

Por entre matas e sítios de mineração, pesquisadores desvendam

## A VIDA DO CÁGADO-DA-SERRA

Through jungles and mining sites, researchers unveil

## THE LIFE OF THE BRAZILIAN SNAKE-NECKED TURTLE

Por/By: Guilherme Profeta

Fotos/Photos: Fernando Rezende; Rodrigo Tinoco (Herpeto.org)

É uma manhã nublada de outubro no sudeste paulista. Na floresta, o silêncio é quebrado somente pelo avanço de uma equipe de pesquisadores da Universidade de Sorocaba (Uniso), e também de outras instituições, sob a liderança do professor doutor Thiago Simon Marques. O deslocamento é lento, já que o terreno é formado por desníveis úmidos e escorregadios, e acontece em duas frentes: parte do pessoal segue por uma trilha elevada encharcada de lama e serrapilheira, desviando-se de troncos tombados cobertos por musgo e samambaias, enquanto os demais caminham por dentro de um riacho raso correndo sobre o leito rubro. O dossel, que filtra a maior parte da luz solar direta, é sustentado por troncos finos e numerosos, tomados por cipós e bromélias.

A paisagem é bastante típica da Mata Atlântica — esse bioma que um dia já reinou soberano por todo o litoral do país e hoje sobrevive em fragmentos, especialmente no estado de São Paulo. O percurso pelo qual a equipe avança faz parte da chamada Trilha dos Fornos, batizada com esse nome por conta das ruínas de cinco antigos fornos de carvão, remanescentes da década de 1940; com cerca de 4 km de extensão, ela é uma das várias trilhas do Parque Estadual Carlos Botelho, fundado em 1982 e reconhecido como um dos principais refúgios da biodiversidade na porção sudeste do estado, a cerca de 100 km do campus da Uniso. O parque abriga, hoje, mais de 37 mil hectares de Mata Atlântica preservada, distribuídos entre os municípios de São Miguel Arcanjo, Capão Bonito e Sete Barras.

Essa não é a primeira vez que essa mesma equipe percorre a Trilha dos Fornos. Na verdade, alguns dos pesquisadores já haviam estado ali no dia anterior, espalhando ao longo do riacho 39 armadilhas recheadas com iscas de sardinha. Pela manhã, e ao longo de toda a tarde, a proposta dos pesquisadores é retornar a cada uma dessas armadilhas, de modo a verificar se elas tiveram sucesso em capturar, ao longo da noite, espécimes de cágados-da-serra, uma das espécies de quelônios que costumam habitar as regiões de Mata Atlântica, tanto em São Paulo quanto em outros estados brasileiros.

It is a cloudy October morning in southeastern São Paulo, one of the states within Brazil's federal system. In the jungle, the only thing to break the silence is a team of researchers from Uniso, as well as other institutions, led by Professor Thiago Simon Marques, PhD, as they make their way through the forest. Given the damp, slippery, and uneven terrain, their progress is slow and unfolds on two fronts: some follow a high-ground trail soaked with mud and leaf litter, dodging fallen trunks draped in moss and ferns, while the others walk along a shallow stream flowing over a reddish bed. The canopy, which filters most of the direct sunlight, is supported by numerous slender trunks, entwined with vines and bromeliads.

The scenery is quite typical of the Atlantic Forest—this biome that once reigned supreme along the entire Brazilian coastline and now survives in fragments, especially in the state of São Paulo. The route along which the team advances is part of the so-called *Trilha dos Fornos* (which translates to Furnaces Trail), named after the ruins of five old charcoal kilns dating back to the 1940s; extending for about 4 km (2.5 miles), it is one of several trails within Carlos Botelho State Park, established in 1982 and recognized as one of the main biodiversity refuges in the southeastern portion of the state, roughly 100 km (62 miles) away from Uniso's main campus. Nowadays, the park encompasses more than 37,000 hectares of preserved Atlantic Forest, spread across the municipalities of São Miguel Arcanjo, Capão Bonito, and Sete Barras.

This is not the first time this same team has walked this trail. In fact, some of the researchers had already been there the previous day, setting out 39 traps baited with sardines along the stream. In the morning, and throughout the afternoon, their plan was to return to each of these traps to check whether they were successful in capturing, overnight, specimens of the Brazilian snake-necked turtle, one of the chelonian species commonly found in Atlantic Forest regions, both in São Paulo and in other Brazilian states.



Estudantes da Uniso, membros da equipe de pesquisa, tomam notas de dados ambientais nos locais de captura  
Uniso students, members of the research team, record environmental data at each capture site

Uma a uma, as armadilhas são esvaziadas. Ainda que a temperatura tenha caído por conta da chuva na noite anterior — o que faz com que os animais fiquem menos ativos do que o normal —, vários cágados são capturados. De pronto, os pesquisadores tomam nota dos locais em que cada indivíduo foi encontrado, para posterior devolução nos pontos exatos, e de diversos dados ambientais desses locais de captura (como a largura e a profundidade do curso d’água, a taxa de preenchimento do dossel sobre o rio, o tipo de substrato etc.). Tudo isso vai ser importante na hora de comparar os dados com outros pontos de coleta, tanto no próprio parque estadual quanto fora dele. Isso porque a incursão dos pesquisadores na Mata Atlântica nessa manhã de outubro não é um evento isolado; em vez disso, ela faz parte de um amplo **PROJETO DE PESQUISA** com o objetivo de compreender como vivem os cágados-da-serra em certas localidades de interesse.

