

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

Jéssica de Souza Joaquim

**PESQUISA E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS EM QUATIS (*Nasua nasua*) E EM
GAMBÁS (*Didelphis* sp.) DE VIDA LIVRE QUE COABITAM DIFERENTES
PARQUES URBANOS DE BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS.**

BELO HORIZONTE

2025

Jéssica de Souza Joaquim

**PESQUISA E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS EM QUATIS (*Nasua nasua*) E EM
GAMBÁS (*Didelphis sp.*) DE VIDA LIVRE QUE COABITAM DIFERENTES
PARQUES URBANOS DE BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Pires Nogueira de Carvalho

Coorientadora: Prof. Dra. Clésia Cristina Nascentes

BELO HORIZONTE

2025

J62p

Joaquim, Jéssica de Souza, 1998 -

Pesquisa e quantificação de metais em Quatis (*Nasua nasua*) e em Gambás (*Didelphis sp.*) de vida livre que coabitam diferentes parques urbanos de Belo Horizonte – Minas Gerais/ Jéssica de Souza Joaquim.- 2025.

195 f: il.

Orientador: Marcelo Pires Nogueira de Carvalho

Coorientadora: Clésia Cristina Nascentes

Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal.

Inclui Bibliografia

Inclui Anexos

Inclui Apêndices.

1. Quati - Teses – 2. Animais - População - Teses – 3. Animais selvagens - Teses – I. Carvalho, Marcelo Pires Nogueira de - II. Nascentes, Clésia Cristina
III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - VI. Título.

CDD – 639

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

JÉSSICA DE SOUZA JOAQUIM

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em **CIÊNCIA ANIMAL**, como requisito para obtenção do grau de **MESTRE** em **CIÊNCIA ANIMAL**, área de concentração **Medicina e Cirurgia Veterinária**. Defesa da dissertação intitulada: "**PESQUISA E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS EM QUATIS (Nasua nasua) E GAMBÁS (Didelphis sp.) DE VIDA LIVRE QUE COABITAM DIFERENTES PARQUES URBANOS DE BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS.**"

Aprovado(a) em 12 de fevereiro de 2025, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Marcelo Pires Nogueira de Carvalho - Orientador(a)

Dr.(a). Clésia Cristina Nascentes

Dr.(a). Marília Martins Melo

Dr.(a). Ana Tereza Bittencourt Guimarães



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Pires Nogueira de Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 12/02/2025, às 17:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Clesia Cristina Nascentes, Professora do Magistério Superior**, em 13/02/2025, às 11:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marília Martins Melo, Professora do Magistério Superior**, em 13/02/2025, às 12:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Tereza Bittencourt Guimarães, Usuário Externo**, em 13/02/2025, às 14:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3926847** e o código CRC **6F4985DC**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Claudete e Dorival, por tudo, tudo mesmo. Por sempre me apoiarem e aceitarem minhas escolhas, me incentivando e acreditando sempre no meu potencial. Sem o apoio deles, não teria chegado até aqui.

À minha família, por sempre trazerem boas risadas em momentos oportunos, especialmente aos meus avós, Elvira e Ivo (em memória), que nos deixaram tão repentinamente.

Aos meus amigos, por sempre estarem presentes, mesmo quando me mantive longe para seguir os vários caminhos e percalços durante esse período.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcelo Pires Nogueira de Carvalho, pela orientação e que, mesmo estando longe, sempre tentou se manter presente acompanhando a minha trajetória até aqui.

À equipe do Projeto Quatis, especialmente Bruna, Janaina, Vinícius e Nadja, por estarem comigo durante as principais e, acredito que, mais desafiadoras etapas deste projeto, que foram os campos, tornando sempre tudo mais leve e mais fácil.

Agradeço também a todas as pessoas que já passaram pelo Projeto Quatis que compartilharam tanto conhecimento e tornaram possível as realizações atuais.

À professora Dra. Clésia, por ter disponibilizado o laboratório, o tempo e compartilhado conhecimentos comigo durante esse período.

À equipe do Laboratório de Química, por sempre tentar auxiliar no que era possível, quando eu mesma sabia muito pouco das técnicas e da rotina.

À equipe do Laboratório de Patologia Clínica Veterinária, especialmente Giovanna Vianna e a professora Dra. Fabíola, pela ajuda e contribuição no processamento dos exames de hemograma e bioquímica sérica dos animais.

À professora Dra. Camila e ao aluno de doutorado Lucas Belchior, que me auxiliaram na realização das análises estatísticas de forma muito eficiente, apesar dos percalços.

À Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte pelo suporte de logística e equipamentos.

Ao Centro de Biodiversidade da Usipa (Cebus) - Zoológico de Ipatinga e ao veterinário responsável Mauro pelo compartilhamento de amostras dos animais do plantel.

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ao Departamento de Química e ao Departamento de Animais Selvagens por toda a infraestrutura e condições de trabalho oferecidas.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da EV-UFMG por proporcionar o desenvolvimento desta pesquisa nestes dois anos e oferecer o suporte acadêmico necessário.

À FAPEMIG pela bolsa de mestrado que me permitiu a dedicação necessária para a finalização deste trabalho.

Aos quatis e aos gambás que tornaram possível e proporcionaram aprendizados únicos quanto aos animais da nossa fauna.

Obrigada a todos!

RESUMO

Os metais são divididos em duas classes, os essenciais e os não essenciais ou tóxicos, sendo estes últimos capazes de se acumular na cadeia alimentar e causar danos aos organismos. Atividades antrópicas são as principais fontes de liberação de diversos metais para o meio ambiente, sendo eles tóxicos ou essenciais. Neste contexto, o estado de Minas Gerais é considerado o maior produtor de minério do Brasil, e o principal local de mineração na capital mineira é a Serra do Curral, uma importante área de conservação em Belo Horizonte. O local abriga diversas espécies de animais selvagens, entre elas os quatis (*Nasua nasua*) e os gambás (*Didelphis* sp.), que circulam entre as áreas da região. Ainda é desconhecido o impacto que os metais podem causar em ambientes urbanos, sobretudo em animais selvagens. O objetivo da presente pesquisa foi identificar e quantificar pela primeira vez a presença de metais tóxicos e essenciais em quatis (*Nasua nasua*), em gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e em gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) de vida livre que coabitam diferentes parques urbanos em Belo Horizonte, Minas Gerais. Para isso, foram realizadas capturas de quatis e de gambás de vida livre em seis parques urbanos de Belo Horizonte, ao longo dos anos de 2022 a 2024, abrangendo períodos secos e chuvosos. Amostras de sangue e de pelos foram analisadas por espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). No total foram capturados 160 quatis, dos quais foram analisadas 148 amostras de pelo e 61 amostras de sangue para a análise toxicológica. No que se refere aos gambás, 99 indivíduos foram capturados, dos quais foram analisadas 90 amostras de pelo e 13 amostras de sangue para a análise toxicológica. Os resultados das análises provenientes das amostras de quatis revelaram que as concentrações de cobre, molibdênio, manganês e ferro foram maiores no sangue de animais capturados durante o período seco, enquanto no pelo, cobre, zinco, molibdênio e selênio as maiores concentrações predominaram em animais capturados durante o período chuvoso; e concentrações de chumbo se apresentaram mais elevadas em animais capturados durante o período seco. Quatis adultos apresentaram concentrações mais elevadas de manganês e níquel no sangue, e chumbo, selênio e molibdênio no pelo. Análises entre sexos revelaram maiores concentrações de cádmio e mercúrio no pelo e no sangue das fêmeas, respectivamente, enquanto os machos apresentaram maiores concentrações de selênio e cobre no pelo e no sangue, respectivamente. Quatis com maiores pesos apresentaram concentrações mais elevadas de chumbo, selênio, manganês e arsênio nos pelos. Em relação aos gambás, o estudo mostrou que nas amostras de pelo, mercúrio e molibdênio foram mais elevados em animais capturados

durante o período seco. A idade também influenciou as concentrações de metais, com adultos apresentando maiores valores de cromo, chumbo, manganês e molibdênio, enquanto infantes e jovens apresentaram maior concentração de cobre. Fêmeas apresentaram concentrações mais elevadas de zinco no pelo, e chumbo no sangue. Gambás de maior peso apresentaram maiores concentrações de arsênio no sangue, e de chumbo e ferro no pelo. Por fim, a comparação entre os locais de captura demonstrou relações entre diferentes concentrações de metais em quatis e gambás. Nos quatis, foram identificadas diferenças nos níveis de ferro, selênio e manganês no pelo, e selênio no sangue. Já nos gambás, as variações incluíram os metais cromo, arsênio, ferro, zinco, urânio, chumbo, selênio e manganês no pelo, e alumínio no sangue. Essas diferenças podem estar relacionadas à proximidade com fontes de poluição industrial ou de mineração, bem como aos distintos padrões de uso do solo e hábitos das espécies, que influenciam a exposição a áreas contaminadas. Os resultados obtidos evidenciaram padrões complexos e específicos que associam a presença de metais às condições ambientais, biológicas e geográficas analisadas, evidenciando que as espécies estudadas podem ser consideradas bioindicadores de qualidade ambiental devido à sensibilidade às variações nas concentrações de contaminação, sem que apresentem sinais clínicos sugestivos de intoxicação pelos elementos. Além disso, a quantificação de metais na fauna silvestre revelou-se uma ferramenta eficaz para avaliar os impactos de atividades minerárias e industriais nos ecossistemas urbanos.

Palavras-chave: metais pesados, bioindicadores, ICP-MS, área urbana, vida selvagem.

ABSTRACT

Metals are divided into two classes: essential and non-essential or toxic, the latter of which can accumulate in the food chain and cause harm to organisms. Human activities are the main sources of release of various metals into the environment, whether toxic or essential. In this context, the state of Minas Gerais is considered the largest producer of minerals in Brazil, and the main mining site in the capital of Minas Gerais is Serra do Curral, an important conservation area in Belo Horizonte. The site is home to several species of wild animals, including coatis (*Nasua nasua*) and opossums (*Didelphis* sp.), which roam the region. The impact that metals can have on urban environments, especially on wild animals, is still unknown. The aim of this research was to identify and quantify, for the first time, the presence of toxic and essential metals in free-living coatis (*Nasua nasua*), white-eared opossums (*Didelphis albiventris*) and black-eared opossums (*Didelphis aurita*) that cohabit different urban parks in Belo Horizonte, Minas Gerais. For this purpose, free-living coatis and opossums were captured in six urban parks in Belo Horizonte, from 2022 to 2024, covering dry and rainy seasons. Blood and hair samples were analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). A total of 160 coatis were captured, of which 148 hair samples and 61 blood samples were analyzed for toxicological analysis. Regarding opossums, 99 individuals were captured, of which 90 fur samples and 13 blood samples were analyzed for toxicological analysis. The results of the analyses from coati samples revealed that concentrations of copper, molybdenum, manganese and iron were higher in the blood of animals captured during the dry season, while in the fur, copper, zinc, molybdenum and selenium were higher in animals captured during the rainy season; and lead concentrations were higher in animals captured during the dry season. Adult coatis presented higher concentrations of manganese and nickel in the blood, and lead, selenium and molybdenum in the fur. Analyses between the sexes revealed higher concentrations of cadmium and mercury in the fur and blood of females, respectively, while males presented higher concentrations of selenium and copper in the fur and blood, respectively. Coatis with greater weight presented higher concentrations of lead, selenium, manganese and arsenic in the fur. Regarding opossums, the study showed that in the fur samples, mercury and molybdenum were higher in animals captured during the dry season. Age also influenced the concentrations of metals, with adults presenting higher values of chromium, lead, manganese and molybdenum, while infants and juveniles presented higher concentrations of copper. Females presented higher concentrations of zinc in their fur and lead in their blood. Heavier opossums presented higher concentrations of arsenic in their blood and of lead and iron in their fur. Finally, the comparison between the capture sites demonstrated relationships

between different concentrations of metals in coatis and opossums. In coatis, differences were identified in the levels of iron, selenium and manganese in the fur and selenium in the blood. In opossums, the variations included the metals chromium, arsenic, iron, zinc, uranium, lead, selenium and manganese in the fur and aluminum in the blood. These differences may be related to proximity to sources of industrial or mining pollution, as well as to different patterns of land use and species habits, which influence exposure to contaminated areas. The results obtained showed complex and specific patterns that associate the presence of metals with the environmental, biological and geographic conditions analyzed, showing that the species studied can be considered bioindicators of environmental quality due to their sensitivity to variations in contamination concentrations, without presenting clinical signs suggestive of intoxication by the elements. In addition, the quantification of metals in wildlife proved to be an effective tool for assessing the impacts of mining and industrial activities on urban ecosystems.

Keywords: heavy metals, bioindicators, ICP-MS, urban area, wildlife.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Área de Mineração na Serra do Curral, Minas Gerais, 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022	23
Figura 2 -	Quati (<i>Nasua nasua</i>), Minas Gerais, 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022	25
Figura 3 -	Fezes de quati (<i>Nasua nasua</i>), Minas Gerais, 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022	27
Figura 4 -	Gambá-de-orelha-branca (<i>Didelphis albiventris</i>), Minas Gerais, 2009. Fonte: Nadja Simbera, 2009	28
Figura 5 -	Gambá-de-orelha-preta (<i>Didelphis aurita</i>), Minas Gerais, 2022	29
Figura 6 -	Desenho esquemático de espectrômetro de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). A) Amostra líquida. B) Nebulizador. C) Aerossol. D) Câmara de nebulização. E) Tocha. F) Cone amostrador. G) Skimmer. H) Lentes iônicas. I) Analisador de massas. J) Detector. K e L) Bombas de vácuo turbo - molecular. M) Bomba de vácuo mecânica. Fonte: SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2002	49
Figura 7 -	Representação em mapa dos seis parques municipais selecionados para a amostragem de animais silvestres de vida livre, ilustrando a distância entre eles e suas respectivas localizações na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Fonte: Quantum GIS	51
Figura 8 -	Representação em mapa do Parque Municipal das Mangabeiras e fragmento do Parque da Serra do Curral, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitados, juntamente com pontos de atividades minerárias desativadas nos arredores. Fonte: Quantum GIS	53
Figura 9 -	Representação em mapa do Parque da Serra do Curral e de fragmento do Parque Municipal das Mangabeiras, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitados, juntamente com pontos de atividades minerárias desativadas e ativas nos arredores. Fonte: Quantum GIS	54
Figura 10 -	Representação em mapa do Parque Aggeo Pio Sobrinho, Minas Gerais, delimitado, juntamente com pontos de atividades minerárias desativadas nos arredores. Fonte: Quantum GIS	55
Figura 11 -	Representação em mapa do Parque Ursulina de Andrade Melo,	

	Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitado. Fonte: Quantum GIS	56
Figura 12 -	Representação em mapa do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitado. Fonte: Quantum GIS	56
Figura 13 -	Representação em mapa do Jardim Zoológico de Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitado. Fonte: Quantum GIS	58
Figura 14 -	Quati (<i>Nasua nasua</i>) capturado em armadilha do tipo Tomahawk® com desarme de pedal de dimensões de 70 cm x 35 cm x 40 cm, Minas Gerais – 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022	59
Figura 15 -	Aferição de temperatura cloacal em gambá-de-orelha-preta (<i>Didelphis aurita</i>) sob efeito de anestesia. Fonte: Nadja Simbera, 2022	60
Figura 16 -	Quati (<i>Nasua nasua</i>) sob anestesia após captura, demonstrando a identificação com brinco numerado de polipropileno e a leitora de microchip com a identificação do número do animal. Fonte: Bruna Hermine de Campos, 2022	60
Figura 17 -	Região de tricotomia próximo a cauda de indivíduo de gambá-de-orelha-preta (<i>Didelphis aurita</i>), para coleta de pelos e marcação do animal. Fonte: Bruna Hermine de Campos, 2022	61
Figura 18 -	Punção venosa da veia jugular de gambá-de-orelha-preta (<i>Didelphis aurita</i>) sob efeito de anestesia. Fonte: Nadja Simbera, 2022	62
Figura 19 -	Avaliação biométrica de quati (<i>Nasua nasua</i>) sob anestesia. Bruna Hermine de Campos, 2022	62
Figura 20 -	Avaliação de desgaste dentário em quati (<i>Nasua nasua</i>) sob anestesia. Fonte: Janaina Ribeiro Duarte, 2023	63
Figura 21 -	Avaliação de desgaste dentário em gambá-de-orelha-branca (<i>Didelphis albiventris</i>) sob anestesia. Fonte: Janaina Ribeiro Duarte, 2023.....	64
Figura 22 -	Amostras de pelo posicionadas no espectrômetro de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), para determinação de concentração de metais. Fonte: Autora, 2024	67
Figura 23 -	Amostras de sangue em EDTA K2 posicionadas no vortex para homogeneização. Fonte: Autora, 2024	69
Figura 24 -	A) Valor de medianas de concentrações do metal Cd em amostras de pelo de fêmeas e machos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados. B)	

	Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de pelo de fêmeas e machos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados	79
Figura 25 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal Fe em amostras de pelo de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM. B) Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de pelo dos quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM. C) Valores de medianas de concentrações do metal Mn em amostras de pelo de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM	80
Figura 26 -	A) Correlação entre as concentrações do metal Pb e o peso de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados. B) Correlação entre as concentrações do metal Se e o peso de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados. C) Correlação entre as concentrações do metal Mn e o peso dos quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados. D) Correlação entre as concentrações do metaloide As e o peso dos quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados	81
Figura 27 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal Hg em amostras de sangue de fêmeas e machos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados. B) Valores de medianas de concentrações do metal Cu em amostras de sangue de machos e fêmeas de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados	85
Figura 28 -	Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de sangue de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM	85
Figura 29 -	Correlação entre as concentrações do metal Hg em amostras de pelo e de sangue de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados	86
Figura 30 -	Valores de medianas de concentrações do metal Zn em amostras de pelo de fêmeas e machos de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados	90
Figura 31 -	A) Correlação entre as concentrações do metal Pb e o peso de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados. B) Correlação entre as concentrações do metal Fe e o peso de gambás-de-orelhas-	

	brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados	91
Figura 32 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal U em amostras de pelo de gambás da espécie <i>Didelphis aurita</i> e em amostras de pelos de gambás da espécie <i>Didelphis albiventris</i> capturados. B) Valores de medianas de concentrações do metal Fe em amostras de pelo de gambás da espécie <i>Didelphis aurita</i> e amostras de pelos de gambás da espécie <i>Didelphis albiventris</i> capturados. C) Valores de medianas de concentrações do metal Mn em amostras de pelo de gambás da espécie <i>Didelphis aurita</i> e amostras de pelos de gambás da espécie <i>Didelphis albiventris</i> capturados.	91
Figura 33 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal Cr em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PMUAM, PAPS, FMFLN e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metalóide As em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PMUAM, PAPS, FMFLN e JZBH	93
Figura 34 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal Fe em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PMUAM, PAPS, PqM e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metal Zn em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PMUAM, PAPS, PqM e JZBH	94
Figura 35 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal U em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metal Pb em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM,	

	PMUAM e JZBH	95
Figura 36 -	A) Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metal Mn em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH	96
Figura 37 -	Valores de medianas de concentrações do metal Al em amostras de sangue de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) capturados nos parques PAPS e PqM	98
Figura 38 -	Valores de medianas de concentrações do metal Pb em amostras de sangue de fêmeas e de machos de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) capturados.	99
Figura 39 -	Correlação entre as concentrações do metaloide As e o peso dos gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) capturados	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Parâmetros instrumentais de análise de pelos e de sangue por ICP-MS	67
Tabela 2 -	Número de animais amostrados no ano de 2022, distribuídos em relação à espécie, sexo, faixa etária e local de captura	71
Tabela 3 -	Número de animais amostrados no ano de 2023, distribuídos em relação à espécie, sexo, faixa etária e local de captura	72
Tabela 4 -	Número de animais amostrados no ano de 2024, distribuídos em relação à espécie, sexo, faixa etária e local de captura	73
Tabela 5 -	Limites de detecção (LD) utilizados para a análise de metais e metaloides em pelos de quatis e de gambás pela técnica de ICP-MS	75
Tabela 6 -	Limites de detecção (LD) utilizados para a análise de metais e metaloides no sangue de quatis e de gambás pela técnica de ICP-MS	75
Tabela 7 -	Concentração de metais e metaloides ($\mu\text{g/kg}$) detectados nas amostras de pelos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) de vida livre capturados no PqM, PSC e PAPS	76
Tabela 8 -	Número de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados, distribuídos pelos anos e meses de captura e também pelos períodos seco e chuvoso	77
Tabela 9 -	Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no pelo de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados, distribuídos pelos períodos do ano	78
Tabela 10 -	Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no pelo de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados, distribuídos pelas classes etárias	78
Tabela 11 -	Concentração de metais e metaloides ($\mu\text{g/L}$) detectados nas amostras de sangue de quatis (<i>Nasua nasua</i>) de vida livre capturados no PqM, PSC e PAPS	82
Tabela 12 -	Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no sangue de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados, distribuídos pelos períodos do ano	83

Tabela 13 -	Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no sangue de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados, distribuídos pelas classes etárias	84
Tabela 14 -	Concentração de metais (µg/kg) detectados nas amostras de pelos de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) de vida livre capturados em seis parques de Belo Horizonte, Minas Gerais	87
Tabela 15 -	Número de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados, distribuídos pelos anos e meses de captura e pelos períodos seco e chuvoso	88
Tabela 16 -	Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) distribuídos pelos períodos do ano	89
Tabela 17 -	Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no pelo de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) distribuídos pelas classes etárias.	89
Tabela 18 -	Concentração de metais (µg/L) detectados nas amostras de sangue de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) de vida livre capturados em seis parques de Belo Horizonte, Minas Gerais.....	97
Tabela 19 -	Perfil hematológico de <i>Nasua nasua</i> de vida livre capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais	100
Tabela 20 -	Perfil bioquímico de <i>Nasua nasua</i> de vida livre capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais	101
Tabela 21 -	Correlação e significância estatística entre as concentrações de metais tóxicos encontrados no pelo de quatis (<i>Nasua nasua</i>) e os analitos de hemograma e bioquímico analisados	101
Tabela 22 -	Correlação e significância estatística entre as concentrações de metais tóxicos encontrados no sangue de quatis (<i>Nasua nasua</i>) e os analitos de hemograma e bioquímico analisados	102
Tabela 23 -	Perfil hematológico de <i>Didelphis albiventris</i> de vida livre capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais	103

APÊNDICES

Apêndice 1 – Resultados de exames clínicos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	146
Apêndice 2 – Resultados de exames clínicos de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) e de gambás-de-orelhas-pretas (<i>Didelphis aurita</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	162
Apêndice 3 – Resultados de eritrograma de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	172
Apêndice 4 - Resultados de leucograma de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	176
Apêndice 5 – Resultados de exames bioquímicos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	180
Apêndice 6 – Resultados de eritrograma de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	183
Apêndice 7 - Resultados de leucograma de gambás-de-orelhas-brancas (<i>Didelphis albiventris</i>) capturados durante os anos de 2022 a 2024	184

ANEXOS

Anexo 1 -	Licença Sisbio utilizada para a realização das campanhas de captura e coleta de amostras biológicas em carnívoros selvagens que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte (SISBIO 81107)	185
Anexo 2 -	Licença Sisbio utilizada para a realização das campanhas de captura e coleta de amostras biológicas em marsupiais que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte (SISBIO 81680)	186
Anexo 3 -	Licença Sisbio utilizada para a realização das coletas de amostras biológicas em animais de cativeiro (SISBIO 88875)	187
Anexo 4 -	Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de campanhas de captura e coleta de amostras biológicas de marsupiais nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (CEUA 79/2022)	188
Anexo 5 -	Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de campanhas de captura e coleta de amostras biológicas de carnívoros selvagens nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (CEUA 80/2022)	189
Anexo 6 -	Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de campanhas de captura e coleta de amostras biológicas de mamíferos silvestres nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (CEUA 129/2023)	190
Anexo 7 -	Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de coletas de amostras biológicas em animais de cativeiro (CEUA 225/2023)	191
Anexo 8 -	Aprovação da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte para realização de captura e coleta de amostras biológicas de marsupiais nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (FU 003/2022)	192
Anexo 9 -	Aprovação da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte para realização de captura e coleta de amostras biológicas de carnívoros selvagens nos parques de Belo Horizonte -	

	Minas Gerais (FU 004/2022)	193
Anexo 10 -	Aprovação da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte para realização de identificação e quantificação de metais tóxicos de quatis (<i>Nasua nasua</i>) e gambás (<i>Didelphis</i> sp.) nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (FU 006/2023)	194
Anexo 11 -	Cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) das amostras biológicas coletadas de quatis (<i>Nasua nasua</i>) e de gambás (<i>Didelphis</i> sp.) nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (SISGEN AEC076E)	195

LISTA DE ABREVIATURAS

IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
LDH	Desidrogenase Láctica
AST	Aspartato Aminotransferase
CPK	Creatinofosfoquinase
Mn	Manganês
Co	Cobalto
Ni	Níquel
Cu	Cobre
Al	Alumínio
Zn	Zinco
Pb	Chumbo
Hg	Mercúrio
Se	Selênio
Cd	Cádmio
Cr	Cromo
As	Arsênio
Mo	Molibdênio
U	Urânio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
PqM	Parque Municipal das Mangabeiras
PSC	Parque da Serra do Curral
PAPS	Parque Aggeo Pio Sobrinho
PMUAM	Parque Municipal Ursulina de Andrade

PMFLN	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado
JZBH	Jardim Zoológico de Belo Horizonte
CEUA/UFMG	Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais
Sisbio	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SisGen	Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
ICP-MS	Espectrometria de Massas com Plasma Acoplado Indutivamente
LD	Limite de Detecção
LQ	Limite de Quantificação
TMAH	Hidróxido de Tetrametilamônio
EDTA	Ácido Etileno Diamino Tetra-Acético
Y	Ítrio
Ir	Irídio
BPM	Batimentos por minuto
MPM	Movimentos por minuto
VCM	Volume Corpuscular Médio
CHCM	Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
2. REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 Espécies estudadas	24
2.1.1 Quatis (<i>Nasua nasua</i>)	24
2.1.2 Gambás (<i>Didelphis</i> sp.)	27
2.2 Ocorrência e Toxicologia dos elementos - traço em estudo	30
2.3 Fontes de intoxicação por elementos - traço	32
2.4 Principais metais não essenciais	33
2.4.1 Alumínio	33
2.4.2 Chumbo	34
2.4.3 Mercúrio	35
2.4.4 Cádmio	36
2.4.5 Níquel	37
2.4.6 Urânio	38
2.4.7 Arsênio	39
2.5 Principais metais biologicamente essenciais	41
2.5.1 Cromo	41
2.5.2 Cobre	42
2.5.3 Ferro	43
2.5.4 Selênio	44
2.5.6 Manganês	45
2.5.7 Molibdênio	46
2.5.8 Zinco	46
2.6 Análise de elementos - traço em amostras ambientais	47
2.7 A técnica de ICP - MS	48
3. OBJETIVOS	50
3.1 Objetivo Geral	50
3.2 Objetivos Específicos	50
4. MATERIAL E MÉTODOS	51
4.1 Locais de estudo	51
4.1.1 Parque Municipal das Mangabeiras	52
4.1.2 Parque da Serra do Curral	53
4.1.3 Parque Aggeo Pio Sobrinho	54

4.1.4 Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello	55
4.1.5 Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	56
4.1.6 Jardim Zoológico de Belo Horizonte	57
4.2 Licenças	58
4.3 Captura dos animais	58
4.4 Coleta de amostras biológicas	61
4.5 Avaliação biométrica e avaliação clínica dos animais	62
4.6 Coletas de amostras de animais de cativeiro	65
4.7 Análises em laboratório	66
4.7.1 Determinação de metais e metaloides em pelos	66
4.7.2 Determinação de metais e metaloides em sangue	68
4.7.3 Exames hematológicos e de Bioquímica Sérica	70
4.8 Análises estatísticas	70
5. RESULTADOS	71
5.1 Animais capturados	71
5.2 Avaliação clínica	74
5.3 Análises toxicológicas	75
5.3.1 Limites de detecção	75
5.3.2 Análises de metais e metaloides em amostras de pelo coletadas de quatis	76
5.3.3 Análises de metais e metaloides em amostras de sangue coletadas de quatis	82
5.3.4 Análises de metais e metaloides em amostras de pelo coletadas de gambás	87
5.3.5 Análises de metais e metaloides em amostras de sangue coletadas de gambás	97
5.4 Avaliação hematológica e bioquímica	100
6. DISCUSSÃO	104
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
8. REFERÊNCIAS	117
9. APÊNDICES	146
10. ANEXOS	185

1. INTRODUÇÃO

Metais pesados, também chamados de elementos-traço, são elementos de alta densidade, em comparação a outros elementos comuns, apresentando densidade igual ou superior a 5 g/cm³, e número atômico maior que 20 (SOARES, 2004). Os metais se encontram divididos em duas classes, os essenciais (Ca, Na, K, Mg, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Cr, Mo) que são importantes para algumas funções vitais do organismo humano, porém quando em excesso podem provocar efeitos tóxicos, e os metais não essenciais ou tóxicos (As, Hg, Cd, Al, Ni, U e Pb), que mesmo em quantidades vestigiais podem ser tóxicos aos seres vivos (TUZEN, 2003; MENDIL *et al.*, 2010), podendo causar mutações genéticas, diminuição de potencial reprodutivo e alterações neurológicas (KOHLE & TRIEBSKORN, 2013).

Por não serem degradados nos organismos, os metais tóxicos são incorporados ao longo dos níveis tróficos e dos ciclos de vida, acumulando-se na biota (FEEMA, 1992), podendo provocar o fenômeno de biomagnificação, atingindo desde consumidores primários até predadores de topo de cadeia (ESTEVES, 2011). A biomagnificação consiste na transferência de metais para ao menos mais de dois níveis tróficos em uma mesma teia alimentar (SANTANA *et al.*, 2017). Geralmente os produtores primários absorvem os metais do ambiente, sendo transferidos aos consumidores primários por meio da ingestão e assim subsequentemente para os demais níveis tróficos, acumulando-se cada vez mais (WANG, 2002).

Na natureza existem diversas fontes que podem liberar determinadas concentrações desses metais, como por exemplo os processos de intemperismo de rochas. Porém, tem sido por meio de atividades antrópicas que esses níveis vêm sofrendo aumento considerável, principalmente nos solos, águas e atmosfera (SCLIAR, 2003). As principais atividades humanas que promovem o aumento desses materiais são: indústria geoquímica, queima de combustíveis fósseis, resíduos municipais, fertilizantes, pesticidas, uso de pigmentos e baterias, mineração e fundição de minérios metálicos (DARBON *et al.* 1992).

Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), o estado de Minas Gerais é considerado um dos maiores produtores de minério no Brasil, correspondendo a cerca de 41,7% do valor total da produção mineral brasileira (IBRAM, 2023). Os dados são, principalmente, para a região do Quadrilátero Ferrífero, que possui cerca de 7000 km², estendendo-se entre Ouro Preto a sudeste, e Belo Horizonte, a noroeste (ROESER e ROESER, 2010). O principal ponto de mineração na capital mineira é a Serra do Curral (Figura 1), que reúne o maior complexo de parques urbanos de Belo Horizonte e um dos maiores da América Latina, sendo

também uma das maiores reservas ambientais urbanas do mundo (CUSTÓDIO e RIBEIRO, 2021).

Figura 1 - Área de Mineração na Serra do Curral, Minas Gerais, 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022.



Dentre os principais parques que abrangem a área da Serra do Curral estão: o Parque Municipal das Mangabeiras, o Parque da Serra do Curral e o Parque Aggeio Pio Sobrinho. Além da grande área verde, a serra também é fonte de várias nascentes de córregos que abastecem a região metropolitana de Belo Horizonte. A região abriga diversas espécies animais, inclusive algumas em risco de extinção, como a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) (CUSTÓDIO e RIBEIRO, 2021). Os animais, atualmente, com o maior número de indivíduos que circulam no local e mais facilmente avistados são os quatis (*Nasua nasua*) e os gambás, das espécies *Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita*.

Os mamíferos constituem organismos importantes para o estudo de qualidade ambiental, configurando-se como bioindicadores. Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema (CALLISTO & GONÇALVES, 2002; PRESTES & VICENCI, 2019). Para ser biologicamente relevante, um indicador deve

apresentar mudanças em resposta a um estressor, mas não ser tão sensível às mudanças discretas as quais não apresentem motivo para preocupação, ou que indiquem variações triviais sem importância biológica (O'CONNOR & DEWLING, 1986). A utilização de bioindicadores permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição (PRESTES & VINCENCI, 2019).

Estudos com bioindicadores podem ser utilizados para alguns objetivos, tais como: demonstrar se determinada perturbação tem ou não um impacto biótico, e fornecer informações críticas para a conservação do táxon ou grupo indicador (BUTTERFIELD *et. al.*, 1995). O uso de mamíferos como bioindicadores, além de contribuir para o avanço do conhecimento ecotoxicológico, pode ser útil como indicador indireto de exposição de outros grupos faunísticos que habitam áreas impactadas (BUTTERFIELD *et. al.*, 1995; PRESTES & VINCENCI, 2019).

Os contaminantes ambientais podem influenciar quase todos os aspectos da ecologia e do comportamento dos animais de vida livre, ocasionando danos à saúde e comprometendo as taxas de reprodução e sobrevivência das espécies, podendo alterar a dinâmica populacional (DUARTE *et. al.*, 2011; NICODEMO *et. al.*, 2008). Além de bioindicadores, espécies generalistas e com alta distribuição geográfica, como os quatis e os gambás, tornam-se indicadoras para a presença e circulação de agentes tóxicos e de patógenos em determinada região, podendo ser utilizados como animais sentinelas na monitoração da saúde animal, humana e ambiental (BURGER *et al.*, 2002; BISCHOF; ROGERS, 2005).

Assim, torna-se fundamental o monitoramento toxicológico de metais essenciais e tóxicos em mamíferos selvagens como um importante passo na compreensão da importância desses animais como bioindicadores. Dessa forma, o presente estudo objetivou pesquisar e quantificar a presença de metais tóxicos e biologicamente essenciais em amostras biológicas provenientes de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) que coabitam seis diferentes parques urbanos de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Espécies estudadas

2.1.1 Quatis (*Nasua nasua*)

Os quatis são mamíferos pertencentes à ordem Carnivora e à família Procyonidae, que é composta por seis gêneros e 14 espécies. O gênero *Nasua* é composto por duas espécies, sendo elas *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766), com nome popular de quati-de-cauda-anelada e *Nasua*

narica (Linnaeus, 1766), conhecido popularmente como quati-de-nariz-branco, com diferentes distribuições. Enquanto *N. narica* possui área de vida abrangendo o sul dos Estados Unidos, passando pelo México, Texas e América Central (GOMPER, 1995), o *N. nasua* tem ampla distribuição na América do Sul, estando presente na Colômbia, Venezuela, Suriname, Peru, Bolívia, Argentina, Paraguai e Brasil (DECKER & WOZENCRAFT, 1991; BEISIEGEL, 2001).

No Brasil, *N. nasua* já foi registrada em todos os biomas e é a única existente no território nacional (EMMONS & FEER, 1997; SILVA *et al.*, 2001; CÂMARA & MURTA, 2003). A espécie é classificada como a 15ª espécie de mamífero mais abundante em florestas neotropicais, mas ainda é menos estudada quando comparada com a espécie *N. narica* (BEISIEGEL, 2001).

N. nasua são carnívoros de médio porte, podendo possuir de 3 a 7 kg e medindo cerca de 1 metro de comprimento, variando conforme idade e gênero, os machos geralmente sendo maiores que as fêmeas. São animais que possuem um longo nariz móvel, com a cor variando entre o cinza e o marrom. A cauda, que é uma das características mais marcantes desses indivíduos, possui um padrão anelado, intercalando faixas de pelos mais claros e mais escuros (Figura 2). Possuem patas com garras longas e afiadas e dentes caninos bem proeminentes (GOMPPER, 1995; PINE, 1999; EISENBERG; REDFORD, 1999).

Figura 2 - Quati (*Nasua nasua*), Minas Gerais – 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022.



São animais gregários e convivem geralmente em bandos de 30 indivíduos, formados majoritariamente por fêmeas e seus filhotes (CRESPO, 1982; SCHALLER, 1983; PINE, 1999). Por outro lado, os machos adultos possuem comportamento solitário, sendo expulsos dos bandos em torno do terceiro ano de vida e se encontram novamente com os bandos somente nos períodos de acasalamento, que ocorrem geralmente no final da primavera (EISEMBERG & REDFORD 1999; NAKANO-OLIVEIRA, 2002; ROCHA., 2001; ROCHA-MENDES *et al.*, 2005).

A prenhez compreende de 10 a 11 semanas e a gestação dura por volta de 70 a 80 dias, nascendo entre dois e sete filhotes. Com cinco semanas de vida abandonam o ninho e passam a acompanhar as fêmeas em caminhadas (TEIXEIRA e AMBROSIO, 2007). As fêmeas atingem a maturidade sexual aos dois anos de idade, enquanto os machos por volta de três anos (BEISIEGEL, 2001). Além disso, as fêmeas possuem a tendência de se afastarem do bando e formarem novos grupos, reduzindo a possibilidade de consanguinidade (GOMPPER, 1996; GOMPPER *et al.*, 1997).

Na natureza, passam cerca de 90% do tempo forrageando o solo e fuçando o substrato em busca de alimento. Possuem dieta carnívora e/ou onívora, e costumam alimentar-se de pequenos artrópodes, como besouros, milípedes, aranhas, caracóis e lagartas, que constituem aproximadamente 60% de sua dieta. Ainda, também podem se alimentar de pequenos

vertebrados, como rãs, lagartos e serpentes, pequenas aves, roedores e ovos. O restante da dieta é complementada com frutas de uma grande variedade e, por evacuarem sementes quase intactas (Figura 3), são considerados bons dispersores de sementes (WHITESIDE, 2009).

Figura 3 - Fezes de quati (*Nasua nasua*), Minas Gerais, 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022.



Por possuírem uma dieta tão diversificada e que facilmente pode sofrer influência antrópica, esses animais são rotineiramente encontrados em áreas urbanas. Isso foi demonstrado por Rodrigues (2017), que encontrou a presença de alimentos processados, resíduos não digeridos descartados e frutos cultivados nas fezes de quatis.

2.1.2 Gambás (*Didelphis* sp.)

Os gambás são mamíferos pertencentes à ordem Didelphimorphia e à família Didelphidae, que é composta por 16 gêneros e 55 espécies (VOSS; JANSÁ, 2009), pertencentes ao gênero *Didelphis*. Dentro da ordem, são conhecidos por diversos nomes comuns, sendo gambá, timbú, cassaco, saruê, sariguê e mucura alguns deles. A maior parte dos gambás tem distribuição geográfica que se estende do sul do Canadá à porção central da Argentina, ocorrendo numa ampla variedade de habitats, incluindo áreas de montanhas e florestas (EMMONS & FEER, 1990).

No Brasil, são encontradas quatro espécies do gênero: gambá-comum (*Didelphis marsupialis*) (Carl Linnaeus, 1758), amplamente distribuído no território brasileiro, desde a região amazônica até o sul do país; gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) (Lund, 1840) habita principalmente o nordeste e sudeste do Brasil; gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) (Prince Maximilian of Wied-Neuwied, 1826), que é encontrado no Rio Grande do Sul, na Amazônia e em regiões da Mata Atlântica. Por fim, também é encontrado o gambá-de-orelha-branca-da-guiana (*Didelphis imperfecta*) (Edgardo Mondolfi, 1984), que habita a região norte do Brasil (CÁCERES, 1999; MONTEIRO-FILHO, 2007; GARDNER, 2008).

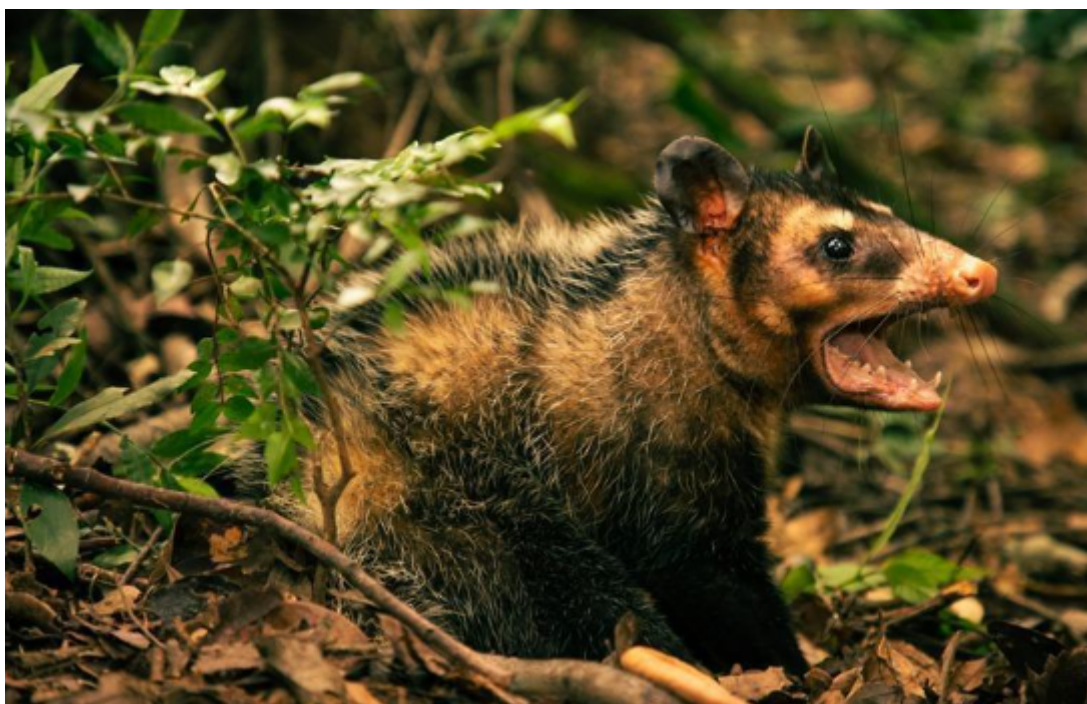
Os *D.albiventris* (Figura 4) ocorrem em algumas regiões da América do Sul, tais como em porções leste e centro-oeste do Brasil, Paraguai, Uruguai, nas regiões norte e central da Argentina e no sul da Bolívia (LEMONS & CERQUEIRA, 2002). No Brasil, a espécie é popularmente chamada de gambá-de-orelhas-brancas e apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo nos grandes biomas do país, incluindo a Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica e Campos do Sul (CERQUEIRA, 1985; EMMONS & FEER, 1990; PAGLIA *et al.*, 2012). A espécie é classificada como frugívora-onívora, podendo consumir roedores e aves de pequeno porte, répteis, insetos, caranguejos e frutos (EISEMBERG & REDFORD, 1999).

Figura 4 - Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), Minas Gerais, 2009. Fonte: Nadja Simbera, 2009.



