

Belém, PA / Fevereiro, 2025

Núcleo de conservação animal do muçuã

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura e Pecuária**

ISSN 1517-2201 / e-ISSN 1983-0513

Documentos 498

Fevereiro, 2025

Núcleo de conservação animal do muçua

José Ribamar Felipe Marques

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2025

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
66095-903 Belém, PA
www.embrapa.br/amazonia-oriental
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretária-executiva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Membros

Adelina do Socorro Serrão Belém

Alessandra Keiko Nakasone

Andrea Liliane Pereira da Silva

Anna Christina Monteiro Roffé Borges

Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro

Delman de Almeida Gonçalves

Jamil Chaar El Husny

Marivaldo Rodrigues Figueiró

Vitor Trindade Lôbo

Edição executiva e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Vitor Trindade Lôbo

Ilustração da capa

Vitor Trindade Lôbo

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Marques, José Ribamar Felipe.

Núcleo de conservação animal do muçua / José Ribamar Felipe Marques. – Belém,
PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2025.

PDF (26 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, e-ISSN 1983-
0513 ; 498)

1. Muçua. 2. Banco de germoplasma. 3. Criação. 4. Conservação. 5. Produção animal.
I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 636.39

Andréa Liliane Pereira da Silva (CRB-2/1166)

© 2025 Embrapa

Autor

José Ribamar Felipe Marques
Zootecnista, doutor em Genética,
pesquisador da Embrapa Amazônia
Oriental, Belém, PA

À equipe da Embrapa, do Projeto Regen: Derival Magno, Max dos Santos Henriques, Paulo Lelles, Rodrigo Lima Sales, Hilma Mota, Lamirson Dias de Oliveira, José Carlos Dias, Relionan Leal e Raimundo Nonato de Oliveira.

Aos produtores privados e a todos os trabalhadores de campo, colegas, professores, pesquisadores e produtores rurais, colaboradores diretos importantes desde o início, os quais contribuíram para que atingíssemos a meta de implantação do Núcleo de Conservação Animal do Muçuã e na condução das pesquisas e extensão para conservação de recursos genéticos animais no Banco de Germoplasma Animal da Amazônia Oriental.

À Palmira Francisca Gonçalves, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará. À Juliane da Silva Costa, Dário Silva Neto, Diva Anelie e Brenda dos Santos Braga, da Universidade Federal do Pará. À Larissa Coelho Marques, da Universidade da Amazônia. A Sávio Silva e Leonardo Silva, da Universidade do Estado do Pará. A Antônio Rossi e Reginaldo Engelhard, produtores rurais. À Tânia Martins e Paulo Adjani, do Instituto Paulo Martins.

Apresentação

O Núcleo de Conservação Animal do Muçua (NCA Muçua) está implantado no Banco de Germoplasma Animal (Bagam), da Embrapa Amazônia Oriental, no Campo Experimental do Marajó “Ermerson Salimos”, no município de Salvaterra, PA, sendo este um documento orientador das ações de conservação da espécie *Kinosternon scorpioides*, que tem sustentação institucional e técnico-científica na programação de pesquisa da Embrapa.

O processo de conservação desses recursos genéticos é importante pela premissa de que o animal tem grandes chances de sair da predação pelos caminhos da inovação, como no caso do aquaterrário, que surge com a necessidade da manutenção dos animais com conforto e bem-estar, ao mesmo tempo que representa o módulo *pet* do sistema de criação, ou seja, o muçua como animal de estimação, contribuindo para atenuar a predação, suplantando até mesmo o fato de a iguaria ser bastante apreciada, associando-se o diferencial de ser um espécime amazônico.

Ainda, com esse artifício de inovação, visa incentivar a disseminação de produtores conservacionistas comerciais para apoio do inédito sistema de criação e conservação, com destaque para as comunidades tradicionais. Ressalta-se as ações interdependentes do próprio sistema, como a cessão de animais pela entidade de pesquisa aos parceiros e a permissão de busca na natureza, permitindo um fluxo de deslocamentos entre as instituições de pesquisa e entidades parceiras, para o desenvolvimento de planos de trabalho de pesquisa. Além de propiciar a continuidade da coleta de informações que constituem o banco de dados, o qual estará à disposição da comunidade científica e interessados.

Considerando a sustentabilidade biológica, técnico-científica e de responsabilidade social, este trabalho alinha-se diretamente às metas 2.3, 2.4 e 2.5 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, que trata de acabar com a fome e com a desnutrição, garantindo sistemas sustentáveis de produção.

Walkymário de Paulo Lemos
Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Introdução	11
O quelônio muçua	11
Caracterização da espécie e classificação taxonômica	12
Distribuição geográfica	13
Núcleo de conservação animal do Muçua	13
Efetivo em conservação	13
Infraestrutura do criatório	14
Descritores estudados	14
Metodologia do manejo da conservação on farm	15
Sistema de criação controlado de muçuas em conservação no Bagam	15
Pesquisas desenvolvidas	20
Parcerias com a comunidade técnico-científica e setor privado	20
Produção técnico-científica	21
Considerações e perspectivas futuras	22
Referências	22
Apêndice A – Cronograma anual	26

Introdução

O Núcleo de Conservação Animal de Muçuã (NCA Muçuã) e o Sistema de Curadorias de Germoplasma (SCG), abrigados no Banco de Germoplasma Animal (Bagam), formam a estrutura de conservação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) implantada no Campo Experimental do Marajó “Ermerson Salimos” (Cemes) e tem sustentação institucional e técnico-científica na programação do Sistema Embrapa de Gestão (SEG), por meio do Projeto Regen_05_19_Conservação In Situ de Recursos Genéticos Animais.

A normatização do NCA e do SCG está embasada no Manual de Normas da Empresa, sendo definido como:

Conjunto de animais vivos conservados e devidamente documentados que está formalmente associado a programas de melhoramento genético e/ou prospeção de ativos. São realizadas atividades de documentação, introdução, intercâmbio, caracterização e conservação (Embrapa, 2023, p. 4).

Esta é uma publicação de identidade documental à estrutura física do NCA, permitindo o suporte sobre o status técnico-científico, no qual se encontram os estudos com a espécie, informando desde números, produção científica, pesquisas em desenvolvimento e as interações com o meio ambiente e com a cadeia produtiva, pois é um negócio importante no contexto da bioeconomia da região. É um trabalho de conservação inovador, pois surge da hipótese de que a espécie pode sair da predação com grandes chances de sobrevivência, por possuir características que os classificam entre os animais diferenciados, como: ser o menor quelônio conhecido da Amazônia, possuir características biológicas próprias, destacando-se o odor almiscarado, rapidez de movimentos e hábitos importantes que facilitam a sobrevivência em vários ambientes.

Além disso, trata de como necessita ser mantido, nos casos relacionados com a comercialização da carne, em um local com conforto e bem-estar animal, ou seja, a criação em pequenas áreas de espera, como um animal de estimação, condição que nos remete à sugestão do aquaterrário.

Tudo isso vem estimulando e influenciando um criatório doméstico, com o animal saindo de um status de predação para a normalidade, sem ameaça sobre as fêmeas ovadas, com o filhote sendo um protagonista da criação no sistema.

No sistema controlado de criação, serão implementados os produtores conservacionistas comerciais para auxiliar esse inédito processo de criação e conservação ao mesmo tempo, conforme Marques e Figueiró (2012), ressaltando que esses criadores, no sentido proposto pela Embrapa, terão a guarda como fiel depositário, recebendo em comodato um determinado número de animais, até a devolução da contraparte, conforme seja a exigência dos órgãos ambientais. As informações oriundas desse controle devem se somar aos dados provenientes da pesquisa, alimentando um banco de dados que, no momento, se trata do Sistema Alelo, que deve ser disponibilizado à comunidade científica e sociedade em geral, visando subsidiar o desenvolvimento dos setores integrados, principalmente a bioeconomia da Amazônia e suas comunidades tradicionais.

É importante mencionar aqui que o sistema de criação delineado no NCA Muçuã propõe o termo “controlado” e não criação em “cativeiro”, para se opor à situação daquele (qualquer ser) que é cativo, designando todo o sistema com conotação depreciativa e podendo denegrir as espécies naturais que se adaptam ao sistema de criação sustentável, na qual se prioriza o bem-estar e conforto animal, permitindo o desenvolvimento adequado dos animais nos ambientes naturais, alimentando-se sem restrições e reproduzindo-se normalmente.