One by one, the traps are emptied. Although the temperature dropped due to the previous night’s rain—which makes the animals less active than usual—, several turtles are captured. The researchers promptly record the locations where each individual was found, so they can later be released at the exact same spots, as well as a range of environmental data from these capture sites (such as the width and depth of the watercourse, the degree of canopy cover over the stream, the type of substrate, and so on). All of this will be important when comparing these data with those from other sampling sites, both within the state park and outside. After all, this morning’s fieldwork in the Atlantic Forest is not an isolated event; rather, it is part of a broader **RESEARCH PROJECT** aimed at understanding how Brazilian snake-necked turtles live in specific sites of interest.



Foto/Photo: Rodrigo Tinoco (Herpeto.org)

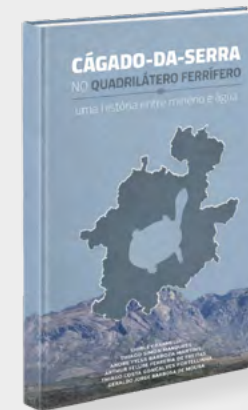
Os cágados-da-serra (*H. maximiliani*) são quelônios simpáticos de até 20 cm de comprimento, que podem ser encontrados em vários estados brasileiros  
Brazilian snake-necked turtles (*H. maximiliani*) are charming chelonians that reach up to 20 cm in length (around 8 inches), found across several Brazilian states

### PARA SABER MAIS: O PROJETO DE PESQUISA

O projeto é intitulado “Caminhos para a reintrodução do cágado-da-serra (*Hydromedusa maximiliani*): Subsídios estratégicos para a Bacia do Rio Doce” e foi desenvolvido com financiamento obtido por meio do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) — uma instituição privada brasileira, sem fins lucrativos, que atua como elo estratégico entre fontes de recursos (tanto públicos quanto privados) e iniciativas de conservação da biodiversidade. O estudo faz parte de uma série de projetos de pesquisa conduzidos em diversas universidades, com foco na conservação de diferentes espécies que ocorrem na Bacia do Rio Doce, em Minas Gerais, região criticamente afetada pelo rompimento da barragem de Fundão em 2015. O projeto coordenado por Marques, cujos recursos provêm da mineradora Samarco (empreendimento conjunto da brasileira Vale e da australiana BHP), é uma das iniciativas de reparação e compensação pelos danos sociais, ambientais e econômicos causados por conta do rompimento da barragem, à época sob responsabilidade dessas empresas.

### TO KNOW BETTER: THE RESEARCH PROJECT

The project is titled “Pathways for the reintroduction of the Brazilian snake-necked turtle (*Hydromedusa maximiliani*): Strategic inputs for the Doce River Basin,” translated from the Portuguese title: “Caminhos para a reintrodução do cágado-da-serra (*Hydromedusa maximiliani*): Subsídios estratégicos para a Bacia do Rio Doce,” and was developed with funding obtained through the Brazilian Biodiversity Fund (Funbio)—a private, non-profit Brazilian institution that serves as a strategic link between funding sources (both public and private) and biodiversity conservation initiatives. The study is part of a broader set of research projects carried out at several universities, focusing on the conservation of different species found in the Doce River Basin, in the state of Minas Gerais, a region that was critically affected by the collapse of the Fundão tailings dam back in 2015. The project coordinated by Marques, funded by the mining company Samarco (a joint venture between the Brazilian company Vale and the Australian BHP), is one of the initiatives aimed at repairing and compensating for the social, environmental, and economic damages caused by the collapse of the dam, which was under the responsibility of these companies at the time.



Um dos resultados do projeto é o livro “Cágado-da-serra no Quadrilátero Ferrífero: uma história entre minério e água”, lançado em abril de 2026 e disponível como *e-book* por meio do *QR code* ao lado (em português)

One of the outcomes of the project is the book “Brazilian snake-necked turtle in the Iron Quadrangle: a story among ore and water” (“Cágado-da-serra no Quadrilátero Ferrífero: uma história entre minério e água”), which was released in April 2026 and is available as an *e-book* (in Portuguese) via the following QR code



Siga o link pelo *QR code* para acessar a página do projeto “Biodiversidade Rio Doce”, do qual faz parte o estudo de Marques, no sítio eletrônico do Funbio (em português); a lista completa de pesquisadores pode ser encontrada na nota ao fim desta reportagem

