

Biobancos de animais selvagens: revisão de literatura

Wild animals biobanks: literature review

Biobancos de animales salvajes: revisión de la literatura

Recebido: 01/06/2022 | Revisado: 13/06/2022 | Aceito: 15/06/2022 | Publicado: 26/06/2022

Rafael Evangelista da Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7900-3110>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: rafaelevangelistavet@gmail.com

Hanna Gabriela da Silva Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2222-0680>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: hnnagabriela@gmail.com

Felipe Masiero Salvarani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7711-6437>
Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: felipems@ufpa.br

Resumo

Um banco de amostras biológicas ou biobanco é, por definição, uma coleção biológica de qualquer amostra humana, animal, vegetal ou microbiana, associadas com os dados da amostra, gerenciados de acordo com padrões técnico-científicos. O objetivo deste artigo foi realizar um estudo retrospectivo acerca dos biobancos de animais selvagens, enfatizando sua importância na conservação de espécies, assim como os procedimentos necessários para sua formação, gerenciamento de dados e desafios. Os biobancos devem ser encarados como uma enorme oportunidade de conservação da vida selvagem, por meio da manutenção de amostras biológicas de DNA, células somáticas, tecidos, sangue, gametas e embriões, constituindo uma base de dados científicos fundamental para traçar estratégias de proteção de espécies sob ameaça. Todavia, há a necessidade no aprimoramento dos protocolos para uma gama de amostras, com intuito de minimizar as injúrias provocadas pelos crioprotetores e temperaturas de resfriamento ou congelamento. Os biobancos são ferramentas fundamentais no propósito de salvaguardar e gerenciar um conjunto de dados da fauna selvagem, criando uma rede de informações para o desenvolvimento de estratégias de conservação de espécies, frente aos impasses impostos pelos processos de extinção.

Palavras-chave: Biobancos; Animais selvagens; Conservação.

Abstract

A biological sample bank or biobank is, by definition, a biological collection of any human, animal, plant, microbial sample, associated with sample data, managed according to technical-scientific standards. The aim of this study was to carry out a retrospective study of wild animal biobanks, emphasizing their importance in species conservation, as well as the maintenance procedures for their formation, data management and challenges. Biobanks must be protected as a huge opportunity for wildlife, through the maintenance of biological samples of DNA, somatic cells, tissues, blood, germplasm and embryos, constituting a fundamental scientific database for protection sketches of species under threat. However, there is a need to improve protocols for a range of samples, with the aim of freezing or minimizing injuries caused by cryoprotectants and cooling or freezing temperatures. Biobanks are fundamental tools to protect and manage wild fauna data, creating a conservation network for the development of species conservation strategies, in conjunction with the impasses imposed by extinction processes.

Keywords: Biobanks; Wildlife; Conservation.

Resumen

Un banco de muestras biológicas o biobanco es, por definición, una colección biológica de cualquier muestra humana, animal, vegetal o microbiana, asociado a los datos de la muestra recogida, gestionada según normas técnicas y científicas. El objetivo de este estudio fue realizar un estudio retrospectivo de los biobancos de animales salvajes, enfatizando su importancia en la conservación de especies, así como los procedimientos necesarios para su formación, manejo de datos y desafíos. Los biobancos deben ser vistos como una enorme oportunidad para la conservación de la vida salvaje, a través del mantenimiento de muestras biológicas de ADN, células somáticas, tejidos, sangre, gametas y embriones, constituyendo una base de datos científica fundamental para diseñar estrategias de protección de especies amenazadas. Sin embargo, existe la necesidad de mejorar los protocolos para una variedad de muestras, a fin de minimizar las lesiones causadas por los crioprotectores y las temperaturas de enfriamiento o congelamiento. Los biobancos son herramientas fundamentales con el propósito de salvaguardar y gestionar un

conjunto de dados de fauna silvestre, criando uma red de información para el desarrollo de estrategias de conservación de especies, ante los impasses que imponen los procesos de extinción.

