

CAPÍTULO 3

BIODIVERSIDADE TRIDIMENSIONAL: CRIAÇÃO DE COLEÇÕES DIDÁTICO-CIENTÍFICAS INTERATIVAS ATRAVÉS DO ESCANEAMENTO E IMPRESSÃO 3D

Data de submissão: 30/10/2023

Data de aceite: 01/12/2023

Ana Beatriz Cruz da Silva

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Laboratório de Tecnologias Educacionais
Disruptivas
Rio de Janeiro - RJ
<https://abrir.link/IgJzH>

Anatalia Kutianski Gonzalez Vieira

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/tRS>

Tiago Savignon Cardoso Machado

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/Gup>

Elizabeth Teixeira de Souza

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/uwD>

Barbra Candice Southern

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Matemática e Desenho
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/lhP>

José Carlos Pelielo de Mattos

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/bpV>

Waldiney Mello

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/bqt>

RESUMO: O escaneamento 3D é uma técnica emergente que permite digitalizar coleções para criar versões virtuais de exemplares. A curadoria manual de espécimes, mesmo em museus, pode levar a pequenos danos do material.

Com o tempo e a possibilidade de manuseio inadequado, o acervo encontra-se sujeito à deterioração e possível perda. A disponibilização de arquivos digitais desses materiais, na forma de coleção virtual, facilita o acesso à informação por parte do público e do pesquisador interessado e auxilia na pesquisa científica. O presente trabalho apresenta as metodologias e aplicações do escaneamento e impressão 3D para registro e conservação da coleção zoológica em desenvolvimento do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAp-UERJ. Adicionalmente, apresenta os primeiros resultados de uma coleção didática 3D física para uso em aulas. A metodologia apresentou-se eficaz e foi testada, inicialmente, com espécimes de conchas e artrópodes. O presente estudo utilizou o aplicativo Polycam para criar a primeira coleção virtual interativa para o ensino de biologia. Os resultados tornam a coleção acessível a todos e em qualquer lugar, podendo ser utilizada tanto para abordagens pedagógicas quanto para pesquisas. O presente trabalho ressalta a importância de inserir o conhecimento de técnicas 3D de impressão e escaneamento na Educação Básica e em currículos de graduação. As técnicas sugeridas podem ser utilizadas em exemplares de coleções vulneráveis ao manuseio, como as paleontológicas, geológicas e de estruturas anatômicas frágeis. É possível escanear espécimes-tipo e exemplares raros, em qualquer coleção do mundo, para serem impressos para compor coleções de réplicas 3D em diversos tamanhos. Dessa forma, o presente trabalho sugere uma metodologia que colabora com a democratização e popularização da ciência, uma vez que possibilita novas coleções didático-científicas para serem utilizadas desde a Educação Básica.

PALAVRAS-CHAVE: coleção; digitalização; tridimensional; virtual; zoologia.

ABSTRACT: The 3D scanning is an emerging technique that allows for the digitization of collections to create virtual versions of specimens. Even in museums, manual curation of specimens can lead to slight material damage. Over time and with the potential for improper handling, collections are subject to deterioration and potential loss. Providing digital files of these materials in the form of a virtual collection facilitates access to information for both the public and interested researchers, aiding in scientific research. This study presents the methodologies and applications of 3D scanning and printing for the registration and conservation of the developing zoological collection at the Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAp-UERJ. Additionally, it presents the initial results of a 3D physical didactic collection for use in teaching. The methodology proved to be effective and was initially tested with shell and arthropod specimens. The study utilized the Polycam application to create the first interactive virtual collection for biology education. The results make the collection accessible to everyone, anywhere, for both pedagogical approaches and research. This study emphasizes the importance of incorporating 3D printing and scanning techniques since the primary education and undergraduate curricula. The suggested techniques can be used for specimens in collections that are vulnerable to handling, such as paleontological, geological, and fragile anatomical structure collections. It is possible to scan type specimens and rare specimens from any collection worldwide for printing to create 3D replica collections in various sizes. Thus, this study proposes a methodology that contributes to the democratization and popularization of science, as it enables new didactic-scientific collections to be used from primary education onward.