Scan the QR code to follow the link and access the page of the project “Doce River Biodiversity” (“Biodiversidade Rio Doce”) on the Funbio website (in Portuguese), which includes Marques’s study; the complete list of researchers involved in the project can be found in the note at the end of this story



## *Hydromedusa maximiliani*

Os cágados-da-serra (*H. maximiliani*) são quelônios — ordem taxonômica que compreende, além dos cágados (de água doce), também as tartarugas (que vivem principalmente em ambientes marinhos) e os jabutis (completamente terrestres). Eles podem atingir até 20 centímetros de comprimento e costumam ser encontrados em áreas de Mata Atlântica, especialmente em riachos rasos de regiões serranas, acima dos 600 metros de altitude. A espécie está distribuída desde o sul da Bahia até a região sudeste de São Paulo, passando pelos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, além de ilhas oceânicas próximas ao continente. Sua preferência é por cursos d'água claros, frios e bem oxigenados. A característica mais marcante desses animais é o pescoço alongado, que eles não fazem questão de esconder dentro das carapaças, ao contrário do que ocorre com outros quelônios — de tímidos, afinal, os cágados-da-serra não têm nada.

Nos habitats em que estão presentes, esses animais se posicionam no meio da cadeia alimentar, cumprindo importantes funções ecológicas. Como predadores, eles exercem o controle populacional de outros animais (larvas de insetos, por exemplo); ao consumir carcaças e outras formas de matéria orgânica em decomposição, contribuem para o processo de reciclagem dos nutrientes. Além disso, os cágados-da-serra são considerados um bioindicador: pelo fato de serem bastante sensíveis a mudanças ambientais (como a contaminação da água, o desmatamento das matas ciliares e a erosão das encostas e dos leitos dos rios), o monitoramento de sua presença permite avaliar a qualidade ecológica dos habitats como um todo.

Marques — que na Uniso exerce a função de coordenador do curso de graduação em Ciências Biológicas, além de professor do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais — explica que, dentre os cágados brasileiros, o cágado-da-serra é um dos mais bem documentados. A grande questão, contudo, é que boa parte desses estudos costuma acontecer

## *Hydromedusa maximiliani*

Brazilian snake-necked turtles (*H. maximiliani*) are chelonians—a taxonomic order that includes not only freshwater turtles, but also sea turtles (which live primarily in marine environments) and tortoises (entirely terrestrial). They can reach up to 20 centimeters in length (roughly 8 inches) and are typically found in Atlantic Forest areas, especially in shallow streams located in mountainous regions, at elevations exceeding 600 meters above sea level (roughly 2,000 feet). The species is distributed across different Brazilian states: from southern Bahia to the southeastern region of São Paulo, including Minas Gerais and Espírito Santo, as well as nearby oceanic islands off the coast. Its preferred habitats are clear, cold, and well-oxygenated watercourses. The most striking feature of these animals is their elongated neck, which they make no effort to retract into their shells, unlike other chelonians—being shy, after all, is not a trait of the Brazilian snake-necked turtle.

In the habitats where they occur, these animals occupy a mid-level position in the food chain, performing important ecological functions. As predators, they help regulate the populations of other organisms (such as insect larvae); by consuming carcasses and other forms of decomposing organic matter, they contribute to nutrient recycling. In addition, Brazilian snake-necked turtles are considered a bioindicator species: because they are highly sensitive to environmental changes (such as water contamination, the clearing of riparian vegetation, and the erosion of slopes and riverbeds), monitoring their presence makes it possible to assess the overall ecological quality of their habitats.

Marques—who serves as coordinator of Uniso's undergraduate program in Biological Sciences, besides being a professor at Uniso's graduate program in Technological and Environmental Processes—explains that, among other freshwater turtles, the Brazilian snake-necked turtle is one of the best documented species. The main issue,



“Faltam estudos sobre os cágados-da-serra em ambientes modificados pelo ser humano”, explica o professor doutor Thiago S. Marques, coordenador do projeto

“There is still a lack of studies on the Brazilian snake-necked turtle when it comes to human-modified environments,” explains professor Thiago S. Marques, PhD, the project coordinator

exclusivamente dentro de unidades de conservação, que são localidades protegidas e privilegiadas. Isso gera uma lacuna no conhecimento sobre a espécie em outros tipos de ambientes, como, por exemplo, áreas intensamente modificadas pela ação humana, como é o caso dos sítios de mineração. No Brasil, a região do Quadrilátero Ferrífero compreende boa parte desses sítios.

### O QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Localizado no estado de Minas Gerais, o chamado Quadrilátero Ferrífero vem sendo intensamente explorado desde o período colonial por conta de suas reservas minerais, principalmente de ferro. Tal exploração moldou profundamente a economia regional e a ocupação do território — incluindo a ocupação por grandes corporações mineradoras, como a Vale e a BHP —, o que não raro envolve consequências ao meio ambiente e às formas de vida (humanas e não-humanas) que o habitam.

however, is that much of this research tends to take place exclusively within protected sites, which are safeguarded and relatively privileged environments. This creates a gap in the understanding of the species in other types of settings, especially areas heavily modified by human activity, such as mining sites. In Brazil, the Iron Quadrangle region encompasses a large share of these sites.

