

MORFOLOGIA E IMPRESSÃO 3D DO CRÂNIO E MANDÍBULA DA PACA (*Cuniculus paca* – LINNAEUS (1766))

Recebido em: 01/08/2025

Aceito em: 08/10/2025

DOI: 10.25110/arqvet.v28i1.2025-12270



Wilben Pereira Diniz¹

Nayana Jucá Diniz²

Andrey Luiz Lopes Cordeiro³

Patrick Carmona Marinho⁴

Matheus Porto Feres⁵

Yuri Karaccas de Carvalho⁶

RESUMO: A *Cuniculus paca* – Linnaeus (1766), é um roedor de hábitos noturnos e solitários, amplamente distribuído na América do Sul, com relevante importância ecológica e econômica. Contudo, o uso de peças anatômicas *in natura* para fins didáticos enfrenta limitações quanto ao acesso e à conservação. A tecnologia de impressão 3D surge como alternativa eficaz para produção de modelos anatômicos de baixo custo, possibilitando o estudo de espécies silvestres. O objetivo do estudo foi descrever o crânio e a mandíbula da paca por meio da criação de um modelo tridimensional (3D CMP). O estudo foi realizado em duas etapas: (1) escaneamento das peças ósseas *in natura* (crânio e mandíbula de paca macho adulto) e modelagem digital; (2) impressão 3D com tecnologia FDM, utilizando filamento ABS. Foram registrados os tempos de criação e impressão, quantidade de material utilizado, custos de produção, e realizada comparação visual e métrica entre as peças *in natura* e os modelos impressos. O 3D CMP apresentou alta fidelidade anatômica em relação às peças originais, assim como em relação às dimensões. O tempo total de criação foi de 5 horas, o de impressão de 14 horas, com uso de 88,55g de filamento ABS e custo total de US\$ 2,65. O 3D CMP demonstrou ser uma ferramenta viável e de baixo custo para ensino de morfologia e anatomia comparada, podendo ser utilizada para a promoção da educação ambiental e preservação da espécie. **PALAVRAS-CHAVE:** Educação 4.0; Tecnologia Educacional; Roedor.

¹ Doutorando em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental. Universidade Federal do Acre.

E-mail: wilbeend@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0083-0744>

² Mestrado em Ciência Animal. Universidade Federal do Acre.

E-mail: nay.juca@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7842-7245>

³ Doutorado em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental. Universidade federal do Acre.

E-mail: andrey.cordeiro@ufac.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0667-1086>

⁴ Graduando em Medicina Veterinária. Universidade Federal Fluminense.

E-mail: patrickcarmona123@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7646-1452>

⁵ Especialização em andamento em Estudos em Anestesiologia e Analgesia Veterinária (Faculdade Iguazu). Universidade Federal Fluminense.

E-mail: matheusferes@id.uff.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9041-5844>

⁶ Doutorado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres (USP). Universidade Federal Fluminense.

E-mail: yurikaraccas@id.uff.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5352-405X>

MORPHOLOGY AND 3D PRINTING OF THE PACA SKULL AND JAW (*Cuniculus paca* – LINNAEUS (1766))

ABSTRACT: The *Cuniculus paca* – Linnaeus (1766) is a nocturnal and solitary rodent, widely distributed in South America, with significant ecological and economic importance. However, the use of natural anatomical specimens for educational purposes faces limitations in terms of access and conservation. 3D printing technology has emerged as an effective alternative for producing low-cost anatomical models, enabling the study of wild species. The objective of this study was to describe the skull and mandible of a paca through the creation of a three-dimensional model (3D SMP). The study was conducted in two stages: (1) scanning of the natural bone specimens (skull and mandible of an adult male paca) and digital modeling; (2) 3D printing with FDM technology using ABS filament. Creation and printing times, amount of material used, and production costs were recorded, and visual and metric comparisons were made between the natural specimens and the printed models. The 3D SMP demonstrated high anatomical fidelity compared to the original parts, as well as its dimensions. The total creation time was 5 hours, the printing time was 14 hours, using 88.55g of ABS filament, and a total cost of US\$2.65. The 3D SMP has proven to be a viable and low-cost tool for teaching morphology and comparative anatomy, and can be used to promote environmental education and species preservation.

KEYWORDS: Education 4.0; Educational Technology; Rodent.

MORFOLOGÍA E IMPRESIÓN 3D DEL CRÁNEO Y MANDÍBULA DE PACA (*Cuniculus paca* – LINNAEUS (1766))

RESUMEN: El *Cuniculus paca* – Linnaeus (1766) es un roedor nocturno y solitario, ampliamente distribuido en Sudamérica, con significativa importancia ecológica y económica. Sin embargo, el uso de especímenes anatómicos naturales con fines educativos enfrenta limitaciones en términos de acceso y conservación. La tecnología de impresión 3D ha surgido como una alternativa efectiva para producir modelos anatómicos de bajo costo, permitiendo el estudio de especies silvestres. El objetivo de este estudio fue describir el cráneo y la mandíbula de un tepezcuintle mediante la creación de un modelo tridimensional (3D CMT). El estudio se realizó en dos etapas: (1) escaneo de los especímenes óseos naturales (cráneo y mandíbula de un tepezcuintle macho adulto) y modelado digital; (2) impresión 3D con tecnología FDM usando filamento ABS. Se registraron los tiempos de creación e impresión, la cantidad de material utilizado y los costos de producción, y se realizaron comparaciones visuales y métricas entre los especímenes naturales y los modelos impresos. El CMT 3D demostró una alta fidelidad anatómica en comparación con las piezas originales, así como sus dimensiones. El tiempo total de creación fue de 5 horas, el tiempo de impresión fue de 14 horas, utilizando 88,55 g de filamento ABS, con un costo total de US\$2,65. El CMT 3D ha demostrado ser una herramienta viable y de bajo costo para la enseñanza de morfología y anatomía comparada, y puede utilizarse para promover la educación ambiental y la preservación de especies.

PALABRAS CLAVE: Educación 4.0; Tecnología Educativa; Roedor.