KEYWORDS: collection; 3d scanning; three-dimensional; virtual; zoology.

1 | INTRODUÇÃO

Uma coleção zoológica consiste na reunião ordenada de espécimes mortos ou partes corporais de espécimes, devidamente preservados para estudos (Papavero, 1994). A dificuldade de manutenção e conservação dos mais variados exemplares tende a restringi-los a museus, instituições que, se administradas corretamente e dotadas de profissionais especializados, são o local ideal para abrigar coleções zoológicas por tempo indefinido (Vivo et al, 2014). No entanto, a curadoria manual de exemplares, mesmo em museus, pode levar a pequenos danos do material. Com o tempo e a possibilidade de manuseio inadequado, o acervo encontra-se sujeito à deterioração e possível perda. Numa coleção didática, por exemplo, o risco de perda dos materiais é ainda maior, considerando-se a frequência na qual os exemplares são manuseados para elaboração de aulas práticas, seja em salas de aula ou em laboratórios.

Quanto à acessibilidade, é comum que questões burocráticas internas mantenham os pesquisadores sob um longo período de espera, a fim de conseguirem analisar seu objeto de estudo, ocasionando em atrasos nas pesquisas. Além disso, em muitas das vezes a coleção de interesse não se encontra disponível em localidades próximas e são compostas por elementos de alta fragilidade, inviabilizando seu transporte (Niven et al., 2009). Dada tal conjuntura, uma alternativa viável para garantir a preservação e o registro dos espécimes de um acervo é a utilização de ferramentas 3D para escaneamento dos mesmos (Erolin et al., 2017). O desenvolvimento de uma coleção biológica propicia maior praticidade no desenvolvimento de estudos relacionados à morfologia, sistemática, taxonomia, biogeografia e evolução (Santori e Santos, 2015). Assim, a disponibilização de arquivos digitais desses materiais, na forma de coleção virtual, facilita o acesso à informação por parte do público e do pesquisador interessado e auxilia na pesquisa científica. Ademais, por meio desse processo, é possível ainda que exemplares-tipo utilizados como padrão de referência para a nomeação de uma espécie, tenham o seu registro digitalizado e protegido de intempéries como guerras, incêndios e acondicionamento inadequado (Santos, 2011).

A exemplo histórico, é possível citar o ocorrido no Museu Nacional em 2018, quando a maior parte do acervo de mais de 20 milhões de itens foi perdida pelo fogo (Cunha, 2018). Atualmente, na Ucrânia, está sendo encorajado que a população escaneie monumentos e locais culturais, visando preservar digitalmente a cultura nacional dos ataques e bombardeios russos (Lipak. et al., 2020). Para tal, a iniciativa denominada Backup Ukraine faz utilização do aplicativo *Polycam*. Encaminhando para a esfera do ensino, o escaneamento de espécimes e estruturas dos mesmos traz maior dinâmica às salas de aula, propiciando uma melhor visualização e compreensão dos organismos que estão sendo estudados. Ao contrário do que ocorre com os exemplares físicos, os alunos podem interagir livremente com os arquivos tridimensionais, aproximando e girando em qualquer direção para estudos a partir de diferentes ângulos. Aliada à essa tecnologia, a

impressão 3D de modelos sintéticos a partir de materiais escaneados também pode ser um recurso favorável ao aprendizado dos alunos, especialmente na ausência de peças anatômicas reais (Silva et al., 2022).

Dado o potencial da tecnologia de escaneamento e impressão 3D no âmbito didático-científico, o presente trabalho expõe as metodologias e aplicações de tal ferramenta para registro e conservação da coleção zoológica em desenvolvimento do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira – CAp-UERJ. Adicionalmente, apresenta os primeiros resultados de uma coleção didática 3D física para uso em aulas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os escaneamentos 3D foram desenvolvidos por meio do Polycam, um software para iOS, web e Android que gera modelos 3D por digitalização em tempo real. Para a digitalização do exemplar desejado, o programa utilizado possui opções de captura por vídeo ou por imagens tiradas sequencialmente de forma manual. Para melhor enfoque no objeto de assunto do escaneamento, optou-se pela utilização de um estúdio portátil com fundo infinito, minimizando efeitos de profundidade e sombreamento. A fim de fornecer informações visuais suficientes do objeto por diferentes ângulos, foi utilizado um expositor elétrico giratório posicionado no interior do estúdio portátil (figura 1).



