



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CAMPUS UFRJ DUQUE DE CAXIAS PROFESSOR
GERALDO CIDADE**



ESTÉFANO ADRIÁN VIDAL MANSILLA

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOLÓGICA DA GLÂNDULA
ODORÍFERA VENTRAL DO RATO-DA-TAQUARA *KANNABATEOMYS*
AMBLONYX (RODENTIA: ECHIMYIDAE) A PRIMEIRA ABORDAGEM**

Duque de Caxias

2024

ESTÉFANO ADRIÁN VIDAL MANSILLA

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOLÓGICA DA GLÂNDULA ODORÍFERA
VENTRAL DO RATO-DA-TAQUARA KANNABATEOMYS AMBLYONYX
(RODENTIA: ECHIMYIDAE) A PRIMEIRA ABORDAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus
Duque de Caxias, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de bacharelado em
Ciências Biológicas: Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. William Côrrea Tavares.

Duque de Caxias

2024

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOLÓGICA DA GLÂNDULA ODORÍFERA
VENTRAL DO RATO-DA-TAQUARA KANNABATEOMYS AMBLYONYX (RODENTIA:
ECHIMYIDAE) A PRIMEIRA ABORDAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus
Duque de Caxias, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de bacharelado em
Ciências Biológicas: Biotecnologia.

Rio de Janeiro, 12 de Julho de 2024.

Prof. Dr. William Corrêa Tavares

Prof. Dr. Ana Paula Santos
da Silva de Oliveira

Prof. Dr. Leila Maria Pessoa

Prof. Dr. Alinny Rosendo Isaac

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao meu orientador, Professor William, pela excepcional orientação, sabedoria e apoio constante ao longo desta jornada acadêmica. Sua amizade e valiosas contribuições foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Ao Grupo de Estudos da Evolução dos Mamíferos (GEEM) do Campus UFRJ Duque de Caxias, desejo expressar minha sincera gratidão pelo ambiente colaborativo, discussões enriquecedoras e pela oportunidade de fazer parte de uma comunidade dedicada à pesquisa.

Estendo meus agradecimentos calorosos aos meus pais, Roxana e Sergio, pela constante inspiração, amor incondicional e apoio durante todo o percurso acadêmico. Sem o seu suporte, esta conquista não seria possível.

À minha querida amiga, Nono (Noëlie), por sua amizade constante e valiosa ajuda com a modelagem 3D, expresso minha mais profunda gratidão.

À Cusi, por me acompanhar apesar da distância, agradeço de coração por sua presença e apoio durante todo o processo.

A meu irmão, Sergio, expresso minha gratidão por seu apoio econômico em momentos difíceis. Sua generosidade foi fundamental para superar os desafios ao longo desta jornada.

A Luis e Antony, meus amigos incondicionais desde a infância, expresso minha profunda gratidão por sua amizade e apoio constante ao longo dos anos.

A Joice e Igor, pela companhia e pelos bons momentos compartilhados, agradeço de coração por tornarem esta jornada ainda mais significativa.

Ao Professor Henrique Castro, do Vidya Mandir, agradeço por compartilhar seu profundo conhecimento em filosofia védica, enriquecendo minha compreensão e perspectiva ao longo desta jornada acadêmica.

A todos os colegas e amigos de curso, cuja amizade e colaboração tornaram esta experiência mais significativa, expresso minha sincera gratidão. Cada interação contribuiu para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho. Cada conselho, encorajamento e apoio foram fundamentais para o alcance deste objetivo.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