1. INTRODUÇÃO

Cuniculus paca - Linnaeus, 1766 é encontrada principalmente na América do Sul. Esse roedor possui o corpo compacto, massa corporal entre 8,0 e 12,0 kg e tamanho aproximado de 60 a 80 cm, além de possuir uma pelagem variando do marrom a castanho-escuro com fileiras de manchas brancas ao longo do dorso e dos flancos. Essa espécie possui hábitos noturnos e solitários e suas fêmeas começam a se reproduzir após um ano de vida, com um tempo gestacional de 120 dias 150 dias (Altino *et al.*, 2023; Lima *et al.*, 2023; Howell *et al.*, 2024 Ribeiro, 2023; Sanchez-Reyes *et al.*, 2023).

Esses animais são hipsodontes e sua dieta baseia-se principalmente em frutos, folhas, raízes, tubérculos e sementes (Hosken *et al.*, 2021; Rios *et al.*, 2015). Esse grupo animal e exerce relevante função ecológica nas florestas, atuando diretamente na dispersão de sementes (Silva *et al.*, 2025).

A criação dessa espécie em cativeiro tem papel fundamental na economia, pois sua carne é consumida tradicionalmente pela população amazônica e muito valorizada como carne exótica em grandes centros urbanos. Já o seu couro possui grande demanda no mercado internacional (Sánchez-Mercado *et al.*, 2025). Buscando a redução na caça predatória, tem-se aperfeiçoado a criação e o manejo intensivo que favorece a conservação de áreas florestais e o aumento populacional da espécie (Hosken *et al.*, 2021; Lopes *et al.*, 2024).

Essa espécie é frequentemente estudada, seja por meio da descrição de sua anatomia, como: Baço (Ribeiro *et al.*, 2017); musculatura do membro torácico (Souza *et al.*, 2017); morfologia do órgão vomeronasal (Figueiredo *et al.*, 2018); descrição dos aspectos reprodutivos (Ribeiro *et al.*, 2017, Ribeiro *et al.*, 2023); ou por meio de apontamentos zootécnicos, como a criação em cativeiro (Correia *et al.*, 2016).

Por outro lado, o uso de modelos 3D para a busca do conhecimento em anatomia de animais domésticos e silvestres já é uma realidade no meio universitário (Nunez *et al.*, 2020). A produção de modelos impressos por meio desta tecnologia, propõe uma nova forma de ensinar (Neves *et al.*, 2020). Ademais, o emprego de peças *in natura* de animais silvestres para o ensino da anatomia é de difícil acesso e muitas vezes quando encontradas estão danificadas prejudicando a aprendizagem das estruturas anatômicas em questão (Chen *et al.*, 2025).

Vale salientar que, a produção de protótipos anatômicos de animais silvestres ainda é pouco explorada. A criação e a disponibilização dos arquivos desses modelos

tridimensionais incrementam o acervo desse tipo de material para o estudo da anatomia comparada, inclusive podendo ser utilizado por laboratórios localizados em locais que não possuem determinados animais presentes em sua fauna.

Desta forma, o objetivo desse estudo foi descrever o crânio e mandíbula da paca por meio da criação do modelo tridimensional (3D CMP) e compartilhar o arquivo para acesso de laboratórios que estudam a anatomia comparada, suprimindo a escassez de peças anatômicas da *Cuniculus paca* – Linnaeus (1766).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido junto ao Laboratório de Tecnologias Educacionais 3D da Universidade Federal do Acre (UFAC), o qual ocorreu em 2 etapas, a saber: 1. Escaneamento dos ossos in natura de paca e modelagem 3D; 2. Impressão e acabamento dos modelos 3D de crânio e mandíbula de paca (3D CMP). O protocolo de experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa Animal da Universidade Federal do Acre (CEUA-UFAC), protocolo número 59/16.

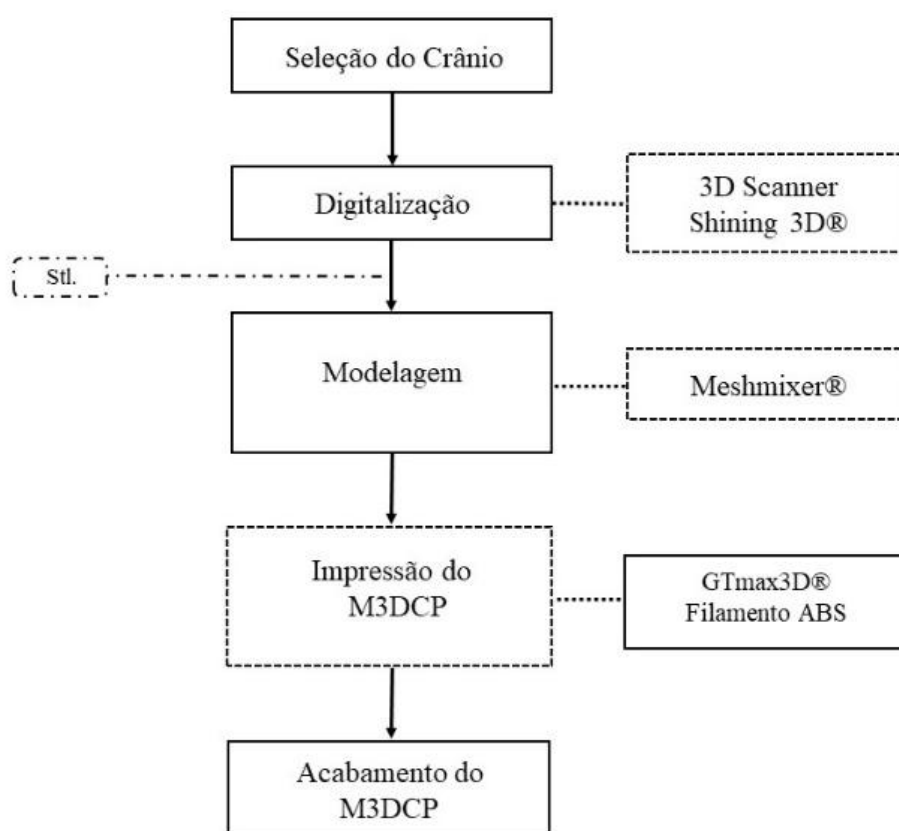


Figura 1: Fluxograma de criação dos M3DCP.

Fonte: acervo do autor.