### THE IRON QUADRANGLE

Located in the state of Minas Gerais, the so-called Iron Quadrangle has been intensively exploited since the colonial period due to its mineral reserves, especially iron. This exploitation has profoundly shaped the regional economy and patterns of land use—including the presence of large mining corporations such as Vale and BHP—and has often entailed consequences for the environment and for the forms of life that inhabit it (both human and non-human).

Um dos elementos centrais do modelo de mineração praticado no Quadrilátero Ferrífero é o uso de barragens de rejeitos, grandes reservatórios construídos para armazenar os resíduos gerados pela mineração (uma mistura de água, lama e materiais que sobram após a extração do minério, descartados por não ter valor econômico imediato). Existem muitas barragens desse tipo nessa região, tanto ativas quanto já desativadas.

Há pouco mais de dez anos, em 5 de novembro de 2015, uma dessas barragens se rompeu. Os resíduos provenientes da chamada barragem de Fundão se alastraram vorazmente por 670 km, cobrindo cursos d'água, florestas e propriedades rurais desde o município de Mariana, em Minas Gerais, até o litoral do Espírito Santo; 19 pessoas perderam a vida e centenas ficaram desalojadas. O evento é considerado o maior desastre ambiental do mundo envolvendo barragens de rejeitos. Do ponto de vista ecológico, um dos impactos mais graves foi a contaminação do Rio Doce, fonte de sustento para diversas comunidades ribeirinhas e habitat de espécies classificadas em diferentes níveis de vulnerabilidade à extinção, como a harpia, o jacaré-de-papo-amarelo, o mico-da-serra e o próprio cágado-da-serra, foco da pesquisa desenvolvida na Uniso.

### ESTUDO COMPARATIVO

Ao longo do ano de 2025, a equipe coordenada por Marques empreendeu quatro campanhas principais para a captura de espécimes de cágados-da-serra, duas por região monitorável: no Parque Estadual Carlos Botelho e seu entorno, no estado de São Paulo, e no Quadrilátero Ferrífero, mais precisamente nos municípios de Mariana e Ouro Preto, no estado de Minas Gerais. Na primeira região — o parque estadual —, sabe-se que a espécie tem uma situação de conservação bastante ideal, quase imperturbada pelo homem; na segunda, por conta das atividades regulares de mineração e da contaminação da bacia hidrográfica por conta do rompimento da barragem, a situação é consideravelmente mais adversa.

One of the central elements of the mining model practiced in the Iron Quadrangle is the use of tailings dams, large reservoirs built to store the waste generated by mining (a mixture of water, mud, and residual waste that remains on site after ore extraction, discarded for having no immediate economic value). Such dams, both active and decommissioned, are widespread in this region.

Just over ten years ago, on November 5, 2015, one of these dams collapsed. Waste from the so-called Fundão dam spread relentlessly over 670 km (416 miles), covering waterways, forests, and rural properties starting in the municipality of Mariana, in the state of Minas Gerais, and all the way to the coast of the state of Espírito Santo; 19 people lost their lives, and hundreds were displaced. The event is considered the largest environmental disaster in the world involving tailings dams. From an ecological standpoint, one of the most severe impacts was the contamination of the Doce River, a vital source of livelihood for many riverside communities and a habitat for species classified at different levels of vulnerability to extinction, such as the harpy eagle, the broad-snouted caiman, the buffy-headed marmoset, and the Brazilian snake-necked turtle, which is the focus of the research conducted at Uniso.

### COMPARATIVE STUDY

Over the course of 2025, the team led by Marques carried out four main field campaigns to capture specimens of the Brazilian snake-necked turtle, two in each monitored region: within Carlos Botelho State Park as well as its surrounding areas, in the state of São Paulo, and in the Iron Quadrangle, more specifically in the municipalities of Mariana and Ouro Preto, in the state of Minas Gerais. In the first region—the state park—the species is known to be in a highly favorable situation when it comes to conservation, with minimal human disturbance; in the second, due to ongoing mining activities and the contamination of the river basin resulting from the collapse of the dam, conditions are



Após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, a lama tóxica se alastrou por 670 km ao longo da Bacia do Rio Doce, em Minas Gerais, até chegar ao Oceano Atlântico no litoral do estado do Espírito Santo

After the collapse of the Fundão tailings dam, toxic sludge spread for 670 km (around 416 miles) along the Doce River Basin, in the state of Minas Gerais, eventually reaching the Atlantic Ocean on the coast of the neighboring state of Espírito Santo

Assim, comparar os dados obtidos nessas duas regiões deve ajudar a preencher aquela lacuna no conhecimento sobre a vida da espécie em ambientes altamente antropizados.