Os organismos apresentam mecanismos de biocomunicação baseados na emissão e na recepção de estímulos químicos que disparam mudanças fisiológicas no indivíduo receptor. Independentemente linhagens de mamíferos evoluíram mecanismos de comunicação baseados em feromônios, com estruturas anatômicas especializadas para sua produção e emissão. No rato-da-taquara *Kannabateomys amblyonyx*, uma espécie arbórea endêmica da Mata Atlântica, há uma glândula tegumentar ventral que se esfrega contra colmos de bambu impregnando-os com uma substância odorífera. A estrutura anatômica e histológica, e o papel biológico dessa glândula são desconhecidos. Aqui procuramos descrever anatomicamente e histologicamente a glândula odorífera de *K. amblyonyx*. Três machos e três fêmeas adultas foram coletados e suas glândulas foram extraídas com bisturi imediatamente após sua morte, fixadas em formalina 10% por 48 horas e conservadas em etanol 70%. As amostras histológicas foram desidratadas em etanol, diafanizadas em xilol, emblocadas em parafina, cortadas com micrótomo em espessuras de 7 e 10 μm , e coradas com hematoxilina e eosina. A glândula odorífera revelou-se similar em ambos os sexos, posicionada no abdômen, imediatamente posterior ao esterno, com comprimento médio de 26,43 mm (DP=6,04) e largura de 3,36 mm (DP=0,85), sendo desprovida de pelos, granulada em alto relevo e estreitando-se de forma gradual em direção à extremidade posterior. Os cortes histológicos mostram um tegumento de aproximadamente 1200 μm de espessura. A epiderme, fortemente corada por hematoxilina e com espessura média de 25 μm , variando de 10 até 45 μm , apresenta superfície irregular, com fossas ramificadas com até 250 μm de profundidade e 40 μm de diâmetro. O tecido conjuntivo frouxo subjacente, correspondendo à maior parte da derme, é corado fortemente por eosina e tem espessura entre 30 e 113 μm . Mergulhado na derme, aproximadamente a 500 μm de profundidade, encontra-se uma seção com afinidade à hematoxilina contendo aglomerados de ácinos serosos aproximadamente elípticos, compostos por lobos multicelulares com diâmetro entre 50 e 100 μm . Dutos glandulares, cujas paredes têm coloração similar a dos ácinos e lúmen de 14 a 30 μm de diâmetro, encontram-se dispersos na derme e são mais frequentes na região imediatamente abaixo das fossas epidérmicas. A disposição e a coloração dos aglomerados sugerem uma estrutura tridimensional acinosa composta ramificada, similar a glândulas holócrinas com dutos convolutos abrindo-se nas fossas epidérmicas. Glândulas odoríferas com estrutura serosas são recorrentes em várias linhagens de mamíferos, incluindo a glândula anal do equimídeo *Trinomys yonenagae*; entretanto, nesta espécie há um revestimento muscular, o qual está ausente na glândula ventral do *K. amblyonyx*. Futuramente serão aplicadas outras técnicas histoquímicas e microscopia eletrônica para melhor caracterização da glândula aqui estudada.

Palavras-chave: Biocomunicação, Caviomorpha, Feromônios, Glândula Holócrina, Histologia da Pele, Tegumento.

ABSTRACT

Organisms have mechanisms of biocommunication based on the emission and reception of chemical stimuli that trigger physiological changes in the receiving individual. Independent lineages of mammals have evolved communication mechanisms based on pheromones, with specialized anatomical structures for their production and emission. In the bamboo rat *Kannabateomys amblyonyx*, an arboreal species endemic to the Atlantic Forest, there is a ventral tegumental gland that rubs against bamboo stalks, impregnating them with an odorous substance. The anatomical, histological structure, and biological role of this gland are unknown. Here, we aim to anatomically and histologically describe the odoriferous gland of *K. amblyonyx*. Three adult males and three females were collected, and their glands were extracted with a scalpel immediately after their death, fixed in 10% formalin for 48 hours, and preserved in 70% ethanol. Histological samples were dehydrated in ethanol, cleared in xylene, embedded in paraffin, cut with a microtome at thicknesses of 7 and 10 μm , and stained with hematoxylin and eosin. The odoriferous gland was similar in both sexes, positioned in the abdomen, immediately posterior to the sternum, with an average length of 29.5 mm (± 4.0) and a width of 2.9 mm (± 0.2), devoid of hair, granulated in high relief, and gradually tapering towards the posterior end. Histological sections showed a tegument approximately 1200 μm thick. The epidermis, strongly stained by hematoxylin and with an average thickness of 25 μm , ranging from 10 to 45 μm , presents an irregular surface, with branched fossae up to 250 μm deep and 40 μm in diameter. The loose connective tissue underneath, corresponding to the majority of the dermis, is strongly stained with eosin and has a thickness between 30 and 113 μm . Submerged in the dermis, approximately 500 μm deep, there is a section with an affinity for hematoxylin containing clusters of approximately elliptical serous acini, composed of multicellular lobes with a diameter between 50 and 100 μm . Glandular ducts, whose walls have a coloration similar to that of the acini and a lumen diameter of 14 to 30 μm , are dispersed in the dermis and are more frequent in the region immediately below the epidermal fossae. The arrangement and coloration of the clusters suggest a branched, three-dimensional acinous structure, like holocrine glands with convoluted ducts opening into the epidermal fossae. Odoriferous glands with serous structure are found in various lineages of mammals, including the anal gland of *Trinomys yonenagae*; however, in this species, there is an absence of muscular coating in the ventral gland of *K. amblyonyx*. In the future, other histochemical techniques and electron microscopy will be applied for a better characterization of the gland studied here.

