

# Termogramas em recintos com peixes-boi-da-amazônia em fase de reabilitação no oeste do Pará, Amazônia, Brasil

*Thermographic imaging of rehabilitation pools used for Amazonian manatees in western Pará, Amazon, Brazil*

Larissa da Silva Tavares <sup>1\*</sup>

Lucieta Guerreiro Martorano <sup>2</sup>

José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes <sup>3</sup>

Jairo Moura de Oliveira <sup>4</sup>

Angélica Lúcia Figueiredo Rodrigues <sup>5</sup>

Ana Sílvia Sardinha Ribeiro <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, PA, Brasil

<sup>2</sup> Embrapa Amazônia Oriental/NAPT-MA, Santarém, PA, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil

<sup>4</sup> Universidade da Amazônia (UNAMA), Santarém, PA, Brasil

<sup>5</sup> Secretaria de Educação do Estado do Pará, Belém, PA, Brasil

\* **Correspondência:** larissatavares.st97@gmail.com

**Submetido:** 14 abr 2021 | **Aprovado:** 26 jan 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/acad.2022.20001>

Rev. Acad. Ciênc. Anim. 2022;20:e20001

## Resumo

A temperatura da água é um fator determinante durante a alocação dos animais em cativeiro, sendo apontada como temperatura ideal quando os valores estão entre 27 e 30 °C. Objetivou-se neste trabalho diagnosticar e comparar condições de padrões termográficos em recintos com filhotes de peixes-boi-da-amazônia (*Trichechus inunguis*) sob diferentes condições de sombreamento para subsidiar possíveis estratégias de manejo desses animais em períodos de reabilitação.

O estudo foi desenvolvido na unidade zoológica da Universidade da Amazônia (ZOOUNAMA), em Santarém, oeste do Pará, durante o período de monitoramento. Para subsidiar as avaliações comportamentais dos animais foram realizados diagnósticos com termografia no infravermelho próximo visando identificar padrões térmicos em dois recintos, um à plena exposição solar (A) e outro contendo mais sombra (B), obtendo-se imagens nos horários de maior incidência dos raios solares na camada hídrica mais superficial e nas bordaduras. Estavam sendo reabilitados dois animais na piscina A e três na piscina B. Verificou-se diferença significativa na temperatura correspondente à parede da piscina A em comparação à piscina B, indicando efeitos da incidência direta dos raios solares, com valores de 41,3 e 35,3 °C, respectivamente. As temperaturas nas bordas da piscina A apresentaram valores médios superiores às respostas térmicas na borda da piscina B. A termografia no infravermelho próximo é uma ferramenta de fácil utilização para diagnosticar os possíveis efeitos da temperatura no comportamento dos animais em reabilitação no estado do Pará.

**Palavras-chave:** Mamíferos de água doce. Reabilitação. Temperatura em alvos. Termografia infravermelho.

## Abstract

Water temperature is a determining factor for the welfare of captive animals, and the ideal range is between 27 and 30 °C. The objective of this study was to diagnose the thermal conditions in Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*) holding pools to aid in the management of these animals during their rehabilitation. This study was conducted at the zoo of the University of the Amazon (ZOOUNAMA) during the monitoring period, in Santarém, western Pará. Near infrared thermography was used to complement the evaluation of the animal's behavior with the goal of identifying thermal patterns in two pools, one completely exposed to the sun (A) and the other with more shade (B), especially during the period of the day when there was greater incidence of solar irradiation on the water surface and around the pool edges. Pool A was being used to rehabilitate two animals, and pool B to rehabilitate three. There was a significant difference in temperature of the wall of pool A compared to that of pool B, indicating direct effects of incidence of solar irradiation, with values of 41.3° C and 35.3 °C, respectively. The temperatures along the edges of pool A had average values that were above those along the edges of pool B. Near infrared thermography is a tool that is easy to use to diagnose the possible effects of temperature on the behavior of animals being rehabilitated in the state of Pará.

**Keywords:** Freshwater mammals. Rehabilitation. Target temperatures. Infrared thermography.

## Introdução

Das quatro espécies de sirênios existentes no mundo, o peixe-boi-da-amazônia (*Trichechus inunguis*) é o único exclusivamente de água doce, sendo endêmico da região amazônica e pertencente ao grupo de mamíferos aquáticos (Rocha-Campos et al., 2011). É o menor dos peixes-boi, sendo predominantemente fluvial (Amaral et al., 2010). Atinge no máximo três metros de comprimento e pode pesar até 450 kg (Luna et al., 2011).