Já os *D. aurita* (Figura 5), popularmente chamados de gambá-de-orelha-preta, distribuem-se na porção leste, centro-oeste e sul do Brasil, Paraguai e Argentina (PAGLIA *et al.*, 2012). É comum em toda sua área de distribuição, com grande plasticidade ecológica aos mais variados habitats, inclusive aos grandes centros urbanos (CÁCERES & MONTEIRO-FILHO, 1997). São classificados como onívoros, alimentando-se de invertebrados, aves, répteis, pequenos mamíferos, sementes e frutos e de restos alimentares provenientes da alimentação humana (PASSAMANI, 2000).

Figura 5 - Gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), Minas Gerais, 2022. Fonte: Augusto Gomes, 2022.



Os gambás, no geral, são mamíferos, marsupiais, de hábitos solitários, terrestres e arborícolas e possuem hábitos crepusculares e noturnos (SCHMIDT, 2016). Podem medir de 40 a 50 centímetros de comprimento, sem contar a cauda, que pode somar mais 40 centímetros. Possuem uma cabeça alongada e a cauda com pelos apenas na região proximal e é preênsil, tendo capacidade de enrolar-se a um suporte (KRAUSE & KRAUSE, 2006). Assim como outros marsupiais, as fêmeas possuem marsúpio, localizado na região abdominal caudal. Durante a reprodução, a bolsa serve como um abrigo seguro para os filhotes (SAMOTO *et. al.*, 2006).

São animais com comportamento territorial, podendo haver disputas por território e por fêmeas. Quando ameaçado, o gambá se defende abrindo a boca e emitindo sons agudos junto

com a eliminação de uma secreção de odor fétido, proveniente das glândulas perianais especializadas (GOIN *et. al.* 2016). Ainda, também podem apresentar comportamento de tanatose, que, ao se deparar com uma situação de perigo, ficam imóveis por longos períodos, simulando uma situação de óbito por até seis horas (FLÓRES-OLIVEROS; VIVAS-SERNA, 2019).

São considerados animais oportunistas em conformidade com a disponibilidade de alimentos, podendo alimentar-se também de lixo humano (CÁCERES, 2001). Além disso, podem alimentar-se de animais peçonhentos, como serpentes, escorpiões e aranhas sem se envenenarem, sendo resistentes às peçonhas, podendo agir, portanto, como importante controle biológico de pragas (PAGLIA *et. al.*, 2012). Por também se alimentarem de sementes, possuem papel fundamental no processo de dispersão vegetal, podendo ser encontrados vários tipos de sementes em suas fezes (CANTOR *et. al.*, 2010).

Podem ser considerados animais sinantrópicos, com ampla capacidade de adaptação a variações ambientais, resistindo bem em ambientes degradados e às agressões sofridas em seu ambiente (CUBAS *et al.*, 2007). Ainda, o gênero *Didelphis* possui importância epidemiológica, tornando-se espécies essenciais no ciclo de diversas doenças de caráter zoonótico, como a leptospirose, leishmaniose visceral e cutânea, e a doença de chagas (GOMES NETO, 2006). Essa capacidade de tornar-se sinantrópico associada ao reduzido número de predadores e à facilidade de encontrar alimentos e abrigos em áreas urbanas e periurbanas propiciam a esses animais um estreito convívio com humanos e animais domésticos (BERTOLA *et al.*, 2006).

2.2 Ocorrência e Toxicologia dos elementos - traço em estudo

Os elementos-traço são aqueles que ocorrem em níveis de parte por milhão, isto é, em pequenas quantidades, teores traços. Podem ser divididos em tóxicos, onde geralmente estão os metais tóxicos, como o alumínio, níquel, chumbo, cádmio, mercúrio, berílio e urano e biologicamente essenciais, como cobre, cobalto, selênio, cromo, ferro, manganês, molibdênio e zinco (MARCHI, *et. al.*, 2008). Os metais tóxicos são capazes de realizar reações químicas que não são metabolizadas pela maioria dos organismos vivos, podendo interferir no sistema endócrino e acumular-se ao longo da cadeia alimentar (RUPPENTHAL, 2013).

Como resultado, ocorre o processo de bioacumulação, podendo ser ainda mais grave em espécies que ocupam níveis tróficos mais altos e que se alimentam de outros indivíduos, provocando a biomagnificação (BURGER e GOCHFELD, 2000). A biomagnificação consiste na transferência de metais tóxicos para ao menos dois níveis tróficos em uma cadeia alimentar (SANTANA *et. al.*, 2017). Isto ocorre quando os metais são acumulados em um organismo e

são transferidos ao longo da cadeia, principalmente por meio do processo de alimentação dos indivíduos.

Em geral, os chamados produtores primários absorvem o metal do ambiente e são transferidos para os consumidores primários por meio da ingestão desses e assim sucessivamente. E, além da ingestão, esses produtores, sejam primários, secundários ou predadores, podem também adquirir os metais por meio da interação com o meio ambiente, aumentando os níveis de contaminação no organismo (WANG, 2002; GRAY, 2002).

A intoxicação por metais tóxicos pode ser causada de várias formas, entre elas: a exposição em excesso às substâncias; ingestão por meio de alimentação e/ou água ou pelo contato com a pele (CALABUIG, 2004). Dessa forma, os principais metais que podem estar em contato com os animais e causar alterações são o alumínio, o cádmio, o chumbo e o mercúrio, que podem se distribuir por todo o organismo, gerando danos à vários órgãos e levando a alterações bioquímicas e celulares (COLACIOPPO, 2020).

As alterações provocadas por essa intoxicação podem resultar em uma piora abrupta no estado de saúde dos indivíduos, incluindo sintomas como vômitos, fraqueza muscular, alterações na coloração e consistência das fezes, perda de apetite e, em casos mais graves, convulsões (SALABERT, 2014). Também são capazes de prejudicar a reprodução, já que interferem na atividade das glândulas endócrinas e, conseqüentemente, na produção de hormônios fundamentais para tal processo, como o hormônio folículo estimulante, e luteinizante, o do crescimento e o tireotrófico (COSTA *et al.*, 2020).

Um indivíduo com suspeita de intoxicação deve ser submetido a exames toxicológicos. Em caso de cadáveres, amostras de vísceras como fígado, rins e intestino, que são órgãos-chave para a metabolização e excreção de substâncias tóxicas (KANANI, J. *et al.*, 2024), podem ser utilizadas na análise. Já em casos de indivíduos vivos, amostras de pelos, penas, fezes, urina, leite e sangue são utilizados nas análises toxicológicas. O pelo é uma matriz composta principalmente por queratina, juntamente com uma parcela de água, lipídios e sais minerais (BORDIN *et al.*, 2015).

O pelo de animais é comumente utilizado para monitorar concentrações de elementos-traço porque pode ser facilmente coletado de indivíduos vivos ou mortos (LORD *et al.* 2002). Além disso, mudanças nas concentrações dos metais podem refletir alterações relacionadas à idade em perfis metabólicos ao longo da vida e, portanto, também podem ser usados para prever o risco de doenças crônicas relacionadas à idade (AMBESKOVIC *et al.* 2013). Assim, os pelos refletem o acúmulo e concentração dos elementos de interesse durante

meses ou anos e por isso representam um processo longo de exposição a determinado elemento, além de ser um método não invasivo de análise (RAY et al, 1997).

O sangue é um fluido biológico composto por água, proteínas, gorduras, sais minerais e células. A análise toxicológica do sangue permite estimar o tempo que se passou entre o uso ou exposição e a detecção da substância no organismo, indicando a avaliação de intoxicação aguda (BORDIN *et al.*, 2015). Além disso, é um material muito utilizado pela capacidade de fornecer, de forma apropriada, a correlação da concentração do elemento no sangue com o estado clínico do indivíduo (BORDIN et al., 2015).

Por outro lado, o diagnóstico clínico presuntivo da intoxicação por metal fundamenta-se no histórico, sinais clínicos e possíveis correlações com exames complementares. Segundo Monteiro *et al.* (2013), no hemograma de aves de companhia, por exemplo, observa-se anemia severa regenerativa, hipocrômica, mudanças morfológicas de células, policromasia e anisocitose, enquanto no perfil bioquímico têm-se relatos de níveis aumentados de LDH (desidrogenase láctica), AST (aspartato aminotransferase), CPK (creatinofosfoquinase), creatinina, ácido úrico e proteína total.

Anteriormente, os efeitos tóxicos dos metais eram considerados como eventos que ocorriam a curto prazo, sendo agudos e evidentes, tendo como principais sinais a anúria e a diarreia sanguinolenta, em casos de contaminação por mercúrio, por exemplo (GUILHERME *et. al.*, 2005). No entanto, ao longo dos anos a concepção a respeito desses efeitos foi sendo alterada e, atualmente, é levado em consideração as alterações a médio e longo prazo, que ainda são, de certa forma, desconhecidas em sua totalidade, haja visto que há a exposição a pequenas concentrações por um longo período (ARIAS *et al.*, 2007).

2.3 Fontes de intoxicação por elementos - traço

Os metais podem ser inseridos no ambiente de várias formas diferentes, como: fontes naturais, atividades agrícolas e industriais; efluentes domésticos, entre outros. Na natureza, a principal forma de liberação desses elementos é de origem geológica ou de afloramentos rochosos. A concentração e variedade de liberação dos metais depende do tipo de rocha e das condições ambientais no local, que irão iniciar e continuar com o processo de desgaste. Um exemplo é o das rochas ígneas, como a olivina, que libera grandes quantidades de manganês (Mn), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu) e zinco (Zn) (SOUZA, 2018).

Outras fontes de liberação de metais de forma natural são: emissões vulcânicas, que geralmente liberam quantidades de alumínio (Al), zinco (Zn), manganês (Mn), chumbo (Pb), níquel (Ni), cobre (Cu) e mercúrio (Hg) (NIEBOER & RICHARDSON, 1990); aerossóis

marinhos e incêndios florestais, que podem liberar metais mais voláteis, como o mercúrio (Hg) e o selênio (Se) (NAGAJYOTI, 2010). Por outro lado, as principais formas antropogênicas que podem liberar elementos-traço são aquelas provenientes de atividades agrícolas, que podem incluir o uso de fertilizantes, calagem, águas de irrigação e agrotóxicos (ALLOWAY & AYRES, 1997).

Alguns fertilizantes, principalmente os fosfatados, podem liberar quantidades consideráveis de cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn). O uso frequente e descarte incorreto de agrotóxicos pode promover a contaminação de águas superficiais e subterrâneas (SPADOTTO, 2010) e do solo, promovendo a intoxicação de plantas, animais e dos seres humanos (HENN, 2009). Além disso, alguns sais minerais fornecidos para os animais são subprodutos e resíduos de agroindústrias que podem apresentar elevados índices de metais (ABDALLA *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Também é importante destacar as fontes industriais que podem liberar metais tóxicos, incluindo principalmente atividades de mineração e refinamento. O tipo de material liberado depende exclusivamente do tipo de extração, de forma que minas de carvão são fontes principais de arsênio (As), enquanto extração de ouro (Au) libera principalmente quantidades elevadas de mercúrio (LACERDA, 1997). Outras formas de contaminação ambiental são os efluentes domésticos, constituídos de águas não tratadas que podem acabar sendo liberadas no mar (BRADFORD, 1997).

Os metais podem ser transportados entre os ambientes a partir da atmosfera (STEIMES, 1980), de forma que o transporte desses materiais ocorre a partir da atmosfera para o solo e vegetação por queda de poeira, precipitação a granel ou processos de adsorção a gás (ANDERSEN, *et al.*, 1978). Devido a essa grande difusão de agentes tóxicos, em algum momento esses xenobióticos acabam entrando em contato com os animais, seja pela ingestão de forrageiras, gramíneas, águas de ambientes contaminados ou ingestão de outros animais, seguindo a cadeia alimentar (CASTRO, 2006; STARK *et al.*, 2021) ou em locais que são contaminados por rejeitos de mineração, principalmente ao redor de áreas em que ocorrem atividades de extração.

2.4 Principais metais não essenciais

2.4.1 Alumínio

O alumínio é um elemento químico que pode ser encontrado no ar, na água, no solo, em plantas e em vários tipos de tecidos biológicos (NANDA *et al.*, 2014). À temperatura ambiente é um metal sólido e, por possuir propriedades distintas, como a leveza (densidade =

2,7g/cm³), alta condutividade elétrica e baixo ponto de fusão, permite que seja utilizado na produção de vários materiais, como ligas metálicas e laminados (CARDOSO *et. al.*, 2011).

É o terceiro elemento mais abundante da superfície terrestre, ficando atrás apenas do oxigênio e do silicone e, apesar de estar naturalmente no meio ambiente, também pode ser liberado ao ambiente por meio de ação humana. A principal forma de contaminação por alumínio, atualmente, se dá pela ingestão de alimentos e de água contaminados, uma vez que ele pode ser utilizado no tratamento de água e na indústria alimentícia (NANDA *et. al.*, 2014).

A absorção geralmente é baixa (0,01 – 0,1%) (COLOMINA *et. al.*, 2017), já que, após a digestão ácida no estômago, os compostos de alumínio levam à formação de hidróxido de alumínio, que precipita. Assim, cerca de 95% de todo o composto ingerido é excretado nas fezes (COLOMINA *et. al.*, 2017), resultando numa fração mínima disponível para absorção. Uma vez absorvido, é transportado principalmente pela transferrina, mas uma pequena fração é transportada pelo citrato. Quase toda a fração absorvida é eliminada pelos rins, sob a forma de citrato e excretada na urina e, quando não absorvida, é eliminada nas fezes.

O principal mecanismo de toxicidade do alumínio envolve a perturbação da homeostasia de metais, como o magnésio, o cálcio e o ferro. As suas propriedades físicas e químicas permitem que mimetize tais metais nas suas respectivas funções biológicas, desencadeando anormalidades bioquímicas (COLOMINA *et. al.*, 2017). No entanto, por possuir diversos mecanismos que dificultam sua absorção e acumulação, o metal é mais nocivo a indivíduos, humanos e animais, que possuem função renal comprometida (FLORA, 2014), por facilitar a acumulação e consequentemente toxicidade.

Em seres humanos, existem estudos sobre os efeitos nocivos do elemento ao organismo, destacando-se: doença de Alzheimer (EXLEY, 2013), a demência, a fibrose pulmonar (SJORGREN *et. al.*, 2007), a encefalopatia aguda e a anemia microcítica resistente ao ferro (KLEIN, 2005; EXLEY, 2013). Essas manifestações podem ser agudas ou crônicas, a depender da taxa e da quantidade de metal acumulado no organismo.

2.4.2 Chumbo

O chumbo é um metal com alta capacidade acumulativa, sendo um dos poluentes mais perigosos encontrados no ambiente. Esse metal é um contaminante comum do ambiente, podendo ocorrer de forma natural e é utilizado em diversos setores industriais (SADAO, 2002). Na atmosfera, o chumbo encontra-se na forma de partículas. Rios, lagos e oceanos podem também apresentar concentrações de chumbo provenientes de ações naturais ou

humanas (PAOLIELLO e DE CAPITANI, 2003).

A absorção do chumbo depende da concentração e do tempo de exposição ao metal, além dos fatores relacionados ao indivíduo, como idade e estados fisiológicos (SALGADO, 2003). A maior parte do chumbo entra no organismo humano pelas vias respiratória e gastrointestinal. Após a absorção, o chumbo pode ser encontrado no sangue, tecidos moles e mineralizados (ATSDR, 1990). Ao atingir a corrente sanguínea, se distribui pelo organismo por duas formas: ligado aos eritrócitos ou pelo plasma (KATZUNG *et al.*, 2014). A excreção ocorre por várias rotas, sendo as principais os rins e o sistema gastrointestinal. A quantidade excretada, independente da rota, é afetada pela idade, características da exposição e dependente da espécie (ERKKILA *et al.*, 1992).

A exposição pode causar danos aos sistemas hematopoiético, urinário, esquelético, nervoso e reprodutivo, por meio de alterações nas funções bioquímicas e fisiológicas (ASSI *et al.*, 2016). Em uma exposição maior, pode ocorrer a reversibilidade de mudanças bioquímicas e funcionais, uma vez que o chumbo é capaz de interferir no funcionamento de membranas celulares e de enzimas. A intoxicação aguda do chumbo é rara, mas pode ocorrer e provocar náuseas, dores abdominais, vômitos, fezes enegrecidas (KOSNETT, 2003). Já em intoxicações crônicas, que são as mais comuns, pode haver a alteração em sistema gastrointestinal, neuromuscular e sobre o sistema nervoso central, podendo também alterar a pressão arterial, assim como causar alterações hepáticas e renais (JACOB *et al.*, 2002).

2.4.3 Mercúrio

O mercúrio é o único metal encontrado no estado líquido à temperatura e pressão ambiente e pode ser encontrado nas formas metálica, orgânica e inorgânica (ROCHA *et al.*, 2000). A forma metálica é o estado líquido e é muito volátil; a forma inorgânica induz efeitos toxicológicos, levando a alterações neurológicas, corrosivas, renais e até mesmo causando doenças na pele; por fim a forma orgânica pode distribuir-se uniformemente por todo o corpo, causando alterações no cérebro, rim, fígado e na pele (ALMEIDA, 2005).

Esse metal possui várias formas de introdução nos ecossistemas, tanto naturais quanto a partir de atividades humanas. Para as formas naturais, o principal aporte está na precipitação dos vapores de mercúrio, erupções vulcânicas e evaporação dos corpos hídricos (WHO, 1989). Já as fontes antropogênicas, podem ser decorrentes de atividades de mineração, principalmente da extração do ouro, processos industriais, queima de combustíveis fósseis e

incineração de produtos químicos (ONUAL, 2002).

A inalação de vapor de mercúrio é totalmente absorvida pelos pulmões, chegando rapidamente ao sistema nervoso central. Já os sais solúveis podem ser ingeridos por via oral, tendo acesso total à circulação sanguínea (WHO, 1989). Por fim, os compostos orgânicos são absorvidos quase que totalmente pelo trato gastrointestinal e atravessam facilmente as barreiras do organismo, causando mais efeitos deletérios do que os compostos inorgânicos. Todas as formas são eliminadas nas fezes e na urina (ONUAL, 2002)

Por conta de suas características, como lipossolubilidade, levando à capacidade de atravessar as barreiras hematoencefálica e placentária, e efeito teratogênico, o mercúrio se torna um dos metais mais relevantes do ponto de vista toxicológico (AZEVEDO *et. al.*, 2001). A toxicidade depende da solubilidade e da susceptibilidade de cada espécie intoxicada. A forma aguda, que pode ocorrer pela ingestão acidental dos compostos do metal, pode causar cólicas, vômitos e diarreia, levando a uma gastroenterite grave e até podendo evoluir para a forma hemorrágica (JONES, 2000). Já a forma crônica de intoxicação, que ocorre quando há a ingestão de pequenas quantidades do metal por longo período, pode levar à depressão, anorexia, emaciação, andar rígido, podendo evoluir para alopecia, petéquias, diarreias persistentes, fraqueza, incoordenação e convulsões (RADOSTITS *et al.*, 2002).

O diagnóstico da intoxicação por mercúrio pode ser feito por meio de exames histopatológicos e toxicológicos, avaliando-se amostras de rins, lesões bucais, coração, pele e cérebro. E como diagnósticos diferenciais tem-se gastroenterite, nefrose, intoxicação por chumbo e por arsênico (RADOSTITS *et al.*, 2002).

2.4.4 Cádmio

O cádmio em sua forma pura é um metal branco-prateado e que está presente na crosta terrestre, geralmente encontrado em associação com vários outros metais. Dessa forma, pode ser extraído juntamente com outros processamentos, como o do zinco, do chumbo e/ou do cobre (ANGELIS *et al.*, 2017). Pode ser adicionado ao ambiente de formas naturais, como atividade vulcânica, intemperismo de rochas, incêndios florestais e mobilização de solos (ANGELIS *et. al.*, 2017). Já de forma antrópica, pode estar presente em derivados de baterias, pesticidas, fertilizantes e queima de combustíveis fósseis (ANGELIS *et. al.*, 2017).

A exposição pode ocorrer pela ingestão de água contaminada, inalação de vapor ou tabagismo, no caso de seres humanos. A absorção ocorre mais frequentemente pela via

respiratória, correspondendo a 95%, enquanto os outros 5% são absorvidos pelo trato gastrointestinal, podendo estar aumentada quando há uma dieta pobre em cálcio, ferro ou em proteína (ABERNETHY *et. al.*, 2010). Quando absorvido, é transportado pelos eritrócitos até o fígado, sendo depositado e transportado novamente para os rins onde é dificilmente eliminado, levando à toxicidade ao órgão. É lentamente excretado por via urinária e biliar, facilitando o acúmulo ao longo do tempo (KLAASSEN *et. al.*, 2001; HECHT *et. al.*, 2016).

Em doses agudas pode afetar alguns órgãos alvos como os rins, fígado, testículos e intestino. A exposição crônica em humanos favorece o surgimento de câncer de múltiplos órgãos, como no fígado, rins, pulmão, sistema hematopoiético, reprodutor e outros (WAALKES, 2000; SARKAR *et al.*, 2013). Na maioria dos estudos sobre a distribuição do cádmio no organismo animal, estima-se que o metal, ao atingir a corrente sanguínea, liga-se à proteína albumina, sendo transportado até o tecido hepático e causando danos ao órgão (SARKAR *et al.*, 2013).

Também é um elemento que possui alta capacidade bioacumulativa e pode competir com os elementos essenciais, causando alterações nos organismos, como a desregulação da cascata de hormônios e apoptose (CUPERTINO *et. al.*, 2017). Além disso, independente da concentração do metal nos organismos, este se deposita também no tecido renal, acarretando em lesões a este órgão, já que é capaz de interferir no metabolismo do fósforo e do cálcio em decorrência da inibição da síntese de vitamina D, resultando também em patologias ósseas em humanos (KLAASSEN, 2001; SIMMONS *et al.*, 2005).

2.4.5 Níquel

O níquel é um metal em que na forma metálica é branco prateado, possuindo grande resistência à corrosão e oxidação pelo ar, água e agentes alcalinos. Sua liberação na forma natural ocorre por meio de atividades vulcânicas e erosões (SCHAUMLÖFFEL, 2012), enquanto de forma antrópica pode ser liberado por meio de atividades de mineração e industriais, como na produção de objetos de aço inoxidável, galvanização, baterias e pigmentos.

O metal pode ser encontrado na forma de sais de níquel de ácidos orgânicos fortes, com característica de alta solubilidade em água, e sais de níquel de ácidos inorgânicos fracos, geralmente insolúveis (AZEVEDO *et al.*, 2003). Como a maioria dos metais, a toxicidade depende da via de exposição e solubilidade dos compostos, sendo as principais a água para consumo, alimentos, ar, exposição industrial e cigarros (DAS *et. al.*, 2008). Quando absorvido,

percorre o corpo pelo sangue, se ligando principalmente à albumina do plasma. Sua principal rota de excreção é via urina, independente da rota de absorção (KANG *et al.*, 2012).

A inalação das partículas de níquel leva a diversos danos nos pulmões, como irritação, inflamação e enfisema, e danos às cavidades nasais e mucosas. Foram reportados em humanos casos de hiperplasia das células pulmonares, fibrose, pneumoconiose e asma de origem alérgica (SCHAUMLÖFFEL, 2012). Além disso, também é capaz de gerar células carcinogênicas, por ser capaz de se associar a moléculas nucleares e do DNA humano. Em animais, existem estudos experimentais em ratos Wistar, que comprovou que o metal pode levar a danos a células reprodutivas masculinas, afetando o processo espermato gênico (OLIVEIRA, 2010).

2.4.6 Urânio

O urânio (U) é um metal com altos pontos de fusão (1132 °C) e de ebulição (3818 °C), e é o elemento natural de maior número atômico presente na tabela periódica (DUARTE, 2002). É um material branco, maleável, dúctil, com bastante dureza e, quando exposto ao ar, forma em sua superfície uma camada de óxido (AMARAL, 2006). Possui 22 isótopos, com características físicas parecidas, como ponto de fusão, ponto de ebulição e volatilidade, diferenciando-se nas atividades radioativas, como meia-vida e modo de decaimento (WHO, 2001).

De forma natural pode ser encontrado em rochas, no mar e na água doce, podendo ser liberado pelo vento, erosão e erupções vulcânicas (WHO, 2001). Também pode ser liberado a partir de atividades antrópicas, como em atividades de mineração que, mesmo após desativadas, podem continuar liberando o elemento para o meio ambiente.

A contaminação pode ocorrer de diversas formas, entre elas: inalação de partículas de pó do metal, contato dérmico, ingestão de água contaminada e de alimentos contaminados, quando não lavados corretamente podem se transformar em uma fonte primária do metal na dieta (ATSDR, 2013). A toxicidade também varia conforme a via de exposição e do composto que é formado, de modo que compostos mais solúveis, como nitrato de urânio e fluoreto de urânio são agentes tóxicos mais potentes (ZÁVODSKA, 2013).

Quando em contato com a corrente sanguínea, o metal pode sofrer oxigenação e possuir comportamento biológico similar ao dos alcalinos terrosos, como cálcio, estrôncio, bário e rádio. Devido à baixa afinidade com os componentes do sangue de alto peso molecular, o íon é transferido rapidamente do sangue para os tecidos ou excretado pelo corpo (WHO, 2001). Em humanos, quando depositado nos ossos, situa-se principalmente nos cristais de hidroxiapatita, ligando-se aos grupamentos fosfatos destes cristais (LARIVIÈRE, 2013). A excreção do metal

ocorre principalmente pelo trato urinário, digestório e em partes pelo trato respiratório, a depender da forma de contaminação.

Os efeitos, que são principalmente renais e respiratórios, decorrentes da exposição dos seres humanos e animais ao urânio são geralmente atribuídos às propriedades químicas deste elemento (ATSDR, 2013). Em estudos recentes em animais de laboratório, demonstrou-se que a toxicidade produz danos químicos nas células tubulares renais e no trato respiratório, podendo também afetar o sistema reprodutivo (KONIETZKA, 2015; DUBLINEAU, 2006). Em seres humanos os efeitos também foram parecidos, principalmente em populações que residem próximas a área de extração do metal.

2.4.7 Arsênio

O arsênio (As) é um metaloide, por ter propriedades físicas e químicas que se situam entre as de metais e não metais, que ocorre nas formas inorgânica e orgânica e, geralmente, as formas inorgânicas são mais tóxicas, em comparação com as orgânicas (EFSA, 2009). Frumkin e Thun (2001) demonstraram que o arsênio inorgânico é um indutor genético caracterizado como agente carcinogênico e a forma inorgânica trivalente reage com grupos sulfidril de proteínas afetando a atividade de muitas enzimas que contém este grupo.

O As é um contaminante ambiental encontrado no ar, águas e alimentos, e as fontes de contaminação podem ser naturais e/ou antrópicas. Naturalmente é encontrado principalmente em rochas ricas em minérios metálicos não-ferrosos como cobre, chumbo e ouro, e disseminado por meio de atividades vulcânicas. Altos teores do metal oriundos da lixiviação de rochas e solos têm sido encontrados nas águas, sendo esta a razão dos problemas de contaminação pelo elemento em diversas regiões (CASTILHOS *et al.*, 2020). De forma antropogênica, pode ser liberado por atividades de mineração de metais não ferrosos e fundição, aplicação de agrotóxicos, combustão de carvão e madeira e incineração de resíduos urbanos (CASTILHOS *et al.*, 2020; GONÇALVES *et al.*, 2010).

Quando presente no solo, o As forma complexos insolúveis com óxidos de ferro, alumínio e magnésio e, nessa forma, o metal apresenta pouca mobilidade. No entanto, pode ser liberado da fase sólida sob condições redutoras, resultando em formas com maior mobilidade, as quais podem lixiviar para a água subterrânea ou escoar para águas superficiais e bioacumular em vegetais e grãos (OGA *et al.*, 2021). A mobilização do As no meio ambiente se dá pela combinação de eventos que incluem processos naturais como a meteorização das rochas, emissões vulcânicas e atividades biológicas, bem como processos antropogênicos, como o uso

de pesticidas e herbicidas, combustíveis fósseis, atividades de mineração (GONÇALVES *et al.*, 2010).

É um metaloide considerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) uma das 10 substâncias de maior preocupação para a saúde pública. A exposição não ocupacional ao metal ocorre principalmente por ingestão de água contaminada e alimentos. A exposição ambiental por via inalatória é considerada mínima, porém há relatos de absorção pela pele quando em contato direto, principalmente na exposição ocupacional (OGA *et al.*, 2021).

O arsênio está presente em quantidades mínimas em vários alimentos, porém em concentrações mais relevantes em frutos do mar, carnes e grãos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) regulamentam as concentrações máximas de arsênio em alimentos e estabelece valores seguros para o consumo humano e animal (SAKUMA *et al.*, 2003; OGA *et al.*, 2021).

Após ser absorvido, a distribuição depende da duração da administração e do composto arsenical específico envolvido. Cada uma das formas de arsênio tem propriedades físico-químicas e biodisponibilidade diferentes. Vários estudos em ratos, camundongos e em humanos indicam que o arsenito e arseniato presentes em água potável são quase completamente (95%) absorvidos após a ingestão (ATSDR, 2007).

O elemento é armazenado principalmente no fígado, nos rins, coração e nos pulmões. Em virtude do teor elevado de grupos sulfidrílicos na queratina, as concentrações mais altas de arsênico são observadas no cabelo e nas unhas (ATSDR, 2007). A deposição nos cabelos começa algumas semanas após a administração e o arsênio pode ficar armazenado nessas estruturas durante anos. O arsênio também pode ficar depositado nos dentes e ossos por longos períodos. A principal via de eliminação é pela urina, porém também pode ser eliminado pelas fezes, suor, leite, cabelo, pele e pulmões (ATSDR, 2007).

Os sinais e sintomas clínicos iniciais de intoxicação aguda são: dor abdominal, vômito, diarreia, vermelhidão da pele, dor muscular e fraqueza. A exposição crônica de arsênio, mesmo em concentrações baixas, pode causar lesões dérmicas, com hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, em seres humanos. Os quadros crônicos são mais comuns em seres humanos expostos diariamente a pequenas doses, em regiões contaminadas ou de forma ocupacional (GONTIJO & BITTENCOURT, 2005).

No entanto, contrariamente aos seres humanos, onde o potencial carcinogênico é evidente, os estudos em animais experimentais geralmente não demonstraram aumento na incidência de tumores após a exposição oral crônica ao arsênio inorgânico (ESFA, 2009). Uma

exceção foram estudos em camundongos demonstrando carcinogênese transplacentária (LIU e WAALKES, 2003; WAALKES *et al.*, 2007).

2.5 Principais metais biologicamente essenciais

2.5.1 Cromo

Diferentemente dos metais citados acima, o cromo é um metal pesado essencial para o metabolismo de carboidratos e cofator para a ação da insulina em mamíferos (COSTA, 2020). É um metal que pode ser encontrado naturalmente em regiões de queimadas florestais e névoas vulcânicas, e é liberado no ar em grandes quantidades por meio de atividades antropogênicas, como descarte inadequado de lixo urbanos e industriais, fertilizantes, soldagem de ligas metálicas, entre outros (GROSSI, 1993; WHO, 1988).

O Cr ocorre nos estados de oxidação de -2 a 6. As formas mais comuns do metal são o Cr^0 , Cr (II), Cr (III) e Cr (VI), sendo que o Cr (II) é facilmente oxidado à forma trivalente pelo oxigênio do ar (WHO, 1988; SILVA, 2001), sendo que nos estados trivalente e hexavalente a estabilidade e a toxicidade são maiores (SILVA e PEDROZO, 2001). Assim, as formas podem ser encontradas no ambiente aquático (1mg/L), terrestre (2-60 mg/kg) e atmosférico (0,1 mg/g³) (SILVA e PEDROZO, 2001).

A exposição ocorre principalmente por meio da ingestão de alimentos e água contaminados, sendo quase completamente eliminado pela urina (WHO, 1988), mas também pode ocorrer via inalação ou contato dérmico. Após a absorção, o metal pode ser estocado em vários tecidos do organismo, e a maior quantidade geralmente é distribuída no fígado, rins, baço e nas células do epidídimo, porém já se observou maior concentração de cromo no coração e nos rins de ratos (HOPKINS, 1965; VALLERAND *et. al.*, 1984).

Apesar de ser danoso à saúde ambiental em quantidades elevadas, segundo Galvão e Corey (1987), o Cr (III) possui um importante papel fisiológico dos organismos e sua ausência pode gerar riscos à saúde humana, uma vez que pode provocar distúrbios relacionados ao metabolismo da glicose, já que o metal age como potencializador da insulina. Além disso, também já foram identificados casos de arteriosclerose e lesões na aorta relacionados à deficiência de cromo em ratos e coelhos.

No entanto, os efeitos benéficos do elemento devem ser considerados com cautela, haja vista que doses acima das adequadas podem provocar intoxicação e uma série de doenças (SILVA, 2001). Dessa forma, o metal se torna tóxico quando há o acúmulo no organismo, uma vez que se acumula na cadeia alimentar e permanece retido por sua natureza física de maior absorção nas gorduras ou natureza química, com fixação em certos componentes das células ou

tecidos ou ainda, quando causa lesão aos órgãos excretores, principalmente os rins (PASCALICCHIO, 2002).

Para o homem, o Cr (VI) é considerado uma substância carcinogênica, mutagênica e já existem estudos que comprovaram o aparecimento de câncer de pulmão devido à exposição de trabalhadores a Cr (VI) (SILVA, 2001). Além disso, tanto na forma aguda como na crônica de intoxicação, principalmente pela inalação, pode haver sintomas como falta de ar, perfurações e ulceração do septo bronquiolar, bem como bronquite e diminuição da função pulmonar. Quando a intoxicação é pela ingestão pode haver alterações gastrointestinais, causando dores abdominais, vômitos e hemorragias (O' BRIEN *et al*, 2003).

2.5.2 Cobre

O cobre é um metal extraído da terra, vermelho-pálido e pode ter origem de fontes naturais e antropogênicas, é considerado um micronutriente essencial para a manutenção dos organismos. Pode ser distribuído de várias formas pelo ar, solos e águas superficiais, chegando a apresentar uma abundância de cerca de 60 mg/kg na crosta terrestre (PEDROZO e LIMA, 2001). Possui alta capacidade de condutibilidade, sendo de grande importância para a indústria, e pode ser utilizado em máquinas, construção, transporte e armas militares, além de produtos dentários e cosméticos (MOORE, 1997; WHO, 1998).

O cobre é absorvido mais comumente em sua forma divalente no estômago e no intestino delgado e, na maioria das espécies de animais, a taxa de absorção é baixa, sendo regulada pela necessidade do organismo, pela forma química do elemento e pela quantidade de outros minerais que podem exercer efeitos antagônicos, principalmente o molibdênio (CULLEN, 2016). Após ser absorvido, pode depositar-se no fígado, onde fica estocado e se liga à proteína ceruloplasmina, que o transporta para todo o organismo (FERREIRA *et. al.*, 2006) A eliminação ocorre principalmente pela via biliar (ORTOLANI, 2002).

É um metal de transição e pode estar envolvido em processos metabólicos, como: respiração, fotossíntese, inativação de radicais livres, metabolismo do ferro e em algumas funções neurológicas (GONÇALVES, 2010). No entanto, quando em excesso também pode provocar danos oxidativos, determinando o aparecimento de várias doenças (PRASAD, 2007; GONÇALVES, 2010), principalmente no fígado. Sua capacidade de toxicidade é medida pela concentração excessiva e o seu potencial redox, que irá ocasionar na produção de radicais livres e oxidação direta dos componentes celulares (VIEIRA, 2015).

O excesso de cobre pode provocar danos oxidativos, alteração do metabolismo de lipídeos e alteração nas proteínas do cobre no sistema nervoso (GAETKE *et. al.*, 2014).

Existem diversos trabalhos correlacionando os efeitos do acúmulo do metal em animais domésticos, principalmente caninos e pequenos ruminantes, sendo que as principais alterações encontradas são quadros de insuficiência hepática, podendo levar a crise hemolítica (GUERRA, 2008; DIRKSEN, *et. al.* 2017; MAZARO, *et. al.* 2019).

Os efeitos são parecidos em animais e em humanos, sendo que quando a intoxicação ocorre de forma aguda, os sais solúveis do metal coagulam proteínas, causando irritação intensa na mucosa do trato digestório e choque (RADOSTITS *et al.*, 2002). Já na forma crônica há a caracterização de três fases: pré-hemolítica, hemolítica e pós-hemolítica, variando conforme o tempo de intoxicação e exposição ao metal (FERREIRA *et al.*, 2008). O diagnóstico é realizado por meio do histórico, exame clínico e laboratorial e achados de necropsia e os principais diferenciais são leptospirose, hemoglobinúria pós-parto, babesiose e anaplasmoses (RADOSTITS *et al.*, 2002).

2.5.3 Ferro

Ferro é um metal essencial para a manutenção da vida, compondo cerca de 30% da massa total da Terra, e sua forma mais abundante na superfície é Fe (III), insolúvel em água (LOPES & COX, 1997). É um metal de transição e existe em diferentes estados de oxidação, sendo os principais o ferroso (Fe^{2+}) e o férrico (Fe^{3+}) (WESSLING-RESNICK, 2016). Naturalmente é adquirido do desgaste de rochas, meteoritos e escoamento superficial (KROSCWITZ, 1995), enquanto antropogenicamente pode ter origem em atividades realizadas de garimpo, soldagem, efluentes domésticos, uso de fertilizantes e polimentos de metais (SCHARMA *et. al.*, 2000).

Tanto no organismo humano quanto animal, o ferro é um importante componente do grupo heme, encontrado em moléculas de hemoglobina e mioglobina agindo, portanto, de forma essencial no metabolismo (ABBASPOUR *et. al.*, 2014). Além das formas já descritas, o metal também pode ser adquirido pelo organismo pela alimentação, cuja absorção pode ser favorecida ou desfavorecida por alguns fatores, principalmente a acidez, associada ao ácido ascórbico (vitamina C).

O maior sítio de absorção do metal é o trato intestinal, principalmente pelos enterócitos maduros e, para mover-se para o sangue, precisa atravessar a membrana apical e basolateral das células intestinais (ANDERSON *et. al.*, 2017). Quando a quantidade de ferro no organismo excede as necessidades metabólicas das células, pode ocorrer estresse oxidativo, levando a casos de intoxicação.

Os casos de intoxicação podem ser divididos em cinco fases em humanos, havendo poucos estudos em animais domésticos e silvestres. Dessa forma, das fases I a IV podem ser consideradas como agudas, com afecções principalmente de sistema gastrointestinal, com dor abdominal, vômitos e diarreia, evoluindo para choque e acidose metabólica, coagulopatia, disfunção hepática, insuficiência renal, disfunções pulmonares e neurológicas.

Conforme o período de exposição aumenta, também há aumento das lesões hepáticas, com possível progressão para a insuficiência hepática. Por fim, já na fase V, dada como crônica, podem ocorrer obstruções intestinais e vômitos (LIEBELT, 2021; PERNICIARO *et al.*, 2018).

2.5.4 Selênio

O selênio é um microelemento essencial e que pode ser encontrado em rochas, arenitos, carvão, solo, água de superfície e na vegetação (FAN & KIZER, 1990), além de frequentemente ser utilizado em rações para animais domésticos (MORENO *et al.*, 2007). Na natureza, pode ser liberado por meio de processos ambientais, como o intemperismo de rochas e solos e também pode ser liberado por atividades antropogênicas, como mineração ou processos metalúrgicos, queima de carvão e de petróleo, e processos de combustão em grande escala (WHO, 1998).

É um metal essencial para os organismos humanos e animais, sendo capaz de reduzir a peroxidação das membranas celulares, motivo pelo qual passou a ser adicionado à alimentação, tanto animal quanto humana. Dessa forma, ajuda no funcionamento de enzimas envolvidas na defesa antioxidante, no metabolismo do hormônio da tireoide e promoção de fertilidade, principalmente no sexo masculino, tanto animal quanto humano. No entanto, os limites entre as doses terapêuticas e tóxicas são muito pequenos, facilitando casos de intoxicação (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A absorção ocorre principalmente na parte inferior do intestino delgado, uma vez que a principal rota de entrada do metal no organismo é pela via oral, principalmente de alimentos contendo o metal ou quando estão contaminados com quantidades elevadas (OLIVEIRA *et al.*, 2007). A metabolização ocorre principalmente no fígado, onde o metal pode ser reduzido a seleneto de hidrogênio, sendo excretado posteriormente na forma de produtos metilados, principalmente pela urina e fezes (WHO, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Em seres humanos, índices elevados de selênio no organismo podem levar ao desenvolvimento de diversos sinais clínicos, como distúrbios gastrointestinais, descoloração da pele, dentes cariados e alterações de nervos periféricos (KLAASSEN, 2013). Em animais, a

maioria dos estudos existentes avaliam a toxicidade do selênio em suínos, cujos principais apresentações clínicas são: dificuldade locomotora com paresia dos membros e tetraparesia (CARSON, 2006); lesões de pele e separação da borda dos cascos (MAHAN & MOXON 1984, BANHOLZER & HEINRTZI 1998, HÉLIE *et al.* 1998), além de perdas reprodutivas, principalmente com diminuição da concepção e natimortos (CARSON, 2006).

2.5.6 Manganês

O manganês também é um nutriente essencial ao metabolismo e não é encontrado na forma pura, mas faz parte da composição de diversos minérios, como a pirolusita e rodocrosita, podendo ser liberado de forma natural pelo desgaste desses materiais. De forma antropogênica, pode ser liberado a partir de atividades industriais, como na fabricação de ligas metálicas, vidro, cerâmica, solda e pinturas e a partir de atividades siderúrgicas, com o processo de beneficiamento do metal (CORATHERS, 2006; QUARESMA, 2009).

É um elemento importante que age como cofator enzimático, sendo necessário para o desenvolvimento e manutenção dos sistemas imunológico e nervoso, tanto em humanos quanto em animais (O'NEAL *et al.*, 2015). Dentre as enzimas que o utilizam estão as oxirredutases, transferases, isomerases, lectinas e integrinas. Uma vez que entra no organismo, a partir da inalação de partículas ou pela ingestão, é absorvido principalmente pelo trato gastrointestinal e transportado no sangue pela β -globulina, sendo metabolizado pelo sistema excretor biliar e excretado pelas fezes junto com o excedente ingerido (ASCHNER *et al.*, 2007).

Embora seja de fácil acesso, inclusive nos alimentos, apresenta potencial tóxico de acordo com certas variáveis, como tempo de exposição e concentração a que se teve contato. Além disso, a doença hepática é um conhecido fator de risco para o aumento da acumulação de Mn no cérebro, tanto em humanos como em modelos animais (MALECKI *et al.*, 1999; HERYNEK *et al.*, 2001; MONTES *et al.*, 2001), uma vez que ocorre a diminuição da excreção biliar do metal, havendo o acúmulo e produção dos sinais clínicos.