O quelônio muçuã

Na Amazônia, com destaque para a Ilha do Marajó, no Pará, o quelônio *Kinosternon scorpioides* é conhecido com a denominação de muçuã e, em todo o Meio-Norte, especialmente no Maranhão, é denominado de jurará. Conforme exposto por Marques et al. (2008) e Costa et al. (2010), que desenvolveram estudos no Bagam, não há estimativa precisa sobre os estoques de muçuãs existentes

na natureza, mas sabe-se que a população está diminuindo, pois a pressão para a apanha é grande e de hábito muito antigo, como acontece na Ilha de Marajó.

Ressalta-se que é um dos menores quelônios da América do Sul, ocorrendo desde a Costa Rica até o norte da Argentina e do Brasil (Acuña-Mesén, 1994) e, na Costa Rica, foi encontrado em águas variando de 23 a 27 °C, indicando que a espécie habita corpos d'água tropicais (Acuña-Mesén et al., 1983). Outros autores relatam que a distribuição do animal ocorre desde o Panamá, na América Central, até o norte da América do Sul, na Argentina, Brasil, Paraguai, Bolívia, Peru, Colômbia, Equador, Guianas, México e Trinidad (Marques et al., 2008; Berry; Iverson, 2011; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2017).

É um animal que possui muitas características desejáveis para a criação em sistemas zootécnicos ou controlados, pois é onívoro, alimentando-se de todo tipo de alimento vegetal e animal, processado ou não. Desenvolve-se e reproduz-se sem restrições, sendo bastante apreciado na culinária local, com o famoso casquinho de muçã, com destaque também na gastronomia gourmet. No momento atual, a possibilidade de ser criado como um animal doméstico é fator que contribui para tirar a espécie do risco de extinção e desaparecimento de toda a região central do Marajó.

Dentre as tartarugas brasileiras, o muçã é uma das menos conhecidas pela ciência e provavelmente uma das mais ameaçadas. Apesar de a caça ser proibida, no Maranhão e no Pará é considerado uma iguaria da culinária local, sendo servido clandestinamente em hotéis e restaurantes, enquanto são vendidos em dúzias, vivos e pendurados por um furo feito na região posterior da carapaça (Delduque, 2000; Machado Júnior et al., 2006). O futuro dessa espécie está ameaçado pelas queimadas frequentes nos campos naturais, poluição, desmatamento e apanha indiscriminada, uma vez que sua captura é feita em larga escala. Assim, tendo as comunidades tradicionais como criadores, consumindo de modo sustentável e criando como animal de estimação, o futuro da espécie estará assegurado.

Caracterização da espécie e classificação taxonômica

Em um amplo trabalho de revisão, Marques et al. (2008) descreveram que, dentre as tartarugas brasileiras, o muçã é um réptil da família

Kinosternidae, que engloba as chamadas tartarugas-do-lodo, pelo hábito de viverem em áreas de água parada, alagadas, ou tartarugas almiscaradas, devido ao forte cheiro de almíscar que exalam quando ameaçadas (Ibama, 1989).

Essa família engloba quatro gêneros *Kinosternon*, *Sternotherus*, *Staurotypus* e *Claudius*. O gênero *Kinosternon* apresenta 18 espécies, distribuídas do sul do Canadá à América do Sul, e a espécie *Kinosternon scorpioides* está dividida em quatro subespécies que, por suas similaridades, são de difícil diferenciação (Iverson, 1992; Berry; Iverson, 2001; Cites, 2006; Rhodin et al., 2009).

A seguir, a classificação taxonômica da espécie segundo Linnaeus (1766):

Reino: Animalia.

Filo: Chordata.

Classe: Reptilia.

Ordem: Chelonia.

Família: Kinosternidae.

Gênero: *Kinosternon*.

Espécie: *Kinosternon scorpioides*.

Nomes vulgares: muçã (no estado do Pará) e jurará (no Maranhão).

Foram realizados poucos estudos, até o momento, para duas subespécies encontrando-se os seguintes dados sobre o cariótipo: para *Kinosternon scorpioides*, subespécie *scorpioides*, $2n = 56$ e para *K. scorpioides*, subespécie *carajasensis*, $2n = 56$, deduzindo-se que as diferenças podem estar em nível gênico, sem alterar a morfologia de seus cromossomos (Barros, 1973).

É uma tartaruga semiaquática, vive na beira dos rios, lagos e lagoas ou mesmo dispersas pelos campos alagados. Estudos no Maranhão revelaram que permanece em águas com temperaturas que variam de 26 a 30 °C.

O muçã apresenta os quatro membros curtos como pilares, com cinco dedos ligados por membranas interdigitais, um casco ósseo convexo e alto, recoberto por escamas córneas, a carapaça e outro ventral denominado de plastrão, conforme Carvalho et al. (2000) e Machado Júnior et al. (2006).

São tartarugas de pequeno porte, atingindo de 9,2 a 27 cm e pesando de 401 a 1.000 g. Dados biométricos de animais adultos dessa espécie mostram que o comprimento da carapaça varia de 13 a 19 cm e o peso de 250 a 660 g para fêmeas e 200 a 560 g para machos (Castro, 2006a). Apresenta um período de vida em torno dos 15 anos, alcançando a vida adulta por volta dos 4 anos. Como todos os quelônios, o muçã é ovíparo, com a fêmea produzindo em média 3 a 4 ovos por postura.

A carapaça varia do marrom ao verde-oliva ou preto, e a união dos escudos de cor mais escura

independente do sexo; a cabeça pode ser marrom, cinza ou preta, com manchas de padrão creme, laranja, vermelho, rosa ou amarelo; apresentam três quilhas no dorso e o plastrão apresenta escudos amarelados com o centro amarelo-dourado (Silva et al., 2011).

A cabeça é triangular, a narina em forma de focinho e a mandíbula tem a forma de bico de papagaio. A cauda, em ambos os sexos, possui uma unha na extremidade, sendo a do macho três vezes maior do que a da fêmea, uma das características do dimorfismo sexual externo. Os muçuãs são capazes de recolher completamente a cabeça, os membros e a cauda para o interior da carapaça, servindo de estratégia de proteção (Castro, 2006b).

Distribuição geográfica

O quelônio *Kinosternon scorpioides* está presente em área bastante ampla nas Américas, podendo-se afirmar que a região de ocorrência da espécie é o continente sul-americano (com ocorrências na América Central), pois é encontrada em vários países, com algumas variações no gênero, mas, na maioria dos casos, as espécies são as mesmas.

No Brasil, o animal ocorre na região Nordeste, principalmente nas caatingas e na Baixada Maranhense. Na região Norte, ocorre no Amazonas, Amapá, Rondônia, Tocantins e Pará. Além disso, é encontrado em estados como Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (Marques et al., 2008; Costa et al., 2010; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2017). No estado do Pará, a espécie é encontrada com maior ocorrência na Ilha do Marajó, com os maiores registros nos municípios de Santa Cruz do Arari, Cachoeira do Arari, Chaves, Ponta de Pedras, Salvaterra e Soure (Marques et al., 2008). Apesar disso, sugere-se que o sistema de criação do muçuã pode ser implantado em qualquer região do estado do Pará e em toda a Amazônia.

Núcleo de conservação animal do Muçuã

Como determinado nas normas, esse núcleo abriga a coleção dos quelônios denominados muçuãs, que estão sofrendo há muitas décadas fortes ameaças de extinção, principalmente pela apanha predatória e desordenada, visando o

consumo da carne, apreciada pelas comunidades tradicionais como alimento, mas também por ser uma iguaria muito solicitada na região, conhecida como “casquinho de muçuã”, bastante comercializada nos restaurantes.

A Embrapa Amazônia Oriental implantou, em 2004, uma coleção biológica de muçuãs, no Bagam, um núcleo fundador com animais originários dos campos da ilha, objetivando realizar estudos que viabilizassem a conservação da espécie, onde fossem estudadas as principais características do seu comportamento, como hábitos de alimentação, reprodução e saúde, ou seja, estudos sobre a biologia da espécie, para nortear a sua criação controlada, livrando-a da predação desenfreada a que está submetida, como também para caracterizar a coleção no seu fenótipo e genótipo.

O NCA Muçuã (Apêndice A) está localizado nas coordenadas 48°30'54"W e 00°45'21"S, na mesorregião geográfica Marajó, à margem direita do Rio Paracauari, a cerca de 17 km da cidade de Salvaterra, PA, tendo como referência o Bagam, conforme Marques (2023).

Pode-se relatar como perfil resumido da espécie e dos sistemas de criação, as seguintes características:

- Não há associação de criadores constituída dessa espécie.
- É desconhecido o número de criadores da espécie.
- A espécie não está vinculada a um programa de melhoramento.
- As coleções biológicas que vêm sendo conservadas não são registradas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).
- É muito difícil quantificar o estoque natural populacional desse grupo genético, encontrando-se, predominantemente, no norte do País, na Ilha do Marajó.