Nessas campanhas — como aquela descrita logo na abertura desta reportagem, que durou dez dias entre os meses de outubro e novembro —, os pesquisadores se utilizaram de armadilhas do tipo covão (que são dispositivos que permitem a entrada do animal, mas dificultam sua saída) para capturar indivíduos em locais estratégicos. De posse dos espécimes, antes de devolvê-los à natureza, eles conduziram uma série de procedimentos: tomaram nota de suas medidas; retiraram pequenos fragmentos de suas unhas e de suas carapaças; coletaram amostras de sangue para posterior análise laboratorial; esvaziaram seus estômagos por meio de sondas gástricas, de modo a identificar o conteúdo de sua alimentação; verificaram se os animais já tinham microchips implantados (ou seja, se já haviam sido capturados no passado e identificados por meio de chips eletrônicos sob a

considerably more adverse. Comparing the data obtained from these two regions should therefore help fill that gap in the scientific understanding of the species' life in highly modified environments.

During these campaigns—such as the one described at the very opening paragraph of this story, which lasted ten days between October and November—the researchers used funnel traps (devices that allow animals to enter but make it difficult for them to exit) to capture individuals at strategic locations. Once in possession of the specimens, and before releasing them back into the wild, the team carried out a series of procedures: they recorded their measurements; collected small fragments from their claws and shells; took blood samples for subsequent laboratory analysis; flushed their stomachs using gastric tubes in order to identify the contents of their diet; checked whether the animals had already been microchipped (that is, whether they had been previously captured and identified through

pele) e, em caso negativo, realizaram a chipagem de cada indivíduo. Da captura à devolução, o processo levou poucas horas, de modo que todos os animais foram devolvidos ao riacho no mesmo dia.

As amostras de sangue foram armazenadas em nitrogênio líquido, a  $-80^{\circ}\text{C}$ , para conservação até que pudessem ser encaminhadas à universidade para análises diversas, incluindo a avaliação da saúde geral de cada indivíduo e o sequenciamento genético. Além disso, os tecidos coletados passaram por análise isotópica, método que identifica a assinatura química de uma amostra (ou, trocando em miúdos, uma técnica que permite discriminar de que elementos exatos são feitos os tecidos, assim indicando sua origem e os padrões de dieta dos indivíduos capturados).

De modo geral, em relação aos parâmetros de saúde, Marques relata haver grande variação entre os animais capturados nas duas localidades. “Em teoria, em ambientes mais degradados, tende-se a encontrar maior quantidade de micronúcleos nas células sanguíneas desses animais”, ele explica — fazendo referência aos fragmentos de material genético que permanecem separados do núcleo principal de uma célula, como pequenos defeitos, indicativos de estresse ou contaminação no organismo. “Não é possível, contudo, estabelecer uma relação direta entre o rompimento da barragem de Fundão e a variação desses parâmetros. Ainda assim, conseguimos associar a degradação do ambiente como um todo aos indicadores de saúde observados nos animais de Minas Gerais, especialmente em comparação com os do Parque Estadual Carlos Botelho, que apresenta condições ambientais muito mais propícias.” No momento, os pesquisadores seguem analisando esses dados, buscando correlacioná-los com variáveis ambientais como a presença de metais pesados, por exemplo — que, num primeiro momento, parece bastante elevada nas áreas de captura do Quadrilátero Ferrífero. Novos estudos deverão dar continuidade à investigação desse aspecto.

electronic chips implanted under the skin) and, if not, implanted a chip in each individual. From capture to release, the entire process took only a few hours, so all turtles were returned to the stream on the same day.

Blood samples were stored in liquid nitrogen at  $-80^{\circ}\text{C}$  ( $-112^{\circ}\text{F}$ ) in order to preserve them until they could be sent to the university for a range of analyses, including assessments of each individual’s overall health and genetic sequencing. In addition, the collected tissues underwent isotopic analysis, a method that identifies the chemical signature of a sample (in simpler terms, a technique that makes it possible to determine exactly which elements make up the tissues, thereby indicating their origin and the dietary patterns of the captured individuals).

Overall, regarding health parameters, Marques reports considerable variation among the animals captured in the two locations. “In theory, when it comes to more degraded environments, one tends to find a higher number of micronuclei in the blood cells of these animals,” he explains—referring to fragments of genetic material that remain separate from a cell’s main nucleus, like small defects, which are indicative of stress or contamination in the organism. “It is not possible, however, to establish a direct relationship between the collapse of the Fundão dam and the variation in these parameters. Even so, we were able to associate overall environmental degradation with the health indicators observed in the animals from Minas Gerais, especially in comparison with those from Carlos Botelho State Park, which presents much more favorable environmental conditions.” Right now, the researchers are still analyzing these data, seeking to correlate them with environmental variables such as the presence of heavy metals—which, at first glance, appears to be quite high in the capture areas within the Iron Quadrangle. Further studies are expected to continue investigating this aspect.



Foto/Photo: Fernando Rezende

Em campo, os pesquisadores tomaram nota das medidas dos espécimes capturados...  
Out in the field, the researchers recorded measurements of the captured specimens...