O excesso, em seres humanos, pode provocar uma doença neurológica semelhante à Doença de Parkinson, chamada de Manganismo, causando distúrbios no tônus muscular, tremores, movimentos involuntários, bem como alterações cognitivas de memória e aprendizado (PARK *et al.*, 2018; ASCHNER *et al.*, 2007).

Em animais, a maioria dos estudos são em modelos experimentais, principalmente ratos Wistar, que também comprovaram a alteração neurológica causada pelas intoxicações pelo metal. As principais alterações encontradas foram a manifestação de déficits motores e alteração nas vias de sinalização intracelular associados à regulação da proliferação,

plasticidade e morte celular, parcialmente dependente de estresse oxidativo (CORDOVA *et. al.*, 2012).

2.5.7 Molibdênio

O molibdênio (Mo) é um metal de transição que de forma natural ocorre em cerca de 50 minerais, principalmente a molibdenita, sendo a principal forma de liberação do metal na natureza. Além disso, possui várias características que o tornam muito importante em diversos setores industriais, dentre elas: elevado ponto de fusão (2,163 °C), alta densidade (10,22 g/cm³), boa condutividade térmica e elevada resistência à corrosão (NRC, 2007). Dessa forma, de forma antropogênica, pode ser liberado por atividades da indústria metalúrgica, construção civil, automobilística e química (NRC, 2007).

Uma vez que é adicionado ao organismo, principalmente pela inalação e pela ingestão de compostos, é absorvido pelo trato gastrointestinal, sendo transportado e estocado principalmente no fígado e nos rins. A sua excreção é pela via urinária, após a metabolização nos rins (NRC, 2007).

No metabolismo animal e humano, o Mo participa da atividade de flavoproteínas enzimáticas, como a xantina oxidase, sendo que em ovinos a sua deficiência pode levar a ocorrência de cálculos renais (CAVALHEIRO; TRINDADE, 1992). Quando em quantidades além das suportadas pelo organismo, pode haver casos de intoxicação que, em animais geralmente são mais comuns em bovinos do que em outras espécies domésticas, por possuírem maior capacidade de absorver o elemento.

Na intoxicação pelo metal ocorre a redução da disponibilidade endógena e a utilização de cobre, uma vez que há a formação de compostos que não conseguem ser absorvidos pelas células hepáticas, como o tetratiomolibdato. Os principais sinais clínicos da intoxicação, em bovinos, incluem alterações gastrointestinais com anorexia e diarreia persistente, com fezes líquidas e espumosas com alimentos não digeridos. Pode ocorrer também incoordenação de membros posteriores e problemas reprodutivos, uma vez que pode afetar o funcionamento da hipófise, reduzindo a liberação de hormônios (NRC, 2005).

2.5.8 Zinco

O zinco é um metal brilhante e é encontrado na crosta terrestre, podendo se combinar com outros elementos formando compostos. Na natureza, a principal forma de emissão é pela erosão, enquanto de forma antropogênica pode ser liberado a partir de atividades de mineração, produção de ferro e aço, corrosão de estruturas galvanizadas, combustão de carvão, eliminação

e incineração de resíduos e uso de fertilizantes e agrotóxicos contendo o metal (WHO, 1998; PLUM *et. al.*, 2010).

A contaminação de humanos e animais pode ocorrer por meio de compostos no ar, principalmente em processos industriais, na água e em alimentos. A inalação de grandes quantidades do metal, na forma de poeiras ou fumos, pode causar enfermidades de origem respiratória (PLUM *et. al.*, 2010). A absorção, no entanto, acontece principalmente no intestino delgado, dependendo do estado nutricional do indivíduo, da integridade intestinal e da composição da dieta (PLUM *et. al.*, 2010). Após absorvido, é transportado pelos enterócitos e liga-se à albumina até o fígado, sendo armazenado nos hepatócitos. O Zn pode ser excretado pelas fezes, na urina e pelo suor (PLUM *et. al.*, 2010).

É um elemento essencial e a sua deficiência pode levar a falta de apetite, doenças imunológicas, retardo no crescimento e dermatite. No entanto, o consumo em quantidades além do limite também pode afetar a saúde, tanto de humanos quanto de animais (ROSADO *et. al.*, 2009; KLAASSEN, 2013). As principais afecções são no trato gastrointestinal, podendo causar cólicas estomacais, náuseas e vômitos, além de poder causar danos no pâncreas (AZEVEDO *et. al.*, 2003; MARQUES *et. al.*, 2006).

2.6 Análise de elementos - traço em amostras ambientais

Com o crescimento contínuo da degradação ambiental, houve um aumento significativo na busca por métodos de avaliação capazes de medir a gravidade dessas alterações. Neste contexto, o monitoramento desses poluentes se torna uma medida necessária para controle das condições ambientais. Determinar elementos - traço em diversos tipos de matrizes ambientais tem sido alvo constante de pesquisadores químicos analíticos, uma vez que a determinação desses íons é difícil devido à baixa concentração e complexidade de matrizes biológicas e ambientais (GASPARON & MATSCHULLAT, 2006; REZAEE *et al.*, 2010).

A ecotoxicologia é a ciência capaz de estudar os efeitos das substâncias naturais e/ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais ou vegetais, terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo assim a interação das substâncias com o meio nos quais os organismos vivem num contexto integrado (WALKER, 2006). Enquanto a ecotoxicologia aquática já se estabeleceu como um instrumento de monitoramento ambiental, os estudos ecotoxicológicos terrestres ainda são recentes e estão se consolidando no Brasil (NIVA *et al.*, 2016). O campo da ecotoxicologia também investiga os efeitos disruptivos da contaminação por metais tóxicos em sistemas ecológicos, uma vez que esses elementos não

afetam apenas organismos individuais, mas também podem representar riscos para ecossistemas inteiros (EDO *et. al.*, 2024).

Os métodos analíticos mais difundidos no meio acadêmico para determinação de elementos-traço em amostras biológicas são: a espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) (FORTE, BOCCA, 2007; NARDI *et. al.*, 2009); a espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-EOS); a espectrometria de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-AES) (NORDBERG *et. al.*, 2009; LINGE, 2009); a espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (GR AAS) (SASTRE *et. al.*, 2002); e a análise de ativação por nêutrons (NAA) (NORDBERG *et. al.*, 2009).

A determinação da concentração dos elementos-traço demanda exigências na hora de selecionar o método a ser empregado, buscando a melhor opção, entre elas: disponibilidade do equipamento, o tempo e a complexidade do processamento das amostras, a sensibilidade e o limite de detecção (LD) dos elementos (SKOOG *et. al.*, 2002; NORDBERG *et. al.*, 2009). O LD de um método é definido como a menor concentração do analito que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada nas condições sob as quais o método é praticado. O limite de quantificação (LQ) é, por sua vez, a menor concentração do analito que pode ser quantificada com níveis de precisão e exatidão aceitáveis e, portanto, reportada como um resultado quantitativo (INMETRO, 2020).

Deste modo, o uso da técnica de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP - MS) tem como principal vantagem a possibilidade de análise multi elementar e isotópica sequencial rápida, aliada à alta sensibilidade, baixos limites de detecção, a capacidade semiquantitativa e boa precisão (VANHAECKE, 2002; PAPAETHYMIU *et al.*, 2010).

2.7 A técnica de ICP - MS

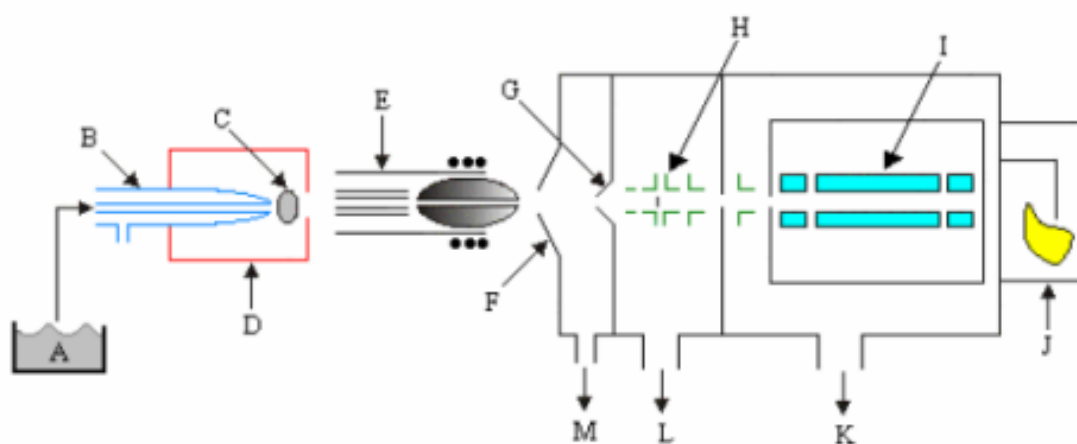
Devido a sua ampla faixa linear de calibração e excelente sensibilidade, a técnica de ICP-MS possibilita a determinação dos elementos de interesse em amostras biológicas, como pelo e sangue, na faixa de 0,1 a 1000 µg/L (PARSONS, BARBOSA, 2007). Ainda, por consequência das baixas concentrações em fluidos biológicos, muitos elementos-traço só podem ser detectados e quantificados nestas matrizes por meio desta técnica (BARBOSA *et. al.*, 2005; PARSONS, BARBOSA, 2007)

A técnica de ICP-MS utiliza como fonte de ionização um plasma de argônio (Ar) de energia alta (até 1,5 kW), e como detector, um espectrômetro de massa de alta ou baixa

resolução (CHAVES *et. al.*, 2008). O espectrômetro de massas utilizado na técnica é composto por cinco partes (Figura 6):

- Um sistema de introdução de amostras, chamado de nebulizador;
- Uma fonte de íons, chamado de ICP, que é uma fonte de alta temperatura que promove a ionização;
- A interface que promove a focalização dos íons;
- Um sistema analisador de massas, chamado de quadrupolo;
- Um sistema de detecção de íons.

Figura 6 – Desenho esquemático de espectrômetro de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). A) Amostra líquida. B) Nebulizador. C) Aerossol. D) Câmara de nebulização. E) Tocha. F) Cone amostrador. G) Skimmer. H) Lentes iônicas. I) Analisador de massas. J) Detector. K e L) Bombas de vácuo turbo-molecular. M) Bomba de vácuo mecânica. Fonte: SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2002.



Para realização da análise, a amostra é introduzida no sistema em forma líquida, onde é nebulizada e transformada em um aerossol fino. Esse aerossol é transportado para o plasma, gerado por argônio ionizado em altas temperaturas, onde os átomos da amostra são ionizados. Os íons gerados passam pelos cones de interface (*skimmer*), que os direcionam para um ambiente de vácuo, onde um sistema de lentes eletrostáticas os concentra. Em seguida, os íons são separados com base em sua relação massa/carga pelo espectrômetro de massa, que é considerado como um filtro de massas, geralmente é um quadrupolo. Por fim, os íons chegam ao detector, que mede sua intensidade e gera dados para análise quantitativa e qualitativa dos elementos presentes (GUINÉ, 1999).

Nessa técnica, assim como em outras, podem ocorrer interferências não-espectrais, que podem ser identificadas pela perda de sensibilidade da curva analítica ou pela ocorrência de

problemas no transporte da amostra até o plasma, como alterações das propriedades físico-químicas, tais como viscosidade e densidade. Essas interferências podem ser minimizadas por meio da equiparação da matriz; diluição da amostra; uso do padrão interno e pela adição de analitos (NUNES, 2009).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Identificar e quantificar pela primeira vez os níveis de metais essenciais e tóxicos, sendo eles: alumínio, chumbo, mercúrio, cádmio, níquel, urânio, arsênio, cromo, cobre, ferro, selênio, manganês, molibdênio e zinco em amostras de pelos e de sangue de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) de vida livre, capturados em seis diferentes parques urbanos de Belo Horizonte.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar e quantificar pela primeira vez os níveis de metais essenciais e tóxicos: alumínio, chumbo, mercúrio, cádmio, níquel, urânio, arsênio, cromo, cobre, ferro, selênio, manganês, molibdênio e zinco, em amostras de sangue e pelo coletadas de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) de vida livre que coabitam seis parques urbanos de Belo Horizonte - Minas Gerais, a partir da técnica de espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS);
- Avaliar clinicamente os quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados;
- Realizar exames de hemograma e bioquímica sérica nos quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados;
- Associar os achados clínicos e os achados de exames de hemograma e bioquímico, aos resultados de concentrações de metais encontradas nas amostras de pelo e de sangue de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados;
- Compreender a importância dos quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) como

bioindicadores da exposição a elementos-traço selecionados nos ambientes que coabitam.

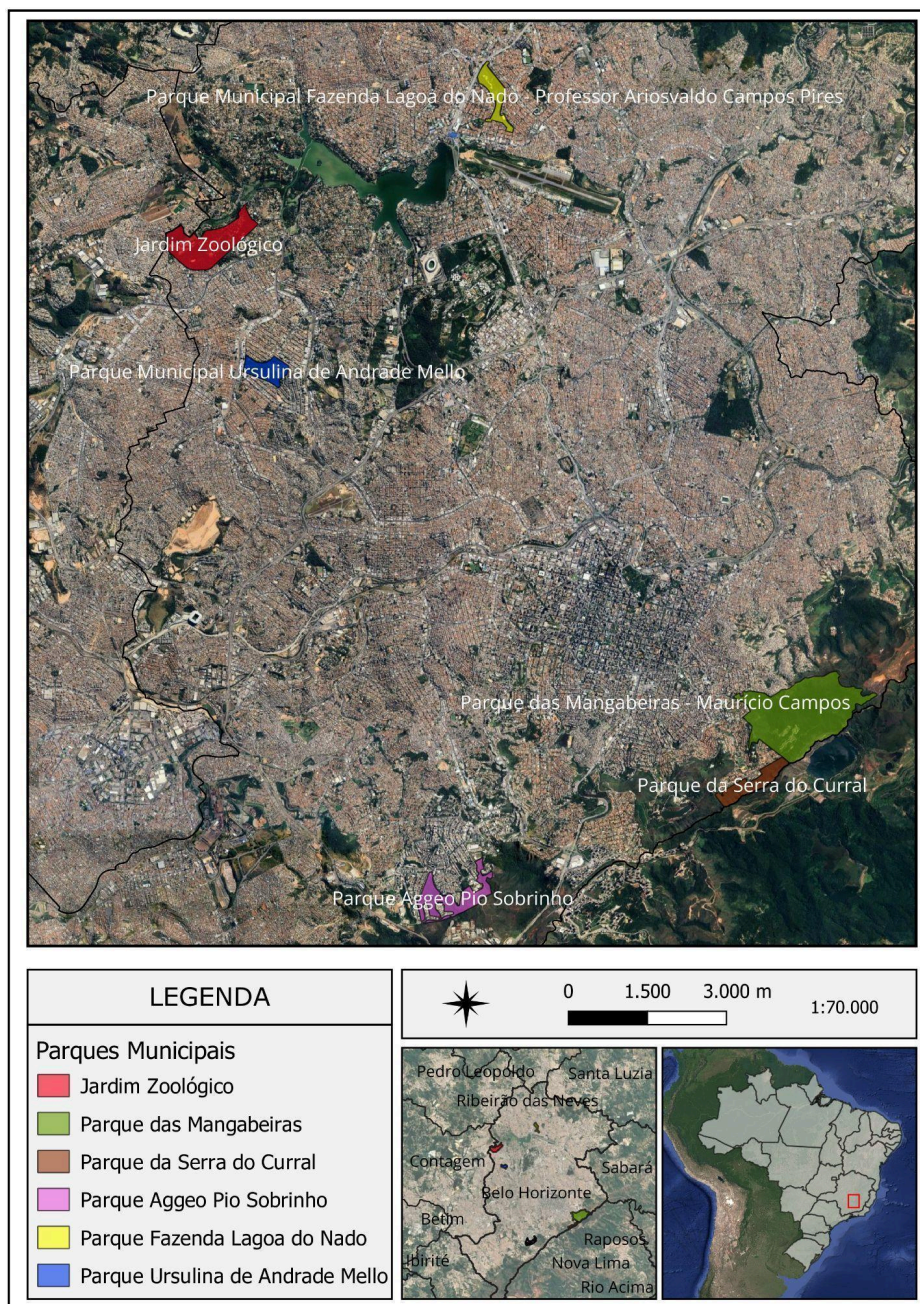
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Locais de estudo

Parques urbanos são considerados estrategicamente importantes na promoção da qualidade de vida das pessoas e das sociedades em crescente urbanização (ULRICH, 1984; KAPLAN, 1985). Belo Horizonte, conhecida como Cidade Jardim, possui 38 km² de áreas verdes, sendo 14 km² formados por espaços públicos municipais, composto por 75 parques, mais de 750 praças e jardins e cerca de 210 espaços livres de uso público (ZOOBOTÂNICA, 2018). Nesse sentido, essas áreas possuem uma diversidade faunística acentuada, com presença de trânsito de animais silvestres e, por vezes, de animais domésticos e seus tutores.

Para esse trabalho, foram selecionados seis parques urbanos de Belo Horizonte (Figura 7), para serem amostrados indivíduos das espécies *Didelphis albiventris*, *Didelphis aurita* e *Nasua nasua*.

Figura 7 - Representação em mapa dos seis parques municipais selecionados para a amostragem de animais silvestres de vida livre, ilustrando a distância entre eles e suas respectivas localizações na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Fonte: Quantum GIS



4.1.1 Parque Municipal das Mangabeiras

O Parque Municipal das Mangabeiras (PqM - 19°56'S e 43°53' O) está localizado na região sul de Belo Horizonte, Minas Gerais. O local possui uma área de 2,36 km², e está situado em uma zona de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, favorecendo a ocorrência de grande diversidade biológica. Já foram registradas aproximadamente 320 espécies de plantas, 168 espécies de aves, 16 espécies de mamíferos, 17 espécies de anfíbios e 12 espécies de répteis (CÂMARA; LESSA, 1994; ALVES-COSTA, 1998; HEMETRIO, 2007).

O entorno do PqM possui áreas residenciais, que abrangem três grandes bairros e que estão em contato íntimo com o local, sendo eles: bairro Serra, Mangabeiras e Vila Marçola

(PORFÍRIO *et. al.*, 2006). Além disso, o parque também possui contato com atividades de mineração de ferro ao seu redor, sendo que na década de 60, a Ferro Belo Horizonte iniciou a exploração de minério de ferro na região, sendo desativada em 1979 (Figura 8).

Figura 8 - Representação em mapa do Parque Municipal das Mangabeiras e fragmento do Parque da Serra do Curral, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitados, juntamente com pontos de atividades minerárias desativadas nos arredores. Fonte: Quantum GIS.



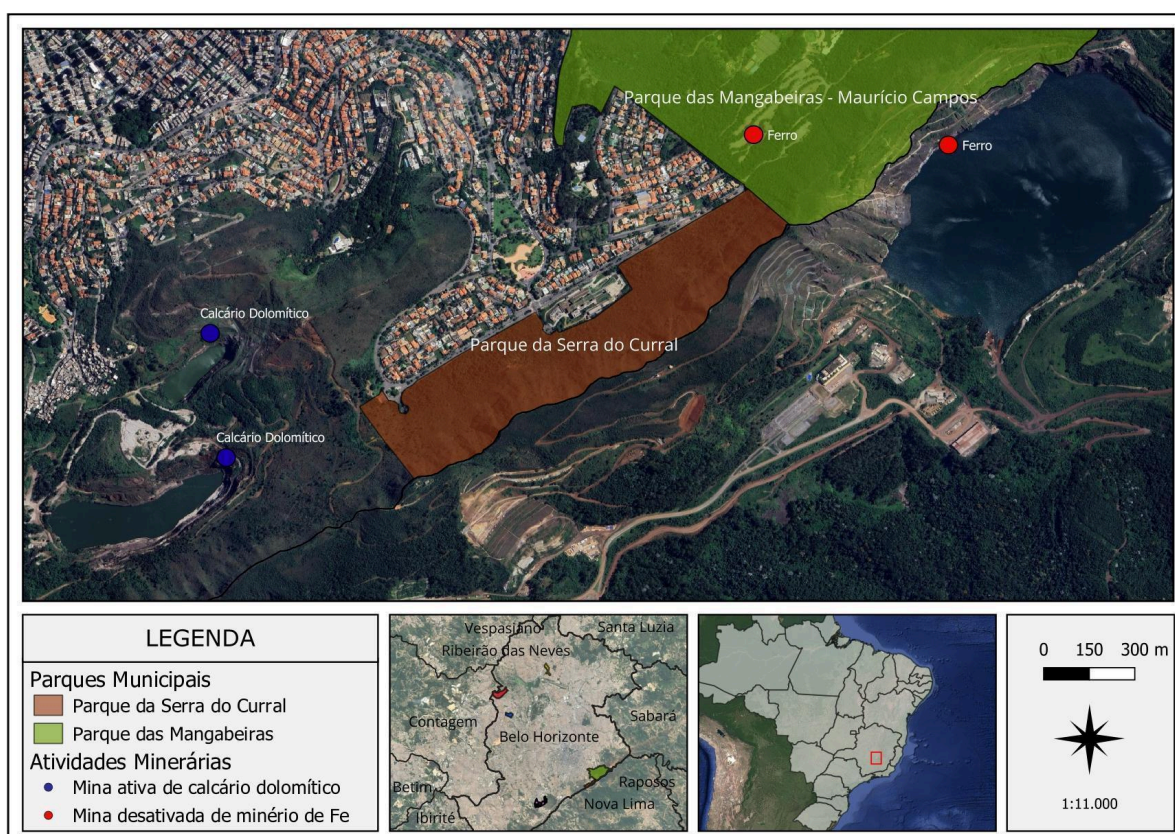
O PqM foi escolhido para fazer parte da área de amostragem uma vez que os quatis são animais tidos como símbolo do local, sendo facilmente visualizados e presentes em grande densidade, uma vez que não possuem predadores naturais na região e por possuírem alta disponibilidade de alimentos. Além disso, o parque também foi selecionado levando em consideração a proximidade com atividades de mineração desativadas, tanto dentro dos limites quanto ao redor da região.

4.1.2 Parque da Serra do Curral

O Parque da Serra do Curral (PSC 19°57'39" S 43°54'35" W) está localizado em uma área de aproximadamente 0,4 km², e apresenta uma formação típica do conjunto que compõe o

Quadrilátero Ferrífero, estando também situado em uma região de transição entre Mata Atlântica e Cerrado (Figura 9). A fauna do parque é bastante diversificada, sendo que a avifauna é mais representativa, já tendo sido identificadas mais de 125 espécies (CURRAL, 2018).

Figura 9 - Representação em mapa do Parque da Serra do Curral e de fragmento do Parque Municipal das Mangabeiras, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitados, juntamente com pontos de atividades minerárias desativadas e ativas nos arredores. Fonte: Quantum GIS.



O local serve como corredor ecológico interligando outras unidades de conservação, como o Parque Municipal das Mangabeiras, a Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Jambreiro e a Mata da Baleia, totalizando mais de 1.500 hectares de vegetação preservada em plena metrópole (MAFRA, 2010).

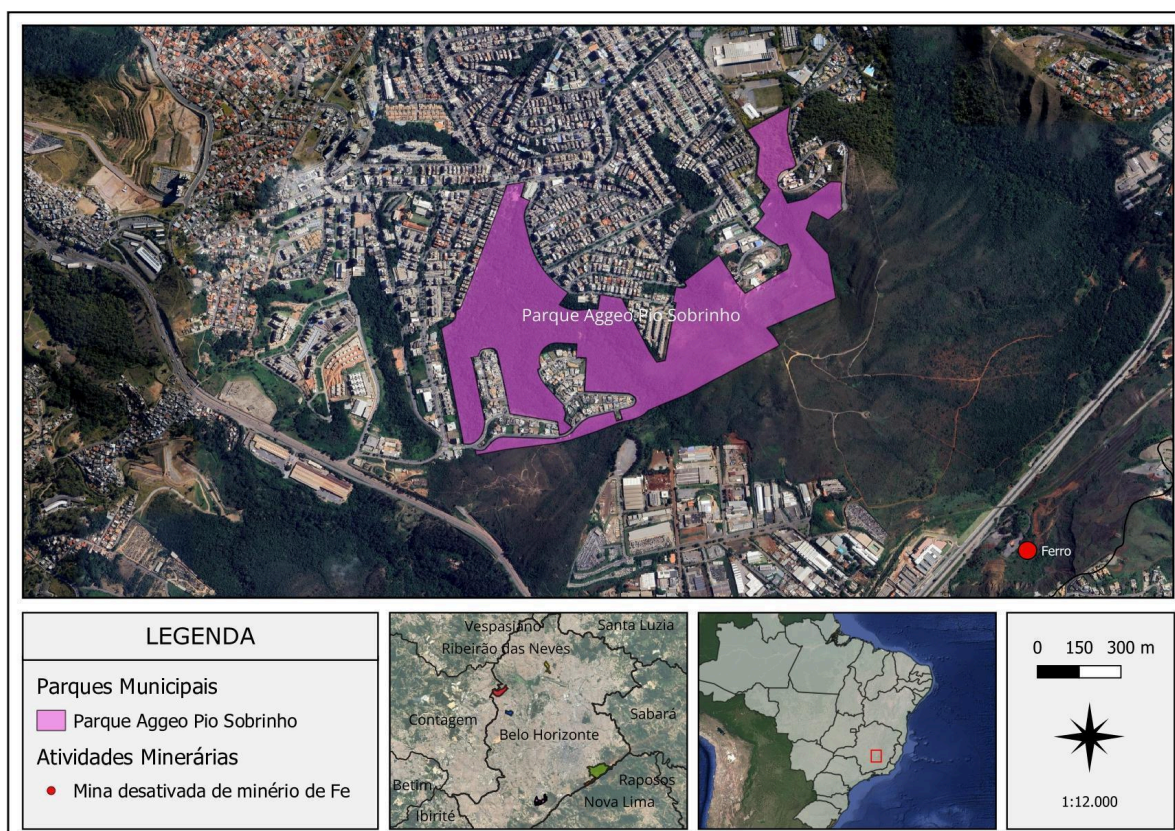
O PSC foi escolhido para fazer parte da área de amostragem justamente por possuir contato com o corredor ecológico e também por possuir íntimo contato com o PqM, de forma que muito provavelmente os animais fazem a transição entre os dois locais. Além disso, o parque também foi selecionado devido à proximidade a atividades de mineração, tanto desativadas quanto ainda ativas em seu entorno.

4.1.3 Parque Aggeo Pio Sobrinho

O Parque Aggeo Pio Sobrinho (PAPS 19°58'50" S 43°58'10" W) está localizado em uma área de aproximadamente 0,6 km² na região do bairro Buritis, em Belo Horizonte, e também integra parte do maciço da Serra do Curral (Figura 10). O parque apresenta-se na forma de um vale, com três nascentes que formam o córrego Ponte Queimada, afluente do córrego Cercadinho, pertencente à bacia do Ribeirão Arrudas (SOBRINHO, 2018). A topografia local é acidentada, e isso favorece a diversidade dos biomas, como a Mata da Galeria (ao final do vale e na parte superior) e a vegetação de campo rupestre. Por estar em uma área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado, a fauna e a flora local são diversificadas (SOBRINHO, 2018).

O parque foi selecionado para a amostragem devido ao fato de integrar parte do maciço da Serra do Curral, podendo facilitar o deslocamento dos animais que coabitam as regiões anteriores. .

Figura 10 - Representação em mapa do Parque Aggeo Pio Sobrinho, Minas Gerais, delimitado, juntamente com pontos de atividades minerárias desativadas nos arredores. Fonte: Quantum GIS.



4.1.4 Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello

O Parque Ursulina de Andrade Mello (PMUAM 19° 53' 7" S 44° 0' 3" W), uma das maiores áreas de vegetação de Belo Horizonte, foi implantado em 1996. Possui uma área de 0,307 km² (Figura 11) (MELLO, 2018). Com seis nascentes e um lago artificial, seu manancial contribui com água de qualidade para o bem-estar da Lagoa da Pampulha. O parque também conta com uma fauna e flora extremamente diversificadas, observando-se anfíbios, répteis, aves e mamíferos, além de animais peçonhentos (MELLO, 2018).

O PMUAM foi selecionado para a amostragem por caracterizar-se como uma grande área de vegetação próxima a populações humanas e distante de atividades de mineração, sendo possível realizar a comparação dos resultados entre os demais locais.

Figura 11 -Representação em mapa do Parque Ursulina de Andrade Melo, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitado. Fonte: Quantum GIS.



4.1.5 Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado

O Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado (PMFLN 19°49' S, 43°57' W) faz parte da Fundação de Parques Municipais de Belo Horizonte, foi inaugurado em 1994 a partir de uma mobilização da comunidade que queria preservar o espaço verde de uma fazenda existente na área, e que seria transformado em um conjunto habitacional.

Possui área de cerca de 0,311 km², que incluem vegetação nativa e uma lagoa (Figura 12). O lago é afluente do Córrego Vilarinho, que deságua no Ribeirão Onça. Além disso, também conta com uma vegetação com espécies do Cerrado e uma mata ciliar que circunda a lagoa de 0,022 km² (DO NADO, 2018).

O parque foi selecionado para a amostragem dos animais pelos mesmos motivos citados para o PMUAM, sendo um local próximo a populações humanas e também distante de áreas de mineração, servindo como comparação entre as demais regiões.

Figura 12 - Representação em mapa do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitado. Fonte: Quantum GIS.



4.1.6 Jardim Zoológico de Belo Horizonte

O Jardim Zoológico de Belo Horizonte (JZBH 19° 51' 35" S 44° 0' 38" O) está localizado na região da Pampulha (Figura 13) e representa um dos mais importantes pontos turísticos da cidade. Possui uma área de cerca de 1,184 km² e foi inaugurado em janeiro de 1959. Atualmente conta com, aproximadamente, 250 espécies animais, sendo no total 3.800 animais. Entre eles estão répteis, aves, mamíferos, peixes do aquário e invertebrados do borboletário (ZOOLOGICO, 2018). O zoológico participa de 12 ações do Planos de Ação

Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção, e de outros 13 programas de preservação da fauna.

O JZBH foi selecionado para a amostragem dos animais pelo fato de compor um importante cartão postal da cidade de Belo Horizonte e também por abrigar espécies animais que circundam livremente a área, em contato com as espécies presentes no plantel, servindo também de comparação entre os demais parques selecionados.

Figura 13 - Representação em mapa do Jardim Zoológico de Belo Horizonte, Minas Gerais, delimitado. Fonte: Quantum GIS.



4.2 Licenças

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas amostras de sangue e de pelos provenientes de banco de amostras de quatis e de gambás de vida livre capturados nos parques descritos entre os anos de 2022 a 2024, sob as licenças SISBIO 81107; 81680; 88875; SISGEN AEC076E; Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (CEUA/UFMG) 100/2021; 79/2022; 80/2022; 129/2023; 225/2023 e Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte sob protocolos FU 003-2022; FU 004-2020 e FU 006-2023 (Anexos 1 a 11)

4.3 Captura dos animais

Durante os anos de 2022, 2023 e 2024, ocorreram capturas de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) com diferentes objetivos de pesquisa. No decorrer dessas pesquisas as amostras remanescentes foram armazenadas e congeladas de forma a contribuir para o desenvolvimento de um banco de amostras. Esse banco também contribuiu para o presente estudo, por meio do fornecimento de sangue em tubos com ácido etilenodiamino tetra-acético do tipo K2 (EDTA-K2) e em tubos com ativador de coágulo e de pelos já coletados.

Os quatis foram capturados utilizando-se armadilhas de ferro galvanizado, do tipo Tomahawk®, com as seguintes dimensões: 70cm x 30cm x 20cm (Figura 14), enquanto para os gambás foram utilizadas armadilhas nas dimensões de 42cm x 20cm x 21cm. As armadilhas possuem desarme de pedal e foram revisadas diariamente, pelo menos duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde, pela equipe de campo, durante os períodos de capturas.

Figura 14 - Quati (*Nasua nasua*) capturado em armadilha do tipo Tomahawk® com desarme de pedal de dimensões de 70 cm x 35 cm x 40 cm., Minas Gerais – 2022. Fonte: Nadja Simbera, 2022.



Após capturados, os quatis foram inspecionados para estimativa de peso e cálculo do volume anestésico a ser aplicado. Então, com o auxílio de um êmbolo de armadilha, os animais eram prensados dentro da armadilha e realizada a aplicação intramuscular do fármaco Zoletil®

100 (Virbac®; cloridrato de tiletamina e cloridrato de zolazepam), o qual o volume foi calculado a partir da dose referência de 7 a 10 mg/kg (TEIXEIRA; AMBROSIO, 2014). Já para os gambás, após a captura, os animais eram transferidos para sacos de contenção, onde era feita a pesagem, e então eram contidos fisicamente utilizando-se luvas de raspa para a aplicação intramuscular de Cetamina, na dose de referência de 10mg/kg, e Midazolam, na dose de referência de 1 mg/kg (TEIXEIRA; AMBROSIO, 2014).

Após o período de latência, os quatis eram retirados das armadilhas e imediatamente o peso era confirmado com o auxílio de uma pesola. Quando necessário, o ajuste de dose era administrado. O monitoramento anestésico foi realizado para ambas as espécies mediante aferição das frequências cardíaca e respiratória e temperatura retal e cloacal (Figura 15). Os animais que não possuíam identificação prévia receberam um implante de microchip subcutâneo na região interescapular e para os quatis era feita a colocação de brinco de polipropileno numerado (Figura 16), com aplicação realizada na orelha direita para as fêmeas e na orelha esquerda para os machos. Enquanto isso, os gambás foram externamente marcados por tricotomia na região da cauda (Figura 17), sendo uma marcação visual provisória para evitar recapturas dentro de uma mesma campanha.

Figura 15 - Aferição de temperatura cloacal em gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) sob efeito de anestesia. Fonte: Nadja Simbera, 2022.



Figura 16 - Quati (*Nasua nasua*) sob anestesia após captura, demonstrando a identificação com brinco numerado de polipropileno e a leitora de microchip com a identificação do número do animal. Fonte: Bruna Hermine de Campos, 2022.



Figura 17 - Região de tricotomia próximo à base da cauda de indivíduo de gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), para coleta de pelos e marcação do animal. Fonte: Bruna Hermine de Campos, 2022.



4.4 Coleta de amostras biológicas

A coleta de sangue foi realizada por meio da punção da veia jugular nos quatis e por meio da veia femoral e/ou jugular nos gambás (Figura 18), com auxílio de seringa estéril respeitando o limite máximo de 1% do peso vivo de cada animal e acondicionado em tubos

com ativador de coágulo, e em tubos com Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético do tipo K2 (EDTA-K2). Também foi realizada a coleta de pelos, por meio da tricotomia da cauda dos quatis e do dorso dos gambás, que foram acondicionados em sacos plásticos do tipo *ziplock*[™].

Figura 18 - Punção venosa da veia jugular de gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) sob efeito de anestesia. Fonte: Nadja Simbera, 2022.



As amostras biológicas foram mantidas armazenadas em caixas de isopor e mantidas refrigeradas (4°C) para o transporte até a Escola de Veterinária da UFMG (EV-UFMG), onde foram separadas, etiquetadas e armazenadas congeladas (-20°C) até o momento do processamento final.

4.5 Avaliação biométrica e avaliação clínica dos animais

Para os quatis, foi realizada a classificação etária considerando o peso, o nível de desgaste dentário e a condição reprodutiva (GIPSON *et. al.*, 2000; OLIFIERS, 2010). Além disso, foram também submetidos a exames biométricos (Figura 19), incluindo avaliação dos dentes caninos superiores e inferiores, molares e pré-molares (Figura 20). Já para os gambás,

foi analisado o desgaste e coloração dos dentes incisivos, caninos e molares e pré-molares (Figura 21).

Figura 19 - Avaliação biométrica de quati (*Nasua nasua*) sob anestesia. Fonte: Bruna Hermine de Campos, 2022.



Os animais capturados foram avaliados quanto ao escore corporal em bom, regular e ruim; atividade, como ativo, calmo e excitado; comportamento como alerta, apreensivo, deprimido, agressivo e assustado. O exame clínico incluiu:

- aferição de frequências e ausculta cardíaca e respiratória, e da temperatura retal e cloacal;
- avaliação de pele; pelos; porcentagem de desidratação;
- avaliação de mucosas; cavidade oral; narinas; olhos; orelhas;
- palpação de linfonodos superficiais; palpação abdominal;
- inspeção de marcas e cicatrizes aparentes.

Figura 20 - Avaliação de desgaste dentário em quati (*Nasua nasua*) sob anestesia. Fonte: Janaína Ribeiro Duarte, 2023.



Figura 21 - Avaliação de desgaste dentário em gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) sob anestesia.
Fonte: Janaina Ribeiro Duarte, 2023.



Para os quatis, os animais classificados como infantes possuíam até seis meses de idade, presença de dentes de leite e peso médio de 1,5 quilos. Os animais classificados como jovens possuíam até 12 meses, peso médio de 2 quilos e a presença de dentes em fase de troca. Animais classificados como subadultos possuíam idade entre 13 e 24 meses, peso entre 2 e 3 quilos e dentes permanentes, enquanto os animais adultos possuíam idade superior a 24 meses, peso superior a 3 quilos e presença de testículos decíduos nos machos e sinais de cio e gestação nas fêmeas (GOMPPER, 1995).

Para os gambás, a classificação foi realizada por meio da dentição e do tamanho corporal dos animais capturados. Animais classificados como infantes apresentaram tamanho corporal reduzido e dentição incompleta; jovens apresentaram tamanho intermediário e dentição parcialmente formada; subadultos apresentaram tamanho semelhante ao de adultos, mas ainda não possuíam dentição completamente desenvolvida; e adultos foram caracterizados por meio da presença de dentição completa e desenvolvimento corporal pleno (CÁCERES & MONTEIRO-FILHO, 1999; CASAGRANDE *et. al.*, 2011).

Todas as informações obtidas durante os procedimentos a campo foram registradas em fichas individuais, manualmente, para posterior organização em planilhas digitais (Apêndices 1 e 2). Após finalização dos procedimentos de avaliação e coleta de amostras biológicas, os animais foram devolvidos às armadilhas para recuperação anestésica, com posterior soltura no mesmo local de captura.

4.6 Coletas de amostras de animais de cativeiro

Para a validação das técnicas laboratoriais de análise, o equipamento de ICP-MS foi previamente calibrado com amostras provenientes de quatis (*Nasua nasua*) de cativeiro.

As coletas foram realizadas em cinco animais, presentes no plantel do Centro de Biodiversidade da Usipa (Cebus) - Zoológico de Ipatinga. Para isso, os animais foram sedados seguindo o mesmo protocolo utilizado para os animais de vida livre, com o fármaco Zoletil® 100 (Virbac®; cloridrato de tiletamina e cloridrato de zolazepam), o qual o volume também foi calculado a partir da dose de referência de 7 a 10 mg/kg (TEIXEIRA; AMBROSIO, 2014).

Após sedados, foram coletadas amostras de sangue por meio da punção da veia jugular, com utilização de seringa estéril e acondicionadas em tubos com EDTA-K2 e com ativador de coágulo. Também foram feitas as tricotomias para a coleta de pelos, que foram acondicionados

em sacos plásticos do tipo *ziplock*[™]. Quando retornados da sedação, os animais foram liberados nos mesmos recintos da unidade.

As amostras biológicas foram mantidas armazenadas em caixas de isopor e mantidas refrigeradas (4°C) para o transporte até a Escola de Veterinária da UFMG, onde foram congeladas (-20°C) até o momento do processamento.

4.7 Análises em laboratório

4.7.1 Determinação de metais e metaloides em pelos

Anteriormente ao preparo das amostras de pelo, foi realizada a lavagem completa do material, de acordo com procedimento adaptado da Agência “*International Atomic Energy Agency*” (IAEA, 2004). Os pelos foram lavados dentro de tubos de fundo cônico de 15 mL, com água da torneira para retirar o excesso de sujeira, após isso sendo transferidos para tubos de fundo cônico de 50 mL. Em seguida foram adicionados 30,0 mL de solução de Triton X-100 1 % m/v e agitado por 1 minuto com o auxílio de um vórtex.

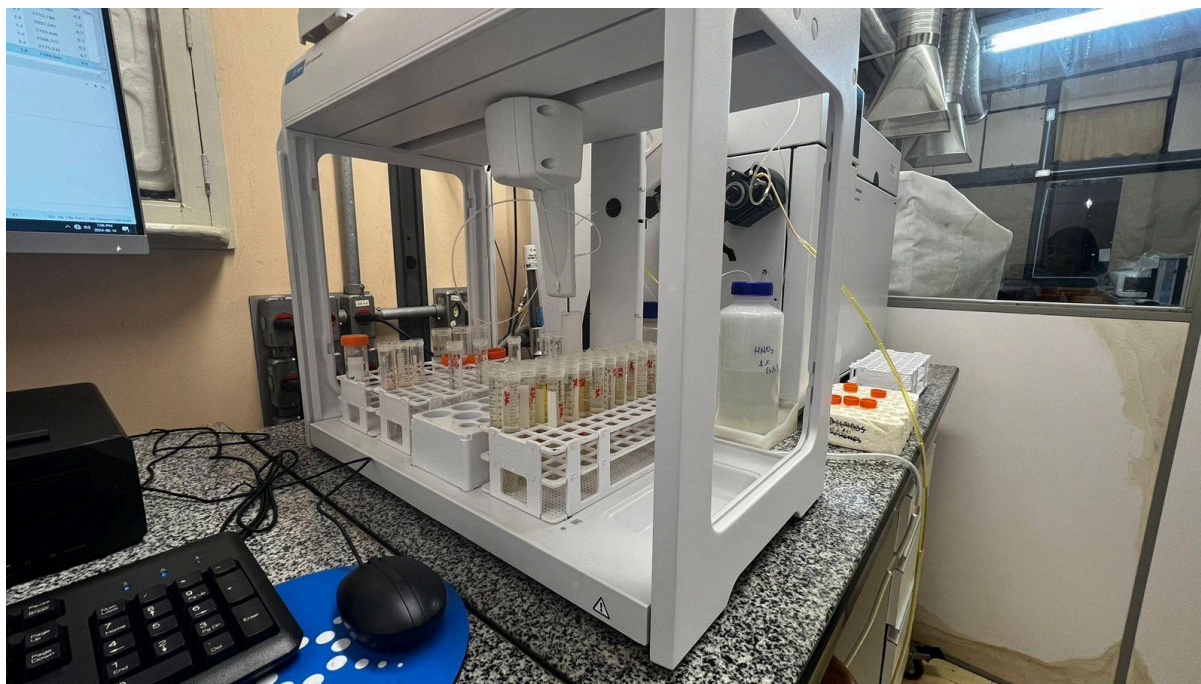
Após essas etapas, foi descartada a solução de Triton X-100 em local apropriado e os pelos foram então lavados com 30 mL de água destilada e agitados em vórtex por 30 segundos. Essa etapa foi repetida para remover o excesso de espuma.

