9	1,5±1,8	2,1±2,5	7.429	59	4.489
2019	402,6±334,25	29,9±3,7 ^{AB}	7,1±6,9	402±346,3	55,3±28,9	56,8±29,0	1,2±1,0	2,2±1,7	7.247	50	2.814
2020	392,3±335,9	32,4±1,8 ^A	12,6±13,5	682,7±705,6	65,2±19,1	65,6±18,2	2,6±2,1	3,8±5,6	7.062	88	4.779
2021	425,1±330,7	33,0±1,9 ^A	9,0±15,3	310±483,3	45,2±37,0	45,2±37,0	3,0±5,4	6,3±6,1	7.227	36	1.240
2022	407,0±343,0	28,5±5,5 ^{AB}	6,0±5,6	124,5±4,9	36,6±33,7	36,3±34,1	0,3±0,3	1,4±2,3	6.513	12	249
2023	407,0±342,9	34,0±1,8 ^A	10,7±17,6	402,3±654,0	43,7±9,0	50,1±22,8	5,9±1,7	13,4±1,2	6.513	32	1.207
2024	391,6±344,1	36,4±1,9 ^A	12,0±19,1	752,7±1.201,2	61,4±2,0	68,7±23,7	12,8±6,1	21,1±10,6	6.266	36	2.258

¹ Resultados em valores absolutos. ² Resultados em kg. **Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste Kruskal-Wallis (p<0,01) e Tukey (P<0,01).

A produção total de filhotes registrada em 20 anos foi de 139.427 filhotes ($911,3 \pm 2.542,5$ filhotes/criador/ano) seguiu dinâmica semelhante, com menores valores no início (2004=526 filhotes/ano; média= $131,5 \pm 82$, filhotes/criador/ano), quando havia menos ninhoss e matrizes ativas, ou em anos muito chuvosos (2022=249 filhotes/ano; média= $124,5 \pm 4,9$ filhotes/criador/ano), quando além da menor quantidade de ninhoss, também houve menor taxa de eclosão ($36,3 \pm 34,1\%$) – Tabela 2. Esses valores contrastam com picos em 2014 (25.035 filhotes/ano) e 2015 (20.911 filhotes/ano). Esses resultados indicam que determinados anos concentraram maior eficiência reprodutiva, enquanto outros mostraram queda na produtividade, possivelmente associada não só a restrições nutricionais, mas, principalmente a fatores ambientais ou de manejo.

A taxa de eclosão média por ano foi de $62,9 \pm 26,9\%$. A idade média estimada do plantel de matrizes não influenciou no número de ninhoss ($p=0,94$), filhotes ($p=0,97$) e na taxa de eclosão ($p=0,89$). O índice de filhotes por ninho manteve-se mais estável ao longo dos anos, com média geral de $60,1 \pm 26,8$ filhotes/ninho (máximo=103,3; mínimo=0). Entretanto, foram observados desvios positivos significativos em 2010 ($70,4 \pm 25,8$ filhotes/ninho) e 2017 ($70,1 \pm 28,1$), enquanto 2022 ($36,6 \pm 33,7$) apresentou a menor eficiência reprodutiva de todo o período (tabela 2). Apesar dessas oscilações não terem diferenças significativas ($p=0,862$), elas sugerem que, embora o número absoluto de reprodutores e de ninhoss tenha variado, a eficiência por ninho mostrou relativa constância, com alguns anos demonstrando produtividade excepcional. O índice ninhoss por matriz mostrou que, em média, apenas de $4,7 \pm 4,3\%$ (mínimo=0,2%; máximo=80%) das fêmeas de cada criador desovam por ano, embora possam ocorrer anos com médias superiores a 20% das fêmeas desovando ($21,1 \pm 10,6\%$). Já o índice de filhotes por matriz apresentou uma média de $3,5 \pm 7,2$ filhote/matriz (máximo=72,3; mínimo=0), não apresentando diferenças significativas entre os anos ($p=0,7$), sendo relativamente estável, embora tenham sido registrados anos com média superior a 10 filhotes/matriz/criador ($12,8 \pm 6,1$).

As análises de correlação (Tabela 3) demonstraram algumas relações entre características produtivas e reprodutivas das matrizes. O número de matrizes mostrou forte correlação com o número de ovos ($r = 0,92$), indicando que plantéis maiores favoreceram maior esforço reprodutivo, já que, um maior número de ninhoss esteve relacionado ao maior número de ovos ($r = 0,99$). O número de ninhoss também apresentou forte correlação positiva com o número total de filhotes ($r = 0,96$), confirmando a contribuição direta da atividade de postura para a produção de filhotes.

O peso médio das matrizes correlacionou-se positivamente com a idade ($r=0,46$), com o número de ninhinhos ($r = 0,31$), com o número médio de ovos ($r=0,32$) e com o número de filhotes ($r = 0,32$), mas as relações foram moderadas. Isso sugeriu que matrizes mais pesadas poderiam estar associadas a melhores índices reprodutivos, reforçando a hipótese de que a composição da dieta, poderia influenciar no peso corporal, desempenhando papel central na determinação dos índices reprodutivos em cativeiro. Houve correlação positiva entre os níveis de energia bruta e o peso das fêmeas ($p<0,02$; $r=0,18$), embora essa relação fosse fraca.

Tabela 3. Matriz de correlação dos índices produtivos e reprodutivos médios de reprodutores de *Podocnemis expansa* manejados em ambientes de criação extensiva em 20 fazendas no Amazonas, Brasil, de 2004 a 2024.

Correlação ¹	Idade	Peso	N. de Ninhos	N. de filhotes	N. de ovos	Taxa de eclosão
Idade	1	0,46**	0,02	0,01	0,04	-0,10
Peso		1	0,31**	0,32**	0,32**	0,09
N. de Ninhos			1	0,96**	0,99**	0,04
N. de filhotes				1	0,97**	0,35**
N. de ovos					1	0,04
Taxa de eclosão						1

¹ – Correlações de Spearman e Pearson; ** $p<0,001$

A análise de componentes principais nos mostrou que as maiores variações nas correlações estiveram ligadas a idade (13,99%), peso da matriz (12,95%) e número de ninhinhos (12,35%) com valores de Eigen de 1,53 a 1,35. A análise gráfica scatter biplot nos indica uma relação positiva moderada entre peso e idade das matrizes e o número de ninhinhos, ovos e filhotes, e uma forte relação positiva entre a taxa de eclosão e o número de filhotes por ninho. As relações com os níveis de proteína e energia foram fracas, com esse tipo de análise.

Foram estimados modelos de regressão linear ($p<0,0001$; $R^2 = 21\%$) e não linear (curva Von Bertalanffy. Índice Akaike=6.818) para relação idade X peso (Figura 6). A análise de regressão múltipla entre os níveis de energia e proteína e o peso das matrizes foi significativamente positiva para os maiores níveis de energia bruta ($p<0,02$), mas o modelo de regressão polinomial foi fraco ($R^2=0,05\%$). Não houve regressão entre níveis de proteína e energia e o número de ninhinhos, de filhotes, taxa de eclosão, ninhinhos/matriz, filhotes por matriz e por ninho. Mas houve uma tendência de maiores níveis de energia

proporcionarem maior número de ninhinhos por matriz ($p<0,08$) e maiores níveis de proteína darem maior número de filhotes por matriz ($p<0,07$).

Na análise dos dados utilizando modelos alternativos GLMM (Modelos Lineares Generalizados Mistos) ou GAMM (Modelos Aditivos Generalizados Mistos) com efeitos aleatórios para fazenda e ano, apropriados para variáveis de contagem, incluindo regressões de Poisson e Binomial Negativa com termo quadrático, os resultados obtidos demonstraram que a direção dos efeitos, sua magnitude e a interpretação biológica permaneceram essencialmente inalteradas em comparação com os modelos correlacionais e de regressões utilizados anteriormente. De maneira consistente, os tamanhos de efeito foram pequenos e o poder explicativo dos modelos permaneceu baixo em todas as especificações testadas.

Como limitações metodológicas, observou-se que a base de dados utilizada para as análises nutricionais não contém identificadores hierárquicos (como fazenda ou ano em nível de observação individual) que permitam a especificação apropriada de modelos mistos com efeitos aleatórios. Dessa forma, a implementação de GLMM com interceptos aleatórios não foi estatisticamente identificável com a estrutura disponível. Ainda assim, as análises de robustez realizadas com modelos generalizados confirmaram a estabilidade dos resultados.

Para melhor analisar essas tendências, os dados foram agrupados em faixas, sendo três faixas de proteína bruta (PB = 25-29%, 30-39% e 40-45%) e três de energia bruta (EB = 2.250-2.900 kcal/kg, 3.000-3.900 kcal/kg e 4.000-4.500 kcal/kg) – Tabela 4. Fêmeas de *P. expansa* que receberam maiores níveis de proteína tiveram tendência ($p<0,06$) a terem maiores pesos (40-45%PB=26,7±6,9 kg), produzir mais ninhinhos (30-39%PB=24,9±59,3 ninhinhos/criador/ano) e mais ovos (30-39%PB=2342±5723 ovos/criador/ano), e produziram significativamente mais filhotes (30-39%PB=1.793±4.576 filhotes/criador/ano; $p<0,03$). Mas as maiores taxas de eclosão (70,1±23,6%; $p<0,01$) e de filhotes por ninho (66,6±24,1) foram observadas nos menores níveis de proteína (25-29%PB).

Quanto a energia bruta (EB), matrizes que receberam maiores níveis de EB foram significativamente mais pesadas (EB 3.000-3.900=26,3±6,9 kg; $p<0,01$; Figura 8) e tiveram maior quantidade de ninhinhos por matriz (EB 3.000-3.900=7,8±11,5; $p<0,006$) e filhotes/matriz (5,5±9,7; $p<0,003$). Mas as melhores taxas de eclosão (68,9±18,2%; $p<0,001$) e de filhotes por ninho (67,9±21,5; $p<0,001$) foram obtidas com menores níveis energéticos (2.250-2.900 kcal/kg). Isso confirma que tanto a proteína bruta como a

energia desempenham papel decisivo na produção e eficiência reprodutiva, especialmente na manutenção de peso adequado dos reprodutores e na sustentação da produção de filhotes.

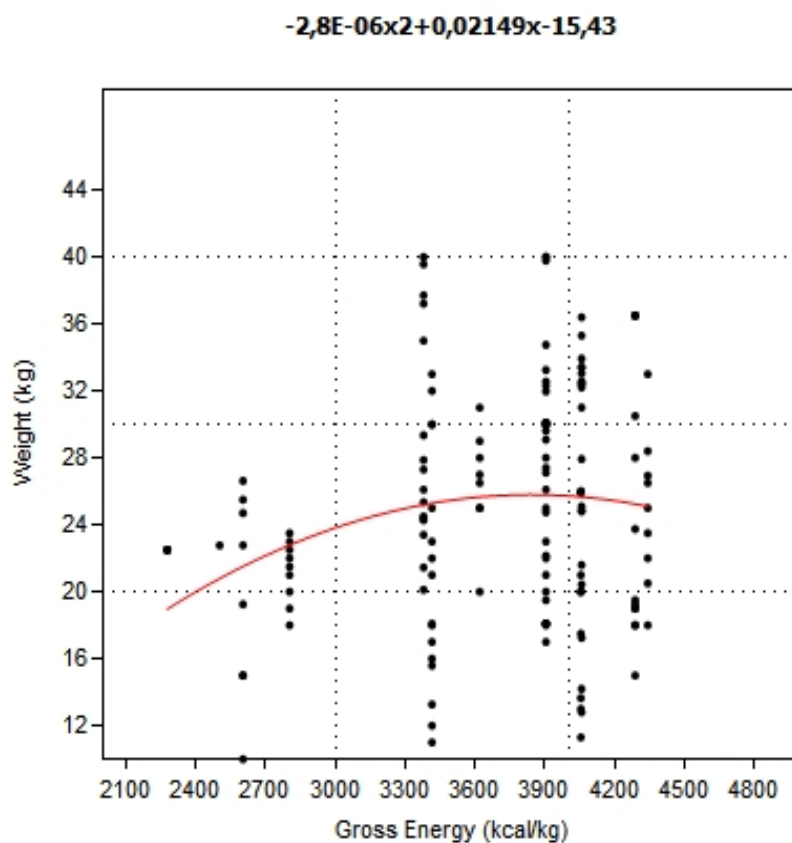


Figura 8. Regressão polinomial entre os níveis de energia bruta e o peso de fêmeas de *Podocnemis expansa* em cativeiro, Amazonas, Brasil.

Tabela 4. Efeito dos níveis de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) da dieta sobre os índices produtivos e reprodutivos de matrizes de *Podocnemis expansa* manejadas em cativeiro no Amazonas, Brasil.

PB níveis (%)	N	Peso (kg)*	Ninhos*	Ovos*	Filhotes*	Taxa de eclosão (%)**	Ninho/Matriz (%)	Filhotes/matriz	Filhotes/ninho*
25-29%	59	23,9±6,5 ^B	8,5±10,7 ^B	818±1066 ^B	603±850 ^B	70,7±23,6 ^A	6,2±0,7	4,4±5,6	66,6±24,1 ^A
30-39%	43	24,1±7,2 ^{AB}	24,9±59,3 ^A	2.342±5.723 ^A	1.793±4.576 ^A	59,1±28,9 ^{AB}	4,5±0,7	2,4±4,4	56,5±28,8 ^{AB}
40-45%	47	26,7±6,9 ^A	14,1±17,4 ^{AB}	1.357±1.693 ^{AB}	568,8±536 ^B	56,0±26,1 ^B	5,7±1,2	3,4±10,5	55,0±26,9 ^B
EB Níveis (kcal/kg)		(**)				(**)	(**)	(**)	(**)
2.250-2.900	22	21,0±3,8 ^B	8,8±12,2	876±1219	654±974	68,9±18,2 ^A	2,8±3,2 ^B	1,9±2,4 ^{AB}	67,9±21,5 ^A
3.000-3.900	75	26,3±6,9 ^A	17,8±45,8	1.680±4.422	1.295±3.528	68,5±28,0 ^A	7,8±11,5 ^A	5,5±9,7 ^A	65,1±28,0 ^A
4.000-4.500	52	24,7±7,4 ^{AB}	13,7±17,2	1.297±1.664	536,8±600,9	51,7±24,8 ^B	3,5±4,2 ^B	1,4±1,7 ^B	49,5±24,0 ^B

*- Médias com letras diferentes diferem significativamente ao nível de 5% (Teste de Kruskal-Wallis e Teste de Tukey).

** - Médias com letras diferentes diferem significativamente ao nível de 1% (Teste de Kruskal-Wallis e Teste de Tukey).

7. DISCUSSÃO

Em populações selvagens de *P. expansa* no Brasil foram registradas, nos rios Araguaia e Purus, respectivamente, médias de 94,42 e 106,7 ovos/ninho, com taxas de eclosão de 94,63% e 66-77,8%, sendo o número médio de filhotes vivos 88,98 a 70,4 - 82,1 (PANTOJA-LIMA *et al.*, 2009; ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2012). Os valores encontrados no presente estudo em cativeiro foram inferiores ($92,9 \pm 14,3$ ovos/ninho; $62,9 \pm 26,9\%$; $60,1 \pm 26,8$ filhotes/ninho), o que provavelmente está relacionado a um menor tamanho e idade das matrizes e as piores condições ambientais das praias artificiais (mais baixas, mais úmidas, granulometria inadequada e com mais matéria orgânica) como observado por Catique (2009) e Andrade *et al.* (2021) nos criatórios do Amazonas. O sucesso da eclosão de *P. expansa* é influenciado pelo tamanho do sedimento, duração da incubação e período da desova (FERREIRA JR; CASTRO, 2010). Também, deve-se considerar que, pelas condições ruins das praias artificiais nos criadouros, em muitas delas se trabalha com a transferência dos ninhos, que normalmente, resultam em menores taxas de eclosão 44,7 a 71,7% em cativeiro (ANDRADE, 2008 e 2015) e também em praias naturais como registrado por Gomes e Ferreira Jr (2011) no rio Crixás-Açu.

De modo geral, a avaliação dos efeitos da energia bruta e da proteína bruta sobre os índices produtivos e reprodutivos de matrizes de *P. expansa* indicaram que, do ponto de vista nutricional, os níveis de energia bruta na faixa de 3.000-3.900 kcal/kg e proteína bruta entre 30-39% promoveram os melhores índices produtivos e reprodutivos, tanto no peso das matrizes quanto no número de ninhos, produção de filhotes e filhotes por matriz. Sendo que maiores níveis de proteína estiveram mais diretamente ligados a animais mais pesados e maior produção de ninhos e filhotes, e níveis intermediários de energia estiveram ligados também a animais mais pesados, mas, principalmente, a uma maior produtividade por matriz.

Contudo, melhores índices de sucesso ou eficiência reprodutiva por ninho (taxa de eclosão e número de filhotes/ninho) foram encontrados em dietas mais restritivas com menores valores de proteína e energia, indicando que, além da nutrição, outros fatores ambientais ou de manejo, podem exercer forte influência sobre os índices reprodutivos em cativeiro.

Em estudos anteriores (ANDRADE, 2008; SÁ *et al.*, 2004), desenvolvidos, principalmente, com filhotes e juvenis de *P. expansa* em cativeiro, também foram encontradas relações positivas entre maiores níveis de proteína e energia e o desempenho dos animais assim como no presente estudo. Sá *et al.* (2004) verificaram que filhotes de

P. expansa no primeiro ano de vida alimentados com dietas (50% de proteína animal e 50% de proteína vegetal) contendo elevados percentuais de proteína bruta (acima de 27%) respondem melhor em termos de crescimento e ganho de peso. Andrade (2008) concluiu, através de diversos experimentos, que filhotes e juvenis de tartaruga eram mais exigentes em alimentos com elevados níveis proteicos (36 a 42% PB) e de energia (3500 a 4500 kcal/kg). E Oliveira *et al.* (2020) e Castro *et al.* (2022) também verificaram que, quando filhotes de *P. expansa* são alimentados com diferentes níveis proteicos (5,8% a 40,1%PB), os filhotes maiores e mais pesados foram os alimentados com maiores níveis de proteína (35-40%), indicando que tartarugas criadas em cativeiro são muito exigentes quanto aos níveis proteicos e energético nas fases de filhote e juvenil.

Andrade *et al.* (2021) e Garcez *et al.* (2021) observaram que, em criações comerciais de *P. expansa* na Amazônia, os animais cresceram mais rápido e atingiram maior peso corporal quando alimentados com subprodutos de origem animal e dietas com altos níveis de proteína (40–45% PB) e energia (4.000–4.500 kcal/kg de energia bruta).

Segundo Luz (2003), que trabalhou com reprodutores de quelônios nos estados de Goiás, Rondônia, Pará e Acre, as dietas mais comumente utilizadas têm sido rações para peixes, com teores de proteína entre 28% e 30%, destacando que o manejo inadequado em cativeiro pode resultar em atraso no crescimento e/ou problemas de desenvolvimento, além de deformidades físicas graves e irreversíveis. Garcez (2009) também observou que tanto tartarugas subadultas (7-9 anos), quanto animais adultos do plantel reprodutor (10-12 anos e acima de 12 anos) criadas em cativeiro no Amazonas, apresentaram maiores pesos médios quando alimentados com dietas com maior nível proteico e com proteína de origem animal (17,4 kg e 18,6-36 kg) do que com menores níveis de PB e proteína de origem vegetal (5,5 kg e 17,3-19 kg).

Em estudo conduzido por Araújo *et al.* (2013) com uma outra espécie de quelônio criada comercialmente no Brasil, o muçã (*Kinosternon scorpioides*) quando sob diferentes sistemas de manejo alimentar, verificou-se que os níveis nutricionais influenciaram diretamente o desempenho reprodutivo desses animais em cativeiro. Os autores também relataram que animais alimentados com dietas úmidas contendo proteína animal apresentaram melhor desempenho reprodutivo, evidenciado por maior frequência de postura e maior espessura da casca dos ovos, em comparação com aqueles alimentados exclusivamente com proteínas vegetais.

Um aspecto relevante observado nos resultados do presente estudo foram as correlações significativas, mas moderadas, entre o peso médio das matrizes e variáveis

reprodutivas, como o número de ninhos ($r = 0,31$), o número médio de ovos ($r=0,32$) e o número de filhotes ($r = 0,32$), e a forte relação entre a idade e o número médio de ovos por ninho ($p<0,00001$; $R^2=0,92$; Figure B) demonstrando que fêmeas mais velhas e mais pesadas botam mais ovos. Esse achado sugere que animais mais pesados possivelmente apresentam maior fecundidade. Portelinha *et al.* (2013), trabalhando com alometria reprodutiva em *P. expansa* na natureza, sugeriram que fêmeas maiores produzem ninhadas mais numerosas em ninhos mais profundos. Os mesmos autores encontraram forte relação entre tamanho da ninhada, massa da ninhada e todas as variáveis morfométricas das fêmeas, incluindo rastros. Essa relação demonstra que fêmeas maiores tendem a produzir ninhadas maiores com ovos mais pesados, como também observado para a espécie amazônica *Podocnemis sextuberculata* (HALLER; RODRIGUES, 2006) e para algumas espécies de crocodilianos (THORBJARNARSON; HERNÁNDEZ, 1996; LARRIERA *et al.*, 2004). Em estudo da reprodução de *P. expansa* em cativeiro, Lopes (2021) também verificou que fêmeas mais velhas e, conseqüentemente, mais pesadas tenderiam a produzir mais ovos, ovos mais pesados e filhotes maiores em comparação com fêmeas menores.

Lustosa (2017) também relatou que fêmeas silvestres com carapaças maiores, refletindo maior comprimento retilíneo e massa corporal, apresentaram maior número de ovos que reprodutoras menores. Do mesmo modo, Valenzuela *et al.* (1997) observaram que fêmeas maiores produziram ovos mais numerosos e maiores, depositados em ninhos mais profundos, o que resultou em filhotes com maiores taxas de sobrevivência.

Entretanto, outros fatores, como densidade populacional, estado nutricional, idade e variáveis climáticas, devem ser considerados em estudos com répteis, pois podem influenciar o tamanho e a massa das ninhadas (JAMES E WHITFORD, 1994). Catique (2011) e Andrade *et al.* (2011) encontraram forte relação entre tamanho, altura e declividade da praia de desova, e cor, granulometria e umidade da areia com o número de ninhos, filhotes e taxa de eclosão de *P. expansa* em cativeiro e em vida livre.

No presente estudo, encontramos evidências de que o aumento do peso corporal e da idade está associado ao aumento da média de ovos por ninho. Essa hipótese reforça a ideia de que o sucesso reprodutivo depende não apenas do acúmulo de reservas corporais, mas também da adequação qualitativa da dieta. Portelinha *et al.* (2013) sugeriram que, à medida que as fêmeas adultas de *P. expansa* aumentam de tamanho, também armazenam mais energia absoluta para a reprodução. Ademais, os dados indicam que fêmeas maiores investem não apenas em produzir mais ovos, mas também em ovos mais pesados,

conforme descrito por Valenzuela *et al.* (1997). Contudo, não encontramos relação entre tamanho corporal e massa relativa da ninhada.

Por outro lado, a forte associação entre o número de ninhos e o número de filhotes demonstra que a oviposição é o principal determinante da produtividade, sugerindo que estratégias de manejo voltadas a estimular a postura podem resultar em maior produção de descendentes. O estabelecimento de relações entre rastros, número de ovos e filhotes, características físicas dos ninhos e fêmeas nidificantes pode contribuir positivamente para técnicas de manejo em programas de conservação de *P. expansa*, tanto *in situ* quanto *ex situ*, facilitando estimativas do número de ovos por praia, permitindo a priorização das ninhadas mais produtivas (com base no tamanho da ninhada) e esclarecendo o potencial reprodutivo de cada indivíduo (ex.: curva de fertilidade populacional; MORTIMER, 2012), o que pode ser aferido pelos índices de ninho/matriz e filhotes/matriz. De fato, répteis possuem fisiologia reprodutiva distinta da dos animais de produção, que geralmente apresentam um pico de postura seguido de declínio gradual na produção até tornarem-se economicamente inviáveis, o que leva à substituição do plantel reprodutivo, enquanto tartarugas botam mais ovos, ovos mais pesados e com maior taxa de eclosão à medida que ficam mais velhas e maiores.

