

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 15/10/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

NATÁLIA FREITAS DE SOUZA

**Biobancos: Desafios e Avanços na Medicina Legal Veterinária com Potencial Aplicação
no Combate ao Tráfico de Animais Silvestres**

BOTUCATU - SP
2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**Biobancos: Desafios e Avanços na Medicina Legal Veterinária com Potencial Aplicação
no Combate ao Tráfico de Animais Silvestres**

NATÁLIA FREITAS DE SOUZA

Tese apresentada junto ao Programa
de Pós-Graduação em Medicina
Veterinária para obtenção do título de
Doutora.

Orientadora: Profa. Dra. Noeme Sousa
Rocha

BOTUCATU - SP

2025

S729b Souza, Natália Freitas de
Biobancos: Desafios e avanços na medicina legal veterinária com
potencial aplicação no combate ao tráfico de animais silvestres /
Natália Freitas de Souza. -- Botucatu, 2025
49 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu
Orientadora: Noeme Sousa Rocha

1. animais silvestres. 2. ciências forenses. 3. conservação. 4.
biobanco. I. Título.

Nome do autor: Natália Freitas de Souza

Título: Biobancos: Desafios e Avanços na Medicina Legal Veterinária com Potencial Aplicação no Combate ao Tráfico de Animais Silvestres

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Noeme Sousa Rocha

Presidente e Orientadora

Departamento de Clínica Veterinária – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo.

Prof. Dr. José Gabriel Gonçalves Lins

Membro titular

Departamento de Clínica Veterinária – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo.

Prof^a. Dr^a. Camila Dias Porto

Membro titular

Departamento de Patologia Animal – Universidade de Marília, São Paulo.

Prof^a. Dr^a. Sheila Canevese Rahal

Membro titular

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo

Prof^a. Dr^a. Tália Missen Tremori

Membro titular

Departamento de Produção Animal e Saúde Pública - École Nationale Vétérinaire d'Alfort, ENVA, Paris, France.

Data da defesa: 15 de abril de 2025.

LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CETAS – Centros de Triagem de Animais Silvestres

CITES – Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção

COVID-19 – *Corona Virus Disease* 2019

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

HCP – *Human Connectome Project*

IA – Inteligência artificial

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ISO – Organização Internacional para Padronização

IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza

MR – Ressonância magnética

NBR – Normas Brasileiras Regulamentadoras

NHP_NNP – Projeto de Neuroanatomia e Neuroimagem de Primatas Não Humanos

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMS – Organização Mundial da Saúde

PET – Tomografia por emissão de pósitrons

PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

RNA – Ácido ribonucleico

RX – Raios-x

TC – Tomografia computadorizada

TRA – Tecnologias de reprodução assistida

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
CAPÍTULO 1	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Biobanco e sua finalidade.....	10
2.2 Biobanco na medicina veterinária.....	12
2.2.1 Aplicabilidade na medicina legal veterinária e no combate ao tráfico de animal silvestre.....	15
2.2.2 Biobanco como ferramenta de conservação, preservação e restauração de população de animal.....	18
3. OBJETIVO.....	21
3.1 Objetivo geral.....	21
3.2 Objetivo específico.....	21
CAPÍTULO 2	26
TRABALHO CIENTÍFICO	27
BIOBANKS: CHALLENGES AND ADVANCES IN VETERINARY FORENSIC MEDICINE WITH POTENTIAL APPLICATION IN COMBATING WILDLIFE TRAFFICKING.....	27
CAPÍTULO 3	45
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46