O *T. inunguis* está classificado como vulnerável de acordo com a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (Marmontel et al., 2016). Essa classificação ocorre historicamente em

decorrência da caça, principalmente para uso de produtos como banha, carne e couro (Marmontel et al., 2016; Crema et al., 2020). Apesar de estar protegido por leis ambientais (Brasil, 1967, 1998), ainda existe preocupação quanto à conservação da espécie nos rios da bacia hidrográfica amazônica. Situações como a captura acidental da mãe em redes de arrasto, presença de currais de pesca, colisão com embarcações e caça ilegal são alguns dos fatores que levam ao encalhe de peixes-boi em áreas restritivas à sobrevivência desses animais (Luna et al., 2011; Utreras et al., 2011; Hoffmann et al., 2021).

Ao serem encontrados ainda em vida, os filhotes de peixes-boi que estão encalhados tornam-se dependentes de resgate e necessitam passar por um período de estabilização e de aclimação ao cativeiro, buscando o manejo adequado com uso de sucedâneo enriquecido com leite com baixo teor de lactose, óleo de canola e suplemento vitamínico, para serem reintroduzidos futuramente à natureza (Ortega-Argueta e Castelblanco-Martínez, 2020).

Os recintos que recebem os animais são tanques/piscinas acondicionados em áreas abertas, que permitem simular condições ambientais propícias ao processo de crescimento e desenvolvimento. Todavia, mesmo com os maiores cuidados, os espaços normalmente são limitados, tornando-os muitas vezes suscetíveis a variações térmico-hídricas. Recintos sem sombreamento, naturais ou artificiais, possuem alta incidência de radiação solar, principalmente em horários de incidência direta do sol na água da piscina. Tais fatores podem afetar o comportamento dos animais, ocasionando casos de estresse devido ao aumento da temperatura da água.

No Brasil são adotados diferentes tipos de cativeiros utilizados na reabilitação de peixes-boi, como as piscinas de fibra e tanques de concreto revestidos por fibra ou pintura epóxi (Meirelles e Carvalho, 2016), com diferentes dimensões conforme o tamanho e número de animais por recinto. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (Brasil, 2002) especifica as dimensões e os tipos de recintos conforme as espécies de mamíferos aquáticos no país. Para o *T. inunguis*, os recintos para reabilitação devem ter distância horizontal mínima de 8 m e profundidade mínima de 2 m. Já os recintos de manutenção permanente devem possuir distância horizontal mínima de 14 m e profundidade mínima de 3 m. Além disso, de acordo com a biologia da

espécie, recomenda-se que a temperatura da água se mantenha entre 10 e 28 °C, evitando-se, assim, mudanças rápidas na temperatura da água.

Os peixes-boi são animais homeotérmicos e, portanto, entram em estresse térmico quando vivenciam condições extremas de temperatura; ou seja, em caso de temperaturas abaixo das condições naturais, agitam-se para aumentar a produção de calor e podem vir a sofrer com a síndrome do estresse por frio (*cold stress syndrome*) (Gallivan et al., 1983; Haase et al., 2020).

Tratando-se de elevações térmicas, Gallivan et al. (1983) observaram um aumento na taxa metabólica de peixes-boi-da-amazônia quando a temperatura da água variou entre 33 e 34 °C, mas as diferenças não foram significativas em comparação aos valores das taxas metabólicas sob condições térmicas em habitat natural. Possivelmente, essa pesquisa poderia apresentar dados diferenciados caso os sensores de monitoramento térmico apresentassem sensibilidade e capacidade de diagnosticar variações em curtos intervalos de tempo. A semelhança das análises usando a termografia no infravermelho próximo, que identificou diferenças na atividade metabólica em frangos alimentados com dietas com diferentes níveis energéticos em baixas temperaturas ambientais (Ferreira et al., 2011), evidencia a importância dos termogramas em investigações científicas.

Objetivou-se nesta pesquisa diagnosticar padrões termográficos em recintos com filhotes de peixes-boi-da-amazônia sob diferentes condições de sombreamento para subsidiar possíveis estratégias de manejo desses animais em períodos de reabilitação em unidade zoológica no oeste do Pará.