2.1 Escaneamento dos ossos *in natura* de paca e modelagem 3D:

O estudo utilizou um conjunto de crânio/mandíbula de paca macho adulto proveniente do acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária da Universidade Federal do Acre. As peças ósseas anatômicas foram preparadas pelos processos de maceração e clareamento. Posteriormente, o crânio e a mandíbula *in natura* da paca foram digitalizados para se obter os respectivos arquivos no formato estereolitografia (.stl). A digitalização foi realizada utilizando um scanner tridimensional, EinScan-SP (Shining 3D®, Zhejiang, China).

Os arquivos digitalizados foram transferidos para um sistema de criação e manipulação tridimensional, Autodesk Meshmixer®, versão 3.1 (Autodesk Inc.®, Califórnia, Estados Unidos). Este software permitiu a correção das imagens geradas, usando ferramentas para excluir superfícies irregulares, suavizar malhas que formam o objeto, reduzir ruídos e preencher falhas que possam ter ocorrido durante o processo de digitalização.

2.2 Impressão e acabamento dos modelos 3D de crânio e mandíbula de paca (3D CMP):

O 3D CMP foi produzido usando uma impressora GT Max3D® Core A1V2 (GT Max Tecnologia Eletrônica Ltda, São Paulo, Brasil), que utiliza a tecnologia FDM (fusão por deposição de material) e material termoplástico de qualidade ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), com 99% preenchimento interno e espessura de camada de 0,15 mm.

Durante a produção do 3D CMP foram registrados os tempos de criação, tempos de impressão, quantidade de material utilizado e o custo da impressão. O tempo de criação correspondeu ao processo de digitalização e processamento da imagem nos softwares para obtenção dos arquivos para impressão. O tempo de impressão correspondeu ao período necessários para construção dos modelos. A quantidade de material utilizado correspondeu a massa total de filamento utilizado para construção da estrutura de apoio e da confecção de cada modelo. Já o custo de impressão correspondeu ao valor de produção de cada modelo, incluindo o gasto de filamento, energia elétrica e depreciação dos equipamentos utilizados. Foram excluídos no cálculo do custo, os valores referentes ao investimento inicial para aquisição dos equipamentos (escâner e impressora 3D).

As dimensões e as massas do crânio e mandíbula da paca *in natura* e dos 3D CMP foram medidos por um único observador usando um paquímetro digital e balança digital,

respectivamente. As estruturas anatômicas do crânio e mandíbula da paca *in natura* e dos 3D CMP foram analisadas e comparadas visualmente.

3. RESULTADOS

O crânio e mandíbula 3D apresentaram similaridade as peças *in natura*, evidenciando todos os ossos e grande parte das estruturas anatômicas. Ao aferir a peça *in natura* e 3D CMP (crânio) observou-se uma massa de 70,11 g e 73 g, respectivamente. O crânio *in natura* da paca e o 3D CMP (crânio) apresentaram as mesmas dimensões em comprimento e altura, correspondendo, respectivamente, a 13 e 7,5 cm.

Da mesma forma, o 3D CMP (mandíbula) apresentou semelhanças anatômicas quando comparado a mandíbula de paca *in natura*. A massa da mandíbula de paca *in natura* e o 3D CMP (mandíbula) foi 18,44g e 15,34g, respectivamente. As dimensões da mandíbula *in natura* e do 3D CMP (mandíbula) foram iguais, as quais corresponderam a 8,5 cm de comprimento e 5,3 cm de largura.

Durante as fases de produção dos 3D CMP registrou-se os valores referentes ao tempo de criação, ao tempo de impressão, à quantidade de material utilizado e ao custo de produção, os quais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Tempo de criação (Tc), Tempo de Impressão (Ti), Quantidade de material utilizado (Qmu) e Custo dos 3D CMP

3D CMP	Tc (h)	Ti (h)	Qmu (g)	Custo (US\$)
Crânio	4,5	11,0	70,11	2,10
Mandíbula	0,5	3,0	18,44	0,55
Total	5,0	14,0	88,55	2,65

(h) - Horas; (g) - Gramas; (US\$) - Dólar Americano.

O tempo de criação do 3D CMP foi composto pelo período de digitalização para obtenção do arquivo e manipulação do arquivo junto ao software modelagem Meshmixer®. Por se tratar de um crânio com bastante detalhes (proeminências e depressões) a digitalização e manipulação do arquivo demandou um tempo de 4 horas e 30 minutos. Já a criação do arquivo 3D da mandíbula da paca foi de apenas 30 minutos, inclusos a digitalização e manipulação. O tempo de impressão do 3D CMP foi de quatorze (14) horas, dos quais onze (11) horas para impressão do modelo de crânio de paca e três (3) horas para a impressão do modelo de mandíbula de paca.

O 3D CMP (crânio) representou as seguintes estruturas anatômicas observadas na vista dorsal: Nasal; Regiões frontal e temporal; Cristas temporais; Crista sagital; Arco Zigomático; Esquamosal (temporal); Processos pós-orbitais; Fossas temporais; Frontal; Interparietal; Órbitas; Parietal; Projeções lacrimais maiores. Já na vista ventral foi possível observar a representação das estruturas anatômicas: Alisfenóide; Basisoccipital; Coana; Cêndilo occipital; Esfenóide; Forame magno; Incisivo; Molar; Maxilar; Palatino; Pré-molar; Pré-maxilar; Pterigóide; Bolhas auditivas; Forames incisivos; Vômer (Figura 2).

Apesar do 3D CMP (crânio) apresentar semelhança à peça *in natura*, não foi possível visualizar as seguintes estruturas anatômicas na vista dorsal as suturas cranianas. Já na vista ventral não foi possível observar a representação dos sulcos da coroa dos dentes pré-molares e molares. A representação do basioccipital pode ser vista parcialmente na vista ventral.