Após a remoção de toda a espuma aparente, foi adicionado aos pelos 30,0 mL de acetona ultrapura seguido de mais uma agitação em vórtex por 30 segundos. A acetona foi descartada em local apropriado e o material enxaguado três vezes com água destilada. Os pelos foram então transferidos para um envelope de papel devidamente identificado com o código da amostra. O material foi colocado para secar em estufa a 60 °C por 12 horas e após esse período foi armazenado em local seco até o momento da análise.

Para análise dos pelos, cerca de 100 mg de cada amostra foram pesados com balança analítica e transferidos para frascos de teflon do forno de micro-ondas (Modelo Ethos 1, marca Milestone). Adicionou-se em cada frasco 1,0 mL de ácido nítrico concentrado (65% m/m), acrescido de 1,0 mL de peróxido de hidrogênio 30% m/m e 4,0 mL de água ultrapura (sistema Milli-Q, Merck). Os frascos foram fechados e colocados no forno de micro-ondas para o processo de digestão, com uma rampa de aquecimento de 20 min para atingir 140°C e permanecendo nessa temperatura por mais 20 min. Após a digestão, a solução resultante foi transferida quantitativamente para tubos de fundo cônico de 15 mL e diluída para 12,0 mL com água ultrapura.

As concentrações dos metais foram determinadas por espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), utilizando o equipamento marca Agilent ® série 7700 (Figura 22). A validação do método foi feita utilizando-se de amostras coletadas de animais de cativeiro, como método controle.

Figura 22 - Amostras de pelo posicionadas no espectrômetro de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), para determinação de concentração de metais. Fonte: Autora, 2024.



Na tabela 1 estão apresentados os parâmetros instrumentais utilizados para a análise dos pelos e de sangue por ICP-MS.

Tabela 1 - Parâmetros instrumentais de análise de pelos e de sangue por ICP-MS.

Parâmetro	Condição instrumental
Potência RF ^a	1550 V
Fluxo do gás de arraste (<i>Carrier gas</i>)	1,09 L min ⁻¹ (<i>no gas</i>); 1,20 L min ⁻¹ (<i>He mode</i>)
RF da célula de colisão	190 V (<i>no gas</i>); 200 V (<i>He mode</i>)
Fluxo de He	4,7 mL L ⁻¹

Velocidade da bomba	0,5 rpm
Medições	
Varreduras	100
Replicatas	3
Resolução	<1
Modo de análise	
“He-mode”	
Isótopos	
^{27}Al , ^{51}V , ^{52}Cr , ^{55}Mn , ^{56}Fe , ^{60}Ni , ^{63}Cu , ^{75}As , ^{78}Se , ^{89}Mo , ^{111}Cd , ^{200}Hg , ^{208}Pb , ^{238}U	

4.7.2 Determinação de metais e metaloides em sangue

Para a análise das amostras de sangue, foram utilizadas amostras de sangue coletadas em tubos contendo EDTA-K2. Inicialmente foi preparado o diluente alcalino contendo: 4% de 1-butanol, 1% de hidróxido de tetrametilamônio (TMAH), 0,01% de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) e 0,01% de Triton X-100. Para o preparo das soluções foi utilizada uma balança analítica calibrada e béqueres de vidro para a pesagem dos reagentes: 10 g de 1-butanol PA, 10 g de TMAH 25%, 25 mg de EDTA 99,9%, 25 mg de Triton X-100 PA.

O EDTA e o Triton X-100 foram solubilizados nos béqueres com água ultrapura e transferidos para um balão volumétrico de 250,0 mL, no qual já havia sido adicionado previamente cerca de 100 mL de água ultrapura. Posteriormente, o TMAH e o 1-butanol foram também transferidos para o mesmo balão volumétrico. Após a transferência, todos os béqueres utilizados foram lavados três vezes com água ultrapura e as alíquotas transferidas para o mesmo balão. Em seguida, o balão foi avolumado a 250,0 mL com água ultrapura.

Antes da preparação, todos os tubos coletados com sangue foram passados em vortex para homogeneização (Figura 23). Para a preparação das amostras foram então pipetados 250 μL ou 400 μL , a depender do volume total disponível de cada amostra, juntamente a 2,5 mL do diluente alcalino previamente preparado e 25 μL do padrão interno, composto por ítrio (Y) e irídio (Ir), em tubos de fundo cônico de 15 mL. Por fim, as soluções tiveram o volume completado a 5,0 mL, com água ultrapura.

Após o preparo, as amostras foram analisadas por ICP-MS nas mesmas condições instrumentais utilizadas para os pelos (Tabela 1). A curva de calibração para as análises de sangue foi preparada com a solução do diluente alcalino, seguindo a mesma diluição das amostras.

Em projetos anteriores executados no Laboratório de Química Analítica do Departamento de Química da UFMG, foram realizadas as validações para a utilização dos tubos de EDTA-K2, para avaliação de interferência nas técnicas de quantificação de metais e metaloides, e não se observou alterações nos resultados para os elementos avaliados.

Figura 23 - Amostras de sangue em EDTA K2 posicionadas no vortex para homogeneização. Fonte: Autora, 2024.



4.7.3 Exames hematológicos e de Bioquímica Sérica

Os exames hematológicos e de bioquímica sérica foram realizados no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da EV/UFGM. Para a realização de hemograma, o sangue dos animais capturados foi acondicionado em micro tubos de 0,5 mL contendo ácido etilenodiamino tetra-acético do tipo K2 (EDTA-K2). Em até 24 horas após a coleta o sangue foi processado em aparelho automático (ICounter Vet®) utilizando os métodos de impedância para determinar a concentração de leucócitos, eritrócitos e plaquetas; e determinação do volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média, índice de distribuição de eritrócitos (RDW) e volume plaquetário médio (VPM). Para determinar a dosagem de hemoglobina, foi utilizado o método de Absorbância de Luz em reação de

cianometahemoglobina (DIAGNO, 2021). Também foram confeccionados esfregaços sanguíneos para contagem celular diferencial e avaliação morfológica.

Para os exames bioquímicos, o sangue coletado em tubos com ativador de coágulo foi centrifugado (centrífuga Clay Adams® modelo 0011/6) por 15 minutos a 1976xG (4200rpm), e o soro foi separado e acondicionado em microtubos de 1,5 mL, sendo armazenados em freezer a -20°C. O soro foi processado em espectrofotômetro (Cobas Mira Plus® - Roche) utilizando-se kits comerciais (Biotecnica®) seguindo o protocolo operacional padrão do laboratório. Foram realizadas determinações das atividades de ALT (U/L), AST (U/L), gama glutamiltransferase (GGT U/L), concentrações de ureia (mg/dL), creatinina (mg/dL), proteínas totais (g/dL), albumina (g/dL), fosfatase alcalina (U/L), glicose (mg/dL), amilase (U/L), fósforo (mg/dL), colesterol (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), globulinas (mg/L) e cálcio (mg/dL).

4.8 Análises estatísticas

Os resultados encontrados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade, por meio do teste de Shapiro-Wilk, demonstrando que os dados não possuíam distribuição normal. Posteriormente, foram submetidos à análise de frequências, seguida dos testes não paramétricos Kruskal Wallis com pós-teste de Dunn e Mann-Whitney para amostras independentes e Friedman para as amostras dependentes. Para análises de correlação entre amostras de sangue e de pelo e também entre o peso dos animais e as concentrações médias de metais foram realizados testes de correlação de Spearman. Além disso, para os dados hematológicos e bioquímicos também foram realizados testes de correlação de Spearman.

A tabulação foi realizada no software Microsoft Excel 365 e as análises no programa Stata MP versão 16.0 (STACORP LLC, 2019). Para a confecção dos gráficos, foi utilizado o programa de análises estatísticas Graphpad Prism 10.4.1. Os dados foram representados em tabelas e gráficos pelos valores médios e das medianas dos valores absolutos encontrados para os metais.

Os testes estatísticos foram realizados com a supervisão da Professora Doutora Camila Stefanie Fonseca de Oliveira e do estudante de doutorado Lucas Belchior Souza de Oliveira.

5. RESULTADOS

5.1 Animais capturados

Os animais capturados nos anos de 2022, 2023 e 2024 estão apresentados nas tabelas 2, 3 e 4 e distribuídos de acordo com espécie, sexo, faixa etária e local de captura.

Tabela 2 - Número de animais amostrados no ano de 2022, distribuídos em relação à espécie, sexo, faixa etária e local de captura.

Ano de 2022				
Informações		Espécie		
		Quatis	Gambás	
		<i>Nasua nasua</i>	<i>Didelphis aurita</i>	<i>Didelphis albiventris</i>
Sexo	Fêmea	37	0	5
	Macho	22	1	6
	Total	59	1	11
Faixa etária	Infante	0	0	0
	Jovem	29	1	3
	Sub - adulto	0	0	0
	Adulto	30	0	6
	Sem identificação	0	0	2
Local de Captura	Parque Municipal das Mangabeiras	58	1	3
	Parque Serra do Curral	1	0	1
	Parque Aggeo Pio Sobrinho	0	0	0
	Zoológico	0	0	0
	Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello	0	0	3
	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	0	0	4

Tabela 3 - Número de animais amostrados no ano de 2023, distribuídos em relação à espécie, sexo, faixa etária e local de captura.

Ano de 2023				
Informações		Espécie		
		Quatis	Gambás	
		<i>Nasua nasua</i>	<i>Didelphis aurita</i>	<i>Didelphis albiventris</i>
Sexo	Fêmea	50	1	27
	Macho	31	3	37
	Sem identificação	1	0	1
	Total	82	4	65
Faixa etária	Infante	12	0	4
	Jovem	13	0	16
	Sub - adulto	15	0	4
	Adulto	40	4	38
	Sem identificação	2	0	3
Local de Captura	Parque Municipal das Mangabeiras	50	4	3
	Parque Serra do Curral	10	0	0
	Parque Aggeo Pio Sobrinho	22	0	12
	Zoológico	0	0	13
	Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello	0	0	16
	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	0	0	21
			0	

Tabela 4 - Número de animais amostrados no ano de 2024, distribuídos em relação à espécie, sexo, faixa etária e local de captura.

Ano de 2024				
-------------	--	--	--	--

Informações		Espécie		
		Quatis	Gambás	
			<i>Nasua nasua</i>	<i>Didelphis aurita</i> <i>Didelphis albiventris</i>
Sexo	Fêmea	9	3	2
	Macho	10	1	3
	Sem identificação	0	0	0
	Total	19	4	5
Faixa etária	Infante	5	0	0
	Jovem	1	0	0
	Sub - adulto	1	0	2
	Adulto	11	3	3
	Sem identificação	1	1	0
Local de Captura	Parque Municipal das Mangabeiras	12	4	0
	Parque Serra do Curral	7	0	0
	Parque Aggeo Pio Sobrinho	0	0	0
	Zoológico	0	0	0
	Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello	0	0	5
	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	0	0	0
			0	

5.2 Avaliação clínica

Durante o exame clínico de quatis foram encontrados valores médios de 196 batimentos por minuto (bpm), para a frequência cardíaca; 50 movimentos por minuto (mpm), para a

frequência respiratória e 37,6°C para a temperatura retal. Para os gambás foram encontrados valores médios de 226 bpm para a frequência cardíaca, 45 mpm para a frequência respiratória e 34°C para a temperatura cloacal.

No que se refere à avaliação de pele, pelos, hidratação e mucosas, 11,25% (n=18) dos quatis apresentaram alterações clínicas como desidratação e mucosas hipocoradas. Na avaliação clínica por palpação de linfonodos, 12,5% (n = 20) dos quatis apresentaram reatividade de linfonodos poplíteos e 3,1% (n = 5) possuíram reatividade de linfonodos submandibulares. Na palpação abdominal, 1,25% (n = 2) dos quatis apresentaram alterações clínicas, evidenciando acúmulo de gás e distensão abdominal. Nenhum quati apresentou alterações na auscultação cardíaca e respiratória.

Já para os gambás, durante a avaliação de pele, pelos, hidratação e mucosas, 30,3% (n = 30) dos animais apresentaram alterações clínicas como desidratação e mucosas hipocoradas. Na avaliação clínica por palpação de linfonodos, 5,1% (n = 5) dos gambás apresentaram reatividade de linfonodos poplíteos e linfonodos submandibulares. Nenhum animal apresentou alterações na auscultação cardíaca e respiratória.

5.3 Análises toxicológicas

Dentre os 160 quatis capturados durante os três anos de coleta, foram analisadas 148 amostras de pelos e 61 amostras de sangue em EDTA para a detecção de metais e metaloides. Já em relação aos gambás, foram capturados 99 indivíduos, nos quais 90 amostras de pelos e 13 amostras de sangue em EDTA foram analisadas para a detecção de metais e metaloides.

5.3.1 Limites de detecção (LD)

Os valores de LD definem qual o menor nível de concentração que os analitos podem ser detectados, respeitando critérios de precisão e exatidão aceitáveis. Os LD encontrados para as análises de metais e metaloides em sangue e em pelo de quatis, gambás-de-orelhas-brancas e gambás-de-orelhas-pretas estão representados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Limites de detecção (LD) utilizados para a análise de metais e metaloides em pelos de quatis e de gambás pela técnica de ICP-MS.

Metais e metaloides detectados	Limite de Detecção (µg/kg) utilizado
Alumínio (Al)	53480,0

Chumbo (Pb)	59,304
Mercúrio (Hg)	53,2
Cádmio (Cd)	9,38
Níquel (Ni)	1254,4
Urânio (U)	0,7
Cromo (Cr)	312,2
Cobre (Cu)	211,4
Ferro (Fe)	12070,8
Molibdênio (Mo)	52,78
Zinco (Zn)	1635,2
Selênio (Se)	79,8
Manganês (Mn)	378
Arsênio (As)	18,76

Tabela 6 - Limites de detecção (LD) utilizados para a análise de metais e metaloides em sangue de quatis e de gambás pela técnica de ICP-MS.

Metais e metaloides detectados	Limite de Detecção (ug/L) utilizado
Alumínio (Al)	10,50
Chumbo (Pb)	1,452
Mercúrio (Hg)	2,4
Níquel (Ni)	23,5
Urânio (U)	8,77
Cromo (Cr)	4,586
Cobre (Cu)	89,48
Ferro (Fe)	13,42
Molibdênio (Mo)	5,729
Zinco (Zn)	21,27
Selênio (Se)	16,84
Manganês (Mn)	14,3
Arsênio (As)	7,42

5.3.2 Análises de metais e metaloides em amostras de pelo coletadas de quatis

A tabela 7 apresenta os valores de mediana geral, mediana de cada parque (PqM, PSC e PAPS) e desvio padrão geral para cada um dos elementos quantificados nos pelos de quatis.

Tabela 7 - Concentração de metais e metaloides ($\mu\text{g/kg}$) detectados nas amostras de pelos de quatis (*Nasua nasua*) de vida livre capturados no PqM, PSC e PAPS.

Metais e Metaloides detectados em pelos de quatis	Mediana Geral ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PqM ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PSC ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PAPS ($\mu\text{g/kg}$)	Desvio Padrão Geral ($\mu\text{g/kg}$)
Al	447626,96	445856,86	621744,79	420256,68	1034778,85
Pb	384,59	382,94	400,81	456,06	503,39
Hg	53,2	53,58	118,02	53,2	1810,86
Cd	35,06	33,58	29,16	57,34	120,51
Ni	1031,70	1265,98	567,82	663,76	3182,82
U	15,61	16,25	19,27	0,39	37,63
As	315,91	337,90	318,05	240,87	553,13
Cr	871,38	856,45	1023,45	871,38	4192,89
Cu	13538,67	13354,16	17443,24	13523,71	6453,25
Fe	1012546,98	1069515,47	1463450,92	464686,81	2608837,20
Se	784,36	783,49	2475,53	715,38	662,53
Mn	71815,48	78204,11	132206,58	41060,62	156212,06
Mo	123,42	125,57	130,68	126,60	92,20
Zn	197480,88	186512,32	236585,23	233473,58	281187,23

Quando comparados os períodos do ano em que foram realizadas as capturas, para o ano de 2022 foram capturados animais somente no período seco (abril a setembro), enquanto para o ano de 2023 foram realizadas capturas durante os períodos seco e chuvoso (outubro a março) e para o ano de 2024, somente no período chuvoso. O número de animais capturados em cada mês e período do ano está representado na tabela 8.

Tabela 8 - Número de quatis (*Nasua nasua*) capturados, distribuídos pelos anos e meses de captura e também pelos períodos seco e chuvoso.

2022		
Período do ano	Mês de captura	Número de animais capturados por mês
Seco	Julho	26
	Agosto	9
	Setembro	21
2023		
Chuvoso	Janeiro	29
Seco	Julho	13
	Agosto	1
	Setembro	21
Chuvoso	Dezembro	9
2024		
Chuvoso	Janeiro	19

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais cobre, zinco e selênio em animais capturados durante período chuvoso quando comparados aos animais capturados durante o período seco. De forma contrária, foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal chumbo em animais capturados durante o período seco quando comparados aos animais capturados durante o período chuvoso (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectadas no pelo de quatis (*Nasua nasua*) capturados, distribuídos pelos períodos do ano.

Metal	Período de maior concentração	n	Média de valores no período chuvoso (µg/kg)	Mediana dos valores no período chuvoso (µg/kg)	Média de valores no período seco (µg/kg)	Mediana dos valores no período seco (µg/kg)	Valor <i>p</i>
Cu	Chuvoso	55	16210,06	14770,76	13819,32	12994,05	0.0001*
Zn	Chuvoso	55	318651,15	231147,89	226669,84	179696,99	0.00*
Se	Chuvoso	55	1189,66	918,24	840,55	767,76	0.0159*
Pb	Seco	94	532,36	444,88	585,85	249,85	0.0025*

Legenda: n = número de animais amostrados ; *Diferença estatística significativa ao teste Mann-Whitney com 5% de significância.

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais chumbo e selênio em adultos quando comparados aos infantes. Para os metais chumbo, zinco e cobre foi observada diferença significativa entre maiores concentrações em jovens quando comparados aos infantes. Para os metais zinco, cobre e selênio foi observada diferença significativa entre maiores concentrações em subadultos quando comparados aos jovens (Tabela 10).

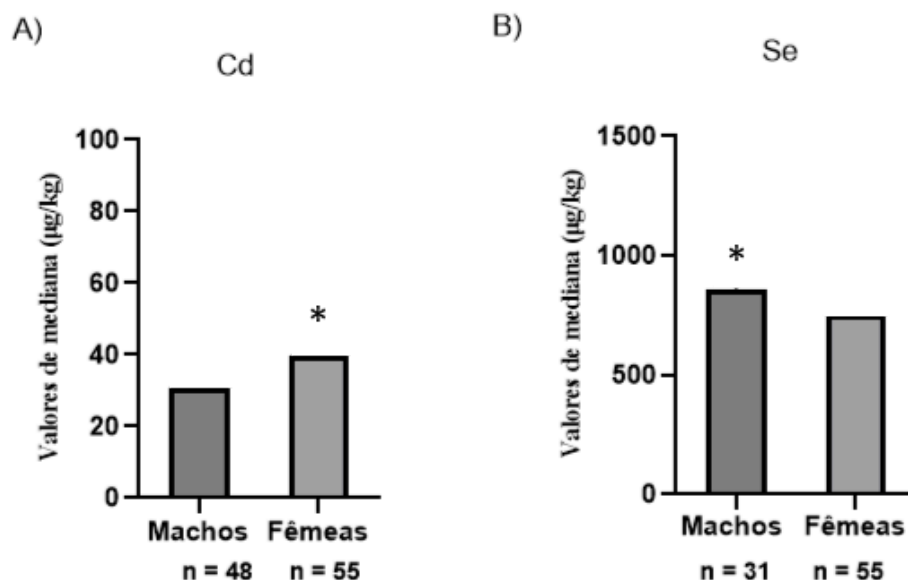
Tabela 10 - Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectadas no pelo de quatis (*Nasua nasua*) capturados, distribuídos pelas classes etárias.

Grupos (1 e 2)	Metal	Valor <i>p</i>	Valor médio (Grupo 1) (µg/kg)	Mediana (Grupo 1) (µg/kg)	Valor médio (Grupo 2) (µg/kg)	Mediana (Grupo 2) (µg/kg)
Adultos (1) vs Infantes (2)	Pb	0.0006*	552,68	426,60	299,10	147,83
	Se	0.0276*	986,31	909,91	763,51	719,85
Jovens (1) vs Infantes (2)	Pb	0.0030*	626,28	433,05	299,10	147,83
	Zn	0.0239*	263908,57	181459,01	249373,91	219083,93
	Cu	0.0124*	14777,36	12534,99	14835,67	13636,94
Sub (1) adultos vs Jovens (2)	Zn	0.0239*	315155,27	221567,61	263908,57	181459,01
	Cu	0.016153*	15969,71	13637,81	14777,36	12534,99
	Se	0.0077*	2065,32	1066,48	725,70	625,91

Legenda: *Diferença estatística significativa ao teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn, com 5% de significância.

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal cádmio em fêmeas quando comparados aos machos (Figura 24A). De forma contrária, foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal selênio em machos quando comparados às fêmeas (Figura 24B).

Figura 24 - A) Valores de medianas de concentrações do metal Cd em amostras de pelo de fêmeas e machos de quatis (*Nasua nasua*) capturados. B) Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de pelo de fêmeas e machos de quatis (*Nasua nasua*) capturados.



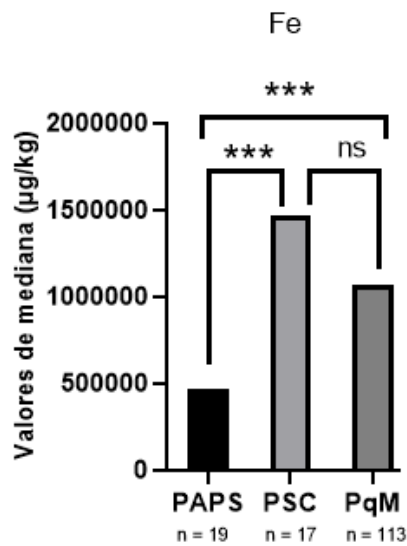
Legenda: n = número de animais capturados.

Nota: * $p < 0.05$. A) Estatisticamente maior em fêmeas ($p = 0.0261$, teste Mann-Whitney). B) Estatisticamente maior em machos ($p = 0.0407$, teste Mann-Whitney).

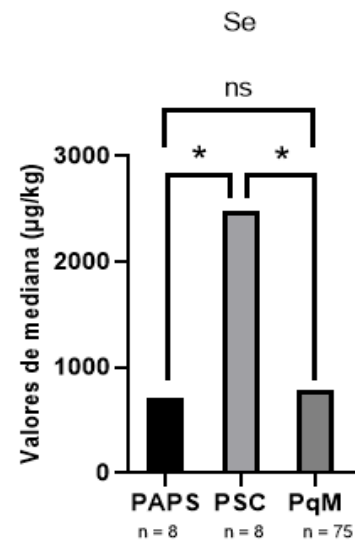
Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais ferro, selênio e manganês em animais capturados no PSC quando comparado aos animais capturados no PAPS. Também foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais manganês e ferro em animais capturados no PqM quando comparados aos animais capturados no PAPS. Ainda, foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais selênio e manganês em animais capturados no PSC quando comparados aos animais capturados no PqM (Figuras 25 A, B e C).

Figura 25 - A) Valores de medianas de concentrações do metal Fe em amostras de pelo de quatis (*Nasua nasua*) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM. B) Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de pelo dos quatis (*Nasua nasua*) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM. C) Valores de medianas de concentrações do metal Mn em amostras de pelo de quatis (*Nasua nasua*) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM.

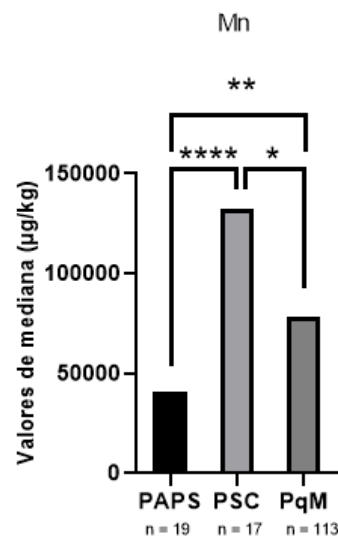
A)



B)



C)



Legenda: n = número de animais capturados.

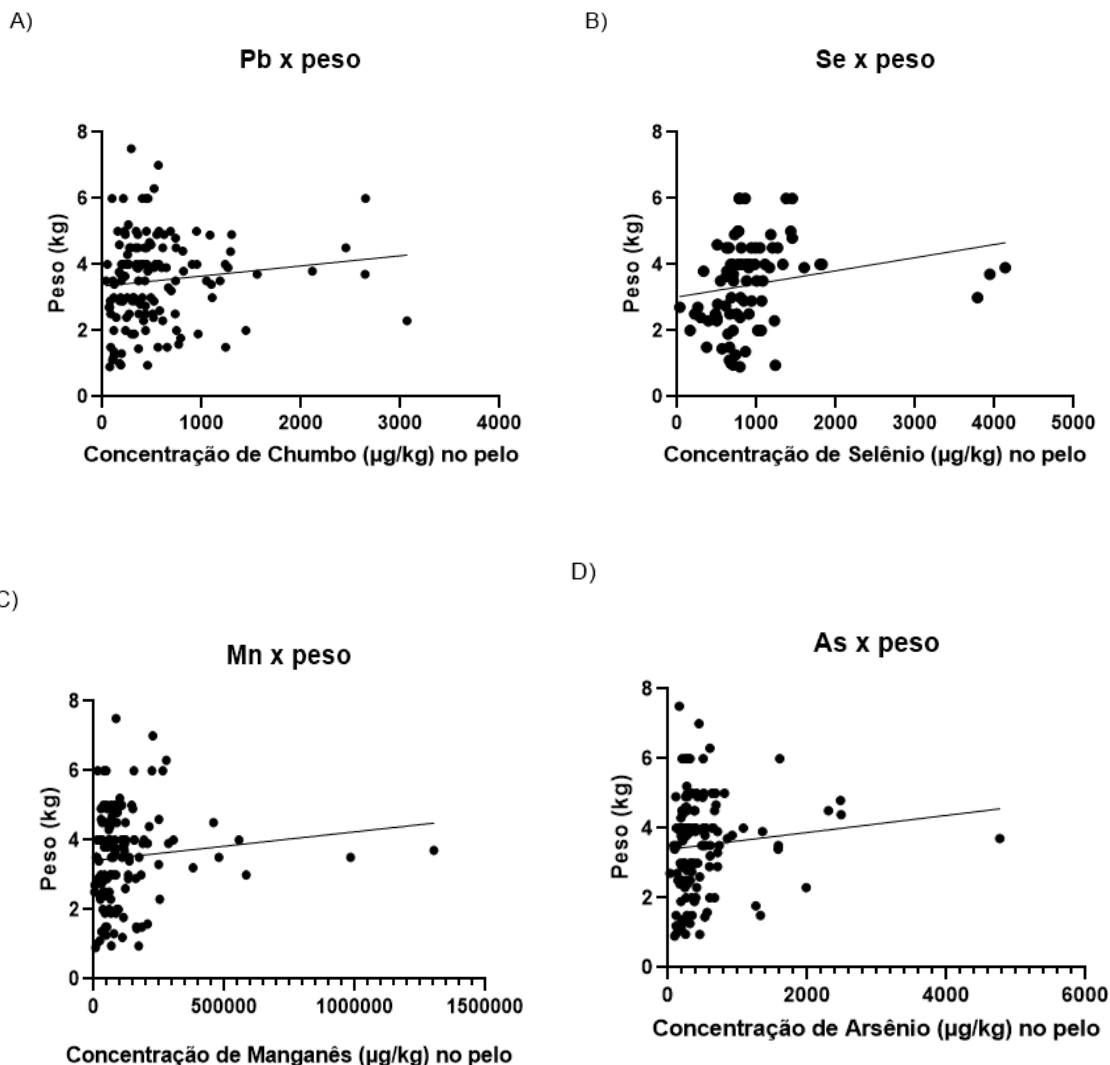
ns = sem relação estatisticamente significativa

Nota: * $p < 0.05$. A) Estatisticamente maior nos animais capturados no PSC quando comparado aos capturados no PAPS ($p = 0.0009$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). Estatisticamente maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PAPS ($p = 0.0032$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). B) Estatisticamente maior nos animais capturados no PSC quando comparado aos capturados no PAPS ($p = 0.0214$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). Estatisticamente maior nos animais capturados no PSC quando comparado aos capturados no PqM ($p = 0.0424$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). C) Estatisticamente

maior nos animais capturados no PSC quando comparado aos capturados no PAPS ($p < 0.0001$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). Estatisticamente maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PAPS ($p = 0.0042$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). Estatisticamente maior nos animais capturados no PSC quando comparado aos capturados no PqM ($p = 0.0298$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn).

Ainda, foi observada uma correlação positiva entre maiores concentrações dos metais chumbo ($n = 140$, teste de Spearman, $r = 0.1906$; $p = 0.0241$), selênio ($n = 82$, teste de Spearman, $r = 0.3781$; $p = 0.0005$), manganês ($n = 140$, teste de Spearman, $r = 0.1842$; $p = 0.0294$) e do metaloide arsênio ($n = 140$, teste de Spearman, $r = 0.1747$; $p = 0.0389$) e o peso dos animais (Figuras 26 A, B, C e D).

Figura 26 - A) Correlação entre as concentrações do metal Pb e o peso de quatis (*Nasua nasua*) capturados. B) Correlação entre as concentrações do metal Se e o peso de quatis (*Nasua nasua*) capturados. C) Correlação entre as concentrações do metal Mn e o peso dos quatis (*Nasua nasua*) capturados. D) Correlação entre as concentrações do metaloide As e o peso dos quatis (*Nasua nasua*) capturados.



Legenda: A) Correlação positiva entre as concentrações (µg/kg) do metal Pb e o peso de quatis (*Nasua nasua*) capturados (n = 140, teste de Spearman, $r = 0.1906$; $p = 0.0241$). B) Correlação positiva entre as concentrações (µg/kg) do metal Se e o peso de quatis (*Nasua nasua*) capturados (n = 82, teste de Spearman, $r = 0.3781$; $p = 0.0005$). C) Correlação positiva entre as concentrações (µg/kg) do metal Mn e o peso de quatis (*Nasua nasua*) capturados (n = 140, teste de Spearman, $r = 0.1842$; $p = 0.0294$). D) Correlação positiva entre as concentrações (µg/kg) do metaloide As e o peso de quatis (*Nasua nasua*) capturados (n = 140, teste de Spearman, $r = 0.1747$; $p = 0.0389$).

5.3.3 Análises em amostras de sangue coletadas de quatis

A tabela 11 demonstra os valores de mediana geral, mediana de cada parque (PqM, PSC e PAPS) e desvio padrão geral para cada um dos elementos quantificados no sangue de quatis.

Tabela 11 - Concentração de metais e metaloides (µg/L) detectados nas amostras de sangue de quatis (*Nasua nasua*) de vida livre capturados no PqM, PSC e PAPS.

Metais e Metaloides detectados em sangue de quatis	Mediana Geral (µg/L)	Mediana animais capturados no PqM (µg/L)	Mediana animais capturados no PSC (µg/L)	Mediana animais capturados no PAPS (µg/L)	Desvio Padrão Geral (µg/L)
Al	5370	141,21	5320	5566,25	5202,93
Pb	1661,25	2440	120	1312,5	3027,91
Hg	2317,5	586,25	162,5	2810	4482,33
Ni	432,46	429,66	513,23	389,13	169,13
U*	8,77	8,77	8,77	8,77	0
As**	7,42	7,42	7,42	7,42	14,94
Cr*	4,586	4,586	4,586	4,586	728,83
Cu	89,48	89,48	89,48	89,48	462,62
Fe	13,42	13,42	13,42	13,42	613,47
Se	16,84	18,6	90,92	16,84	91,55
Mn	589,61	567,11	393,48	844,31	574,37
Mo	17,79	12,49	310	37,55	5430,47
Zn	21,27	21,27	21,27	21,27	403,41

*Resultado abaixo dos valores de detecção. **Apenas 1 animal com valor acima dos valores de detecção.

Contrariamente à relação encontrada nos pelos, para o sangue foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais cobre, molibdênio, manganês e ferro em animais capturados durante o período seco quando comparados aos animais capturados durante o período chuvoso (Tabela 12).

Tabela 12 - Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no sangue de quatis (*Nasua nasua*) capturados, distribuídos pelos períodos do ano.

Metal	Período de maior concentração	n Período chuvoso	n Período seco	Média de valores no período chuvoso (µg/L)	Mediana dos valores no período chuvoso (µg/L)	Média de valores no período seco (µg/L)	Mediana dos valores no período seco (µg/L)	Valor <i>p</i>
Cu	Seco	24	37	169,98	89,48	407,49	89,48	0.0032*
Mo	Seco	24	37	2879,01	1700	3368,58	5,729	0.041*
Mn	Seco	24	37	424,60	451,44	990,39	909,46	0.000 *
Fe	Seco	24	37	264,645	13,42	350,96	130,125	0.005*

Legenda: n = número de animais amostrados ; *Diferença estatística significativa ao teste Mann-Whitney, com 5% de significância estatística.

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal manganês em adultos e subadultos quando comparados aos infantes. Para o metal níquel foi observada diferença significativa entre maiores concentrações em adultos quando comparados aos jovens. Para os metais como cobre, níquel e manganês foi observada diferença significativa entre maiores concentrações em jovens quando comparados aos infantes (Tabela 13).

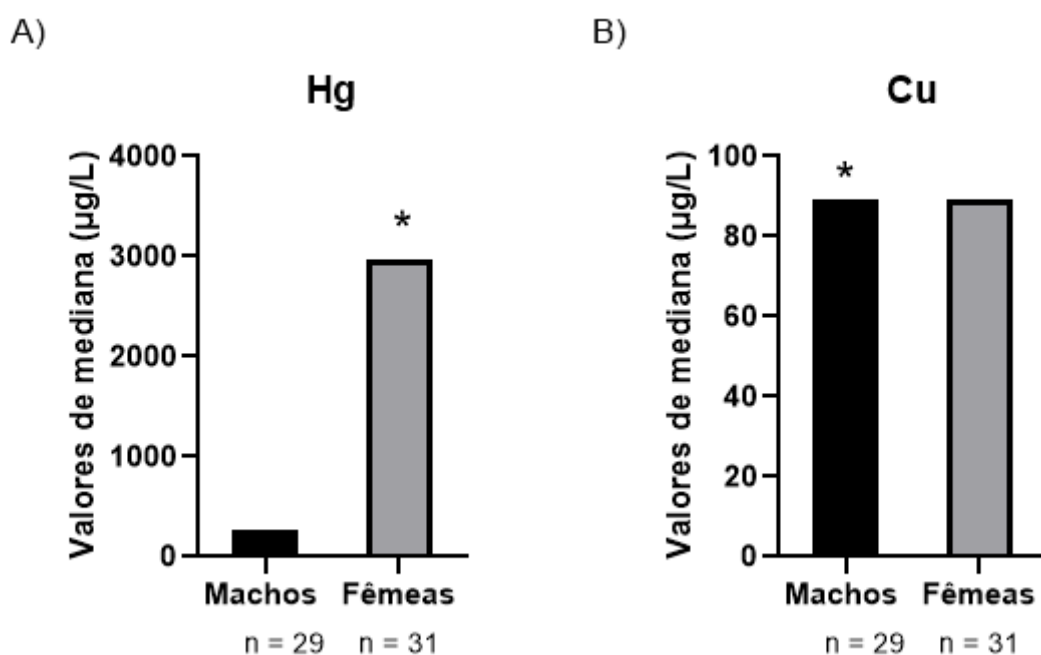
Tabela 13 - Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no sangue de quatis (*Nasua nasua*) capturados, distribuídos pelas classes etárias.

Grupos (1 e 2)	Metal	Valor <i>p</i>	Valor médio (Grupo 1) (µg/L)	Mediana (Grupo 1) (µg/L)	Valor médio (Grupo 2) (µg/L)	Mediana (Grupo 2) (µg/L)
Adultos (1) vs Infantes (2)	Mn	0.0021*	888,72	730,37	329,15	282,97
Sub adultos (1) vs Infantes (2)	Mn	0.0039*	1014,58	1231,74	329,15	282,97
Adultos (1) vs Jovens (2)	Ni	0.0348*	458,43	488,15	496,68	528,42
Jovens (1) vs Infantes (2)	Cu	0.0321*	485,63	89,48	89,90	89,48
	Ni	0.0048*	496,68	528,42	382,8	374,26
	Mn	0.0113*	888,72	730,37	689,12	564,99

Legenda: n = número de animais amostrados; *Diferença estatística significativa ao teste Kruskal Wallis, com pós teste de Dunn, com significância estatística de 5%.

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal mercúrio em fêmeas quando comparados aos machos (Figura 27A). De forma contrária, foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal cobre em machos quando comparados às fêmeas (Figura 27B).

Figura 27 - A) Valores de medianas de concentrações do metal Hg em amostras de sangue de fêmeas e machos de quatis (*Nasua nasua*) capturados. B) Valores de medianas de concentrações do metal Cu em amostras de sangue de machos e fêmeas de quatis (*Nasua nasua*) capturados.

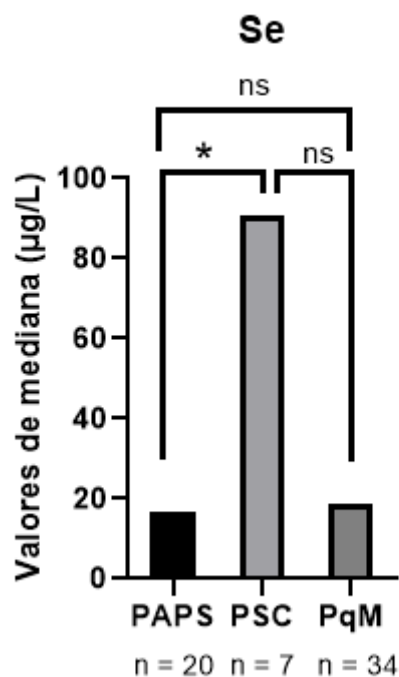


Legenda: n = número de animais capturados.

Nota: * $p < 0.05$. A) Estatisticamente maior em fêmeas ($p = 0.0384$, teste Mann-Whitney). B) Estatisticamente maior em machos ($p = 0.0655$, teste Mann-Whitney).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal selênio no sangue de quatis capturados no PSC quando comparado aos quatis capturados no PAPS (Figura 28).

Figura 28 - Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de sangue de quatis (*Nasua nasua*) capturados nos parques PAPS, PSC e PqM.



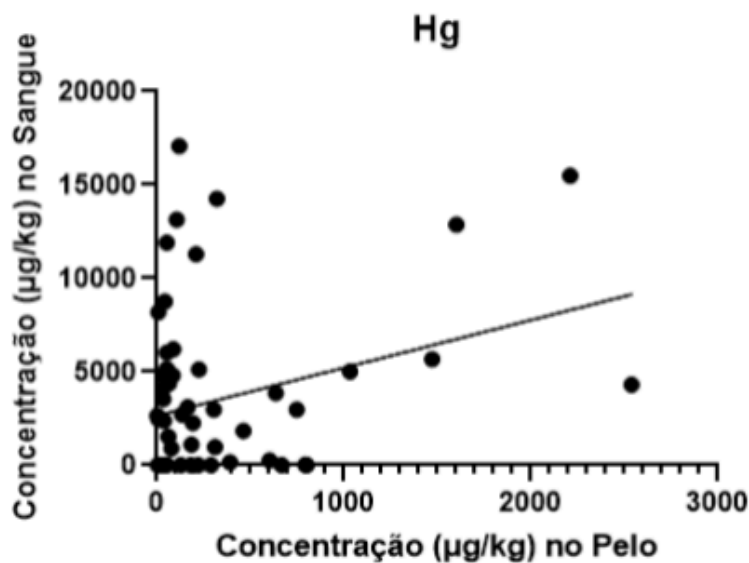
Legenda: n = número de animais capturados.

ns = sem relação estatisticamente significativa

Nota: * $p = 0.0045$. A) maior nos animais capturados no PSC quando comparado aos capturados no PAPS (teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn).

Por fim, quando comparados os valores médios entre amostras de sangue e de pelos dos quatis, foi observada correlação positiva entre concentrações dos metais mercúrio (teste de Spearman, $r = 0.2966$; $p = 0.0203$), de forma que os valores variam em conjunto nas duas amostras (Figura 29).

Figura 29 - Correlação entre as concentrações do metal Hg em amostras de pelo e de sangue de quatis (*Nasua nasua*) capturados.



Legenda: A) Correlação positiva entre as concentrações ($\mu\text{g/kg}$) do metal Hg em amostras de pelo e de sangue de quatis (*Nasua nasua*) capturados (teste de Spearman, $r = 0.2966$; $p = 0.0203$).

5.3.4 Análises em amostras de pelo coletadas de gambás

A tabela 14 demonstra os valores de mediana geral, mediana de cada parque (PqM, PSC, PAPS, PMUAM, PMFLN e JZBH) e desvio padrão geral para cada um dos elementos quantificados nos pelos de gambás.

Tabela 14 - Concentração de metais e metaloides ($\mu\text{g/kg}$) detectados nas amostras de pelos de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) de vida livre capturados em seis parques de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Metais e Metaloides detectados em pelos de gambás	Mediana Geral ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PqM ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PSC* ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PAPS ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PMUAM ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no PMFLN ($\mu\text{g/kg}$)	Mediana animais capturados no JZBH ($\mu\text{g/kg}$)	Desvio Padrão Geral ($\mu\text{g/kg}$)
Al	101606,90	122016,49	155073,82	105935,56	63205,81	117100,96	53480	109596,03
Pb	149,42	204,52	620,12	291,77	170,06	116,09	68,42	555,97
Hg	42,98	42,98	42,98	53,2	53,2	0,38	53,2	260,44
Ni	376,36	430,36	482,36	1131,69	1254,4	1029,33	1254,4	56893,56
U	3,69	6,77	6,95	6,17	2,21	2,47	1,85	5,27
As	699,54	419,96	804,74	832,45	699,54	1195,51	331,82	2239,91

Cr	308,26	308,96	579,99	641,27	340,7	345,43	312,2	3070,37
Cu	8707,50	8431,48	6731,86	7142,63	9353,9	8806,54	8662,73	3521,89
Fe	82185,88	330419,65	320860,66	117867,79	71121,96	71724,6	49854,54	32266092,54
Se	409,01	657,54	536,6	297,96	267,55	418,39	609,96	2270,81
Mn	10525,97	54574,99	18775,25	28002,35	10495,29	7316,13	8076,47	109587,35
Mo	79,67	64,54	108,06	76,68	91,36	79,87	58,68	251,49
Zn	178606,69	145577,29	156150,71	150612,25	199750,09	188342,98	177324	370000,06

*Apenas 1 animal capturado.