SOUZA, N. F. **Biobancos: Desafios e Avanços na Medicina Legal Veterinária com Potencial Aplicação no Combate ao Tráfico de Animais Silvestres**. Botucatu, 2025. 49p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Os biobancos são coleções organizadas de materiais biológicos, humanos ou não humanos, acompanhados de informações associadas, destinados a pesquisas científicas, reprodução e/ou uso clínico. Na medicina veterinária, os biobancos possuem diversas finalidades, incluindo pesquisa científica, investigações forenses, apoio à conservação de espécies, preservação de material genético e aplicação em educação e ensino. Este estudo objetivou explorar os avanços e desafios da utilização dos biobancos na medicina legal veterinária, bem como a potencial aplicação na identificação de espécies, no rastreamento de rotas de tráfico e elaboração de medidas de proteção e conservação da fauna. Foi realizada uma revisão sistemática, de modo descritivo e retrospectivo, abrangendo artigos científicos publicados entre 2013 e 2023, utilizando a metodologia PRISMA 2020 adaptada. Não foram recuperados artigos entre 2013 e 2014; entre 2015 e 2023, foram recuperados 15 artigos, com destaque para avanços significativos a partir de 2015, especialmente na preservação de espécies ameaçadas e aplicação forense, com foco na identificação animal e rastreamento geográfico. No Brasil e no mundo, as pesquisas regionais progrediram, destacando-se na identificação de subprodutos de pescado, conservação de gônadas, células somáticas e tecidos, consolidando os biobancos como ferramenta essencial no combate ao tráfico de animais, sobretudo em regiões de alta biodiversidade. Propostas de implementação, como a coleta regionalizada de material nos CETAS e a criação de um banco nacional de identificação animal, devem ser exploradas. Apesar das limitações, o potencial de expansão e aplicação dos biobancos na fiscalização do comércio ilegal é promissor, especialmente com o aprimoramento das pesquisas em andamento.

Palavras-chave: biorrepositório, medicina legal veterinária; animal silvestre; identificação animal.

SOUZA, N. F. **Biobanks: Challenges and Advances in Veterinary Forensic Medicine with Potential Application in Combating Wildlife Trafficking**. Botucatu, 2025. 49p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu campus, São Paulo State University.

ABSTRACT

Biobanks are organized collections of biological materials, human or non-human, accompanied by associated information, intended for scientific research, reproduction, and/or clinical use. In veterinary medicine, biobanks serve various purposes, including scientific research, forensic investigations, support for species conservation, genetic material preservation, and applications in education and teaching. This study aimed to explore the advances and challenges in the use of biobanks in veterinary forensic medicine, as well as their potential application in species identification, trafficking route tracking, and the development of protection and conservation measures for wildlife. A descriptive and retrospective systematic review was conducted, covering scientific articles published between 2013 and 2023, using an adapted PRISMA 2020 methodology. No articles were retrieved between 2013 and 2014; between 2015 and 2023, 15 articles were recovered, highlighting significant advances from 2015 onwards, especially in the preservation of endangered species and forensic applications, focusing on animal identification and geographic tracking. In Brazil and worldwide, regional research has progressed, emphasizing the identification of fishery by-products, conservation of gonads, somatic cells, and tissues, consolidating biobanks as an essential tool in combating animal trafficking, especially in regions of high biodiversity. Implementation proposals, such as regionalized material collection at CETAS and the creation of a national animal identification bank, should be explored. Despite limitations, the potential for expansion and application of biobanks in monitoring illegal trade is promising, particularly with the ongoing improvement of current research.

Keywords: biorepository; veterinary forensic medicine; wildlife; animal identification.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os biobancos e biorrepositórios têm ocupado um papel importante no avanço das pesquisas médicas tanto para humanos quanto animais, sendo um dos grandes marcos no início da era da medicina de precisão. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) define biobanco como uma coleção organizada de material biológico, geralmente voltada para a pesquisa científica e acadêmicas, associadas a bancos de informações, o qual segue protocolos rigorosos para o funcionamento (Hewitt; Watson, 2013; Coppola *et al.*, 2019; Sergi, 2022).