Foto/Photo: Fernando Rezende

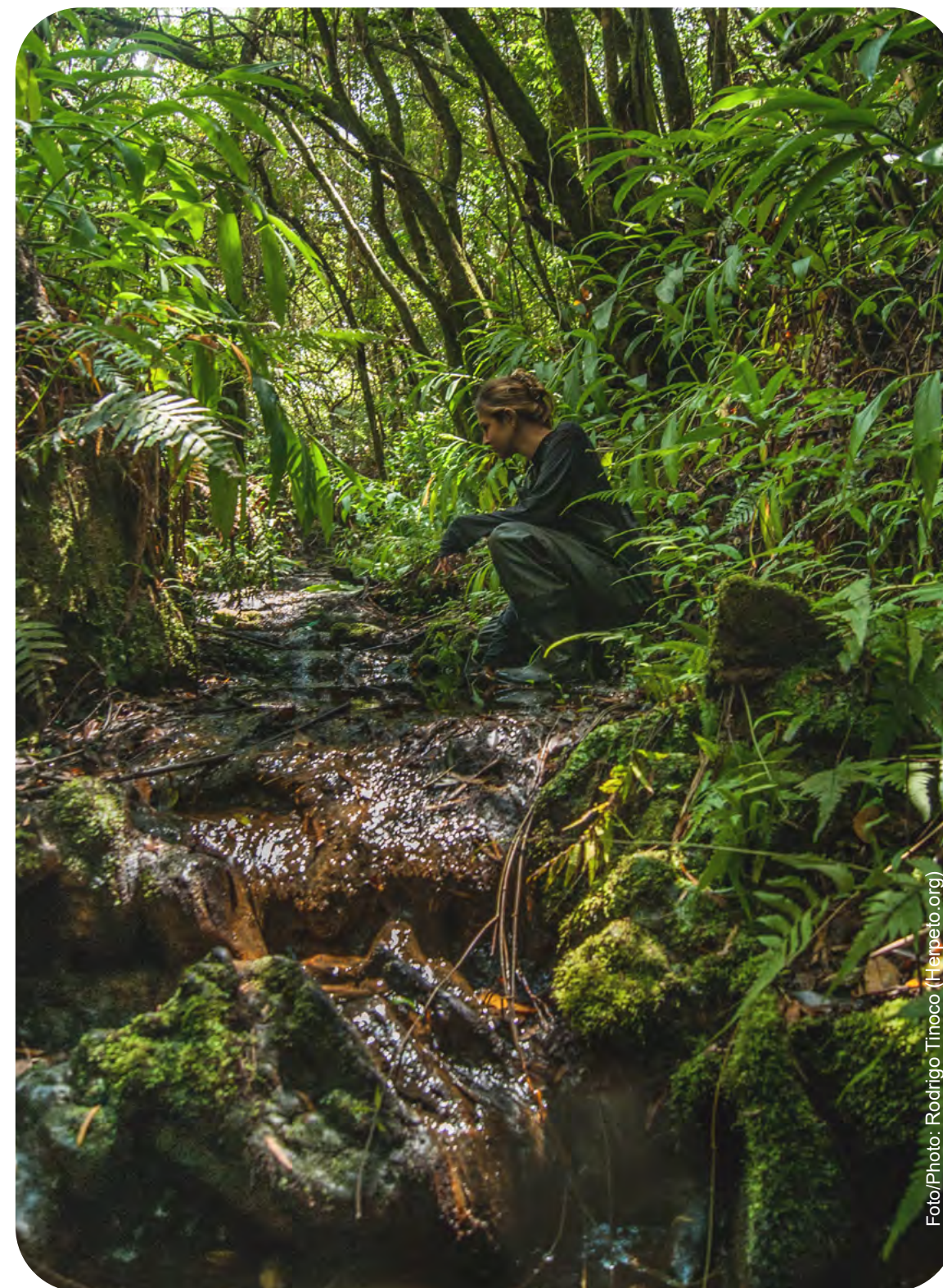
...e também coletaram amostras de sangue, que foram conservadas em nitrogênio líquido, a  $-80^{\circ}\text{C}$ , até chegarem à universidade para análise laboratorial  
...and also collected blood samples, which were preserved in liquid nitrogen at  $-80^{\circ}\text{C}$  ( $-112^{\circ}\text{F}$ ), until they reached the university for laboratory analysis

Em relação à dieta, a equipe constatou que os hábitos alimentares variam conforme o ambiente. Em Carlos Botelho, os cágados-da-serra se alimentam principalmente de invertebrados aquáticos (como a eglá, o camarão e o caranguejo); já em Minas Gerais, onde os rios são mais profundos, eles passam a incluir peixes no cardápio. Essa diferença era esperada, uma vez que populações distintas tendem a desenvolver hábitos próprios, e foi confirmada pelas análises isotópicas. Uma surpresa negativa, contudo, foi a presença de microplásticos no conteúdo estomacal dos espécimes, não apenas nos sítios afetados pela mineração, mas também dentro do parque estadual. “É justamente isso que chama a atenção e é o mais preocupante”, alerta Marques. “Mesmo dentro de uma unidade de conservação, os microplásticos foram encontrados em níveis semelhantes aos da área antropizada.” No momento, a caracterização físico-química desses microplásticos está em andamento e deve resultar, também, em novas publicações.