Figura 1. Sistema de estúdio portátil utilizado para o escaneamento 3D, com um exemplar de concha do molusco *Turbo sarmaticus* (Trochida: Turbinidae).

No processo de escaneamento, os exemplares são posicionados no expositor e, simultaneamente, são tiradas fotos em sequência de diferentes ângulos conforme a rotação do mesmo. A partir das imagens capturadas, o programa reconhece o objeto e realiza a composição do arquivo tridimensional, tendo como produto final o modelo digitalizado do exemplar em questão.

As impressões 3D de espécimes foram realizadas em filamentos de PLA opacos e translúcidos, com impressora Creality Ender 3v2. Os espécimes foram utilizados para

compor a primeira coleção didática 3D do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ). Alguns exemplares foram digitalizados em 3D e posteriormente impressos, enquanto outros foram utilizados de arquivos 3D já existentes em buscadores de livre acesso (e.g. Thingiverse, Cults).

3 | RESULTADOS

O presente estudo possibilitou a criação da primeira coleção didático-científica do CAp-UERJ, em versão física e virtual, utilizando preliminarmente números de registro provisórios do Laboratório de Tecnologias Educacionais Disruptivas (LATED), com mais de 150 espécimes de artrópodes e 92 conchas de moluscos, que foram, ainda, escaneadas em 3D utilizando aplicativo para celular de baixo custo (figura 2). Foram impressos mais de 50 exemplares em 3D para uso nas aulas práticas no CAp-UERJ, especialmente de artrópodes.

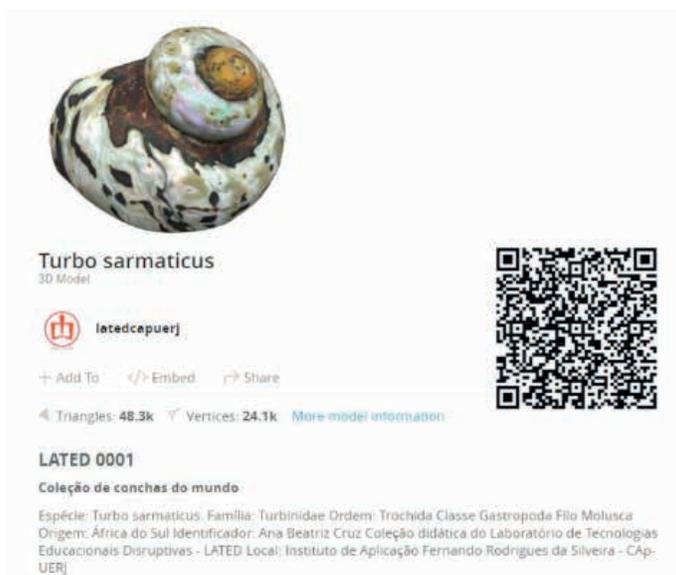


Figura 2. Registro da coleção 3D virtual com informações do espécime de *Turbo sarmaticus* (LATED 0001), com QRCode para visualizar o exemplar na coleção.

Ao longo do projeto, o *Polycam* foi utilizado para o escaneamento de espécimes da coleção zoológica didático-científica do CAp-UERJ, com enfoque para os filos Arthropoda e Mollusca. Foi observado que espécimes de maiores dimensões e com poucos detalhes estruturais têm maiores chances de serem capturados e processados corretamente pelo aplicativo. A coleção de conchas obteve melhores resultados visuais no escaneamento 3D em relação aos artrópodes, possivelmente porque estes últimos tinham dimensões de poucos centímetros e mais elementos a serem escaneados. As formas mais compactas das conchas, em oposição ao longo comprimento corporal dos artrópodes, não interferiam

no foco da câmera durante a rotação do espécime no expositor giratório. Além disso, estruturas muito detalhadas, afiladas ou até mesmo transparentes, como os apêndices segmentados dos besouros e as asas de borboletas, mariposas e libélulas, são difíceis de serem diferenciadas e tendem a formar modelos achatados, unidos ao fundo branco do estúdio.