No campo da medicina veterinária, especialmente em relação a fauna silvestre, a implementação de biobancos no Brasil é recente, apesar da vasta biodiversidade tropical do país. Sua aplicação está voltada tanto para a investigação de enfermidades animais, estudos comparativos, quanto para ações de conservação de espécies, com destaque para as espécies ameaçadas de extinção. As pesquisas apontam que zoológicos, centros de diagnóstico e reprodução animal, centros de pesquisa, além de universidades públicas e privadas, figuram entre os principais responsáveis pela manutenção de amostras genéticas (Groeneveld *et al.*, 2016; Comizzoli, 2017; Coppola *et al.*, 2019; Strand *et al.*, 2020).

O tráfico de animal silvestre é a atividade ilegal mais lucrativas e danosas à fauna global, sendo a identificação de espécies o entrave para a aplicação da legislação pertinente. Dessa forma, a criação de base de dados biológicos com diferentes materiais de origem animal seria a forma de auxiliar na identificação de espécies comercializadas ilegalmente, bem como seus subprodutos e permitindo a aplicação efetiva da legislação ambiental (Pérez-Espona, Consortium, 2021; Souza *et al.*, 2024).

Um dos desafios enfrentados na medicina veterinária é a padronização da coleta de materiais biológicos, métodos de conservação e preservação, integração de tecnologias, como a genômica e a bioinformática, segurança desses dados e formas de disponibilização para uso internacional. Além disso, quando comparado com o biobanco humano, os destinados a preservação de materiais de animais sem fins científicos é negligenciado (Lombardo *et al.*, 2015; Groeneveld *et al.*, 2016; Coppola *et al.*, 2019).

Diante disso, a pesquisa objetiva explorar os avanços, desafios da utilização do biobanco na medicina legal veterinária em âmbito nacional, além de potencial aplicação na identificação de espécies, no rastreamento de rotas de tráfico e na elaboração de medidas de proteção e conservação da fauna silvestre.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA¹

ABBOTT, A. An inside look at the first pig biobank. **Nature**, v. 519, p.397–398, 2015.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 20387**: biotecnologia: atividades de biobancos: requisitos gerais para atividades de biobancos. Rio de Janeiro: ABNT, 2025 Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/12768/abnt-nbriso20387-biotecnologia-atividades-de-biobancos-requisitos-gerais-para-atividades-de-biobancos>. Acesso em: 07 jan. 2025.

BANCO DE TECIDOS ANIMAIS, CLÍNICA VETERINÁRIA. Site da UNESP, 2024. **Implantação de banco de tecido de animais**. Disponível em: <https://www.fmvz.unesp.br/#!/ensino/departamentos/departamento-de-clinica-veterinaria/servicos/banco-de-tecido-de-animais/>. Acesso em: 23 março. 2024.

BLASIO, P.; BIUNNO, I. New challenges for biobanks: accreditation to the new ISO 20387: 2018 standard specific for biobanks. **BioTech**, v. 10, n. 3, p. 13, 2021.

BOLTON, R. L.; MOONEY, A.; PETTIT, M. T.; BOLTON, A. E.; MORGAN, L.; DRAKE, G. J.; APPELTANT, R.; WALKER, S. L.; GILLIS, J. D.; HVILSOM, C. Resurrecting biodiversity: advanced assisted reproductive technologies and biobanking. **Reproduction and Fertility**, v. 3, n. 3, p. 121-46, 2022.

BURLE, M.L.; FERREIRA, M. Nem só ex situ, nem só in situ/on farm: por uma conservação integrada da agrobiodiversidade, **Revista RG News**, v. 8, n. 1, 2022.

CASTELHANO, M. G.; CREEVY, K. E.; MULLINS, P. F. How veterinary biobanking provides opportunities to accelerate research. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 253, n. 10, p. 1243-4, 2018.

COBA-MALES, M.A.; MEDRANO-VIZCAÍNO, P.; ENRÍQUEZ, S.; BRITO-ZAPATA, D., MARTIN-SOLANO, S., OCAÑA-MAYORGA, S., CARRILLO-BILBAO, G.A.; NARVÁEZ W.; SALAS, J.A.; ARRIVILLAGA-HENRÍQUEZ, J.; GONZÁLEZ-SUÁREZ, M. From roads to biobanks: Roadkill animals as a valuable source of genetic data. **Plos One**, v. 18, n. 12, 2023.