Efetivo em conservação

A coleção chegou a atingir 1.007 animais, sendo distribuídos no berçário (até 1 ano) 282 animais; na recria (entre 1 e 2,5 anos) 86 e na reprodução (acima de 2,5 anos) 603 fêmeas e 36 machos. Hoje, o criatório conta com 599 animais, sendo 530 fêmeas adultas, 56 machos e 13 indeterminados.

Mesmo com esse efetivo, o plantel deve ser estabilizado em 100 matrizes e 5 machos, de onde se pode disponibilizar anualmente excedentes

de pesquisa. Esse número efetivo está adequado à capacidade da Embrapa para manter suas estruturas e coleções, igual ao módulo do sistema de criação utilizado pelos criadores conservacionistas, parceiros do projeto e que usam a metodologia do sistema de criação da Embrapa, com toda a tecnologia disponibilizada.

Para isso, devem ser instituídas parcerias com a Embrapa, em que as prioridades devem ser as comunidades tradicionais, as instituições de conservação, parques zoológicos, instituições de ensino superior, associações, sindicatos e criadores interessados, observando os seguintes critérios:

- A parceria funcionará com a manifestação do interesse da pessoa ou entidade.
- Formalizar a adesão e cadastro para produtor conservacionista comercial, conforme o sistema de criação controlado de muçuãs

para alimentação e aquaterrário amazônico, em fase de validação pela Embrapa (Ferreira et al., 2024).

- Construir a estrutura física para o desenvolvimento do sistema de criação.
- Manter o plantel recebido conforme as instruções do sistema de criação controlado.

Infraestrutura do criatório

O croqui da estrutura da planta completa para um sistema de criação controlado de muçuãs, com os recintos destinados às diferentes categorias zootécnicas encontra-se na Figura 1, sendo a disposição de cada estrutura fundamental para o manejo de cada categoria.

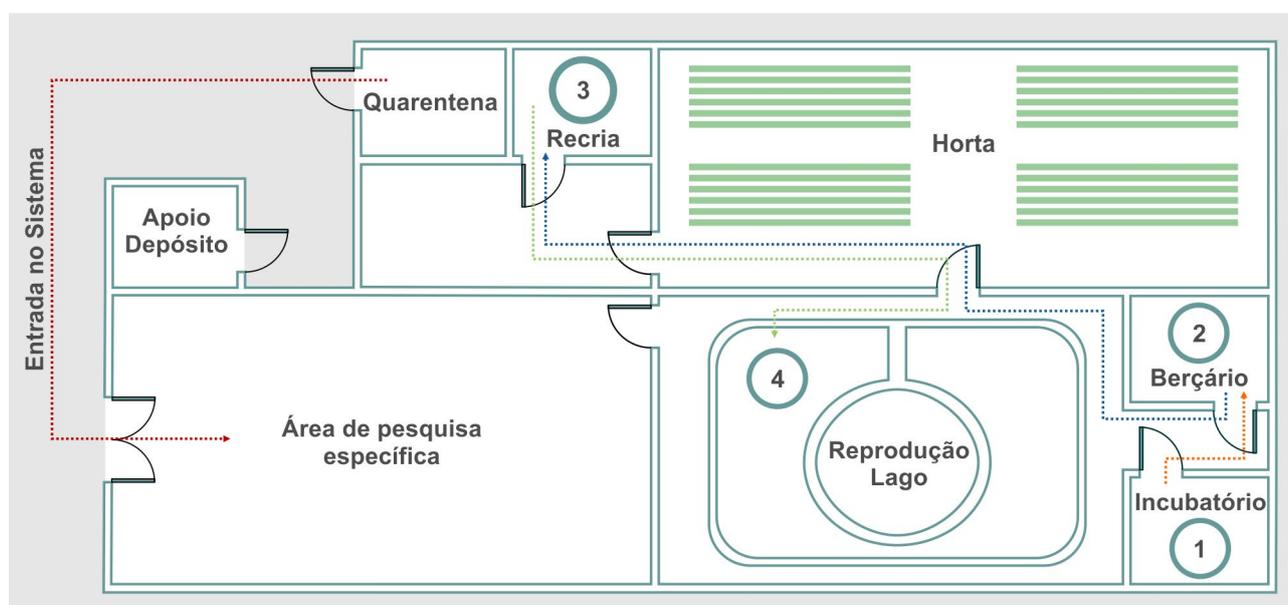


Figura 1. Croqui do criatório e esquematização do manejo das categorias zootécnicas no criatório científico de muçuãs da Embrapa Amazônia Oriental.

Descritores estudados

Os descritores são importantes para determinação dos índices do sistema, baseando-se em estudos em que foram analisadas várias informações, como: a estação reprodutiva, a distribuição e a duração dos acasalamentos; a relação macho/fêmea; a duração do período de incubação do ovo (PDO); a frequência de múltiplas posturas por estação reprodutiva; a duração do período de nidificação; a correlação entre tempo

de nidificação e número de ovos; o número de ovos viáveis por período reprodutivo; a correlação entre número, peso, comprimento e largura dos ovos; a análise descritiva para as características biométricas e peso dos ovos; a duração do período de incubação; a estação de nascimentos; pesos e medidas corporais para os filhotes e a correlação entre as variáveis. Conforme o SCG, os descritores estudados para o muçuã estão apresentados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Descritores para muçãs no Sistema Alelo.

Medida	Informações
Comprimento da carapaça (CC)	Data de nascimento Pai
Comprimento do plastrão (CP)	Mãe
Largura da carapaça (LC)	Idade à primeira postura
Largura do plastrão (LP)	Intervalo de posturas
Altura da carapaça (AC)	Hábito sexual promíscuo
Perímetro do corpo (PC)	
Peso na eclosão	
Peso na idade adulta	
Peso nas idades padrões	

Metodologia do manejo da conservação on farm

A metodologia utilizada no NCA Muçã é resultado das pesquisas realizadas pela Embrapa e parcerias, atingindo-se um nível de manejo sustentável para se conceber um sistema de criação controlado do quelônio, o qual está sendo extrapolado e preconizado, conforme Ferreira et al. (2024), para os criatórios conservacionistas comerciais parceiros com a denominação de sistema de criação controlado de muçãs em conservação, tendo como referencial o criadouro científico do NCA da Embrapa Amazônia Oriental, que funcionará como unidade demonstrativa (UD), conforme definido pela Resolução nº 489, de 26 de outubro de 2018.

Criadouro científico: empreendimento de natureza acadêmica ou científica, com finalidade de criar, reproduzir e manter em cativeiro espécimes da fauna silvestre e da fauna exótica, para fins de subsidiar pesquisa científica, ensino e extensão, sendo vedadas a exposição à visitação pública e comercialização de animais, suas partes e subprodutos (Brasil, 2018).

Assim, a metodologia do trabalho de conservação gerou processos e práticas agropecuárias de manejo juntadas no sistema de criação controlado, assumindo também a função de extensão como UD ou de referência de toda a operacionalização do sistema de pesquisa e extensão, em que o sistema é a unidade produtiva de todo o conjunto desenvolvido pelos parceiros que assumem a conotação também de conservacionistas.

A UD será responsável pela transferência de tecnologia, tendo como foco a criação desses

quelônios, dando suporte biotecnológico aos criadouros comerciais para a produção de carne, material para artesanato e filhotes para as criações de manutenção ou como animal de estimação.

Nesse contexto, todas as práticas terão uma visão de manejo sustentável. A fonte de energia utilizada no sistema de produção deve ser preferencialmente limpa, sugerindo-se o uso de painéis solares. Deverão ser utilizadas instalações alinhadas com a segurança da mão de obra e bem-estar e conforto dos animais. No caso da gestão inteligente integrada (GII), empregada no Bagam, serão inseridos todos os itens com suporte no manejo genético, além do envolvimento com outras espécies. Deve possuir interfaces nas questões de segurança de pessoal, ambiental e de produtos, na inteligência artificial, automação, conectividade, internet das coisas e rastreabilidade, para aplicações em coleta de dados, funcionamento e concepções de uso e manipulação das máquinas e equipamentos, mecanismos complexos de software; uso de sensores inteligentes e de alta complexidade, integrando-se com as boas práticas de manejo animal com sustentabilidade. Com relação à água, o monitoramento deve incluir tratamento e filtragem, se for o caso. Além de realizar o destino sustentável dos dejetos por meio de compostagem, adubação por cobertura, uso da biomassa em hortas e adubações diversas, boas práticas, produtos com segurança alimentar, etc., já definido pela normas oficiais.