Palabras clave: Biobancos; Animales salvajes; Conservación.

1. Introdução

Assegurar e compreender a biodiversidade e a genética de populações, é uma questão que envolve a esfera social, científica e econômica, sendo a chave para a adaptação e sobrevivência em um ambiente dominado pela espécie humana (Hooper et al, 2012). O planeta Terra está experimentando a sexta extinção em massa da vida selvagem, e as ações antrópicas, como desmatamento, incêndios florestais, mineração, urbanização e fragmentação de habitat, estão mudando rapidamente o status de conservação de várias espécies animais e vegetais (Ceballos et al., 2015).

Os primeiros biobancos de espécimes começaram como repositórios em universidades para projetos de pesquisa específicos, criados por pesquisadores com acesso a populações de pacientes, que aproveitaram a disponibilidade de alíquotas para serem armazenadas para uso imediato ou futuro (Coppola et al, 2019). Nos últimos anos, a utilização de biobancos tornou-se uma ferramenta relativamente crescente no contexto da conservação de espécies, e diversas iniciativas no mundo tem contribuído para preservação de material genético por meio da coleta de material biológico, sobretudo de espécies ameaçadas de extinção, dentre eles: San Diego Frozen Zoo® (2018), The Frozen Ark Consortium (The Frozen Ark 2021; Costa & Bruford, 2018) e CryoArks (2018).

Um banco de amostras biológicas ou biobanco é, por definição, uma coleção biológica de qualquer amostra humana, animal, vegetal ou microbiana, associadas com os dados da amostra, gerenciados de acordo com padrões técnico-científicos (Hewitt & Watson, 2013). A colheita de material biológico é o primeiro passo para obtenção, onde grande parte pode ser facilmente obtida por métodos não invasivos ante-mortem ou post-mortem durante rotina do veterinário, entretanto, alguns métodos, como coleta de germoplasma em algumas espécies, nem sempre são facilmente obtidas (Strand et al, 2020).

Os avanços recentes na Medicina Veterinária permitiram a criação de bancos de amostras biológicas como ferramenta na obtenção de informações mais detalhadas sobre os biomateriais com propósito de melhorar o conhecimento em áreas veterinárias distinta, como segurança alimentar, saúde animal, saúde pública de emergência e conservação genética de biodiversidade (Lombardo et al, 2015).

A informatização dos biobancos permitiu maior flexibilidade no compartilhamento de informações sem a necessidade de usar fisicamente as amostras biológicas, permitindo o compartilhamento simples de dados e permitindo o desenvolvimento de redes para melhor cooperação com outros biobancos nacionais ou internacionais (Van Draanen, 2017). Todos os anos em todo o mundo, milhões de amostras biológicas são armazenadas para diagnóstico de doenças e pesquisas, porém em muitas áreas a falta de materiais e modelos de biobancos são um grande obstáculo para as pesquisas em andamento (Lombardo et al, 2015).