Quando comparados os períodos do ano em que foram realizadas as capturas, para o ano de 2022 foram capturados animais somente no período seco, enquanto para os anos de 2023 foram realizadas capturas durante os períodos seco e chuvoso e para o ano de 2024, somente no período chuvoso. O número de animais capturados em cada mês e período do ano está representado na tabela 15.

Tabela 15 - Número de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados, distribuídos pelos anos e meses de captura e também pelos períodos seco e chuvoso.

2022			
Período do ano	Mês de captura	Número de <i>D. aurita</i> capturados por mês	Número de <i>D. albiventris</i> capturados por mês
Seco	Junho	0	7
	Julho	0	1
	Agosto	1	2
	Setembro	0	1
2023			
Chuvoso	Janeiro	0	2
	Fevereiro	0	23
	Março	1	4
Seco	Junho	0	3
	Julho	0	8
	Agosto	0	7
	Setembro	3	10
Chuvoso	Novembro	0	2

Dezembro		0	6
2024			
Chuvoso	Janeiro	4	5

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais mercúrio e molibdênio em animais capturados durante o período seco quando comparados aos animais capturados durante o período chuvoso (Tabela 16).

Tabela 16 - Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) distribuídos pelos períodos do ano.

Metal	Período de maior concentração	n Período chuvoso	n Período seco	Média de valores no período chuvoso (µg/kg)	Mediana dos valores no período chuvoso (µg/kg)	Média de valores no período seco (µg/kg)	Mediana dos valores no período seco (µg/kg)	Valor <i>p</i>
Hg	Seco	60	30	40,22	53,2	155,82	42,98	0.0375*
Mo	Seco	60	30	76,92	76,68	173,95	88,57	0.0467*

Legenda: n = número de animais amostrados; *Diferença estatística significativa ao teste Mann-Whitney, com 5% de significância.

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais cromo e molibdênio em adultos quando comparados aos infantes. Para os metais chumbo e manganês foi observada diferença significativa entre maiores concentrações em adultos quando comparados aos jovens. Por outro lado, foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal cobre em infantes, jovens e subadultos quando comparados aos adultos (Tabela 17).

Tabela 17 - Valores de médias e de medianas referentes às concentrações de metais detectados no pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) distribuídos pelas classes etárias.

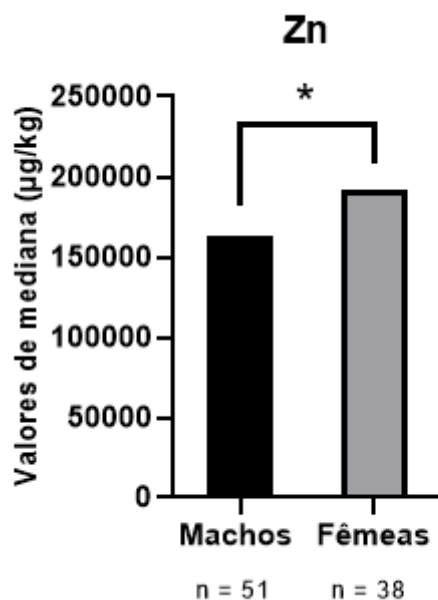
Grupos (1 e 2)	Metal	Valor <i>p</i>	Valor médio (Grupo 1) (µg/kg)	Mediana (Grupo 1) (µg/kg)	Valor médio (Grupo 2) (µg/kg)	Mediana (Grupo 2) (µg/kg)
Adultos (1) vs Infantes	Cr	0.0163*	1108,02	354,35	98,25	2,23

(2)	Mo	0.0196*	127,73	81,11	44,32	34,96
	Cu	0.0364*	8143,42	8085,74	10009,44	9714,79
Adultos (1) vs Jovens (2)	Pb	0.0012*	309,91	161,69	93,45	68,83
	Mn	0.0049*	51367,41	14610,83	13768,22	7971,95
	Cu	0.0149*	8143,42	8085,74	8901,80	8974,72
Adultos (1) vs Subadultos (2)	Cu	0.0032*	8143,42	8085,74	11988,10	9931,12

Legenda: n = número de animais amostrados; *Diferença estatística significativa ao teste Kruskal Wallis, com pós teste de Dunn, com 5% de significância.

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal zinco em fêmeas quando comparados aos machos (Figura 30).

Figura 30 - Valores de medianas de concentrações do metal Zn em amostras de pelo de fêmeas e machos de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados.

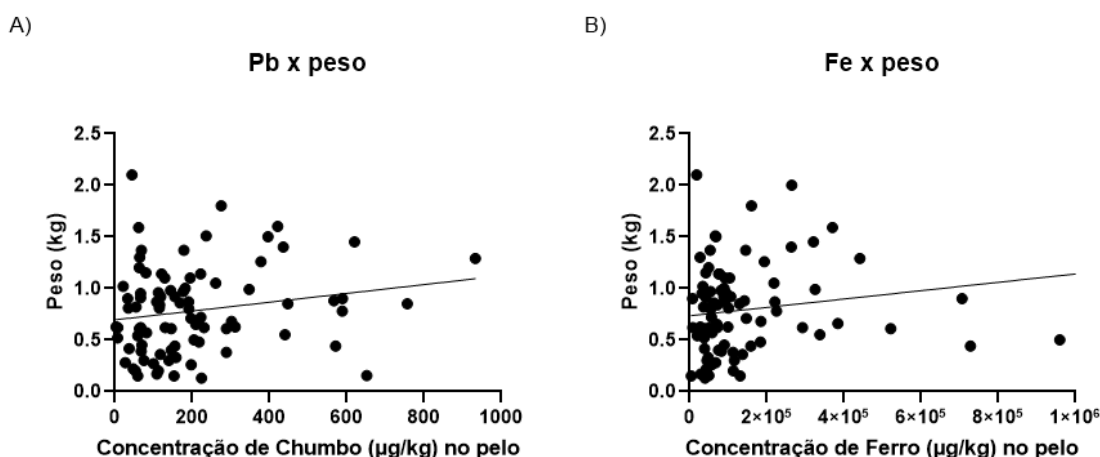


Legenda: n = número de animais capturados.

Nota: * p = 0.0495. A) Estatisticamente maior em fêmeas (teste Mann-Whitney).

Foi observada correlação positiva entre maiores concentrações dos metais chumbo ($n = 87$, teste de Spearman, $r = 0.2191$; $p = 0.0402$) e ferro ($n = 87$, teste de Spearman, $r = 0.2187$; $p = 0.0407$) e o peso dos animais (Figuras 31 A e B).

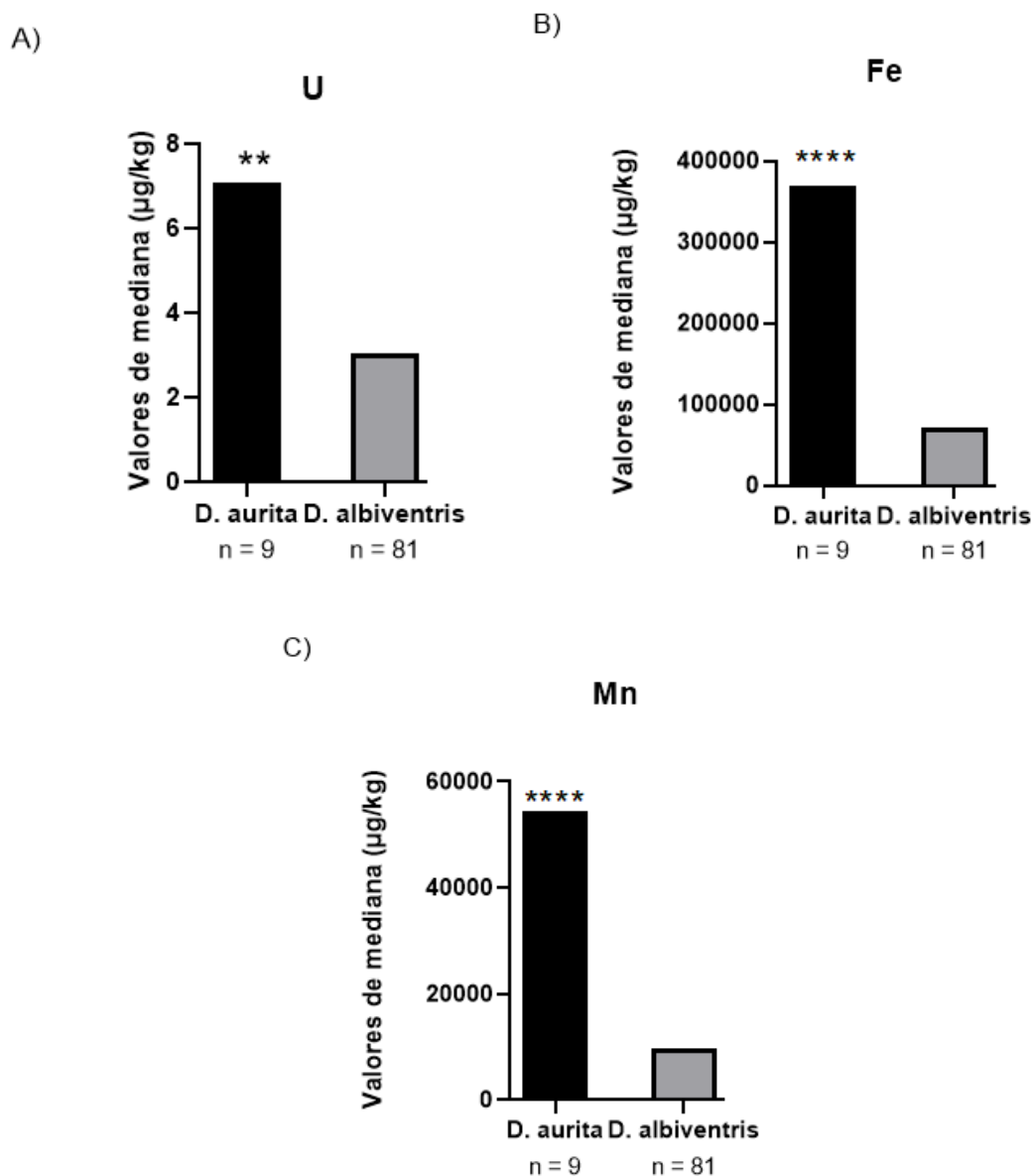
Figura 31 - A) Correlação entre as concentrações do metal Pb e o peso de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados. B) Correlação entre as concentrações do metal Fe e o peso de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados.



Legenda: A) Correlação positiva entre as concentrações ($\mu\text{g/kg}$) do metal Pb e o peso de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados ($n = 87$, teste de Spearman, $r = 0.2191$; $p = 0.0402$). B) Correlação positiva entre as concentrações ($\mu\text{g/kg}$) do metal Fe e o peso de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados ($n = 87$, teste de Spearman, $r = 0.2187$; $p = 0.0407$).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações dos metais urânio, ferro e manganês em amostras de gambás da espécie *Didelphis aurita* quando comparados aos da espécie *Didelphis albiventris* (Figuras 32A, B e C).

Figura 32 - A) Valores de medianas de concentrações do metal U em amostras de pelo de gambás da espécie *Didelphis aurita* e em amostras de pelos de gambás da espécie *Didelphis albiventris* capturados. B) Valores de medianas de concentrações do metal Fe em amostras de pelo de gambás da espécie *Didelphis aurita* e amostras de pelos de gambás da espécie *Didelphis albiventris* capturados. C) Valores de medianas de concentrações do metal Mn em amostras de pelo de gambás da espécie *Didelphis aurita* e amostras de pelos de gambás da espécie *Didelphis albiventris* capturados.

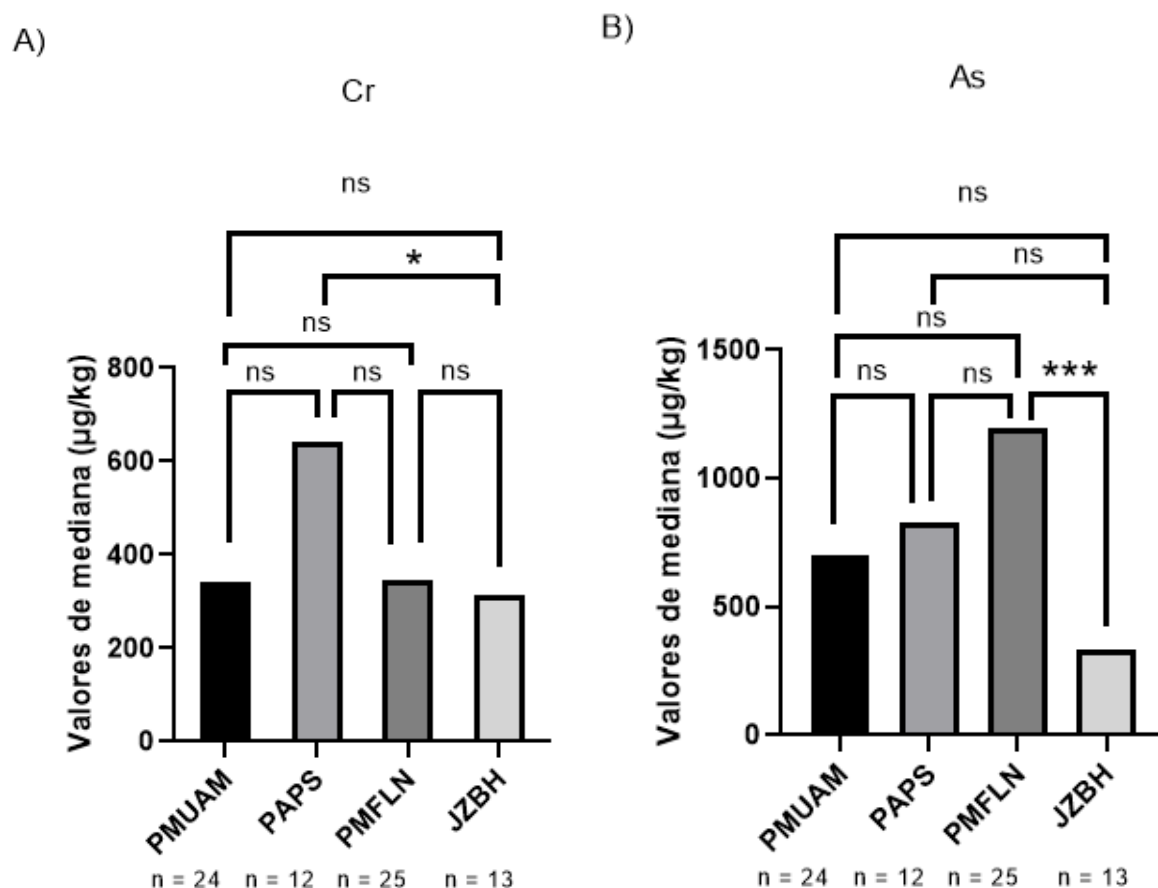


Legenda: n = número de animais capturados.

Nota: * $p < 0.05$. A) Estatisticamente maior em gambás da espécie *D. aurita* ($p = 0.0075$, teste Mann-Whitney). B) Estatisticamente maior em gambás da espécie *D. aurita* ($p < 0.0001$, teste Mann-Whitney). C) Estatisticamente maior em gambás da espécie *D. aurita* ($p = 0.00$, teste Mann-Whitney).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal cromo em animais capturados no PAPS quando comparados aos animais capturados no JZBH (Figura 33A). Também foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metalóide arsênio em animais capturados no PMFLN quando comparados aos animais capturados no JZBH (Figura 33B).

Figura 33 - A) Valores de medianas de concentrações do metal Cr em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PMUAM, PAPS, FMFLN e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metaloide As em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PMUAM, PAPS, FMFLN e JZBH.



Legenda: n = número de animais capturados.

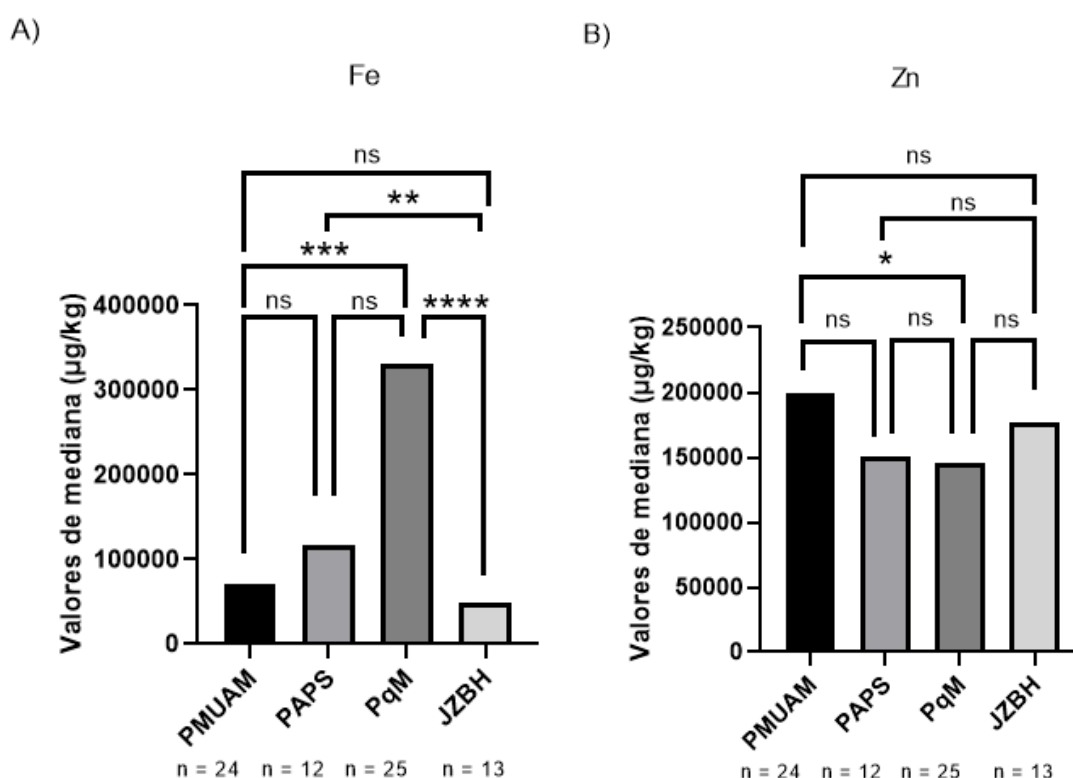
ns = sem relação estatisticamente significativa

Nota: * $p < 0.05$. A) Maior nos animais capturados no PAPS quando comparado aos capturados no JZBH ($p = 0.0422$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). B) Maior nos animais capturados no PMFLN quando comparado aos capturados no JZBH ($p = 0.0007$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal ferro em animais capturados no PAPS quando comparado aos animais capturados no JZBH e maiores concentrações nos animais capturados no PqM quando comparados aos animais capturados no JZBH e ao PMUAM (Figura 34A). Também foi observada diferença significativa entre maiores

concentrações do metal zinco em animais capturados no PMUAM quando comparado aos animais capturados no PqM (Figura 34B).

Figura 34 - A) Valores de medianas de concentrações do metal Fe em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PMUAM, PAPS, PqM e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metal Zn em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PMUAM, PAPS, PqM e JZBH.



Legenda: n = número de animais capturados.

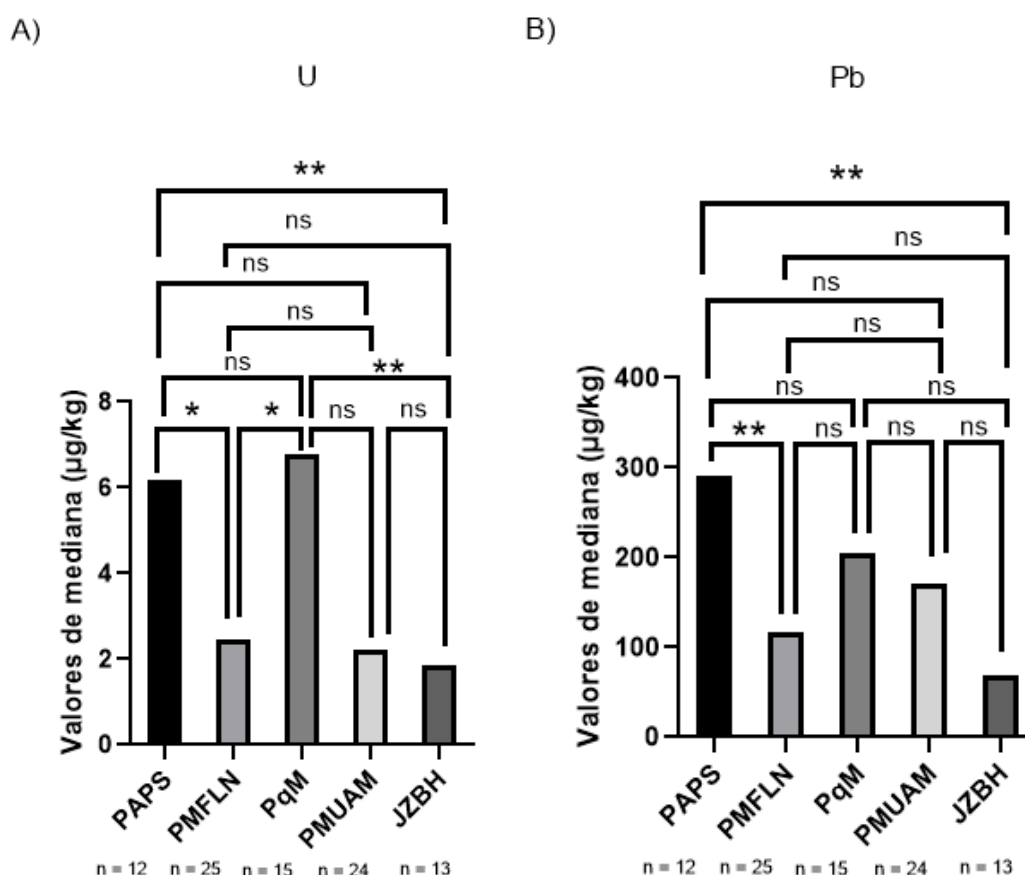
ns = sem relação estatisticamente significativa

Nota: * $p < 0.05$. A) Maior nos animais capturados no PAPS quando comparado aos capturados no JZBH ($p = 0.0089$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn) e maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PMUAM ($p = 0.0002$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn) e JZBH ($p < 0.0001$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). B) Maior nos animais capturados no PMUAM quando comparado aos capturados no PqM ($p = 0.0469$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal tóxico urânio em animais capturados no PAPS quando comparado aos animais capturados no PMFLN e no JZBH, maiores concentrações em animais capturados no PqM quando comparado aos

animais capturados no PMFLN e no JZBH (Figura 35A). Também foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal chumbo em animais capturados no PAPS quando comparado aos animais capturados no PMFLN e no JZBH (Figura 35B).

Figura 35 - A) Valores de medianas de concentrações do metal U em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metal Pb em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH.



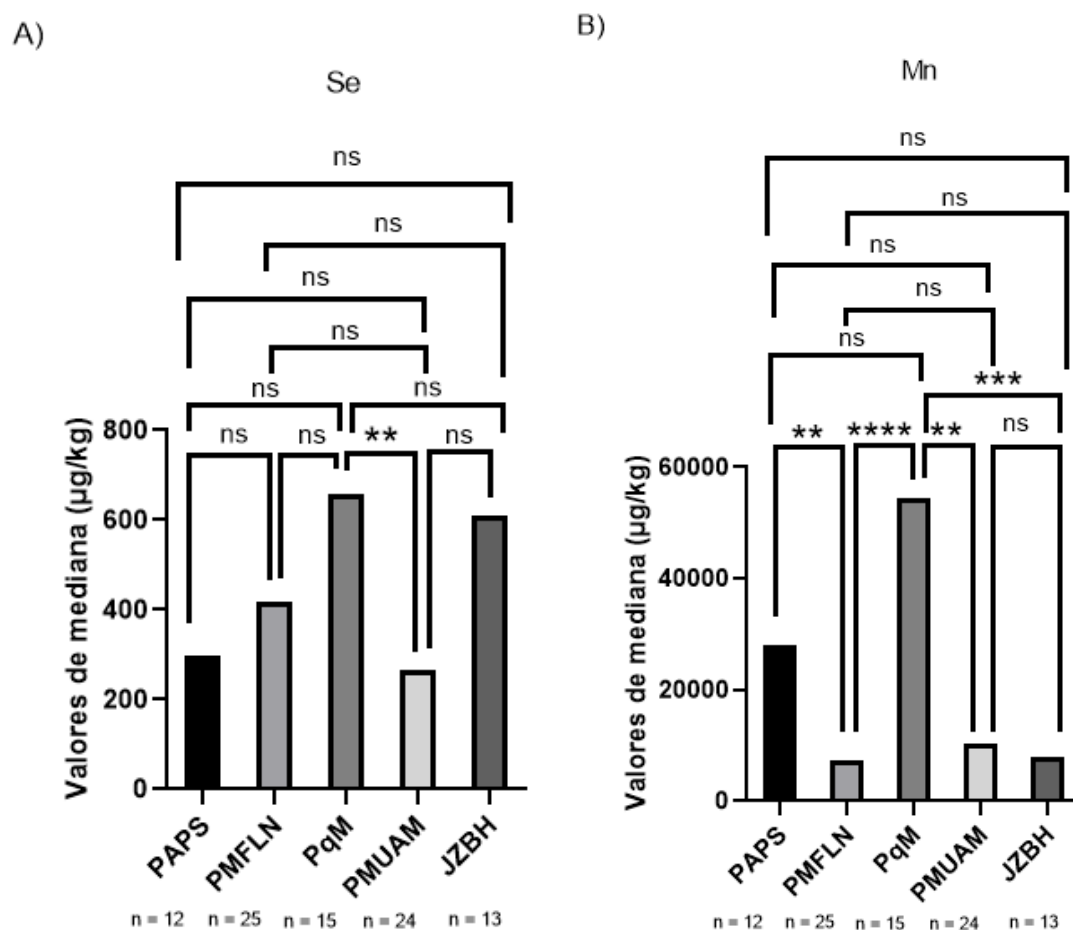
Legenda: n = número de animais capturados.

ns = sem relação estatisticamente significativa

Nota: * $p < 0.05$. A) Maior nos animais capturados no PAPS quando comparado aos capturados no PMFLN ($p = 0.0153$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn) e no JZBH ($p = 0.0021$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). Maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PMFLN ($p = 0.0189$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn) e no JZBH ($p = 0.0025$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). B) Maior nos animais capturados no PAPS quando comparado aos capturados no PMFLN ($p = 0.0153$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn) e JZBH ($p = 0.0021$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal selênio em animais capturados no PqM quando comparado aos animais capturados no PMUAM (Figura 36A). Também foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal manganês em animais capturados no PqM quando comparado aos animais capturados no PMUAM, PMFLN e JZBH e entre maiores concentrações nos animais capturados no PAPS quando comparado aos animais capturados no PMFLN (Figura 36B).

Figura 36 - A) Valores de medianas de concentrações do metal Se em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH. B) Valores de medianas de concentrações do metal Mn em amostras de pelo de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques PAPS, PMFLN, PqM, PMUAM e JZBH.



Nota: * $p < 0.05$. A) Maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PMUAM ($p = 0.0043$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). B) Maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PMUAM ($p = 0.0011$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn), PMFLN ($p < 0.0001$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn) e JZBH ($p = 0.0002$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn). Maior nos animais capturados no PAPS quando comparado aos animais capturados no PMFLN ($p = 0.0068$, teste Kruskal Wallis com pós teste de Dunn).

5.3.5 Análises em amostras de sangue coletadas de gambás

A tabela 18 demonstra os valores de mediana geral, mediana de cada parque (PqM, PSC, PAPS, PMUAM, PMFLN e JZBH) e desvio padrão geral para cada um dos elementos quantificados no sangue de gambás. As análises de sangue foram realizadas em apenas 13 animais, sendo que abrangeram apenas dois parques, PqM ($n=7$) e PAPS ($n=6$) e apenas em animais da espécie *D.albiventris*.

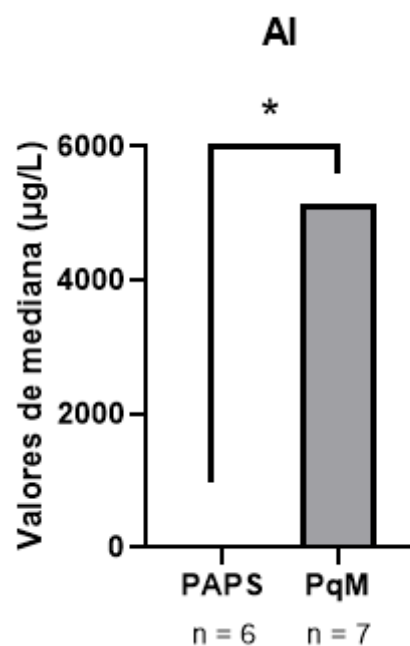
Tabela 18 - Concentração de metais e metaloides ($\mu\text{g/L}$) detectados nas amostras de sangue de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) de vida livre capturados em seis parques de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Metais e Metaloides detectados em sangue de gambás	Mediana Geral ($\mu\text{g/L}$)	Mediana animais capturados no PqM ($\mu\text{g/L}$)	Mediana animais capturados no PAPS ($\mu\text{g/L}$)	Desvio Padrão Geral ($\mu\text{g/L}$)
Al	84,83	5137,5	20,31	2790,11
Pb	47,52	68,15	36,78	3107,24
Hg	44,15	35,55	2565	2352,44
Ni	329,08	348,84	328,09	43,68
U*	8,77	8,77	8,77	0
As	246,58	281,01	180,68	144,77
Cr	4,58	4,58	4,58	741,42
Cu	89,48	89,48	89,48	171,50
Fe*	13,42	13,42	13,42	93,18
Se	16,84	16,84	16,84	152,55
Mn	90,01	17,92	14,3	164,24
Mo*	5,72	5,72	5,72	0
Zn	39,43	21,27	545,08	353,12

*Resultado abaixo dos valores de detecção

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal alumínio em animais capturados no PqM quando comparado aos animais capturados no PAPS (Figura 37).

Figura 37 - Valores de medianas de concentrações do metal Al em amostras de sangue de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) capturados nos parques PAPS e PqM.

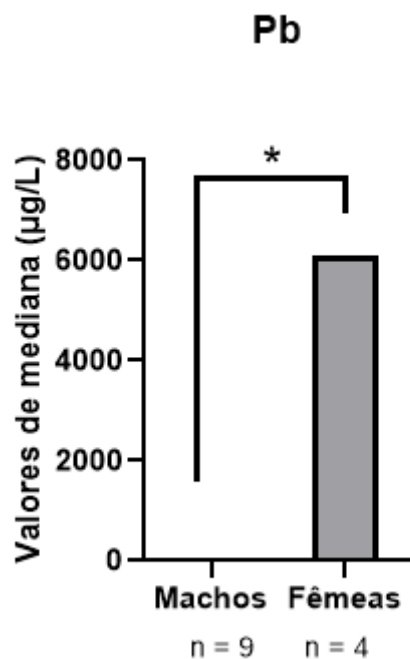


Legenda: n = número de animais capturados.

Nota: * $p < 0.05$. A) Maior nos animais capturados no PqM quando comparado aos capturados no PAPS ($p = 0.0350$, teste Mann-Whitney).

Foi observada diferença significativa entre maiores concentrações do metal chumbo em fêmeas quando comparados aos machos (Figura 38).

Figura 38 - Valores de medianas de concentrações do metal Pb em amostras de sangue de fêmeas e de machos de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) capturados.

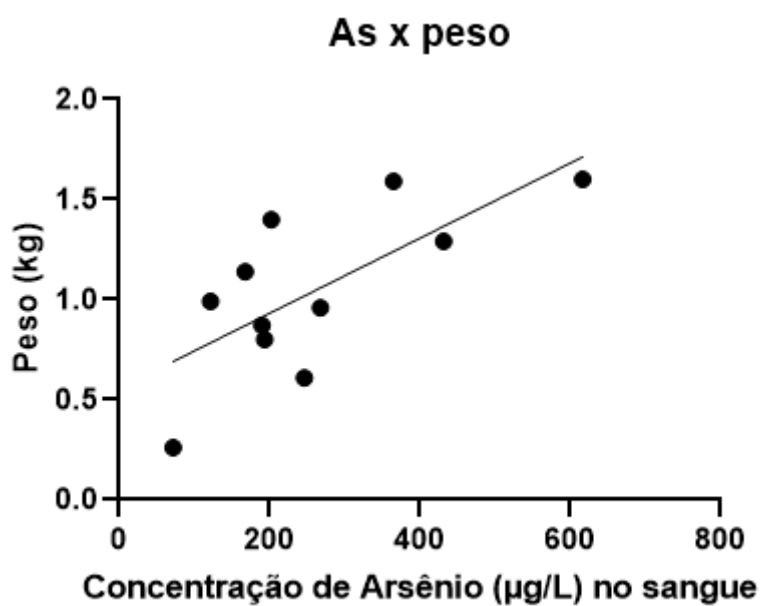


Legenda: n = número de animais capturados.

Nota: * $p = 0.0112$. A) Estatisticamente maior em fêmeas (teste Mann-Whitney).

Por fim, foi observada correlação positiva entre maiores concentrações do metaloide arsênio e o peso dos animais (teste de Spearman, $r = 0.6182$; $p = 0.0426$) (Figura 39).

Figura 39 - Correlação entre as concentrações do metaloide As e o peso dos gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) capturados.



Legenda: A) Correlação positiva entre as concentrações ($\mu\text{g/L}$) do metaloide As e o peso dos gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) capturados.

5.4 Avaliação hematológica e bioquímica

Dos 160 quatis capturados nos três anos de coleta, 63 amostras de sangue em EDTA foram analisadas para hemograma, e 46 amostras de sangue em tubos de ativador de coágulo foram analisadas para o bioquímico. As amostras que não foram analisadas coagularam e/ou foram insuficientes para a análise laboratorial. Os valores de média, mediana, mínima, máxima e desvio padrão dos parâmetros hematológicos estão descritos na tabela 19.

Tabela 19 - Perfil hematológico de *Nasua nasua* de vida livre capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Parâmetros hematológicos	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	σ	Ref*
Proteína plasmática total (g/dL)	44	7,6	7,6	5	10,2	0,95	
[] de Hemácias ($\times 10^6$ cel/ul)	63	5,46	5,4	3,61	6,97	0,74	$6,97 \pm 0,93$
[] de Hemoglobina (g/dL)	63	10,84	10,7	6,6	14,4	1,45	$12 \pm 1,5$
Volume globular (%)	61	36,3	36,7	21,3	48	4,87	$37,1 \pm 5$
VCM (fL)	63	66,37	66,6	34	80,95	6,03	$53,3 \pm 7,1$
CHCM (g/dL)	63	29,7	29,8	20,2	33,7	1,96	$32,4 \pm 2,9$
[] de Leucócitos totais ($10^3/\text{uL}$)	63	18835,86	18900	7000	38700	6910,46	10600 ± 4320
[] relativa de Bastonetes (%)	63	0,7	0.00	0.00	16	2,55	
[] absoluta de Bastonetes (uL)	63	185,70	0.00	0.00	4536	678,51	
[] relativa de Segmentados (%)	63	74,28	76	26	93	12,99	
[] absoluta de Segmentados (uL)	63	14415,32	14274	3960	35991	6923,08	7950 ± 3990
[] relativa de Linfócitos (%)	63	16,38	13	1	71	12,29	
[] absoluta de Linfócitos (uL)		2708,82	2327	215	11218	1923,64	1920 ± 1350
[] relativa de Monócitos (%)	63	3,82	3	0.00	12	2,61	
[] absoluta de Monócitos (uL)	63	672,45	579	0.00	2574	474,34	380 ± 310
[] relativa de Eosinófilos (%)	63	4,8	4	0.00	15	3,97	
[] absoluta de Eosinófilos (uL)	63	844,05	615	0.00	2955	723,87	390 ± 270
[] relativa de Basófilos (%)	63	0,73	0.00	0.00	5	1,11	
[] absoluta de Basófilos (uL)	63	137,4	0.00	0.00	1088	226,47	150 ± 140
Plaquetas (cél/uL)	63	535.040	508.000	132.000	1.200.000	185312	747000 ± 114000

Legenda: N = número de amostras analisadas para o analito; [] = concentração; VCM = Volume corpuscular médio; CHCM = Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média; μL = microlitro; fL = fentolitro ou 1 micrômetro cúbico; céls = células; σ = desvio padrão; Ref.* = valores de referência de Fowler & Miller, 2003.

O perfil bioquímico dos quatis, em função da média, mediana, mínima, máxima e desvio padrão estão na Tabela 20.

Tabela 20 - Perfil bioquímico de *Nasua nasua* de vida livre capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Bioquímico	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	σ	Ref*
Ureia (mg/dL)	46	38,19	34,55	9,49	69,67	13,54	14 $\pm$ 5
Creatinina (mg/dL)	45	0,93	0,915	0,08	1,66	0,32	1,2 $\pm$ 0,2
ALT (U/L)	46	92,38	89,2	53,7	169,6	25,49	219 $\pm$ 129
AST (U/L)	44	349,18	323,85	147,9	829,6	157,18	224 $\pm$ 89
FA (U/L)	44	44,02	34,65	12,7	95,9	23,43	26 $\pm$ 12
Glicose (mg/dL)	42	96,46	89,35	38,8	185,7	32,04	100 $\pm$ 19
Amilase (U/L)	42	1150,17	1134,45	89,9	3069,7	615,42	2.847 $\pm$ 1.280
GGT (U/L)	36	9,2	8	1,3	31	6,1	24 $\pm$ 7
Proteínas totais (g/dL)	41	7	6,97	5,88	8,63	0,69	7,1 $\pm$ 0,8
Albumina (g/dL)	40	3,2	3,29	2,3	4,24	0,47	3,1 $\pm$ 0,3
Globulinas (mg/L)	32	3,91	3,89	2,6	5,01	0,53	
Colesterol (mg/dL)	28	136,35	140,9	55,9	231,1	37,06	222 $\pm$ 57
Triglicerídeos (mg/dL)	37	25,38	24,99	15,69	42,55	7,04	34 $\pm$ 9
Cálcio (mg/dL)	23	9,34	9	7,6	12	1,28	

Legenda: N = número de amostras analisadas para o analito; ALT = alanina aminotransferase; AST = aspartato aminotransferase; FA = fosfatase alcalina; GGT = gama-glutamilttransferase; σ = desvio padrão; Ref.* = valores de referência de Teixeira e Ambrosio 2014.

Também foram feitas correlações (teste de Spearman) entre os metais tóxicos encontrados no pelo e no sangue de quatis e os parâmetros hematológicos descritos acima, os quais estão expostos nas tabelas 21 e 22, demonstrando os valores de R (coeficiente de correlação) e de P (significância estatística) encontrados no teste.

Tabela 21 - Correlação e significância estatística entre as concentrações de metais tóxicos encontrados no pelo de quatis (*Nasua nasua*) e os analitos de hemograma e bioquímico analisados.

Metal vs. Analito	R	N	Valor p
Al vs. VCM	r = 0.3117	42	0.0445
Pb vs. Glicose	r = 0.3204	38	0.0499
Cd vs. Plaquetas	r = 0.1529	36	0.0184
Cd vs. Ureia	r = 0.1159	36	0.0422
Ni vs. CHCM	r = - 0.3774	42	0.0137

Ni vs. VCM	$r = 0.3618$	42	0.0186
Ni vs. Linfócitos	$r = 0.3044$	42	0.05

Legenda: N = número de amostras analisadas para a correlação; R = coeficiente de correlação no teste de Spearman; p = significância estatística no teste de Spearman, com 5% de significância.

Tabela 22 - Correlação e significância estatística entre as concentrações de metais tóxicos encontrados no sangue de quatis (*Nasua nasua*) e os analitos de hemograma e bioquímico analisados.

Metal vs. Analito	R	N	Valor p
Al vs. Albumina	$r = 0.4127$	34	0.0153
Pb vs. VCM	$r = - 0.3234$	42	0.0367
Pb vs. CHCM	$r = 0.3460$	42	0.0248

Legenda: N = número de amostras analisadas para a correlação; R = coeficiente de correlação no teste de Spearman; p = significância estatística no teste de Spearman, com 5% de significância.

No que se refere aos gambás, das 99 capturas, nove amostras de sangue em EDTA foram analisadas para hemograma e nenhuma amostra de sangue foi analisada para o bioquímico. Essas análises também só foram realizadas em amostras provenientes de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*).

As amostras que não foram submetidas às análises bioquímicas, não se apresentaram em volume suficiente para a análise laboratorial completa. Os valores de média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão dos parâmetros hematológicos estão descritos na tabela 23.

Tabela 23 - Perfil hematológico de *Didelphis albiventris* de vida livre capturados em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Parâmetros hematológicos	N	Média	Mediana	Mínim o	Máxim o	σ	Ref*
Proteína plasmática total (g/dL)	8	6,8	6,8	5,4	9,6	1,3	-
[] de Hemácias ($\times 10^6$ cel/ul)*	1	3,3	3,3	3,3	3,3	0	$4,164 \pm 1,1$
[] de Hemoglobina (g/dL)*	1	7,34	7,34	7,34	7,34	0	$10,3 \pm 2,35$
Volume globular (%)	8	36	38	26	44	6,7	$34,35 \pm 7,8$
VCM (fL)*	1	78,79	78,79	78,79	78,79	0	$28 \pm 3,6$
CHCM (g/dL)*	1	28,23	28,23	28,23	28,23	0	$33,9 \pm 3,1$
[] de Leucócitos totais (10^3 /uL)	9	15243,33	15300	6930	34320	8159,53	$9,48 \pm 2,2$
[] relativa de Bastonetes (%)	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0	$4,6 \pm 3,1$
[] absoluta de Bastonetes (uL)	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0	-
[] relativa de Segmentados (%)	9	68,2	70	46	85	11,67	$47,44 \pm 14,8$
[] absoluta de Segmentados (uL)	9	10663,33	9345	4712	26769	6849,61	-

[] relativa de Linfócitos (%)	9	20,78	18	4	33	9,69	41,56 ± 5,5
[] absoluta de Linfócitos (uL)	9	3695,1	2673	1458	7134	2039,75	-
[] relativa de Monócitos (%)	9	2,8	2	0.00	6	1,86	3,2 ± 2,8
[] absoluta de Monócitos (uL)	9	541,8	324	0.00	1372	443,1	-
[] relativa de Eosinófilos (%)	9	3,1	2	0.00	12	3,92	3,5 ± 0,8
[] absoluta de Eosinófilos (uL)	9	385,44	342	0.00	1029	407,63	-
[] relativa de Basófilos (%)	9	0,3	0.00	0.00	2	0,71	1 ± 0,56
[] absoluta de Basófilos (uL)	9	43	0.00	0.00	306	102,2	-
Plaquetas (cél/uL)	6	312000	332000	84000	548000	163384	-

Legenda: N = número de amostras analisadas para o analito; VCM = Volume corpuscular médio; CHCM = Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média; μL = microlitro; fL = fentolitro ou 1 micrômetro cúbico; células = células; σ = desvio padrão; Ref.* = valores de referência de Malta e Luppi, 2007; *valores referentes a apenas um animal.