## Material e métodos

### Local de estudo e espécies

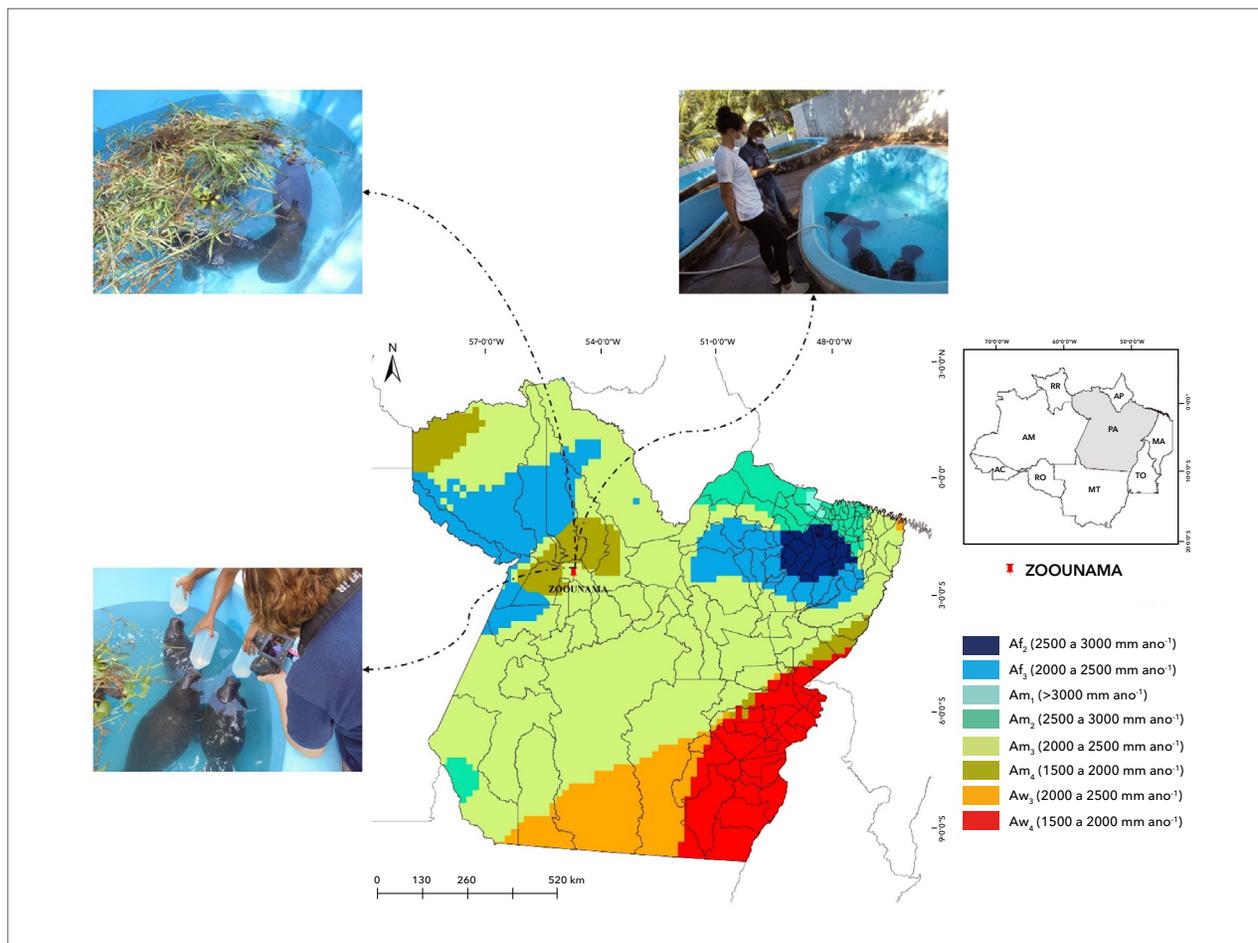
As avaliações do comportamento de peixes-boi-da-amazônia sob condições de tratamento para reabilitação foram realizadas na unidade do Jardim Zoológico da Universidade da Amazônia (ZOOUNAMA), em Santarém, no estado do Pará (02° 26' 35" S e 54° 42' 30" W), conforme identificado na Figura 1, com ilustrações de imagens fotográficas no comprimento de onda do visível, representando a

realização do diagnóstico termográfico a campo. Vale salientar que no local de reabilitação dos animais predomina a tipologia climática Am<sub>3</sub> (Martorano et al., 2017), evidenciando que no mês de outubro, o menos chuvoso, os valores são inferiores a 60 mm e os totais pluviais anuais variam entre 2.000 e 2.500 mm (Martorano et al., 1993). Destaca-se que ao longo do ano a temperatura do ar média de Santarém varia entre 26,5 e 27,8 °C, sendo que no mês de fevereiro ocorrem as menores temperaturas médias e no mês de outubro as mais elevadas. De janeiro a julho as condições térmicas oscilam entre 26,5 e 27 °C e entre agosto e dezembro é o período mais quente, inclusive com índice de desconforto térmico (Mandú et al., 2020).

Os procedimentos experimentais passaram por aprovação em Comitê de Ética Animal, conforme protocolos 026/2018 (CEUA) e 23084.015852/2018-51 (UFRA). Destaca-se que o ZOOUNAMA está devidamente desenvolvendo suas atividades a partir da Licença de Operação - CETAS - LO nº 12439/2020 - 2110-1 Centro de Triagem e Reintrodução de Animais.

Os recintos de reabilitação foram denominados piscina A, com dois animais, e piscina B, com três animais. As piscinas são de fibra e possuem dimensões de 1,20 m de profundidade, com capacidade de armazenar aproximadamente 8.000 litros de água. As piscinas são instaladas em área aberta com incidência direta de raios solares; todavia, a piscina B possui condições de sombreamento em grande parte dos horários de maior incidência da radiação solar diurna, exatamente pela existência de uma árvore cuja copa proporciona sombra natural.