Assim, todo manejo deve levar em consideração, o efetivo da coleção biológica para que as estimativas de tamanho, quantidade e outras sejam calculadas. Serão utilizados todos os recursos relatados para o sistema de criação e para a área como um todo, além de telas de alambrados, uso de cercas eletrificadas, alimentadas por painéis solares individualizados, por sistema bluetooth, dispondo, ainda, de recursos como controle por sensores infravermelho para vigilância à noite e drones durante o dia.

Com base no exposto e no entendimento de que a metodologia gerou um sistema de criação, percebe-se o papel importante da UD com referência para toda a criação.

Sistema de criação controlado de muçãs em conservação no Bagam

O sistema de criação controlado de muçãs segue as observações coletadas em 15 anos no Bagam da Embrapa Amazônia Oriental, onde se mantém o NCA Muçã, no qual são observadas

todas as práticas e processos para que o bem-estar e conforto animal estejam caminhando lado a lado com a função produtiva do animal, respeitando-se os descritores que devem ser observados em todos os sentidos e imprimindo-se a sustentabilidade em todas as fases da criação.

Regularização do criatório nos órgãos ambientais

Todo criatório parceiro da Embrapa será designado como criadouro comercial e deve seguir as normas prescritas para o sistema de criação controlado, atendendo o termo de referência para projeto técnico para criadouro comercial mantenedouros de fauna silvestre, enquadrando-se na tipologia conforme o código 0218 (Pará, 2014).

Formação do plantel

Na formação de um plantel, deve-se prever que se pode conseguir os animais em ambientes naturais, respeitando-se o defeso estabelecido pelos estudos já finalizados e definidos pela pesquisa, bem como as regras a serem determinadas. Assim, deve-se prever, na formação de um plantel ou enriquecimento daqueles já existentes, alguns passos que devem ser seguidos no processo de apanha ou coleta no campo:

- 1) Nos ambientes em que os animais ocorrem como habitat natural, eles hibernam se enterrando no solo. Para encontrá-los, usa-se a “sossoca”, que é uma vara de 1,5 m de madeira forte, com o apanhador socando o chão até escutar um som oco, característico do casco do animal, desenterrando-o, facilmente, completamente indefeso.
- 2) Com as próprias mãos, quando os encontram caminhando no campo, sem quaisquer esforços.
- 3) Durante ou após as queimadas, apanhando os animais em fuga. Nesse caso, a crueldade é muito grande, pois os animais que não conseguem ser apanhados são mortos carbonizados ou ficam mutilados. São colocados aos montes num ambiente de espera, onde ficam estocados até o momento da comercialização ou abate. Nas fazendas, são postos em algum local próximo à casa do vaqueiro, geralmente com acesso a água, próximo ou embaixo do jirau, local onde se lava a louça e tem restos de comida. Nas pequenas vilas ou comunidades e nas pequenas cidades do

interior, ficam amontoados, geralmente nos quintais ou em lugares próximos às torneiras externas, esperando para serem feitas as “cambadas” ou “fieiras”, geralmente em dúzias, que consta de um fio, arame ou corda fina com os animais perfurados nas extremidades traseiras, para serem comercializados. Assim, não há sistema de produção e sim a manutenção totalmente fora de condições dos animais, esperando o momento da venda ou abate, sendo na maioria das vezes alimentados com restos de comida.

Em 2023, uma cambada dessas custava, na região do Arari, por volta de 80 a 120 reais. Os animais adultos, oriundos da natureza, pesam por volta de 400 a 450 g, com um rendimento aproximado de 30 a 40%, ou 135 a 180 g de carne. Os cascos e ossos são descartados, sendo muito pouco aproveitado para artesanato. Os animais no campo e no entorno são abatidos em água fervente, constituindo-se numa forma muito cruenta, que choca aqueles que se assistem tal procedimento.

Formação do plantel inicial ou de reprodução

Inicialmente os animais podem ser oriundos de três formas:

- 1) Da pesquisa ou do órgão ambiental que realizou cadastro de criadores conservacionistas e receberão plantéis de um determinado número de fêmeas para serem criados conforme as normas em vigor.
- 2) Da natureza, apanhados por métodos humanizados, nos períodos recomendados pelos órgãos oficiais, ou seja, nos meses entre agosto de um ano e janeiro do ano subsequente, cadastrado em organismos oficiais.
- 3) De órgãos de fiscalização que podem disponibilizar aos criadores que estiverem devidamente cadastrados na Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas) como criadores conservacionistas ou comerciais.

Identificação por microchips

Pode-se utilizar a marcação recomendada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), com os cortes na carapaça. Contudo, no Bagam, foi implantado o sistema de microchips *pet*, sendo

mais recomendado pois pode ser colocado desde os primeiros dias de vida do animal. Apresenta as seguintes características:

- Frequência de operação: 134,2 kHz (FDX-B).
- Dimensões aproximadas: 11,5 x 2,1 mm (0,43" por 0,08").
- Estéril.
- Manufaturado em biovidro.
- Sistema antimigratório em polipropileno, em formato de cápsula, medindo 6,4 x 2,2 mm e com dois microfuros para garantir a fixação no local aplicado.
- São aplicados na parte anterior direita, acima do membro anterior, abaixo da carapaça, distante de quaisquer órgãos vitais; compatível com as normas e padrões internacionais.

Divisão dos animais em categorias zootécnicas

A divisão e a organização do plantel devem ser efetuadas em categorias de acordo com a idade. A densidade dos animais no aquaterrário amazônico deve ser de dez animais por metro quadrado, para que tenham conforto e bem-estar. No caso da transformação de um aquário em um aquaterrário, para criar os peixes com os muçãs, devem ser seguidas orientações específicas. Recomenda-se, para melhor aplicar as características de manejo, dividir o plantel nas seguintes categorias zootécnicas:

- 1) Incubatório/berçário: animais recém-eclodidos, em consumo do saco vitelino (até 40 dias), permanecendo em basquetas com terra e água. Após esse tempo, vão para o ambiente de cria já pesando pouco mais de 40–50 g. Nunca deixar os animais recém-eclodidos em locais abertos, pois estão consumindo suas próprias reservas, sendo alvos fáceis de predadores (formigas, aves, ratos, etc.). Nessa categoria, logo após os 40–50 dias, já se inicia o sistema de criação *pet*, em aquaterrário amazônico, ou seja, esses filhotes podem ser comercializados para criação como animais de estimação ou ornamentação, quando já adquiriram maior resistência, podendo se alimentar de farelos, plânctons, etc. Assim, deve-se seguir as orientações pertinentes e necessárias para todas as fases da criação.
- 2) Cria: os animais ficam nesse ambiente até pesarem por volta de 150 g. Deve-se ter

cuidados especiais para os animais nessa categoria não predarem uns aos outros, principalmente por falta de alimentação, em que os mais velhos canibalizam os mais novos mordendo as partes mais finas e tênues, como dobras das patas e cauda, cabeça/olhos, havendo necessidade, em alguns casos, se os animais já estiverem no chão, de usar separador para isolar os animais do berçário.

- 3) Recria: são animais de sobreano (até 1,5–2 anos) e deve ser considerada para os animais a partir de 150 g, aí permanecendo até por volta de 250 g.
- 4) Reprodução/terminação e engorda: machos e fêmeas com mais de 2 anos e peso acima de 250 g, sendo designados para as finalidades de cada um, ou seja, deve-se observar principalmente as fêmeas que serão as matrizes, as quais serão acompanhadas com o manejo reprodutivo. No caso da terminação e/ou engorda, os machos excedentes do plantel de reprodução são tratados para um alto desempenho no desenvolvimento ponderal para produzir carne, atingindo em torno de 600–800 g aos 2,5–3 anos de idade, de modo que o rendimento de carne pode chegar a 45–50%.

Os animais destinados ao consumo em restaurantes terão o mesmo tratamento proposto àqueles em terminação, contudo, em vez de ficar em aquário comum ou em espaços sem condições e qualidade de vida, opta-se pelo aquaterrário, onde os animais ficam em estrutura de espera/manutenção, a qual pode ser definitiva, visto serem as mesmas destinadas ao criatório *pet*.

Alimentação

Sugere-se alimentação uma vez por dia, administrada após o meio-dia, quando o metabolismo dos quelônios está bem acelerado. A alimentação seguindo as categorias zootécnicas facilita o manejo dos animais, assim, os resultados indicam os seguintes procedimentos:

- 1) Berçário: os animais consomem o saco vitelino e alimentam-se de plânctons e outros materiais alimentícios em estado líquido ou gel até os 40 dias.
- 2) Cria: a ração a ser ministrada pode conter 20 a 30% de proteína bruta e um aporte de cálcio de 3,7 a 5,7%, num ambiente em que os animais têm acesso a areia e água, onde se formarão os plânctons. Pode-se colocar, ainda, em uma área plana e firme, porções

de farelos, para ajudar na formação de pequenos blocos alimentares para melhor aproveitamento, ou, simplesmente, lançar o farelo à água.