Não foram realizadas análises estatísticas de correlação entre dados de hemograma e bioquímica sérica e os valores de concentração encontrados para os metais em gambás por insuficiência de amostras.

Os resultados referentes aos exames clínicos completos, hemograma e bioquímica sérica de todos os animais estão incluídos nos apêndices 1 a 7.

6. DISCUSSÃO

O presente estudo relata pela primeira vez a identificação e a quantificação de metais tóxicos e essenciais em amostras de pelo e de sangue de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e de gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) de vida livre, que coabitaram seis parques urbanos presentes em Belo Horizonte, Minas Gerais. Os estudos na área são escassos e com poucos relatos em animais selvagens, demonstrando a importância destes dados na aplicação da ecotoxicologia para a conservação de espécies e para a vigilância em saúde (NIVA *et al.*, 2016; EDO *et al.*, 2024). O nível de toxicidade dos metais depende de vários fatores, incluindo a dose, a via de exposição e as espécies químicas, bem como a idade, o sexo, a genética e o estado nutricional dos indivíduos expostos (TCHOUNWOU *et al.*, 2012).

No pelo de quatis foram encontradas relações entre maiores concentrações de selênio para machos quando comparados com as fêmeas e, contrariamente, entre maiores concentrações de cádmio para fêmeas quando comparados com os machos. O selênio é um metal essencial, necessário para o funcionamento adequado do metabolismo, principalmente de

machos, uma vez que desempenha um papel fundamental no processo de espermatogênese (SURAI *et al.*, 2015). Portanto, normalmente é encontrado em maiores quantidades nesse sexo, corroborando com os dados encontrados neste estudo. O cádmio, por sua vez, é um metal não essencial e tóxico com capacidade biocumulativa que pode competir com elementos essenciais, além de causar diversas alterações no organismo, como desregulação hormonal, estresse oxidativo e apoptose (CUPERTINO *et al.*, 2017; NAN *et al.*, 2017).

Trabalhos com outras espécies de animais selvagens também encontraram concentrações mais altas de cádmio em fêmeas quando comparados aos machos (BURGER *et al.*, 1994, WIJNHOFEN *et al.* 2007, MILLÁN *et al.* 2008; HOUGH *et al.*, 2020). Estudos em humanos mostraram que o cádmio induz a formação de miomas uterinos, abortamentos, danos à placenta e reduz o peso da criança ao nascimento, além de ser responsável por malformações congênitas (PINHEIRO & SOUZA, 2017). As maiores concentrações de cádmio em fêmeas podem estar associadas a fatores biológicos, especialmente à influência do hormônio estrogênio, que desempenha um papel na regulação da metalotioneína, uma proteína que se liga fortemente ao metal, auxiliando na sua detoxificação (HAMER, 1987; TAMURA, *et al.*, 1999). No entanto, essa ligação também facilita seu acúmulo no organismo, particularmente em tecidos como fígado e rins, onde a metalotioneína é altamente expressa, uma vez que o metal possui uma baixa taxa de excreção e quase completa reabsorção nos órgãos (PROZIALECK *et al.*, 2010; HECHT *et al.*, 2016). Esse processo contribui para a retenção do elemento e possivelmente justificando as maiores concentrações em fêmeas quando comparado aos machos, como evidenciado pelas análises.

Além do sexo, a classe etária também se torna uma variável importante de avaliação quando se considera a possibilidade de bioacumulação, isto é, o processo de absorção e acumulação de substâncias químicas ou compostos por organismos vivos ao longo da vida dos indivíduos afetados (BURGER e GOCHFELD, 2000). No presente trabalho, foram encontrados, no pelo dos quatis, concentrações dos metais chumbo e selênio maiores em adultos quando comparados a infantes, além de concentrações maiores de chumbo, zinco e cobre em jovens quando comparados a infantes; e de zinco, cobre e selênio maiores em sub adultos quando comparados a jovens, demonstrando a possibilidade de uma relação de bioacumulação desses metais em relação às idades dos animais capturados (POLAK-JUSZCZAK 2012; BURGER *et al.*, 2013).

Além disso, o nível de disponibilidade e liberação de metais pode sofrer alterações ao longo dos períodos do ano. As variações nas concentrações de metais entre períodos chuvosos e secos refletem mudanças dinâmicas no ambiente, influenciadas por processos sazonais

(ALLOWAY, 2013). No presente estudo, foram encontradas relações entre as concentrações médias dos metais cobre, zinco e selênio, encontrados nos pelos de quatis, e o período chuvoso, que apresentaram maiores valores durante os meses com maiores índices de precipitação quando comparados ao período de seca. Estudos realizados com alguns metais, entre eles cobre e zinco no Vietnã (SINGH *et. al.*, 2005; NGUYEN *et. al.*, 2020) e na Índia (RAMALINGAM & THANGAVEL, 2004) demonstraram que a concentração destes elementos tendem a aumentar em épocas chuvosas. Esse aumento é atribuído ao escoamento superficial que, ao carregar sedimentos contaminados, promove a entrada desses metais nos corpos d'água, aumentando sua concentração e biodisponibilidade em ambientes aquáticos (NGUYEN *et. al.*, 2020). Esse processo, intensificado pelas chuvas, destaca a relação entre sazonalidade e mobilização de metais, impactando a qualidade da água e os ecossistemas associados.

Por outro lado, o metal chumbo foi encontrado em maiores concentrações em quatis capturados durante o período seco quando comparado aos quatis capturados durante o período chuvoso. Durante períodos de seca podem ocorrer alterações em processos físicos, químicos e biológicos diferentes dos que ocorrem no período chuvoso, mas que também podem alterar a dinâmica de elementos disponíveis (CARUSO *et. al.*, 2001). A ausência de chuvas favorece a formação de poeira suspensa e aumenta a exposição ao solo seco, que pode atuar como veículo para poluentes como o chumbo, intensificando sua presença no ambiente e nos organismos, aumentando o risco de intoxicação (MATTOS *et. al.*, 2009). Essas diferenças destacam a importância de compreender melhor os ciclos sazonais para avaliar com maior precisão os impactos ambientais e biológicos associados à exposição a elementos-traço.

Os três locais utilizados para as amostragens de quatis possuem alta densidade populacional da espécie, sendo que a escolha dos parques também foi motivada pela tentativa de abranger regiões com diferentes níveis de influência e de contato humano com os animais. Os quatis capturados no Parque Da Serra Do Curral (PSC) apresentaram maiores concentrações dos metais ferro, selênio e manganês quando comparados às concentrações dos quatis capturados no Parque Aggeo Pio Sobrinho (PAPS). As concentrações dos metais manganês e ferro, por sua vez, foram maiores nos quatis capturados no Parque Municipal das Mangabeiras (PqM) quando comparados aos quatis capturados no PAPS. Comparativamente, foram encontradas maiores concentrações dos metais selênio e manganês em quatis capturados no PSC quando comparados aos quatis capturados no PqM.

As altas concentrações de ferro e de manganês no PqM podem estar associadas, além das fontes naturais de liberação, às atividades de mineração que ocorrem ao longo do Quadrilátero Ferrífero, como demonstrado por estudo realizado por Pereira (2014). Neste

estudo, o autor encontrou os dois metais em grande quantidade em uma vertente de rio situada dentro dos limites do parque. Atualmente, não são reportadas atividades de mineração de ferro dentro dos limites da cidade de Belo Horizonte, porém ainda existem atividades nas cidades vizinhas, como Nova Lima. O mesmo ocorre para a mineração de manganês, que é mais comum nas cidades do entorno, como Sete Lagoas. Porém, há registros de atividades de mineração anteriores que ocorreram dentro dos limites do PqM, as quais foram encerradas no ano de 1979, e nos entornos do PSC, que estão paralisadas desde o início do ano de 2024 (PARQUE, 2016). Esse contexto pode sugerir o motivo das concentrações se apresentarem mais elevadas nas amostras de animais que habitam esses locais. Além disso, a alimentação dos quatis também pode contribuir para os altos índices encontrados, uma vez que a espécie tem o hábito de forragear e fuçar o solo em busca de alimento (HEMETRIO, 2011), podendo entrar em contato com contaminantes presentes previamente no local.

Os três metais citados acima são essenciais ao organismo, porém, quando em excesso podem provocar casos de intoxicação e efeitos deletérios. Na literatura ainda não são encontrados os limites seguros para o contato com esses elementos para animais selvagens (SEIXAS & KEHRIG, 2007; MARTINS & LIMA, 2001). Como medida de comparação, Kosik-Bogacka e colaboradores (2020) pesquisaram níveis de selênio em pelos de guaxinins na região da Alemanha e Luxemburgo e encontraram valores médios de 480 µg/kg a 1126 µg/kg, estando em conformidade com os valores encontrados neste estudo. Por outro lado, Souza e colaboradores (2013) pesquisaram concentrações médias de ferro e de manganês em guaxinins nos EUA e encontraram valores menores do que os reportados por este estudo, sendo médias de 90050 ug/kg a 96450 ug/kg para o ferro e 6950 µg/kg a 14850 µg/kg para o manganês, demonstrando que as concentrações encontradas nos parques de Belo Horizonte foram acima dos reportados anteriormente.

Nos pelos de gambás as concentrações encontradas também apresentaram relações com o sexo dos animais, de forma que o metal zinco apresentou maiores valores médios em fêmeas, quando comparado aos machos. Zinco é um metal essencial e, normalmente, fêmeas, tanto em espécies animais quanto em humanos, podem apresentar maiores necessidades e/ou absorção do metal, devido a processos fisiológicos, como reprodução, gestação e lactação (SILVA *et. al.*, 2007), justificando as maiores concentrações encontradas nesses animais. Hough e colaboradores (2020), em um estudo que avaliou a presença de vários metais tóxicos em diversas espécies animais, também encontraram relações entre fêmeas e maiores valores de zinco em gatos ferais (*Felis catus*) dos EUA, corroborando com o presente estudo.

As concentrações de cromo, molibdênio, chumbo e manganês nos pelos de gambás

também aumentaram com a idade, assim como ocorreu nos quatis. No entanto, o único metal que apresentou relação contrária, isto é, maiores concentrações em animais mais jovens, foi o cobre. Em estudos realizados com animais domésticos (UNDERWOOD, 1977; McDOWELL, 1992; GATTÁS & BARBOSA, 2004) pode-se concluir que indivíduos mais jovens tendem a apresentar uma absorção mais eficiente desse mineral, em torno de 15 a 30%, quando comparado à porcentagem de absorção desse mineral em adultos, a qual ocorre em torno de 5 a 10% (GATTÁS & BARBOSA, 2004). Essa maior eficiência de absorção é atribuída às maiores demandas metabólicas durante o crescimento, podendo justificar as concentrações elevadas de cobre encontrados em classes etárias mais jovens.

Nos pelos dos gambás a relação entre o período do ano e a maior concentração para os metais molibdênio e mercúrio foi durante a seca (meses de abril a setembro), mesma relação encontrada para o metal chumbo nos pelos dos quatis. Essas variações sazonais também podem ser atribuídas a mudanças na disponibilidade de água, alterações nos padrões alimentares dos organismos e modificações nas condições ambientais que afetam a mobilidade e a biodisponibilidade dos metais no ecossistema (ALLOWAY, 2013). Os dois elementos podem ser encontrados de forma natural em rochas e solos (OGA *et. al.*, 2021) e, conforme demonstrado para os quatis, durante o período seco, com o aumento de partículas de poeira e maior deposição dos metais no solo, pode contribuir com maiores processos de intoxicação dos animais nessas regiões (MATTOS *et. al.*, 2009).

Além dos três parques escolhidos para a coleta de amostras de quatis (PSC, PqM e PAPS), para os gambás ainda foram incluídos outros três parques que se localizam mais distantes de áreas de mineração; dentro de bairros urbanos e com maiores contatos com populações humanas (Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado - PMFLN, o Jardim Zoológico de Belo Horizonte - JZBH e o Parque Municipal Ursulina de Andrade Mello - PMUAM). Na comparação entre os locais, os animais capturados no JZBH apresentaram menores concentrações dos metais cromo e arsênio, quando comparados aos animais capturados no PAPS e no PMFLN. Cabe salientar que o JZBH está localizado na região da Pampulha em Belo Horizonte-MG, estando distante de áreas de mineração e também de grandes atividades industriais, contrariamente aos demais parques utilizados na pesquisa, podendo justificar as menores concentrações deste metal nas amostras de gambás capturados neste local. Poucos são os estudos que avaliaram esses metais em pelos de animais selvagens, Burger e colaboradores (1994) encontraram valores de cromo variando de 2921 a 4197 µg/kg em pelos de gambás (*Didelphis virginiana*) da Costa Rica, valores maiores que os encontrados no JZBH, também demonstrando que as quantidades nesse local foram menores

do que valores já publicados.

Em relação ao ferro, os gambás capturados no PAPS e no PqM apresentaram maiores concentrações nos pelos quando comparados aos gambás capturados no JZBH, além de os gambás capturados do PqM também apresentarem maiores concentrações do elemento no pelo quando comparados aos gambás do PMUAM. De forma semelhante, para o metal selênio, também foram encontradas maiores concentrações nos pelos de gambás capturados no PqM quando comparados aos gambás capturados no PMUAM. Ainda, para o manganês foram encontradas maiores concentrações nos pelos de gambás capturados no PqM quando comparado ao PMUAM, PMFLN e JZBH e também nos pelos dos gambás capturados no PAPS quando comparado aos do PMFLN. Relações semelhantes também ocorreram para os pelos de quatis, indicando que os animais capturados em parques mais próximos de áreas de mineração (PAPS e PqM) apresentaram maiores concentrações destes três metais em seus pelos. Esse achado é corroborado por estudos que evidenciaram a contaminação do solo e da água em regiões próximas a operações de mineração, representando fontes significativas de exposição para a fauna local (CARVALHO *et. al.*, 2011; BURGER, 2006). Além disso, esses resultados reforçam a forte influência das atividades antrópicas sobre a bioacumulação desses metais em animais selvagens, destacando a necessidade do monitoramento ambiental contínuo nessas áreas.

Os gambás capturados no PMUAM apresentaram maiores concentrações do metal zinco nos pelos quando comparados aos animais capturados no PqM. Isso também pode indicar diferenças na exposição ambiental ou na dieta dos gambás entre as duas áreas, possivelmente relacionadas a fatores como qualidade do solo, vegetação, fontes de água ou proximidade a fontes de contaminação (BURGER, 2006; BEY & MEADOR, 2011), podendo sugerir condições ambientais específicas no PMUAM que favorecem a bioacumulação de zinco.

Em relação ao metal tóxico urânio, os gambás capturados no PAPS e no PqM apresentaram maiores concentrações nos pelos quando comparados aos gambás capturados no PMFLN e no JZBH. Assim como demonstrado anteriormente, a intoxicação por metais é favorecida em locais com maior proximidade às fontes de poluição industrial ou mineração e também sofre influência dos diferentes padrões de uso do solo e de hábitos das espécies, que favorecem a exposição de animais e seres humanos a áreas contaminadas (BEY & MEADOR, 2011). O urânio é um metal considerado extremamente prejudicial à saúde, devido à sua toxicidade química e reatividade, podendo afetar os rins de seres humanos e animais, causando nefrotoxicidade e podendo levar a quadros de insuficiência renal (CRAFT

et. al., 2004; ZAMORA *et. al.*, 1998).

Ainda, os gambás capturados no PAPS apresentaram maiores concentrações de chumbo nos pelos quando comparados aos gambás capturados no PMFLN e no JZBH. Alguns estudos demonstraram que o chumbo é um metal altamente persistente no ambiente, bioacumulativo e liberado por meio de diversas fontes antrópicas, como atividades industriais e urbanas (BURGER, 2006; BEYER & MEADOR, 2011). É um elemento que pode interferir nos sistemas nervoso, hematopoiético e reprodutivo, podendo causar neurotoxicidade e diminuição da capacidade de sobrevivência e reprodução em mamíferos selvagens (EISLER, 1988; BEYER *et. al.*, 1997). Como medida de comparação, Burger e colaboradores (1994) encontraram concentrações de chumbo variando de 458 a 590 µg/kg no pelo de gambás, valores menores do que as médias encontradas neste estudo, demonstrando que os animais capturados na região metropolitana de Belo Horizonte apresentaram maiores concentrações do elemento, quando comparados a resultados de estudos anteriores.

Para todas as espécies foram encontradas correlações positivas entre o peso dos animais e a concentração dos metais encontrados nos pelos. Para quatis, quanto maior o peso, maiores foram as concentrações dos metais chumbo, selênio, manganês e do metaloide arsênio, enquanto para gambás os elementos correlacionados foram chumbo e ferro. Isto pode ocorrer devido ao fato de os animais com maiores pesos e, conseqüentemente, maiores e mais velhos, apresentarem mais tempo de exposição a fontes de intoxicação, tais como alimentação, contato direto e/ou indireto, em comparação a indivíduos menores e mais jovens (VOIGH *et al.*, 2016). Além disso, animais com maior biomassa demandam maior ingestão de alimentos para atender suas necessidades metabólicas, o que aumenta a ingestão de alimentos e, frequentemente, de presas maiores, levando a uma maior exposição aos contaminantes ambientais (BURGER *et. al.*, 1994). Não foram encontrados estudos que realizaram essa correlação em mamíferos selvagens, no entanto, estudos realizados em peixes também demonstraram que animais com maiores pesos corporais geralmente acumulam concentrações mais elevadas de metais tóxicos no organismo, reforçando a relação entre peso e bioacumulação (SOBRINHO *et. al.*, 2019; VOIGH *et. al.*, 2016).

Diferentemente dos valores de concentrações encontrados nos pelos, a pesquisa de elementos-traço em amostras de sangue, por sua vez, é capaz de fornecer dados sobre a exposição aguda dos animais aos elementos pesquisados. Além disso, por meio dos exames de sangue pode-se associar a presença dos metais tóxicos à possíveis mudanças na homeostase do organismo, provocada pela exposição a esses metais (GIANNETTO *et. al.*, 2022). A concentração de elementos-traço no sangue também pode ser influenciada por diversos fatores,

incluindo sexo, classe etária, dieta, ambiente e processos metabólicos específicos de cada indivíduo e espécie, destacando a complexidade na interpretação dos dados e a importância de um contexto ambiental abrangente (GIANNETTO *et al.*, 2022).

Além do que foi observado nas amostras de pelo de quatis, nas amostras de sangue da espécie foram encontradas relações significativas relacionadas ao sexo para os metais mercúrio e cobre. As concentrações de mercúrio foram maiores em fêmeas, enquanto o cobre apresentou maiores concentrações em machos. O mercúrio, em níveis elevados, pode causar neurotoxicidade, enquanto o cobre, embora essencial, em excesso pode ser tóxico e levar a danos hepáticos (CLARKSON & MAGOS, 2006; LÓPEZ-ALONSO, 2012). As concentrações mais altas de mercúrio em fêmeas podem estar associados a menor mobilização do metal durante os processos reprodutivos (OLIVEIRA, 2015), como demonstrado em trabalhos com peixes (HAMMERSCHMIDT *et al.*, 2002; NICOLETTO & HENDRICKS, 1988) e com mamíferos marinhos (MEADOR *et al.*, 1999). Em machos, a testosterona pode influenciar o metabolismo de metais como o cobre, promovendo maior armazenamento em órgãos específicos, como fígado e rins, facilitando o acúmulo do metal nesses indivíduos (LÓPEZ-ALONSO, 2012). Estudos prévios realizados em guaxinins, indicaram concentrações variando de 1250 a 1500 µg/kg de cobre (SOUZA *et al.*, 2013) e 110 a 126 µg/kg de mercúrio (PORCELLA *et al.*, 2003) no sangue, valores que foram, respectivamente, superiores e inferiores às médias observadas neste trabalho. Esses achados também reforçam as diferenças sexuais no metabolismo de metais e a importância de investigar fatores biológicos e ecológicos que influenciam a bioacumulação (CYGAN-SZCZEGIELNIAK & STASIAK, 2022).

Para a classe etária, no sangue de quatis, também foram encontradas as relações anteriormente citadas, sendo que quanto mais velhos os animais, maiores foram as concentrações médias dos metais manganês, níquel e cobre. Isso pode indicar que esses animais estão expostos continuamente a fontes de contaminação ambiental, como água, solo ou alimentos. Essa exposição constante pode resultar em níveis detectáveis no sangue, especialmente em situações de estresse metabólico ou durante a mobilização de reservas corporais de metais armazenados (BORDIN *et al.*, 2015). Além disso, a relação observada pode estar associada ao comportamento dos quatis, já que indivíduos mais velhos tendem a percorrer maiores distâncias diárias, ampliando sua interação com ambientes potencialmente contaminados e aumentando a exposição a elementos-traço (BEISIEGEL & MANTOVANI, 2006). Esses achados também reforçam a importância de considerar fatores etários e comportamentais ao avaliar os impactos ambientais sobre a saúde de espécies selvagens.

Assim como observado nos pelos dos gambás, no sangue dos quatis foi identificada uma relação positiva entre o período seco e a concentração dos metais cobre, molibdênio, manganês e ferro. Os quatro são metais essenciais ao organismo e que podem ser absorvidos de forma natural pela alimentação e dos hábitos da espécie. Os níveis mais elevados durante a época de estiagem podem estar associados a fatores similares aos descritos para os gambás, incluindo maior exposição a partículas de solo seco e poeira em suspensão. Adicionalmente, metais como ferro e manganês podem apresentar maior disponibilidade em solos mais ácidos, uma condição favorecida pelo período seco, quando a ausência de chuvas contribui para o acúmulo de sais minerais na superfície (VENDRAME *et. al.*, 2007).

Em relação aos locais de captura, as relações de metais no sangue dos quatis foram diferentes das encontradas nos pelos. O metal selênio apresentou concentrações mais altas no sangue dos animais capturados no PSC em comparação aos animais capturados no PAPS. Conforme discutido anteriormente, a presença de determinados elementos pode ser influenciada pelo contato com áreas urbanas, dieta e hábitos de cada espécie. Quatis, sendo onívoros e com tendência a explorar o solo, podem ingerir partículas de selênio por meio do solo ou da água contaminada por resíduos industriais (BURGER & GOCHFELD, 1997).

As análises de metais em amostras de sangue de gambás demonstraram relação estatística significativa entre o metal chumbo e o sexo, de forma que fêmeas possuíram maiores concentrações quando comparados aos machos. Assim como discutido anteriormente, os maiores valores do elemento podem estar relacionados a fatores biológicos, hormonais e de exposição (SILBERGELD, *et. al.*, 1993). Em algumas espécies, as fêmeas podem estar mais expostas ao chumbo devido a comportamentos específicos, como o uso de habitats ou fontes alimentares distintas, dependendo das exigências energéticas durante a reprodução (BURGER, 2006). Além disso, em pesquisas realizadas com seres humanos, a maior prevalência de processos como remodelação óssea, influenciada por flutuações hormonais durante o ciclo reprodutivo, podem liberar chumbo armazenado no tecido ósseo para a corrente sanguínea, resultando em níveis mais elevados no sangue de mulheres (SILBERGELD *et al.*, 1993). Esse mecanismo também pode explicar os níveis observados nas fêmeas de gambás, reforçando a importância de fatores hormonais na bioacumulação de metais.

Considerando os locais de captura dos gambás, a análise das amostras de sangue demonstrou relações significativas entre maiores concentrações do metal alumínio em animais capturados no PqM, quando comparado aos capturados no PAPS. De forma similar ao que foi argumentado anteriormente como justificativa para as concentrações de metais encontradas nos pelos dos quatis, o estudo de Oliveira (2014) identificou, na mesma vertente de rio localizada

nos limites do Parque Municipal das Mangabeiras, a presença de coberturas com características ferruginosas e concreções ricas em alumínio. Esse fato, combinado com os hábitos alimentares altamente generalistas dos gambás, pode explicar os altos níveis de alumínio encontrados nesses indivíduos, destacando a influência do ambiente e do comportamento alimentar na bioacumulação desse metal.

Além do que foi observado nas análises de pelos, também foram encontradas correlações entre o peso dos gambás e as concentrações médias de metais no sangue. Animais de maior peso apresentaram concentrações mais elevadas de arsênio no sangue. Em mamíferos, o arsênio é rapidamente absorvido no trato gastrointestinal e possui uma meia-vida curta no sangue, geralmente de quatro a seis horas. Por ser rapidamente eliminado do sangue, seus níveis nesta matriz biológica são indicadores confiáveis de exposição recente (HUGHES, 2002). Gambás maiores também podem consumir uma ampla variedade de alimentos ou presas maiores, que frequentemente estão mais expostas a processos de biomagnificação, o que pode explicar os níveis elevados de arsênio nos tecidos desses indivíduos (HUGHES, 2002). Esse resultado também sugere que os indivíduos capturados na região podem estar em constante e recente contato com o elemento, seja por meio da alimentação ou contato direto, justificando os níveis mais altos encontrados no sangue de animais maiores (BORDIN *et al.*, 2015).

Ao realizar uma comparação entre as amostras de sangue e de pelo das espécies, foi encontrada correlação significativa entre a concentração do metal mercúrio para os quatis, indicando que as concentrações desse elemento variam de forma consistente nas duas matrizes biológicas. Essa avaliação combinada é especialmente relevante para estudos de biomonitoramento em populações humanas e animais, pois permite diferenciar exposições agudas, refletidas no sangue, e exposições crônicas, refletidas nos pelos (HANSEN *et al.*, 2011). Ainda não foram realizados trabalhos que façam essa correlação entre as matrizes para animais selvagens, mas tal relação já foi explorada em animais domésticos e humanos, destacando a importância de se analisar o pelo e o sangue para avaliações mais completas de exposição de uma espécie aos elementos-traço.

Em animais domésticos, Hossain & Patra (2019) avaliaram a correlação entre pelos e sangue para elementos como zinco e selênio, destacando a eficiência desse método para monitorar a saúde e a exposição a poluentes em rebanhos. Já em humanos, Berghmans e colaboradores (2009) demonstraram que a avaliação de mercúrio em sangue e cabelo ajuda a diferenciar entre exposições recentes e acumuladas. Assim, em regiões sujeitas à contaminação ambiental, como áreas industriais, minerárias ou urbanas, a combinação dessas matrizes permite identificar tanto picos de exposição aguda quanto acúmulo crônico, auxiliando no

desenvolvimento de estratégias de mitigação (HANSEN *et. al.*, 2011). Esses achados reforçam a importância do uso integrado de diferentes matrizes biológicas para compreender os impactos da exposição a elementos-traço e monitorar a saúde de populações vulneráveis.

Além da análise de metais pesados no sangue e no pelo dos animais, também foram realizados exames de hemograma e bioquímica sérica, possibilitando a realização de relações entre os analitos e as concentrações médias dos elementos. A associação dos exames de hemograma e bioquímico com a análise de metais no pelo e no sangue dos animais é essencial para avaliar os impactos sistêmicos da exposição a esses elementos em humanos e animais (BURGER & GOCHFELG, 2000). No presente estudo, na análise dos pelos dos quatis capturados comparados aos resultados dos exames de hemograma e bioquímica sérica, o alumínio apresentou correlação positiva com o VCM, podendo ser explicado pelo dano renal que provoca, principalmente em indivíduos que já apresentam algum grau de insuficiência renal, além de poder afetar a absorção de ferro, podendo resultar em alterações no tamanho das hemácias (WILLHITE *et. al.*, 2016; BONFGLIO, *et. al.*, 2023).

Além disso, o chumbo também apresentou correlação positiva com a glicose, podendo ser associada à disfunção pancreática e resistência à insulina (CANTOR *et. al.*, 2019; LEFF *et. al.*, 2018). O cádmio, por sua vez, apresentou correlação positiva com a ureia, possivelmente devido à sua acumulação nos rins e ao prejuízo na função excretora, e com as plaquetas, que pode ser decorrente de respostas inflamatórias e estresse oxidativo (NORDBERG, 2009; BERNHOFT, 2013). Por último, o níquel apresentou correlação negativa com a CHCM, sugerindo sua capacidade de prejudicar a síntese de hemoglobina e reduzir a viabilidade plaquetária por meio do estresse oxidativo (DAS *et. al.*, 2008; CAMERON *et. al.*, 2011). Além de também apresentar correlações positivas com VCM e linfócitos, sugerindo ativação do sistema imunológico, com reações de hipersensibilidade, e alteração em padrões de produção de hemácias, através do efeito tóxico do metal (CAMERON *et. al.*, 2011).

Em relação às comparações realizadas com as amostras de sangue e os valores dos metais analisados e os exames de hemograma e bioquímica sérica, o alumínio apresentou correlação positiva com os níveis de albumina, sugerindo formação de complexos entre o metal e a proteína, além de uma possível resposta do fígado ao estresse oxidativo causado pelo alumínio (WILLHITE *et. al.*, 2016). Para o chumbo, foram encontradas correlações negativas com o VCM, podendo ser explicada pelo efeito tóxico do metal nas células sanguíneas (GARCÍA-LESTÓN *et. al.*, 2010). Por outro lado, também foi observada correlação positiva com o CHCM, que pode ocorrer devido ao impacto na produção de hemoglobina, resultando

em células vermelhas menores, mas com uma concentração de hemoglobina relativamente mais alta (GARCÍA-LESTÓN *et. al.*, 2010).

Adicionalmente a essas correlações, estudos anteriores estabeleceram valores de hemograma e bioquímica sérica de referência para quatis e gambás (FOWLER & MILLER, 2003; TEIXEIRA & AMBROSIO 2014; MALTA LUPPI, 2007). No entanto, devido aos inúmeros fatores que podem interferir nesses parâmetros em animais de vida livre, entre eles doenças infecciosas e parasitárias (JAIN, 1993), bem como a dificuldade de estabelecer limites para as concentrações tóxicas dos elementos nas espécies estudadas, esses achados ressaltam a importância de estudos mais aprofundados para compreender essas interações.

Embora os resultados deste estudo não permitam estabelecer uma relação direta entre causa e efeito, eles sugerem que níveis tóxicos de metais podem interferir negativamente na hematopoiese e no funcionamento de órgãos em quatis, como ocorreu com os valores médios de concentração de hemácias e de hemoglobina encontrados nas análises de sangue da espécie, por exemplo. As associações observadas entre os metais e os parâmetros hematológicos e bioquímicos, tanto em sangue quanto nos pelos dos animais, reforçam a hipótese de que a exposição a esses elementos pode provocar impactos sistêmicos significativos, evidenciando a vulnerabilidade dos indivíduos aos efeitos cumulativos da contaminação ambiental (BURGER & GOCHFELD, 2000). Também cabe salientar que nenhum dos animais capturados e submetidos a sedação e coleta de amostras biológicas apresentou sinais clínicos sugestivos de intoxicação, reforçando o potencial como sentinelas e como bioindicadores eficazes da saúde ambiental, permitindo o monitoramento de contaminantes no ecossistema sem evidências de comprometimento imediato de sua saúde.

A utilização de animais selvagens como sentinelas ambientais é uma estratégia essencial para compreender os riscos potenciais associados à exposição a elementos-traço, tanto para a fauna quanto para a saúde humana (BURGER *et al.*, 2002; BISCHOF e ROGERS, 2005). Em áreas urbanas, a análise de metais permite identificar fontes de contaminação, como atividades industriais e minerárias, tráfego veicular e deposição atmosférica, destacando sua importância no monitoramento ambiental e na mitigação de riscos. Além disso, o uso de sentinelas também auxilia na identificação de fatores de risco relacionados a metais tóxicos e na implementação de estratégias eficazes para a proteção da saúde pública (BAPTISTA *et. al.*, 2022).

Os diferentes níveis de bioacumulação dos metais detectados entre sangue e pelo de quatis e de gambás nos parques estudados ressaltam a influência de fatores como metabolismo, hábitos alimentares e uso do habitat pelos animais. Essas variações enfatizam a relevância de

comparar espécies e matrizes biológicas para conclusões mais precisas sobre os impactos da contaminação ambiental (HOSSAIN & PATRA, 2019). Além disso, os comportamentos de cada espécie e as características fisiológicas desempenham papéis cruciais na dinâmica de bioacumulação e biomagnificação de elementos, reforçando a necessidade de estudos adicionais que incluam análises detalhadas de solo, água e dieta. Portanto, a combinação de análises ambientais e biológicas em espécies sentinelas não apenas contribui para a avaliação dos riscos associados aos elementos-traço, mas também fortalece as ações de conservação da vida selvagem e o entendimento dos impactos ambientais no contexto da saúde pública.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) são expostos a diferentes elementos tóxicos e essenciais nos parques de Belo Horizonte, Minas Gerais amostrados pelo estudo;
- A técnica de ICP-MS se mostrou eficaz para a quantificação de metais tóxicos e essenciais nas três espécies estudadas, sendo capaz de determinar os primeiros valores de metais tóxicos e essenciais nos animais capturados nos parques urbanos amostrados na região de Belo Horizonte, Minas Gerais;
- Por meio da técnica de ICP-MS utilizada no estudo foi possível a determinação dos limites de detecção (LD) dos metais tóxicos e essenciais em amostras de pelo e de sangue de quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados nos parques urbanos amostrados na região de de Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Os resultados indicaram associações significativas entre as concentrações encontradas dos elementos-traço e a fatores intrínsecos e extrínsecos dos animais, como períodos do ano (seco e chuvoso), locais de captura (proximidade a áreas de atividades antrópicas) e características individuais (sexo e idade);
- Os metais analisados sugerem impactos sistêmicos subclínicos nos quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e nos gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) capturados, afetando parâmetros hematológicos, bioquímicos e imunológicos;
- Os quatis (*Nasua nasua*), gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) e os gambás-de-orelhas-pretas (*Didelphis aurita*) podem ser utilizados como sentinelas e

bioindicadores de saúde ambiental, no que se refere ao monitoramento de metais elementos-traço em ambientes silvestres, urbanos e periurbanos.

8. REFERÊNCIAS

ABBASPOUR N, HURRELL R, KELISHADI R. Review on iron and its importance for human health. **J Res Med Sci.** 2014;19(2):164–74.

ABDALLA, A.L.; SILVA, J.C.F.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.260-268, 2008.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for lead.** Atlanta: ATSDR, 1993. 307p

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for lead.** Washington, D.C.: ATSDR, 1990.

Alloway, B. J., Ayres, D. C. (1997) Chemical Principles of Environmental Pollution, 2 ed., Ed. **Chapman & Hall**, New York, p.291

ALMEIDA, M. D. et al. Mercury loss from soils following conversion from Forest to pasture in Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Environmental Pollution**, v.137, p.179-86, 2005.

ALVES-COSTA, C. P. 1998. **Frugivoria e dispersão de sementes por quatis (Procyonidae: Nasua nasua) no Parque das Mangabeiras, Belo Horizonte, MG.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.

AMARAL, J. C. B. S. Recuperação de tório e urânio a partir do licor gerado no processamento da monazita pela INB/Caldas, MG, via extração por solventes. Dissertação. 2006. Pós graduação em Ciências e Tecnologia das Radiações, minerais e Materiais. CNEN, Belo Horizonte/MG. 2006.

AMBESKOVIC, M. et al. Hair trace elementary profiles in aging rodents and primates: links to altered cell homeodynamics and disease. **Biogerontology**, v. 14, n. 5, p. 557–567, 22 set. 2013.

ANALYTICAL APPLICATIONS OF NUCLEAR TECHNIQUES. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1181_web.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

ANDERSON GJ, FRAZER DM. Current understanding of iron homeostasis. **Am J Clin Nutr.** 2017;106:1559S-1566S

ANDRADE, S.F; MATOS, T. B.; EDUARDO, C. Seasonal Variation of Heavy Metals in Muscles of the Crab *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) from a Tropical Coastal Lagoon, Brazil. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 2, 1 jan. 2011.

ANGELIS, C.; GALDIERO, M.; PIVONELLO, C.; SALZANO, C.; GIANFRILLI, D.; PISCITELLI, P.; LENZI, Andrea.; COLAO, A.; PIVONELLO, R. The environment and male reproduction: The effect of cadmium exposure on reproductive function and its implication in fertility. **Reproductive Toxicology**, [S. l.], v. 73, p. 105-127, 14 set. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2017.07.021>. Acesso em: 19 fev. 2025.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 61-72, 2007.

ASCHNER M, GUILARTE TR, SCHNEIDER, ZHENG W. Manganese: recent advances in understanding its transport and neurotoxicity. **Toxicol. Appl Pharmacol.** 2007;221:131-147.

ASSI, M. A., HEZMEE, M. N. M., HARON, A. W., SABRI, M. Y. M., & RAJION, M. A. (2016). The detrimental effects of lead on human and animal health. **Veterinary World**, 9 (6), 660-671. 10.14202/vetworld.2016.660-671

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for arsenic. **US Department of Health and Human Services, Public Health Service**. Atlanta, GA, 2007.

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Uranium. **U.S. Department of Health and Human Services**. . 2013.

AZEVEDO FA, NASCIMENTO ES, CHASIN A. (Caderno de Meio Ambiente) Aspectos Atualizados dos Riscos Toxicológicos do Mercúrio. **TECBAHIA R. Baiana Tecnol.** 2001;16(3):87-104.

AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. (eds). Metais: Gerenciamento da toxicidade. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 554p.

BAGLIANO, R. V. (2012). Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente E Sustentabilidade**, 2(1), 24 - 40.

BANHOLZER; E.; HEINRITZI, K. Selenium toxicosis in fattening pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 80, p. 158-162, 1998.

BANKS-LEITE, C. et al. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. **Science**, v. 345, n. 6200, p. 1041–1045, 28 ago. 2014.

BAPTISTA, J. C. et al. Biomonitoring metals and metalloids in wild mammals: invasive versus non-invasive sampling. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 13, p. 18398–18407, 15 jan. 2022.

BARBOSA, F. et al. A Critical Review of Biomarkers Used for Monitoring Human Exposure to Lead: Advantages, Limitations, and Future Needs. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 12, p. 1669–1674, dez. 2005.

BEISIEGEL, B.M., 2001. Notes on the Coati, *Nasua nasua* (Carnivora:Procyonidae) in an Atlantic Forest area. **Braz. J. Biol.**, 61 (4): 689-692.

BEISIEGEL, B. M.; MANTOVANI, W. Habitat use, home range and foraging preferences of the coati *Nasua nasua* in a pluvial tropical Atlantic forest area. **Journal of Zoology**, v. 269, n. 1, p. 77–87, maio 2006.

BERGHMANS, P. et al. Exposure assessment of a cyclist to PM10 and ultrafine particles. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 4, p. 1286–1298, fev. 2009.

BERNHOF, R. A. Cadmium Toxicity and Treatment. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p. 1–7, 2013.

BERTOLA PB, AMAKU M (2006) **Estudo da leptospirose (*Leptospira spp*) em gambás (*Didelphis aurita* e *D. albiventris*) no Município de São Paulo - SP**, 1995 - 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BEY, W. N.; MEADOR, J. P. **Environmental Contaminants in Biota**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

BEYER, W. N. et al. Toxic Exposure of Songbirds to Lead in the Southeast Missouri Lead Mining District. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 65, n. 3, p. 598–610, 15 jun. 2013.

BISCHOF, R.; ROGERS, D. G. Serologic Survey of Select Infectious Diseases in Coyotes and Raccoons in Nebraska. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 41, n. 4, p. 787–791, out. 2005.

BONFIGLIO, R.; SCIMECA, M.; MAURIELLO, A. The impact of aluminum exposure on human health. **Archives of Toxicology**, v. 97, n. 11, p. 2997–2998, 19 ago. 2023.

BORDIN, Dayanne Cristiane Mozaner et al. Técnicas de preparo de amostras biológicas com interesse forense. **Scientia Chromatographica**, São Carlos, v. 7, n. 2, p. 125-143, 2015. Disponível em: <https://www.iicweb.org/scientiachromatographica.com/files/v7n2a04.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BRADFORD, W.I. (1997) Urban storm water pollutant loadings a statistical summary through. **JWPCF.**, v. 49, p. 610-613, 1997.

BURGER, J. Bioindicators: A Review of Their Use in the Environmental Literature 1970–2005. **Environmental Bioindicators**, v. 1, n. 2, p. 136–144, jul. 2006.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Metals in Albatross Feathers from Midway Atoll: Influence of Species, Age, and Nest Location. **Environmental Research**, v. 82, n. 3, p. 207–221, mar. 2000.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Risk, Mercury Levels, and Birds: Relating Adverse Laboratory Effects to Field Biomonitoring. **Environmental Research**, v. 75, n. 2, p. 160–172, nov. 1997.

BURGER, J.; MARQUEZ, M.; GOCHFELD, M. Heavy metals in the hair of opossum from Palo Verde, Costa Rica. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 27, n. 4, nov. 1994.

BURGER, J., JEITNER, C., DONIO M., PITTFIELD T., GOCHFELD, M. Mercury and selenium levels, and selenium:mercury molar ratios of brain, muscle and other tissues in bluefish (*Pomatomus saltatrix*) from New Jersey, USA. **Science of The Total Environment**, v. 443, p. 278–286, jan. 2013.

BUTTERFIELD, J.; LUFF, M.L.; BAINES, M.; EYRE, M.D. (1995). **Carabid beetle communities as indicators of conservation potential in upland forest. Forest Ecology and Management**. 79, 63 – 77.

C.R. Borges, J.C. Roberts, D.G. Wilkins, D.E. Rollins. Relationship of melanin degradation products to actual melanin content: application to human hair. **Anal Biochem**. 290(1):116-25 (2001).

CÁCERES, N. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Tamanho corporal em populações naturais de Didelphis (Mammalia: Marsupialia) do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 3, p. 461–469, ago. 1999.

CALABUIG, G.; **Medicina Legal y Toxicología**, 6ª Edición; E. Villanueva Cañadas, Masson; 939-967; Barcelona; Espanha; 2004.

CALLISTO, M., GONCALVES, J. 2002. **A vida nas águas das montanhas**. Ciência Hoje 31(182): 68 – 71

CÂMARA, E.M.V.C; L.G. LESSA. 1994. Inventário dos mamíferos do Parque das Mangabeiras, Belo Horizonte, Minas Gerais. **Bios** 2: 31-35.

CAMERON, K. S.; BUCHNER, V.; TCHOUNWOU, P. B. Exploring the molecular mechanisms of nickel-induced genotoxicity and carcinogenicity: a literature review. **Reviews on Environmental Health**, v. 26, n. 2, 1 jan. 2011.

CANTOR, A. G. HENDRICKSON R, BLAZINA I. **Introduction and Background**. [s.l.] Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2019.

CANTOR, M.; FERREIRA, L.A.; SILVA, W. et al. Potential seed dispersal by *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae) in highly disturbed environment. **Biota Neotropica**, v.10, n.2, p.45-51, 2010.

CARDOSO, J.G.R et al. A indústria do alumínio: estrutura e tendências. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 33 , p. 43-88, mar. 2011.

CARSON, T. L. Toxic Minerals, Chemicals, Plants and Gases. In: STRAW, B. E.; MENGELING, W. L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. (Eds.) **Diseases of Swine**. 9th ed. Iowa State University Press: Ames. cap. 60, p. 971-984, 2006.