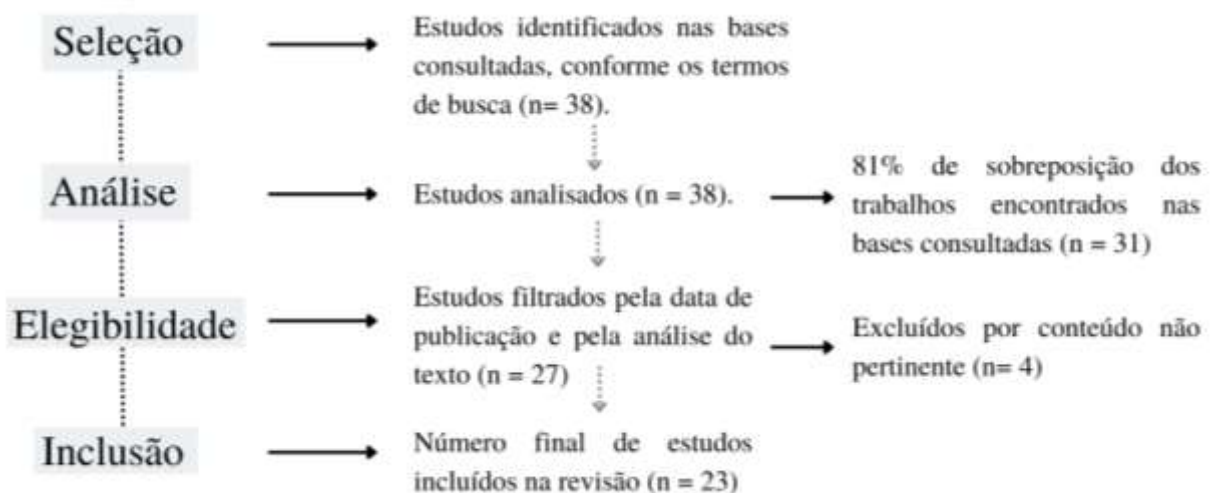
Notavelmente, os procedimentos desde a coleta até o processamento das amostras devem ser realizados seguindo procedimentos padronizados que protejam e respeitem a integridade do paciente (Coppola et al, 2019). Em humanos, a lista continua crescendo, mas a disponibilidade de publicações sobre biobancos para animais domesticados ou não, ainda é muito limitada (Groeneveld et al. 2016).

Dado o exposto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica acerca dos biobancos de animais selvagens, enfatizando a importância dos biobancos na conservação de espécies, assim como os procedimentos necessários para sua formação, gerenciamento de dados e desafios na sua construção.

2. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se, quanto à abordagem, como uma pesquisa de natureza descritiva, consistindo em uma revisão de literatura narrativa, conforme descrito por Marconi & Lakatos (2010). A pesquisa foi realizada nas bases de dados eletrônicas Periódicos Capes, PubMed, Research Gate, Scielo, Google acadêmico, livros relacionados à medicina de animais selvagens e sites oficiais dos biobancos. Os termos de busca utilizados de forma isolada ou em associação nas bases de dados foram: biobancos, animais selvagens, bancos de amostras biológicas, ocorrendo a busca simultânea em inglês. Foram encontradas um total de 38 publicações, com taxa de 81% de sobreposição dos trabalhos encontrados nas bases consultadas, excetuando-se os dados obtidos nos sites oficiais. No entanto, apenas 23 destas publicações contemplam a presente revisão, pois a seleção dos trabalhos foi limitada pela relevância do conteúdo e data de publicação, optando-se apenas por artigos científicos ou livros entre 2012 a 2022 (Figura 1).

Figura 1. Processo de seleção e inclusão de estudos a partir das bases eletrônicas consultadas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3. Procedimentos na Construção de Biobancos

A formação de biobancos inclui diferentes processos de coleta, manuseio, armazenamento e informatização de dados das amostras (Figura 2), sendo essenciais para várias áreas de pesquisa (Vaught & Lockhart, 2012), e vários fatores no processo de formação do biobanco influenciam a qualidade final das amostras (Strand et al, 2020). Os biobancos são heterogêneos em seu desenho e uso, podendo conter dados para diversas finalidades, tipos de estudos científicos, e inevitavelmente esses dados e amostras são coletados sob várias condições e normas que ainda carecem de uma padronização (Coppola et al, 2019).

No que tange os diferentes métodos de obtenção de material e armazenamento, a manutenção da cadeia de frio para assegurar a viabilidade das amostras durante o transporte, é um fator primordial, sobretudo, para aquelas amostras coletadas em campo para posterior processamento em laboratório (Zimkus et al. 2018). Para garantir a usabilidade futura de uma amostra, é necessário que o material biológico esteja corretamente vinculado aos seus metadados exclusivos, como o local de coleta, métodos de preservação, forma de armazenamento de dados etc. (Waltzer, 2019).