- 3) Recria: a ração a ser ministrada pode conter basicamente 40% de proteína bruta e um aporte de cálcio em torno de 5,7%, num ambiente em que os animais têm acesso a areia e a água, onde consumirão os plânctons e todos os alimentos possíveis existentes, inclusive insetos. Na fase de crescimento, os diferentes níveis de cálcio fornecidos influenciaram significativamente todas as variáveis estudadas, presumindo que foi destinado ao desenvolvimento corporal dos muçuãs. O melhor nível de cálcio (Ca) recomendado para o balanceamento de dietas de muçuãs nesta fase é de 5,7%, mantendo 3% de fósforo (P) em uma relação de 2,015 ± 0,115 Ca:P.
- 4) Reprodução e terminação ou engorda: ração para peixes com 32% de proteína bruta para as fêmeas em reprodução e até 42% para os animais de reprodução e/ou engorda, respectivamente. Na reprodução, a alimentação deverá seguir uma linha mais branda no aporte proteico, para que a obesidade não interfira na reprodução, constando de 32% de proteína bruta e aporte de cálcio de 3,7%.

Na criação em sistema pet, os animais adultos terão o tratamento normal de manutenção ou, se considerarem que podem ganhar peso, ministrar alimentação com 40% de proteína, devendo seguir as recomendações pertinentes.

Na fase adulta, o melhor nível de cálcio e fósforo para balanceamento da dietas é de 5,0 e 2,6%, respectivamente, mantendo uma relação de 1,92 ± 0,26 a 2,08 ± 0,18 Ca:P.

Manejo reprodutivo

A espécie apresenta comportamento reprodutivo sazonal, dependente de fatores climáticos e ambientais que, quando controlados em sistema intensivo de alimentação, podem ser minimizados, permitindo que os eventos reprodutivos sejam contínuos ao longo do ano.

As características de acasalamento, período de incubação e eclosão permitem delinear um manejo reprodutivo, visando à elaboração de um sistema de criação controlado para a espécie, nas condições da Ilha do Marajó.

Identificação do macho e da fêmea: os machos apresentam o plastrão com uma acentuada

concavidade e um rabo, onde abriga o pênis, bem mais comprido que a fêmea (cerca de 2 a 3 cm), ao passo que a fêmea apresenta o plastrão retilíneo e o rabo com no máximo 1 cm.

Acasalamento: pode iniciar no final do mês de dezembro, com tendência de pico entre o final de março e o início de abril. Em condições normais de alimentação, os animais podem se reproduzir o ano todo, quebrando a sazonalidade.

Relação macho:fêmea: no recinto experimental a relação é de aproximadamente 1:25.

Período do acasalamento à postura: recomenda-se utilizar média de 120 ± 10 dias.

Nidificação: sugere-se utilizar o tempo médio de 3 ± 1 hora.

Incubação dos ovos/ninhos: neste estudo, a duração média do período de incubação, em dias, foi de 129,31 ± 19,57, com mínimo de 37 dias e máximo de 172 dias, com as eclosões se concentrando entre os meses de setembro e dezembro.

As principais causas da inviabilidade dos ovos no criatório foram predação por outros animais, com destaque para as formigas, morte embrionária, ovo não fecundado, apodrecimento, ovos oriundos de primíparas, os quais eram de menor tamanho, e morte após eclosão.

Número de posturas/período/ovos/local: o número médio de ovos ou a quantidade de ninhos e a relação ovos/ninho pode ser de 4,0, podendo variar no decorrer dos meses que engloba o ciclo de postura. Uma mesma fêmea pode desovar mais de uma vez, sendo apenas uma vez o mais observado, contudo detectou-se até três posturas, em alguns casos. Para a região do Marajó, o período de postura tem duração de 6 meses, com pico nos meses de junho e agosto.

Um resumo das características do manejo reprodutivo consta na Tabela 2, a seguir.

Manejo sanitário

Raramente surgem problemas sanitários, havendo acidentes e, dentre os mais comuns, são os oriundos de canibalismo, ataque por predadores (aves, ratos, gatos, cachorros e formigas), que podem culminar em tratamentos ambulatoriais e até o óbito do animal. Assim, a prevenção é o maior cuidado a ser dispensado numa criação. Dos animais oriundos da natureza, sempre há infestação de carrapatos, sendo recomendado o acompanhamento dos criatórios por técnicos capacitados que, em quaisquer necessidades, acionarão o responsável técnico para resolver os problemas, ou seja, realizar vistorias constantes, controlar a entrada de pessoas e outros animais no ambiente, utilizando-se recursos como:

Tabela 2. Índices para cálculo de conversão em unidade animal.

Característica reprodutiva	Especificação	Mensuração
Proporção macho/fêmea	1:10 ⁽¹⁾ 1:25 ⁽²⁾	Espécime
Início da reprodução	dezembro (final)	Dia
Período reprodutivo	janeiro–outubro	Mês
Pico reprodutivo	março–junho	Mês
Quantidade de acasalamento	1–3 ou mais	Unidade
Tempo médio de oviposição	0,03–3,35	Horas
Período de postura	abril–outubro	Mês
Pico de postura	junho–agosto	Mês
Quantidade de posturas	1–2	Unidade
Desenvolvimento embrionário	26	Estágio
Tempo de incubação de ovos	129,31	Dias
Incubação de ovos (Fêmeas ovadas)	maio–outubro	Seis meses
Número de ovos/fêmeas	4–5	Unidade
Viabilidade de ovos	20,5	Porcentagem
Média da medição de ovos (C x L)*	34,5 x 18	Milímetros
Peso médio dos ovos	1,60–13,40	Gramas
Período de eclosão	abril–outubro	Meses
Pico de eclosão	junho–agosto	Meses
Diferenciação embrionária específica	18	Estágio

⁽¹⁾ Aquaterrário. ⁽²⁾ Criação à campo. ⁽³⁾ Comprimento x largura.

Fonte: Costa et al. (2017) e Braga et al. (2020).

pedilúvios, produtos de desinfecção, monitoramento de ectoparasitas e endoparasitas (exames periódicos visuais e de fezes), desinfecção do ambiente, sendo importantíssimo para isso o fornecimento de água para o sistema. Se determinado pelo responsável técnico, pode ser implantado um calendário sanitário para muçuãs criados em cativeiro. Os problemas relacionados a doenças, parasitas internos e externos, dentre outros, deve ser comunicado ao médico-veterinário responsável e ao responsável técnico do empreendimento, para viabilizar o atendimento.

Água

Deve ser da melhor qualidade possível, sendo ideal o uso de água tratada ou de poços artesianos ou semiartesianos. Deve-se prever a troca periódica da água dos lagos e valas, direcionando os efluentes para um sistema que pode ser a fertirrigação de uma horta, em que parte dos produtos vegetais pode retornar para o criatório, ou ser direcionada

para uma caixa de armazenamento ou tratamento. A água usada no aquaterrário amazônico deverá ser preferencialmente corrente e, caso seja reaproveitada, deve passar por um sistema de filtragem antes de retornar para o ambiente. Deve-se estar bem atento à falta de água em quaisquer dos recintos, pois, na falta de água, as formigas atacam o criadouro rapidamente.

Mão de obra envolvida

A mão de obra envolvida é importantíssima e deve-se realizar um cálculo de que um homem pode cuidar de um criatório de 500 animais sem quaisquer problemas.

Caracterização do produto e comercialização

Um sistema de criação controlado de muçuãs pode produzir os seguintes produtos: animais adultos para abate ou produção de carne; animais

adultos como animais de estimação, filhotes (após 45 dias) para criação como animais de estimação e cascos de todos os tamanhos, aproveitados de abates ou mortes, para serem usados em artesanato ou como recipientes para servir a iguaria.

Índices zootécnicos

Os principais são aqueles que especificam a performance do animais para a cadeia produtiva, descritos na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3. Índices zootécnicos do sistema de criação de muçuãs.

Discriminação	Unidade	Valor	
		Antes	Atual/preconizado
Densidade	animal por metro quadrado	Desconhecida	1/10
Natalidade (animais viáveis após 45 dias)	%	Desconhecida	80
Mortalidade		90	10
Até 1 ano	%	60	8
Até 2 anos Adultos		Desconhecida	2
Relação macho:fêmea	n:n	Desconhecida	1:25
Nº ovos/fêmea	n	Desconhecida	4:1
Taxa de eclosão	%	Desconhecida	90
Taxa de cria/1 ano	%	Desconhecida	90
Idade de abate ⁽¹⁾	anos	5 (?)	2,4–3,0
Peso de abate	g	350–450	600–800
Rendimento de carcaça	%	40	40

⁽¹⁾ Dependente de manejo.