Dessa forma, o presente estudo possibilitou a criação da primeira coleção virtual interativa de espécimes para aulas. Os modelos tridimensionais gerados estão sendo depositados na Coleção Virtual do Laboratório de Tecnologias Educacionais Disruptivas (LATED), disponíveis em <https://sketchfab.com/latedcapuerj> (figura 3). Concomitantemente, a coleção física é usada em aulas expositivas e interativas de ciências e biologia na Educação Básica com alunos do CAP-UERJ.

A técnica de escaneamento 3D desenvolvida foi, ainda, testada com espécimes de fósseis de uma coleção de Paleoiictologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, e com exemplares botânicos, obtendo sucesso nos escaneamentos. Alguns espécimes articulados e modelos fixos foram produzidos para atender às aulas do Ensino Fundamental I do CAP-UERJ, popularizando a nova coleção 3D desde os anos iniciais de escolaridade. Alguns espécimes foram adaptados para terem maior tamanho ou texturas diferentes, para atender ao ensino inclusivo no CAP-UERJ. Parcerias entre o LATED/CAP-UERJ têm sido iniciadas para criar réplicas físicas e virtuais de espécimes de coleções de outras instituições de ensino e pesquisa (e.g. Museu Nacional do Rio de Janeiro e Universidade do Estado do Rio de Janeiro).

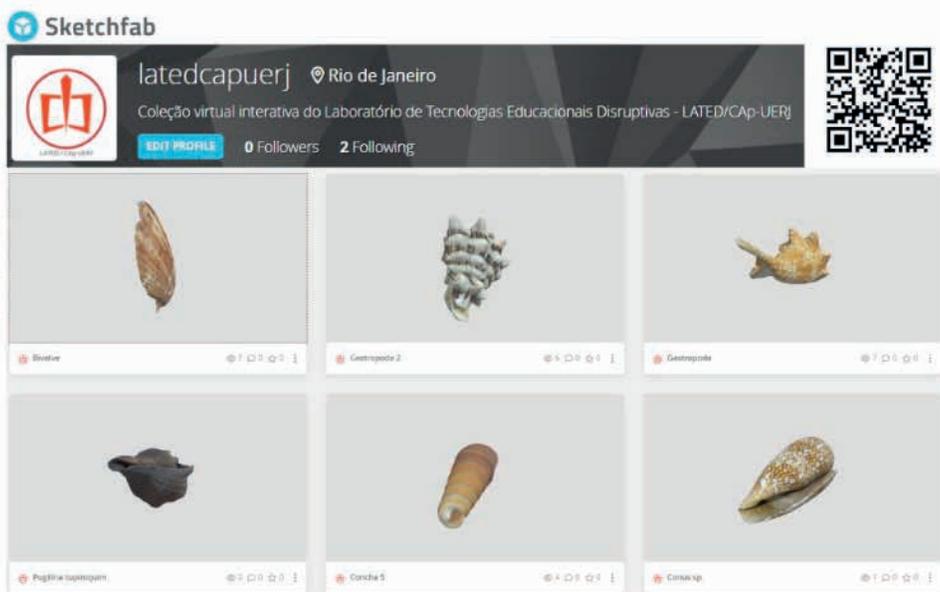


Figura 3. Coleção virtual interativa do LATED/CAP-UERJ na plataforma Sketchfab, disponível em <https://sketchfab.com/latedcapuerj>, com QRCode para acesso livre aos registros de espécimes.

O escaneamento 3D permitiu a produção de versões digitalizadas de espécimes da coleção biológica que podem ser editados e impressos em diversas dimensões. Portanto, os resultados sugerem que é possível melhorar a aquisição de imagens 3D e ainda produzir réplicas impressas (figura 4) de baixo custo que podem ser utilizadas em sala de aula.