Durante a coleta das amostras, as normas de biossegurança são preconizadas, pois é necessário considerar toda amostra de animais selvagens como potencialmente contaminada, sendo indispensável atenção e organização para identificar

corretamente as amostras garantindo a obtenção de todos os dados necessários, assim como a transferência das amostras ao seu local de armazenamento também devem ser feitas com cautela e respeitando normas de biossegurança (Santos & Cubas, 2014).

Figura 2. Procedimentos gerais na formação de biobancos de animais selvagens.



Fonte. Elaborado pelos autores, via Canva.com/design (Adaptado de Strand *et al.*, 2020).

4. O Papel dos Biobancos na Conservação de Espécies Selvagens

Ao passo que a população mundial ultrapassa os sete (7) bilhões de habitantes, as estratégias de proteção de grandes habitats naturais, embora ideais, não têm sido suficientes, assim como os zoológicos e aquários não têm sido capazes de suprir as necessidades de conservação e proteção de diversas espécies, sobretudo, em virtude das crescentes demandas por recursos naturais, colocando inúmeras espécies em situação de vulnerabilidade (Comizzoli, 2018).

Ainda há uma lacuna crucial na proteção da diversidade biológica e de material genético, todavia, os biobancos devem ser encarados como uma enorme oportunidade de conservação da vida selvagem, por meio da manutenção de amostras biológicas de DNA, células somáticas, tecidos, sangue e seus subprodutos, gamoplasma e embriões, constituindo uma base de dados científicos fundamental (Quadro 1) para traçar estratégias de proteção de espécies sob ameaça (Baker, 2012).

Os bancos de amostras biológicas devidamente organizados viabilizam o acesso a pesquisadores, mesmo aqueles que atuam em áreas diferentes da biologia da conservação da vida selvagem, que podem eventualmente contribuir para a geração de grandes quantidades de informações básicas da vida selvagem. Genomas de milhares de organismos, incluindo animais, plantas, bactérias, archaea e fungos foram sequenciados para começar a documentar detalhadamente a abundante diversidade biológica e genética da Terra (Tanabe & Toju, 2013). Os dados genômicos obtidos, aumentados e refinados através de transcriptômica, proteômica e metabolômica para nos fornecer um espectro mais detalhado de sistemas de RNA mensageiro, proteínas e metabólitos, assim como, proporcionar melhor entendimento acerca dos mecanismos que controlam a vida (Baker, 2013).

Bancos de gamoplasma vem sendo criados em todo o mundo, com a finalidade de armazenar o material biológico de várias espécies mantidas *in situ* e *ex situ*, sendo grandes aliados da conservação, com o propósito de salvaguardar o material biológico de espécies ameaçadas e permitir a reprodução assistida, diminuindo a propagação de doenças e incompatibilidades genéticas (Pizzutto *et al.*, 2021).

Quadro 1. Exemplos de biobancos de espécimes de animais selvagens de grande relevância em atividade no mundo.