Segundo Lopes (2021), ao avaliar o perfil hormonal de reprodutores de *P. expansa* em cativeiro no Amazonas, fêmeas maiores produziram mais ovos, ovos mais pesados, filhotes proporcionalmente maiores e melhores taxas de eclosão. Nesse estudo, observaram-se relações significativas entre comprimento ($P = 0,019$; $R^2 = 35,63\%$) e peso ($P = 0,009$; $R^2 = 42,15\%$), embora de magnitude fraca ($R^2 < 50\%$). De forma semelhante, Portelinha *et al.* (2013), ao avaliarem medidas alométricas em *P. expansa*, encontraram correlações significativas entre tamanho e peso corporal com o tamanho da ninhada.

As flutuações de produção registradas ao longo dos anos, com quedas mais acentuadas em alguns anos como 2012, 2021 e 2022, sugerem que fatores externos à nutrição também influenciaram o desempenho, como variações nas praias de desova, no clima e no manejo. Ainda assim, a análise com os criadouros agrupados em faixas de proteína bruta e energia bruta, permitiram constatar que a dieta exerce efeito direto e consistente sobre os índices produtivos e reprodutivos, permitindo a identificação das melhores faixas nutricionais capazes de maximizar a eficiência reprodutiva. Esses resultados têm implicações práticas para criadouros amazônicos, uma vez que a padronização das dietas dentro das faixas identificadas pode reduzir a variabilidade interanual, aumentar a previsibilidade da produção e, simultaneamente, contribuir tanto

para a sustentabilidade econômica quanto para a conservação da espécie. A criação de quelônios, ou quelonicultura, é uma estratégia de conservação com potencial para minimizar o impacto da demanda comercial por tartarugas sobre populações silvestres (ANDRADE *et al.*, 2021).

Níveis de energia bruta na faixa de 3.000-3.900 kcal/kg e de proteína bruta de 40-45% geraram matrizes mais pesadas. E níveis intermediários de proteína na faixa de 30-39% estiveram mais diretamente ligados a maior produção de ninhos, ovos e filhotes, enquanto níveis intermediários de energia (3000-3900 kcal/kg) estiveram ligados a uma maior produtividade de ninhos e filhotes por matriz.

Mas as melhores taxas de eclosão e número de filhotes/ninho foram encontrados em dietas nas faixas com menores valores de proteína (25-29% PB) e de energia (2250-2900 kcal/kg), mostrando que uma dieta mais restritiva nutricionalmente, poderia resultar em maior eficiência reprodutiva.

Esse aparente paradoxo, talvez possa ser explicado pelos ajustes fisiológicos e comportamentais durante o ciclo reprodutivo da *P. expansa*. A sincronia entre as atividades reprodutivas de *P. expansa* e a dinâmica fluvial com o ciclo alternado do fluxo de águas dos rios, com variações no regime hidrológico, cheias e vazantes é reconhecida por povos tradicionais amazônicos e foi sistematizada pela comunidade científica há décadas (PÁDUA, 1982a,b; FERREIRA Jr., 2009; ANDRADE, 2012; ANDRADE, 2015; EISEMBERG *et al.*, 2016). Durante a cheia, as tartarugas amazônicas permanecem em lagos, acumulando reservas energéticas e proteicas que são utilizadas para produção dos ovos. Anos com maiores cheias tendem a propiciaram maior tempo e área de alagamento da floresta inundada, permitindo que as fêmeas comam mais e produzam mais ovos, aumentando em até 32-41% os ninhos no ciclo seguinte, enquanto verões muito chuvosos influenciam na redução da taxa de eclosão (CARVALHO, 2025; ANDRADE *et al.*, 2025). No início da vazante, contudo, migram para o canal principal do rio e, em seguida, deslocam-se para os sítios de desova, onde se concentram até o momento da subida às praias (ALHO E PÁDUA, 1982b) e nessa última fase do ciclo, antes de subirem para postura, praticamente não se alimentam, tendo um período de restrição alimentar (GARCEZ *et al.*, 2020).

Garcez (2009) e Lopes *et al.* (2022) também registraram fases semelhantes desse ciclo reprodutivo da *P. expansa* em cativeiro, sendo a sincronia nesses casos relacionados aparentemente a pluviosidade, radiação solar e temperatura. Foram identificadas as fases de vitelogenese no período das chuvas (março-maio), acasalamento (maio-julho), e no

período seco, assoalhamento (agosto) e desova (final de agosto-outubro). Na avaliação dos hormônios reprodutivos da *P. expansa* durante esse ciclo em cativeiro, Lopes (2021), observou que o estradiol variou igualmente em fêmeas e machos, com picos na vitelogênese. E, dentre os parâmetros bioquímicos, os teores de colesterol e triglicerídeos variaram, em fêmeas, que tiveram suas maiores médias nas fases vitelogênica (março-maio) e de acasalamento (junho-julho) do que na desova (setembro-outubro). A fase de assoalhamento (agosto) também mostrou uma queda nos teores de glicose, indicando que estes animais possam se manter de jejum, nas fases finais do ciclo até a desova, assim como ocorre na natureza.

Essa mudança fisiológica e hormonal durante as fases do ciclo, poderia explicar também as variações das necessidades de proteína e energia bruta pelas matrizes ao longo do ciclo reprodutivo, sendo necessários maiores níveis de proteína e energia para aumentar a massa das matrizes e ter reserva energética (colesterol, triglicerídeos) para melhorar a vitelogênese e produzir mais ovos. Enquanto, uma dieta mais restritiva, em níveis de PB e EB, durante a fase de assoalhamento e desova, garantiria uma melhor taxa de eclosão e um maior número de filhotes por ninho. Isso poderia ser um indicativo para utilização de duas dietas para matrizes: uma com maiores níveis de proteína e energia durante o período chuvoso (vitelogênese e acasalamento); e outra com níveis menores de PB e EB, ou mesmo, restrição alimentar, no período da desova.

Uma outra possível explicação, seria a de que essas melhores taxas de eclosão e de filhotes/ninho estariam mais associadas a melhores características ambientais das praias de desova (praias mais altas, areia textura média e baixa umidade), como encontraram Catique (2011) e Andrade *et al.* (2011), do que a nutrição das matrizes. Entretanto, nesse estudo, não avaliamos essas relações com variáveis ambientais, níveis nutricionais e índices reprodutivos. Mas foi possível verificar que, os locais onde os níveis energéticos da dieta fornecida eram mais baixos, coincidiram com os criadores com praias mais altas, e melhores resultados de taxa de eclosão ($p < 0,003$; $r = -0,38$).

Sob a perspectiva da conservação, o aumento da eficiência produtiva em cativeiro representa uma alternativa estratégica para reduzir a pressão sobre populações naturais de *P. expansa*, frequentemente exploradas ilegalmente pela coleta de adultos, ovos e filhotes. A exploração comercial de tartarugas continua sendo um dos principais fatores que contribuem para o declínio das populações de quelônios aquáticos e terrestres em todo o mundo (STANFORD *et al.*, 2020). A criação de quelônios traz benefícios para os quelonicultores, para o Estado e para a sociedade, com estimativas indicando que o

retorno do capital investido na atividade é alcançado em até quatro anos (MELO *et al.*, 2003; BRAZIL *et al.*, 2025). Entre os benefícios acessíveis aos produtores estão: baixos custos de produção, proximidade com infraestrutura, baixo investimento inicial e possibilidade de implementação imediata (EISEMBERG *et al.*, 2016; ANDRADE *et al.*, 2021). Para o Estado, a sociedade e o meio ambiente, os benefícios incluem geração de renda, criação de empregos, aumento da arrecadação tributária, desenvolvimento de conhecimento, crescimento socioeconômico e conservação de espécies por meio da redução da extração (HALLER E RODRIGUES, 2006). Portanto, o manejo nutricional adequado pode ser entendido não apenas como ferramenta produtiva, mas também como instrumento para a conservação da biodiversidade regional (DANTAS FILHO *et al.*, 2020).

Apesar da robustez das análises, o estudo apresenta limitações decorrentes do uso de dados retrospectivos e secundários, sem controle direto sobre variáveis ambientais e de manejo, como qualidade da água, temperatura, densidade de estocagem e estado sanitário. A formulação adequada de dietas é essencial para otimizar a produção em criadouros de quelônios, reduzir a pressão sobre populações naturais e promover a sustentabilidade da atividade no contexto amazônico.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que a composição nutricional das dietas desempenha importante papel no desempenho reprodutivo de *P. expansa* criadas em cativeiro. Existem correlações positivas entre o peso e o número de ninhos, de ovos e de filhotes. Dietas com energia bruta entre 3.000 e 3.900 kcal/kg e níveis de proteína bruta entre 30 e 39% resultaram nos melhores índices de peso corporal, número de ninhos e ovos, produção de filhotes e uma maior produtividade de ninhos e filhotes por matriz. Embora, dietas mais restritivas com menores valores de proteína (25-29%PB) e de energia (2250-2900 kcal/kg) possam ser indicadas apenas durante a fase de desova a fim de melhorar a taxa de eclosão e a eficiência reprodutiva.

Recomenda-se a realização de experimentos controlados para validar os níveis nutricionais aqui identificados, bem como investigar interações com outros nutrientes. A inclusão de análises econômicas também se faz necessária para confirmar a viabilidade do uso de dietas otimizadas em criadouros comerciais.

9. REFERÊNCIAS

- ALHO, C.J.R. and PÁDUA, L.F.M., 1982a. Sincronia entre o regime de vazante do rio e o comportamento de nidificação da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). **Acta Amazônica**, vol. 12, no. 2, pp. 323-326. <https://doi.org/10.1590/1809-43921982122323>
- ALHO, C.J.R. and PÁDUA, L.F.M., 1982b. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, vol. 60, pp. 97-103. <https://doi.org/10.1139/z82-012>
- ANDRADE, P.C.M., 2008. **Criação e manejo de quelônios no Amazonas: projeto diagnóstico da criação de quelônios no Estado do Amazonas**. Manaus: IBAMA/Pró-várzea/Aquabio, 528 p.
- ANDRADE, P.C.M., 2012. **Manejo comunitário de quelônios: Projeto Pé-de-Pincha**. Manaus: Gráfica Moderna, 786 p.
- ANDRADE, P.C.M., 2015. **Manejo comunitário de quelônios: Projeto Pé-de-Pincha**. Manaus: Editora e Gráfica Moderna, 325 p.
- ANDRADE, P.C.M., 2017. Manejo participativo de quelônios por comunidades na Amazônia. In: G. MARCHAND and F.V. VELDEN, eds. *Olhares cruzados sobre as relações entre seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa)*. Manaus: EDUA, pp. 163-192.
- ANDRADE, P.C.M.; ALVES, H.R.B.; OLIVEIRA, A.B.; ALMEIDA, C.D.A.; GARCEZ, J.R.; DUARTE, J.A.M. *et al.* 2011. **Influência das características ambientais sobre os aspectos reprodutivos de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e tracajá (*P. unifilis*) em cativeiro no Amazonas**. In: *Anais do IX Congresso Latino-americano de Herpetologia*, SBH, Curitiba.
- ANDRADE, P.C.M.; GARCEZ, J.R.; LIMA, A.C.; DUARTE, J.A.M.; ANÍZIO, T.L.F.; RODRIGUES, W.S.; OLIVEIRA, A.B.; ALVES, H.R.B. 2021. Panorama da Quelonicultura no Brasil – uma estratégia para conservação das espécies e geração de renda. **Aquaculture Brasil** Jan/Mar 2021. P.32-40.
- ANDRADE, P.C.M., OLIVEIRA, P.H.G., LIMA, A.C., DUARTE, J.A.M., AZEVEDO, S.H.S., OLIVEIRA, A.B., ALMEIDA, C.D., SILVA, E.B., GARCEZ, J.R., PINTO, J.R.S., SILVA, L.C.N., MONTEIRO, M.S., RODRIGUES, W.S., ANÍZIO, T.L.F., PONTES, A.L.B., TEIXEIRA, R.L., SILVA, J.M., DUNCAN, W.L.P., VOGT, R.C., 2022. Community-based conservation and management of chelonians in the Amazon.

Frontiers in Ecology and Evolution, vol. 10, pp. 1-24.
<http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2022.769328>

ANDRADE, P.C.M.; CARVALHO, A.D.B.; RODRIGUES, W.S.; VIANA, G.B.; LOPES, T.S.; MELO, R.D. *et al.* 2025. **Efeitos das mudanças climáticas e eventos extremos nos últimos 25 anos sobre a reprodução de testudines aquáticos na Amazônia.** In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Herpetologia*, CBH, Manaus.

ARAÚJO, J.C., VIEIRA E ROSA, P., PALHA, M.D.C., RODRIGUES, P.B., FREITAS, R.T.F. and SILVA, A.S.L., 2013. Effect of three feeding management systems on some reproductive parameters of Scorpion mud turtles (*Kinosternon scorpioides*) in Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, vol. 45, pp. 729–735.
<https://doi.org/10.1007/s11250-012-0281-3>

BRAZIL, M.V.S., CHAVES, W.A., VIDAL, M.D., TAVARES, A.S. and WILCOVE, D.S., 2025. The potential and limitations of turtle farming to contribute to conservation in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, vol. 304, 111055.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111055>

CAMPOS-SILVA, J.V., HAWES, J.E., ANDRADE, P.C.M. and PERES, C.A., 2018. Unintended multispecies co-benefits of an Amazonian community-based conservation programme. **Nature Sustainability**, vol. 1, no. 11, pp. 650-656.
<https://doi.org/10.1139/z82-012>

CASTRO, I.C.; ANDRADE, P.C.M.; MONTEIRO, M.S.; DUARTE, J.A.M.; MEDEIROS, P.A. 2022. Use of by-products and waste in the manufacture of artisanal feed for hatchlings of giant south american turtle (*Podocnemis expansa*) and yellow-spotted river turtle (*Podocnemis unifilis*) and in Jurua community breeding systems. **Rev. Agroecossistemas**, v. 14, n. 2, p. 22 – 44, 2022, ISSN online 2318-0188 <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v14i2.11604>

DANTAS FILHO, J.V., PONTUSCHKA, R.B., FRANCK, K.M., GASPAROTTO, P.H.G. and CAVALI, J., 2020. Cultivo de quelônios promove conservação e o desenvolvimento social e econômico da Amazônia. **Revista Ciência e Saúde Animal**, vol. 2, suplemento abril. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12058596.v1>

EISEMBERG, C.C., BALESTRA, R.A.M., FAMELLI, S., PEREIRA, F.F., BERNARDES, V.C.D., and VOGT, R.C., 2016. Vulnerability of Giant South American Turtle (*Podocnemis expansa*) nesting habitat to climate-change-induced alterations to fluvial cycles. **Tropical Conservation Science**, vol. 9, no. 4, pp. 1-12.
<https://doi.org/10.1177/1940082916667139>

- BRITO, E.S.; VALADÃO, R.M.; MALVÁSIO, A. *et al.* 2025. **Quelônios Continentais e Crocodilianos do Brasil** 1. Ed. - Agência Estadual de Meio Ambiente do Estado de PE., Recife: 2025. 346p.
- CATIQUE, T.S. 2011. **Caracterização e influência do substrato de áreas naturais e artificiais de reprodução da tartaruga-da-Amazônia *Podocnemis expansa* e tracajá *Podocnemis unifilis* na Amazônia**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 51 p. Monografia (Agronomia)
- DE CARVALHO, A.D.B. 2025. **Influência das mudanças climáticas sobre a produção de ninhos e filhotes de quelônios (*Podocnemis expansa*, SCHWEIGGER, 1812; *Podocnemis unifilis*, TROSCHER, 1848; E *Podocnemis sextuberculata*, CORNALIA, 1849) em áreas de manejo comunitário no médio rio Amazonas**. Dissertação Mestrado, PPGCARP, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 102 p.
- FERREIRA Jr., P.D., 2009. Efeitos de fatores ambientais na reprodução de tartarugas. **Acta Amazônica**, vol. 39, no. 2, pp. 319-334. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000200011>
- FORERO-MEDINA, G., FERRARA, C.R., VOGT, R.C., FAGUNDES, C.K., BALESTRA, R.A.M., ANDRADE, P.C.M., LACAVA, R., BERNHARD, R., LIPMAN, A.J., LENZ, A.J., FERRER, A., CALL, A.A., CALLE-RENDON, A.F., CAMILLO, B.R.C.S., PERRONE, E.L., MIRANA, E., CUNHA, F.A.G., LOJA, E., DELI RIO, J., FERNANDEZ, J.L.V., HERMANDEZ, O.E., DEL AGUILA, R.P., CUEVA, R., 2019. On the future of the giant South American river turtle *Podocnemis expansa*. *Oryx*, pp. 1-8. <http://dx.doi.org/10.1017/s0030605318001370>
- GARCEZ, J.R., 2009. **Comercialização e reprodução da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e do tracajá (*Podocnemis unifilis*) em cativeiro no estado do Amazonas**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 68 p. Monografia (Engenharia de Pesca).
- GARCEZ, J.R., ANDRADE, P.C.M. and SOARES, M.G.M., 2020. Composição da dieta de três espécies de quelônios (*Podocnemis* spp.) no rio Juruá, Amazonas. Igapó – **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, vol. 14, pp. 60-72.
- GARCEZ, J.R.; OLIVEIRA, A.B.; ANDRADE, P.C.M.; DUARTE, J.A.M. 2021. Criação comercial e comunitária de quelônios no estado do Amazonas. In: *Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias* / Org. Mattos, B.O.; Pantoja-Lima, J.; Oliveira, A.T. *et al.* Ponta Grossa/ PR. Atena, 2021. P.13-30. DOI 10.22533/at.ed.0422115032

- HALLER, E.C.P. and RODRIGUES, M.T., 2006. Reproductive biology of the six-tubercled Amazon River turtle *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae), in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, vol. 5, pp. 280–284. [https://doi.org/10.2744/1071-8443\(2006\)5\[280:RBOTSA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2744/1071-8443(2006)5[280:RBOTSA]2.0.CO;2)
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2015. Instrução Normativa nº 07, de 30 de abril de 2015. Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do IBAMA, os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 maio 2015, Seção 1, p. 55-59.
- JAMES, C.D. and WHITFORD, W.G., 1994. An experimental study of phenotypic plasticity in the clutch size of a lizard. **Oikos**, vol. 70, pp. 49–56. <https://doi.org/10.2307/3545698>
- LARRIERA, A., PIÑA, C.I., SIROSKI, P.A. and VERDADE, L.M., 2004. Allometry of reproduction in wild Broad-snouted Caimans (*Caiman latirostris*). **Journal of Herpetology**, vol. 38, pp. 301–304. <https://doi.org/10.1670/145-03A>
- LOPES, T.S., 2021. **Descrição do perfil hormonal de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*, Schweigger, 1812) em cativeiro no Amazonas**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 144 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros).
- LOPES, T.S. DUNCAN, W.P.; ANDRADE, P.C.M. 2022. Ciclos reprodutivos e hormônios sexuais em tartarugas. **Scientia Amazonia**, v. 11, n. 1, CB28-CB47, 2022 Revista on-line <http://www.scientia-amazonia.org> ISSN:2238.1910
- LUSTOSA, A.P.G. **Aspectos reprodutivos da *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae) na área de proteção ambiental meandros do rio Araguaia**. 2017. Dissertação (mestrado) - Instituto Federal Goiano. GOÀIS.
- LUZ, V.L.F., STRINGHINI, J.H., BATAUS, Y.S.L., PAULA, W.A., NOVAIS, M.N. and REIS, I.J., 2003. Morfometria do trato digestório da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) criada em sistema comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 32, no. 1, pp. 10–18. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000100002>
- MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; ANDRADE, P.C.M.; SILVA, A.V.; HOUSSEINE-LIMA, M.G. 2003. **Criação de tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*)**. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 26. 14 p.

- MORTIMER, J.A., 2012. Seasonality of Green Turtle (*Chelonia mydas*) reproduction at Aldabra Atoll, Seychelles (1980–2011) in the regional context of the Western Indian Ocean. **Chelonian Conservation and Biology**, vol. 11, no. 2, pp. 170–181. <https://doi.org/10.2744/CCB-0941.1>
- OLIVEIRA, P.H.G; CASTRO, I.C.; ANDRADE, P.C.M.; MONTEIRO, M.S.; GAMA NETO, C.V. 2020. Alimentação de filhotes e juvenis de tracajás (*Podocnemis unifilis*) e tartarugas (*Podocnemis expansa*) na natureza e em sistemas de criação comunitária no Amazonas. **Revista Agroecossistemas**, v. 12, n. 1, p. 83 – 98, 2020, ISSN online 2318-0188
- PANTOJA-LIMA, J., PEZZUTI, J.C.B., TEIXEIRA, A.S., FÉLIX-SILVA, D., REBÊLO, G.H., MONJELÓ, L.A.S. and KEMENES, A., 2009. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo rio Purus, Amazonas, Brasil. **Colombian Journal of Animal Science**, vol. 1, pp. 1-23.
- PEZZUTI, J., CASTRO, F., McGRATH, D.G., MIORANDO, P.S., BARBOZA, R.S.L. and ROMAGNOLI, F.C., 2018. Commoning in dynamic environments: community-based management of turtle nesting sites on the lower Amazon floodplain. **Ecology and Society**, vol. 23, no. 3, 36. <https://doi.org/10.5751/ES-10254-230336>
- PORTELINHA, T.C.G., MALVASIO, A., PIÑA, C.I. and BERTOLUCI, J., 2013. Reproductive allometry of *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in Southern Brazilian Amazon. **Journal of Herpetology**, vol. 47, no. 2, pp. 232-236. <https://doi.org/10.1670/11-288>
- RUEDA-ALMONCID, J.V., CARR, J.L., MITTERMEIER, R.A., MAHECHA, J.V.R., MAST, R.B., VOGT, R.C., RHODIN, A.G.J., VELÁSQUEZ, J.O., RUEDA, J.N. and MITTERMEIER, C.G., 2007. *Las tortugas y los crocodrilianos de los países andinos del trópico*. Bogotá: Conservación Internacional, Editorial Panamericana, 538 p.
- SÁ, V.A., QUINTANILHA, L.C., FRENEAU, G.E., LUZ, V.L.F., BORJA, A.L.R. and 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**, vol. 33, no. 6, pp. 2351-2358. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000900022>
- STANFORD, C.B., IVERSON, J.B., RHODIN, A.G.J., VAN DIJK, P.P., MITTERMEIER, R.A., KUCHLING, G., BERRY, K.H., BERTOLO, A., BJORN DAL, K.A., ... and WALDE, A.D., 2020. Turtles and tortoises are in trouble. **Current Biology**, vol. 30, no. 12, pp. 721-735. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.04.088>

THORBJARNARSON, J.B. and HERNÁNDEZ, G., 1993. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and clutch relationships. **Journal of Herpetology**, vol. 27, pp. 363–370.

<https://doi.org/10.2307/1564821>

VALENZUELA, N., BOTERO, R. and MARTÍNEZ, E., 1997. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. **Herpetologica**, vol. 53, no. 3, pp. 390–398.

CAPÍTULO III – Níveis nutricionais de energia bruta na alimentação de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em cativeiro

10. MATERIAL E MÉTODOS

10.1. Local e período experimental

Este estudo foi conduzido no criatório comercial de tartaruga-da-Amazônia Fazenda Bicho do Rio, registrado junto ao IBAMA (Processo nº 02005.002782/99-65; Registro nº 2/13/2000/000003-3), localizado no município de Iranduba, Amazonas (03°11'12" S; 60°17'42" W). O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Amazonas (autorizações nº 064/2019,081/2019 e 1870138/2024) e SISBIO (licenças nº 19232-1, 83912-1 e 84348-1). O período experimental teve início em março de 2022 e estendeu-se por três anos, com coletas semestrais de dados biométricos das matrizes e acompanhamento contínuo do ciclo reprodutivo, abrangendo as fases de desova e eclosão dos filhotes.



Figura 9. Criatório comercial de tartarugas.

Fonte: Google Earth, 2025.