CARVALHO, F. P. et al. Radionuclides and Radiation Exposure in Tantalite Mining, Ethiopia. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 81, n. 4, p. 648–659, 2 jun. 2021.

CASAGRANDE, R. A. et al. Isolamento de *Salmonella enterica* em gambás (*Didelphis aurita* e *Didelphis albiventris*) do Estado de São Paulo, Brasil. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 492–496, 4 mar. 2011.

CASTILHOS, Z. C.; DE CAPITANI, E. M.; JESUS, I. M.; BIDONE, E. D.; MELLO, W. Z.; LIMA, M. O.; FAIAL, K. R. F.; MATAVELI, L. R. V.; ARAUZ, L. J.; SILVA, L. I. D.; FERREIRA, A. P.; TÁVORA, R. S. & MERTENS, F. (2020). Avaliação Da Contaminação Ambiental Por Arsênio E Estudo Epidemiológico Da Exposição Humana Em Paracatu-MG - Brasil. **Fronteiras: Journal of Social. Technological and Environmental Science**, 9, 1, 186-211. [https://doi.org/https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p186-211](https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p186-211).

CASTILHOS, Z. C.; DE CAPITANI, E.M.; JESUS, I.M.; BIDONE, E.D.; ZAMBONI, W.M.; SILVA, L.I.D.; CARNEIRO, M.C.; FERREIRA, A.P.; LIMA, M. O. & FAIAL, K. C. F. (2015). Avaliação da contaminação ambiental por arsênio em Paracatu - MG: uma

abordagem interdisciplinar. **XXVI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa Poços de Caldas-MG.**

CASTRO L. M. A. Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água. 2007. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Minas Gerais. 2007.

CASTRO, S.V. **Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas do Alto Rio das Velhas, MG.** 2006. 110f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2006

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. Os minerais para bovinos e ovinos em pastejo. **Porto Alegre, Sagra**, 1992. 142p.

COLACIOPPO S. **Higiene e Toxicologia Ocupacional**, ABHO, São Paulo, 2020.

CHAVES, E. S. et al. Determination of Co, Cu, Fe, Mn, Ni and V in diesel and biodiesel samples by ETV-ICP-MS. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 10, n. 10, p. 1211–1211, 1 jan. 2008.

CLARKSON, T. W.; MAGOS, L. The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 36, n. 8, p. 609–662, jan. 2006.

COLOMINA MT, PERIS-SAMPEDRO F. Aluminum and Alzheimer Disease. **Adv Neurobiol.** 2017;18:183-197.

CORATHERS LA. Manganese. 2006 Minerals Yearbook. US. **Geological Survey Minerals.** 2006;1:47.1-47.16

CORDOVA FM, AGUIAR AS JR, PERES TV ET. al. In vivo manganese exposure modulates erk, akt and darpp-32 in the striatum of developing rats and impairs their motor function. **PLOS ONE.** 2012;7(3):e33057.

COSTA, S. Efeitos da toxicidade do cromo em plantas. **RevInter**, v. 13, n. 1, p. 45–46, 28 fev. 2020.

CUPERTINO, M. C., NOVAES, R. D., SANTOS, E. C., BASTOS, D. S. S., MARQUES

DOS SANTOS, D. C., DO CARMO QUEIROZ FIALHO, M., MATTA, S. L. P. Cadmium-induced testicular damage is associated with mineral imbalance, increased antioxidant enzymes activity and protein oxidation in rats. **Life Sciences**, 175:23–30, 2017A.

CRAFT, E. S. et al. DEPLETED AND NATURAL URANIUM: CHEMISTRY AND TOXICOLOGICAL EFFECTS. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, v. 7, n. 4, p. 297–317, jul. 2004.

CRESPO, J. A. 1982. Ecología de la comunidad de mamíferos del parque Nacional de Iguazú, Misiones. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"**, *Ecología* 3(2):45-162.

CRUZ, M.M.A.O. & CAMPELLO, B.M.L.C. 1998. Mastofauna: primeira lista e um estudo sobre o *Callithrix jacchus* Erxleben, 1777 (Callitrichidae: Primates) na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. Pp. 253-269. In: Machado, I.C.; Lopes, A.V.; Porto, K.C. (eds.) *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos de um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil)*. Editora Universitária da UFPE, Recife.

CULLEN, J. M.; STALKER, M. J. Liver and Biliary System. **Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals: Volume 2**, v. 2, p. 258-352.e1, 2016.

CUPERTINO, M. C.; NOVAES, R. D.; SANTOS, E. C.; NEVES, A. C.; SILVA, E.; OLIVEIRA, J. A.; MATTA, S. L. P. Differential Susceptibility of Germ and Leydig Cells to Cadmium-Mediated Toxicity: Impact on Testis Structure, Adiponectin Levels, and Steroidogenesis. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 1–11, 2017.

CUSTÓDIO, M. M.; RIBEIRO, J. C. J. **Serra do Curral: significados e importância de proteção. Veredas do Direito [Recurso Eletrônico] : Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Belo Horizonte**, v.18, n.42, set./dez. 2021. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/handle/11037/43670>>.

CYGAN-SZCZEGIELNIAK, D.; STASIAK, K. Effects of age and sex on the content of heavy metals in the hair, liver and the longissimus lumborum muscle of roe deer *Capreolus capreolus* L. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 7, p. 10782–10790, 1 fev. 2022.

DAS, K. K.; DAS, S. N.; DHUNDASI, S. A. Nickel, its adverse health effects & oxidative stress. **The Indian Journal of Medical Research**, v. 128, n. 4, p. 412–425, 1 out. 2008.

D.M. MOORE, R.C. REYNOLDS, X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerals, Oxford **Un. Press, New York** (1997) 378.

DE ANGELIS, C. et al. The environment and male reproduction: The effect of cadmium exposure on reproductive function and its implication in fertility. **Reproductive Toxicology**, v. 73, p. 105–127, out. 2017.

DECKER, D. M. 1991. Systematics of the coatis, genus *Nasua* (Mammalia, Procyonidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**. 104(2): 370-386.

DIAGNO (Brasil). Analisador Hematológico Icounter Vet. Disponível em: <<https://diagno.ind.br/analizador-hematologico-icounter-vet/>>

DIRKSEN, K.; SPEE, B.; PENNING, L.C.; VAN DEN INGH, T.S.G.A.M.; BURGNER, I.A.; WATSON, A.L.; KOERKAMP, M.G.; ROTHUIZEN, J.; VAN STEENBEEK, F.G.; FIETEN, H. Gene expression patterns in the progression of canine copper-associated chronic hepatitis. **Plos One**, 2017. 12: 1-19.

DUARTE, D.L.V.; MONTEIRO, D.S.; JARDIM, R.D.; SOARES, J.C.M.; VARELA-JUNIOR, A.S. Determinação sexual e maturação gonadal de fêmeas da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) no extremo sul do Brasil. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, v. 4, n3-4, p. 87- 103, 2011.

DUARTE, Cynthia Romariz. Radioelementos naturais na área do Projeto Rio Preto (GO). 2002. xv, 169 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2002.

DUBLINEAU, I. et al. Absorption, accumulation and biological effects of depleted uranium in Peyer's patches of rats. v. 227, n. 3, p. 227–239, 1 out. 2006.

EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on Arsenic in food. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). **The EFSA Journal**, v. 1351, p. 198, 2009.

EFSA (European Food Safety Authority). Scientific Opinion on Arsenic in food. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). **The EFSA Journal**, v. 1351, p. 198, 2009.

EISENBERG, J. F. & REDFORD, K. H. 1999. **Mammals of the Neotropics: the central neotropics. Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil**. Chicago e Londres, University of Chicago. 609p.

EMMONS, L. H.; FEER, F. 1997. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. Chicago, The University of Chicago. 307p.

ERKKILA J ET AL 1992. In vivo measurements of lead in bone at four anatomical sites: long term occupational and consequent endogenous exposure. *British Journal of Industrial Medicine* 49(9):641-644.

ESTEVEZ, F. A. Fundamentos de Limnologia. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 826p. 2011.

EISLER, R. Lead hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. North Charleston, SC, USA: **Createspace Independent Publishing Platform**, 1988.

EXLEY, C., 2013 . Human exposure to aluminium. **Environmental Sciences Process Impacts**. 15(10): 1807-1816.

FAN, A. M.; KIZER, K. W. Selenium: nutritional, toxicologic and clinical aspects. **Western Journal of Medicine**, v. 153, p. 160-167, 1990.

Farmacologia Básica e Clínica (Katzung) - 13. ed. PDF | MeuLivro. Disponível em: <<https://www.meulivro.biz/farmacologia/447/farmacologia-basica-e-clinica-katzung-13-ed-pdf>>.

FERREIRA, G.B.; BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S.; GONDIM, T.M. de S.; PEDROSA, M.B. A cultura da mamona no cerrado: riscos e oportunidades. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 70p. (Embrapa Algodão. Documentos, 149)

FERREIRA, M. B.; ANTONELLI, A. C.; ORTOLANI, E. L. Intoxicação por cobre, selênio, zinco e cloreto de sódio. In: SPINOSA, H. de S.; GÓRNIK, S. L.; PALERMO-NETO, J. **Toxicologia aplicada a medicina veterinária**. Barueri: Manole, 2008, Cap.24, p.665-697.

FLORA SJS. Metals. **Side Eff Drugs Annu**. 2014;36:297–322.

FORTE, G.; BOCCA, B. Quantification of cadmium and lead in offal by SF-ICP-MS: Method development and uncertainty estimate. **Food Chemistry**, v. 105, n. 4, p. 1591–1598, 1 jan. 2007.

FOWLER, E. M.; MILLER, R. E. **Zoo and wild animal medicine**. 5. ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 2003. 782p.

FRUMKIN, H.; THUN, M. J. Arsenic. **Cancer Journal of Clinical**, v. 51, p. 254-262, 2001.

FUNDAÇÃO DE PARQUES MUNICIPAIS E ZOOBOTÂNICA. **Prefeitura de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica>. Acesso em: 11 de janeiro de 2025.

GAETKE, L. M.; CHOW-JOHNSON, H. S.; CHOW, C. K. Copper: toxicological relevance and mechanisms. **Archives of Toxicology**, v. 88, n. 11, p. 1929–1938, 9 set. 2014.

GALVÃO, LUIZ A.C; COREY, G.; DE, P. Cromo. **Serie Vigilancia**;5, 2020.

GARDNER, A. L. (ED.). **Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats**. Chicago, IL: University of Chicago Press, [s.d.].

GASPARON, M.; MATSCHULLAT, J. Trace metals in Antarctic ecosystems: Results from the Larsemann Hills, East Antarctica. **Applied Geochemistry**, 21, 1593 – 1612, 2006

GATTÁS, G.; FELLIPE, AMP; BARBOSA, F. Cobre na nutrição de aves e suínos. Disponível em:

<https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-013.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 25 dez. 2024.

GIANNETTO, C.; FAZIO, F.; NAVA, V.; ARFUSO, F.; PICCIONE, G.; COELHO, C.; LICATA, P. Data on multiple regression analysis between boron, nickel, arsenic, antimony, and biological substrates in horses: The role of hematological biomarkers. **J. Biochem. Mol. Toxicol.** 2022, 36, 22955.

GIPSON, P. S. et al. Accuracy and Precision of Estimating Age of Gray Wolves by Tooth Wear. **The Journal of Wildlife Management**, v. 64, n. 3, p. 752, jul. 2000.

GOMES NETO, C. M. B. Pesquisa sobre o envolvimento do marsupial *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia, Didelphidae) e de cães domiciliados no ciclo de transmissão da leishmaniose visceral no município de Camaçari, localidade de Barra do Pojuca, Bahia. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

GOMES, S. S. et al. Efeitos tóxicos dos sedimentos do estuário do rio Capibaribe em embriões de zebrafish (*Danio rerio*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 2, p. 623–632, abr. 2020.

GOMPER, M E.; DECKER, D. M. 1998. *Nasua nasua*. **Mammalian species**, 580: 1-9.

GOMPPER, M. E. 1995. *Nasua narica*. **Mammalian Species**. 487: 1-10.

GOMPPER, M. E. 1996. Sociality and asociality in white-nosed coatis (*Nasua narica*): foraging cost and benefits. **Behavioural Ecology** 7(3): 254-263.

GOMPPER, M. E. 1997. Population ecology of the white-nosed coati (*Nasua narica*) on Barro Colorado Island, Panama. **J. Zool.**, Lond. 241. Pp. 441- 455.

GONÇALVES, J.A.C. (2010). Hidrogeoquímica do Arsênio e de Outros Constituintes Inorgânicos Presentes nas Águas Subterrâneas da Cidade de Ouro PretoMG. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 15, 4, 89-104.

GONTIJO, B.; BITTENCOURT, F.. Arsênio: uma revisão histórica. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 80, n. 1, p. 91–95, jan. 2005.

GRAY, J. S. Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, n. 1, p. 46–52, 1 set. 2002.

GREAT IRUOGHENE EDO et al. Environmental persistence, bioaccumulation, and ecotoxicology of heavy metals. **Chemistry and ecology/Chemistry in ecology**, v. 40, n. 3, p. 322–349, 22 jan. 2024.

GROSSI, M. G. de L. Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileiras de lixo doméstico através da determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas 1993. 222 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GUERRA, T. A. Cobre: deficiência e intoxicação. Seminário apresentado na disciplina Transtornos metabólicos dos animais domésticos. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/cobre.pdf>.

GUILHERME, L.R.G. et al. Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos. **Tópicos em Ciências do Solo**, v. 4, p. 345-390, 2005.

HAMER, D. H. Metallothionein Gene Regulation in Menkes' Syndrome. **Archives of Dermatology**, v. 123, n. 10, p. 1384a, 1 out. 1987.

HAMMERSCHMIDT, C. R.; SANDHEINRICH, M. B. Maternal Diet During Oogenesis Is the Major Source of Methylmercury in Fish Embryos. **Environmental Science & Technology**, v. 39, n. 10, p. 3580–3584, maio 2005.

HECHT, E. M. et al. A cross-sectional survey of cadmium biomarkers and cigarette smoking. **Biomarkers**, v. 21, n. 5, p. 429–435, 16 mar. 2016.

HÉLIE, P.; SAUVAGEAU, R. A. Chronic selenium toxicosis in growing-finishing pigs in southwestern Québec. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 39, p. 591-592, 1998.

HEMETRIO, N. S. 2007. **Levantamento populacional de quatis (PROCYONIDAE: Nasua nasua) no Parque das Mangabeiras, Belo Horizonte, MG**. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais. 30p.

HEMETRIO, N. S. 2011. **Levantamento Populacional e Manejo de Quatis (PROCYONIDAE: Nasua nasua) no Parque das Mangabeiras, Belo Horizonte, MG**. Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de PósGraduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre

HENN, C. (2009). Seleção de Linhagens de Basidiomicetos Resistentes aos Herbicidas Atrazina e Diuron – Produção de Enzimas Ligninolíticas e Degradação dos Compostos. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

HERYNEK V, BABIS M, TRUCECKA P, FILIP K, VYMAZAL J, DEZORTOVA M, HAJEK M. Chronic liver disease: relaxometry in the brain after liver transplantation. **Magma**. 2001;12:10-15.

HOPKINS LL Jr. Distribution in the rat of physiological amounts of injected ⁵¹Cr (III) with time. **Am J Physiol** 1965;209:731-5.

HOSSAIN, M.; PATRA, P. K. Contamination zoning and health risk assessment of trace elements in groundwater through geostatistical modelling. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 189, p. 110038, fev. 2020.

HUGHES, M. F. Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. **Toxicology letters**, v. 133, n. 1, p. 1–16, 2002.

IMAGAWA, M. et al. Using blood lead concentrations of wildlife sentinels to identify environmental risk factors of lead exposure for public health and wildlife rehabilitation efforts. **Ecotoxicology**, 24 mar. 2023.

JACOB, Lilian C. B.; ALVARENGA, K. de Freitas; MORATA, T. C. Os efeitos da exposição

ocupacional ao chumbo sobre o sistema auditivo: uma revisão da literatura. **Rev. Bras. Otorrinolaringol**, v.68, n.4, p.564-569. jul.-ago. 2002.

JAIN N.C. 1993. Essentials of veterinary hematology. Editora Lea; **Febiger, Philadelphia**, 1993, 417p.

JONES, T.C. **Patologia veterinária 6ª edição**. Editora Manole. p 775-779. São Paulo, 2000.

KANANI, J., Sheikh, M.I., Jain, S., Mesuriya, S. Histopathological changes in the human tissues in various types of poisoning: A cross-sectional autopsy study. **Toxicology reports**, v. 13, p. 101771, 2024.

KANG, M.-Y. et al. Effects of environmental cadmium exposure on liver function in adults. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 70, n. 4, p. 268–273, 15 jan. 2013.

KAPLAN, R. The analysis of perception via preference: A strategy for studying how the environment is experienced. **Landscape Planning**, v. 12, n. 2, p. 161–176, ago. 1985.

KLAASSEN, CURTIS D.; Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons; Sixth Edition; **McGraw-Hill**; 812-837; USA; 2001;

KLAASSEN, C.D. (ed). **Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons. 8th ed.** 2013. 1454 p.

KOHLER, H.-R. .; TRIEBSKORN, R. Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the Population Level and Beyond?. **Science**, v. 341, n. 6147, p. 759–765, 15 ago. 2013.

KONIETZKA R. Gastrointestinal absorption of uranium compounds – A review. **Regulatory Toxicology and Pharmacology** 71, 125–133. 2015.

KOSIK-BOGACKA, D. et al. Selenium and mercury in the hair of raccoons (*Procyon lotor*) and European wildcats (*Felis s. silvestris*) from Germany and Luxembourg. **Ecotoxicology**, v. 29, n. 1, p. 1–12, 16 nov. 2019.

KOSNETT, M. J. Intoxicação por Metais Pesados & Quelantes. In: KATZUNG, Bertram G.

Farmacologia Básica & Clínica. 8.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 867-870.

KRAUSE, W. J; KRAUSE, W. A. **The opossum: its amazing story. Coumbia: Missouri,** 2006. 80p.

KUMAR, N.P.B.A.; DUSHENKOV, V.; MOTTO, H. & RASKIN, I. Phytoextraction: The use of plants to remove of heavy metals from soil. **Environ. Sci. Technol.**, 29:1232-1238, 1995.

LACERDA, L.D. (1997) Global mercury emissions from gold and silver mining. **Water Air Soil Pollu.**, v. 97, p. 209–221, 1997.

LARIVIÉRE D., TOLMACHEV S. Y. , KOCHERMIN V., JOHNSON S. Uranium bone content as an indicator of chronic environmental exposure from drinking water. **Journal of Environmental Radioactivity** 121 98e103. 2013.

LEFF, T., STEMMER, P., TYRRELL, J., JOG, R. Diabetes and Exposure to Environmental Lead (Pb). **Toxics**, v. 6, n. 3, p. 54, 6 set. 2018.

LIEBELT EL. Acute iron poisoning. **UpToDate [Internet]**. 2021;1–43. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/acute-iron-poisoning>.

LINGE, K. L. Trace Element Determination by ICP-AES and ICP-MS: Developments and Applications Reported During 2006 and 2007. **Geostandards and Geoanalytical Research**, v. 32, n. 4, p. 453–468, dez. 2008.

LOCKHART, J. M. et al. Metal accumulation in wild-caught opossum. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 188, n. 6, 2 maio 2016.

LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, v.41, p.742747, 1977.

LÓPEZ-ALONSO, M. Trace Minerals and Livestock: Not Too Much Not Too Little. **ISRN Veterinary Science**, v. 2012, p. 1–18, 2012.

MAFRA, G.A. Sinalização interpretativa como ferramenta de educação patrimonial em parques urbanos: o caso do Parque da Serra do Curral de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.3, n.2, 2010, pp.315-330.

MAHAN, D. C.; MOXON, A. L. Effect of inorganic selenium supplementation on selenosis in postweaning swine. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1216-1221, 1984.

MALECKI EA, DEVENYI AG, BARRON TF, MOSHER TJ, ESLINGER P, FLAHERTY-CRAIG CV, ROSSARO L. Iron and manganese homeostasis in chronic liver disease: relationship to pallidal T1-weighted magnetic resonance signal hyperrintensity. **Neurotoxicology**. 1999;20:647- 652.

MALTA, C. C.; LUPPI, M. M. Marsupialia – Didelphimorphia (Gambá, Cuíca). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃODIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens – Medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. cap. 23, p. 340357.

MARQUES RC, MARREIRO DN. Aspectos metabólicos e funcionais do zinco na Síndrome de Down. **Revista de Nutrição**. 2006, Vol. 19, pp. 501-10.

MAZARO, R. D.; LUZ, F. S.; HERBICHI, A. P.; PAZ, M. C., FIGHERA, F. A. Crise hemolítica em um cão com hepatite crônica associada ao cobre. **Acta Scientiae Veterinariae**, 2019. 47: 472.

MEADOR, J. P. et al. Comparison of Elements in Bottlenose Dolphins Stranded on the Beaches of Texas and Florida in the Gulf of Mexico over a One-Year Period. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 36, n. 1, p. 87–98, 1 jan. 1999.

McDOWEL, L. R. Copper and molybdenum – minerals in animal and human nutrition. **Academy Press Inc. San Diego – Califórnia**, p. 178-204, 1992

MILLÁN, J. et al. Levels of heavy metals and metalloids in critically endangered Iberian lynx and other wild carnivores from Southern Spain. **Science of The Total Environment**, v. 399, n. 1-3, p. 193–201, jul. 2008.

MONTEIRO, R; MALATEAUX, I.F; MUNIZ, L.M. Intoxicação por chumbo em aves de companhia: revisão de literatura. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, V.7, n,18, 2013,p.89-102.

MONTES S, ALCARAZ-ZUBELDIA M, MURIEL P, RIOS C. Striatal manganese accumulation induces changes in dopamine metabolism in the cirrhotic rat. **Brain Res**. 2001; 891:123- 129

MORENO, A. M.; SOBESTIANSKY, J.; MÓRES, J. Intoxicação por minerais, produtos químicos, plantas e gases. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. (ed.). Doenças dos Suínos, **Goiânia: Cãnone Editorial**, p.463-486 2007.

MUENHOR, D. et al. Brominated flame retardants (BFRs) in air and dust from electronic waste storage facilities in Thailand. **Environment International**, v. 36, n. 7, p. 690–698, out. 2010.

NAGAJYOTI, P. C.; LEE, K. D.; SREEKANTH, T. V. M. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 8, n. 3, p. 199–216, 28 jul. 2010.

NAKANO-OLIVEIRA, E. 2002. **Ecologia Alimentar e Área de vida de Carnívoros da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP (Carnivora: Mammalia)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 97 p.

NAN, V. U.; UJAH, G. A.; MOHAMED, ETIM, M.; K. B.; IGBA, B. O.; AUGUSTINE, E. R.; OSIM, E. E. Cadmium chloride–induced testicular toxicity in male wistar rats; prophylactic effect of quercetin, and assessment of testicular recovery following cadmium chloride withdrawal. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, 94:109- 123, 2017.

NANDA, B. B. et al. Determination of trace concentration of aluminium in raw rice samples using instrumental neutron activation analysis and particle induced gamma-ray emission methods. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 310, n. 3, p. 1241–1245, 9 set. 2016.

NARDI, E. P. et al. The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. **Food Chemistry**, v. 112, n. 3, p. 727–732, fev. 2009.

NGUYEN, B. T. et al. Seasonal, spatial variation, and pollution sources of heavy metals in the sediment of the Saigon River, Vietnam. **Environmental Pollution**, v. 256, p. 113412, jan. 2020.

NICODEMO, M.L.F.; SERENO, J.R.B.; AMARAL, T.B. Minerais na eficiência reprodutiva de bovinos. Documentos 80. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2008. 60p.

NICOLETTO, P. F.; HENDRICKS, A. C. Sexual differences in accumulation of mercury in four species of centrarchid fishes. **Canadian Journal of Zoology**, v. 66, n. 4, p. 944–949, 1 abr. 1988.

NIEBOER, E. RICHARDSON D.H.S. The replacement of the nondescript term heavy metals by a biologically and chemistry significant classification of metal ions. **Environ. Pollution**, Series B v.1 p. 3-26, 1980.

NORDBERG, G. F. Historical perspectives on cadmium toxicology. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 238, n. 3, p. 192–200, 1 ago. 2009.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Mineral tolerance of animals. 2.ed. Washington, D.C.: **The National Academy Press**, 2005. p.149-156.

NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of small ruminants. 2007, p.112-134.

O'BRIEN, T. J., CERYAK, S., PATIERNO, S. R. Complexities of chromium carcinogenesis: role of cellular response, repair and recovery mechanisms. **Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 533, p. 3-36, 2003.

O'NEAL, S. L.; ZHENG, W. Manganese Toxicity Upon Overexposure: a Decade in Review. **Current Environmental Health Reports**, p. 315-328, 2015.

OGA, S.; CAMARGO, M.M.A; BATISTUZZO, J.A.O. (eds). Fundamentos de Toxicologia. 5ª edição. **São Paulo: Atheneu Editora**, 2021. 848 p.

OLIFIERS, N., 2010. **Life-history and disease ecology of the brown-nosed coati (*Nasua nasua*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal** Missouri: University of Missouri, 162 p. PhD Thesis of Phylosophy.

OLIVEIRA, F. N.; RECH, R. R.; RISSI, D. R.; BARROS, R. R.; BARROS, C. S. L. Intoxicação em suínos pela ingestão de sementes de *Aeschynomene indica* (Leg. Papilionoideae). **Pesquisa Veterinária Brasileira** v. 25, p. 135-142, 2005

OLIVEIRA, R.L.; LEÃO, A.G.; ABREU, L.L. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v.15, n.2, p.141-160, 2013.

OLIVEIRA, J. A. D. et al. Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e de salvinia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 3, p. 329–341, 2001.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región de la Mojana. **Toxicología Ambiental**. Bogotá; 2002.

ORTOLANI E.L. 2002. Macro e microelementos, p.641-651. In: Spinosa H.S., Górniak S.L. & Bernardi M.M. (Eds), **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

O PARQUE que já foi uma mineração. Disponível em: <<http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=21&secao=241&mat=250>> Publicado em: 28 jun. 2010. Acesso em: 03 de jan., 2025.

PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B. DA, RYLANDS, A. B., HERRMANN, G., AGUIAR, L. M. S., CHIARELLO, A. G., LEITE, Y. L. R., COSTA, L. P., SICILIANO, S., KIERULFF, M. C. M., MENDES, S. L., TAVARES, V. DA C., MITTERMEIER, R. A. & PATTON J. L. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. **Occasional Papers in Conservation Biology**, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76pp.

PAOLIELLO MMB, DE CAPITANI EM. Chumbo. In: Azevedo AA, M. CAA, eds. Metais -

Gerenciamento da Toxicidade São Paulo: **Atheneu-Intertox**; 2003:353-98.

PAPAEFTHYMIU, H.; CHRISTODOULOU, C.; GERAGA, M.; KAPOLOS, J. Elemental concentrations in sediments of the Patras Harbour, Greece, using INAA, ICP-MS and AAS. **Microchemical Journal**, 96, 269–276, 2010.

PARK, R. M.; BERG, S. L. Manganese and neurobehavioral impairment. A preliminary risk assessment. **Neurotoxicology**, v. 64, p. 159-165, Jan. 2018.

PARSONS, P. J.; BARBOSA, F. Atomic spectrometry and trends in clinical laboratory medicine. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**, v. 62, n. 9, p. 992–1003, set. 2007.

PARQUE DA SERRA DO CURRAL. **Prefeitura de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-da-serra-do-curral>. Acesso em: 11 de janeiro de 2025.

PARQUE MUNICIPAL AGGEO PIO SOBRINHO. **Prefeitura de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-aggeo-pio-sobrinho>. Acesso em: 11 de janeiro de 2025.

PARQUE MUNICIPAL FAZENDA LAGOA DO NADO. **Prefeitura de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-lagoa-do-nado>. Acesso em: 11 de janeiro de 2025.

PARQUE MUNICIPAL URSULINA DE ANDRADE MELLO. **Prefeitura de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 25 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-ursulina-de-andrade-mello>. Acesso em: 11 de janeiro de 2025.

PASCALICCHIO, A. A. E. Contaminação por metais pesados: saúde pública e medicina ortomolecular, 1.ed. **São Paulo: Annablume**, 2002, p. 29.

PEDROZO, M.F.M.; LIMA, V.I. **Ecotoxicologia do cobre e seus compostos** Salvador-BA: CRA, 2001.

PEREIRA, A. N. **Caracterização física, química e mineralógica dos solos em uma vertente do Parque Municipal das Mangabeiras – Quadrilátero Ferrífero (MG)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

PERNICIARO JL, CHANG TP. Iron poisoning. **5-Minute Pediatr Consult 8th Ed.** 2018;27(10):528–9.

PINHEIRO, M.O.; SOUZA, C.B. Efeitos teratogênicos dos metais pesados sobre a infertilidade humana e malformações congênitas. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, Santos, v.14, n.35, p.47-58, 2017.

PLUM LM, RINK L, HAASE H. The essential toxin: impact of zinc on human health. **Int J Environ Res Public Health**. 7 de 2010, Vol. 4, pp. 1342-65.

POLAK-JUSZCZAK, L. Bioaccumulation of mercury in the trophic chain of flatfish from the Baltic Sea. **Chemosphere**, v. 89, n. 5, p. 585–591, out. 2012.

PORCELLA, D. B. et al. Retrospective Study of Mercury in Raccoons (*Procyon lotor*) in South Florida. **Ecotoxicology**, v. 13, n. 3, p. 207–221, 1 abr. 2004.

PORFÍRIO, T. H. DA C. et al. Formas de interação de três bairros periféricos com o Parque Municipal das Mangabeiras, Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 1033–1038, dez. 2006.

PRASAD AS, BECK FWJ, BAO B, FITZGERALD JT, SNELL DC, STEINBERG JD, et al. Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress. **Am J Clin Nutr**. 2007; 85(3): 837-44.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental / Bioindicators as environmental impact assessment. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 1473–1493, 2019. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/3258>. Acesso em: 19 fev. 2025.

PROZIALECK, W. C.; EDWARDS, J. R. Early biomarkers of cadmium exposure and nephrotoxicity. **BioMetals**, v. 23, n. 5, p. 793–809, 27 jan. 2010.

QUARESMA LF. Desenvolvimento de estudos para elaboração do plano decenal (2010 - 2030) de geologia, mineração e transformação mineral. **Ministério de Minas e Energia**. 2009.

RADOSTITS, O.M; et al. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9ª edição, Guanabara Koogan, São Paulo, 2002.

RAMALINGAM, T. Extremity Injuries Remain A High Surgical Workload In A Conflict Zone: Experiences Of A British Field Hospital In Iraq, 2003. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, v. 150, n. 3, p. 187–190, 1 set. 2004.

RESENDE, R. S. et al. Distribuição espacial e lixiviação natural de sais em solos do Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. suppl, p. 46–52, 1 jan. 2014.

REZAEI, M.; YAMINI, Y.; FARAJI, M. Evolution of dispersive liquid–liquid microextraction method. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, n. 16, p. 2342–2357, 16 abr. 2010.

ROCHA, A.F; et al. Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública. Monografia, Porto, 2009.

ROCHA, V. J. 2001. **Ecologia de mamíferos de médio e grande portes do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR..** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 131 p.

ROCHA-MENDES, F. 2005. **Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia: Carnívora) e elementos de etnozootecia do município de Fênix, Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 72 p.

ROESER, H. M. P.; ROESER, P. A. O Quadrilátero Ferrífero - MG, Brasil: aspectos sobre

sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados. *Geonomos*, v. 18, p. 34-37, 2010. Disponível em:

<<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11598>>.

ROSADO JL, MILLER LV, GARCIA OP, WESTCOTT J, GONZALEZ K, CONDE J, HOTZ C, PFEIFFER W, ORTIZ-MONASTERIO I, KREBS NF. The Quantity of Zinc Absorbed from Wheat in Adult Women Is Enhanced by Biofortification. **Journal of Nutrition**. 2009, Vol. 139, pp. 1920-5.

RUPPENTHAL, J. Elisa. Toxicologia. Universidade Federal de Santa Maria; **Rede e Tec Brasil**, 2013.

SADAO, Marcelo. Intoxicação por chumbo. **Revista de Oxidologia**. p.37-42, jan.-fev.-mar. 2002

SAKUMA, A.M.; DE CAPITANI, E.M.; TIGLEA, P. Arsênio. In: Azevedo, F.A.; CHASIN, A.A.M. **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003, 554p.

SALGADO, Paulo E. de T. Metais em Alimentos. In: OGA, Seizi. **Fundamentos de Toxicologia**. 2. Ed. São Paulo: Atheneu, 2003. p.411-415

SAMOTO, V. Y. et al. Morfologia da glândula mamária de gambás da espécie *Didelphis* sp associada ao modelo marsupial. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006.

SARKAR, A.; RAVINDRAN, G.; KRISHNAMURTHY, V. A brief review on the effect of cadmium toxicity: from cellular to organ level. **International Journal of Bio -Technology and Research**, 3:17–36, 2013

SASTRE, J.; SAHUQUILLO, A.; VIDAL, M.; RAURET, G. Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples: microwave-assisted total digestion versus aqua regia and nitric acid extraction. **Analytica Chimica Acta**, 462, 59 – 72, 2002.

SCHALLER, G. B. 1983. Mammals and their biomas on a Brazilian ranch. **Arq.Zool.**, 31(1): 1-36

SCHAUMLÖFFEL, D. Nickel species: Analysis and toxic effects. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**. 2012.

SCHMIDT, S. E. M.; GABRIEL, E. M. N. **Gambá: Didelphis albiventris (Lund, 1840). Escola do Meio Ambiente com Vida**. 2016.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. DO A. O selênio no meio ambiente. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 2, p. 264–276, nov. 2007.

SILVA, A.G.; Kolokotronis, S.O.; Wharton, D. 2010. Modeling the eradication of invasive mammals using the sterile male technique. **Biol Invasions**, 12:751–759.

SILVA, C. S. **Ecotoxicologia do Cr e seus compostos**, Salvador – CRA, 2001.

SILVA, C. S.; PEDROZO, M. F. M. **Ecotoxicologia do cromo e seus compostos**. Salvador: CRA, 2001.

SILVA, L. DE S. V. DA et al. Micronutrientes na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 7, p. 237–244, 1 set. 2007.

SIMMONS RW, PONGSAKUL P, SAIYASITPANICH D AND KLINPHOKLAP S. 2005. Elevated levels of cadmium and zinc in paddy soils and elevated levels of cadmium in rice grain downstream of a zinc mineralized area in Thailand: implications for public health. **Environ Geochem Health** 27: 501-511.

SINGH, V. K.; SINGH, K. P.; MOHAN, D. Status of Heavy Metals in Water and Bed Sediments of River Gomti – A Tributary of the Ganga River, India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 105, n. 1-3, p. 43–67, jun. 2005.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; NIEMAN, T.A., **Principles of Instrumental Analysis**. 5^a ED. Bookman, 2002.

SOARES, M. **Coeficiente De Distribuição (K D) De Metais Pesados Em Solos Do Estado De São Paulo**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-31052005-170719/publico/marcio.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2024.

SOUZA, A. K. R.; MORASSUTI, C. Y.; DEUS, W. B. DE. Poluição Do Ambiente Por Metais Pesados E Utilização De Vegetais Como Bioindicadores. **Acta Biomédica Brasiliensia**, v. 9, n. 3, p. 95, 15 dez. 2018.

SOUZA, M. J.; RAMSAY, E. C.; DONNELL, R. L. Metal Accumulation and Health Effects in Raccoons (*Procyon lotor*) Associated with Coal Fly Ash Exposure. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 64, n. 4, p. 529–536, 5 jan. 2013.

SPADOTTO, C. A., MORAES, D. A. DE C., BALLARIN, A. W., FILHO, J. L., COLENCI, R. A. (2010). Araquá: software para avaliação de risco ambiental de agrotóxico. Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélite**.

STARK, A. A. P.; BONFADA, C. O.; PAULA, L. S. DE; TELES, M. A.; VARELA JUNIOR, A. S.; CORCINI, C. D. & FRANÇA, R. T. Lead intoxication: environmental conflicts in South America and perspective under the conservation of wild birds. **Research, Society and Development**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. e42510212701, 2021.

STEIMES E. Atmospheric deposition of heavy metals in Norway studied by the analysis of moss samples using neutron activation analysis and atomic absorption spectroscopy. **J. Radio-anal Chem.**, v. 58, p. 387-391, 1980.

SURAI, P. F.; FISININ, V. I. Selenium in Pig Nutrition and Reproduction: Boars and Semen Quality — A Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 5, p. 730–746, 6 fev. 2015.

TAMURA, Y.; WYSOCKI, G. P.; CHERIAN, M. GEORGE. Immunohistochemical localization of metallothionein in the developing teeth of cadmium-injected rats. **Archives of Oral Biology**, v. 44, n. 1, p. 49–53, jan. 1999.

TCHOUNWOU, P. B. et al. Heavy Metal Toxicity and the Environment. **Experientia Supplementum**, v. 101, n. 1, p. 133–164, 26 ago. 2014.

TEIXEIRA, R. H. F.; AMBROSIO, S. R. Carnivora – Procyonidae (quati, mão-pelada e jupará). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. Tratado de animais

selvagens: medicina veterinária. 2.ed. São Paulo: Roca, cap. 40, p. 961-979, 2014.

ULRICH, R. S. View Through a Window May Influence Recovery from Surgery. **Science**, v. 224, n. 4647, p. 420–421, 27 abr. 1984.

UNDERWOOD, E.J. Trace elements in human and animal nutrition. 4.ed. **New York:Academic Press**, 1977.557p.

VALLERAND AL, CURRIER JP, SHAPCOTT D, VALLERAND RJ, GARDINER PF. Influence of exercise training on tissue chromium concentrations in the rat. **Am J Clin Nutr** 1984;39:402-9.

VANHAECKE, F. ICP–MS: Alternative means for the elimination of interferences. **Anal Bioanal Chem**, 372, 20–21, 2002.

VENDRAME, P. R. S. et al. Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 859–864, jun. 2007.

VOIGT, C. L.; SILVA, C. P. DA; CAMPOS, S. X. De. Assessment of bioaccumulation of metals in *Cyprinus carpio* by interaction with sediment and water in a reservoir. **Química Nova**, 2016.

VOSS, R.; JANSÁ, S. A. Phylogenetic relationship and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of New World metatherian mammals. **Bulletin of the American Museum of Natural History, New York, USA**, n. 322, p. 1-177, 2009.

WAALKES, M. P.; LIU, J.; DIWAN, B. A. Transplacental arsenic carcinogenesis in mice. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 222, n. 3, p. 271-280, 2007.

WAALKES, M. P.; WARD, J. M.; LIU, J.; et al.. Transplacental carcinogenicity of inorganic arsenic in the drinking water: induction of hepatic, ovarian, pulmonary, and adrenal tumors in mice. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 186, n. 1, p. 7-17, 2003.

WANG, W. Interactions of trace metals and different marine food chains. **Marine Ecology**

Progress Series, v. 243, p. 295–309, 2002.

WESSLING-RESNICK M. Iron: Basic Nutritional Aspects [Internet]. Molecular, Genetic, and Nutritional Aspects of Major and Trace Minerals. **Elsevier Inc.**; 2016. 161–173 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802168-2.00014-2>.

WIJNHOFEN, S. et al. Heavy-Metal Concentrations in Small Mammals from a Diffusely Polluted Floodplain: Importance of Species- and Location-Specific Characteristics. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 52, n. 4, p. 603–613, 26 mar. 2007.

WILLHITE, C. C., KARYAKINA, N.A., YOKEL, R.A, YENUGADHATI, N., WISNIEWSKI, T.M., ARNOLD, I.M.F., MOMOLI, F., KREWSKI, D. Systematic review of potential health risks posed by pharmaceutical, occupational and consumer exposures to metallic and nanoscale aluminum, aluminum oxides, aluminum hydroxide and its soluble salts. *Critical Reviews in Toxicology*, v. 44, n. sup4, p. 1–80, 18 set. 2014.

World Health Organization WHO. Depleted uranium Sources, Exposure and Health Effects. **Department of Protection of the Human Environment**. Geneva. 2001

World Health Organization. Mercury: environmental aspects. Geneva; 1989 (Environmental Health Criteria, p. 86-115).

ZAMORA, M. L. et al. Chronic ingestion of uranium in drinking water: a study of kidney bioeffects in humans. **Toxicological Sciences: An Official Journal of the Society of Toxicology**, v. 43, n. 1, p. 68–77, 1998.

ZÁVODSKÁ L.; KOSORÍNOVÁ E.; SCERBÁKOVÁ L. LESNÝ J. Environmental chemistry of uranium HU ISSN 1418-7108: **HEJ Manuscript** no.: ENV-081221-A. 2013.

ZOOLOGICO. **Prefeitura de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/jardim-zoologico>. Acesso em: 11 de janeiro de 2025.

9. APÊNDICES

Apêndice 1 – Resultados de exames clínicos de quatis (*Nasua nasua*) capturados durante os anos de 2022 a 2024.