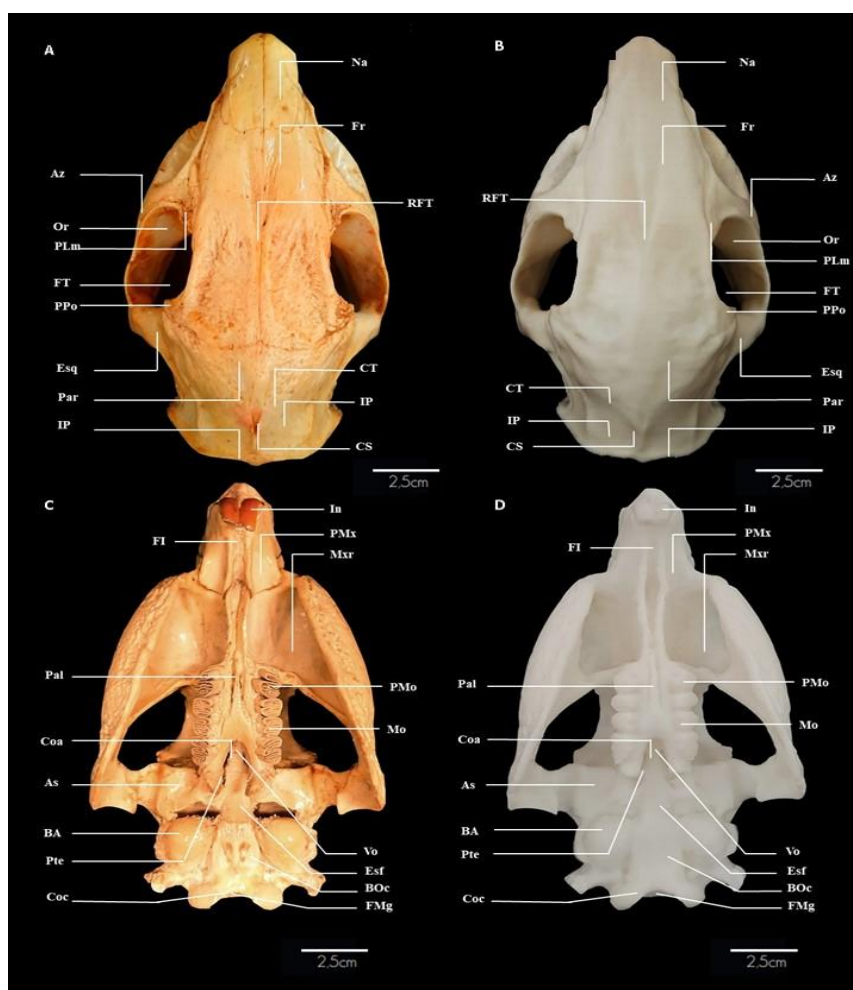


Figura 2: (A). Vista dorsal do crânio da paca *In natura* (B). Vista dorsal do crânio do M3DCP. (Na). Nasal; (RFT). Regiões frontal e temporal; (CT). Cristas temporais; (CS). Crista sagital; (Az). Arco Zigomático; (Esq). Esquamosal (temporal); (PPO). Processos pós-orbitais; (FT). Fossas temporais; (Fr). Frontal; (IP). Interparietal; (Or). Órbitas; (Par). Parietal; (PLm). Projeções lacrimais maiores. (C). Vista ventral do crânio da paca *In natura* (D). Vista ventral do crânio do M3DCP. (As). Alisfenóide; (BOc). Basisoccipital; (Coa). Coana; (COC). Cêndilo occipital; (Esf). Esfenóide; (FMg). Forame magno; (In). Incisivo; (Mo). Molar; (Mxr). Maxilar; (Pal). Palatino; (PMo). Pré-molar; (PMx). Pré-maxilar; (Pte). Pterigóide; (BA). Bolhas auditivas; (FI). Forames incisivos; (Vo). Vômer. BAR- 2.5cm.

Fonte: acervo do autor.

Já na vista lateral, rostral e caudal do 3D CMP (crânio), todas as estruturas anatômicas possuíram reprodução fidedigna. Observou-se em vista lateral do 3D CMP (crânio) as estruturas: Jugal (zigomático); Maxilar; Tribuna; Nasal; Pré-maxilar; Esquamosal (temporal); Meato auditivo; Parietal; Processo jugal-frontal; Incisivo; Frontal. Na vista rostral por sua vez, foram observadas as representações das estruturas anatômicas: Frontal; Nasal; Jugal (zigomático); Incisivo; Fossas temporais; Arco

Zigomático. E na vista caudal observou-se as representações das estruturas anatômicas: Supraoccipital; Forame magno; Exoccipital; Côndilo occipital (Figura 3).