¹ NBR 10520-2023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

COMIZZOLI, P. Biobanking and fertility preservation for rare and endangered species. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 1, p. 30-33, 2017.

COMIZZOLI, P. Biobanking efforts and new advances in male fertility preservation for rare and endangered species. **Asian Journal of Andrology**, v. 17, 2015.

COPPOLA, L.; CIANFLONE, A.; GRIMALDI, A.M.; INCORONATO, M.; BEVILACQUA, P.; MESSINA, F.; BASELICE, S.; SORICELLI, A.; MIRABELLI, P.; SALVATORE, M. Biobanking in health care: evolution and future directions. **Journal of translational medicine**, v. 17, p. 1-8, 2019.

COSTA, J.S.; OLIVEIRA, A.L.; SANTOS, N.T. Preservação e Conservação Ambiental: significando a proteção do meio ambiente. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 963, 2018.

CRUZ, R.E.; SILVA OLIVEIRA, H.G.; SALVARANI, F.M. Biobancos de animais selvagens: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, 2022.

FRASCARELLI, C.; BONIZZI, G.; MUSICO, C.R.; MANE, E.; CASSI C, GUERINI ROCCO E, FARINA A, SCARPA A, LAWLOR R, REGGIANI BONETTI L, CARAMASCHI S. Revolutionizing cancer research: the impact of artificial intelligence in digital biobanking. **Journal of Personalized Medicine**, v. 13, n. 9, 2023.

GOUDA, S.; KERRY, R.G.; DAS, A.; CHAUHAN, N.S. Wildlife forensics: A boon for species identification and conservation implications. **Forensic Science International**, v. 317, 2020.

GROENEVELD, L.F.; GREGUSSON, S.; GULDBRANDTSEN, B.; HIEMSTRA, S.J.; HVEEM, K.; KANTANEN, J.; LOHI, H.; STROEMSTEDT, L.; BERG, P. Domesticated animal biobanking: land of opportunity. **PLoS biology**, v. 14, n. 7 2016.

HARPER, C.K. Poaching forensics: animal victims in the courtroom. Annual Review of **Animal Biosciences**, v. 11, n. 1, p.269-86, 2023.

HAYASHI, T., HOU, Y., GLASSER, M.F., AUTIO, J.A., KNOBLAUCH, K., INOUE-MURAYAMA, M., COALSON, T., YACOUB, E., SMITH, S., KENNEDY, H., VAN ESSEN, D. C. The nonhuman primate neuroimaging and neuroanatomy project. **Neuroimage**, v. 1, n. 229, 2021.

HEWITT, R.; WATSON, P. Defining biobank. **Biopreservation and biobanking**, v. 11, n. 5, p. 309-315, 2013.

HOGG, C.J.; DENNISON, S.; FRANKHAM, G.J.; HINDS, M.; JOHNSON, R.N. Stopping the spin cycle: genetics and bio-banking as a tool for addressing the laundering of illegally caught wildlife as ‘captive-bred’. **Conservation Genetics Resources**, v. 10, p.237-46, 2018.

HOLT, W.V. Biobanks, offspring fitness and the influence of developmental plasticity in conservation biology. **Animal Reproduction**, v. 20, n. 2, 2023.

HUIJSMANS, T.E.; HASSAN, H.A.; SMITS, K.; VAN SOOM, A. Postmortem collection of gametes for the conservation of endangered mammals: a review of the current state-of-the-art. **Animals**, v. 13, n. 8, 2023.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. Amphibians Survival Alliance. Disponível em: <https://www.iucn-amphibians.org>. Acesso em: 11 fev. 2025.

LOMBARDO, T.; DOTTI, S.; VILLA, R.; CINOTTI, S.; FERRARI, M. Veterinary biobank facility: development and management for diagnostic and research purposes. **Veterinary Infection Biology: Molecular Diagnostics and High-Throughput Strategies**, v. 1247, p. 43-60, 2015.