Já em relação ao sequenciamento genético, os dados das populações de São Paulo e de Minas Gerais foram comparados àqueles obtidos a partir de amostras de tecido de outras localidades onde a espécie ocorre, por meio de parcerias com outros pesquisadores ou a partir de coleções científicas em que espécimes de cágados-da-serra já haviam sido previamente depositados. A conclusão é que, em diferentes pontos geográficos do Brasil, a espécie se constitui de forma distinta do ponto de vista genético, mesmo que tais diferenças não sejam plenamente perceptíveis no fenótipo (ou seja, no conjunto de características observáveis a olho nu). Marques explica que isso acontece pelas populações terem ficado isoladas umas em relação às outras por muito tempo; entre as populações de São Paulo e Minas Gerais, por exemplo, a Serra do Espinhaço — com seus 1.000 km de extensão e chegando a mais de 2.000 m de altitude — funciona como uma barreira natural para o trânsito dos indivíduos de um lado a outro do sudeste brasileiro.

Regarding diet, the team found that feeding habits vary according to the environment. In Carlos Botelho, Brazilian snake-necked turtles feed mainly on aquatic invertebrates (such as aeglids, shrimp, and crabs); in Minas Gerais, where rivers are deeper, they also include fish in their diet. This difference was expected, since distinct populations tend to develop their own behaviors, and it was confirmed by isotopic analyses. One troubling surprise, however, was the presence of microplastics in the stomach contents of the specimens, not only at mining-affected sites, but also within the state park. “That is precisely what draws attention and is the most concerning thing,” Marques emphasizes. “Even within a protected area, microplastics were found at levels that were similar to those in the anthropized area.” For now, the physicochemical characterization of these microplastics is underway and is also expected to result in new publications.

As for genetic sequencing, data from the populations in São Paulo and Minas Gerais were compared with those obtained from tissue samples collected in other locations where the species occurs, through collaborations with other researchers or from scientific collections in which specimens of the Brazilian snake-necked turtle had previously been deposited. The conclusion is that, across different geographic regions of Brazil, the species is constituted differently from a genetic standpoint, even if these differences are not fully apparent at the phenotypic level (that is, in the set of characteristics observable to the naked eye). Marques explains that this is due to populations having remained isolated from one another for long periods of time; between the populations located in São Paulo and Minas Gerais, for example, there is the Espinhaço Mountain Range—extending for 1,000 km (more than 600 miles) and rising to over 2,000 meters in elevation (over 6,000 feet)—, which acts as a natural barrier to the movement of individuals across the southeastern region of Brazil.



Foto/Photo: Rodrigo Tinoco (Herpeto.org)

Barbara Protocevic Pina, estudante de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Uniso, numa das campanhas conduzidas em Minas Gerais

Barbara Protocevic Pina, a Master's student at Uniso's graduate program in Technological and Environmental Processes, during one of the field campaigns conducted in the Brazilian state of Minas Gerais

## CONTRIBUIÇÕES À CONSERVAÇÃO

Além de ampliar o conhecimento sobre a vida do cágado-da-serra nos diferentes ambientes que compõem seu habitat, os resultados do estudo devem subsidiar, ainda, ações práticas de manejo da espécie. Áreas severamente castigadas por atividades antrópicas (como costuma ser o caso da mineração em larga escala) exigem intervenções voltadas à conservação de espécies ameaçadas, e não há muito que se possa fazer a esse respeito — ao menos enquanto forem mantidas as práticas extrativistas atuais. É fundamental, contudo, que essas ações sejam cientificamente embasadas, tanto para garantir sua eficácia quanto para evitar a geração de novos descompassos ambientais.

No relatório final de resultados do projeto, os pesquisadores identificam, na Bacia do Rio Doce, as áreas mais adequadas para receber espécimes no caso de translocação desses animais — basicamente, um processo que consiste em capturar indivíduos num dado local e transferi-los para outro, onde eles são soltos novamente. Para chegar a esse mapeamento, a equipe partiu de uma listagem de características dos habitats em que os espécimes costumam ocorrer e utilizou dados geográficos e de sensoriamento remoto, considerando variáveis como temperatura, declividade e cobertura de dossel. “É mais ou menos como tirar uma ‘foto’ do ambiente a partir de diferentes camadas: você reúne as características típicas dos locais onde a espécie ocorre e constrói um mapa que indica os pontos em que o habitat é mais favorável à sua sobrevivência”, explica Marques. “Assim, se for necessário realizar a translocação de espécimes, já se sabe quais áreas são mais adequadas para recebê-los, o que subsidia o trabalho de quem atua na gestão da biodiversidade nessas regiões.”