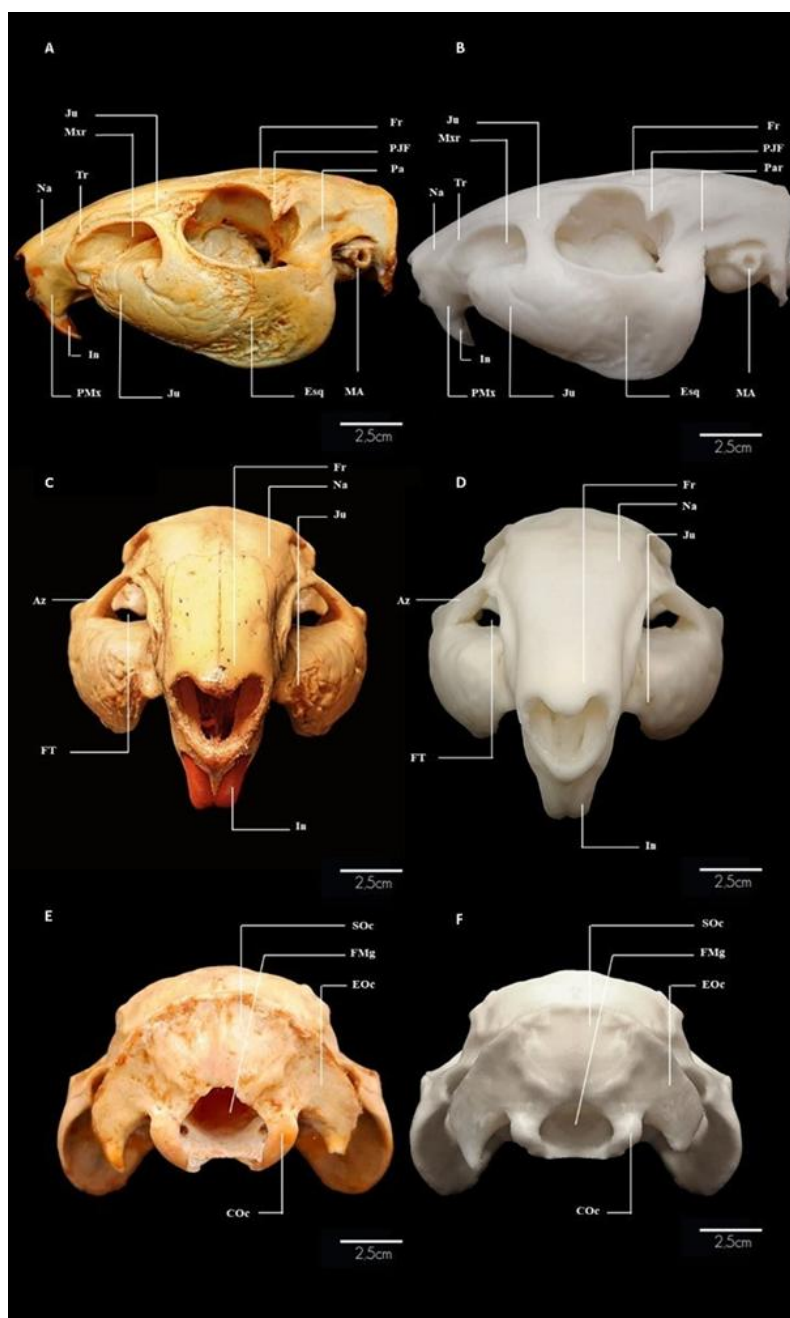


Figura 3: (A). Vista lateral do crânio da paca *In natura*. (B). Vista lateral do crânio do M3DCP. (Ju). Jugal (zigomático); (Mxr). Maxilar; (Tr). tribuna; (Na). Nasal; (PMx). Pré-maxilar; (Esq). Esquamosal (temporal); (MA). Meato auditivo; (PPT). Processos paraoccipitais de tanger; (Par). Parietal; (PJJ). Processo jugal-frontal; (In). Incisivo; (Fr). Frontal. (C). Vista rostral do crânio da paca *In natura*. (D). Vista rostral do crânio do M3DCP. (Fr). Frontal; (Na). Nasal; (Ju). Jugal (zigomático); (In). Incisivo; (FT). Fossas temporais; (Az). Arco Zigomático. (E). Vista caudal do crânio da paca *In natura*. (E). Vista caudal do crânio do 3D CMP. (SOc). Supraoccipital; (FMg). Forame magno; (EOc). Exoccipital; (COc). Côndilo occipital. BAR- 2.5cm.

Fonte: acervo do autor.

Na vista dorsal e ventral do 3D CMP (mandíbula) foi possível a visualização fidedigna das principais estruturas anatômicas presentes na peça *in natura*, com exceção dos sulcos das coroas dentárias dos pré-molares e molares em vista ventral. Ademais, observou-se a representação incompleta da sínfise mandibular. Na vista dorsal do 3D CMP (mandíbula) foi possível observar a representação das estruturas anatômicas: Incisivo; Sínfise mandibular; Pré-molar; Molar; Processo coronóide. E na vista ventral a representação das estruturas anatômicas: Incisivo; Pré-molar; Molar; Processo coronóide; Processo angular (Figura 4).

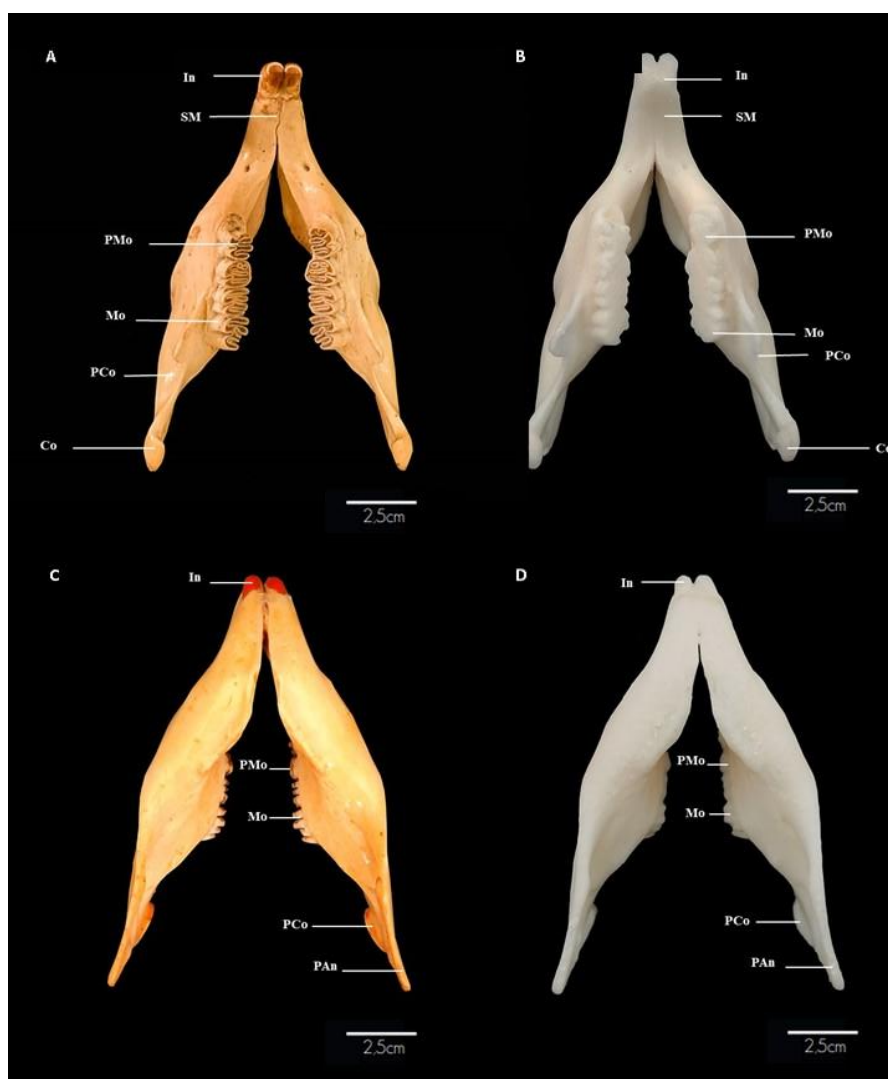


Figura 4: (A). Vista dorsal da mandíbula da paca *In natura* (B). Vista dorsal da mandíbula do 3D CMP. (In). Incisivo; (SM). Sínfise mandibular; (PMo). Pré-molar; (Mo). Molar; (PCo). Processo coronóide; (Co). Cândialo. (C). Vista ventral da mandíbula da paca *In natura* (D). Vista ventral da mandíbula do M3DCP. (In). Incisivo; (PMo). Pré-molar; (Mo). Molar; (PCo). Processo coronóide; (Pan). Processo angular. BAR- 2.5cm.