Pesquisas desenvolvidas

As principais pesquisas desenvolvidas até o momento no NCA Muçuã foram:

- Sistema de criação e produção, tanto para a produção de carne, inclusive como produto gourmet explorado na alta culinária, quanto na criação pet, para ser criado como animal de estimação ou exposição, a exemplo dos peixes e outros quelônios, inclusive em outros países.
- Comportamento animal.
- Alimentação e nutrição.
- Biologia molecular e caracterização molecular.
- Saúde animal.

Parcerias com a comunidade técnico-científica e setor privado

O NCA Muçuã possui parcerias que desenvolvem pesquisas com a espécie devidamente cadastradas no Comitê Técnico Interno (CTI), conforme detalhado a seguir:

- Universidade Federal do Pará (UFPA): Aloísio Otávio da Silva, da Central de Biotecnologia de Reprodução. Animal (Cebran); Diva Anelie Guimarães, com o projeto Produção Sustentável de Muçuãs no Marajó-PA: estratégias e avanços na domesticação, concedido pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa do Pará (Fapespa).

- Universidade Federal Rural do Pará (Ufra): curso de pós-graduação com plano de trabalho Perfil da Expressão dos Genes FSHR, C-MOS, BMPR1B, BMP15, GDF9, SF-1 (NR5A1), DAX1 (NROB1) e FOXL2 na maturação sexual de fêmeas de *Kinosternon scorpioides*, executado por Palmira Gonçalves, Andréa Bezerra Castro, Ana Sílvia Sardinha e Ednaldo Silva.
- Salvaterra: Sindicato Rural de Salvaterra, Secretaria de Agricultura de Salvaterra; Delano Nazareno F. de Souza, do Hotel Ilha do Marajó; Fazenda São Vitor; Reginaldo Engelhard, da Fazenda Alegre/Renascerça; Comunidade Deus Ajude; Comunidade Salazar.
- Santa Bárbara: Comunidade Expedito Ribeiro – Sítio Berokan e Rita do Carmo.
- Cachoeira do Arari: Emília Carolina Ribeiro Lopes, da Comunidade Bacuri/Retiro Grande.
- *Condrogênese dos membros de Kinosternon scorpioides (Chelonia: Kinosternidae)* (Braga et al., 2021b).
- *Conservação de Muçuãs (Kinosternon scorpioides)* (Albuquerque et al., 2016).
- *Conservação de muçuãs (Kinosternon scorpioides) para o manejo sustentado na ilha de Marajó - Pará, Brasil* (Marques et al., 2005).
- *Desenvolvimento embriológico do casco de Kinosternon scorpioides (Chelonia: Kinosternidae)* (Braga et al., 2022).
- *Embryonic development of Kinosternon scorpioides (Testudines: Kinosternidae)* (Braga et al., 2021a).
- *Enterobacterial presence in cloacae of scorpions mud turtles (Kinosternon scorpioides) bred in captivity* (Almeida et al., 2015).
- *Enterobacterias cloacales en Kinosternon scorpioides criados en cautiverio* (Alves et al., 2023).
- *Evaluación de la extracción de cálcio de la cáscara de huevo y esqueletogénesis de Kinosternon scorpioides* (Leal et al., 2023).
- *Monitoreo de incubación y el desarrollo embrionario en Kinosternon scorpioides por observación mediante ovoscopia* (Braga et al., 2023b).
- *Monitoreo de la salud bajo la presencia de estresores: electrocardiograma en crías de Kinosternon scorpioides* (Braga et al., 2023a).
- *Muçuãs Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) avaliados em diferentes criações em cativeiro considerando duas épocas do ano* (Costa et al., 2013a).
- *Níveis de cálcio e fósforo na dieta de muçuã Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) na fase adulta em cativeiro* (Fernandes Neto et al., 2013b).
- *Níveis de cálcio e fósforo na dieta de muçuã Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) em diferentes fases de criação em cativeiro* (Fernandes Neto, 2013).
- *Níveis de cálcio na dieta de muçuã Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) na fase de crescimento em cativeiro* (Fernandes Neto, et al., 2013a).

Produção técnico-científica

- *Análise de primers para a caracterização genética do muçuã (Kinosternon scorpioides scorpioides)* (Costa et al., 2008).
- *Características do manejo reprodutivo de Muçuã (Kinosternon scorpioides) em conservação* (Marques et al., 2017b).
- *Características e índices produtivos de muçuãs (Kinosternon scorpioides) em cativeiro na ilha de Marajó, Amazônia, Brasil* (Costa, 2016).
- *Características produtivas de muçuãs (Kinosternon scorpioides) em conservação na ilha de Marajó, Brasil* (Marques et al., 2017a).
- *Caracterização genética do muçuã (Kinosternon scorpioides) por marcadores moleculares* (Costa et al., 2009).
- *Comportamento produtivo de Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) criados em cativeiro considerando duas épocas do ano.* (Costa et al., 2013b).
- *Comportamento produtivo de muçuãs (Kinosternon scorpioides spp. Linnaeus, 1766) na ilha de Marajó, estado do Pará* (Costa et al., 2015).

- *Níveis de cálcio na dieta de muçua Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) na fase de inicial criado em cativeiro* (Marques et al., 2013a).
- *Ocorrência de carrapatos do gênero Amblyomma em muçuas (Kinosternon scorpioides) na Ilha de Marajó - PA* (Marques et al., 2013b).
- *Ontogenia cranial de Kinosternon scorpioides (Chelonia: Kinosternidae)* (Aguiar et al., 2021).
- *Peso, medidas corporais e altura de muçuas (Kinosternon scorpioides) criados em cativeiro na Ilha de Marajó, Pará* (Marcondes et al., 2009).
- *Sexual dimorphism in the turtle Kinosternon scorpioides (Testudines: Kinosternidae) from Marajó Island, Brazilian Amazon* (Silva et al., 2021).
- *The trade of Kinosternon scorpioides on Marajó island, Brazilian Amazon: from hunting to consumption* (Cristo et al., 2017).

Considerações e perspectivas futuras

A implantação do NCA Muçua como estrutura de pesquisa e extensão dentro do Bagam, na Embrapa Amazônia Oriental, demonstra a consolidação dos trabalhos desenvolvidos na Unidade em relação aos recursos genéticos da espécie, a qual se deve manter como o farol para guiar os caminhos da conservação com os quelônios da Amazônia, que pouco têm sido estudados, apesar da importância que lhes é atribuída. A grande protagonista é a tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), mas há outros que fazem parte da cadeia alimentar humana, presentes nas comunidades tradicionais, indígenas, ribeirinhas, dentre outros, e, na grande maioria dos casos, já são estabelecidos como alimentos gourmet, como o tracajá (*Podocnemis unifilis*), o pitiú (*Podocnemis sextuberculata*) e o próprio muçua (*Kinosternon scorpioides*), o mais apreciado deles.

O NCA Muçua se estabelece como uma unidade de pesquisa que deve ser reconhecida pela nossa Empresa como um dos mais bem planejados ativos de pesquisa, desde o seu planejamento como sistema de produção para uso da carne comercialmente, como o direcionamento para o

sistema de criação para conservação como animal de estimação, com total sustentabilidade e seguindo o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea).

A consolidação de um sistema partindo do programa de conservação da Embrapa constitui uma grande inovação, visto ser um ativo ou produto bioeconômico e estar perfeitamente integrado ao agronegócio e à agricultura familiar, num perfeito arranjo bioeconômico agrofamiliar, permitindo que o desenvolvimento de sistemas alimentares no campo perpassem pelas cadeias produtivas, envolvendo as famílias e os grandes estabelecimento de alimentação gourmet, que normalmente só serviriam aos turistas mais exóticos.

O futuro deste trabalho dependerá em muito da comunidade científica e da sociedade, principalmente da organização e dedicação das comunidades tradicionais, destacando-se a comunidade quilombola Deus Ajude, que foi a primeira a manifestar interesse em manter um módulo de criação na sua sede, em Salvaterra, PA, sob o manejo das mulheres. Foram contactadas, também, Mangueiras e Santa Cruz do Arari, que devem comandar esse trabalho, no intuito da conservação dos recursos genéticos amazônicos, além de suprir parte da dieta animal proveniente da fauna silvestre.

O NCA Muçua representa o grande elo na engrenagem do sistema agrofamiliar, demonstrando o esforço da pesquisa em alinhar as ações de conservação dos recursos genéticos animais com todas as cadeias alimentares e, principalmente, integrada com o agronegócio, consolidando o trabalho da produção de alimentos, o cultivo dos campos e o entretenimento proporcionado pelo aquaterrário amazônico, como fonte de emprego e renda com lazer.