10.2. Animais e instalações

Os exemplares de tartaruga-da-Amazônia utilizados neste estudo foram mantidos em dois tanques destinados à reprodução. No período pré-experimental, entre 2021 e maio de 2022, o Tanque 1 abrigava aproximadamente 258 indivíduos (151 machos e 107 fêmeas; razão sexual de 1,4M:1F), enquanto o Tanque 2 continha 131 animais (39 machos e 92 fêmeas; razão sexual de 1M:2,3F), totalizando 389 matrizes e reprodutores. Os

animais foram oriundos do Rio Branco, no município de Caracaraí/ RR(Tanque 1), e do Rio Uatumã, município de Presidente Figueiredo/ AM (Tanque 2). O Tanque 1 apresentava área total de 4.791 m², com 0,48 ha de espelho d'água, além de uma praia artificial para desova com 3.186 m²; já o Tanque 2 possuía área total de 3.144,57 m², correspondendo a 0,31 ha de espelho d'água, e uma área de praia para desova de 628,55 m².

Em maio de 2022, ambos os tanques foram completamente drenados para contagem, biometria, pesagem e marcação individual dos animais, realizada por meio de plaquetas de alumínio ou perfurações na borda da carapaça. Com base nesses dados, procedeu-se à uniformização da razão sexual e da densidade de cultivo, com retirada de machos excedentes e início das atividades experimentais. No Tanque 1 permaneceram 52 machos e 101 fêmeas (razão sexual $\approx 1\text{M}:2\text{F}$), e no Tanque 2 mantiveram-se 39 machos e 92 fêmeas (razão sexual $\approx 1\text{M}:2\text{F}$), ambos com densidade de 0,032 animais/m² (319 e 320 animais/ha de espelho d'água, respectivamente). A quantidade de ração fornecida foi ajustada para cada tanque com base na biomassa total, correspondendo a 1% da biomassa/dia.



Figura 10. Tanque das matrizes e reprodutores de quelônios 1.

Fonte: Google Earth (2019).



Figura 11. Tanque das matrizes e reprodutores 2 (matrizes Balbina).

Fonte: Google Earth (2023).



Figura 12. Berçário dos filhotes até 1 ano.

Fonte: Google Earth (2023).

10.3. Metodologia do experimento

Para o acompanhamento do desenvolvimento das matrizes, os animais foram capturados semestralmente para biometria e pesagem, utilizando-se redes de arrasto de 200 m $\times$ 4 m, com malha de 90 mm. (figuras 13 A e B). Devido à heterogeneidade do plantel, para as análises foram selecionados 40 animais (20 machos e 20 fêmeas) com peso entre 20 e 45 kg, devidamente identificados, sendo estes capturados antes (maio) e após (novembro/dezembro) o período reprodutivo nos anos de 2022, 2023 e 2024 para avaliação. As medidas tomadas em cada matriz e reprodutor foram o comprimento e largura retilínea da carapaça (CRC e LRC), o comprimento e largura retilíneo do plastrão (CRP e LRP) e a altura (ALT), com auxílio de um paquímetro/suta Hagloff© de alumínio de 80 cm (figura 15A) – Andrade *et al.*, 2016. Os animais foram pesados em balança de mola (capacidade 100 kg), em pesola© de 10 kg (figura 15B). Também foi registrada a idade estimada dos animais baseada na contagem dos anéis de crescimento nas escamas da carapaça (figuras 16A e 8B), e feita a sexagem dos animais baseada no tamanho da cauda e formato da abertura dos escudos caudais do plastrão (forma de U para os machos).



Figura 13. A e B - Captura de matrizes com rede de arrasto para realização de biometria.



Figura 14. A e B: Viragem dos animais na praia para realização de biometria e coleta de sangue.



Figura 15. A e B: Fêmea e Macho de tartaruga (*P. expansa*) e Pesagem de fêmea de tartaruga.



Figura 16. A e B: Verificação de idade através dos anéis de crescimento.

Ao longo dos três anos avaliados (2022, 2023 e 2024), os animais foram submetidos a dois programas alimentares distintos, correspondentes a dietas com

diferentes níveis de energia bruta (3.900 e 4.600 kcal/kg). Os animais no Tanque 1 receberam a dieta com 3.900 kcal/kg de energia bruta e 28% de proteína bruta (rações isoproteicas), enquanto os animais no Tanque 2 foram submetidos à dieta com 4.600 kcal/kg de energia bruta e 28% de proteína bruta. Assim, o delineamento experimental foi um esquema fatorial com medidas repetidas no tempo (2×3), tendo como fatores o nível de energia da dieta (fator 1: 2 tratamentos) e o ano de avaliação (fator 2: tempo), com as repetições experimentais considerando-se as avaliações semestrais realizadas em cada ano e o número de animais avaliados em cada semestre.

T0=Ração basal controle Nutripiscis© SI Crescimento, pellet 8/10 mm, 28% de Proteína Bruta (PB), 3.900 kcal/kg de energia bruta (EB);

T1= ração com 28% de PB, pellet 8/10 mm e 4.600 kcal/kg de energia bruta (EB).

Quadro 1. Esquema experimental do fornecimento das rações com diferentes níveis de energia.

Ano	Tanque 1	Tanque 2
2022	T0	T1
2023	T0	T1
2024	T0	T1



Figura 17. A e B: Fornecimento de ração para Matrizes do Vasco e Matrizes de Balbina, respectivamente..

As dietas foram fornecidas diariamente, uma vez ao dia (figura 17A e B), às 07:00 horas da manhã, na proporção de 1% da biomassa total do lote, com ajustes semestrais realizados a partir dos dados médios de pesagem e biometria. Os animais foram submetidos a um período de adaptação de 30 dias, utilizando-se o critério de substituição gradual da dieta anterior, com inclusão inicial de 25% da nova formulação e incrementos semanais de 25% até atingir 100% da dieta experimental. As dietas, formulados

comerciais, apresentaram composição nutricional semelhante quanto ao nível de proteína bruta (28%) e granulometria (pellets de 8/10 mm), diferindo principalmente no teor energético, com a dieta com 3.900 kcal/kg apresentando ainda 14,85% de matéria mineral, 5,0% de extrato etéreo e 10,0% de fibra bruta, enquanto a dieta com 4.600 kcal/kg apresentando 12,25% de matéria mineral, 3,5% de extrato etéreo e 5,0% de fibra bruta. Ambas as dietas foram formuladas à base de milho moído, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de peixe, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, cloreto de sódio, L-lisina, DL-metionina, suplemento vitamínico-mineral e aditivos antioxidantes e conservantes.

Tabela 5. Valores nutricionais e ingredientes das rações experimentais para matrizes e reprodutores de *P. expansa* em cativeiro.

Ração Tipo	Pellet	MM%	PB%	EE%	FB%	Energia (kcal/kg)
Valores nutricionais						
T0	Nutripiscis SI 8/10 mm	14,85	28	5,0	10,0	3900
T1	Multifós 8/10 mm	12,25	28	3,5	5,0	4600
Ingredientes						
T0	Milho moído, farelo de soja, farinha de carne e ossos, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, cloreto de sódio, L-Lisina, DL-metionina, premix vitamínico mineral, aditivos antioxidante e conservante.					
T1	Milho moído, farelo de soja, farinha de carne e ossos, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, cloreto de sódio, L-Lisina, DL-metionina, premix vitamínico mineral, aditivos antioxidante e conservante.					

Os valores identificados foram resultados de análise bromatológica/centesimal em laboratório e provenientes de análises do Laboratório CBO Análises laboratoriais Ltda em São Paulo.

Os valores nutricionais e ingredientes informados pelos fabricantes estão disponibilizados e descritos em anexo.

10.4. Monitoramento da fase reprodutiva em cativeiro

Para a obtenção dos parâmetros reprodutivos, foi realizado o monitoramento sistemático das praias artificiais dos tanques de reprodução durante os períodos de desova e eclosão dos filhotes, conforme metodologia descrita por Andrade *et al.* (2015). O ciclo reprodutivo foi acompanhado anualmente entre os meses de setembro a dezembro, período correspondente à estação seca regional. Durante a fase de desova, concentrada entre setembro e outubro, as praias artificiais foram vistoriadas diariamente entre 6 e 9:00

h, para registro da postura e dos ninhos, e eventuais capturas noturnas (2 e 3:00h) das fêmeas em desova para sua biometria.



Figura 18. Ninho de tartaruga identificado na manhã de vistoria a praia de desova.

Após o término da postura cada ninho foi identificado com piquete numerado, contendo a data da postura e número do ninho (figura 21A). Depois, na manhã subsequente, procedeu-se ao registro das características do ninho, incluindo data de postura, número total de ovos, profundidade do primeiro ovo (cm), profundidade total e largura da cova (cm), bem como a distância do ninho (m) em relação à água e à vegetação. Em casos específicos, alguns ninhos foram transferidos para uma área protegida (figuras 20 e 21A e B) (chocadeira), uma área protegida e cercada que possibilita o desenvolvimento dos filhotes e posterior nascimento. A escolha entre deixar natural ou transferir para a chocadeira depende de diversos fatores, principalmente qualidade da areia no local de desova e possibilidade de ataque de predadores aos ovos. Na chocadeira ocorre o controle do nascimento dos filhotes e os ninhos são subdivididos em parcelas, sendo que até 100 ovos, são feitas duas covas e a partir de 100 ovos, são divididos em três covas, para proporcionar melhores taxas de eclosão de ovos (MONTEIRO, 2014). Cada cova é marcada com uma estaca de PVC (figura 21B), contendo o número do ninho, espécie que desovou, data de postura e a provável data de eclosão, ou seja, 60 dias após a data de postura (ANDRADE *et al*, 2016). Foram registradas as causas de perdas de ninhos e ovos, a frequência em que estas causas ocorrem e seu impacto na produção total de filhotes. Uma vez realizada a biometria, foi colocado um datalogger individual (HOBO

TidbiTv2 On Set©) (figura 19B) em cada ninho, totalizando 3 aparelhos em ninhos do tanque 1 e 3 aparelhos em ninhos do tanque 2, para coleta de temperatura interna do mesmo. Houve também a colocação de *datalogger* de canal com 4 fios para monitoramento dos ninhos transferidos para a chocadeira (figura 19A). Retornávamos os ovos ao ninho e fechávamos a cova. Para avaliação das dimensões dos ovos, foram coletados aleatoriamente cinco ovos por ninho, nos quais foram realizadas medições de comprimento (mm) e peso (g). As causas de perdas de ovos e ninhos (ovos gorados (que não completaram o desenvolvimento embrionário), fungados, inférteis, mortos na casca e filhotes com deformidades) foram registradas sistematicamente ao longo do período de incubação.



Figura 19. A e B: Implantação de datalogger de canal (a esquerda) e datalogger individual em ninhos de *Podocnemis expansa*.



Figura 20. Abertura do ninho, contagem dos ovos, biometria e transferência em caixas térmicas de transporte para a chocadeira.



Figura 21. A e B: Ninhos transferidos na chocadeira e informações contidas nos piquetes de marcação dos ninhos.

As variáveis reprodutivas analisadas incluíram o número total de ovos por ninho, número de filhotes eclodidos/nascidos, taxa de eclosão (%), número de ovos inviáveis/gorados, fungados, inférteis e mortos na casca, além das características morfométricas dos ovos (comprimento e peso), considerando-se os efeitos do nível energético da dieta materna e do ano de avaliação.

Das fêmeas capturadas durante a desova (figuras 22 A e B), foi realizada biometria e pesagem do animal, coleta de sangue para análises bioquímicas relacionadas ao fator nutricional, medição da distância entre patas (cm) e largura das patas (cm) e relação com seus ninhos. De cada ninho, cuja fêmea foi capturada, foram contados os ovos (unidade) e feita a biometria de 15 ovos. Também foram realizadas medidas de largura e profundidade do 1º ovo (cm) e total de cada ninho (cm).



Figura 22. A e B: Fêmeas de tartaruga desovando e captura para realização de biometria na praia do Criatório Comercial.

Como não é tão fácil e simples, capturar as fêmeas no momento da desova nas praias artificiais de cativeiro, além dos ninhos das fêmeas capturadas, foram verificados os ninhos provenientes de cada tratamento durante o período de desova nos criadores. Foi

realizada também uma correlação entre a dieta que esses animais estão consumindo e a quantidade de ovos produzidos e qualidade dos filhotes nascidos, assim como taxa de eclosão e peso ao nascimento.

Para a avaliação morfométrica dos filhotes ao nascimento, foram mensurados 10 filhotes por ninho, registrando-se peso corporal, comprimento e largura retilíneos da carapaça, comprimento e largura retilíneos do plastrão e altura (figura 26), utilizando paquímetro plástico (180 mm) e balança digital (200 g). Os filhotes de cada tratamento, devidamente identificados com a marca do ninho foram submetidos a três testes de habilidade locomotora e velocidade: tempo de virada (*righting response*), natação (*swimming performance*) e corrida (*crawling speed*). Os testes foram baseados nos testes de performance locomotora aplicados por Andrade *et al.*, (2016). Para natação, foram colocados em uma caixa de isopor com 60cm de comprimento e 40cm de largura (figura 23B), com 20cm de profundidade com água, os filhotes eram postos em uma extremidade da caixa, e o tempo era contado assim que soltos, parando o cronômetro quando o filhote alcançasse a outra extremidade. Para corrida, foi delimitado um local plano, feito paredes formando um corredor de 30cm de largura e 2m de comprimento (figura 23A), eram postos os 5 filhotes de cada repetição de uma vez só, e cronometrado o tempo até o final do percurso por cada filhote. E para viragem, postos em pares, com o plastrão para cima, sobre uma superfície plana, era cronometrado o tempo que cada animal levava para retornar à posição com plastrão para baixo. Parte dos filhotes foi marcada individualmente e mantida em caixas d'água de 1.000 L, sendo posteriormente transferida para o berçário, com área total de 162,21 m². O desempenho até seis meses de idade foi avaliado por meio do peso inicial e final, ganho de peso diário e ganho de peso total, permitindo inferir o efeito residual do investimento materno associado aos diferentes níveis energéticos da dieta das matrizes.



Figura 23. A e B: Testes de habilidades com filhotes de 1 dia. Corrida (a esquerda) e Natação (a direita).

10.5. Perfil bioquímico

As capturas ocorreram antes do período reprodutivo (abril/maio) e após o término do período de desova dos animais (outubro/novembro). Foram capturados aleatoriamente 20 animais, sendo 10 fêmeas de tartaruga na faixa de 20 a 45 kg e 10 machos na faixa de 8 a 25 kg de cada tratamento, dependendo do ano experimental. Para a coleta de sangue foi realizada a contenção física desses animais. Foram colhidos 3,0 mL de sangue pela punção da veia coccígea ventral em seringas descartáveis de 3,0mL e agulha 25 x 7 mm (figura 24A e B). Foram realizadas centrifugação do sangue por um período de 5 minutos, separando-se o plasma, que será utilizado para as análises bioquímicas séricas.



Figura 24. A e B: Coleta de sangue de fêmea e macho de tartaruga.

As determinações dos parâmetros bioquímicos séricos foram realizadas por meio de kits comerciais (LabTest[®] ou In Vitro[®]) baseados em métodos enzimático-colorimétricos ou apenas colorimétricos, seguindo rigorosamente as recomendações dos fabricantes. As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro UV-Vis (modelo K37-UUVIS, Kasvi[®]), utilizando-se comprimentos de onda específicos para cada ensaio. Os parâmetros avaliados incluíram as dosagens de glicose, triglicerídeos, colesterol, proteínas totais, ácido úrico, ureia, cálcio e fósforo.

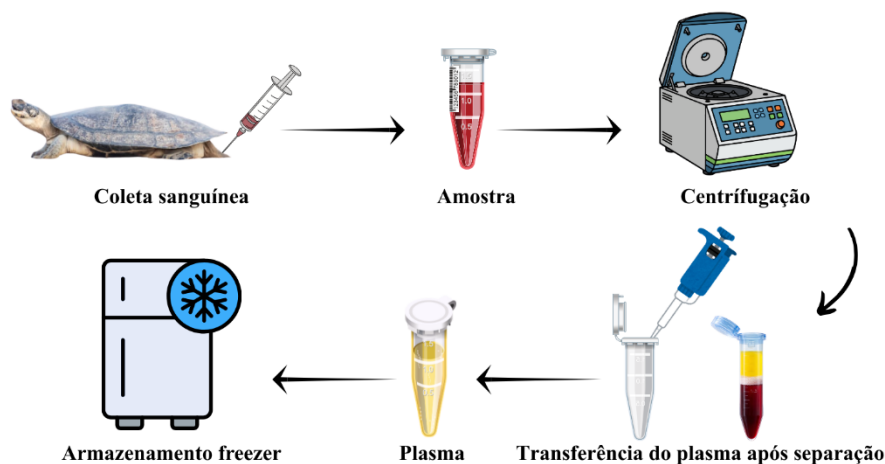


Figura 25. Fluxograma de coleta de sangue e obtenção do plasma sanguíneo.

Fonte: Arquivo pessoal.

10.6. Biometria e dados de nascimento e desempenho dos filhotes

Nos dias próximos à provável data de eclosão, os ninhos foram monitorados para a identificação de sinais indicando a presença dos filhotes. Os sinais procurados foram a formação de um cone na superfície do ninho, pela movimentação dos filhotes na câmara (ANDRADE, 2008) ou pela abertura do ninho quando se completaram os 60 dias. Uma parte dos ninhos cujas matrizes foram capturadas na praia desovando e dos ninhos transferidos para a chocadeira foram abertos e feita a biometria inicial dos filhotes (figura 26) e, depois, o acompanhamento dos filhotes até seis meses. Após a biometria inicial, os filhotes foram marcados e alojados em uma caixa d'água de 1000 litros (figura 28) e depois de 3 meses foram transferidos para um lugar denominado berçário (instalação onde os filhotes ficaram durante o primeiro ano de vida) que possui 45,06 m de circunferência e área total de 162,21 m². As variáveis de biometria dos filhotes que foram analisadas são: peso ao nascimento, número de filhotes nascidos, comprimento de carapaça e plastrão, largura de carapaça e plastrão, altura. As medidas foram feitas utilizando um paquímetro plástico Vonder© de 180 mm e uma balança digital capacidade 200 g, Kern©. As variáveis de desempenho até seis meses são: peso inicial, peso final, ganho de peso diário e ganho de peso total. Essa avaliação do desempenho dos filhotes em 6 meses de berçário, nos permitirá analisar o efeito residual do investimento maternal na produção dos ovos e sua relação com cada programa alimentar fornecido.



Figura 26. Medição dos parâmetros biométricos dos filhotes de Tartaruga.



Figura 27. A e B: Filhotes de tartaruga e biometria de filhotes.



Figura 28. Fornecimento de ração para os filhotes de tartaruga.

10.7. Sexagem dos filhotes

Foram escolhidos ao acaso 5 filhotes de cada tratamento. Para sexagem dos filhotes, foi utilizada a identificação visual (ANDRADE, 2015) e a histologia gonadal, por ser a técnica mais segura (MALVASIO *et al.*, 2012). Para o processo as gônadas foram cuidadosamente retiradas com tesoura de ponta fina e bisturi para, então, serem fixadas em glutaraldeído (GTA, 25%), tamponado (pH 7,3) e pós-fixadas em etanol 70%. As amostras foram desidratadas em gradiente de etanol (80% e 96%) e emblocadas em resina metacrilato (Tecnovitch®). As secções foram obtidas em 5µm e corados em HematoxilinaCarazzi-Eosina (HE). Adicionalmente, amostras foram coradas em Azul de Toluidina (0,12%), técnica do PAS (ácido periódico e reagente de Schiff) para identificação de células ricas em mucinas neutras e Azul de Alcian (pH 2,5) para observação de células ricas em mucinas ácidas. Esses métodos de coloração serão utilizados para verificar possíveis diferenças entre as gônadas (testículos e ovários) em relação à presença de mucopolissacarídeos na região medular da gônada. Foram utilizados critérios de MALVASIO (2012), aos quais são caracterizados com o oviduto de fêmeas alongado com células cúbicas altas e a presença de apêndice remanescente, enquanto em machos é arredondado com células cúbicas baixas e ausência de apêndice. Além disso, as estruturas que alojam as células germinativas são semelhantes a folículos definidos em fêmeas, localizados próximo ao epitélio germinativo, e em machos é constituído por túbulos seminíferos de luz dilatada e contorno tortuoso.

As atividades executadas envolvendo manipulação animal foram devidamente submetidas à Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Estas atividades encontraram-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), sendo aprovado e obtendo autorização nº 064/2019 e 081/2019, possuindo Licença SISBIO nº 19232-1, 83912-1 e 84348-1.

10.8. Temperatura, umidade e pluviosidade:

A temperatura e umidade ambiente foram coletadas com o auxílio de um termo-higrômetro (Inconterm modelo 7666.02.0.00©) (Figura 29 A), que foi fixado na lateral da chocadeira. Havia ainda um sensor do termo-higrômetro, que foi colocado dentro de um ninho artificial na chocadeira, entre os ovos, de modo a 41 aferir a temperatura interna do ninho. Eram feitas 3 coletas diárias: 06h, 12h e 18h. Eram coletadas temperatura atual, máxima e mínima do ambiente e do interior do ninho. Além da umidade atual, máxima e mínima do ambiente.

Foi colocado um pluviômetro no canto da chocadeira, cerca de 1,5m de altura. Eram feitas 3 vistorias diárias, sendo às 06h, 12h e às 18h. O pluviômetro (Figura 29 B) utilizado foi um de modelo padrão, onde a cada milímetro em seu interior, representava uma precipitação de 1L de água por metro quadrado.



Figura 29. A e B: Termo-higrômetro e pluviômetro instalados na chocadeira.

10.9. Análise estatística

Para análise estatística dos dados, o modelo estatístico (1) adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + A_j + (E * A)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado da variável dependente

μ = média geral;

E_i = efeito do nível de energia bruta da dieta ($i = 3.900$ ou 4.600 kcal/kg)

A_j = efeito do ano de avaliação ($j = 2022, 2023$ ou 2024)

$(E \times A)_{ij}$ = efeito da interação entre nível de energia e ano;

ϵ_{ijk} = erro experimental associado à observação.

As análises estatísticas foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA Fatorial de Medidas Repetidas ou Delineamento Split-Plot), utilizando os softwares R (versão 4.1.3), Minitab® (v.13.0) e PAST® (v.2.08). Quando verificados efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Quando os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade das variáveis (testes Shapiro-Wilk, Anderson-Darling e Jarque-Bera) para realização da ANOVA não foram atendidos utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman. Os resultados foram expressos como médias acompanhadas do respectivo desvio-padrão e coeficiente de variação.

11. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes do início do experimento (na fase pré-experimental, ano 2021), os dados dos animais provenientes dos 2 tanques eram estes: para as matrizes provenientes de Rio Branco/Caracaraí-RR – denominadas Matrizes Vasco (tanque 1), a média de comprimento total da carapaça das fêmeas foi de $66,5 \pm 6,50$ cm (máx=78,3 cm; min=48 cm) e peso de $32 \pm 7,52$ kg (máx=47 kg; min=10 kg). Enquanto nos machos, a média de comprimento de carapaça (CRC) foi de $38,3 \pm 3,77$ cm (máx=57,8 cm; min=31,5 cm) e peso de $6,1 \pm 3,22$ kg (amplitude de 4,0 a 24,0 kg; N=55). Para as matrizes provenientes de Rio Uatumã/Balbina – denominadas Matrizes Balbina (tanque 2), a média de comprimento total da carapaça das fêmeas foi de $70 \pm 10,53$ cm (máx= 79 c; min=31,3) e peso de $40 \pm 12,67$ (máx= 64 kg; min= 6,7 kg). Enquanto nos machos, a média de comprimento de carapaça (CRC) foi de $38,9 \pm 4,32$ (máx= 45,5 cm; min= 33,3ccm) e peso

de $6,7 \pm 2,8$ kg (máx= 13 kg; min= 4 kg). De maneira geral, as matrizes provenientes do tanque 2 (matrizes Balbina), são maiores, na média, quando comparadas as matrizes do tanque 1 (matrizes Vasco). O que explica a diferença significativa entre os pesos dos diferentes tratamentos (tanque 1 – nível nutricional de 3.900 kcal/kg – peso médio das matrizes: $34,54 \pm 8,59$ kg e tanque 2 – nível nutricional de 4.600 kcal/kg – peso médio das matrizes: $43,14 \pm 8,59$ kg).