MCENHILL, R.; BORGHESE, H.; MOORE, S. A. Pet owner perspectives, motivators and concerns about veterinary biobanking. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 20, n. 11, 2024.

MONTOYA-FLOREZ, L. M.; MISSEN-TREMORI, T.; ROCHA, N. S. Veterinary disease-oriented Biobanking for biomolecular analysis based on frozen tumor biopsies, cell culture and forensic tissues. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 44, 2024.

MORES, C. M.; CASTRO, M. B.; MELO, C. B. Forensic examinations in the investigations of crimes involving animals: a review. **Ciência Rural**, v. 55, n. 3, 2025.

MOUTTHAM, L.; CASTELHANO, M. G. Purpose, Partnership, and Possibilities: The Implementation of the Dog Aging Project Biobank. **Biomarker Insights**, v. 17, 2022.

NATURE’S SAFE. Site da Nature’s Safe, 2024. **The Charity Living Biobank**. Disponível em: <https://www.natures-safe.com>. Acesso em: 05 mar. 2024.

PÉREZ-ESPONA, S.; CRYOARKS, C. Conservation-focused biobanks: a valuable resource for wildlife DNA forensics. **Forensic Science International: Animals and Environments**, v.1, 2021.

REVIVE & RESTORE. Site da Revive & Restore, 2024. **What we do? Enhance biodiversity through the genetic rescue of endangered and extinct species**. Disponível em: <https://reviverestore.org/what-we-do/>. Acesso em: 05 ago. 2024.

SARAGUSTY, J.; ANZALONE, D.A.; PALAZZESE, L.; ARAV, A.; PATRIZIO, P.; GOSÁLVEZ, J.; LOI, P. Dry biobanking as a conservation tool in the Anthropocene. **Theriogenology**, v. 150, p. 130-8, 2020.

SERGI, C. M. Biorepository—A key component of research studies. **Contemporary Clinical Trials**, v. 112, 2022.

SILVA, A.R.; PEREIRA, A.F.; COMIZZOLI, P. Biobanking and use of gonadal tissues-a promising strategy for conserving wildlife from the Caatinga biome. **Animal Reproduction**, v. 19, n. 4, 2022.

SMITH, S.L.; AFONSO, M.M.; ROBERTS, L.; NOBLE, P.J.; PINCHBECK, G.L.; RADFORD, A.D. A virtual biobank for companion animals: A parvovirus pilot study. **Veterinary Record**, v.189, n. 6, 2021.

SOUZA, N. F.; MOURA, F. B. C.; OLIVEIRA, R. A.; ROCHA, N. S. Wildlife trafficking in North and Southeast of Brazil: 5 years of study. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 9, p. 1412–1422, 2024.

STRAND, J.; THOMSEN, H.; JENSEN, J. B.; MARCUSSEN, C.; NICOLAJSEN, T.B.; SKRIVER, M.B.; SØGAARD, I.M.; EZAZ, T.; PURUP, S.; CALLESEN, H.; PERTOLDI, C. Biobanking in amphibian and reptilian conservation and management: opportunities and challenges. **Conservation Genetics Resources**, v. 12, p. 709-25, 2020.

CAPÍTULO 3

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais desafios e limitações na implementação de biobancos para animais silvestres que utilizam DNA é a validação das técnicas empregadas, além da necessidade de referências específicas para cada espécie. Isso se deve ao fato de muitas delas habitarem ambientes remotos e de difícil acesso. Além disso, a alta diversidade de espécies — incluindo mamíferos, répteis, aves, peixes e anfíbios — exige abordagens diferenciadas, pois cada grupo possui particularidades biológicas (Hobbs *et al.*, 2019; Pérez-Espona, Consortium, 2021).