Fonte: acervo do autor.

Na vista lateral do 3D CMP (mandíbula) foi possível visualizar as representações das estruturas anatômicas: Incisivo; Processo angular; Dentário; Fossa massetérica; Pré-molar; Processo coronóide; Cêndilo. Na vista rostral: Processo coronóide; Cêndilo; Pré-molar; Incisivo; Dentário. E na vista caudal: Incisivo; Pré-molar; Molar; Processo coronóide; Cêndilo; Processo angular (Figura 5).

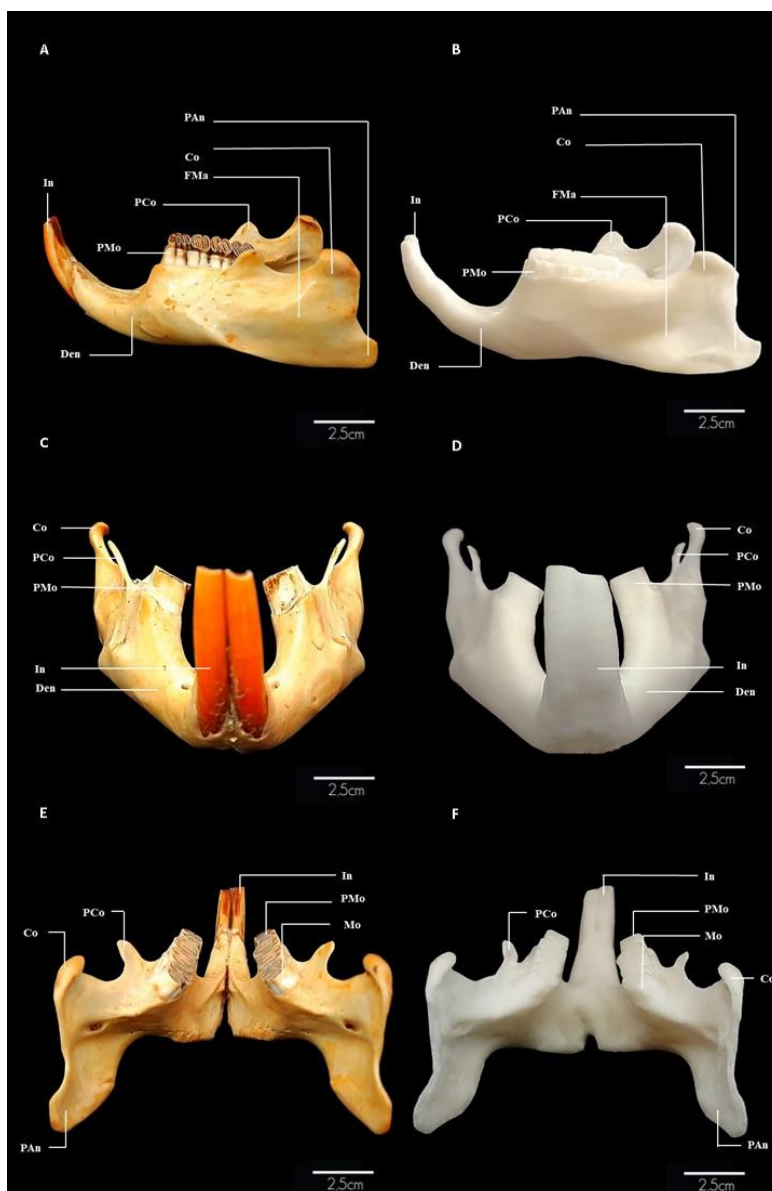


Figura 5: (A). Vista lateral da mandíbula da paca *In natura* (B). Vista lateral da mandíbula do 3D CMP. (In). Incisivo; (Pan). Processo angular; (Den). Dentário; (FMa). Fossa massetérica; (PMo). Pré-molar; (PCo). Processo coronóide; (Co). Cêndilo. (C). Vista rostral da mandíbula da paca *In natura* (D). Vista rostral da mandíbula do 3D CMP. (PCo). Processo coronóide; (Co). Cêndilo; (PMo). Pré-molar; (In). Incisivo; (Den). Dentário. (E). Vista caudal da mandíbula da paca *In natura* (F). Vista caudal da mandíbula do 3D CMP. (In). Incisivo; (PMo). Pré-molar; (Mo). Molar; (PCo). Processo coronóide; (Co). Cêndilo; (Pan). Processo angular. BAR- 2.5cm.

Fonte: acervo do autor.

4. DISCUSSÃO

O emprego da tecnologia 3D para reprodução de modelos anatômicos de animais silvestres ajuda a incrementar o seu uso no estudo da anatomia comparada. O uso comparado de peças anatômicas auxilia o entendimento de como um determinado gênero possui características morfológicas macroscópicas que ajudaram sua adaptação a um ambiente diferente (De Castro *et al.*, 2022).

Vale destacar que, o uso de modelos didáticos 3D criados a partir de animais silvestres auxilia na divulgação científica de espécies que são restritas a determinados biomas e que impactam diretamente na conscientização das pessoas e na preservação da espécie. Estudos demonstram que quando as pessoas conhecem melhor determinados animais passam a se identificar mais com eles, entendem sua importância dentro de um determinado ecossistema e consequentemente tendem a querer preservá-lo (Moura *et al.*, 2023; Martins *et al.*, 2025).