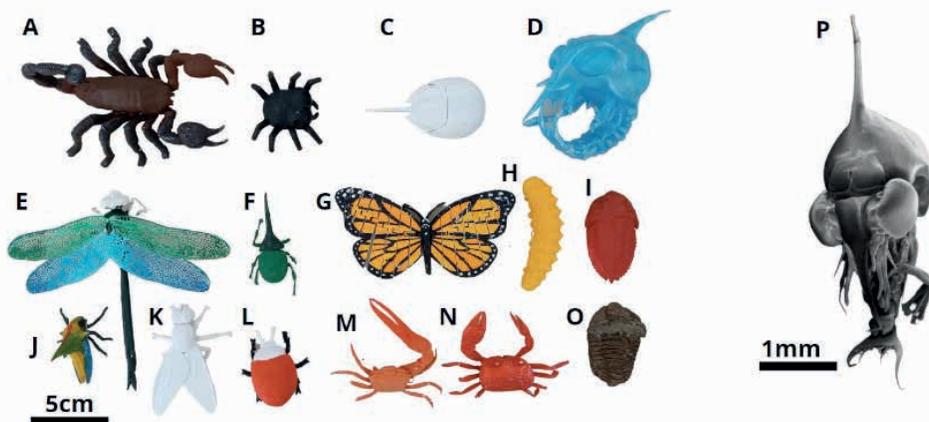


Figura 4: Espécimes da primeira Coleção 3D de artrópodes do CAP-UERJ, mostrando os modelos impressos para aulas práticas de seres vivos na Educação Básica, representados por (A) escorpião (Scorpionidae), (B) aranha papa-moscas (Saltidae), (C) *Limulus polyphemus* (Limulidae), larva de crustáceo *Callinectes sp.* (Portunidae), (E) libélula (Libellulidae), (F) besouro-hércules (Scarabeidae), borboleta-monarca *Danaus plexippus* (Nymphalidae) adulta (G) e sua fase lagarta (H) (cor parcial, ainda em preparação), (I) fóssil de trilobita *Asaphus sp.* (Asaphidae), (J) cigarrinha (Membracidae), (K) mosca-comum *Musca domestica* (Muscidae), (L) joaninha-vermelha *Cycloneda sanguinea* (Coccinellidae), (M) caranguejeos macho (M) e fêmea (N), (O) trilobita 3D (escaneado do fóssil original (I), MEV da larva de *Callinectes sp.*

4 | DISCUSSÃO

A partir do escaneamento, é possível estudar os exemplares de forma virtual e não invasiva em qualquer lugar, uma vez que as imagens interativas produzidas possibilitam uma visualização em 360 graus do objeto e a aproximação de estruturas em detalhe. Com o aprimoramento da técnica torna-se viável digitalizar não apenas coleções biológicas, mas também artefatos raros a fim de democratizar seu conhecimento. Tal aplicação possui grande relevância em casos de coleções muito sensíveis à deterioração (e.g. biológicas, paleontológicas e objetos únicos), quando há constante manuseio ou exposição dos exemplares a fatores que comprometam sua integridade. Por conta disso, diversas coleções ficam indisponíveis para o público, especialmente em escolas onde o manuseio pode ser frequente em aulas. O alto custo de digitalizadores tridimensionais frequentemente inviabiliza a criação de coleções virtuais, adicionado ao desconhecimento ou ausência de domínio da técnica. São necessários mais estudos para explorar todos os potenciais da digitalização 3D através de aplicativos. A técnica apresentada no presente trabalho, no entanto, mostrou-se extremamente acessível e de baixo custo para ser reproduzida.