Destaca-se que os animais analisados neste trabalho são indivíduos jovens com idades entre 1 e 4 anos, oriundos de encalhes em regiões diversas. Por estarem em fase de lactação, adotou-se como dieta um sucedâneo elaborado com leite integral e/ou leite zero lactose, óleo de canola, água morna e um suplemento vitamínico mineral aminoácido comercial. Além do sucedâneo, também são ofertadas diariamente plantas aquáticas (*Echinochloa polystachya* e *Eichhornia crassipes*) como complemento da dieta desses animais. Em dias alternados são realizadas trocas da água das piscinas e, sempre que necessário, os veterinários administram protocolos voltados à manutenção da saúde dos animais.



**Figura 1** - Mapa de localização da área experimental com peixes-boi-da-amazônia e tipologia climática de Köppen, adaptada por Martorano et al. (1993) no estado do Pará.

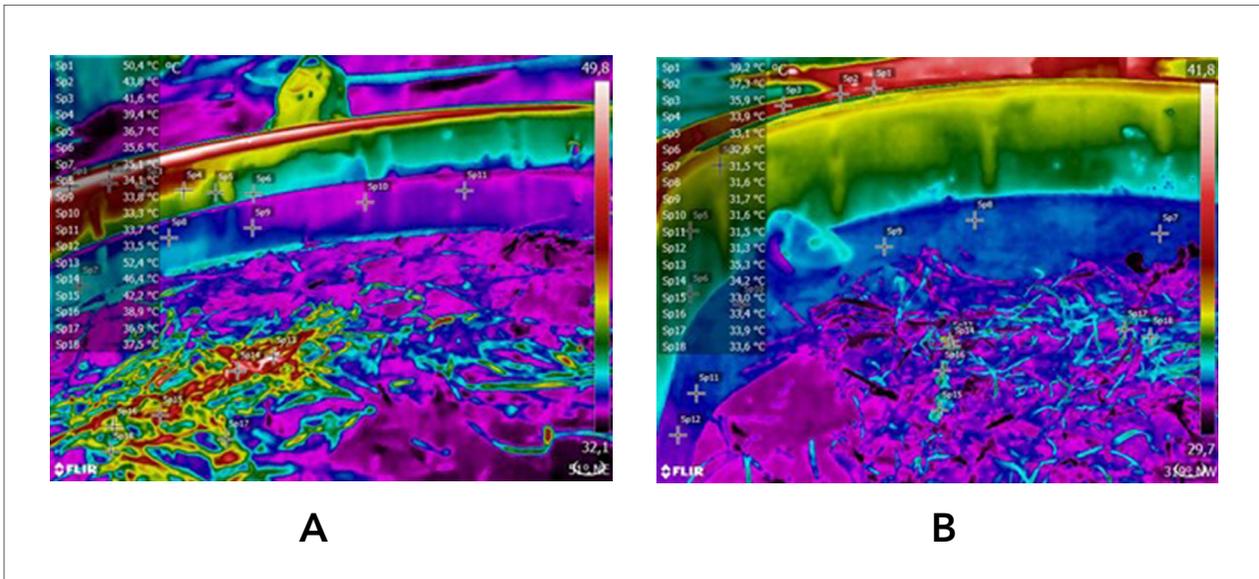
### Diagnóstico termográfico

Para identificar possíveis efeitos ambientais no comportamento dos animais, durante o período de reabilitação no ZOOUNAMA foram realizados diagnósticos termográficos. Essa atividade foi realizada em parceria com a EMBRAPA Amazônia Oriental-NAPT-MA. Para tal, utilizou-se uma câmera termográfica no infravermelho próximo, ou seja, na faixa do comprimento de onda entre 0.75 - 3  $\mu\text{m}$ , modelo 650sc (FLIR®), de alta precisão, com escala térmica definida entre -40 e 150 °C e sensibilidade termal de 50 mK (< 0.05 °C em uma temperatura ambiente de 30 °C).

Os termogramas foram obtidos em 12 de dezembro de 2020, no horário de maior incidência solar direta nas piscinas dos animais (entre as 12h e as 13h), totalizando 20 imagens divididas entre os dois

recintos. As imagens foram feitas em pontos distintos dos recintos para melhor observação dos locais com maior incidência solar e tratadas utilizando-se o programa Flir Tools, 6.4v (FLIR Systems, Inc., Wilsonville, OR, USA). Após a definição da melhor paleta de cores, escolheu-se a *Rainbow HC* para a seleção dos alvos de cada termograma, sendo apresentadas apenas suas imagens tratadas para exemplificar os padrões termográficos (Figura 2).