A criação de modelos 3D a partir de animais silvestres tem a finalidade de gerar material didático para o uso na educação ambiental, uma vez que podem contribuir aumentando o acervo dessas espécies em espaços formais (escolas) e não formais (parques e museus) de ensino de ciências. Nesse sentido, nosso estudo corrobora a ideia de que a criação e o armazenamento desses arquivos 3D formam um acervo virtual de modelos imprimíveis, os quais podem ser utilizados na educação ou na pesquisa (Li *et al.*, 2025).

Os modelos 3D são capazes de reproduzir de forma fidedigna a morfologia do animal vista em peças *in natura*, fornecendo visualização das estruturas anatômicas. Estudos realizados evidenciaram que o uso de modelos 3D de um cão e de um equino, em salas de aula, não resultou em desvantagens quando comparado a peças *in natura* (Nunez *et al.*, 2020).

A etapa de digitalização foi de extrema importância para o desenvolvimento do estudo, uma vez que possibilitou a geração de imagens de alta qualidade necessárias para o desenvolvimento dos 3D CMP. Essas imagens permitiram que os principais pontos de representação do crânio e da mandíbula de paca *in natura* fossem preservados. Esses achados corroboram com os estudos de Li *et al.* (2018) que ao produzir três modelos 3D (costela, fêmur e vertebra cervical de um bovino) e Lima *et al.* (2019) ao produzir uma mandíbula canina 3D, descrevem e enfatizam que a precisão e a qualidade da digitalização influenciam no processo de criação de modelos anatômicos.

O tempo de criação dos 3D CMP foi de 5.0 horas e representou basicamente a digitalização do crânio e da mandíbula de paca *in natura*. A manipulação das imagens geradas pelo escâner 3D se restringiu a formatação de detalhes como incremento de depressões e proeminências presentes na superfície óssea como por exemplo na sínfise mandibular. A perda de detalhes na criação de modelos de crânio 3D durante o processo de digitalização e a necessidade de ajustes por meio de programas de modelagem é frequente devido à baixa acurácia do escâner ótico 3D (Thomas *et al.*, 2016; Costello *et al.*, 2024).

Os dentes superiores e inferiores dos 3D CMP também perderam detalhes principalmente na face oclusal a qual é muito pronunciada no crânio de paca. A dificuldade de representação da anatomia dental durante o processo de criação de modelos 3D que contêm essa estrutura é frequente e já foi descrita anteriormente (Lima *et al.*, 2019).

O tempo total de impressão dos 3D CMP (aproximadamente 14 horas) foi considerado alto, quando comparado a impressão de um modelo 3D de crânio canino (7 horas) (Daungsupawong *et al.*, 2025). Entretanto, vale se destacar que esse tempo pode ser justificado pelas configurações utilizadas durante nosso estudo (preenchimento interno do modelo, espessura de camada, temperatura e estruturas de suporte), as quais elevam o tempo de impressão, mas influenciam positivamente na precisão e na qualidade da impressão dos modelos criados (Daungsupawong *et al.*, 2025).

O custo de produção dos 3D CMP foi relativamente baixo, quando excluído o investimento inicial nos equipamentos de digitalização e impressão. Nesse estudo foram utilizados 88,55g de filamento a um custo de que não excedeu a US\$ 2,65. Esses parâmetros utilizados para o cálculo no custo de produção também foram adotados em outros estudos e que referendam após o investimento inicial em equipamentos de digitalização e impressão, o custo de produção de modelos 3D torna-se baixo (Lima *et al.*, 2019; Nunez *et al.*, 2020).

A impressão do 3D CMP obteve tempo de 14,17 horas, com gasto de 88,55g de filamento ABS, semelhante ao peso da peça *in natura*. MASSARI (2019) utilizou 21,47g de filamento ABS e impressão com tempo de 3 horas no modelo 3D do crânio do gambá. LIMA *et al.* (2019), gastou um tempo de 10,6 horas na impressão e 150,1g de filamento. O tempo de impressão de peças 3D podem variar de acordo com o tamanho e a riqueza de detalhes que o arquivo digital possui (Thomas *et al.*, 2016; Costello *et al.*, 2024).

A mensuração do tamanho do crânio *in natura* e do 3D CMP apresentaram medidas similares, sendo: 13 cm de altura e 7,5 cm de largura. O resultado do tamanho do modelo é considerado satisfatório em comparação ao estudo realizado por MASSARI et al. (2019), apresentando no crânio de um Gambá 3D uma medida equivalente 9,5 cm de altura e 5,0 de largura também semelhante ao tamanho da peça *in natura*. Contudo Thomas et al. (2016) e Costello et al. (2024) evidenciam que a diferença entre as dimensões da peça *in natura* é maior em relação a reprodução em 3D no momento da impressão.

Os 3D CMP também podem fomentar o banco de dados, de forma que qualquer pessoa ou instituição de ensino interessado possa ter acesso a ele. Esses achados corroboram com outros estudos que também compartilharam suas criações em plataforma digital Thingiverse®, como por exemplo um modelo de conduto auditivo 3D (Nibblett et al., 2017).

5. CONCLUSÃO

O 3D CMP demonstrou ser uma ferramenta viável e de baixo custo para ensino de morfologia e anatomia comparada, podendo ser utilizada para a promoção da educação ambiental e preservação da espécie.

REFERÊNCIAS

ALTINO, V. S. et al. Validation of complementary non-invasive tools for stress assessment in captive lowland pacas (*Cuniculus paca*). **Animals**, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10936349/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

CHEN, Y. et al. Sectional Anatomy with Micro-Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the Abdomen of the Paca (*Cuniculus paca*). **Journal of Veterinary Science & Medicine**, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12071047/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

CORREIA, F. C. S. et al. Criação de pacas (*Cuniculus paca*) como alternativa de diversificação de produção e renda em Rio Branco – Acre. **Arquivo Veterinária e Zoologia. UNIPAR**, Umuarama, v. 19, n. 2, p. 81-89, 2016.

COSTELLO, L. F. et al. Applying 3D surface scanning technology to create photorealistic three-dimensional printed replicas of human anatomy. **Future Sci OA**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 2381956, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11323862/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

DAUNGSUPAWONG, H.; WIWANITKIT, V. Aplicação da impressão 3D na ciência veterinária. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034528825000451>. Acesso em: 12 jun. 2025.