Keywords: Biocommunication, Caviomorpha, Holocrine Gland, Integument, Pheromones, Skin Histology.

RESUMEN

Los organismos presentan mecanismos de biocomunicación basados en la emisión y recepción de estímulos químicos que desencadenan cambios fisiológicos en el individuo receptor. Diferentes linajes de mamíferos han evolucionado mecanismos de comunicación basados en feromonas, con estructuras anatómicas especializadas para su producción y emisión. En la rata-de-bambú *Kannabateomys amblyonyx*, una especie arbórea endémica de la Mata Atlántica, hay una glándula tegumentaria ventral, la cual es frotada contra los tallos de bambú impregnándolos con una sustancia aromática. La estructura anatómica e histológica, así como el papel biológico de esta glándula, son desconocidos. Aquí buscamos describir anatómica e histológicamente la glándula odorífera de *K. amblyonyx*. Se recolectaron tres machos y tres hembras adultas, y sus glándulas fueron extraídas con bisturí inmediatamente después de su muerte, fijadas en formalina al 10% durante 48 horas y conservadas en etanol al 70%. Las muestras histológicas fueron deshidratadas en etanol, aclaradas en xilol, incluidas en parafina, seccionadas con un micrótopo en grosores de 7 y 10 μm , y teñidas con hematoxilina y eosina. La glándula odorífera resultó ser similar en ambos sexos, ubicada en el abdomen, inmediatamente después del esternón, con una longitud media de 26,43 mm (DE=6,04) y un ancho de 3,36 mm (DE=0,85), estando desprovista de pelo, granulada con alto relieve y estrechándose gradualmente hacia el extremo posterior. Los cortes histológicos muestran un tegumento de aproximadamente 1200 μm de espesor. La epidermis, fuertemente teñida con hematoxilina y con un espesor medio de 25 μm , variando de 10 a 45 μm , presenta una superficie irregular con fosas ramificadas de hasta 250 μm de profundidad y 40 μm de diámetro. El tejido conectivo laxo subyacente, que corresponde a la mayor parte de la dermis, está fuertemente teñido con eosina y tiene un espesor de 30 a 113 μm . Sumergida en la dermis, aproximadamente a 500 μm de profundidad, se encuentra una sección con afinidad por hematoxilina que contiene agrupaciones de acinos serosos aproximadamente elípticos, compuestos por lóbulos multicelulares con diámetros entre 50 y 100 μm . Los conductos glandulares, cuyas paredes presentan una coloración similar a la de los acinos y un lumen de 14 a 30 μm de diámetro, se dispersan en la dermis y son más frecuentes en la región inmediatamente debajo de las fosas epidérmicas. La disposición y la coloración de las agrupaciones sugieren una estructura tridimensional acinosa compuesta ramificada, similar a las glándulas holócrinas con conductos espiralados que se abren en las fosas epidérmicas. Las glándulas odoríferas con estructuras serosas son recurrentes en varios linajes de mamíferos, incluyendo la glándula anal de *Trinomys yonengae*; sin embargo, esta especie presenta una capa muscular que está ausente en la glándula ventral de *K. amblyonyx*. En el futuro, se aplicarán otras técnicas histoquímicas y microscopía electrónica para una mejor caracterización de la glándula aquí estudiada.