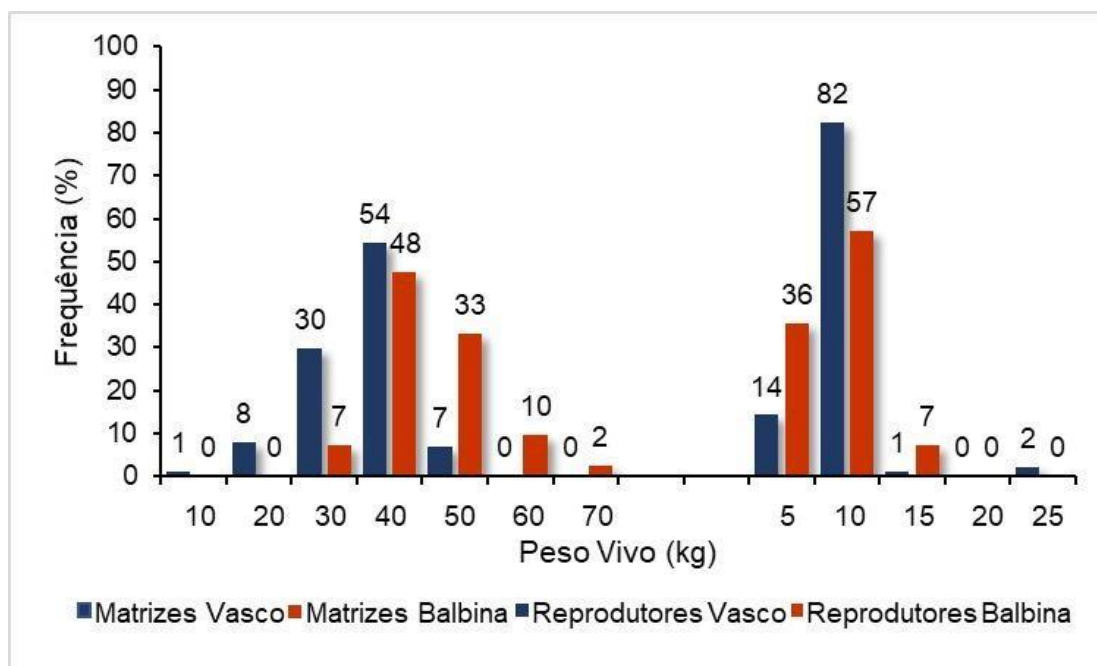


Figura 30. Histograma 01 – Peso vivo de matrizes e reprodutores dos 2 tanques. (Tanque 1 - matrizes Vasco e tanque 2 - Balbina).

De acordo com a figura 30 acerca de um histograma de peso das matrizes observa-se que a maioria das fêmeas do Tanque 1 (matrizes Vasco) encontram-se na faixa de 20 a 30 kg de peso vivo e as matrizes do Tanque (matrizes Balbina) encontram-se na faixa de 40 a 50 kg. Observa-se que as matrizes de Balbina são maiores que os matrizes do Vasco, em teoria, se bem alimentados, com relação macho/fêmea ideal e densidade de criação adequados poderão produzir ninhos com mais ovos, ovos mais pesados e filhotes maiores. No entanto, tudo depende das instalações as quais os animais estão alojados. Já para os machos, observa-se maior frequência entre 5 a 15 kg de peso vivo nos 2 tanques.

O tamanho das fêmeas influencia no desempenho da produção de filhotes, por isso é importante selecionar matrizes de grande porte, uma vez que assim como observado na natureza, as fêmeas maiores tendem a produzir um número maior de ovos, consequentemente uma maior massa total do ninho em cativeiro, sendo de extrema importância para a atividade de criação em cativeiro manter esses animais no plantel reprodutivo buscando um aumento da produção de filhotes. (BEZERRA, 2015).

Na figura 31 encontram-se os valores para comprimento retilíneo de carapaça de matrizes e reprodutores dos 2 tanques. Os valores nas barras de azul escuro e vermelho escuro (a esquerda) referem-se as matrizes e os valores a de azul claro e vermelho claro (a direita) referem-se aos reprodutores. Observa-se que a maioria das fêmeas encontram-se na faixa de 60 a 70 cm de comprimento de carapaça. De acordo com Ferrara *et al.* (2017) a maturidade sexual da fêmea de *P. expansa* é alcançada quando animal atinge minimamente 45 cm, ou quando atinge entre 10 e 15 anos, todavia não existe comprovação científica para tal parâmetro.

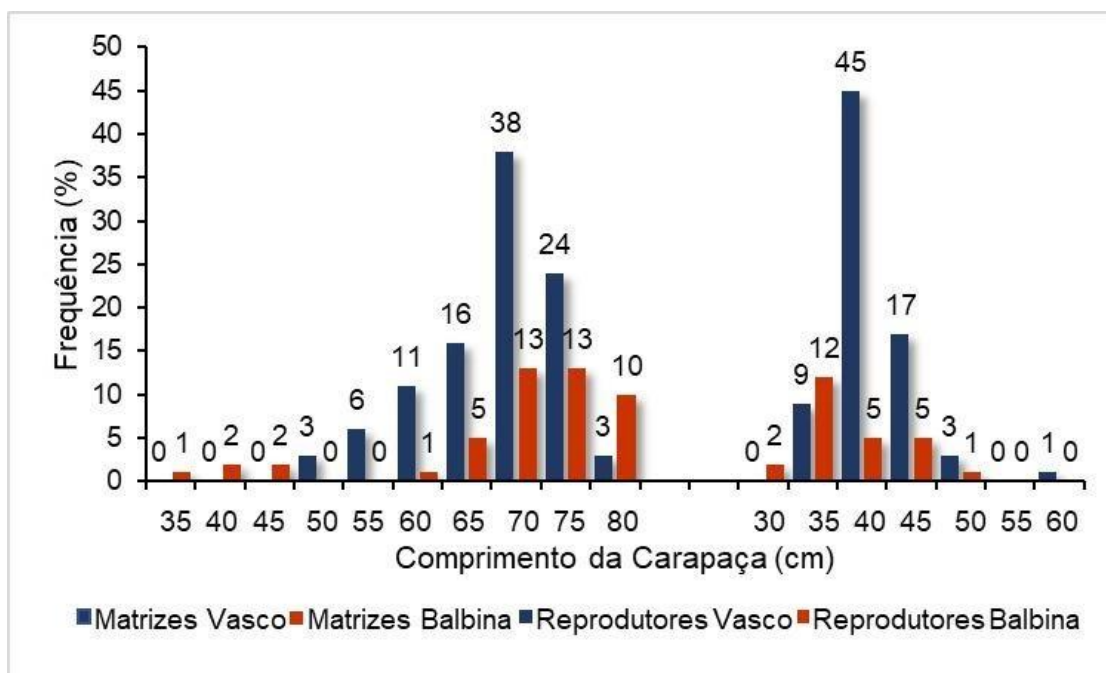


Figura 31. Histograma 02 – Comprimento de carapaça de matrizes e reprodutores dos 2 diferentes tanques (matrizes Vasco e Balbina).

As variáveis biométricas das matrizes de tartaruga-da-Amazônia apresentaram variações significativas em função do Ano e dos níveis de energia bruta da dieta (Tabela 6). O fator Ano influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o comprimento e a largura da carapaça, o peso corporal, o ganho diário de peso (GDP), a idade estimada, a largura da pata e a distância entre patas, evidenciando variações interanuais no porte corporal das matrizes. De modo geral, em 2023 as fêmeas avaliadas apresentaram os maiores valores médios de comprimento de carapaça ($70,21 \pm 5,60$ cm) e peso corporal ($40,22 \pm 8,99$ kg), indicando melhor condição corporal nesse período, enquanto em 2024 observou-se menor amplitude de variação entre as médias.

O fator Energia exerceu efeito significativo ($p \leq 0,05$) sobre todas as variáveis analisadas, à exceção da largura da pata, com fêmeas alimentadas com dietas contendo

4.600 kcal/kg de energia bruta apresentaram maiores valores de comprimento e largura da carapaça, comprimento e largura do plastrão, altura, peso corporal, idade estimada e distância entre patas. Esses resultados indicam que dietas com maior densidade energética favorecem o maior desenvolvimento corporal das matrizes, refletindo um maior acúmulo de reservas corporais. Para filhotes e juvenis de *P. expansa* em cativeiro, Andrade (2008), Andrade *et al.* (2021), Garcez *et al.* (2021) e Castro *et al.* (2022) também encontraram que quanto maiores os níveis de energia, existe uma tendência de maior crescimento em tamanho e peso. Andrade (2008) e Alves-Júnior *et al.* (2012) destacam que o tamanho corporal das fêmeas influencia diretamente o desempenho reprodutivo, sendo recomendável a manutenção de matrizes de grande porte no plantel, uma vez que fêmeas maiores produzem maior número de ovos e maior massa total do ninho, tanto em ambientes naturais quanto em sistemas de cativeiro.

A maioria das fêmeas avaliadas concentrou-se na faixa de 60 a 70 cm de comprimento de carapaça, valores superiores ao mínimo descrito para maturidade sexual da espécie, estimado em aproximadamente 45 cm ou entre 10 e 15 anos de idade (FERRARA *et al.*, 2017). Em ambiente de cativeiro, Andrade (2008) relatou idade média de $8,57 \pm 0,79$ anos e peso médio de $14,2 \pm 2,3$ kg nas primeiras desovas, valores inferiores aos observados no presente estudo, no qual a menor fêmea apresentou 48 cm de comprimento de carapaça e a mais jovem 18 anos. Estudos conduzidos por Alves-Júnior *et al.* (2012) e Andrade (2015) também relataram variações morfométricas expressivas entre populações naturais e regiões distintas, reforçando que fatores como origem populacional, idade, histórico nutricional e experiência reprodutiva influenciam fortemente o porte corporal das matrizes.

Para os machos, os dados biométricos evidenciaram variações associadas tanto ao Ano, quanto aos níveis de energia da dieta e à interação entre esses fatores (Tabela 7). O fator Ano influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) a largura do plastrão, a idade estimada e a distância entre patas, indicando variações interanuais no desenvolvimento corporal dos machos. Por sua vez, a interação Ano $\times$ Energia apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) sobre o comprimento da carapaça, comprimento do plastrão, idade, largura das patas e distância entre patas, evidenciando que os efeitos da dieta energética sobre essas variáveis não foram uniformes ao longo dos anos avaliados.

Esses resultados corroboram os resultados reportados por Portelinha *et al.* (2013) e Lopes *et al.* (2022), que demonstram a estreita relação entre crescimento corporal, manejo nutricional, condições ambientais e desempenho reprodutivo em reprodutores de

tartaruga-da-Amazônia. A superioridade biométrica observada em machos submetidos a dietas mais energéticas, associada à variação entre anos, reforça o caráter cumulativo do manejo nutricional ao longo do tempo (ANDRADE, 2008; ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2012).

Tabela 6. Dados biométricos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) que receberam diferentes dietas em diferentes anos e provenientes do de 2 tanques (Tanque de matrizes e tanque de Balbina).

Fatores ¹	Variáveis ²								
	CC	LC	CP	LP	PESO	GDP ⁶	IDADE	PATAS	ENTREPT
Ano									
2022	69,78±5,23	51,05±4,26 ^b	56,83±3,73	40,41±4,85	35,51±8,59	7,58±11,85 ^{aA}	27,30±5,41 ^a	12,83±2,38 ^a	33,95±6,36 ^a
2023	70,21±5,60	52,63±5,25 ^{ab}	56,99±4,22	40,30±4,54	40,22±8,99	7,84±11,71 ^{aA}	20,95±4,72 ^b	11,51±2,68 ^b	32,37±5,35 ^a
2024	69,91±5,19	53,33±4,75 ^a	57,43±4,00	40,22±3,03	39,28±9,61	-1,00±3,92 ^{bB}	22,65±2,83 ^b	13,65±1,57 ^a	28,27±3,39 ^b
Energia									
3900	68,22±5,34 ^b	49,32±3,88 ^b	55,91±3,81 ^b	38,73±3,85 ^b	34,54±8,59 ^b	3,52±9,86	21,96±4,98 ^b	12,27±2,70	29,77±4,44 ^b
4600	71,38±4,79 ^a	54,23±4,13 ^a	57,95±3,73 ^a	41,75±4,38 ^a	43,14±8,59 ^a	5,67±12,76	27,15±4,80 ^a	13,05±2,05	33,31±6,24 ^a
Efeito	p-valor								
Ano ³	0,91	<0,01	0,70	0,97	0,55	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
Energia ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,64	<0,01	0,06	<0,01
Interação ⁴	0,80	0,73	0,81	0,48	0,65	0,66	0,10	0,37	<0,01
CV ⁵	7,56	9,05	6,84	10,90	22,75	12,26	22,31	19,06	18,04

¹ Ano = ano de posturas das matrizes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² CC = Comprimento de carapaça (cm). LC –Largura de carapaça (cm). CP = Comprimento do plastrão (cm). LP = Largura do plastrão (cm). ALT = Altura (cm). PESO = Peso da matriz (kg). IDADE = Idade da matriz estimada pelos anéis de crescimento da carapaça (anos). PATAS = Largura da pata da matriz (cm). ENTREPT = Distância entre patas da matriz (cm).

³ As médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo do fator sobre as variáveis pelo teste de Tukey à 0,05.

⁴ p-valor abaixo de 0,05 demonstra a influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

⁶ Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Friedman.

Tabela 7. Dados biométricos de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*P. expansa*) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²								
	CC	LC	CP	LP	PE	GDP ⁶	ID	PT	EP
Ano ³									
2022	37,57±4,26 ^b	28,75±3,96	28,39±3,18	22,12±3,24 ^a	6,72±3,09	0,33±2,71	17,86±4,32 ^a	7,90±0,82	21,88±4,74 ^b
2023	38,39±4,39 ^{ab}	29,26±3,89	27,82±3,02	19,02±4,18 ^b	6,40±3,19	5,79±10,32	12,50±3,79 ^c	7,65±2,22	22,37±5,22 ^a
2024	40,12±5,45 ^a	30,52±4,03	29,63±4,74	22,13±3,22 ^a	7,63±3,99	6,04±10,67	15,07±4,05 ^b	8,12±1,76	17,70±2,41 ^c
Energia ³									
3900	38,73±3,81	29,17±2,90	28,78±3,05	21,39±3,37	6,70±3,09	1,09±2,67	16,75±4,96	7,87±1,69	18,43±2,61
4600	38,63±5,67	29,50±4,94	28,33±4,20	21,26±4,11	7,06±3,67	7,07±11,35	15,39±4,04	8,01±1,43	22,17±5,31
Efeito	p-valor								
Ano ³	<0,05	0,07	0,07	<0,01	0,20	0,59	<0,01	0,50	<0,01
Energia ³	0,64	0,65	0,42	0,89	0,53	0,17	0,40	0,64	<0,01
Interação ⁴	0,15	0,13	<0,05	0,75	0,15	0,22	<0,01	<0,05	<0,01
CV ⁵	11,83	13,66	12,78	17,52	24,85	17,11	28,81	19,59	22,58

¹ Ano = ano de biometria das matrizes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² CC = Comprimento de carapaça (cm). LC = Largura de carapaça (cm). CP = Comprimento do plastrão (cm). LP = Largura do plastrão (cm). AL = Altura (cm). PE = Peso dos animais (kg). ID = Idade dos animais (anos). PT = Largura da pata (cm). EP = Distância entre patas (cm).

³ Médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

⁴ p-valor $\leq 0,05$ demonstra a influência de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

⁶ Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem significativamente ($p \leq 0,05$ pelo teste de Friedman).

Tabela 8. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o comprimento do plastrão (cm) de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	29,30±2,55 ^{Aa}	27,33±3,55 ^{Bb}
2023	27,07±2,11 ^{Bb}	28,56±3,61 ^{Aa}
2024	29,41±4,13 ^{Aa}	29,84±5,38 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 9. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a idade estimada através dos anéis da carapaça de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	16,22±3,80 ^{Aa}	16,11±3,16 ^{Aa}
2023	10,75±2,12 ^{Bb}	14,25±4,31 ^{Ab}
2024	14,90±3,00 ^{ABab}	15,25±4,96 ^{ABab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 10. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura das patas de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	8,05±0,68 ^{Aab}	7,77±0,92 ^{Ab}
2023	6,65±2,21 ^{Bb}	8,65±1,81 ^{Aa}
2024	8,30±1,84 ^{Aa}	7,95±1,63 ^{Aab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 11. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a distância entre patas de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	17,80±2,21 ^{Bb}	25,59±3,05 ^{Aa}
2023	19,95±3,65 ^{Ba}	24,80±5,57 ^{Aab}
2024	18,30±2,15 ^{Bab}	17,10±2,55 ^{Ab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) os anos de nascimento dos filhotes.

A nidificação dos exemplares de tartaruga-da-Amazônia avaliados neste estudo ocorreu em período similar ao observado na natureza, acompanhando a estação seca, apesar de não haver variação artificial do nível da água no criatório (PORTELINHA *et al.*, 2013; ANDRADE, 2015), com as posturas concentrando-se entre setembro e outubro, com eclosão dos filhotes entre novembro e dezembro. As características dos ninhos apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em função do ano e dos níveis de energia da dieta, enquanto a interação entre esses fatores não foi significativa ($p > 0,05$) para a maioria das variáveis avaliadas (Tabela 12). O fator Ano influenciou o comprimento e o peso dos ovos, bem como a profundidade do primeiro ovo e a profundidade total do ninho, sendo os maiores valores de comprimento ($38,52 \pm 2,06$ mm) e peso registrados em 2023, ($34,64 \pm 5,42$ g), enquanto em 2024 observaram-se ovos menores em comprimento ($37,66 \pm 2,10$ mm) e peso ($32,22 \pm 4,81$ g). Em anos mais quentes houve efeito dos ninhos terem ovos menores e mais leves e as covas serem mais profundas, provavelmente uma estratégia de proteção ou por menor esforço de cavar na areia menos úmida.

O fator Energia exerceu efeito significativo ($p \leq 0,05$) sobre o comprimento e o peso dos ovos, bem como sobre a distância dos ninhos em relação à água e à vegetação. Matrizes alimentadas com dietas de 4.600 kcal/kg produziram ovos maiores ($39,83 \pm 1,63$ mm) e mais pesados ($39,18 \pm 3,53$ g) e realizaram posturas mais próximas da água e da vegetação, o que pode indicar que a condição nutricional influenciou diretamente o investimento reprodutivo e o comportamento de seleção do local de nidificação (PORTELINHA *et al.*, 2013; ANDRADE, 2015). Entretanto, diferenças estruturais entre as praias artificiais, como tamanho e qualidade da areia, também podem ter influenciado nesses resultados. As matrizes que receberam dietas com 4.600 kcal/kg estavam alojadas em um tanque com praia de menor área, quando comparadas com as matrizes que receberam dietas com 3.900 kcal/kg, o que contribui para menores distâncias para água e vegetação.

A profundidade total e a largura do ninho não foram influenciadas pelo nível energético da dieta, estando mais relacionadas a fatores ambientais, granulometria da areia e tamanho das fêmeas (FERREIRA JÚNIOR, 2009; PORTELINHA *et al.*, 2013; ANDRADE, 2015). As profundidades médias observadas no presente estudo foram semelhantes às registradas em populações naturais, reforçando a adequação do manejo adotado. A profundidade da cova é um fator crítico, pois ninhos mais profundos apresentam temperaturas mais baixas e tendem a produzir maior proporção de machos, alterando a razão sexual da ninhada (FERREIRA JÚNIOR, 2009; BLANVILLAIN *et al.*,

2011). Em sistemas comerciais, a qualidade da praia define a estratégia de manejo dos ninhos, sendo que praias adequadas permitem a permanência dos ninhos no local original, enquanto praias de menor qualidade demandam transferência e subdivisão dos ninhos em chocadeiras, prática que pode afetar as taxas de eclosão (ANDRADE *et al.*, 2021). Os valores de comprimento e peso dos ovos observados neste estudo são compatíveis com registros anteriores para a espécie em diferentes regiões da Amazônia, evidenciando variação regional e influência do manejo nutricional e ambiental (ANDRADE, 2015; LOPES *et al.*, 2022).

Tabela 12. Caracterização dos ninhos de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²						
	CO ⁶	PO ⁶	DNA ⁶	DNV ⁶	P1O ⁶	PTN	LN
Ano ³							
2022	38,67±1,54 ^a	34,20±1,78 ^{ab}	17,78±3,70	16,33±3,50	23,11±3,10 ^b	47,44±5,85 ^c	22,33±3,87
2023	38,52±2,06 ^{ab}	34,64±5,42 ^a	18,40±8,99	11,55±6,63	40,41±13,81 ^{ab}	61,48±11,98 ^a	24,85±5,56
2024	37,66±2,10 ^b	32,22±4,81 ^b	16,27±7,36	13,08±6,15	41,26±15,46 ^a	58,12±12,67 ^b	27,27±6,10
Energia ³							
3900	37,61±2,00 ^a	31,87±4,43 ^b	19,20±6,55 ^a	14,13±5,68 ^a	40,92±14,04 ^a	58,26±13,03	25,78±6,17
4600	39,83±1,63 ^b	39,18±3,53 ^a	5,49±1,37 ^b	4,83±1,28 ^b	20,75±8,36 ^b	54,76±6,13	25,33±2,87
Efeito	p-valor						
Ano ³	<0,01	<0,01	0,26	0,08	<0,01	<0,05	0,06
Energia ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,15	0,82
Interação ⁴	0,07	0,10	0,06	0,91	0,44	0,74	0,74
CV ⁵	22,53	25,12	23,64	27,41	23,90	21,46	22,75

¹ Ano = ano de posturas das matrizes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² CO = Comprimento do ovo (mm). PO = Peso do ovo (g). DNA = Distância do ninho para a água (m). DNV = Distância do ninho para a vegetação (m). P1O = Profundidade do 1º ovo (cm). PTN = Profundidade total do ninho (cm). LN = Largura do ninho (cm).

³ Médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

⁴ p-valor $\leq 0,05$ demonstra a influência de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

⁶ Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Friedman.

Os resultados dos índices reprodutivos (Tabela 13) evidenciaram efeitos significativos ($p \leq 0,05$) do Ano e dos níveis de energia da dieta, enquanto a interação entre esses fatores foi significativa apenas para ovos inférteis. O número de ovos por ninho não diferiu ($p > 0,05$) entre anos nem entre níveis energéticos, indicando estabilidade no tamanho da postura, com médias de $90,40 \pm 25,53$ ovos em 2022, $104,39 \pm 22,02$ em 2023 e $110,84 \pm 28,33$ em 2024. Esses valores estão próximos ao padrão descrito para a espécie, que apresenta média aproximada de 100 ovos por ninho (FERRARA *et al.*, 2017; RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007), e superiores aos relatados anteriormente para o mesmo criatório em anos iniciais de funcionamento, quando os animais eram mais jovens (GARCEZ, 2009; GARCEZ *et al.*, 2021). Estudos conduzidos em populações naturais demonstraram ampla variação no número de ovos associada ao tamanho corporal das fêmeas, condições ambientais e disponibilidade de alimento, sendo o comprimento da carapaça e a massa corporal fatores diretamente proporcionais ao número de ovos produzidos (ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2012; PORTELINHA *et al.*, 2013; ANDRADE, 2015). Esses achados corroboram a premissa de que o tamanho corporal é um importante determinante do sucesso reprodutivo em quelônios (PIGNATI; PEZZUTI, 2012).

Em contraste, o número de filhotes nascidos e a taxa de eclosão foram significativamente ($p \leq 0,05$) influenciados tanto pelo Ano quanto pelo nível energético da dieta. Os maiores valores de filhotes eclodidos e de taxa de eclosão foram observados em 2024 e em ninhos provenientes de matrizes alimentadas com dietas de 3.900 kcal/kg. A taxa de eclosão apresentou médias variáveis ao longo dos anos avaliados, evidenciando influência das variações das condições ambientais ao longo dos anos. Embora os valores estatísticos tenham sido analisados por tratamento, sabe-se que a transferência de ninhos, necessária em praias de baixa qualidade, acarreta perdas adicionais, especialmente em ovos com casca flexível como os de tartaruga-da-Amazônia, nos quais a manipulação inadequada pode aumentar a mortalidade embrionária (MAGALHÃES *et al.*, 2017).