Seis alvos foram separados para a coleta de amostras contendo os valores das temperaturas em três pontos dos recintos (parede da piscina, água da piscina e vegetação aquática presente), totalizando dezoito alvos analisados. Os valores de temperatura foram analisados extraindo-se valores médios, máximos e mínimos.



**Figura 2** - Imagem térmica dos recintos com peixes-boi-da-amazônia, denominados “piscina A” e “piscina B” e expostos a diferentes ambientes, realizada com uma câmera termográfica no infravermelho próximo (FLIR®) entre as 12h e as 13h.

### Análise estatística

Os valores de temperatura foram organizados em planilha eletrônica no programa Microsoft Excel® 2010, para posterior análise estatística, aplicando-se o teste t de Student bicaudal com valor de significância  $\alpha = 0,05$ , visando avaliar a hipótese alternativa de que existem médias diferentes nos alvos analisados. As análises estatísticas foram consideradas significantes quando  $p \leq 0,05$ , e não significantes para o valor de  $p > 0,05$ .

### Resultados e discussão

Observou-se diferença significativa ao comparar as condições térmicas na piscina A, a pleno sol, com as condições na piscina B, que apresentava sombreamento pelo componente arbóreo no entorno, que promove sombra natural ao local em que está instalada. A piscina A apresentou maior acúmulo de calor em suas estruturas (Tabela 1 e Figura 3), sendo que o valor médio na parede, ou seja, na borda superior da piscina, foi de 41,3 °C (erro padrão = 2,22 °C; GL = 10;  $t = 2,4$ ;  $p < 0,04$ ), enquanto na piscina B foi de 35,3 °C (erro padrão = 1,07 °C; GL = 10;  $t = 2,4$ ;  $p < 0,04$ ).

**Tabela 1** - Resposta térmica das estruturas de dois recintos com peixes-boi-da-amazônia instalados em diferentes condições de ambiente

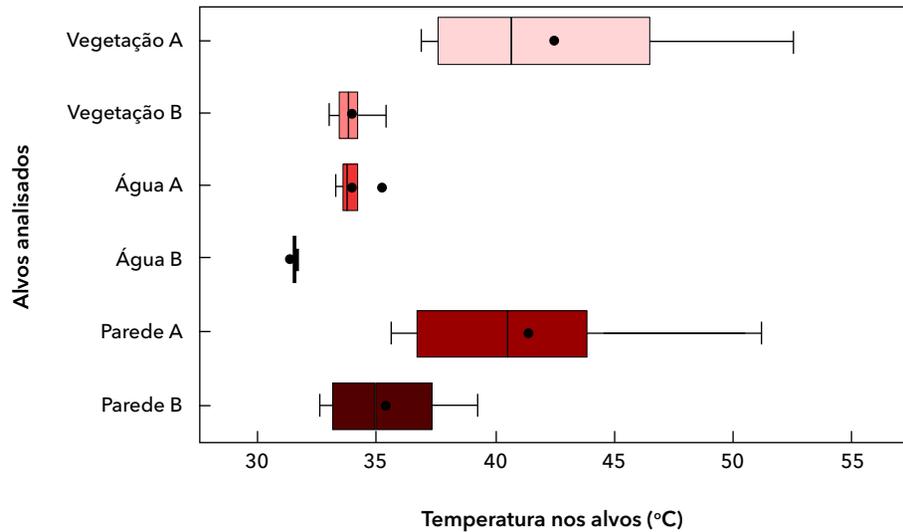
Recintos	Temperatura nos alvos (°C)		
	Parede	Água	Resíduos vegetais
Piscina A	41,3 <sup>a</sup>	33,9 <sup>a</sup>	42,4 <sup>a</sup>
Piscina B	35,3 <sup>b</sup>	31,5 <sup>a</sup>	33,9 <sup>b</sup>
p-value	0,037*	0,62 <sup>NS</sup>	0,01**

Nota: <sup>a</sup>Valores médios das estruturas das piscinas A e B. \*Significante efeito ( $p \leq 0,04$ ). \*\*Significante efeito ( $p \leq 0,01$ ).