DE CASTRO, A. S. *et al.* Uso da modelagem no ensino do Filo Arthropoda: um relato para o ensino de Ciências. **Praxis**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://unifoa.emnuvens.com.br/praxis/article/download/4017/2935/14925>. Acesso em: 12 jun. 2025.

HOSKEN, F. M. *et al.* Experimental ethology of intensively reared lowland pacas (*Cuniculus paca*). **ResearchGate**, [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352675794_Experimental_ethology_of_intensively_reared_lowland_pacas_Cuniculus_paca. Acesso em: 12 jun. 2025.

HOWELL, S. *et al.* Mammal species biodiversity in a Costa Rican protected tropical rainforest environment. **Int J Avian & Wildlife Biol.**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 35-43, 2024. Disponível em: <https://medcraveonline.com/IJAWB/mammal-species-biodiversity-in-a-costa-rican-protected-tropical-rainforest-environment.html>. Acesso em: 12 jun. 2025.

LI, F. *et al.* Production of accurate skeletal models of domestic animals using three-dimensional scanning and printing technology. **Anatomical Sciences Education**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 73-80, 15 set. 2018.

LI, Y. *et al.* 3D Printing for Accessible Education: A Case Study in Assistive Technology. **ACM Transactions on Accessible Computing**, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3706598.3713689>. Acesso em: 12 jun. 2025.

LIMA, A. F. D. *et al.* Object Play as a Positive Emotional State Indicator for Farmed Spotted Paca (*Cuniculus paca*). **Animals**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 78, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/1/78>. Acesso em: 12 jun. 2025.

LIMA, A. S. L. *et al.* Printing 3D models of canine jaw fractures for teaching undergraduate veterinary medicine. **Acta Cirúrgica Brasileira**, [S. l.], v. 34, n. 9, e201900906, 2019.

LOPES, A. L. C. *et al.* Effect of different feeding regimes on cecotrophy behavior and retention of solute and particle markers in the digestive tract of paca (*Cuniculus paca*). **ResearchGate**, [S. l.], 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327266660_Effect_of_different_feeding_regimes_on_cecotrophy_behavior_and_retention_of_solute_and_particle_markers_in_the_digestive_tract_of_paca_Cuniculus_paca. Acesso em: 12 jun. 2025.

MARTINS, J. A. *et al.* Do mammals use human-modified landscapes? A survey of medium and large-sized mammals in the Atlantic Forest, Brazil. **Oecologia**, [S. l.], 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13364-025-00799-w>. Acesso em: 12 jun. 2025.

MASSARI, C. H. A. L. *et al.* Volumetric Computed Tomography Reconstruction, Rapid Prototyping and 3D Printing of Opossum Head (*Didelphis albiventris*). **International Journal of Morphology**, [S. l.], v. 37, p. 838-844, 2019.

MOURA, E. F. *et al.* Activity pattern of *Cuniculus paca* (Rodentia: Cuniculidae) in relation to lunar cycle and anthropogenic disturbance in southern Amazonia. **Zoologia**, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/zool/a/s8p4g6DsxPfkyny8yyGcQd/?lang=en>. Acesso em: 12 jun. 2025.

NEVES, E. C. D. *et al.* 3D anatomical model for teaching canine lumbosacral epidural anesthesia. **Acta Bras Cir.**, [S. l.], 2020. Disponível em: <http://vetjournal.ankara.edu.tr/tr/download/article-file/1546848>. Acesso em: 12 jun. 2025.

NIBBLETT, B. M. *et al.* Design and Validation of a Three-Dimensional Printed Flexible Canine Otoscopy Teaching Model. **Society for Simulation in Healthcare**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 91-95, 2017.

NUNEZ, A. L. *et al.* 3D printing of canine hip dysplasia: anatomic models and radiographs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342743465_3D_printing_of_canine_hip_dysplasia_anatomic_models_and_radiographs. Acesso em: 12 jun. 2025.

RIBEIRO, F. I. *et al.* Morfologia e topografia do baço da paca (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S. l.], v. 37, n. 10, p. 1177-1180, 2017.

RIBEIRO, V. M. F. *et al.* Synchronization of estrus in paca (*Cuniculus paca* L.): possible impacts on reproductive and productive parameters. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, [S. l.], v. 54, n. 1, p. 27-35, 2017.

RIBEIRO, V. R. *et al.* Semen collection using electroejaculation and sperm parameters in pacas (*Cuniculus paca*, Linnaeus, 1766). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/whZW8cGrcJ6ghXRNDkcFGcT/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

RIOS, E. R. *et al.* Economic, Ecological, and Social Valuing of the *Cuniculus Paca* (*Agouti paca*) in the Ecuadorian Amazon. **Journal of Environmental Biology**, [S. l.], 2015. Disponível em: <https://journals.econsocieties.com/index.php/JEB/article/view/537>. Acesso em: 20 maio 2025.

SANCHEZ-REYES, M. *et al.* Human footprint effects on the distribution of the spotted lowland paca (*Cuniculus paca*). **Therya**, [S. l.], 2023. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-33642023000100075&script=sci_arttext. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVA, A. L. *et al.* Community of medium and large mammals in a heterogeneous environment in South-Western Amazonia. **ResearchGate**, [S. l.], 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/392462469_Community_of_medium_and_large_mammals_in_a_heterogeneous_environment_in_South-Western_Amazonia. Acesso em: 25 maio 2025.

SOUZA, R. G. *et al.* Macroscopic description of thoracic member musculature in *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766) (Rodentia, Cuniculidae). **Revista Biotemas**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 43-50, 2017.

THOMAS, D. B. *et al.* 3D scanning and printing skeletal tissues for anatomy education. **Journal of Anatomy**, [S. l.], v. 229, n. 3, p. 473-481, 5 maio 2016.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Wilben Diniz: Aquisição e procedimentos técnicos. Análise e interpretação de dados. Redação do manuscrito

Nayana Jucá: Aquisição e procedimentos técnicos.

Andrey Luis Lopes Cordeiro: Redação do manuscrito

Patrick Carmona Marinho: Aquisição e procedimentos técnicos.

Matheus Porto: Aquisição e procedimentos técnicos.

Yuri Karaccas de Carvalho: Análise e interpretação de dados, redação do manuscrito e aprovação final.