A baixa taxa de eclosão observada, sobretudo em 2022, pode estar associada a fatores ambientais, como o excesso de chuva e umidade nos ninhos, ou estar relacionados à qualidade das praias de desova e da área de chocadeira, os quais podem favorecer a ocorrência de ovos fungados e prolongar o período de incubação. Anos mais quentes e secos tiveram maiores taxas de eclosão ($59,84 \pm 30,57\%$). Houve um efeito significativo ($p \leq 0,05$) de que ninhos de fêmeas alimentadas com maior nível energético tiveram menor taxa de eclosão. A frequência de ovos gorados apresentou variação significativa ($p \leq 0,05$) entre os anos avaliados, apesar de uma leve tendência de nos anos mais secos

e quentes apresentarem maior quantidade ($36,47 \pm 37,36$ %) de ovos gorados (estragados pelas altas temperaturas dos ninhos). Já a ocorrência de ovos fungados foi influenciada ($p \leq 0,05$) tanto pelo fator Ano quanto pelo nível energético da dieta, com maior incidência em ninhos provenientes de matrizes alimentadas com dietas contendo 4.600 kcal/kg de energia bruta. O maior nível na dieta das matrizes também esteve associado a uma tendência em maior quantidade de ovos inférteis ($1,75 \pm 4,17$ ovos) e anos mais quentes e secos também ($0,61 \pm 2,49$ ovos).

A literatura destaca que condições como umidade excessiva, granulometria inadequada do substrato, presença de matéria orgânica e vegetação excessiva comprometem o sucesso da eclosão de quelônios, favorecendo perdas embrionárias e o desenvolvimento de microrganismos patogênicos (ANDRADE, 2008; FERREIRA JÚNIOR, 2009; TACCHI *et al.*, 2019). Adicionalmente, a ocorrência de ovos inférteis foi influenciada pelo nível energético da dieta, apresentando maior média no tratamento com 4.600 kcal/kg. Esse resultado sugere que fatores nutricionais, em interação com as condições ambientais, podem modular o sucesso reprodutivo em criatórios comerciais, reforçando a importância da adoção de praias artificiais adequadamente dimensionadas, bem drenadas e submetidas a manejo criterioso como estratégias essenciais para a melhoria das taxas de eclosão e da eficiência reprodutiva da tartaruga-da-Amazônia (ANDRADE, 2008; CATIQUE, 2009; IBAMA, 2016).

Considerando os parâmetros ambientais da criação, muitos autores afirmam que estes influenciam significativamente a reprodução de matrizes de tartaruga, com anos mais chuvosos tendo menores taxas de eclosão e maior tempo de incubação e anos mais quentes e com menos chuvas, proporcionando melhores taxas de eclosão e menor tempo de incubação (desenvolvimento embrionário dos filhotes) (VIANA FILHO, 2024).

Tabela 13. Índices reprodutivos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidas à dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²						
	NON ⁶	FIL ⁶	OG ⁶	OF	OI ⁶	MC	TXE (%) ⁶
Ano							
2022	90,40±25,53	9,60±17,48 ^c	12,90±11,47 ^b	67,90±28,38 ^a	0±0	0±0	9,72±17,79 ^c
2023	104,39±22,06	54,91±40,59 ^b	36,47±37,36 ^a	12,39±27,86 ^c	0,61±2,49	0±0	52,35±33,03 ^b
2024	110,84±28,33	66,75±36,52 ^a	8,69±16,72 ^c	34,24±30,80 ^b	0,12±0,54	1,03±3,32	59,84±30,57 ^a
Energia							
3900	104,39±27,71	56,75±39,46 ^a	17,10±24,69	29,96±31,77 ^b	0,07±0,41 ^b	0,50±2,52	52,64±33,62 ^a
4600	113,50±12,79	33,75±45,21 ^b	32,87±46,66	44,50±50,08 ^a	1,75±4,17 ^a	0,63±0,91	27,85±32,87 ^b
Efeito							
	p-valor						
Ano ³	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	0,34	0,23	<0,01
Energia ³	0,43	<0,01	0,40	<0,01	<0,01	0,76	<0,01
Interação ⁴	0,57	0,54	0,13	0,08	<0,01	0,71	0,76
CV ⁵	25,08	25,10	24,83	20,81	25,90	24,63	26,90

¹ Ano = ano de posturas das matrizes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² NON = Número de ovos no ninho (unidade). FIL = número de filhotes nascidos (unidade). OG = Ovos gorados (unidade). OF = Ovos fungados (unidade). OI = Ovos inférteis (unidade). MC = Mortos na casca do ovo. TXE = Taxa de eclosão (percentagem).

³ Médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

⁴ p-valor $\leq 0,05$ demonstra a influência de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

⁶ Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Friedman.

Tabela 14. Número de ninhos, número de ovos, taxa de eclosão (%), temperatura média do ninho (°C) em ninhos naturais e transferidos de *Podocnemis expansa* alimentados com diferentes níveis de energia e em diferentes anos no Criatório Fazenda Bicho do Rio, Iranduba (AM).

Ano	Nº de ninhos	Nº de ovos	Taxa de eclosão (%)	Temperatura média do ninho (°C)	Sexagem dos filhotes (%)
2022	10	90,40±25,53	9,72±17,79 ^c	30,35 ± 2,07	90 % M
2023	23	104,39±22,06	52,35±33,03 ^b	33,18±9,91	66 % M e 34 % F
2024	33	110,84±28,33	59,84±30,57 ^a	31,86±8,77	75 % M e 25 F

De acordo com a tabela 14, podemos observar um número crescente de ninhos ao passar dos anos, tendo 10 ninhos em 2022, 23 ninhos em 2023 e 33 ninhos em 2024. Em 2022, os tanques de matrizes foram secos por completo para realização da biometria geral das matrizes e reprodutores, e o nível da água dos tanques permaneceu limitado ou abaixo do ideal por cerca de 2 meses, o que comprometeu a eficiência reprodutiva dos animais. Em 2022 apenas o tanque 1 (denominado tanque de matrizes) obteve sucesso reprodutivo (desova das matrizes). As matrizes do tanque 2 (tanque de Balbina) não desovaram. A taxa de eclosão foi afetada principalmente em 2022. Um ano muito chuvoso.

Os filhotes nascidos no Criatório Comercial foram 90% machos no ano de 2022, 66% em 2023 e 75% em 2024. Mais importante do que a temperatura de forma isolada, a quantidade de chuva durante o período de incubação dos ovos, também influencia no sexo dos filhotes. Anos com elevados índices de pluviosidade durante o período de incubação, tendem a proporcionar nascimentos de mais machos do que fêmeas, o que aconteceu no criatório comercial. Foram realizadas sexagem visual e histológica para mensuração do sexo dos filhotes. De acordo com estudos realizados por (KAGUEIAMA *et al*, 2022) estudos sobre determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, em quelônios, apresentam vários desafios, sendo um deles relacionado à identificação sexual dos filhotes. As características morfológicas externas dos recém-eclodidos de *Podocnemis expansa*, que evidenciam o dimorfismo sexual, só vão ser perceptíveis após alguns anos de vida, por isso a realização de sexagem de uma amostra representativa do lote comercial de filhotes nascidos é essencial para conhecer a capacidade de produção e

qualidade da praia do criador, uma vez que a maior tendência de nascimentos de fêmeas se torna essencial visto seu maior desempenho quando comparadas a machos.

A temperatura de incubação influencia diretamente a determinação sexual de filhotes de *Podocnemis expansa*, áreas de nidificação com frações granulométricas menores (fina/média fina) e temperatura média de incubação mais baixa, apresentaram maior número de machos. Houve predominância de fêmeas em temperaturas mais altas, onde a fração granulométrica foi maior (média/grossa). A morfometria geométrica da carapaça dos filhotes identificou diferenças morfométricas entre machos e fêmeas, resultados que podem diminuir a quantidade de filhotes eutanasiados destinados à histologia. (KAGUEIAMA *et al*, 2022).

Uma determinada faixa de temperatura pode produzir apenas machos e outra, somente fêmeas, existindo um intervalo em que ambos os sexos são gerados igualitariamente, intervalo esse denominado temperatura pivotal. Em *P. expansa*, a temperatura pivotal encontrada foi de 32,9°C (FERREIRA JUNIOR, 2009).

O mecanismo de determinação sexual depende da temperatura de incubação: temperaturas mais altas produzem fêmeas, enquanto temperaturas mais baixas produzem machos. Em um estudo realizado com ninhadas das praias do rio Javaés, na ilha do Bananal (Tocantins), temperaturas constantes entre 28 °C e 33 °C resultaram em machos (67% a 100%), enquanto temperaturas entre 34 °C e 37 °C produziram fêmeas (80% a 100%). A temperatura pivotal foi determinada como 33,5 °C. Outro estudo, conduzido com ninhadas das praias do médio rio Caquetá (Amazonas, Colômbia), revelou que temperaturas constantes de 30,5 °C produziram 90% de machos, enquanto temperaturas entre 33,5 °C e 34,5 °C geraram fêmeas (82% a 92%). Nesse caso, a temperatura pivotal foi calculada como 32,6 °C. (BRITO *et al*, 2025).

Malvasio *et al* (2002) estudando determinação sexual de quelônios, encontrou valores de temperatura média de incubação de 31,4°C de ninhos de *Podocnemis expansa*. Para esta espécie, em estudo realizado com seis ninhos e 67 recém-eclodidos, Malvasio *et al*. (2002) identificaram 63% dos filhotes como machos e 37% fêmeas, e afirmaram que em tartarugas de água doce, cuja determinação sexual depende de fatores ambientais, nem sempre a temperatura média das covas na natureza é uma boa ferramenta preditiva da razão sexual dos filhotes. Valenzuela *et al*. (1997) salientam que, em ambiente natural, muitas outras variáveis como umidade, posição dos ovos no ninho e metabolismo do embrião, podem influenciar na determinação sexual.

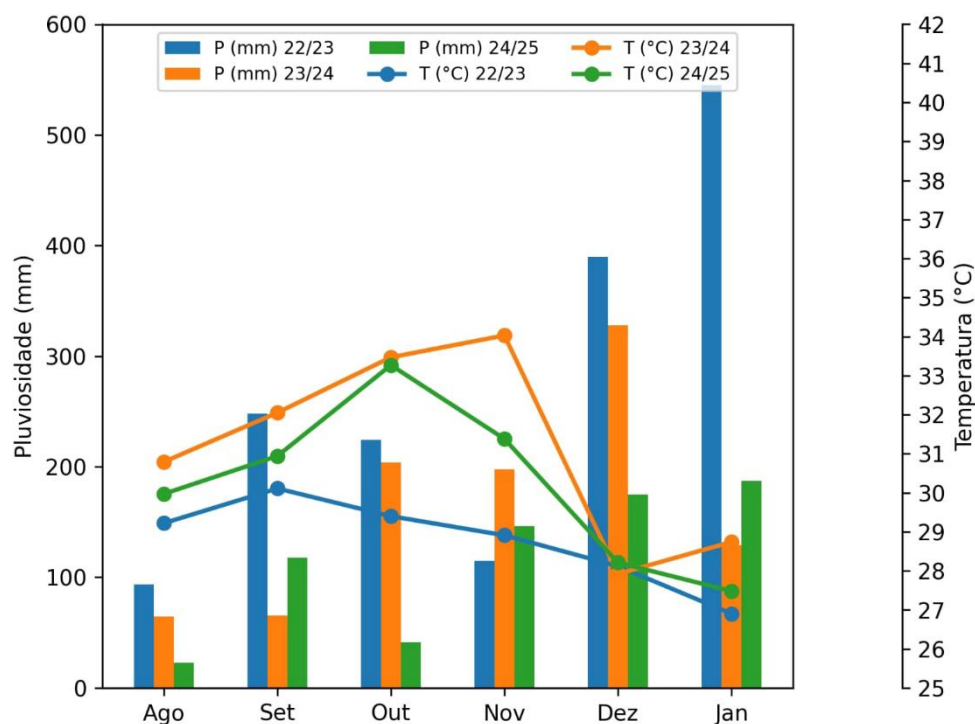


Figura 32. Climatograma da pluviosidade (mm) e temperatura (°C) nos meses de agosto à janeiro, intervalo de 2021 a 2025.

Em linhas, na cor azul, podemos ver as médias de temperatura para o ano de 2022 e janeiro de 2023 em laranja, 2023 e janeiro de 2024 e em verde, 2024 a 2025. Sendo as temperaturas mais altas em 2023, quase 2°C de diferença, a exceção é o mês de dezembro, que possui médias de temperaturas semelhantes. Em barras, temos a pluviosidade de cada mês, em azul, 2022, em laranja 2023 e verde 2024, que foi em sua maioria, superior aos mesmos períodos de 2023 e 2024.

Com pluviosidade maior que a média do mesmo período nos últimos 5 anos, o ano de 2022 teve como característica, ser atípico, com temperaturas mais baixas, o que proporcionou, além de maior nascimento de filhotes machos, um maior tempo de incubação que por sua vez implicou em menores taxas de eclosão, afetando negativamente a eclosão nesse ano. Quando comparamos os dados de 2023 e 2024 com o ano de 2022, temos uma diferença grande, uma vez que o ano 2022 teve maior volume de chuvas, com uma pluviosidade acumulada de 1.615 mm no período de agosto de 2022 a janeiro de 2023, e só para exemplificar de agosto de 2023 a janeiro de 2024 e agosto de 2024 a janeiro de 2025 somados a pluviosidade deu 1.679mm. Isso afetou negativamente as taxas de eclosão dos ovos em 2022 (tendo taxa de eclosão de $9,72 \pm 17,79\%$) enquanto em 2023 e 2024 a taxa de eclosão foi $52,35 \pm 33,03$ e $59,84 \pm 30,57$, respectivamente. Em estudos realizados com *Podocnemis expansa*, Viana Filho (2025), encontrou valores

semelhantes de taxa de eclosão e afirma em temperaturas mais baixas, maiores são os dias de incubação e menores são as taxas de eclosão. O mesmo autor observou-se que há correlação entre a temperatura de incubação (°C) e os dias de incubação (dias), à medida que a temperatura aumenta, o período em dias de incubação diminui ($R^2=0,97$).

Viana Filho (2025) corrobora com os dados encontrados nesse trabalho, observando que quanto mais altas as temperaturas, menos filhotes machos nascem. Há ainda outra tendência que quanto maior o período em dias da incubação, menor são as taxas de eclosão ($R^2=0,13$). Resultados observado

Essas diferenças climáticas afetaram de diferentes formas o desenvolvimento embrionário dos animais, não somente em criatórios comerciais, mas também em vida livre. Através de dados coletados pelo Programa Pé-de-Pincha. Em 2021 houve um retardo na eclosão, e uma menor taxa de eclosão, visto que em temperaturas mais baixas, maiores são os dias de incubação e menores são as taxas de eclosão. Já no ano de 2023, o contrário aconteceu, o clima teve temperaturas muito elevadas, e uma menor precipitação, chegando a atingir 50°C de temperatura máxima em setembro. Isso resultou em um adiantamento na eclosão, e uma taxa de eclosão superior à 2021.

Acerca dos parâmetros ambientais da criação. Muitos autores afirmam que estes influenciam significativamente a reprodução de matrizes de tartaruga, com anos mais chuvosos tendo menores taxas de eclosão e maior tempo de incubação e anos mais quentes e com menos chuvas, proporcionando melhores taxas de eclosão e menor tempo de incubação (desenvolvimento embrionário dos filhotes) (VIANA FILHO, 2024. CARVALHO, 2025).

O baixo número de ninhos em 2022 e os fatores ambientais influenciaram negativamente a produção de filhotes, mesmo com a alimentação dos animais constante desde março de 2022, quando iniciou-se o experimento. A reprodução é influenciada principalmente pelo conjunto de alimentação e ambiente. Os fatores principais das maiores perdas de ovos são as péssimas condições da praia de nidificação presente no tanque de matrizes, com pouca areia, muita matéria orgânica e vegetação. Outro fator que veio afetar os índices reprodutivos, foi a secagem total das barragens para contagem e biometria das matrizes e reprodutores no tanque de reprodução. Esse manuseio dos animais para a biometria e a manutenção do nível da barragem muito baixo por um período longo em maio, junho e julho, quando normalmente ocorrem as etapas de corte, boiadeiro e cópula, pode ter afetado significativamente o comportamento reprodutivo dos animais.

O tanque das matrizes possui uma área de 3.791 m², com profundidade total de 2,57 m. Valores de temperatura da água, pH e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foram mensurados nas coletas antes do período reprodutivo: (maio) e após o período reprodutivo (dezembro).

Para os valores de pH, descritos na tabela 15, encontramos menor concentração em coleta antes do período reprodutivo (7,7) e após o período reprodutivo (10,1) para as matrizes do tanque 1 – matrizes Vasco. Já para matrizes Balbina antes do período reprodutivo o pH foi de 5,9 e após o período reprodutivo 9,2. Quanto aos teores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foram encontradas menores concentrações após o período reprodutivo nas matrizes de Balbina (tanque 2) e antes do período reprodutivo para matrizes do Vasco (tanque 1). Nos registros de temperatura, o menor grau de temperatura em coleta foi de 25,7 °C. A temperatura mais elevada em coleta foi no estado reprodutivo de assoalhamento (32,5 °C).

Para as tartarugas, a água possui fundamental importância nos processos reprodutivos, uma vez que todo seu processo de desova está intimamente ligado ao ciclo hidrológico e características da água (ALHO; PÁDUA, 1982; SANTOS *et al.*, 2013). Ao avaliarmos valores de pH, temperatura e demanda bioquímica de oxigênio. São poucos os registros de avaliação de parâmetros da água em tanques para a espécie.

Lima (2000) registrou em seu trabalho dados avaliativos sobre características da água em tanque e barragem dos criadores de quelônios amazônicos. Os valores de pH obtidos em seu estudo foram de 5,2 a 6,9. Enquanto os valores encontrados no presente estudo foram de 5,9 a 10,1. Os valores de pH encontrados neste estudo, enquadram-se faixa ideal para criação de quelônios (6,2 a 8,5), possibilitando então, que o ambiente estivesse em equilíbrio e que todos seus processos biológicos não fossem inibidos (YOUNG-VALENCIA; ORTEGA-GUIO; BOTERO-BOTERO, 2017).

Em estudo da qualidade da água, com três coletas semanais, para *K. scorpiodes* criados em cativeiro, não foi possível encontrar variações de pH ao longo do ano com médias de 6,3 a 6,4, talvez um estudo com análises mais periódicas de pH em tanques de *P. expansa* seja possível encontrar dados mais conclusivos para variação ao longo do ciclo (FERREIRA *et al.*, 2020).

Quanto aos valores de oxigênio dissolvido os valores encontrados na fase vitelogênese e acasalamento foram bem altos, evidenciando a presença de colunas de água bem oxigenadas, enquanto nos períodos assoalhamento e desova obtivemos níveis

mensurados bem baixos. Estes valores são semelhantes ao descritos por Lima (2000), que obteve valores de 0,0 a 10,08 mg/L, em diversos criadores de quelônios amazônicos. Essa variação entre os períodos pode ser parcialmente explicada pela variação no grau de pureza da água (sólidos em suspensão) e/ou aumento da renovação contínua da água. Abaixo segue uma tabela com os valores de PH, DBO e Temperatura durante as coletas realizadas no ano de 2022.

Tabela 15. Dados ambientais nos 2 tanques de matrizes (pH, DBO, temperatura da água).

Variáveis	Matrizes Vasco – tanque 1		Matrizes Balbina – tanque 2	
	Antes do período reprodutivo	Após o período reprodutivo	Antes do período reprodutivo	Após o período reprodutivo
pH	7,7	10,1	5,9	9,2
DBO (mg/L)	5,7	8,4	6,7	3,4
Temperatura da água (C°)	31,6	31,5	32,3	33,5

As características biométricas dos filhotes de tartaruga-da-Amazônia ao nascimento (Tabela 16) diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) em função do Ano e dos níveis de energia da dieta materna. O fator Ano influenciou o comprimento da carapaça, o comprimento e a largura do plastrão, a altura e o peso corporal dos filhotes, enquanto a largura da carapaça não apresentou variação significativa ($p > 0,05$) entre os anos avaliados. De modo geral, os filhotes nascidos em 2023 apresentaram as maiores médias para comprimento da carapaça, comprimento do plastrão e peso corporal, ao passo que aqueles oriundos de 2024 exibiram valores intermediários ou inferiores para algumas variáveis, evidenciando variações interanuais associadas às condições ambientais e ao manejo reprodutivo adotado.

O fator Energia exerceu efeito significativo ($p \leq 0,05$) sobre todas as variáveis avaliadas, com filhotes provenientes de matrizes alimentadas com dietas contendo 4.600 kcal/kg de energia bruta apresentaram maiores dimensões corporais e maior peso ao nascimento. Esse resultado indica que dietas com maior densidade energética podem promover maior investimento materno e favorecer o desenvolvimento inicial dos filhotes. A interação Ano $\times$ Energia foi significativa ($p \leq 0,05$) apenas para a largura do plastrão, sugerindo que o efeito da dieta sobre essa variável específica depende do ano de nascimento.

Os valores médios de tamanho e peso dos filhotes observados no presente estudo foram compatíveis com aqueles relatados por Alves-Júnior *et al.* (2012) e por Pignati e Pezzuti (2012), reforçando a consistência dos resultados obtidos. O desempenho subsequente dos filhotes, particularmente em relação ao peso corporal, variou de acordo com o nível energético da dieta das matrizes, corroborando evidências da literatura de que fêmeas de maior porte e melhor condição nutricional tendem a produzir ovos maiores e filhotes mais pesados. Nesse contexto, as matrizes submetidas ao maior aporte energético e tendo maiores pesos corporais, originaram filhotes com maiores valores de comprimento e largura da carapaça e do plastrão, altura e peso corporal, refletindo-se em parâmetros zootécnicos mais favoráveis.

Tabela 16. Características biométricas de filhotes ao nascer provenientes de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (*P. expansa*) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²					
	CC ⁶	LC	CP ⁶	LP ⁶	AL	PE ⁶
Ano						
2022	49,00±2,97 ^{ab}	44,32±4,55	42,04±3,44 ^c	34,00±3,54 ^a	21,63±0,95 ^a	21,53±2,30 ^b
2023	49,62±2,71 ^a	44,67±3,04	43,80±2,19 ^a	31,17±5,13 ^c	20,91±1,61 ^b	22,52±2,99 ^a
2024	48,39±2,75 ^b	44,35±2,97	43,02±2,46 ^b	33,06±2,51 ^b	20,34±1,50 ^b	20,89±3,06 ^c
Energia						
3900	48,77±2,77 ^b	44,34±3,01 ^b	43,12±2,39 ^b	32,04±3,93 ^b	20,45±1,46 ^b	21,16±2,78 ^b
4600	50,76±2,49 ^a	46,17±3,41 ^a	45,44±1,97 ^a	35,72±2,52 ^a	22,73±1,16 ^a	26,66±1,97 ^a
Efeito	p-valor					
Ano ³	<0,01	0,50	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Energia ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Interação ⁴	0,50	0,05	0,91	<0,01	0,82	0,95
CV ⁵	5,73	6,91	5,65	12,26	7,61	14,39

¹ Ano = ano de nascimento dos filhotes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² CC = Comprimento da carapaça (mm). LC = Largura de carapaça (mm). CP = Comprimento de plastrão (mm). LP = Largura de plastrão (mm). AL = Altura (mm). PE = Peso (g).

³ Médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

⁴ p-valor $\leq 0,05$ demonstra a influência de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

⁶ Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Friedman.

Tabela 17. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura de plastrão de filhotes ao nascer (1 mês) de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	34,00 ^{Aa}	-
2023	30,32 ^{Bc}	36,22 ^{Aa}
2024	33,02 ^{Bb}	34,20 ^{Ab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) os anos de nascimento dos filhotes.

Os testes de habilidades locomotoras realizados com os filhotes ao nascimento (Tabela 18) não evidenciaram efeito significativo isolado do fator Ano sobre as variáveis corrida, viragem e natação ($p > 0,05$), indicando relativa estabilidade funcional entre os filhotes nascidos em 2023 e 2024. Não foi possível realizar os testes em 2022, porque houve poucos ninhos, com baixíssima taxa de eclosão e que geraram poucos filhotes. Quanto ao nível energético da dieta materna não influenciou isoladamente ($p > 0,05$) o desempenho locomotor imediato dos filhotes, embora valores médios superiores para o tempo de corrida tenham sido observados em filhotes oriundos de matrizes alimentadas com 4.600 kcal/kg. A interação Ano $\times$ Energia apresentou efeito significativo apenas para a variável corrida ($p \leq 0,05$), sugerindo que o efeito do investimento energético materno sobre essa habilidade específica foi dependente do contexto anual, possivelmente relacionado a variações ambientais durante a incubação e o desenvolvimento embrionário.