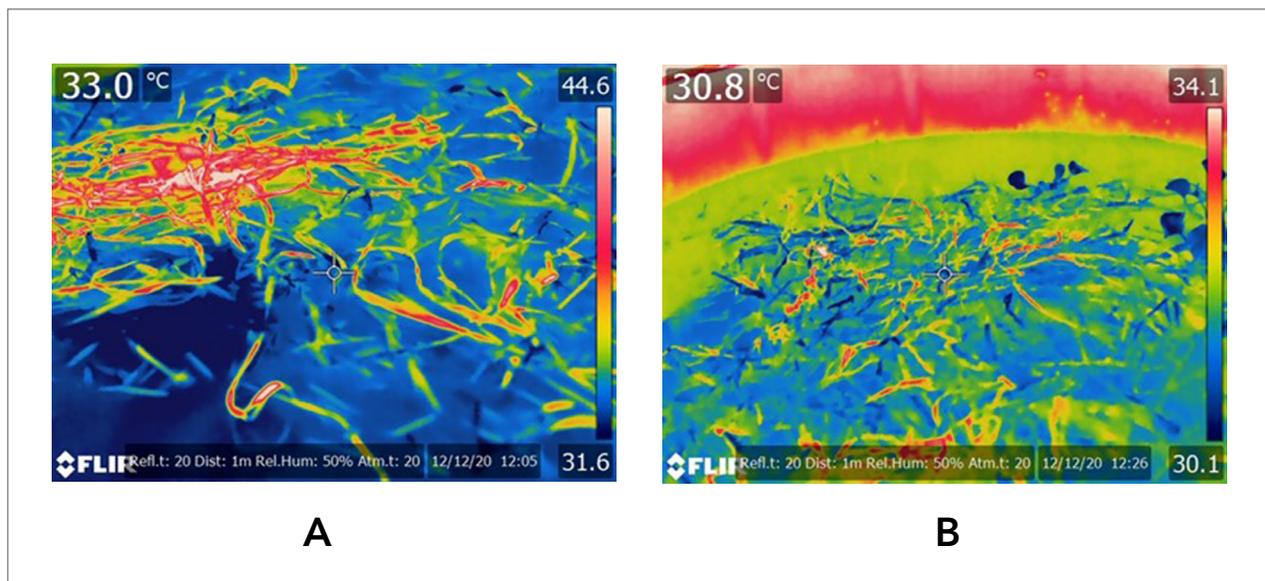
Em relação à resposta térmica na água das duas piscinas, observou-se que a piscina A apresentou temperatura de 33,9 °C (erro padrão = 0,27 °C; GL = 10;  $t = 8,6$ ;  $p < 0,01$ ) e a piscina B de 31,5 °C (erro padrão = 0,06 °C; GL = 10;  $t = 8,6$ ;  $p < 0,01$ ). Ao analisar os valores térmicos nos resíduos vegetais, verificou-se que as temperaturas estavam elevadas na piscina A (média = 42,4 °C; erro padrão = 2,47 °C; GL = 10;  $t = 3,4$ ;  $p < 0,01$ ), diferenciando-se da temperatura média nos resíduos vegetais na piscina B (média = 33,9 °C; erro padrão = 0,33 °C; GL = 10;  $t = 3,4$ ;  $p < 0,01$ ), o que explica-se pelo efeito da incidência direta dos raios solares na piscina A.

Todas as estruturas da piscina A apresentaram temperaturas mais elevadas em relação à piscina B ( $p < 0,05$ ), devido à maior exposição diária aos raios solares (Figura 3). A diferença de temperatura evidencia a importância da presença de vegetação como sombreamento em áreas de reabilitação

de peixes-boi. Tanto coberturas naturais, como a vegetação ofertada aos animais (Figura 4 A e B), quanto artificiais, utilizando telhados e telas tipo sombrite, como coberturas apropriadas para recintos de cativeiro, são estratégias que podem atenuar a incidência da radiação solar direta.



**Figura 3** - Variação térmica mostrando máximas, mínimas e medianas nos alvos analisados nas duas piscinas de reabilitação (A e B) no ZOOUNAMA em Santarém, oeste do Pará.



**Figura 4** - Piscinas A e B com resíduo de vegetação natural sob a superfície onde os termogramas no infravermelho próximo (FLIR®) apontam o efeito do sombreamento e da exposição à radiação solar entre as 12h e as 13h.

Gallivan et al. (1983), analisando condições associadas à regulação térmica em dois peixes-boi-da-amazônia, observaram que em um tanque externo a temperatura média dos animais era de 36 °C. Esses autores não observaram qualquer tipo de correlação entre as taxas de mudança na temperatura corporal e temperatura do tanque. Todavia, o relato foi em relação à queda na temperatura corporal, que ocorreu mais rapidamente quando foi reduzida a temperatura da água do tanque. Um dos animais apresentou aumento na atividade metabólica no momento em que o tanque estava com a menor temperatura da água entre 22 e 23,6 °C, evidenciando condições críticas quanto ao desconforto térmico dos animais. Não foram comparadas as elevações térmicas sob condição crítica na água, porém a taxa metabólica aumentou nos dois animais quando a temperatura da água variou entre 33 e 34 °C.