| Instituição/Biobanco | País de origem | Ano de início | Descrição | Referências/Acesso |
|---|----------------|---------------|---|---|
| The Frozen Ark | Reino unido | 1996 | Facilitar a coleta e promover a conservação de tecidos, células e DNA de animais ameaçados de extinção. > 48.000 amostras ao todo. de 5,500 espécies. | The Frozen Ark. Disponível em: https://www.frozenark.org/ (Acesso em Fev. 2022) Comizzoli & Wildt, (2017) |
| San Diego Wildlife Alliance | Estados Unidos | 1976 | É a maior e mais diversificada coleção do gênero no mundo. Contém mais de 10.000 culturas de células vivas, oócitos, espermatozoides e embriões, representando cerca de 1.000 táxons. | San Diego Wildlife Alliance. Disponível em: https://science.sandiegozoo.org/ (Acesso em Mar. 2022). |
| CryoArks | Reino Unido | 2018 | Uma rede britânica de biobancos, zoológicos, museus e universidades que mantêm coleções congeladas para a conservação das espécies. Inclui uma coleção de tecidos, sangue e DNAs, sendo os principais tipos de amostra. * | CryoArks. Disponível em: https://www.cryoarks.org/ (Acesso em Mar. 2022) |
| The Smithsonian Institution | Estados Unidos | 1970 | Coleção congelada de células somáticas, DNA, tecidos e germoplasma de uma vasta gama de espécies de animais e plantas. > 1,000,000 de amostras de 18,000 espécies. | Smithsonian Institution. Disponível em: https://www.si.edu/ (Acesso em Abr. 2022) |
| Conservation Genome Resource Bank for Korean Wildlife | Coreia | 2002 | Coleção de tecidos, sangue, DNA, células somáticas e germinativas (sêmen de mamíferos, aves, anfíbios e répteis), incluindo espécies ameaçadas da Coreia. > 13.475 amostras de tecido e DNA de 407 espécies. | Conservation Genome Resource Bank for Korean Wildlife (CGRB). Disponível em: http://www.cgrb.org/ (Acesso em Mar. 2022) (Comizzoli & Wildt, 2017) |
| Jardim Zoológico de Brasília / EMBRAPA | Brasil | 2010 | O primeiro banco oficial de material genético (germoplasma) de animais selvagens da América Latina. Possui uma coleção de tecidos e células somáticas de 23 espécies. * | Embrapa. Disponível em: https://www.embrapa.br/ (Acesso em Mar. 2022) |

| | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|---|---|
| Kunming Wild Animal Cell Bank | China | 1986 | Coleção de várias linhagens de células animais e amostras de tecido/DNA. ~1.455 linhagens de células de 298 espécies animais; ~1200 fragmentos de tecidos de mais de 200 espécies animais. | Kunming Wild Animal Cell Bank. Disponível em: http://english.kiz.cas.cn/gre/skl_Facility/ (Acesso em Abr. 2022) (Comizzoli & Wildt, 2017) |
| Australian Frozen Zoo | Austrália | 1995 | Foi a primeira reserva criogênica verdadeiramente nacional do mundo. Inclui uma coleção de tecidos/células somáticas e germoplasma de animais nativos australianos ameaçados de extinção. * | Australian Frozen Zoo. Disponível em: https://www.australianfrozenzoo.org.au/ (Acesso em Mar. 2022) |

* Quantidade de amostras não especificada ou indefinida. Fonte. Elaborado pelos autores.

5. Informatização e Gerenciamento de Dados

Ao longo do tempo, os avanços tecnológicos, evidentemente combinados aos processamentos de amostras, a informatização e o advento da World Wide Web revolucionaram a gestão dos biobancos, que se desenvolveram em unidades mais complexas (Coppola et al, 2019). Os bancos de dados podem ser definidos como uma coleção de informações organizadas de forma coerente e lógica, com um significado específico, que representa abstratamente algo da realidade, sendo cruciais na proteção e compartilhamento de informações sobre as espécies (Tedeschi & Tsunoda, 2020).

Programas como o Pan-Smithsonian Cryo-Initiative (PSCI), utilizado com intuito de promover a administração colaborativa de dados de diversas espécies de animais selvagens, micro-organismos e plantas, vêm sendo utilizados pelo Smithsonian Institution (2013). O PSCI consiste em um programa para coletar, gerenciar e compartilhar informações acerca do material biológico congelado, apresentando excelentes padrões para melhor compreender a biodiversidade (PSCI, 2013). Dentre as atribuições do programa, inclui-se: a obtenção de dados referentes a data e local de coleta, referências do sistema de informações geográficas, informações do voucher, sequenciamento de DNA, localização do freezer, bem como a localização da amostra no freezer (Comizzoli & Wildt, 2017).