Viana Filho (2025) trabalhando com diferentes tipos de incubadoras encontrou resultados semelhantes, tendo os filhotes não diferindo significativamente para os testes de natação, variando de $4,2 \pm 1,9$ a $7,7 \pm 6,6$. Já para corrida os filhotes provenientes de ninhos com maior temperatura de incubação (33°C) apresentaram os melhores resultados significativamente, tendo realizado o percurso de 2 metros em $19,3 \pm 12,5$ s e os filhotes com piores desempenho (provenientes de ninhos transferidos para a chocadeira) percorrido em $58,8 \pm 55,9$ s. Para os testes de viragem houve também diferenças significativas, tendo o melhor tratamento (ninho natural) apresentado valores $13,6 \pm 30,9$ s e o pior tratamento (chocadeira) tendo apresentado valores próximos a $56,6 \pm 48,6$ s. Os valores dos testes deste estudo foram similares aos encontrados por Andrade (2015) para filhotes de *P. expansa* nascidos em praias naturais e em cativeiro.

Estudos com quelônios de água doce já reportaram que o desempenho locomotor inicial está fortemente associado à maturação neuromuscular e à integridade do desenvolvimento embrionário, sendo menos sensível a variações nutricionais moderadas da matriz quando comparado a parâmetros morfométricos (ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2012; MAGALHÃES *et al.*, 2017). Assim, embora o maior aporte energético tenha favorecido o crescimento corporal ao nascimento, seus reflexos sobre habilidades funcionais imediatas parecem limitados, corroborando a ideia de que a aptidão locomotora inicial é um caráter conservado, essencial à sobrevivência pós-eclosão (ANDRADE, 2015).

Tabela 18. Teste de habilidades de filhotes ao nascer provenientes de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (*P. expansa*) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²		
	Corrida	Viragem	Natação
Ano			
2023	27,34±16,24	20,14±35,57	3,90±1,95
2024	28,87±17,62	15,41±20,36	5,44±3,71
Energia			
3900	27,71±15,54	18,74±27,11	4,98±3,53
4600	33,29±26,37	3,59±2,85	4,87±1,36
Efeito			
Ano ³	0,70	0,44	0,06
Energia ³	0,30	0,06	0,84
Interação ⁴	0,05	0,85	0,08
CV ⁵	20,29	25,33	27,20

¹ Ano = ano de nascimento dos filhotes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² Corrida = Tempo decorrido para o filhote percorrer a distância de 2 metros (s). Viragem = Tempo decorrido para o filhote virar (s). Natação = Tempo decorrido para o filhote percorrer a distância de 1 metro (s).

³ Médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

⁴ p-valor $\leq 0,05$ demonstra a influência de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

As características biométricas dos filhotes aos seis meses de idade (Tabela 19) foram significativamente influenciadas pelo nível energético da dieta materna, com efeito consistente ($p \leq 0,01$) sobre todas as variáveis avaliadas. Filhotes oriundos de matrizes alimentadas com dietas contendo 4.600 kcal/kg apresentaram maiores valores de comprimento e largura da carapaça, comprimento e largura do plastrão, altura e peso corporal, evidenciando um efeito residual positivo do investimento materno ao longo do crescimento inicial. O fator Ano, por sua vez, apresentou efeito significativo apenas sobre a largura do plastrão ($p \leq 0,01$), indicando que variações interanuais tiveram impacto pontual sobre a conformação corporal, possivelmente relacionadas a diferenças ambientais no período pós-eclosão.

A interação significativa entre Ano $\times$ Energia para todas as variáveis analisadas reforça que o crescimento dos filhotes ao longo dos seis primeiros meses resulta de uma

combinação entre o aporte energético materno e as condições ambientais. Resultados semelhantes foram relatados por Andrade (2008) e Portelinha *et al.* (2013), que destacam que filhotes provenientes de fêmeas de maior porte e melhor condição nutricional apresentam vantagens competitivas no crescimento inicial, o que pode refletir em maior sobrevivência e desempenho. Além disso, estudos sobre alometria reprodutiva em quelônios amazônicos indicam que o maior investimento energético materno se traduz não apenas em filhotes maiores ao nascimento, mas também em taxas de crescimento superiores nos primeiros meses (ALVES-JÚNIOR *et al.*, 2012; ANDRADE, 2015).

Tabela 19. Características biométricas de filhotes após 6 meses provenientes de matrizes de tartaruga-da-Amazônia (*P. expansa*) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²							
	CC	LC	CP	LP	PE	GTP ⁶	GDP ⁶	AL
Ano								
2023	75,10±6,83	64,50±5,39	65,50±5,33	45,73±3,51	68,13±15,94	43,19±14,09	0,24±0,08	31,10±2,65
2024	75,51±10,03	65,13±8,15	62,13±8,14	48,76±6,22	65,76±24,75	46,40±23,33	0,26±0,13	30,47±3,65
Energia								
3900	71,77±6,99 ^b	62,24±5,50 ^b	59,07±5,53 ^b	45,69±4,21 ^b	56,55±14,45 ^b	36,77±13,87 ^{bB}	0,20±0,08 ^{bB}	29,28±2,58 ^b
4600	82,14±8,33 ^a	69,93±7,49 ^a	67,25±7,02 ^a	51,32±5,98 ^a	85,73±20,77 ^a	60,21±21,75 ^{aA}	0,33±0,13 ^{aA}	33,39±2,85 ^a
Efeito	p-valor							
Ano ³	0,80	0,64	0,61	<0,01	0,51	0,36	0,36	0,30
Energia ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Interação ⁴	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
CV ⁵	11,86	11,13	11,63	11,66	22,75	25,18	25,18	10,79

¹ Ano = ano de nascimento dos filhotes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² CC = Comprimento da carapaça (mm). LC = Largura de carapaça (mm). CP = Comprimento de plastrão (mm). LP = Largura de plastrão (mm). AL = Altura (mm). PE = Peso (g).

³ Médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

⁴ p-valor $\leq 0,05$ demonstra a influência de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

⁶ Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Friedman.

Tabela 20. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o comprimento de carapaça de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2023	72,46±6,42 ^{Ba}	77,73±6,38 ^{Ab}
2024	71,50±7,27 ^{Bb}	87,23±7,50 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 21. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura de carapaça de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2023	62,60±5,51 ^{Ba}	66,40±4,70 ^{Ab}
2024	62,10±5,57 ^{Bb}	74,00±8,19 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 22. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o comprimento do plastrão de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2023	59,20±4,77 ^{Ba}	63,80±4,95 ^{Ab}
2024	59,02±5,87 ^{Bb}	71,23±7,08 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 23. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a largura do plastrão de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2023	43,87±3,35 ^{Bb}	47,60±2,61 ^{Ab}
2024	46,42±4,33 ^{Ba}	55,61±5,95 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 24. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre altura de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2023	29,80±2,11 ^{Ba}	32,40±2,55 ^{Ab}
2024	29,07±2,75 ^{Bb}	34,53±2,84 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Tabela 25. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre o peso de filhotes aos 6 meses de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2023	60,82±14,17 ^{Ba}	75,43±14,53 ^{Ab}
2024	54,96±14,40 ^{Bb}	97,61±20,93 ^{Aa}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) os anos de nascimento dos filhotes.

Nos resultados, os parâmetros bioquímicos plasmáticos das matrizes de tartaruga-da-Amazônia foram significativamente influenciados tanto pelo ano de avaliação quanto pelo nível de energia bruta da dieta, com exceção das proteínas totais, que não apresentaram efeito isolado de ano, mas exibiram interação significativa entre ano e energia ($p < 0,01$) (Tabela 26). Para triglicerídeos, colesterol, glicose, ácido úrico, ureia, cálcio e fósforo, observou-se efeito significativo do fator ano ($p < 0,01$), indicando variação temporal consistente ao longo do período experimental.

As concentrações de triglicerídeos em fêmeas foram mais elevadas em 2023 ($113,91 \pm 68,69$ mg/dL), intermediárias em 2024 ($75,39 \pm 74,92$ mg/dL) e menores em 2022 ($59,41 \pm 48,81$ mg/dL). Para colesterol, verificaram-se maiores valores em 2023 e 2024 em comparação a 2022. A glicose plasmática apresentou maiores concentrações em 2022 ($74,82 \pm 16,70$ mg/dL) e 2023 ($70,69 \pm 12,61$ mg/dL), com redução significativa em 2024 ($56,37 \pm 9,59$ mg/dL). O ácido úrico foi mais elevado em 2024 ($1,38 \pm 1,09$ mg/dL), enquanto a ureia apresentou maior concentração em 2022 ($22,57 \pm 9,44$ mg/dL), valores intermediários em 2024 ($19,94 \pm 6,37$ mg/dL) e menores em 2023 ($14,67 \pm 6,26$ mg/dL). Para os minerais, as concentrações de cálcio e fósforo foram significativamente superiores em 2023 e 2024 quando comparadas a 2022.

Em relação ao efeito dos níveis de energia da dieta nas fêmeas, a dieta com 3.900 kcal/kg resultou em maiores concentrações de triglicerídeos, proteínas totais, colesterol, glicose, ácido úrico, cálcio e fósforo ($p \leq 0,01$), enquanto a dieta com 4.600 kcal/kg promoveu maiores concentrações de ureia plasmática ($p < 0,01$) (Tabela 26). Esses resultados indicam que dietas menos energéticas favoreceram maior disponibilidade circulante de metabólitos energéticos e estruturais, enquanto níveis mais elevados de energia estiveram associados a maior excreção nitrogenada.

A interação entre ano e energia foi significativa para proteínas totais e glicose (Tabela 26), sendo detalhada nas Tabelas 27 e 28. Para proteínas totais (Tabela 27), em 2022 e 2023, as matrizes alimentadas com 3.900 kcal/kg apresentaram concentrações superiores às alimentadas com 4.600 kcal/kg, enquanto em 2024 ocorreu inversão desse padrão, com maiores valores no grupo 4.600 kcal/kg. Além disso, dentro de cada nível energético, observaram-se variações temporais, com tendência de redução das proteínas totais em 2024 para a dieta 3.900 kcal/kg. Para glicose plasmática (Tabela 28), em 2022 e 2023 as maiores concentrações ocorreram em fêmeas alimentadas com 3.900 kcal/kg,

enquanto em 2024 os maiores valores foram observados no grupo 4.600 kcal/kg. Independentemente da dieta, houve redução progressiva da glicose ao longo dos anos, com os menores valores registrados em 2024.

Em fêmeas, dietas contendo o nível de 4.600 kcal/kg pode estar acima do ponto de eficiência para a espécie, ou que a dieta de 3.900 kcal/kg promoveu uma mobilização maior de reservas endógenas, a ureia foi o único parâmetro maior na dieta de 4.600 kcal/kg. Isso indica um maior catabolismo de aminoácidos ou uma sobrecarga proteica/energética que o animal precisou excretar, confirmando que o nível mais alto está gerando mais resíduos nitrogenados.

Tabela 26. Parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes de tartaruga-da-Amazônia submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²							
	TGC	PTT	COL	GLI	ACU	URE	CAL	FOS
Ano								
2022	59,41±48,81 ^c	2,95±1,00	73,72±30,98 ^b	74,82±16,70 ^a	0,71±0,33 ^b	22,57±9,44 ^a	5,46±2,83 ^b	3,57±1,55 ^c
2023	113,91±68,69 ^a	3,16±0,69	97,77±37,90 ^a	70,69±12,61 ^a	0,65±0,43 ^c	14,67±6,26 ^c	9,67±2,29 ^a	6,20±2,29 ^a
2024	75,39±74,92 ^b	2,75±0,96	94,87±31,62 ^a	56,37±9,59 ^b	1,38±1,09 ^a	19,94±6,37 ^b	9,54±2,39 ^a	4,87±1,83 ^b
Energia								
3900	99,89±71,93 ^a	3,15±0,99 ^a	95,00±34,71 ^a	70,07±19,72 ^a	1,06±0,91 ^a	16,40±7,97 ^b	8,88±2,95 ^a	5,31±2,07 ^a
4600	65,91±60,88 ^b	2,76±0,76 ^b	82,56±34,58 ^b	64,52±8,46 ^b	0,77±0,57 ^b	21,71±7,46 ^a	7,56±3,28 ^b	4,44±2,22 ^b
Efeito	p-valor							
Ano ³	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Energia ³	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05
Interação ⁴	0,92	<0,05	0,30	<0,01	0,76	0,10	0,14	0,28
CV ⁵	18,26	30,66	19,48	22,86	84,68	42,69	38,65	44,77

¹ Ano = ano de coleta de sangue das matrizes. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² TGC = Triglicerídeos (mg/dL). PTT = Proteínas totais (g/dL). COL = Colesterol (mg/dL). GLI = Glicose (mg/dL). ACU = Ácido úrico (mg/dL). URE = Ureia (mg/dL). CAL = Cálcio (mg/dL). FOS = Fósforo (mg/dL).

³ As médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo do fator sobre as variáveis pelo teste de Tukey à 0,05.

⁴ p-valor abaixo de 0,05 demonstra a influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

Tabela 27. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de proteínas totais (g/dL) da bioquímica plasmática das matrizes fêmeas de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	3,44±0,99 ^{Aa}	2,46±0,75 ^{Bc}
2023	3,33±0,83 ^{Ab}	2,99±0,50 ^{Ba}
2024	2,67±1,02 ^{Bc}	2,84±0,92 ^{Ab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) os anos de coleta do sangue.

Tabela 28. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de glicose (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes fêmeas de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	83,14±19,07 ^{Aa}	66,49±7,92 ^{Ba}
2023	71,50±16,31 ^{Ab}	69,89±7,68 ^{Ba}
2024	55,56±13,33 ^{Bc}	57,18±3,09 ^{Ab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) os anos de coleta do sangue.

Entre as possíveis explicações sobre as diferenças dos parâmetros entre os anos, verificou-se que, parecem estar relacionadas, primeiramente a condições ambientais estressoras. Parece que nos anos mais estressantes (em 2022, por causa das capturas para contagem/marcação dos animais e montagem do experimento, quando passaram longo tempo com nível reduzido de água nos tanques; e no de 2023, quando houve uma seca extrema com temperaturas muito elevadas e pouca pluviosidade), os animais tiveram mais glicose no sangue (gasto de energia para adaptar) e mais ureia (metabólito nitrogenado). Também deve-se considerar que até 2021, essas matrizes e reprodutores tinham um outro tipo de alimentação (ração inferior, com menores níveis de proteína e energia, e/ou subprodutos agrícolas) fornecida em menor quantidade e frequência. Então, era de se esperar que, no primeiro ano, os animais tivessem menores valores dos parâmetros sanguíneos relacionados ao acúmulo de gorduras (colesterol e triglicerídeos). Esses fatores estressores e uma menor condição de reservas de energia, fizeram com que esses animais praticamente não reproduzissem em 2022, produzindo pouquíssimos ninhos (10 ninhos), quando comparados ao número de ninhos em 2023 (23 ninhos) e 2024 (33 ninhos).

A variação temporal observada nos metabólitos plasmáticos das matrizes ao longo dos três anos experimentais reflete, provavelmente, a forte influência dos ciclos reprodutivos, das condições ambientais e das oscilações fisiológicas inerentes às tartarugas amazônicas mantidas em cativeiro. As condições ambientais e nutricionais podem promover mudanças na composição química do plasma e são facilmente diagnosticadas por análise do sangue (MARCON *et al.*, 2008; OLIVEIRA-JUNIOR *et al.*, 2009; TAVARES-DIAS *et al.*, 2008), possibilitando aos quelonicultores, em suas práticas de cultivo, obterem maior produtividade e lucratividade. Em quelônios, alterações sazonais nos níveis de glicose, lipídios, proteínas e minerais estão diretamente associadas às mudanças no metabolismo energético durante vitelogênese, formação da casca dos ovos e preparação para a desova, processos intensamente modulados por hormônios reprodutivos (Lopes *et al.*, 2022).

Em estudos realizados por Rodriguez Almonacid *et al* (2022), mensurando valores de *Podocnemis vogli* e *Podocnemis unifilis*, encontrou valores diferentes entre as espécies (67 e 31 mg/dL, respectivamente). Martinez *et al* (2007), encontraram valores de 48,5 mg/dL em *P. expansa*. A glicose é um dos principais fatores relacionados ao metabolismo das tartarugas e tracajás (DUNCAN E MARCON, 2009), fator esse que torna importante a mensuração de tais valores.

Os níveis de triglicerídeos aumentaram significativamente entre os anos de coleta, tendo em 2023 o maior valor ($113,91 \pm 68,69 \text{ mg/dL}$) e em 2022 o menor ($59,41 \pm 48,81 \text{ mg/dL}$). Isso

possivelmente decorre do acúmulo destes metabólitos através da alimentação das matrizes, visto que em 2022 a alimentação fornecida era em menor quantidade e de maneira irregular, comprometendo o acúmulo desse metabólito e influenciando no desenvolvimento ovariano e reprodutivo das fêmeas. Estes metabólitos influenciam no desenvolvimento ovariano, ainda na fêmea, e que serão acumulados no ovócito para a posterior utilização no desenvolvimento embrionário (DUNCAN *et al*, 2012). Além disso, os triglicerídeos são essenciais na produção de energia, pois estão vinculados à geração de adenosina trifosfato aeróbia, após sua hidrólise, de forma que sua diminuição possivelmente decorra de seu uso ao longo do desenvolvimento, sob a forma de combustível. Fonseca *et al* (2016), avaliando parâmetros bioquímicos de *P. expansa*, encontraram valores médios de triglicerídeos de $22,9 \pm 9,8$ mg/dL, enquanto o presente estudo encontrou valores de $59,41 \pm 48,81$ mg/dL em 2022, $113,91 \pm 68,69$ mg/dL em 2023 e $75,39 \pm 74,92$ mg/dL em $2024 \pm 95,48$ para animais adultos (matrizes e reprodutores), bem acima de Fonseca.

Em trabalho realizado por Oliveira-Junior, (2008) analisando intervalos de referência bioquímicos e hematológicos para a tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (Reptilia: *Pelomedusidae*), com peso variando de 0,5 a 12,8 kg ($4,3 \pm 3,3$ kg), comprimento retilíneo da carapaça entre 19,0 e 53,0 cm ($33,6 \pm 10,3$ cm) e comprimento do plastrão entre 16,0 e 45,5 cm ($28,0 \pm 9,0$ cm) encontraram valores de proteínas totais de variando de 3 a 4 (g/dL), glicose 84,9 a 97,7 (mg/dL), triglicerídeos 24,6 a 40,1 (mg/dL), colesterol 51 a 65,1 (mg/dL), ureia 3,0 a 5,1 (mg/dL). Triglicerídeos e colesterol foram os parâmetros com maior variação, enquanto glicose, hemoglobina apresentaram menor variação. Neste estudo nenhum animal doente foi considerado para as análises bioquímicas. Os mesmos autores não encontraram diferença significativa entre o sexo dos animais para os parâmetros bioquímicos analisados.

O aumento de triglicerídeos e colesterol em 2023 e 2024, concomitante às maiores concentrações de cálcio e fósforo, sugere intensificação da mobilização lipídica e mineral para suporte à produção de vitelo e à mineralização dos ovos (MAGALHÃES *et al.*, 2017). Além disso, a redução progressiva da glicose em 2024 pode indicar maior direcionamento desse metabólito para vias metabólicas associadas à reprodução ou ao armazenamento energético, comportamento compatível com a plasticidade fisiológica relatada para quelônios amazônicos sob diferentes contextos ambientais e produtivos (ANDRADE, 2008). Esses resultados reforçam que, mesmo em condições de cativeiro, as matrizes mantêm padrões metabólicos dinâmicos, influenciados por fatores biológicos e ambientais, como também observado em sistemas de manejo comunitário e conservação *ex situ* (CAMPOS-SILVA *et al.*, 2018; DANTAS FILHO *et al.*, 2020).

Estudos de indicadores fisiológicos em tartarugas mantidas em cativeiro podem fornecer informações sobre a saúde dos animais e, portanto, podem ser utilizados como uma ferramenta rápida de diagnóstico (PIRES *et al.*, 2006). Matrizes e reprodutores mantidos em instalações de criatórios comerciais podem apresentar valores de parâmetros bioquímicos sanguíneos diferentes daqueles de tartarugas selvagens (CHANDAVAR E NAIK, 2004; SANTOS *et al.*, 2005), devido a dietas artificiais ou condições estressantes (SANTOS *et al.*, 2005).

O efeito dos níveis de energia da dieta sobre os metabólitos plasmáticos evidencia que dietas com 3.900 kcal/kg favoreceram maior disponibilidade circulante de glicose, lipídios, proteínas totais e minerais, enquanto a dieta com 4.600 kcal/kg esteve associada a maiores concentrações de ureia, indicando possível intensificação do catabolismo proteico ou menor eficiência de utilização dos aminoácidos para deposição tecidual e reprodutiva. Em resumo, a dieta de 3.900 kcal/kg parece ser mais eficiente para manter os níveis circulantes de metabólitos necessários para a reprodução (Cálcio e Proteína). A dieta de 4.600 kcal/kg parece gerar um estresse metabólico maior, evidenciado pelo aumento da Ureia e redução dos demais níveis plasmáticos.

Sá *et al.* (2004) relataram que filhotes de *P. expansa* em cativeiro, nos dez primeiros meses de vida, mostraram melhor crescimento com dietas compostas por 27% de proteína bruta e nas matrizes a inclusão de níveis nutricionais aproximados (28% de PB) mas com mais energia influenciou negativamente os parâmetros bioquímicos, indicando que o excesso pode ser prejudicial para a reprodução em cativeiro (YOSHIOKA *et al.*, 2017).

A interação entre ano e energia para proteínas totais e glicose pode sugerir que as exigências metabólicas das matrizes não são fixas, mas variam conforme o estágio fisiológico e as condições ambientais, exigindo ajustes nutricionais dinâmicos ao longo do tempo. Esse comportamento é consistente com estudos que destacam a necessidade de estratégias nutricionais específicas para diferentes fases reprodutivas em *Podocnemis* spp., visando maximizar desempenho, saúde e eficiência reprodutiva (ANDRADE, 2008; GARCEZ *et al.*, 2021; CASTRO *et al.*, 2021).

Já nos resultados dos reprodutores, o fator ano influenciou significativamente apenas as concentrações de triglicerídeos, glicose, cálcio e fósforo ($p < 0,01$) (Tabela 29). Os maiores valores de triglicerídeos foram observados em 2023, enquanto 2022 apresentou os menores. A glicose plasmática foi mais elevada em 2022, intermediária em 2023 e menor em 2024. Quanto ao efeito da energia da dieta em reprodutores, apenas o cálcio e fósforo plasmático apresentaram diferenças significativas, com maiores concentrações observadas na dieta contendo 3.900 kcal/kg em comparação à dieta com 4.600 kcal/kg ($p < 0,05$) (Tabela 29). Isso indica que, para

os machos, o custo metabólico de manutenção é menor, e ambas as dietas supriram as necessidades basais sem gerar desequilíbrios plasmáticos. Isso reforça que a dieta de menor energia bruta pode estar permitindo uma melhor homeostase mineral ou absorção intestinal nesta espécie. A interação entre energia e ano foi significativa apenas para o ácido úrico em machos ($p < 0,05$) (Tabela 30). Em 2022 e 2023, os reprodutores alimentados com 4.600 kcal/kg apresentaram maiores concentrações de ácido úrico que aqueles alimentados com 3.900 kcal/kg. Em contrapartida, em 2024, os maiores valores ocorreram no grupo 3.900 kcal/kg. Dentro de cada nível energético, observaram-se variações temporais, evidenciando comportamento distinto do metabolismo nitrogenado ao longo dos anos.

As variações temporais observadas nos parâmetros bioquímicos plasmáticos dos reprodutores indicam que, assim como nas fêmeas, o metabolismo dos machos de tartaruga-da-Amazônia apresenta forte modulação ao longo dos anos, provavelmente associada a flutuações ambientais, ao ciclo reprodutivo e ao estado fisiológico dos animais. A elevação dos triglicerídeos em 2023 sugere maior mobilização ou deposição lipídica nesse período, possivelmente relacionada ao aumento da atividade reprodutiva e à necessidade de suporte energético para espermatogênese e comportamento reprodutivo, processos sabidamente dependentes de disponibilidade energética (LOPES *et al.*, 2022).