Identificação	Parque de Captura	Sexo	Classe etária	Temperatura Retal (°C)	BPM	MPM	Pele, pelos e hidratação	Mucosa	Cavidade oral	Narinas	Olhos	Orelhas	Linfonodos	Palpação abdominal	Marcas aparentes
Q001PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	39,8	>200	160	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q002PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	38,3	> 200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q003PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	37,9	180	36	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q004PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,1	>200	32	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q005PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	37,6	160	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q006PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37,3	192	28	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q007PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,9	> 200	28	Regular	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q008PM	Parque	Macho	Adulto	37,7	156	28	Regular	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim

	Municipal das Mangabeiras														
Q009PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	38,6	> 200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q010PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,9	184	48	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q011PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,4	> 200	76	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q012PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,5	> 200	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q013PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,5	160	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q014PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	39,8	> 200	44	Regular	Irregular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q015PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,9	192	136	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q016PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37,3	> 200	56	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim
Q017PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,9	-	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim

Q018PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	40	200	68	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q019PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,4	>200	32	Irregular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q020PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	40,1	>200	64	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q021PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,9	>200	68	Irregular	Irregular	Regular	Irregular	Regular	Regular	-	Regular	Sim
Q022PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,1	> 200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q023PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,8	>200	76	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q024PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,8	-	84	Regular	Irregular	regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q025PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	38	>200	112	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q026PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	38,4	>200	82	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q027PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,3	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	-	Sim

Q038PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	38,6	-	44	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q039PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	40,3	92	32	Regular	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q040PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	40,7	>200	94	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	sim
Q041PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37,6	180	36	Regular	-	-	-	-	-	-	-	Sim
Q042PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,6	>200	80	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-	Regular
Q043PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37,7	>200	60	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Q044PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	40,2	>200	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular
Q045PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	41	>200	76	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-	Regular
Q046PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,3	104	48	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Q047PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	39,4	200	120	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim

[illegible]

Q068PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,7	>200	36	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim
Q069PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,9	120	208	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q070PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Infante	38,6	-	72	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Irregular	Sim
Q071PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Sub adulto	37,6	168	48	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Sim
Q072PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Infante	-	> 200	56	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q073PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Infante	39,3	>200	-	Irregular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q074PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Sub adulto	39,9	> 200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q075PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37,7	-	28	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q076PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	39,8	> 200	42	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q077PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto idoso	37,7	> 200	36	Irregular	Regular	irregular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Sim

Q078PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Infante	37,2	> 200	68	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não
Q079PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Infante	38,2	> 200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q080PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Infante	38,9	> 200	68	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q081PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,4	>200	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q082PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	-	39,3	>200	54	Regular	Regular	Regular	-	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim
Q083PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	39,4	>200	28	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q084PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	38,2	> 200	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q090SC	Parque da Serra do Curral	Fêmea	Sub adulto	38,1	> 200	52	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q091SC	Parque da Serra do Curral	Fêmea	Adulto	38,6	168	42	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Irregular	Regular	Não
Q092SC	Parque da Serra do Curral	Fêmea	Adulto	38,5	160	48	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Não
Q093SC	Parque da Serra do Curral	Macho	Adulto	38,3	-	42	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim

Q106SC	Parque da Serra do Curral	Macho	Adulto	39,5	>200	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q107PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	37,4	>200	64	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não
Q108PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	40,4	>200	80	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q109PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,4	>200	28	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q110PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,6	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q111SC	Parque da Serra do Curral	Macho	Infante	39,5	>200	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q112PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Sub adulto	38,6	>200	28	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q113AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Macho	Adulto	39,3	>200	44	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q114AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	38,8	>200	36	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q115AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	39,6	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Irregular	-
Q116AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Jovem	38,7	>200	54	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-
Q117AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	38,6	>200	32	Regular	Irregular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim

Q118AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	39	>200	44	Regular	-	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q119AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Jovem	36,7	>200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q120AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Macho	Sub adulto	38,5	>200	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não
Q121AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Macho	Adulto	39	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q122AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Sub adulto	38,2	>200	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q123AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Macho	Sub adulto	38,2	>200	60	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q124AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	37,2	>200	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q125AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Macho	Sub adulto	41	>200	72	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q126PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	39	>200	244	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q127PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q128PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,9	>200	20	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q129PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	38,2	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não

Q130PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,3	>200	28	Irregular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim
Q131PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	38,5	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q132PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	37,9	>200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q133PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	38,9	180	50	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q134PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	39,2	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q135PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	38,3	>200	32	Irregular	Irregular	Regular	Regular	irregular	Irregular	Irregular	Regular	Sim
Q136PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	40,2	>200	72	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Sim
Q137PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	adulto	38,4	200	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q138AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	fêmea	Jovem	39,5	164	68	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q139AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Jovem	39,8	>200	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q140AP	Parque Aggeo	Fêmea	-	-	152	76	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim

	Pio Sobrinho														
Q141AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Macho	Infante	40	>200	52	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q142AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	fêmea	Infante	-	-	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-
Q143AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	39,8	>200	27	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q144AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	Adulto	39,1	-	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q145AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	Fêmea	adulto	40,1	-	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q146AP	Parque Aggeo Pio Sobrinho	0	Infante	-	-	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-
Q147SC	Parque da Serra do Curral	Macho	Adulto	42,6	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Sim
Q148PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	>43	>200	40	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q149PM	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Sub adulto	>43	56	20	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q150SC	Parque da Serra do Curral	fêmea	Adulto	>43	>200	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
Q151SC	Parque da Serra do Curral	Fêmea	Adulto	>43	158	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Não
Q152SC	Parque da Serra do Curral	Macho	Adulto	>43	>200	36	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
Q153SC	Parque da Serra	Macho	Adulto	>43	160	28	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim

G009LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Adulto	33,6	184	32	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular
G010LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Adulto	32,4	>200	52	Regular	Regular	Irregular	Regular	Irregular	Regular	Irregular	Regular	
G011LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Fêmea	Adulto	32,4	184	24	Irregular	-	-	-	-	-	-	-	-
G012PM	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Jovem	32	>200	88	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G013PM	<i>Didelphis aurita</i>	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Jovem	<32	180	24	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G014PM	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	33,7	>200	24	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	-	Regular	Sim
G015PM	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal das Mangabeiras	Fêmea	Adulto	33,2	>200	28	Regular	Regular	-	Regular	Regular	Regular	Regular	-	Sim
G016SC	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque da Serra do Curral	Macho	Adulto	32,5	196	36	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-	Regular	Sim
G017PM	<i>Didelphis aurita</i>	Parque Municipal das Mangabeiras	Macho	Adulto	32,1	168	16	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G018Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Adulto	34,7	140	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular		Regular	
G019Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Infante	32,7	>200	54	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G020Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Macho	Infante	33,4	>200	42	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G021Z	<i>Didelphis</i>	Jardim Zoológico	Macho	Infante	33,8	>200	80	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não

	<i>albiventris</i>	de Belo Horizonte														
G022Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Jovem	36,1	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G023Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Adulto	36,1	>200	64	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G024Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Macho	Jovem	34,1	>200	52	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G025U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Adulto	33	174	72	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G026U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Macho	Adulto	34,9	>200	49	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-
G027U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Macho	Adulto	33,3	168	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não
G028U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	-	Jovem	33,2	>200	76	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G029U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Adulto	34,9	>200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G030U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Jovem	34,15	>200	24	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G031U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Adulto	33,6	>200	64	-	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G032U	<i>Didelphis</i>	Parque Municipal	Fêmea	Adulto	33,9	>200	32	Irregular	Regular		Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não

	<i>albiventris</i>	Ursulina de Andrade														
G033U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Jovem	33,4	>200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G034U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Adulto	<32	>200	20	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Sim
G035U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Fêmea	Adulto	34,8	>200	64	Regular	-	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G036U	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Ursulina de Andrade	Macho	Adulto	33,4	>200	24	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G037LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Fêmea	Jovem	35,5	>200	60	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G038LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Jovem	35,4	>200	40	Regular	Regular	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G039LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Adulto	34,9	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	-	Sim
G040LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Fêmea	Adulto	34,7	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G041LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Jovem	33,7	>200	64	Regular	Regular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim

G042LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Fêmea	Adulto	35	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G043LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho		35,1	>200	36	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G044LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Jovem	34,7	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Irregular	Regular	Não
G045LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Adulto	37,1	196	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G046LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Jovem	34,5	>200	30	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Não
G047LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Jovem	35,4	>200	48	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G048LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado	Macho	Jovem	35,4	>200	64	Regular	Irregular	-	Regular	Regular	Regular	Regular	-	Não
G049Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Adulto	-	180	40	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G050Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Jovem	-	176	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G051Z	<i>Didelphis albiventris</i>	Jardim Zoológico de Belo Horizonte	Fêmea	Adulto	32,7	180	44	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim
G052LN	<i>Didelphis albiventris</i>	Parque Municipal Fazenda Lagoa do	Fêmea	Adulto	32,5	>200	24	Irregular	Irregular	Irregular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Sim

Apêndice 3 – Resultados de eritrograma de quatis (*Nasua nasua*) capturados durante os anos de 2022 a 2024.

Identificação	Aspecto Físico do Plasma	Proteína Plasmática Total (g/dL)	Hemácias (x 106 céls/uL)	Hemoglobina (g/dL)	Volume globular (%) - automatizado	VCM (fL) - Automatizado	CHCM (g/dL) - Automatizado	Plaquetas (céls/uL)	Observações
Q100PM	Característico da espécie	-	5,22	10,6	37	70,9	28,6	460000	-
Q101PM	Característico da espécie	-	4,8	10	37	77,1	27	452000	-
Q102SC	PN	10,2	6,66	14,1	43,7	65,6	32,3	429000	
Q103PM	PN	9,4	5,73	12,4	38,5	67,1	32,1	615000	Trombocitose confirmada
Q104PM	PDH	8,4	5,7	10,9	36,2	63,4	30	369000	-
Q105PM	PDH	7,8	4,96	9,3	32,7	66	28,4	406000	-
Q106SC	PDH	9,8	6,97	14,4	46,4	66,6	31	345000	-
Q107PM	PN	7,6	4,89	9,29	31,2	63,7	29,8	419000	trombocitose confirmada
Q108PM	PN	8,6	6,7	10,6	38	56,7	27,8	467000	-
Q109PM	PN	9,2	6,42	12,3	39,4	61,4	31,2	532000	fibrina
Q110PM	PN	8,4	5,43	9,18	32,2	59,4	28,5	410000	-
Q111SC	PN	7	5,5	9,89	33	60	30	359000	-
Q112PM	PN	8	5,18	10,7	34,2	66,1	31,2	678000	-
Q113AP	PN	7,4	5,4	10,7	37,2	68,9	28,8	417000	-
Q114AP	PDH	8,4	6,21	11,4	39,7	63,9	28,6	661000	trombocitose confirmada
Q115AP	PN	-	5,69	11,8	39,8	70	29,6	676000	-

Q116AP	PN	-	4,87	10,5	35,7	73,4	29,2	758000	-
Q117AP	PN	-	6,09	12,1	42	68,9	28,7	896000	-
Q118AP	PN	-	5,37	11,3	38,5	71,7	29,4	519000	-
Q119AP	PN	6,4	5,33	10,6	38,3	71,9	27,6	453000	trombocitopeni a confirmada
Q120AP	PN	8	6,11	12,5	42,8	40	29,1	221000	-
Q121AP	PDH	7,2	5,9	11	36,7	62,2	29,9	351000	-
Q122AP	PN	6,2	5,44	10,9	38	69,8	28,7	497000	-
Q123AP	PN	8	6,12	12,4	43,2	70,7	20,2	462000	-
Q124AP	PN	-	5,1	10,4	34,5	67,7	30	426000	-
Q125AP	PN	-	6,18	12,3	41,1	66,4	29,9	440000	-
Q126PM	PN	5	5,74	11,5	38,8	67,5	29,5	573000	-
Q127PM	PDI	7,8	5,08	8,79	31,3	61,6	28,1	265000	-
Q128PM	PDH	8,8	6,78	13	48	70,8	27,1	458000	fibrina
Q129PM	PN	7,8	6,32	12	39,8	63	30,1	652000	-
Q130PM	PN	8,2	5,12	10,1	35	68,4	28,8	355000	fibrina
Q131PM	PN	-	4,97	9,98	36,6	73,6	27,3	132000	fibrina
Q132PM	PN	-	4,26	8,19	29,8	70	27,4	403000	fibrina
Q133PM	PN	-	5,65	11,4	38,5	68,1	29,7	645000	-
Q134PM	PN	-	6,48	12,2	43,1	66,6	28,2	588000	-
Q135PM	PN	8	5,45	10,7	37,1	68	28,8	377000	-
Q136PM	PN	8,2	6,89	13,2	45,7	66,4	28,9	529000	fibrina
Q138AP	PN	7,2	4,75	10,3	34,2	72	30	326000	-
Q139AP	PN	6,8	4,69	9,79	32,3	68,9	30,3	466000	-

Q140AP	PN	7	4,64	9,85	32,7	70,4	30,1	444000	-
Q141AP	PN	6,4	5,75	11,9	38,8	67,5	30,6	513000	fibrina
Q142AP	PN	7,4	6,08	12,1	42,7	70,2	28,3	647000	fibrina
Q143AP	PN	7	5,69	11,1	36,9	64,9	30,1	494000	-
Q144AP	PN	6,6	5,27	10	32,3	61,4	30,9	534000	fibrina
Q145AP	PN	6,8	6,07	11,9	40	66	29,7	892000	trombocitose confirmada
Q147AP	PN	8,6	4,96	10	30,6	61,8	32,7	551000	-
Q148AP	PN	-	6,76	11,7	38,6	57,1	30,3	618000	-
Q149PM	PN	-	5,03	10,4	32,1	63,8	32,4	596000	-
Q150PM	PN	-	3,61	6,6	21,3	59	31	496000	-
Q151SC	PN	-	4,91	9,3	29,3	59,7	31,7	511000	-
Q152PM	PN	-	5,16	10,4	30,9	60	33,7	491000	-
Q154SC	PN	6,8	6,33	13	40,4	63,8	32,2	236000	fibrina
Q155PM	PN	7,6	5,15	9,92	31	60,2	32	348000	-
Q156PM	PN	7	4,9	11	35	71,4	31,4	432000	-
Q157PM	PN	7,8	4,75	9,76	30,5	64,1	32	709000	-
Q158PM	PN	6,4	5,85	12,5	38	65	32,9	611000	-
Q159PM	PN	-	5,01	10,5	32,6	65,1	32,2	229000	-
Q160PM	PN	-	5,47	11,5	34,3	62,8	33,4	591000	-
Q161PM	PN	7	4,29	9,56	32,1	74,8	29,8	444000	-
Q162PM	PN	7	4,74	10,3	33,6	70,9	30,7	586000	-
Q163PM	PN	8	4,82	9,83	32,8	68,1	30	508000	-
Q164PM	PN	8,8	5,06	10,4	35,9	70,9	28,9	542000	-

Q165SC	PN	7	6,14	12,6	38,2	62,2	32,9	605000	-
--------	----	---	------	------	------	------	------	--------	---

Apêndice 4 – Resultados de leucograma de quatis (*Nasua nasua*) capturados durante os anos de 2022 a 2024.

Identificação	Leucócitos totais - automatizada	Mielócito - Absoluto	Metamielócito - Absoluto	Bastonetes - Absoluto	Segmentados - Absoluto	Linfócitos - Absoluto	Monócitos - Absoluto	Eosinófilos - Absoluto	Basófilos - Absoluto	Neutrófilos Hipersegmentados	Neutrófilos Tóxicos	Monócitos Ativados	Linfócitos Reativos
Q100PM	20500	0	0	410	11480	6765	1025	615	205	-	-	-	-
Q101PM	27600	0	0	0	22080	3312	552	1656	0	-	-	-	presente - 33%
Q102SC	13100	0	0	0	9563	1703	1572	262	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q103PM	24500	0	0	0	21805	1470	1225	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q104PM	21500	0	0	0	19995	215	1075	215	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q105PM	20400	0	0	204	17340	1632	204	816	204	ausente	ausente	ausente	ausente
Q106SC	38700	0	0	0	35991	387	2322	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q107PM	20900	0	0	0	15048	2926	1463	1463	209	ausente	ausente	ausente	presente - 20%
Q108PM	19200	0	0	192	15936	1344	384	960	384	ausente	ausente	ausente	ausente
Q109PM	21500	0	0	430	18275	1505	645	645	0	ausente	ausente	ausente	presente - 28%
Q110PM	18800	0	0	0	14288	2444	564	1504	0	ausente	ausente	ausente	presente - 10%
Q111SC	19200	0	0	0	16128	1920	576	576	0	ausente	ausente	ausente	presente - 20%
Q112PM	34600	0	0	0	31486	1730	1038	0	3460	ausente	ausente	ausente	ausente
Q113AP	14000	0	0	0	8820	2660	420	1680	420	ausente	ausente	ausente	ausente
Q114AP	25700	0	0	2570	22873	514	1285	514	2570	ausente	ausente	ausente	ausente
Q115AP	18900	0	0	0	12096	3969	567	2268	0	ausente	ausente	ausente	presente -

													10%
Q116AP	17300	0	0	0	10553	4671	1730	1557	346	ausente	ausente	ausente	ausente
Q117AP	32400	0	0	4536	25272	1620	972	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q118AP	34700	0	0	2082	30883	694	1041	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q119AP	19900	0	0	3184	5174	9552	1194	796	0	ausente	presente - 45%	ausente	presente - 20%
Q120AP	17600	0	0	0	12496	3344	1056	1760	528	ausente	ausente	ausente	ausente
Q121AP	22800	0	0	0	18468	2964	684	684	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q122AP	12500	0	0	0	9125	750	1000	1250	375	ausente	ausente	ausente	ausente
Q123AP	19700	0	0	0	12411	5516	0	1576	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q124AP	35900	0	0	0	31592	2872	3590	1077	0	ausente	presente - 20%	presente	ausente
Q125AP	27200	0	0	0	22576	1088	0	2448	1088	ausente	ausente	ausente	ausente
Q126PM	19300	0	0	386	15054	2509	579	772	0	ausente	presente - 22%	ausente	ausente
Q127PM	12900	0	0	0	7998	3999	387	516	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q128PM	15800	0	0	0	13904	1106	632	158	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q129PM	12300	0	0	0	9963	984	738	615	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q130PM	12200	0	0	0	7808	2562	244	1464	122	ausente	ausente	ausente	ausente
Q131PM	11300	0	0	0	8701	2034	339	226	0	ausente	ausente	ausente	presente - 10%
Q132PM	15000	0	0	0	10500	4050	300	150	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q133PM	17500	0	0	0	14350	2275	525	175	175	ausente	ausente	ausente	ausente
Q134PM	11800	0	0	0	8142	2714	590	236	118	ausente	ausente	ausente	ausente
Q135PM	16200	0	0	0	12150	3402	324	324	0	ausente	ausente	ausente	ausente

Q136PM	11000	0	0	0	7810	1980	990	110	110	ausente	ausente	ausente	ausente
Q138AP	19400	0	0	0	16296	1552	194	1164	194	ausente	ausente	ausente	ausente
Q139AP	29000	0	0	0	23200	2320	580	2610	290	ausente	ausente	presente	ausente
Q140AP	21300	0	0	0	18318	1278	426	1278	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q141AP	16600	0	0	0	13944	1494	830	166	166	ausente	ausente	ausente	ausente
Q142AP	22600	0	0	0	20566	904	904	0	226	ausente	ausente	ausente	ausente
Q143AP	14900	0	0	0	8344	4023	745	1639	149	ausente	ausente	ausente	ausente
Q144AP	14500	0	0	0	9715	2030	435	2030	290	ausente	ausente	ausente	ausente
Q145AP	16000	0	0	0	9760	4000	800	1440	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q147AP	9000	0	0	0	5490	2430	630	450	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q148AP	10100	0	0	0	7373	808	1111	707	101	ausente	ausente	ausente	ausente
Q149PM	14500	0	0	145	6380	4930	1015	1305	725	ausente	ausente	ausente	ausente
Q150PM	7000	0	0	0	4970	1190	420	280	140	ausente	ausente	ausente	ausente
Q151SC	7700	0	0	0	5159	1694	770	77	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q152PM	19700	0	0	0	14972	788	394	2955	591	ausente	ausente	ausente	ausente
Q154SC	28600	0	0	0	24882	858	2574	286	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q155PM	20500	0	0	0	14555	3895	205	1640	205	ausente	ausente	ausente	presente - 20%
Q156PM	22600	0	0	0	19888	1808	452	452	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q157PM	17900	0	0	0	14499	2327	358	537	179	ausente	ausente	ausente	ausente
Q158PM	19800	0	0	0	16830	2376	594	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q159PM	10600	0	0	0	8162	1696	530	212	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q160PM	20100	0	0	804	13065	4824	804	603	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q161PM	23700	0	0	0	14694	5925	711	2133	237	ausente	ausente	ausente	ausente

Q162PM	26700	0	0	267	18690	5073	1068	1068	534	ausente	ausente	ausente	ausente
Q163PM	24700	0	0	247	18031	2964	988	2223	247	ausente	ausente	ausente	ausente
Q164PM	11500	0	0	0	8050	2875	345	230	0	ausente	ausente	ausente	ausente
Q165SC	26000	0	0	260	21580	1560	1040	520	1040	ausente	ausente	ausente	ausente

																nte
Q113AP	35,21	1,03	60,7	225,4	12,7	4,8	64,3	421,4	6,31	2,4	9,8	3,38	95,2	34,53	-	-
Q114AP	49,43	0,97	169,6	829,6	15	12,9	162,1	723,2	7,67	3,8	10,6	5,39	195,2	20,23	3,87	-
Q115AP	64,07	1,03	66,8	202,4	33,7	4,3	105,1	1200,8	7,63	3,57	9,7	4,83	142,8	35,81	-	-
Q116AP	55,7	0,91	64,9	236,6	61,3	6,7	141,6	891,9	6,9	3,92	11,1	6,42	149	20	-	-
Q117AP	64,15	1,08	166,3	592,9	30,2	8,8	101,2	1151,2	8,4	3,72	9,8	8	141	27,2	4,68	-
Q118AP	37,16	1,34	123,9	414,8	30,1	22,4	58,8	1281,5	8,05	3,34	8,9	6,23	115,2	27,55	4,71	-
Q119AP	34,88	0,36	87,4	382,5	64,3	5,8	89,8	443,6	5,88	3,29	10,9	-	107,5	42,55	2,6	Reagente do fósforo acabou
Q120AP	42,6	1,01	102,2	531,3	48,3	6	110,3	869,1	7,08	3,61	10,9	-	137,4	23,13	3,47	Reagente do fósforo acabou
Q121AP	33,42	0,79	80,8	333,8	34,7	-	73,7	1027,1	6,42	3,06	-	-	142,9	-	-	amostra insuficiente
Q122AP	32,77	0,84	94,2	393,2	32,2	-	91,1	1151,9	6,01	2,94	-	-	119,8	24,76		Sem reagente
Q123AP	27,89	1,2	131,8	539,4	52,8	-	75,8	952,3	6,55	3,04	10,5	-	155,9	-	-	Sem reagente
Q124AP	33,58	0,96	112,3	623,5	44,7	-	88,9	403,3	7,24	3,38	11,6	-	173,7	25,34	-	Sem reagente
Q125AP	36,67	1,27	114,1	641	97,5	-	96,7	399,8	6,65	3,4	-	-	171,5	25,69	-	Sem reagente
Q126PM	24,15	1,14	54,1	273,7	45,7	-	105,8	1529,2	7,57	3,29	9,2	-	132,4	18,14	4,28	Sem reagente

Q127PM	30	0,83	53,7	147,9	27,7	6,9	66,5	1058	7,12	3,2	-	-	-	-	3,92	-
Q128PM	25,21	1,19	89,6	415,4	26	16	62,9	1919,4	8,43	3,42	-	-	-	-	5,01	-
Q129PM	25,94	0,59	107,5	659,6	56,3	9,3	58,2	1024,9	6,8	3,34	8,4		130,4	15,69	6,47	-
Q130PM	27,89	1,51	58,2	373,3	15,6	7	75,5	1117,7	7,41	3,39	7,6	5,12	117,5	16,51	4,02	-
Q131PM	43,33	0,88	68,2	194,9	33,7	5,5	55,9	1197,1	6,97	2,77	8,3	6,2	158,9	27,55	4,2	-
Q132PM	37,86	0,85	72,2	179,1	34	4,3	80,2	1946,4	7,2	2,73	8,7	4,57	151,8	26,62	4,47	-
Q133PM	46,62	0,81	126,3	553,8	80,9	9,5	82,8	1873,9	6,5	3,09	8,7	5,5	128,7	21,97	3,41	-
Q134PM	34,85	1,43	111,2	391,3	45,3	7,4	121,4	1382,1	7,07	3,28	8,1	8,35	132,9	19,41	3,79	-
Q147AP	21,72	1,09	116,3	245,9	17,3	31	70,3	493,7	7,45	2,93	-	-	-	-	4,53	-
Q148AP	22,16	0,91	81,7	221	23,9	12,7	90,3	1888,5	7,02	2,84	-	-	-	-	4,18	-
Q149PM	32,67	0,82	67,6	172,9	95,9	14,1	108,7	2513,4	6,62	2,58	-	-	-	-	4,04	-
Q150PM	34,26	0,94	91,2	432,2	32,3	11,1	77,6	1312,8	6,1	2,3	-	-	-	-	3,81	-
Q151SC	48,21	0,85	111,3	661	28,9	6,3	124,5	861,9	6,8	2,58	-	-	-	-	4,22	-
Q152PM	28,53	1,66	85	185,6	28	7,7	76,5	2234,5	6,47	2,6	-	-	-	-	3,87	-
Q153SC	30,63	1,51	88,1	313,9	44,8	14,5	75,6	1331,7	6,71	2,72	-	-	-	-	3,99	-
Q154SC	9,49	0,08	98,7	334,3	76,4	8,3					-	-	-	-		amostra insuficie nte
Q155PM	46,49	0,61	91,5	359,4	44,8	1,3	38,8	1436,7	6,53	2,84	-	-	-	-	3,69	-
Q156PM	29,99	0,31	87,4	273,8	87,4	14,4	70,9	3069,7	5,93	3,15	-	-	-	-	2,78	-
Q157PM	45,21	0,61	78,3	288,6	38,3	9,1	84,6	1301,9	7	2,53	-	-	-	-	4,46	-

Apêndice 6 – Resultados de eritrograma de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) capturados durante os anos de 2022 a 2024.

Identificação	Aspecto Físico do Plasma	Proteína Plasmática Total (g/dL)	Hemácias (x 10⁶ céls/uL)	Hemoglobina (g/dL)	Volume globular (%) - automatizado	VCM (fL) - Automatizado	CHCM (g/dL) - Automatizado	Plaquetas (céls/uL)
G001Z	DI	6	-	-	26	-	-	-
G002Z	PN	9,6	-	-	35	-	-	-
G003U	PN	5,4	3,3	7,34	26	78,79	28,23	180000
G004U	PN	-	-	-	-	-	-	548000
G005U	PN	6	-	-	38	-	-	348000
G006LN	PN	7	-	-	44	-	-	316000
G009LN	DH	7,6	-	-	41	-	-	-
G010LN	PN	6,4	-	-	40	-	-	84000
G012LN	PN	6,4	-	-	38	-	-	396000

Apêndice 7 - Resultados de leucograma de gambás-de-orelhas-brancas (*Didelphis albiventris*) capturados durante os anos de 2022 a 2024.

Identificação	Leucócitos totais - automatizada	Mielócito - Absoluto	Metamielócito - Absoluto	Bastonete s - Absoluto	Segmenta dos - Absoluto	Linfócito s - Absoluto	Monócitos - Absoluto	Eosinófil os - Absoluto	Basófilos - Absoluto	Neutrófilos Hipersegmentados	Neutrófilos Tóxicos	Monócitos Ativados	Linfócitos Reativos
G001Z	8580	0	0	0	6006	1458	858	1029	0	ausente	ausente	ausente	ausente
G002Z	15180	0	0	0	6982	7134	607	455	0	presente	ausente	presente	presente
G003U	17100	0	0	0	11970	4788	0	342	0	presente - 20%	presente - 10%	ausente	ausente
G004U	15300	0	0	0	11781	2295	306	612	306	ausente	ausente	ausente	ausente
G005U	8100	0	0	0	4941	2673	324	81	81	ausente	ausente	ausente	ausente
G006LN	34320	0	0	0	26769	6177	1372	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
G009LN	15840	0	0	0	13464	2059	316	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
G010LN	6930	0	0	0	4712	2079	138	0	0	ausente	ausente	ausente	ausente
G012LN	15840	0	0	0	9345	4593	950	950	0	presente - 10%	ausente	ausente	ausente

10. ANEXOS

Anexo 1 - Licença Sisbio utilizada para a realização das campanhas de captura e coleta de amostras biológicas em carnívoros selvagens que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte (SISBIO 81107).



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81107-1	Data da Emissão: 28/01/2022 07:51:22	Data da Revalidação*: 28/01/2023
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		
Dados do titular		
Nome: Bruna Hermine de Campos	CPF: 125.224.986-14	
Título do Projeto: Monitoramento de doenças zoonóticas em carnívoros selvagens que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte ? Minas Gerais		
Gerais		
Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais	CNPJ: 17.217.985/0001-04	

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, biospeciação e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/icgen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0811070120220128

Página 2/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81107-3	Data da Emissão: 19/06/2023 12:23:41	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		
Dados do titular		
Nome: Bruna Hermine de Campos	SISBIO	CPF: 125.224.986-14
Título do Projeto: Monitoramento de doenças zoonóticas em carnívoros selvagens que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte ? Minas Gerais		
Gerais		
Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais	CNPJ: 17.217.985/0001-04	

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, biospeciação e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/icgen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0811070320230619

Página 2/5

Anexo 2 - Licença Sisbio utilizada para a realização das campanhas de captura e coleta de amostras biológicas em marsupiais que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte (SISBIO 81680).



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81680-1	Data da Emissão: 28/01/2022 07:53:41	Data da Revalidação*: 28/01/2023
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Bruna Hermine de Campos	CPF: 125.224.986-14
Título do Projeto: Monitoramento de doenças zoonóticas em marsupiais que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte ? Minas Gerais	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais	
CNPJ: 17.217.985/0001-04	

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, biospeciação e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/igen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0816800120220128

Página 2/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81680-3	Data da Emissão: 19/06/2023 16:02:48	Data da Revalidação*: 01/02/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Bruna Hermine de Campos	CPF: 125.224.986-14
Título do Projeto: Monitoramento de doenças zoonóticas em marsupiais que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte ? Minas Gerais	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais	
CNPJ: 17.217.985/0001-04	

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Deve-se observar as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, biospeciação e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/igen .
8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0816800320230619

Página 2/5

Anexo 3 - Licença Sisbio utilizada para a realização das coletas de amostras biológicas em animais de cativeiro (SISBIO 88875).



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88875-1	Data da Emissão: 14/06/2023 10:17:29	Data da Revalidação*: 14/06/2024
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Jéssica de Souza Joaquim	CPF: 139.381.906-04
Título do Projeto: IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS TÓXICOS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO DE FERRO EM QUATIS (Nasua nasua) E GAMBÁS (Didelphis sp.) DE CATIVEIRO.	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais	CNPJ: 17.217.985/0001-04

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Processamento de amostras	08/2023	08/2024
2	Realização de Parcerias com Locais Citados	05/2023	08/2023
3	Defesa de dissertação	03/2025	03/2025
4	Obtenção de Licenças	05/2023	07/2023
5	Análise de resultados	09/2023	12/2023
6	Coleta e transporte de amostras biológicas coletadas	05/2023	12/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	MARCELO PIRES NOGUEIRA DE CARVALHO	Orientador	333.781.038-17	Brasileira

Observações e ressalvas

1	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
2	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria ICMBio nº 748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0888750120230614

Página 1/4

Anexo 4 - Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de campanhas de captura e coleta de amostras biológicas de marsupiais nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (CEUA 79/2022).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Monitoramento de doenças zoonóticas em marsupiais que coabitam a região urbana e periburbana de Belo Horizonte – Minas Gerais", protocolo do CEUA: 79/2022 sob a responsabilidade de Marcelo Pires Nogueira de Carvalho que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 25/04/2022.

Vigência da Autorização	25/04/2022 a 24/04/2027
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Gambá
Nº de animais	78
Peso/Idade	2kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parque Municipal das Mangabeiras
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81680
Atividade(s)	Captura; Marcação; Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	Didelphis sp.
Local(is)	Parque Municipal das Mangabeiras
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Gambá
Nº de animais	78
Peso/Idade	2kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parque Da Serra Do Curral
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81680
Atividade(s)	Captura; Marcação; Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	Didelphis sp.
Local(is)	Parque Da Serra Do Curral
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Gambá
Nº de animais	78
Peso/Idade	2kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Jardim Zoológico
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81680
Atividade(s)	Captura; Marcação; Coleta e transporte de amostras biológicas

Anexo 5 - Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de campanhas de captura e coleta de amostras biológicas de carnívoros selvagens nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (CEUA 80/2022).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Monitoramento de doenças zoonóticas em carnívoros selvagens que coabitam a região urbana e periburbana de Belo Horizonte – Minas Gerais", protocolo do CEUA: 80/2022 sob a responsabilidade de Marcelo Pires Nogueira de Carvalho que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 11/04/2022.

Vigência da Autorização	11/04/2022 a 10/04/2027
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Quati
Nº de animais	198
Peso/Idade	4kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parque Municipal das Mangabeiras
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81107
Atividade(s)	Captura; Marcação; Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	Nasua Nasua
Local(is)	Parque Municipal das Mangabeiras
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Quati
Nº de animais	198
Peso/Idade	4kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parque da Serra do Curral
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81107
Atividade(s)	Captura; Marcação; Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	Nasua Nasua
Local(is)	Parque da Serra do Curral
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Quati
Nº de animais	198
Peso/Idade	4kg / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parque Fort Lauderdale
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81107
Atividade(s)	Captura; Marcação; Coleta e transporte de amostras biológicas

Anexo 6 - Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de campanhas de captura e coleta de amostras biológicas de mamíferos silvestres nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (CEUA 129/2023).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Avaliação sanitária e toxicológica de mamíferos silvestres que coabitam a região urbana e perurbana de Belo Horizonte – Minas Gerais", protocolo do CEUA: 129/2023 sob a responsabilidade de Marcelo Pires Nogueira de Carvalho que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 19/06/2023.

Vigência da Autorização	19/06/2023 a 18/06/2028
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / Sagui
Nº de animais	1452
Peso/Idade	300g / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parques Urbanos de Belo Horizonte
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81392
Atividade(s)	Captura; Coleta de espécimes;
Espécie/Grupos Taxonômicos	Callithrix penicillata
Local(is)	Parques Urbanos de Belo Horizonte
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / Sagui
Nº de animais	1452
Peso/Idade	300g / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parques Urbanos de Belo Horizonte
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81392
Atividade(s)	Captura; Coleta de espécimes;
Espécie/Grupos Taxonômicos	Callithrix penicillata
Local(is)	Parques Urbanos de Belo Horizonte
*Espécie/linhagem	Banco de amostras / Sagui
Nº de animais	1452
Peso/Idade	300g / 4(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Parques Urbanos de Belo Horizonte
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	81392
Atividade(s)	Captura; Coleta de espécimes;
Espécie/Grupos Taxonômicos	Callithrix penicillata
Local(is)	Parques Urbanos de Belo Horizonte

Anexo 7 – Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG para realização de coletas de amostras biológicas em animais de cativeiro (CEUA 225/2023).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS TÓXICOS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO DE FERRO EM QUATIS (*Nasua nasua*) E GAMBÁS (*Didelphis sp.*) DE CATIVEIRO.", protocolo do CEUA: 225/2023 sob a responsabilidade de Marcelo Pires Nogueira de Carvalho que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, em reunião de 07/11/2023.

Vigência da Autorização	06/11/2023 a 05/11/2028
Finalidade	Pesquisa
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Quati
Nº de animais	6
Peso/Idade	3kg / 2(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Zoológico de Ipatinga
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	888751
Atividade(s)	Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	<i>Nasua nasua</i>
Local(is)	Zoológico de Ipatinga
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Gambás
Nº de animais	6
Peso/Idade	3kg / 3(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Zoológico de Ipatinga
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	888751
Atividade(s)	Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	<i>Didelphis</i>
Local(is)	Zoológico de Ipatinga

Dados dos animais agrupados (uso do biotério)	
*Espécie/linhagem	Espécie silvestre brasileira / Gambás
Nº de animais	6
Idade	3(anos)
Sexo	indiferente
Origem	Zoológico de Ipatinga
Número da Solicitação ou Autorização SISBIO	888751
Atividade(s)	Coleta e transporte de amostras biológicas
Espécie/Grupos Taxonômicos	<i>Didelphis</i>

Anexo 8 - Aprovação da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte para realização de captura e coleta de amostras biológicas de marsupiais nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (FU 003/2022).



PARECER DE LIBERAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA

N. FU 003/2022

TÍTULO DO PROJETO: "Monitoramento de doenças zoonóticas em marsupiais que coabitam a região urbana e periurbana de Belo Horizonte – MG."

PROPONENTE (ORIENTADOR OU RESPONSÁVEL TÉCNICO): Marcelo Pires Nogueira de Carvalho.

PESQUISADORES: Daniel Oliveira dos Santos, Bruna Hermine de Campos.

LOCAL(S) DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA: Parque Municipal das Mangabeiras, Parque da Serra do Curral, Jardim Zoológico, Parque Municipal Américo Renné Giannetti, Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, Parque Escola Jardim Belmonte, Parque Aggeo Pio Sobrinho, Parque Fort Lauderdale, Parque Roberto Burle Marx (Parque das Águas), Parque Ursulina Andrade de Melo, Parque Jacques Cousteau.

DATA DE RECEBIMENTO: abril/2022.

DATA PARA TÉRMINO DE ACORDO COM CRONOGRAMA: 31/12/2024

Espaço reservado para análise da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica
a) Pertinência do projeto para as atividades da FPMZB: ()1 ()2 (X)3
b) Disponibilidade e viabilidade da equipe da FPMZB para o atendimento: ()1 ()2 (X)3
c) Preenchimento dos campos de identificação do projeto: ()1 ()2 (X)3
Legenda: 1 – Não atende; 2 – Atende parcialmente; 3 – Atende

e) Apresentou as anuências necessárias (X) SIM () NÃO
f) Quais? Aprovação CEUA-UFMG, Licença SISBIO
Parecer:
(X) Inscrição deferida
() Inscrição indeferida. Justificar
Supervisor indicado pela FPMZB:
Marcela Lanza Bernardes

Observações
- Incluir o número de tombo dos animais coletados no relatório a ser apresentado ao final do projeto;
- Disponibilizar o número do microchip dos animais marcados durante a realização do projeto;
- Conforme acordado em reunião ocorrida no dia 29/04/2022, as carcaças não serão coletadas no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.
Local e data: Belo Horizonte, 29 de abril de 2022.
Assinatura(s) do(s) responsável(eis) pelo parecer:
<i>Marcelo Pires Nogueira de Carvalho</i> <i>Marcelo Pires Nogueira de Carvalho</i> <i>Marcelo Pires Nogueira de Carvalho</i>

Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica
Avenida Otacílio Negrão de Lima, 8.000, Braúnas, Pampulha, Belo Horizonte, MG
<https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica>

Anexo 9 - Aprovação da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte para realização de captura e coleta de amostras biológicas de carnívoros selvagens nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais.



PARECER DE LIBERAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA

N. FU004 /2022

TÍTULO DO PROJETO: "Monitoramento de doenças zoonóticas em carnívoros selvagens que coabitam a região urbana e periburbana de Belo Horizonte – Minas Gerais".

PROPONENTE (ORIENTADOR OU RESPONSÁVEL TÉCNICO): Marcelo Pires Nogueira de Carvalho

PESQUISADORES: Bruna Hermine de Campos, Daniel Oliveira dos Santos.

LOCAL(S) DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA: Parque Municipal das Mangabeiras, Parque da Serra do Curral, Jardim Zoológico, Parque Municipal Américo Renné Giannetti, Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, Parque Escola Jardim Belmonte, Parque Aggeo Pio Sobrinho, Parque Fort Lauderdale, Parque Roberto Burle Marx (Parque das Águas), Parque Ursulina Andrade de Melo, Parque Jacques Cousteau.

DATA DE RECEBIMENTO: Abril/2022.

DATA PARA TÉRMINO DE ACORDO COM CRONOGRAMA: Dezembro/2024.

Espaço reservado para análise da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica

a) Pertinência do projeto para as atividades da FPMZB: ()1 ()2 (X)3

b) Disponibilidade e viabilidade da equipe da FPMZB para o atendimento: ()1 ()2 (X)3

c) Preenchimento dos campos de identificação do projeto: ()1 ()2 (X)3

Legenda: 1 – Não atende; 2 – Atende parcialmente; 3 – Atende

e) Apresentou as anuências necessárias (X) SIM () NÃO

f) Quais? Aprovação CEUA-UFMG e Licença SISBIO

Parecer:

(X) Inscrição deferida

() Inscrição indeferida. **Justificar**

Supervisor indicado pela FPMZB:

Marcela Lanza Bernardes

Observações

- Incluir o número de tombo dos animais coletados no relatório a ser apresentado ao final do projeto;
- Disponibilizar o número do microchip dos animais marcados durante a realização do projeto;
- Conforme acordado em reunião ocorrida no dia 29/04/2022, as carcaças não serão coletadas no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.

Local e data: Belo Horizonte, 02 de maio de 2022.

Assinatura(s) do(s) responsável(is) pelo parecer:

marcela Bernardes

Anexo 10 - Aprovação da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte para realização de identificação e quantificação de metais tóxicos de quatis (*Nasua nasua*) e gambás (*Didelphis sp.*) nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (FU 006/2023).



PARECER DE LIBERAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA CIENTÍFICA

N. FU 006 / 2023

TÍTULO DO PROJETO: "Identificação E Quantificação De Metais Tóxicos Em Quatis (*Nasua Nasua*) E Gambás (*Didelphis sp.*) De Vida Livre Que Coabitam O Corredor Ecológico Da Serra Do Curral, Em Belo Horizonte - Minas Gerais".

PROPONENTE (ORIENTADOR OU RESPONSÁVEL TÉCNICO): Marcelo Pires Nogueira de Carvalho.

PESQUISADORES: Jéssica de Souza Joaquim.

LOCAL(S) DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA: Parque Municipal das Mangabeiras; Parque da Serra do Curral; Parque Municipal Aggeo Pio Sobrinho.

DATA DE RECEBIMENTO: 04/07/2023

DATA PARA TÉRMINO DE ACORDO COM CRONOGRAMA: 01/03/2025

Espaço reservado para análise da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica
a) Pertinência do projeto para as atividades da FPMZB: () 1 () 2 (X) 3
b) Disponibilidade e viabilidade da equipe da FPMZB para o atendimento: () 1 (X) 2 () 3
c) Preenchimento dos campos de identificação do projeto: () 1 () 2 (X) 3
Legenda: 1 – Não atende; 2 – Atende parcialmente; 3 – Atende

d) Apresentou as anuências necessárias (X) SIM () NÃO
e) Quais? Certificados do CEUA; Autorizações do SISBIO; Protocolos de eutanásia
Parecer:
(X) Inscrição deferida
() Inscrição indeferida. Justificar
Supervisor indicado pela FPMZB:
Nadja Simbera Hemetrio

Observações
Em anexo.
Local e data: Belo Horizonte, 25 de agosto de 2023
Assinatura(s) do(s) responsável(eis) pelo parecer:

Anexo 11 - Cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) das amostras biológicas coletadas de quatis (*Nasua nasua*) e de gambás (*Didelphis sp.*) nos parques de Belo Horizonte - Minas Gerais (SISGEN AEC076E).



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso
Cadastro nº AEC076E

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **AEC076E**
 Usuário: **Marcelo Pires Nogueira de Carvalho**
 CPF/CNPJ: **333.781.038-17**
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Nasua nasua
Didelphis sp

Título da Atividade: **IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS TÓXICOS EM QUATIS (Nasua nasua) E GAMBÁS (Didelphis sp.) DE VIDA LIVRE QUE COABITAM C CORREDOR ECOLÓGICO DA SERRA DO CURRAL, EM BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS**

Equipe

Marcelo Pires Nogueira de Carvalho	Universidade Federal de Minas Gerais
Jéssica de Souza Joaquim	Universidade Federal de Minas Gerais
Bruna Hermine de Campos	Universidade Federal de Minas Gerais

Parceiras Nacionais

07.276.220/0001-91 / Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica

Data do Cadastro: **23/01/2024 09:35:08**
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **22:03** de **11/01/2025**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
 DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
 E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
 ASSOCIADO - **SISGEN**