A informatização dos dados para formação dos biobancos abrange vários fatores importantes para o seu funcionamento adequado, como a segurança e inviolabilidade dos dados, a organização dos dados das amostras, o tipo de sistema virtual utilizado e a privacidade dos usuários (National Cancer Institute, 2012). Todavia, ainda existem muitas lacunas na forma de gerenciar os dados, talvez recursos a serem compartilhados e certamente novas tecnologias, por exemplo, ferramentas mais seguras e menos onerosas a serem exploradas em conjunto (Comizzoli & Wildt, 2017).

Iniciativas para melhor coordenação e intercâmbio de informação sobre os biomateriais, resultaram no desenvolvimento de abordagens como a idealizada pela Global Genome Biodiversity Network (2021), uma rede global de gerenciamento de coleções de amostras genômicas de grande variedade biológica, cujo propósito é fomentar a colaboração entre os repositórios de biodiversidade molecular, a fim de garantir melhores padrões de qualidade dos dados, garantir a interoperabilidade e otimizar o intercâmbio de material de acordo com a legislação, convenções nacionais e internacionais.

A operação compartilhada permite a troca de dados entre os sistemas dos biobancos que operam em rede. Entretanto, algumas considerações são importantes na informatização dos bancos de dados, como: quais os tipos de inventário, rastreamento e coleta de dados será necessário, se será utilizado os sistemas institucionais existentes ou serão necessários

novos sistemas internos ou comerciais, se os sistemas de coleta e troca de dados serão compatíveis ou será necessário criar novas interfaces na web para coletar e armazenar dados (Vaught & Lockhart, 2012).

6. Desafios e Regulamentação

Os biobancos fornecem várias aplicações dentro da conservação, no entanto, também existem incertezas e riscos na forma de coleta, manuseio, transporte, qualidade do nitrogênio líquido, legislação, regulamentação, bem como os custos (Strand et al, 2020).

O desenvolvimento de biobancos ainda apresentam uma série de desafios, como a dependência quase total da criopreservação utilizando crioprotetores e armazenamento em temperaturas abaixo de zero em unidades de freezer dependentes de eletricidade (em torno de - 80 °c) ou nitrogênio líquido (cerca de - 160° C), sendo muitos destes sistemas caros, que exigem um monitoramento intensivo, dispositivos de segurança, ventilação e backup em caso de falha do equipamento; constituindo obstáculos significativos em países em desenvolvimento ou emergentes, que detém a maior parte da biodiversidade rara e onde o nitrogênio muitas vezes é uma mercadoria escassa ou indisponível (Comizzoli & Wildt, 2017).

Os desafios no desenvolvimento e manutenção de biobancos de biodiversidade, sobretudo em países em desenvolvimento ou emergentes, incluem diversos fatores, como a falta de apoio financeiro, iniciativas políticas, assim como o desenvolvimento de políticas públicas padrão, disponibilidade de especialistas e sistemas de gestão de informação eficientes (Angeles & Catap, 2022).

Da mesma forma, protocolos ainda precisam ser aprimorados para uma gama de amostras, como plaquetas, células-tronco e oócitos, por exemplo, dada as suas vulnerabilidades à exposição ao crioprotetor e temperaturas de resfriamento/congelamento que podem provocar alterações no DNA e danos nas células/tecidos (Baker, 2012).

Os biobancos devem sempre obedecer às leis e regulamentos do país de origem da amostra e do país para onde é transportada (Strand et al, 2020). Alguns protocolos, como o Nagoya Protocol (Protocolo de Nagoia sobre Acesso a Recursos Genéticos e Repartição de Benefícios Decorrentes da sua Utilização da Convenção sobre Diversidade Biológica), é um acordo internacional suplementar à Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), cujo o objetivo é estabelecer parâmetros e condições para o acesso de recursos genéticos e garantia na repartição dos benefícios obtidos a partir do uso de recursos genéticos e impedindo a exploração comercial da biodiversidade de um país específico (Comizzoli & Holt, 2016). Entretanto, todo o processo burocrático de solicitação, recebimento de permissão e documentação exigida dos pesquisadores, retarda ou até mesmo põe fim aos projetos de pesquisa (Comizzoli & Holt 2016; Zimkus et al., 2018).