Dessa forma, o biobanco para animal deve ser especializado em grupo específico ou a contar com instalações adaptadas para diferentes categorias, uma vez que, os tecidos das diversas espécies não podem ser coletados e armazenados da mesma maneira (Hobbs *et al.*, 2019; Pérez-Espona, Consortium, 2021).

Outro aspecto fundamental a ser considerado, especialmente a longo prazo, é garantir que o biobanco reflita com precisão as mudanças genéticas e adaptativas das espécies ao longo do tempo. Diante das crescentes modificações humanas, que aceleram essas transformações, torna-se essencial assegurar que o material genético preservado represente fielmente os organismos em seus contextos genético e adaptativo (Hagerdorn *et al.*, 2017).

A logística de transporte e conservação de amostras biológicas em biobancos exige atenção especial, sobretudo quanto ao risco de transmissão de patógenos. Esse aspecto torna-se ainda mais crítico quando o armazenamento envolve o uso compartilhado de nitrogênio líquido, o que pode favorecer a contaminação cruzada. Além disso, determinados materiais requerem autorizações específicas, como as emitidas pela CITES, e necessitam de condições rigorosas de transporte e armazenamento, garantindo altos padrões de biossegurança (Bolton *et al.*, 2022).

Paralelamente, a cada ano, o número crescente de amostras biológicas é incorporado aos biobancos distribuídos globalmente. No entanto, a falta de sistemas informatizados eficientes limita o acesso a esses dados por pesquisadores, centros de pesquisa e demais instituições, dificultando a integração entre as instituições. Essa deficiência compromete a conectividade e o compartilhamento de informações, reduzindo o potencial de colaboração e a aplicabilidade das amostras armazenadas (Cruz *et al.*, 2022).

No contexto da medicina legal veterinária, as limitações e desafios relacionados ao uso de biobancos são ainda mais complexos, uma vez que, o desconhecimento acerca da existência e do potencial dos biobancos representa um obstáculo significativo para a sua adoção. Além disso, no âmbito forense, é imprescindível garantir a integridade das amostras e das informações associadas, as quais devem ser submetidas a protocolos rigorosos para assegurar sua validade e

evitar a nulidade. Esse controle é desafiador nos biobancos veterinários, onde o armazenamento e a manipulação de amostras de diferentes espécies exigem certos padrões de segurança e rastreabilidade e adaptabilidade.

Outro desafio relevante é a questão da cadeia de custódia das amostras, que deve ser mantida de forma ininterrupta para assegurar que não haja contaminação ou adulteração de materiais, permitindo sua utilização. A falta de protocolos padronizados e a diversidade de espécies existentes, tornam ainda mais complexo a implementação de tais medidas de segurança. Além do mais, a ausência de regulamentação específica para biobancos na medicina legal veterinária pode resultar em diferenças significativas na utilização dessas amostras, comprometendo a confiabilidade.

Ademais, a falta de infraestrutura e de pessoal capacitado para gerenciar as amostras de forma adequada nos biobancos veterinários pode dificultar o acesso e compartilhamento rápido e eficiente das informações. A atualização constante das técnicas de conservação e a integração entre diferentes biobancos, tanto no nível nacional quanto internacional, também representam obstáculos a serem superados para a aplicação eficaz dessa ferramenta na medicina legal veterinária.

Apesar dos inúmeros desafios na implementação de biobancos, os avanços na medicina veterinária, especialmente no contexto dos animais silvestres, são notáveis. Os biobancos, mesmo que se apresente como principal finalidade a conservação e preservação de espécies, possuem um expressivo potencial para auxiliar em questões legais, especialmente no fornecimento de DNA. Essas amostras não apenas contribuem para a composição dos dados do biobanco, mas também podem ser utilizadas para fins comparativos em investigações sobre o tráfico de animais. A dificuldade na identificação morfológica de algumas espécies é uma realidade em diversos países, particularmente no caso de espécies exóticas (Hogg *et al.*, 2017; Pérez-Espona, Consortium, 2021; Santo, Silva, 2022).