Conforme dados apresentados na literatura pesquisada, uma forma de avaliar o índice de conforto térmico é através da equação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposta por Buffington et al. (1983), sendo T o valor da temperatura de ar (°C) e UR a umidade do ar (%):  $ITU = 0,8 T + UR (T - 14,3)/100 + 46,3$ . Como a presente pesquisa foi realizada em dezembro, considerando-se as condições médias em Santarém (T = 27,7 °C; UR = 77%) neste mês, os valores de ITU médio eram de 78,8 °C. Contudo a temperatura do ar estava elevada no momento em que os termogramas foram obtidos (12h - 13h) e calcula-se, então, um ITU de mais ou menos 91,81 °C. Segundo a escala proposta por Rosenberg et al. (1983), ITU entre 75 e 78 deve servir de alerta aos criadores de animais; entre 79 e 83 significa desconforto com riscos de perdas no rebanho; e valor igual ou superior a 84 indica condição de emergência (providências urgentes devem ser tomadas, principalmente sob condição de confinamento). Não foram encontradas publicações sobre ITU em piscinas de criatório, porém pode-se assumir que os animais das piscinas A e B estavam em desconforto térmico.

Ressalta-se que essas observações evidenciam o potencial da termografia no infravermelho próximo ao apontar as condições térmicas nos dois recintos. Todavia recomendam-se estudos mais detalhados, considerando os períodos chuvoso e menos chuvoso na região, horário de maior estresse térmico e/ou condições de conforto térmico dos animais, entre

outros, para comprovar a existência ou não de estresse nos animais em situações de temperaturas elevadas da água de piscinas de reabilitação.

Deve considerar-se que esses animais, quando submetidos a períodos prolongados de exposição direta ao sol, podem sofrer com queimaduras na pele (Rosas, 1994). Além disso, em seu habitat natural, permanecem a maior parte do tempo em rios e lagos com áreas de vegetação abundante (Montgomery et al., 1981; Colares e Colares, 2002), o que indica sua sensibilidade ao sol e preferência por áreas cobertas, tanto para a alimentação quanto como forma de refúgio.

O peixe-boi-da-amazônia possui como principal meio de regulação da sua temperatura as mudanças em sua circulação periférica, porém possui uma aparente incapacidade de reduzir ainda mais a perda de calor periférica, consequência de habitar em um ambiente térmico estável (a temperatura média da foz do rio Amazonas e Baixo Amazonas é de 29 °C, apresentando pouca variação durante o ano). Quando os animais apresentam escore corporal baixo, sua habilidade de termorregulação fica mais prejudicada, o que deve ser um ponto a se observar principalmente em situações de transporte, já que apresentam pouca tolerância às oscilações de temperatura. Na água, a temperatura ideal do recinto é entre 27 e 30 °C, e fora da água os animais devem ser constantemente umedecidos para evitar dessecação e hipertermia (Gallivan et al., 1983; Lazzarini et al., 2014).

A baixa taxa metabólica, assim como os vários centímetros de gordura subcutânea e grandes reservas de gordura intra-abdominal, pode permitir que os peixes-boi sobrevivam durante as estações secas prolongadas da Amazônia, quando estão com disponibilidade reduzida de alimentos. Leva-se em consideração que também sejam mais resistentes a procedimentos de transporte e a doenças do que outras espécies de mamíferos aquáticos (Gallivan et al., 1983; Geraci e Lounsbury, 2005; Lazzarini et al., 2014), podendo, desta forma, ter certa resistência a situações de estresse. Isso, contudo, não descarta a importância de se promover o bem-estar dos animais em cativeiro, principalmente porque podem mascarar sinais clínicos e vir a óbito de forma súbita, assim como muitas espécies de animais silvestres (Meirelles e Carvalho, 2016).

## Conclusão

As duas piscinas apresentaram temperaturas elevadas tanto da água na superfície, quanto na parede e resíduos vegetais, evidenciando que mesmo os ambientes de reabilitação com estruturas de sombreamento devem possuir monitoramento para que a temperatura do recinto não aumente demasiadamente. Existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os recintos expostos a condições ambientais diferentes, podendo ser um fator determinante para evitar possíveis níveis de estresse causados aos animais em cativeiro, principalmente em locais com incidência direta de radiação solar na água.

A termografia no comprimento de onda eletromagnética no infravermelho próximo apresenta-se como tecnologia potencial de uso em estudos com animais em situações de cativeiro, pois informações quanto ao aumento térmico dos recintos podem subsidiar pesquisas acerca das melhores formas de aprimoramento estrutural do cativeiro, de forma que os animais não permaneçam em recintos com alta incidência de radiação solar.

## Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos ao ZOOUNAMA, extensivo a todo o corpo técnico (lanny Posiadlo e Esrom Paixão), bem como aos tratadores que direta e indiretamente colaboraram durante o período de observações a campo. Registra-se, também, a gratidão pelo apoio financeiro com bolsa de iniciação científica (PIBIC/UFRA) concedida à primeira autora.

## Referências

Amaral RS, Silva VMF, Rosas FCW. Body weight/length relationship and mass estimation using morphometric measurements in Amazonian manatees *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Mar Biodivers Rec.* 2010;3:E105.