7. Conclusão

Dado o exposto, conclui-se que, os biobancos aliados à informatização de dados, são ferramentas fundamentais na tentativa de minimizar os impactos oriundos dos processos de extinção, através de iniciativas de salvaguardar e organizar um conjunto de dados da fauna selvagem, criando uma rede de informações essencial para o desenvolvimento de estratégias de conservação de espécies *in situ* ou *ex situ*. Ao passo que as novas tecnologias permeiam e tornam-se cada vez mais presentes no século XXI, é essencial utilizá-las como meio de explorar novas possibilidades e recursos, no intuito de aprimorar as abordagens utilizadas na formação dos biobancos, criando novos mecanismos de produzir e gerenciar dados.

Apesar dos desafios, os biobancos modernos permitem a criação de uma visão integrada e mais acessível da biodiversidade, abrindo margem para novos estudos e exploração de recursos que possibilitem a sua implantação e manutenção mesmo em regiões e instituições com infraestrutura e recursos escassos.

Os dados do presente estudo abrem espaço para um vasto campo de investigação, acerca das formas de utilização, implantação e gerenciamento de biobancos. Sugere-se que novas pesquisas avaliem a importância e as ferramentas para a sua criação, assim como os gargalos que limitam a formação de biobancos na sociedade contemporânea.