Referências

ACUÑA-MESÉN, R. A. Variación morfológica y características ecológicas del habitat de La tortuga candado *Kinosternon scorpioides* en Costa Rica (Chelonia, Kinosternidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 3, p. 537-547, 1994.

ACUÑA-MESÉN, R. A.; CASTAING, A.; FLORES, F. Aspectos ecológicos de la distribución de las tortugas terrestres y semiacuáticas en el Valle Central de Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 31, n. 2, p. 181-192, 1983.

- AGUIAR, A. C. S.; BRAGA, B. S. S.; SALLES, M.; FERREIRA, M. A. P.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. A.; OLIVEIRA-BAHIA, V. R. L. Ontogenia cranial de *Kinosternon scorpioides* (Chelonia: Kinosternidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MORFOLOGIA COMPARADA DE VERTEBRADOS, 1., 2021, Brasília, DF. **Anais eletrônicos**. Campinas: Galoá, 2021.
- ALBUQUERQUE, M. do S. M.; IANELLA, P.; MARQUES, J. R. F. Conservação de Muçuas (*Kinosternon scorpioides*). In: ALBUQUERQUE, M. do S. M.; IANELLA, P. (ed.). **Inventário de recursos genéticos animais da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. v. 1, p. 76-79.
- ALMEIDA, M. S.; SILVA, F. D. F.; ESPINHEIRO, R. F.; MAIA NETO, B.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARAES, D. A. A.; FERNANDES NETO, D. L.; DIAS, H. L. T. Enterobacterial presence in cloacae of scorpions mud turtles (*Kinosternon scorpioides*) bred in captivity. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 28., 2015, Florianópolis. **Resumos**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2015.
- ALVES, A. S.; CARDOSO, D.; BRAGA, B. S. S.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A.; DIAS, H. L. T. Enterobacterias cloacales em *Kinosternon scorpioides* criados em cativeiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE EN LA AMAZONÍA Y LATINOAMÉRICA, 15., 2023, Santa Marta. **Libro de Resúmenes**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 435.
- BARROS, R. M. S. **Citogenética de Chelonia da Amazônia**. 1973. 82 f. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BERRY, J. F.; IVERSON, J. B. *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus 1766) - Scorpion Mud Turtle. **Chelonian Research Monographs**, n. 5, p. 1-15, 2011.
- BERRY, J. F.; IVERSON, J. B. Reptilia: Testudines: Kinosternidae, *Kinosternon scorpioides*. **Catalogue of American Amphibian and Reptiles**, v. 725, p. 1-11, 2001.
- BRAGA, B. S. dos S.; FERNANDESNETO, D. L.; LEAL, R. P.; SILVA, S. R.; FERREIRA, M. A. P.; OLIVEIRA-BAHIA, V. R.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. de A. Embryonic development of *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae). **Zoomorphology**, v. 140, p. 279-290, 2021a.
- BRAGA, B. S. S.; FERNANDES NETO, D. L.; TEXEIRA, L. C.; COSTA, J. S.; FERREIRA, M. A. P.; OLIVEIRA-BAHIA, V. R. L.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. A. Condrogênese dos membros de *Kinosternon scorpioides* (Chelonia: Kinosternidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MORFOLOGIA COMPARADA DE VERTEBRADOS, 1., 2021, Brasília, DF. **Anais eletrônicos**. Campinas: Galoá, 2021b.
- BRAGA, B. S. S.; HAMOY, M. K.; BAHIA, V. R. L. O.; CARDOSO, D.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A.; HAMOY, M. Monitoreo de la salud bajo la presencia de estresores: electrocardiograma en crías de *Kinosternon scorpioides*. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE EN LA AMAZONÍA Y LATINOAMÉRICA, 15., 2023, Santa Marta. **Libro de Resúmenes**. [S.l.: s.n.], 2023a. p. 464.
- BRAGA, B. S. S.; LEAL, C. A.; BAHIA, V. R. L. O.; FERREIRA, M. A. P.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. Monitoreo de incubación y el desarrollo embrionario en *Kinosternon scorpioides* por observación mediante ovoscopia. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE EN LA AMAZONÍA Y LATINOAMÉRICA, 15., 2023, Santa Marta. **Libro de Resúmenes**. [S.l.: s.n.], 2023b. p. 427.
- BRAGA, B. S. S.; LEAL, C. A.; FERREIRA, M. A. P.; BAHIA, V. R. L. O.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. A. Desenvolvimento embriológico do casco de *Kinosternon scorpioides* (Chelonia: Kinosternidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2., 2022, Belém, PA. **Anais [...]**. Belém, PA: PPG-BIONORTE, 2022.
- BRAGA, B. S.; FERNANDES-NETO, D. L.; TEIXEIRA, L. C.; COSTA, J. S.; FERREIRA, M. A. P.; OLIVEIRABAHIA, V. R.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. Skeletal development of *Kinosternon scorpioides* limbs (Chelonia: Kinosternidae). **The Anatomical Record**, v. 304, n. 6, p. 1280-1293, 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 489, de 26 de outubro de 2018. Define as categorias de atividades ou empreendimentos e estabelece critérios gerais para a autorização de uso e manejo, em cativeiro, da fauna silvestre e da fauna exótica. **Diário Oficial da União**, 29 out. 2018. Seção 1, p. 69.
- CARVALHO, R. C.; SOUSA, A. L.; SILVA, A. L. A.; PEREIRA, J. G.; SANTOS, D. M. S.; PEREIRA, P. D. J.; ANCELES, F. K. L. Anatomia da traqueia e pulmão do muçua (*Kinosternon scorpioides*). **Brazilian Journal Morphological Science**, v. 17, n. 1, p. 165-166, 2000.
- CASTRO, A. B. **Biologia reprodutiva e crescimento do muçua *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1776) em cativeiro**. 2006a. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- CASTRO, A. B. Dimorfismo sexual em muçua (*Kinosternon scorpioides*). In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE NA AMAZÔNIA E AMÉRICA LATINA, 7., 2006, Ilhéus. **Anais [...]**. Ilhéus: Uesc, 2006b.
- CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. **Tortoises and turtles checklist**. Lima: Nomenclature Committee, 2006.