Diante dessa limitação, a criação de bases de dados e repositórios de material biológico torna-se fundamental, pois disponibiliza informações essenciais para a identificação de animais e viabiliza sua aplicação em âmbito global na implementação da legislação correspondente. Esses bancos possuem um grande potencial como ferramenta de apoio no combate aos crimes contra a fauna, especialmente no enfrentamento do tráfico de animais silvestres internacionalmente, garantindo avanço nas investigações forenses.

A implementação de biobanco animal, sobretudo de silvestre, versaria não somente para fins forenses, mas auxiliaria alunos, universidades, centros de pesquisa e órgãos ambientais.

Com base na diversidade de biobancos existentes na literatura, no âmbito da medicina veterinária, poderiam ser criados biobancos de amostras histológicas, de imagem como raios-x, tomografia computadorizada, ultrassonografia; biobanco com informações sobre particularidades anatômicas das espécies, além dos bancos de material genéticos já implementado (Coppola *et al.*, 2019; Cruz *et al.*, 2022).

Vale ressaltar que o biobanco é apenas o elo de enorme cadeia complexa necessitando de equipes multidisciplinares para sua padronização, coleta de material e gestão, compartilhamento e uso de dados para seu aprimoramento e refinamento. Há expressiva necessidade de expansão dos conhecimentos acerca dos animais silvestres, ecologia, comportamento biológico, reprodução, cuidados médico-veterinários e especialmente aspectos relacionados a área forense. Além dos médicos veterinários, os órgãos ambientais e a justiça se beneficiaria das informações, incluindo melhor aplicação da legislação pertinente e caracterização adequada dos crimes envolvendo os silvestres (Cruz *et al.*, 2022; Santo, Silva, 2022; Harper, 2023)

A preocupação com o tráfico vai além das perturbações ambientais e antrópicas, englobando também as questões de biocrimes e disseminação de agentes infecciosos potencialmente translacional. O trabalho de Zucca *et al.* (2020) aborda a utilização de projeto criado em 2017 chamado “Projeto Biocrime”, o qual tem abordagem multidisciplinar, com o centro de inteligência médico-veterinária, para combate ao tráfico de animais silvestres, com foco para a transmissão de doenças de animais para os humanos.

O projeto segue protocolo rigoroso que integra os esforços de médicos veterinários, do sistema de justiça e dos órgãos fiscalizadores, garantindo a troca de informações de forma eficaz e sistemática no combate ao tráfico de animais. A estrutura apresenta um polo central para concentrar dados provenientes de diferentes locais, servindo também como base de apoio para consultas (Zucca *et al.*, 2020). Dessa forma, o modelo proposto pelos autores pode ser expandido e ajustado conforme a realidade local, facilitando o compartilhamento de informações de biobanco e aprimorando as redes de comunicação já existentes.

Por fim, os dados indicam crescente preocupação com a criação e implementação de biobancos de origem animal, especialmente diante do impacto ambiental causado pelas ações humanas no ecossistema e a ameaça que isso representa. Com a crise ambiental e as constantes ameaças ao ecossistema, é fundamental adotar plano de ação para validar e aprimorar os biobancos de origem animal, com foco não somente na conservação, mas no combate ao comércio ilegal de animais.

Embora não sejam a ferramenta nova, os biobancos foram responsáveis por avanços significativos na área da saúde, expandindo suas aplicações para diversos setores, incluindo as pesquisas animais. Na medicina veterinária, os estudos têm se intensificado, com foco em pesquisa e, particularmente, na conservação de tecidos de espécies ameaçadas de extinção.

Apesar das limitações e desafios que ainda cercam o uso dos biobancos na medicina veterinária, especialmente no contexto forense, é evidente o grande potencial dessa ferramenta. Com o devido aprimoramento de suas metodologias e a superação dos obstáculos atuais, espera-se que os biobancos desempenhem o papel crucial na conservação e na medicina legal veterinária, oferecendo perspectivas de resultados extremamente positivos.