Referências

- Angeles, N. A. C., & Catap, E. S. (2022). Challenges on the Development of Biodiversity Biobanks: The Living Archives of Biodiversity. *Biopreservation and Biobanking*.
- Australian Frozen Zoo (2021). Our History. <https://www.australianfrozenzoo.org.au/about-2/>
- Baker, M. (2013). The 'omes puzzle. *Nature*, 494(7438), 416.
- Baker, M. (2012). Building better biobanks. *Nature*, 486(7401), 141-146.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253.
- Comizzoli, P., & Holt, W. V. (2016). Implications of the Nagoya Protocol for genome resource banks composed of biomaterials from rare and endangered species. *Reproduction, Fertility and Development*, 28(8), 1145-1160.
- Comizzoli, P. (2018). Biobanking and fertility preservation for rare and endangered species. *Animal Reproduction (AR)*, 14(1), 30-33.
- Comizzoli, P., & Wildt, D. E. (2017). Cryobanking biomaterials from wild animal species to conserve genes and biodiversity: relevance to human biobanking and biomedical research. In *Biobanking of human biospecimens* (pp. 217-235). Springer, Cham.
- CGRB (2022). Conservation Genome Resource Bank for Korean Wildlife. <http://www.cgrb.org/>
- Coppola, L., Cianflone, A., Grimaldi, A. M., Incoronato, M., Bevilacqua, P., Messina, F., & Salvatore, M. (2019). Biobanking in health care: evolution and future directions. *Journal of translational medicine*, 17(1), 1-18.
- Costa M, & Bruford M. W (2018) The Frozen Ark Project — Biobanking endangered animal samples for conservation and research. <https://insideecology.com/2018/01/12/thefrozen-ark-project-biobanking-endangered-animal-samples-for-conservation-and-research/>.
- CryoArks (2018) CryoArks about. <https://www.cryoarks.org/>.
- Embrapa (2018). Banco de Germoplasma. <https://www.embrapa.br/>
- Groeneveld, L. F., Gregusson, S., Guldbrandtsen, B., Hiemstra, S. J., Hveem, K., Kantanen, J., ... & Berg, P. (2016). Domesticated animal biobanking: land of opportunity. *PLoS biology*, 14(7), e1002523.
- Hewitt, R., & Watson, P. (2013). Defining biobank. *Biopreservation and Biobanking*, 11(5), 309-315.
- Hooper, D. U., Adair, E. C., Cardinale, B. J., Byrnes, J. E., Hungate, B. A., Matulich, K. L., ... & O'Connor, M. I. (2012). A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature*, 486(7401), 105-108.
- Global Genome Biodiversity Network (2021) The GGBN Data Portal. <http://data.ggbn.org>
- Kunming Wild Animal Cell Bank (2019). Kunming wild animal cell bank. http://english.kiz.cas.cn/gre/skl_Facility/
- Lombardo, T., Dotti, S., Villa, R., Cinotti, S., & Ferrari, M. (2015). Veterinary biobank facility: development and management for diagnostic and research purposes. In *Veterinary Infection Biology: Molecular Diagnostics and High-Throughput Strategies* (pp. 43-60). Humana Press, New York, NY.
- Marconi, M. A.; & Lakatos, E. M. (2010). Fundamentos de metodologia científica. (7ª ed.), Atlas.
- National Cancer Institute NCI (2012). Best Practices for biospecimen resources. <http://biospecimens.cancer.gov/bestpractices/toc/2011>
- Pizzutto, C. S., Colbachini, H., & Jorge-Neto, P. N. (2021). One Conservation: the integrated view of biodiversity conservation. *Animal Reproduction*, 18.
- PSCI (2013) Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute. - Crio-Iniciativa Pan-Smithsoniana. <https://nationalzoo.si.edu/center-for-species-survival/news/pan-smithsonian-cryo-initiative-seriously-frozen>
- San Diego Frozen Zoo (2018) San Diego Zoo Institute for Conservation Research. <https://science.sandiegozoo.org/>
- Santos, L. C., & Cubas, P. H. (2014) Colheita e conservação de Amostras biológicas. In: Tratado de Animais Selvagens., (1690 – 1702), Roca.
- Strand, J., Thomsen, H., Jensen, J. B., Marcussen, C., Nicolajsen, T. B., Skriver, M. B., & Pertoldi, C. (2020). Biobanking in amphibian and reptilian conservation and management: opportunities and challenges. *Conservation Genetics Resources*, 12(4), 709-725.
- Smithsonian Institution (2013) Disponível em: <https://www.si.edu/>
- Tanabe, A. S., & Toju, H. (2013). Two new computational methods for universal DNA barcoding: a benchmark using barcode sequences of bacteria, archaea, animals, fungi, and land plants. *PLoS one*, 8(10), e76910.

Tedeschi, V. H. P., & Tsunoda, D. F. (2020) Banco de dados sobre biodiversidade: Uma análise temporal da produção científica. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. 6 (9), 68-81.

The Frozen Ark (2021) The frozen ark biobanking. <https://www.frozenark.org>.

Van Draanen, J., Davidson, P., Bour-Jordan, H., Bowman-Carpio, L., Boyle, D., Dubinett, S., ... & Dry, S. (2017). Assessing researcher needs for a virtual biobank. *Biopreservation and biobanking*, 15(3), 203-210.

Vaught, J., & Lockhart, N. C. (2012). The evolution of biobanking best practices. *Clinica chimica acta*, 413(19-20), 1569-1575.

Végvári, Á., Welinder, C., Lindberg, H., Fehniger, T. E., & Marko-Varga, G. (2011). Biobank resources for future patient care: developments, principles and concepts. *Journal of clinical bioinformatics*, 1 (1), 1-11.

Waltzer, C. (2019) International sample movement: overview of convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora and selected national regulations. In: Miller R, Lamberski N, Calle P (eds) *Fowlers zoon and wild animal medicine*. Elsevier, Missouri, pp 16–21

Zimkus, B. M., Hassapakis, C. L., & Houck, M. L. (2018). Integrating current methods for the preservation of amphibian genetic resources and viable tissues to achieve best practices for species conservation. *12 (2)* 1–27.