O presente trabalho ressalta a importância de inserir o conhecimento de técnicas 3D de impressão e escaneamento na Educação Básica e em currículos de graduação (especialmente nas licenciaturas em biologia). Embora sejam acessíveis, essas técnicas ainda são incipientes na formação de alunos em escolas e de futuros professores. Diversas coleções didático-científicas podem ser estudadas presencial ou virtualmente preservando os caracteres dos exemplares. As técnicas sugeridas podem ser utilizadas em exemplares de coleções vulneráveis ao manuseio, como as paleontológicas, geológicas e de estruturas anatômicas frágeis. É possível escanear espécimes-tipo e exemplares raros, em qualquer coleção do mundo, para serem impressos para compor coleções de réplicas 3D em diversos tamanhos. Dessa forma, o presente trabalho sugere uma metodologia que colabora com a democratização e popularização da ciência, uma vez que possibilita novas coleções didático-científicas para serem utilizadas desde a Educação Básica. Além disso, a modelagem 3D possibilita criar exemplares com diversos tamanhos e texturas, possibilitando que alunos com baixa visão tenham acesso a espécimes raros que só estariam disponíveis em museus para visitação sem contato direto. Alunos neurodiversos (e.g. TEA, TDAH, autismo, altas habilidades) também podem se beneficiar das técnicas propostas, uma vez que podem aprender, desde os anos iniciais de escolaridade, como utilizar tecnologia 3D para criarem seus modelos e coleções biológicas virtuais, adaptadas às suas necessidades de aprendizado. O uso de tecnologias 3D, desde a Educação Básica à graduação, colabora com um ensino inclusivo e acessível, eu permite a iniciação científica de forma natural e o aprendizado investigativo através do estímulo à observação e conhecimento de seres vivos.

5 | CONCLUSÕES

O escaneamento 3D de espécimes de coleções apresentou-se eficaz para a criação de suas versões virtuais, aumentando a acessibilidade a exemplares que podem ser utilizados de forma didática ou para pesquisa em qualquer lugar. A técnica representa o primeiro passo que permitiu a criação da primeira coleção 3D virtual interativa de espécimes biológicos no CAP-UERJ, além de uma versão física para a primeira coleção zoológica didático-científica do CAP-UERJ

O presente estudo utiliza diferentes tecnologias para registrar dados de relevância taxonômica e sistemática de espécimes. Seu uso nas aulas práticas para a Educação Básica no CAP-UERJ permite estabelecer pontes entre pesquisa desenvolvida na universidade e o ensino no CAP-UERJ. A metodologia de escaneamento 3D desenvolvida se apresenta de baixo custo e pode ser utilizada em diversas coleções de importância científica.

REFERÊNCIAS

Cunha. M. B. Um museu em chamas: o caso do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Revista Ibero-Americana De Ciência Da Informação, volume 12, páginas 1-3, 2018.

Erolin. C.; Jarron. M; Csetenyi. L. J. Zoology 3D: Creating a digital collection of specimens from the D'Arcy Thompson Zoology Museum. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, volume 7, páginas 51-55, 2017.

Lipak. H.; Kunanets. N.; Pasichnyck V.; Veretennikova. N. Digitization Project for Historical and Cultural Heritage. Proceedings, volume 2, páginas 194-198, 2020.

Niven. L; Steele. T. E.; Finke. H.; Gernat. T.; Hublin. J. Virtual skeletons: using a structured light scanner to create a 3D faunal comparative collection. Journal of Archaeological Science, volume 36, páginas 2018-2023, 2009.

Papavero, N. Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica. Editora Unesp, São Paulo, 1994.

Santori, R. T.; Santos M. G. Ensino de Ciências e Biologia: um Manual Para Elaboração de Coleções Didáticas. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2015.

Santos. S. B. Socorro... Não existe tipo ou o tipo sumiu!. I Seminário sobre Gestão e Curadoria de Coleções Zoológicas da FioCruz, volume 1, páginas 46-48, 2011.

Silva, R. G; Santos, A. L.; Silva. M. L.; Carvalho. Y. K. Representação tridimensional de dentes de mamíferos e sua utilização como recurso didático na formação de professores de ciências e biologia. ENCITEC, volume 13, páginas 78-97, 2023.

Vivo. M.; Silveira. L. F.; Nascimento. F. O. Reflexões sobre coleções zoológicas, sua curadoria e a inserção dos Museus na estrutura universitária brasileira. Arquivos de Zoologia, volume 45, páginas 105-113, 2014.