A redução progressiva da glicose entre 2022 e 2024 pode refletir maior utilização desse metabólito em vias metabólicas associadas à manutenção e reprodução, padrão compatível com a plasticidade metabólica descrita para quelônios amazônicos submetidos a diferentes contextos ambientais e de manejo (BRITO *et al.*, 2025). O aumento gradual das concentrações de cálcio ao longo dos anos, bem como o pico de fósforo em 2023, reforça a importância desses minerais em processos fisiológicos essenciais, como manutenção da integridade óssea, contração muscular e produção espermática, além de possíveis interações com a atividade endócrina (ANDRADE, 2008; ANDRADE, 2012).

O efeito restrito do nível de energia da dieta sobre o cálcio plasmático em machos pode sugerir que o metabolismo mineral pode ser mais sensível às variações energéticas do que os demais metabólitos avaliados. As maiores concentrações de cálcio observadas na dieta com 3.900 kcal/kg indicam que níveis energéticos moderados podem favorecer melhor equilíbrio mineral, possivelmente por otimizar a absorção ou reduzir perdas metabólicas, enquanto dietas mais energéticas podem induzir ajustes fisiológicos que comprometam essa homeostase (ANDRADE, 2008). Isso indica que, para os machos, o custo metabólico de manutenção é menor, e ambas as dietas supriram as necessidades basais sem gerar desequilíbrios plasmáticos; Cálcio: Assim como nas fêmeas, a dieta de 3.900 kcal/kg resultou em níveis de cálcio

significativamente maiores. Isso reforça que a dieta de menor energia bruta pode estar permitindo uma melhor homeostase mineral ou absorção intestinal nesta espécie. A variação temporal (Ano) é muito mais forte que a dieta. TGC houve um pico em 2023 (62,59) e queda em 2024. Isso sugere um ciclo de acúmulo de gordura e posterior gasto, possivelmente ligado ao comportamento reprodutivo (corte e disputa) que pode ter sido mais intenso em 2023. A glicose apresentou uma queda linear e significativa de 2022 (131) para 2024 (111). Isso pode indicar um maior gasto energético ou uma adaptação metabólica ao longo do tempo de confinamento/manejo.

A interação significativa entre energia e ano para o ácido úrico revela comportamento dinâmico do metabolismo nitrogenado, com maiores valores associados à dieta mais energética em 2022 e 2023, sugerindo maior catabolismo proteico nesses períodos, e inversão desse padrão em 2024, possivelmente em função de alterações ambientais ou fisiológicas específicas daquele ano. Em quelônios, elevações de ácido úrico são frequentemente relacionadas ao aumento da degradação de proteínas ou a desequilíbrios na relação energia:proteína da dieta (GARCEZ *et al.*, 2021; CASTRO *et al.*, 2021). Dessa forma, para machos reprodutores, níveis excessivamente elevados de energia não necessariamente promovem melhor perfil metabólico, reforçando a necessidade de ajustes nutricionais finos e de longo prazo, compatíveis com estratégias de criação sustentável e conservação *ex situ* da espécie (DANTAS FILHO *et al.*, 2020; ANDRADE *et al.*, 2021).

Tabela 29. Parâmetros bioquímicos plasmáticos de reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

Fatores ¹	Variáveis ²							
	TGC	PTT	COL	GLI	ACU	URE	CAL	FOS
Ano								
2022	28,37±25,14 ^b	2,52±0,73	57,01±16,86	65,98±8,29 ^a	0,69±0,32	23,69±9,69	6,46±2,85 ^b	2,90±1,19
2023	62,59±26,32 ^a	2,61±0,66	67,17±23,29	63,74±6,46 ^a	0,72±0,55	19,76±7,57	9,00±3,15 ^a	4,83±1,47
2024	35,77±25,97 ^b	2,44±0,63	61,53±16,49	54,08±9,02 ^b	0,65±0,24	23,29±7,74	9,42±1,72 ^a	3,60±0,87
Energia								
3900	41,53±29,17	2,51±0,61	63,33±19,79	60,62±10,59	0,65±0,25	24,10±8,61 ^a	8,68±2,69	3,48±1,22
4600	42,96±30,16	2,53±0,74	60,48±19,12	61,91±8,25	0,73±0,49	20,39±8,05 ^b	7,91±3,13	4,08±1,57
Efeito	p-valor							
Ano ³	<0,01	0,55	0,06	<0,01	0,70	0,06	<0,01	<0,01
Energia ³	0,76	0,83	0,41	0,38	0,26	<0,05	0,11	<0,01
Interação ⁴	0,20	0,53	0,13	0,52	0,09	<0,05	0,42	0,72
CV ⁵	69,95	26,80	31,38	15,46	56,68	38,23	35,41	38,01

¹ Ano = ano de coleta de sangue dos reprodutores. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² TGC = Triglicerídeos (mg/dL). PTT = Proteínas totais (g/dL). COL = Colesterol (mg/dL). GLI = Glicose (mg/dL). ACU = Ácido úrico (mg/dL). URE = Ureia (mg/dL). CAL = Cálcio (mg/dL). FOS = Fosforo (mg/dL).

³ As médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo do fator sobre as variáveis pelo teste de Tukey à 0,05.

⁴ p-valor abaixo de 0,05 demonstra a influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

Tabela 30. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de ácido úrico (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes machos de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	16,10±6,98 ^{Bb}	18,86±9,11 ^{Ab}
2023	14,84±4,56 ^{Bc}	21,23±18,54 ^{Aa}
2024	19,08±6,35 ^{Aa}	14,71±4,99 ^{Bc}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os anos de coleta do sangue.

Na tabela 31 estão dispostos os parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a dietas com diferentes níveis energéticos ao longo de três anos de avaliação. Observa-se que houve efeito significativo do fator sexo ($p < 0,01$) para a maioria das variáveis analisadas, incluindo TGC, PTT, COL, GLI, ACU, URE e FOS, indicando diferenças metabólicas entre machos e fêmeas. Apenas cálcio (CAL) não apresentou diferença significativa entre os sexos ($p = 0,81$).

As fêmeas apresentaram valores significativamente maiores de triglicerídeos (TGC) ($82,90 \pm 68,52$ mg/dL) quando comparadas aos machos ($42,24 \pm 29,55$ mg/dL). O mesmo padrão foi observado para colesterol (COL), com médias de $88,78 \pm 35,06$ mg/dL nas fêmeas e $61,90 \pm 19,95$ mg/dL nos machos, bem como para proteínas totais (PTT), glicose (GLI), ácido úrico (ACU) e fósforo (FOS).

Por outro lado, os machos apresentaram valores superiores de ureia (URE), com média de $22,25 \pm 8,51$ mg/dL, enquanto as fêmeas apresentaram $19,06 \pm 8,13$ mg/dL. Em relação ao efeito da interação entre ano de avaliação e sexo, foram observadas diferenças significativas apenas para ácido úrico ($p < 0,01$).

Quanto à interação energia $\times$ sexo, verificou-se efeito significativo para PTT e GLI ($p < 0,05$), sugerindo que a resposta metabólica às dietas energéticas pode variar entre machos e fêmeas.

As diferenças observadas entre machos e fêmeas para diversos parâmetros bioquímicos refletem diferenças fisiológicas e metabólicas associadas ao dimorfismo sexual e à reprodução, frequentemente relatadas em quelônios. Os maiores níveis de triglicerídeos e colesterol observados nas fêmeas podem estar associados à mobilização lipídica relacionada ao processo reprodutivo. Durante a vitelogênese, há aumento da síntese e transporte de lipídios no plasma para formação da gema do ovo. Estudos com quelônios demonstram que fêmeas em período reprodutivo apresentam concentrações elevadas de lipídios plasmáticos em comparação aos machos (LOPES *et al.*, 2022; STACY *et al.*, 2011).

Além disso, os níveis mais elevados de colesterol em fêmeas também são consistentes com o papel desse composto como precursor de hormônios esteroides e componente essencial da vitelogênese. De acordo com Divers & Stahl (2019), fêmeas de répteis frequentemente apresentam aumento de colesterol plasmático durante a atividade

reprodutiva. A maior concentração de glicose nas fêmeas pode estar associada ao aumento da demanda energética relacionada à produção de gametas e manutenção do metabolismo reprodutivo. Segundo Campbell (2006), variações nos níveis de glicose em répteis podem refletir alterações metabólicas relacionadas à atividade fisiológica e nutricional.

Em relação ao ácido úrico, valores mais elevados nas fêmeas podem indicar maior catabolismo proteico ou diferenças na excreção nitrogenada. Em répteis, o ácido úrico representa o principal produto do metabolismo nitrogenado e pode variar de acordo com dieta, estado fisiológico e função renal (STACY *et al.*, 2011). Por outro lado, os machos apresentaram maiores níveis de ureia, o que pode refletir diferenças metabólicas relacionadas à utilização de proteínas ou ao metabolismo nitrogenado entre os sexos. Embora répteis excretem predominantemente ácido úrico, pequenas quantidades de ureia também podem estar presentes no plasma e variar de acordo com dieta e fisiologia (CAMPBELL, 2006).

A ausência de diferenças significativas para cálcio entre machos e fêmeas pode indicar que os indivíduos avaliados não estavam em fase intensa de deposição de cálcio para formação de casca de ovos, ou que os mecanismos de homeostase mineral mantiveram níveis plasmáticos semelhantes entre os sexos. De acordo com Divers & Stahl (2019), concentrações de cálcio podem aumentar significativamente apenas durante períodos específicos da reprodução.

Tabela 31. Parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia submetidas às dietas com diferentes níveis de energia ao longo de três anos de avaliação.

	Variáveis ²							
	TGC	PTT	COL	GLI	ACU	URE	CAL	FOS
Sexo								
Fêmea	82,90±68,52 ^a	2,95±0,90 ^a	88,78±35,06 ^a	67,29±15,38 ^a	0,91±0,77 ^a	19,06±8,13 ^b	8,22±3,17	4,88±2,18 ^a
Macho	42,24±29,55 ^b	2,52±0,67 ^b	61,90±19,95 ^b	61,28±9,45 ^b	0,69±0,39 ^b	22,25±8,51 ^a	8,30±2,93	3,78±1,43 ^b
Efeito	p-valor							
Sexo ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,81	<0,01
Ano/sexo ⁴	0,41	0,62	0,11	0,13	<0,01	0,25	0,10	0,31
Energia/sexo ⁴	<0,01	<0,05	0,17	<0,05	<0,05	<0,01	0,39	<0,01
Interação ⁴	0,84	<0,05	0,06	<0,05	0,84	0,16	0,73	0,26
CV ⁵	90,22	30,16	41,57	20,38	77,56	40,95	36,97	44,46

¹ Ano = ano de coleta de sangue dos reprodutores. Energia = Níveis de energia bruta da dieta (kcal/kg).

² TGC = Triglicerídeos (mg/dL). PTT = Proteínas totais (g/dL). COL = Colesterol (mg/dL). GLI = Glicose (mg/dL). ACU = Ácido úrico (mg/dL). URE = Ureia (mg/dL). CAL = Cálcio (mg/dL). FOS = Fosforo (mg/dL).

³ As médias seguidas por letras minúsculas na coluna demonstram um efeito significativo do fator sobre as variáveis pelo teste de Tukey à 0,05.

⁴ p-valor abaixo de 0,05 demonstra a influência direta de um fator no resultado do outro e vice-versa.

⁵ CV = Coeficiente de variação (%).

12. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que o nível energético da dieta das matrizes de tartaruga-da-Amazônia influencia de forma significativa o desempenho biométrico e reprodutivo em cativeiro, bem como o desenvolvimento inicial e o crescimento dos filhotes. Dietas com maior densidade energética (4.600 kcal/kg) promoveram maior desenvolvimento corporal das matrizes, produção de ovos maiores e filhotes mais robustos ao nascimento, além de crescimento superior desses filhotes até os seis meses de idade, demonstrando um efeito residual positivo do investimento materno sobre o desempenho pós-natal.

Por outro lado, o maior aporte energético esteve associado a maiores perdas embrionárias e menores taxas de eclosão, indicando que o manejo nutricional das matrizes deve ser cuidadosamente balanceado em conjunto com as condições ambientais e o manejo das áreas de incubação. De forma integrada, os resultados demonstram que a definição de níveis energéticos adequados na alimentação das matrizes, aliada a práticas eficientes de manejo reprodutivo, constitui estratégia fundamental para otimizar a produtividade, reduzir perdas e fortalecer a criação comercial da tartaruga-da-Amazônia como alternativa sustentável de conservação e desenvolvimento socioeconômico regional.

Acerca dos parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia são modulados tanto por variações temporais quanto pelo nível de energia bruta da dieta, evidenciando a natureza dinâmica do metabolismo da espécie mesmo em condições de cativeiro. O fator sexo também influencia diretamente os parâmetros bioquímicos da espécie.

Por fim, diferente do observado para as fêmeas, o metabolismo plasmático dos machos demonstrou maior resiliência aos níveis de energia da dieta, com exceção do Cálcio. O fator temporal (Ano) exerceu influência predominante sobre a glicose, triglicerídeos e minerais, sugerindo que ciclos sazonais e maturidade fisiológica são mais determinantes para o perfil bioquímico dos machos do que o aporte energético da dieta testada.

Estudos relacionando o perfil bioquímico sanguíneo de matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em cativeiro devem ser realizados com o objetivo de complementar os resultados encontrados neste experimento.

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A composição nutricional das dietas exerce papel fundamental no desempenho reprodutivo de *Podocnemis expansa* mantidas em cativeiro.
- Foram observadas correlações positivas entre o peso corporal das matrizes e os parâmetros reprodutivos, especialmente número de ninhoss, número de ovos e produção de filhotes.
- Dietas contendo energia bruta entre 3.000 e 3.900 kcal/kg e proteína bruta entre 30 e 39% proporcionaram os melhores resultados produtivos, refletidos em maior peso corporal das matrizes, maior número de ninhoss e ovos, maior produção de filhotes e maior produtividade de ninhoss e filhotes por matriz.
- Dietas mais restritivas, com níveis de 25–29% de proteína bruta e 2.250–2.900 kcal/kg de energia, podem ser utilizadas pontualmente durante o período de desova, contribuindo para melhorar a taxa de eclosão e a eficiência reprodutiva.
- Recomenda-se a realização de experimentos em ambientes controlados (cativeiro) adicionais para validar os níveis nutricionais identificados e investigar possíveis interações com outros nutrientes que possam influenciar o desempenho reprodutivo da espécie.
- Destaca-se também a necessidade de análises econômicas, a fim de avaliar a viabilidade da aplicação de dietas nutricionalmente otimizadas em sistemas de criação comercial.
- O nível energético da dieta das matrizes de *Podocnemis expansa* exerce influência significativa sobre o desempenho biométrico e reprodutivo em cativeiro, bem como sobre o desenvolvimento inicial e o crescimento dos filhotes.
- Dietas com maior densidade energética (4.600 kcal/kg) promoveram maior desenvolvimento corporal das matrizes, além da produção de ovos de maior tamanho e filhotes mais robustos ao nascimento.
- O maior aporte energético (dietas com 4.600 kcal/kg de EB) resultou em crescimento superior dos filhotes até os seis meses de idade, evidenciando efeito residual positivo do investimento materno sobre o desempenho pós-eclosão.
- Dietas mais energéticas (dietas com 4.600 kcal/kg de EB) estiveram associadas a maiores perdas embrionárias e menores taxas de eclosão, indicando a necessidade de balanceamento adequado entre a nutrição das matrizes, as condições ambientais e o manejo das áreas de incubação.

- A definição de níveis energéticos adequados na dieta das matrizes, associada a práticas eficientes de manejo reprodutivo, constitui estratégia essencial para otimizar a produtividade, reduzir perdas e fortalecer a criação comercial da espécie como alternativa sustentável de conservação e desenvolvimento socioeconômico regional.
- Os parâmetros bioquímicos plasmáticos de matrizes e reprodutores são influenciados tanto por variações temporais (ano) quanto pelo nível de energia bruta da dieta, evidenciando a natureza dinâmica do metabolismo da espécie em condições de cativeiro.
- O fator sexo também exerce influência significativa sobre o perfil bioquímico, com diferenças fisiológicas entre matrizes e reprodutores nos parâmetros avaliados.
- Nas fêmeas, observou-se efeito significativo do ano e da energia da dieta para a maioria dos parâmetros, com maiores concentrações de metabólitos energéticos, proteicos e minerais em animais alimentados com 3.900 kcal/kg (triglicerídeos = $99,89 \pm 71,93$ mg/dL, colesterol = $95,00 \pm 34,71$ mg/dL, glicose = $70,07 \pm 19,72$ mg/dL, cálcio = $8,88 \pm 2,95$ mg/dL e fósforo = $5,31 \pm 2,07$ mg/dL, respectivamente).
- A dieta com 4.600 kcal/kg promoveu maiores níveis de ureia ($21,71 \pm 7,46$ mg/dL).
- Em machos, o fator ano influenciou triglicerídeos, glicose, cálcio e fósforo, e o nível energético afetou apenas o cálcio plasmático ($8,68 \pm 2,69$ mg/dL com 3900 kcal/kg e $7,91 \pm 3,13$ mg/dL com 4600 kcal/kg).
- A interação energia $\times$ ano foi significativa para proteínas totais e glicose em fêmeas e para ácido úrico em machos. Para o fator sexo todos os parâmetros analisados foram significativos, exceto cálcio, em que as matrizes apresentaram os maiores valores, exceto ureia.
- Níveis moderados de energia bruta (3.900 kcal/kg) parecem estar associados a um melhor equilíbrio fisiológico em matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.
- Recomenda-se a realização de novos estudos sobre o perfil bioquímico sanguíneo de matrizes e reprodutores de *P. expansa* em cativeiro, visando aprofundar a compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos e complementar os resultados obtidos neste estudo.

14. REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R. & PADUA, L. F. M. Reproductive parameters and nesting behaviour of Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, Canadá. 1982.
- ALVES-JÚNIOR, J.R.F.; LUSTOSA, A.P.G.; BOSSO, A.C.S.; BALESTRA, R.A.M.; BASTOS, L.F.; MIRANDA, L.B.; SANTOS, A.L.Q. Reproductive indices in natural nests of giant Amazon river turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) (Testudines, Podocnemididae) in the Environmental Protection Area Meanders of the Araguaia River. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 199-203, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000100024>
- ANDRADE, P.C.M. Criação e Manejo de quelônios no Amazonas. **Projeto Diagnóstico da criação de quelônios no Estado do Amazonas**. Manaus - IBAMA, Pró-várzea/Aquabio: il. color.; 21 cm. 2008. 528 p.
- ANDRADE, P.C.M. **Manejo Comunitário de Quelônios no Médio Rio Amazonas e Juruá**. Manaus: UFAM/UNISOL, 2015.
- ANDRADE, P. C. M. (2015). “Manejo Comunitário de Quelônios (Família Podocnemididae - *Podocnemis unifilis*,” in Médio Rio Amazonas e Juruá, eds P. Sextuberculata, P. *Expansa*, and P. *Erythrocephala* (Manaus: Gráfica Moderna), 324 p.
- ANDRADE, P.C.M.; OLIVEIRA, P.H.G.; LIMA, A.C.; DUARTE, J.A.M.; AZEVEDO, S.H.; OLIVEIRA, A.B.; ALMEIDA, C.D.; SILVA, E.B.; GARCEZ, J.R.; PINTO, J.R.; SILVA, L.C.N.; MONTEIRO, M.S.; RODRIGUES, W.; ANÍZIO, T.L.F.; PONTES, A.L.B.; TEIXEIRA, R.L.; SILVA, J.M.; DUNCAN, W.L.P.; VOGT, R.C. Community-based conservation and management of chelonians in the Amazon. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 10, art. 769328, 2022. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.769328>
- ANDRADE, P. C. M., GARCEZ, J. R., AZEVEDO, S. H. S., DUARTE, J. A. M., BARBOZA, E. S., POUND, M. C. D., *et al.* (2015). Projeto Pé-de-pincha: Técnicas de Conservação e Manejo de Quelônios - Manual do Monitor de Praia. Manaus: Gráfica Moderna, 117 p.
- ANDRADE, P.C.M.; GARCEZ, J.R.; LIMA, A.C.; DUARTE, J.A.M.; ANIZIO, T.L.F.; RODRIGUES, W.S.; OLIVEIRA, A.B.; ALVES, H.R.B. Panorama da quelonicultura no Brasil – uma estratégia para conservação das espécies e geração de renda. *Aquaculture Brasil*, v.22, p. 40-48. 2021.
- BLANVILLAIN, G. D.; OWENS, D. W. M.; KUCHLING, G. Hormones and Reproductive Cycles in Turtles. In: NORRIS, D. O.; LOPEZ, K. H. (Eds.). **Hormones**

and Reproduction of Vertebrates - Volume 3. [s.l.] Academic Press, 2011. v. 3, p. 277–303.

BRITO, E.S.; VALADÃO, R.M.; MALVÁSIO, A. *et al.* 2025. *Quelônios Continentais e Crocodilianos do Brasil* 1. Ed. - Agência Estadual de Meio Ambiente do Estado de PE., Recife: 2025. 346p.

CAMPBELL, T. W. (2006). Clinical pathology of reptiles. In: Mader, D. R. **Reptile Medicine and Surgery.**

CAMPOS-SILVA, J.V.; HAWES, J.E.; ANDRADE, P.C.M.; PERES, C.A.; Unintended multispecies co-benefits of an Amazonian community-based conservation programme. *Nature Sustainability*, v. 1, n. 11, p. 650-656, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0170-5>

CASTRO, I.C., ANDRADE, P.C.M. *et al.*, 2022. USE OF BY-PRODUCTS AND WASTE IN THE MANUFACTURE OF ARTISANAL FEED FOR HATCHLINGS OF GIANT SOUTH AMERICAN TURTLE (*Podocnemis expansa*) AND YELLOW-SPOTTED RIVER TURTLE (*Podocnemis unifilis*) AND IN JURUA COMMUNITY BREEDING SYSTEMS. *Rev. Agroecossistemas*, v. 14, n. 2, p. 22 – 44, 2022, ISSN online 2318-0188 <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v14i2.11604>

CATIQUE, T.S. CARACTERIZAÇÃO E INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO DE ÁREAS NATURAIS E ARTIFICIAIS DE REPRODUÇÃO DA TARTARUGA DA AMAZÔNIA *Podocnemis expansa* E TRACAJÁ *Podocnemis unifilis* NA AMAZÔNIA. Monografia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011. 42 p.

CHANDAVAR, V.R., NAIK, P.R., 2004. Variation in plasma glucose and pancreatic b cells in the turtle, *Lissemys punctata* (Order: Chelonia; Family: Trionychidae). *Acta Zool.* 85, 113–118.

CHARITY, S., FERREIRA, J.M. Wildlife Trafficking in Brazil. TRAFFIC International, Cambridge, United Kingdom, 2020, 140 p.

DANTAS FILHO, J.V.; PONTUSCHKA, R.B.; FRANCK, K.M.; GASPAROTTO, P.H.G.; CAVALI, J.; Cultivo de quelônios promove conservação e o desenvolvimento social e econômico da Amazônia. *Revista Ciência e Saúde Animal*, v. 2, p. 9-31, 2020. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.12058596.v1>

DIVERS, S. J.; STAHL, S. J. (2019). Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery. 3ª edição – 14 de janeiro de 2019.