Mas os resultados gerais também mostram que esse processo não pode ser conduzido de forma precipitada ou tecnicamente desinformada. Ainda que alguns locais sejam mais favoráveis à saúde da espécie (como sugerem os dados comparativos de parâmetros entre as populações de cágados-da-serra de São Paulo e de Minas Gerais), as

## CONTRIBUTIONS TO CONSERVATION

In addition to expanding knowledge about the life of the Brazilian snake-necked turtle across the different environments that make up its habitat, the study’s results are also expected to inform practical management actions for the species. Areas severely impacted by human activities (as is often the case with large-scale mining) require interventions aimed at conserving threatened species, and there is only so much that can be done in this regard—at least as long as current extractive practices remain in place. It is essential, however, that these actions are grounded in scientific evidence, both to ensure their effectiveness and to avoid creating new environmental imbalances.

In the project’s final report, the researchers identify, within the Doce River Basin, the areas that are best suited to receive specimens in the event of translocating these animals—essentially, a process that involves capturing individuals in one location and transferring them to another, where they are then released into the wild. To produce this mapping, the team started from a set of characteristics typical of the habitats in which the specimens are usually found and used geographic and remote sensing data, taking into account variables such as temperature, slope, and canopy cover. “It is more or less like taking a ‘snapshot’ of the environment from different layers: you bring together the typical features of the places where the species occurs and build a map that indicates the points where the habitat is most favorable to its survival,” Marques explains. “Therefore, if the translocation of specimens becomes necessary, people will know which areas are best suited to receive them, which provides support for those working in biodiversity management in these regions.”

Nevertheless, the overall results show that this process cannot be carried out hastily or without proper technical grounding. Although some locations may be more favorable to the species’ health (as suggested by comparative data on parameters of populations of Brazilian snake-necked turtles in São Paulo and Minas Gerais),



Foto/Photo: Rodrigo Tinoco (Herpeto.org)

Imagem aérea, obtida por drone, da porção sul da Serra do Espinhaço, que funciona como barreira natural ao deslocamento da fauna

Aerial image captured by drone of the southern portion of the Espinhaço mountain range, which acts as a natural barrier to wildlife movement

análises de sequenciamento genético mostram que não é possível simplesmente transferir indivíduos de um estado para outro, mesmo que as condições de habitat sejam similares. Isso porque tal prática introduziria no *pool* genético (isto é, no conjunto de genes presentes numa dada população) características que não necessariamente corresponderiam às pressões de seleção natural daquele ambiente específico. No novo contexto, pode até mesmo acontecer — talvez tarde demais — de essas características se revelarem desvantajosas. “Essa é uma informação particularmente relevante para direcionar ações de manejo dessa espécie, que até então nós não tínhamos à mão”, Marques conclui.

genetic sequencing analyses also indicate that it is not possible to simply transfer individuals from one state to another, even when habitat conditions are similar. This is because such a practice would introduce into the gene pool (that is, the set of genes present within a given population) traits that do not necessarily correspond to the selective pressures of that specific environment. In the new environmental context, these traits may even prove to be disadvantageous—perhaps when it is already too late. “This is a particularly relevant piece of information when it comes to guiding management actions for this species, and it is something we did not previously have at our disposal,” Marques concludes.

---

Os seguintes pesquisadores integram o subprojeto “Caminhos para a reintrodução do cágado-da-serra (*Hydromedusa maximiliani*): Subsídios estratégicos para a Bacia do Rio Doce”: Thiago Simon Marques (Uniso), André Yves (Universidade Federal do Paraná), Adriano Lima Silveira (Biótica Estudos Ambientais), Arthur Felipe Ferreira de Freitas (Universidade Federal Rural de Pernambuco), Barbara Protoceovich Pina (Uniso), Beatriz Ferrari Littig (Uniso), Cristiane da Silva Costa (Uniso), Daiene Bispo Martins (Uniso), Denise Grotto (Uniso), Emanuel Masiero da Fonseca (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), Felipe Sá Fortes Leite (Universidade Federal de Viçosa), Gabriel Barbosa Pedroso (Uniso), Geraldo Jorge Barbosa de Moura (Universidade Federal Rural de Pernambuco), José Wagner Ribeiro Júnior (ONG WildMon), Luís Antônio Bochette Bassetti (Criatório Caiman), Marcelo Gehara (Rutgers-Newark University, Estados Unidos), Neliton Ricardo Freitas Lara (Uniso), Nicolli Carriel de Souza (Uniso), Plínio Barbosa de Camargo (Universidade de São Paulo), Shirley Famelli da Costa (Bristol University, Reino Unido), Thiago Costa Gonçalves Portelinha (Universidade Federal do Tocantins), Rafael Martins Valadão (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), Roberto Júnio Pedroso Dias (Universidade Federal de Juiz de Fora) e Rodrigo Gomes Tinoco (Instituto Boitatá).