- COSTA, J. da S. **Características e índices produtivos de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) em cativeiro na ilha de Marajó, Amazônia, Brasil**. 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- COSTA, H. C.; MOLINA, F. B.; SÃO-PEDRO, V. A.; FEIO, R. N. Reptilia, Testudines, Kinosternidae, *Kinosternon scorpioides scorpioides* (Linnaeus, 1766). **Distribution extension Journal**: Check List Year: 2010, v. 6, n. 2, p. 314-315, 2010.
- COSTA, J. da S.; FIGUEIRO, M. R.; MARQUES, L. C.; SALES, R. L.; SCHIERHOLT, A. S.; MARQUES, J. R. F. Comportamento produtivo de muçuãs (*Kinosternon scorpioides* spp. Linnaeus, 1766) na ilha de Marajó, estado do Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 11, n. 21, jul./dez. 2015.
- COSTA, J. da S.; MARQUES, L. C.; FERNANDES NETO, D. L.; MARQUES, J. R. F.; FIGUEIRO, M. R.; LEAL, B. L. C.; SOUZA, A. T. O. de; BARBOSA, A. J. B.; MODESTO, A. da C. Muçuãs *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) avaliados em diferentes criações em cativeiro considerando duas épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [Resumos]. [Belém, PA: s.n.], 2013a.
- COSTA, J. da S.; MARQUES, L. C.; FERNANDES NETO, D. L.; MARQUES, J. R. F.; FIGUEIRO, M. R.; LEAL, B. L. C.; SOUZA, A. T. O. de; BARBOSA, A. J. B.; MODESTO, A. da C. Comportamento produtivo de *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) criados em cativeiro considerando duas épocas do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [Resumos]. [Belém, PA: s.n.], 2013b.
- COSTA, J. S.; MATOS, A. S.; MARQUES, L. C.; SILVA, C. S.; FIGUEIRÓ, M. R.; SALES, R. L.; SILVA FILHO, E. da; GUIMARÃES, D. A. A.; MARQUES, J. R. F. Características produtivas de *Kinosternon scorpioides* nas fases de acasalamento, postura e eclosão, criados em cativeiro na Amazônia. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 387-394, 2017.
- COSTA, M. R.; MARQUES, J. R. F.; SILVA, C. S. Análise de primers para a caracterização genética do muçuã (*Kinosternon scorpioides scorpioides*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 477.
- COSTA, M. R.; MARQUES, J. R. F.; SILVA, C. S.; SILVA, F. K. S. da; EGITO, A. A. do; ALBUQUERQUE, M. do S. M. Caracterização genética do muçuã (*Kinosternon scorpioides*) por marcadores moleculares. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 7., 2009, Pucón. **Proceeding [...]**. Pucón: Inia, 2009. p. 169-170. VII SIRGEALC.
- CRISTO, S. S.; BAIA JUNIOR, P. C.; SILVA, J. S.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARAES, D. A. A. The trade of *Kinosternon scorpioides* on Marajó island, Brazilian Amazon: from hunting to consumption. **Herpetological Journal**, v. 27, n. 4, p. 361-367, 2017.
- DELDUQUE, M. Ficha do bicho. **Globo Rural**, n. 176, p. 83-84, 2000.
- EMBRAPA. Manual de normas da Embrapa: Organização e funcionamento do Sistema de Curadorias de Germoplasma. **Boletim de Comunicações Administrativas**, v. 49, n. 5, p. 1-19, 2023.
- FERNANDES NETO, D. L. **Níveis de cálcio e fósforo na dieta de muçuã *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) em diferentes fases de criação em cativeiro**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- FERNANDES NETO, D. L.; MARQUES, L. C.; COSTA, J. da S.; FIGUEIRO, M. R.; PAIVA, K. de S.; LEAL, B. L. C.; BARBOSA, A. J. B.; MARTINS JUNIOR, H.; TIMPANI, V. D.; MARQUES, J. R. F. Níveis de cálcio na dieta de muçuã *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) na fase de crescimento em cativeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [Resumos]. [Belém, PA: s.n.], 2013a.
- FERNANDES NETO, D. L.; MARQUES, L. C.; COSTA, J. da S.; FIGUEIRO, M. R.; PAIVA, K. de S.; SOUZA, A. T. O. de; MODESTO, A. da C.; MARTINS JUNIOR, H.; TIMPANI, V. D.; MARQUES, J. R. F. Níveis de cálcio e fósforo na dieta de muçuã *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) na fase adulta em cativeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [Resumos]. [Belém, PA: s.n.], 2013b.
- FERREIRA, P. F. G.; SILVA FILHO, E. da; MARQUES, L. C.; LEAL, R. P.; MARQUES, J. R. F. Scorpion mud turtle breeding in the Amazon: zootechnical and environmental activity for the species conservation. **Herpetological Journal**, v. 34, n. 4, p. 256-265, 2024.
- IBAMA. **Projeto quelônios da Amazônia**: 10 anos. Brasília, DF, 1989. 119 p.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estadode-conservacao/7407-repteis-kinosternon-scorpioidesmucua>. Acesso em: 30 jul. 2017.
- IVERSON, J. B. **A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world**. Indiana: Privately, 1992. 363 p.

- LEAL, C. A.; BRAGA, B. S. S.; FERREIRA, A. C. S.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. Evaluación de la extracción de cálcio de la cáscara de huevo y esqueletogénesis de *Kinosternon scorpioides*. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE EN LA AMAZONÍA Y LATINOAMÉRICA, 15., 2023, Santa Marta. **Libro de Resúmenes**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 383.
- MACHADO JÚNIOR, A. A. N.; SOUSA, A. L.; SANTOS, F. C. F.; PEREIRA, J. G. Morfologia dos órgãos genitais femininos do muçuã (*Kinosternon scorpioides*). **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 25-29, 2006.
- MARCONDES, C. R.; MARQUES, J. R. F.; BARROS, A. A. B.; MARQUES, L. C.; RODRIGUES, A. E.; CAMARGO JUNIOR, R. N. Peso, medidas corporais e altura de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) criados em cativeiro na Ilha de Marajó, Pará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Inovação científica e tecnológica em zootecnia: anais de resumos**. Maringá: SBZ: UEM, 2009.
- MARQUES, J. R. F.; COSTA, J. S.; FIGUEIRO, M. R. Criador conservacionista: inserção da sociedade na conservação dos recursos genéticos animais da Embrapa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais** [...]. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.
- MARQUES, J. R. F.; COSTA, M. R.; CAMARGO JÚNIOR, R. N. C.; ALBUQUERQUE, M. do S. M.; MARQUES, L. C.; AGUIAR, J. F. Conservação e melhoramento dos recursos genéticos animais da Amazônia Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 18.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 10., 2008, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: UFPB: ABZ, 2008. ZOOTEC.
- MARQUES, J. R. F.; COSTA, M. R.; MARTINEZ, A. M.; BERMEJO, J. V. D.; TEIXEIRA, R. N. G.; RODRIGUES, A. E. Conservação de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) para o manejo sustentado na ilha de Marajó - Pará, Brasil. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO SOBRE LA CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS ZOOGENÉTICOS, 6., 2005, San Cristóbal de las Casas. **Anais** [...]. San Cristóbal de las Casas: CYTED: U.A. CHIAPAS, 2005.
- MARQUES, J. R. F.; SALES, R. L.; DIAS, J. C.; SILVA, C. A.; LEAL, R. P.; TEIXEIRA, L. C.; MARQUES, L. C.; MIRANDA, B. R. M.; SILVA, C. S.; COSTA, J. S. Características produtivas de muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) em conservação na ilha de Marajó, Brasil. In: SIMPOSIO IBEROAMERICANO SOBRE LA CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL RECURSO ZOOGENETICO, 18., 2017, Chiquimula. [**Anales**]. [S.l.: s.n.], 2017a.
- MARQUES, J. R. F.; SALES, R. L.; DIAS, J. C.; SILVA, C. A.; LEAL, R. P.; TEIXEIRA, L. C.; MARQUES, L. C.; MIRANDA, B. R. M.; SILVA, C. S.; COSTA, J. S. Características do manejo reprodutivo de Muçuã (*Kinosternon scorpioides*) em conservação. In: SIMPOSIO IBEROAMERICANO SOBRE LA CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL RECURSO ZOOGENETICO, 18., 2017, Chiquimula. [**Anales**]. [S.l.: s.n.], 2017b.
- MARQUES, L. C.; FERNANDES NETO, D. L.; COSTA, J. da S.; FIGUEIRO, M. R.; PAIVA, K. de S.; SOUZA, A. T. O. de; MODESTO, A. da C.; MARTINS JUNIOR, H.; TIMPANI, V. D.; MARQUES, J. R. F. Níveis de cálcio na dieta de muçuã *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1766) na fase de inicial criado em cativeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [**Resumos**]. [Belém, PA: s.n.], 2013a.
- MARQUES, L. C.; FIGUEIRO, M. R.; FERNANDES NETO, D. L.; COSTA, J. da S.; LEAL, R. P.; LABRUNA, M. B.; MARQUES, J. R. F. Ocorrência de carrapatos do gênero *Amblyomma* em muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) na Ilha de Marajó - PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. [**Resumos**]. [Belém, PA: s.n.], 2013b.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 117, de 25 de novembro de 2014. **Diário Oficial do Estado do Pará**, nº 32.783, 5 dez. 2014.
- RHODIN, A. G. H.; PARHAM, J. F.; VAN DIJK, P. P.; IVERSON, J. B. Turtles of the world: Annotated Checklist of Taxonomy and Synonymy. Update, with conservation status summary. **Chelonian Research Monographs**, n. 5, p. 39-84, 2009. s.n.], 2013.
- SILVA, A. S. L. **Aspectos reprodutivos do muçuã (*Kinosternon scorpioides*) em cativeiro**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- SILVA, J. S.; BRAGA, B. S.; COSTA, J. S.; BRASIL, L. S.; BAHIA, V. R. L. O.; LEAL, R. P.; MARQUES, J. R. F.; GUIMARÃES, D. A. A. Sexual dimorphism in the turtle *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae) from Marajó Island, Brazilian Amazon. **Revista de Biologia Tropical**, v. 69, n. 2, p. 601-614, 2021.

Apêndice A – Cronograma anual

Tabela A1. Cronograma anual de atividades de rotina do NCA Muçua.

Atividade	Ano: 2024				Observação
	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre	
Tropa					
Pesagens, medidas e revisão	–	x	–	x	Preferencialmente no início (dezembro) e final do período chuvoso (junho)
Saúde – Vistoria	x	x	x	x	
Pesquisas, parcerias	x	x	x	x	Demanda
Área de manejo					
Qualidade da água	x	x	x	x	Diariamente
Instalações					
Vistoria, revisão, vazamento	x	x	x	x	Rotina/diariamente
Manutenção, areia, reforma	x	x	x	x	Ocorrência
Documentação					
Base de dados	x	x	x	x	Rotina
Informações adicionais	x	x	x	x	Rotina

Traço (–): informação não aplicável.