- DUNCAN, W. P. e MARCON, J. L. Enzymes of energy metabolism in hatchlings of amazonian freshwater turtles. **Brazilian Journal of Biology**, n. 69, v. 2. 2009
- DUNCAN, W. P.; SILVA, M. I. DA; CUNHA, S. L. R.; AREOSA, V. B. M. e ANDRADE, P. C.M. O vitelo residual e sua importância para o manejo dos quelônios aquáticos recém-eclodidos. In: ANDRADE, P. C. M. (Org.) **Manejo comunitário de quelônios no Médio Amazonas e Juruá – Projeto Pé-de-Pincha**. Manaus: Gráfica Moderna, 2012. P.463-505.
- FERNANDEZ, J.L.V., HERMANDEZ, O.E., DEL AGUILA, R.P., CUEVA, R., 2019. On the future of the giant South American river turtle *Podocnemis expansa*. *Oryx*, pp. 1-8. <http://dx.doi.org/10.1017/s0030605318001370>
- FERRARA, C.R.; FAGUNDES, C.K.; MORCATTY, T.Q.; VOGT, R.C. **Quelônios Amazônicos**: Guia de identificação e distribuição. Manaus: WCS, 2017. 182 p.
- FERREIRA JÚNIOR, D.P. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 139-154, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000100014>.
- FIORI, M. M., AND SANTOS, C. F. M. (2013). Colonizadores portugueses, tartarugas e peixes-boi: uma história da busca por carne, gordura e combustível na Amazônia do século XVIII. **Diálogos** 17, 1247–1257. doi: 10.4025/dialogos.v17i3.805.
- FONSECA, L. A.; MAIA, N. L.; GIRARDI, F. M.; CARVALHO-FILHO, W. P.; PIMENTEL, F. G. e BRAGA, F. R. Avaliação de parâmetros bioquímicos séricos em Tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) mantidas em cativeiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 36, n. 12, 2016
- FORERO-MEDINA, G., FERRARA, C. R., VOGT, R. C., FAGUNDES, C. K., BALESTRA, R. A. M., ANDRADE, P. C. M., *et al.* (2019). On the future of the giant South American river turtle *Podocnemis expansa*. *Oryx* 55, 73–80. doi: 10.1017/S0030605318001370.
- GARCEZ, J.R.; ANDRADE, P.C.M.; SOARES, M.G.M. Composição da dieta de três espécies de quelônios (*Podocnemis spp.*) no rio Juruá, Amazonas. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 14, n. 1, p. 60-72, 2020.
- GARCEZ, J. R.; OLIVEIRA, A. B.; ANDRADE, P. C. M.; DUARTE, J. A. M. Capítulo 2: Criação comercial e comunitária de quelônios no Estado do Amazonas. In: MATTOS, B. O.; PANTOJA-LIMA, J.; OLIVEIRA, A. T. (Org.), *Aquicultura na Amazônia: estudos técnico- científicos e difusão de tecnologias*. Ponta Grossa: Atena Ed., 2021, p. 13-30.

Garcez, J. R. (2009). Comercialização e reprodução da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e do tracajás (*P. unifilis*) em cativeiro no estado do Amazonas. [monography/graduate]. Manaus (BR): Federal University of Amazonas, 42.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manejo conservacionista e monitoramento populacional de quelônios amazônicos**. Brasília: Ibama, 2016. 136 p.

IBAMA (2019a). Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazônicos. Brasília: IBAMA, 192.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Diagnóstico da criação comercial de animais silvestres no Brasil**. Brasília: Ibama, 2019b. 56 p.

KAGUEIAMA, A.K.G.; MALVASIO, A.; SOUSA, H.C.; CASTRO, F.J.; ATAÍDES, A.G.; DA SILVA, R.L. NESTS CHARACTERIZATION AND SEXUAL IDENTIFICATION OF (*Podocnemis expansa*), AMAZON TURTLE. April 2022. **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins** 8(Especial):85-91 DOI:10.20873/uftsupl2021-12549

LACAVA, R.V.; CARVALHO, D.C.O.; PEZZUTI, J.C.B. *et al.* 2024. Recovery of the Giant South American River Turtle in four decades of a network-based conservation program in the Brazilian Amazon. **Biodiversity and Conservation** (2024) 34:283–297 <https://doi.org/10.1007/s10531-024-02971-1>

LOPES, T.S.; DUNCAN, W.P.; ANDRADE, P.C.M. Ciclos reprodutivos e hormônios sexuais em tartarugas. **Scientia Amazonia**, v. 11, p. 28-47, 2022.

MAGALHÃES, M.S.; VOGT, R.C.; SEBBEN, A.; DIAS, L.C.; OLIVEIRA, M.F.; MOURA, C.E.B. Embryonic development of the Giant South American River Turtle, *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae). **Zoomorphology**, v. 136, p. 523-537, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00435-017-0365-8>

MALVASIO, A.; SOUZA, A. M.; FERREIRA JUNIOR, P. D.; REIS, E. S.; SAMPAIO, F. A. A. Temperatura de incubação dos ovos e granulometria dos sedimentos das covas relacionadas a determinação sexual em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (*Testudines, Pelomedusidae*). Publicações Avulsas - Instituto Pau Brasil de Historia Natural, n. 5, p. 11-25, 2002^a.

MARCON, J. L.; SILVA, M. G.; BATISTA, G. S.; FARIAS, R. S.; MON TEIRO, L. B. B. Fisiologia e bioquímica de quelônios e suas implicações para o manejo e criação em

cativeiro. In: ANDRADE, P. C. M. (Ed.). **Criação e manejo de quelônios no Amazonas**. 2. ed. Manaus: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2008. p. 198-226.

MARTINEZ, E. O.; HERNÁNDEZ, O. E.; BOEDE, E. O.; PEÑALOZA, C. e RODRIGUEZ, A. E. Inventario de la Tortuga Arrau, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) em Zoológicos de Venezuela. Valores referenciales del hemograma y la bioquímica sérica. **Revista Científica**, FCV-LUZ, v. XVII, n. 5, 2007.

OLIVEIRA, P.H.G.; SILVA, J.F.; ANDRADE, P.C.M. *et al.* 2022. RIVERSIDE DWELLERS' KNOWLEDGE THAT COMES FROM THE IGAPÓ: PLANTS CONSUMED BY CHELONIANS (*Podocnemis* spp.), IN THE ANDIRÁ RIVER, AMAZONAS, BRAZIL. **Revista Agroecossistemas**, v. 14, n. 2, p. 105 – 133, 2022, ISSN online 2318-0188 <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v14i2.11184>.

MOURA, C.E.B. Embryonic development of the Giant South American River Turtle, *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae). **Zoomorphology**, v. 136, p. 523-537, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00435-017-0365-8>.

OLIVEIRA-JÚNIOR, A. A.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, J. L. Bio chemical and hematological reference ranges for amazon freshwater turtle, *Podocnemis expansa* (Reptilia: Pelomedusidae), with morphologic assessment of blood cells. **Research in Veterinary Science**, v. 86, p. 146-151, 2009.

OLIVEIRA, P.H.G.; CASTRO, I.C. ANDRADE, P.C.M. *et al.*, 2020. ALIMENTAÇÃO DE FILHOTES E JUVENIS DE TRACAJÁS (*Podocnemis unifilis*) E TARTARUGAS (*Podocnemis expansa*) NA NATUREZA E EM SISTEMAS DE CRIAÇÃO COMUNITÁRIA NO AMAZONAS. **Rev. Agroecossistemas**, v. 12, n. 1, p. 83 – 98, 2020, ISSN online 2318-0188.

PANTOJA-LIMA, J., ARIDE, P. H. R., OLIVEIRA, A. T., SILVA, D. F., PEZZUTI, J. C. B., AND REBÊLO, G. H. (2014). Chain of commercialization of *Podocnemis* spp. turtles (Testudines: Podocnemididae) in the Purus River, Amazon basin, Brazil: current status and perspectives. **J. Ethnobiol. Ethnomed.** 10, 1–10. DOI: 10.1186/1746-4269-10-8.

PEZZUTI, J.; CASTRO, F.; MCGRATH, D. G.; MIORANDO, P. S.; BARBOZA, R. S. L.; ROMAGNOLI, F. C. Commoning in dynamic environments: community-based management of turtle nesting sites on the lower Amazon floodplain. **Ecology and Society**, v. 23, n. 3, p. 36, 2018. <https://doi.org/10.5751/ES-10254-230336>

- PIGNATI, M.T.; PEZZUTI, J.C.B. Alometria reprodutiva de *Podocnemis unifilis* (Testudines: Podocnemididae) na várzea do baixo rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 1, p. 48–55, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000100007>.
- 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. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**43, 348–353.
- PORTELINHA, T.C.G.; MALVASIO, A.; PIÑA, C.I.; BERTOLUCI, J. Reproductive allometry of *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in Southern Brazilian Amazon. **Journal of Herpetology**, v. 47, n. 2, p. 232–236, 2013. <https://doi.org/10.1670/11-288>.
- RODRIGUEZ-ALMONACID, C.; FUENTES-RODRIGUEZ, G.; GONZÁLEZ, L. P., MORENO-TORRES, C. e MATTA, N. E. Hematological and blood chemistry parameters of a *Podocnemis vogli* and *Podocnemis unifilis* captive population in Colombia. **Frontiers in Veterinary Science**, 9:961609. doi: 10.3389/fvets.2022.961609. 2022.
- RUEDA-ALMONACID, J. V.; CARR, J. L.; MITTERMEIER, R. A.; MAHECHA, J. V. R.; MAST, R. B.; VOGT, R. C.; RHODIN, A. G. J.; VELÁSQUEZ, J. O.; RUEDA, J. N.; MITTERMEIER, C. G. **Las tortugas y los crocodilianos de los países andinos del trópico**. N.º 6. Bogotá: Editorial Panamericana; Conservación Internacional, 2007.
- SÁ, V. A.; QUINTANILHA, L. C.; FRENEAU, G. E.; LUZ, V. L. F.; BORJA, A. L. R.; SILVA, P. C. Crescimento ponderal de filhotes de tartaruga gigante da Amazônia (*Podocnemis expansa*) submetidos a tratamento com rações isocalóricas contendo diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2351-2358, 2004.
- SANTOS, A.L.Q., MALTA, T.S., MUNDIM, A.V., ALVES-JÚNIOR, J.R.F., CARVALHO, S.F.M., 2005. Variação dos constituintes bioquímicos sanguíneos de tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812) (Testudinata) mantidas em criatório comercial. **Arch. Vet. Sci.** 10, 1–8.
- SANTOS, J.R.F.; Tempo de trânsito gastrointestinal em filhotes de tracajá (*Podocnemis unifilis*). **Monografia apresentada para a obtenção do grau de Engenheiro de Pesca em 2012**. FCA/FUA. Manaus/AM. 147 P.

STACY, B. A.; ALLEMAN, A. R.; SAYLER, K. A. (2011). Diagnostic hematology of reptiles. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**.

STANFORD, C.B.; IVERSON, J.B.; RHODIN, A.G.J.; VAN DIJK, P.P.; MITTERMEIER, R.A.; KUCHLING, G.; BERRY, K.H.; BERTO LERO, A.; BJORN DAL, K.A.; BLANCK, T.E.G.; BUHLMANN, K.A.; BURKE, R.L.; CONGDON, J.D.; DIAGNE, T.; EDWARDS, T.; EISEMBERG, C.C.; ENNEN, J.R.; FORERO-MEDINA, G.; FRANKEL, M.; FRITZ, U.; GALLEG0-GARCÍA, N.; GEORGES, A.; GIBBONS, J.W.; GONG, S.; GOODE, E.V.; SHI, H.T.; HOANG, H.; HOFMEYR, M.D.; HORNE, B.D.; HUDSON, R.; JUVIK, J.O.; KESTER, R.A.; KOVAL, P.; LE, M.; LINDEMAN, P.V.; LOVICH, J.E.; LUISELLI, L.; McCORMACK, T.E.M.; MEYER, G.A.; PÁEZ, V.P.; PLATT, K.; PLATT, S.G.; PRITCHARD, P.C.H.; QUINN, H.R.; ROOSENBERG, W.M.; SEMINOFF, J.A.; SHAFFER, H.B.; SPENCER, R.; VAN DYKE, J.U.; VOGT, R.C.; WALDE, A.D. Turtles and tortoises are in trouble. **Current Biology**, v. 30, n. 12, p. R721–R735, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.04.088>

TACCHI, M.F.; QUIRINO, F.P.; FERREIRA, D.J.M.; AFONSO, L.G.; TOGNIN, F.; NEGREIROS, D. Efeito da granulometria da areia no sucesso de eclosão de ovos da tartaruga marinha *Caretta caretta*. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 14, n. 1, p. 43–54, 2019. <https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e34836>.

TAVARES-DIAS, M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A. A.; SILVA, M. G.; MAR CON, J. L.; BARCELLOS, J. F. M. Comparative hematological and bio chemical analysis of giant turtles from the Amazon farmed in poor and normal nutritional conditions. **Veterinary Archives**, v. 79, n. 6, p. 601-610, Dec. 2009.

VALENZUELA, N.; BOTERO, R.; MARTINEZ, E. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. **Herpetologica**, v. 53, n. 3, p. 390-398, 1997.

VIANA FILHO, G.B. **Influência de diferentes sistemas de incubação sobre o sucesso reprodutivo de tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*, Schweigger, 1812) em cativeiro**. 2024. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2024.

VOGT, R.C. **Tartarugas da Amazônia**. 1ª ed. Lima: Biblos, 2008. v. 1.

YOUNG-VALENCIA, K.; ORTEGA-GUIO, A.; BOTERO-BOTERO, Á. Influencia de las variables de hábitat sobre la presencia de la tortuga pímpano (*Chelydra acutirostris*,

Peters 1862) (*Chelydridae*) en las quebradas Cajones y los Coclí, Quindío, Colombia.

Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, v. 9, n. 1, p. 6, 2017.

YOSHIOKA, E.T.O.; COSTA, R.A.; BRASILIENSE, A.R.P.; CASTELO, A.S.; DAMASCENO, L.F. Avaliação fisiológica de filhotes de tracajás (*Podocnemis unifilis*) alimentados com diferentes níveis de proteína nas rações/Macapá: **Embrapa Amapá**, 2017.

15. ANEXOS

TABELAS DAS INTERAÇÕES DOS PARAMETROS BIOQUÍMICOS.

Tabela 32. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de triglicerídeos (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Energia ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
3900	99,89±71,93 ^{Aa}	41,52±29,17 ^{Bb}
4600	65,91±60,88 ^{Ab}	42,96±30,15 ^{Ba}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes sexos.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia.

Tabela 33. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de proteínas totais (g/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Energia ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
3900	3,14±0,99 ^{Aa}	2,51±0,61 ^{Bb}
4600	2,76±0,76 ^{Ab}	2,53±0,74 ^{Ba}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes sexos.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia.

Tabela 34. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de glicose (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	74,41±17,21 ^{Aa}	66,39±7,62 ^{Bab}
2023	67,70±12,69 ^{Ab}	66,74±8,00 ^{Ba}
2024	53,93±12,15 ^{Bc}	56,51±5,00 ^{Ab}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os anos de coleta do sangue.

Tabela 35. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de glicose (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Energia ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
3900	70,07±19,75 ^{Aa}	60,62±10,59 ^{Bb}
4600	64,52±8,46 ^{Ab}	61,91±8,25 ^{Ba}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes sexos.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia.

Tabela 36. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de ácido úrico (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Ano ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
2022	0,70±0,33 ^{Ab}	0,69±0,32 ^{Bab}
2023	0,65±0,43 ^{Bb}	0,72±0,55 ^{Aa}
2024	1,38±1,09 ^{Aa}	0,65±0,24 ^{Bb}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre o sexo.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p<0,05$) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

Tabela 37. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de ácido úrico (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Energia ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
3900	1,06±0,91 ^{Aa}	0,65±0,24 ^{Bb}
4600	0,76±0,56 ^{Ab}	0,73±0,49 ^{Ba}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes sexos.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia.

Tabela 38. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e os anos de avaliação sobre a concentração de ureia (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Ano ²	Energia ¹	
	3900	4600
2022	21,23±10,15 ^{Bb}	25,02±8,55 ^{Aa}
2023	16,45±7,51 ^{Ac}	17,98±7,22 ^{Bc}
2024	23,07±8,38 ^{Aa}	20,16±5,63 ^{Bb}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes níveis de energia na dieta.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os anos de coleta do sangue.

Tabela 39. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de ureia (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Energia ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
3900	16,40±7,97 ^{Bb}	24,10±8,61 ^{Aa}
4600	21,72±7,46 ^{Aa}	20,39±8,05 ^{Bb}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa (p<0,05) entre os diferentes sexos.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de energia.

Tabela 40. Efeito da interação entre as dietas com diferentes níveis de energia e o sexo sobre a concentração de fosforo (mg/dL) da bioquímica plasmática das matrizes e reprodutores de tartaruga-da-Amazônia.

Fatores Energia ²	Sexo ¹	
	Fêmea	Macho
3900	5,31±2,07 ^{Aa}	3,48±1,22 ^{Bb}
4600	4,44±2,22 ^{Ab}	4,08±1,57 ^{Ba}

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas (linhas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes sexos.

² Médias seguidas de letras minúsculas (colunas) mostram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes níveis de energia.

Nutripiscis SI Crescimento 28 (frequentemente associada à fase de engorda/terminação e tamanho de 8 a 10 mm) é um alimento extrusado flutuante voltado para peixes onívoros em sistemas de criação semi-intensivos.

Embora a composição específica de ingredientes possa variar conforme a formulação da ADM/Presence, a linha Nutripiscis 28% geralmente apresenta a seguinte composição técnica e nutricional:

Níveis de Garantia Típicos (28% Proteína)

- Proteína Bruta (mín.): 280 g/kg (28%)
- Extrato Etéreo/Gordura (mín.): Geralmente entre 3% e 5%.
- Fibra Bruta (máx.): Típico até 7-8%.
- Matéria Mineral (máx.): Típico até 12-14%.
- Cálcio (máx.): 20-30 g/kg.
- Fósforo (mín.): 6-8 g/kg.

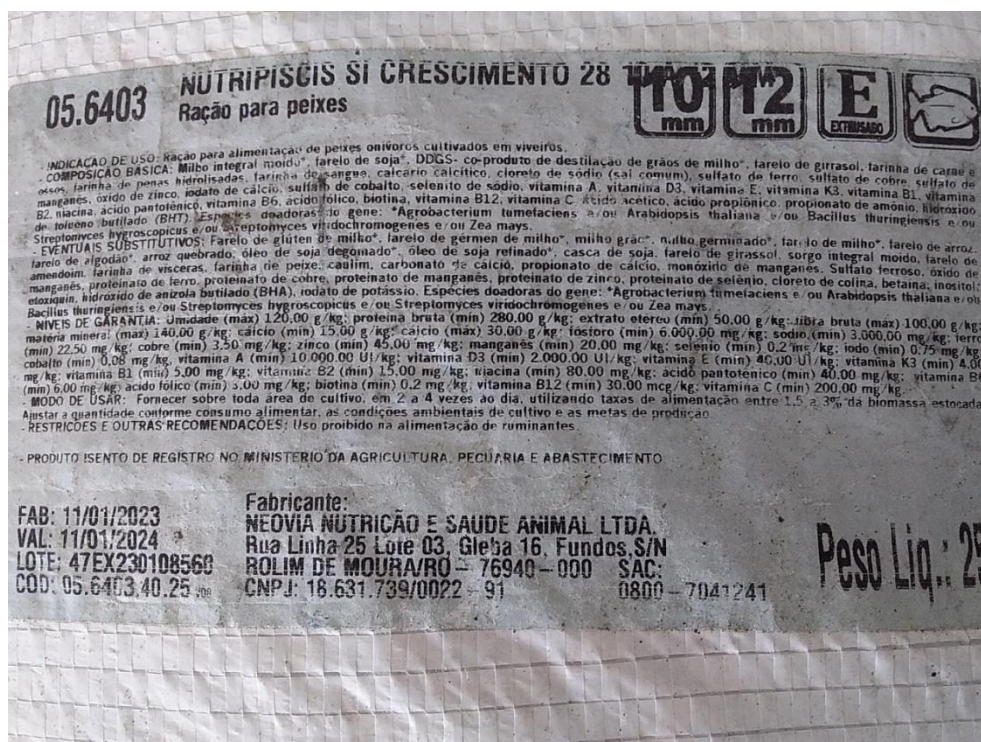


Figura 33 Composição nutricional da ração Nutripiscis 28% de proteína bruta e 3.900 kcal/kg de energia bruta fornecida para os animais do tanque 1 - Matrizes Vasco.

MULTI-PEIXE 28 Tamanho **08-10**

Classificação do produto: Ração extrusada de pronto uso para recria de peixes tropicais onívoros a partir de 300g de peso vivo em sistema cultivo em viveiro escavado.

Composição Básica: Milho Integral Moído¹, Farelo de Soja², Farinha de Carne, Carbonato de Cálcio, Fosfato Bicálcico, Cloreto de Sódio (Sal Comum), L-Lisina, DL-Metionina, Vitamina A, Vitamina B3, Vitamina E, Vitamina K3, Vitamina B1, Vitamina B2, Vitamina B6, Vitamina B12, Niacina, Pantotenato de Cálcio, Biotina, Ácido Fólico, Cloreto de Colina, Sulfato de Cobalto, Sulfato de Ferro, Sulfato de Manganês, Sulfato de Cobre, Sulfato de Zinco, Iodato de Cálcio, Selenito de Sódio, Aditivo Antioxidante e Aditivo Conservante.

Eventuais Substitutos: Farelo de Arroz, Farelo de Trigo, Milheto, Sorgo Integral Moído, Bandeira de Feijão, Farinha de Sangue, Farinha de Penas Hidrolizadas, DDG-Coproducto da Destilação do Milho¹, Farelo de Germen de Milho Desengordurado¹, Farelo de Germen de Milho¹, Casca de Soja², Farelo de Soja Semi-Integral², Óleo de Soja Degomado², Óleo de Visceras de Aves, Fosfato Monocálcico, Vitamina A D3, Caulim, Óxido de Manganês, Óxido de Zinco.

PRODUTO PRODUZIDO A PARTIR DE MILHO¹, E SOJA² TRANSGÊNICOS(AS): 1 - Agrobacterium tumefaciens, Bacillus thuringiensis, Streptomyces viridocromogenes, Zea mays. 2 - Agrobacterium tumefaciens, Bacillus thuringiensis, Streptomyces viridocromogenes, Arabidopsis thaliana.

Níveis de Garantia por kg de produto: Umidade (Máx) 100,00g, Proteína Bruta (Min) 280,00g, Extrato Etéreo (Min) 35,00g, Matéria Fibrosa (Máx) 50,00g, Matéria Mineral (Máx) 100,00g, Cálcio (Máx) 27,00g, Cálcio (Min) 20,00g, Fósforo (Min) 11,00g, Vitamina A (Min) 4.000,00UI, Vitamina D3 (Min) 840,00UI, Vitamina E (Min) 33,00UI, Vitamina B1 (Min) 3,15mg, Vitamina B2 (Min) 3,15mg, Vitamina B6 (Min) 3,15mg, Vitamina B12 (Min) 6,30mcg, Vitamina K3 (Min) 1,00mg, Vitamina C (Min) 300,00mg, Ácido Pantotênico (Min) 10,50mg, Ácido Fólico (Min) 0,73mg, Colina (Min) 260,00mg, Biotina (Min) 0,18mg, Selênio (Min) 0,12mg, Manganês (Min) 15,00mg, Ferro (Min) 21,00mg, Zinco (Min) 29,00mg, Cobre (Min) 2,90mg, Cobalto (Min) 0,04mg, Iodo (Min) 0,12mg.

Indicação de uso: recria de peixes tropicais onívoros a partir de 300g de peso vivo em sistema cultivo em viveiro escavado.

Modo de usar: Ofertar em 2 ou mais refeições ao dia no tanque, 1 a 5% da biomassa. Seguir sempre os adequados parâmetros de qualidade da água e os horários de alimentação.

Modo de conservação: Manter o produto sobre estrados afastado das paredes, em local seco e ventilado, protegido da incidência da luz solar. Manter os sacos fechados.

Restrições e Outras Recomendações: Uso proibido na alimentação de ruminantes.

Pesc Líquido: 25 kg

Multifós Nutrição Animal Indústria e Comércio de Alimentação Animal - Eireli
CNPJ: 05.112.467/0001-47 SAC: (69) 3322-3216
Av. Marechal Rondon, 5710 - Bairro 5ºBEC - Vilhena - RO - CEP 76988-010

INDÚSTRIA BRASILEIRA

PRODUTO ISENTO DE REGISTRO NO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

VAL DADE: 180 DIAS LOTE: 287302 DATA FAB: 28/06/2023

Figura 34- Composição nutricional da ração Multifós 28% de proteína bruta e 4.600 kcal/kg de energia bruta fornecida para os animais do tanque 2 - Matrizes de Balbina.