Brasil. Instrução Normativa IBAMA N° 03 de 08 de Fevereiro de 2002. Dispõe sobre a manutenção em cativeiro das espécies de mamíferos aquáticos. Brasília: DOU; 13 fev 2002.

Brasil. Lei 5197 de 03 de Janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção a fauna e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União; 5 jan 1967.

Buffington DE, Collier RJ, Canton GH. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Trans ASAE.* 1983;26(6):1798-802

Brasil. Lei 9605 de 12 de Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União; 13 fev 1998.

Colares IG, Colares EP. Food plants eaten by Amazonian Manatees (*Trichechus inunguis*, Mammalia: Sirenia). *Braz Arch Biol Technol.* 2002;45(1):67-72.

Crema LC, Silva VMF, Piedade MTF. Riverine people's knowledge of the vulnerable Amazonian manatee *Trichechus inunguis* in contrasting protected areas. *Oryx.* 2020;54(4):529-38.

Ferreira VMOS, Francisco NS, Belloni M, Aguirre GMZ, Caldara FR, Nääs IA, et al. Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. *Braz J Poult Sci.* 2011;13(2):113-8.

Gallivan GJ, Best RC, Kanwisher JW. Temperature regulation in the Amazonian manatee *Trichechus inunguis*. *Physiol Zool.* 1983;56(2):255-62.

Geraci JR, Lounsbury VJ. Marine Mammals Ashore: A Field Guide for Strandings. 2 ed. Baltimore: National Aquarium in Baltimore; 2005. 371 p.

Haase CG, Fletcher Jr RJ, Slone DH, Reid JP, Butler SM. Traveling to thermal refuges during stressful temperatures leads to foraging constraints in a central-place forager. *J Mammal.* 2020;101(1):271-80.

Hoffmann CMM, Silva SR, Rodrigues ALF, Baia-Júnior PC, Le Pendu Y, Guimarães DAA. Conservation of Amazonian manatee (*Sirenia: Trichechidae*): the case of Extractive Reserve Verde para Sempre, Brazil. *Ethnobiol Conserv.* 2021;10(10):1-13.

Lazzarini SM, Vergara-Parente JE, Ribeiro DC. Sirenia (peixe-boi-da-amazônia e Peixe-boi-marinho). In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL, editores. *Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária.* 2 ed. São Paulo: Roca; 2014. p. 1044-84.

- Luna FO, Silva VMF, Andrade MCM, Marques CC, Normande IC, Veloso TMG, et al. Plano de ação nacional para a conservação dos Sirênios: peixe-boi-da-amazônia: *Trichechus inunguis* e peixe-boi marinho: *Trichechus manatus*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; 2011. 80 p.
- Mandú TB, Gomes ACS, Coutinho MDL. Caracterização do conforto térmico da cidade de Santarém - PA. Rev Geonorte. 2020;11(37):279-91.
- Marmontel M, Souza D, Kendall S. *Trichechus inunguis*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2016 [acesso 10 mar 2021]. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Martorano LG, Nechet D, Pereira LC. Tipologia climática do estado do Pará: adaptação do método de Köppen. Bol Geogr Teor. 1993;23(45-46):307-12.
- Martorano LG, Vitorino MI, Silva BPPC, Moraes JRSC, Lisboa LS, Sotta ED, et al. Climate conditions in the eastern amazon: Rainfall variability in Belém and indicative of soil water deficit. Afr J Agric Res. 2017;12(21):1801-10.
- Meirelles ACO, Carvalho VL. Peixe-boi-marinho: biologia e conservação no Brasil. São Paulo: Bambu Editora e Artes Gráficas; 2016. 176 p.
- Montgomery GG, Best RC, Yamakoshi M. A radio-tracking study of the Amazonian Manatee (*Trichechus inunguis*) (Mammalia: Sirenia). Biotropica. 1981;13(2):81-5.
- Ortega-Argueta A, Castelblanco-Martínez DN. Is captive breeding a priority for manatee conservation in Mexico? Oryx. 2020;54(1):110-7.
- Rocha-Campos CC, Moreno IB, Rocha JM, Palazzo-Júnior JT, Groch KR, Oliveira LR, et al. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos Aquáticos: grandes cetáceos e pinípedes. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; 2011. 156 p.
- Rosas FCW. Biology, conservation and status of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis*. Mamm Rev. 1994;24(2):49-59.
- Rosenberg NJ, Blad BL, Verma SB. Microclimate: The biological environment. 2 ed. Nova York: Wiley-Interscience Publication; 1983. 495 p.
- Utreras V, Denkinger J, Tirira D. Manatí amazónico (*Trichechus inunguis*). In: Tirira D, editor. Libro rojo de los mamíferos del Ecuador. 2 ed. Quito: Fundación Mamíferos y Conservación; 2011. p. 66-8.