Palabras clave: Biocomunicación, Caviomorpha, Feromonas, Glándula Holócrina, Histología de la Piel, Tegumento.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Glândulas sebácea, apócrina e écrina.	12
Figura 2: Filogenia da família Echimyidae.	15
Figura 3: Distribuição geográfica do <i>Kannabateomys amblyonyx</i> .	16
Figura 4: Avistamentos do Rato-da-Taquara em Tibagi-PR e Santos-SP.	17
Figura 5: Posição anatômica da glândula odorífera ventral de <i>K. amblyonyx</i> .	24
Figura 6: Correlação entre massa corporal e comprimento da glândula odorífera.	25
Figura 7: Correlação entre massa corporal e largura máxima da glândula odorífera.	25
Figura 8: Variação de comprimento e largura da glândula odorífera em machos e fêmeas.	26
Figura 9: Variação de comprimento e largura da glândula odorífera em machos e fêmeas.	27
Figura 10: Cortes histológicos da glândula odorífera de <i>K. amblyonyx</i> .	28
Figura 11: Representação tridimensional da glândula esternal em diferentes ângulos.	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 COMUNICAÇÃO QUÍMICA E ESTRUTURAS DE PRODUÇÃO DE ODORES	9
1.2 DIVERSIDADE DE GLÂNDULAS ODORÍFERAS EM MAMÍFEROS	11
1.3 ROEDORES CAVIOMORFOS, EQUIMÍDEOS E O RATO-DA-TAQUARA	13
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 ESPÉCIMES EXAMINADOS	19
3.2 PREPARAÇÃO HISTOLÓGICA	20
3.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	22
4 RESULTADOS	22
4.1 CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE <i>KANNABATEOMYS AMBLYONYX</i>	23
4.2 CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA	26
5 DISCUSSÃO	29
6 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO A	40
ANEXO B	43
ANEXO C	44
ANEXO D	45
ANEXO E	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 COMUNICAÇÃO QUÍMICA E ESTRUTURAS DE PRODUÇÃO DE ODORES

Os processos de biocomunicação, incluindo os mecanismos fisiológicos para emissão, recepção sensorial e resposta a estímulos químicos, apareceram muito cedo na história da vida e são documentados em todos os reinos biológicos, assim como em vírus e viroides (WITZANY, 2017). Todos os organismos, inclusive os mais simples, possuem receptores proteicos capazes de reconhecer certas substâncias químicas e, de acordo com a natureza da substância, provocar uma mudança de conformação no receptor, iniciando uma cascata de sinalização na qual um mensageiro secundário inicia a abertura de canais iônicos, desencadeando uma resposta (SCHMIDT-RHAESA, 2007).

Comunicação química acontece quando um sinal químico é produzido e liberado ao ambiente por um remetente e é captado por outro indivíduo, o destinatário, que possui os receptores para reagir à substância de forma fisiológica ou comportamental. Quando tanto o remetente como o destinatário pertencem à mesma espécie, a substância liberada é chamada de “feromônio” (KARLSON; LÜSCHER, 1959). Todavia, se o destinatário pertence a uma espécie distinta, a substância é chamada de “alomônio” (BROWN, 1968).

Dado que aquele tipo de comunicação precede à origem dos eucariotos, pode-se afirmar que os animais já possuíam em sua origem meios para emissão de estímulos químicos ao ambiente, bem como para recepção e processamento dos mesmos; com exceção de esponjas e placozoários, todos os filos animais apresentam tecidos quimiorreceptores especializados (SCHMIDT-RHAESA, 2007). Os vertebrados em geral, e os mamíferos em particular, têm mecanismos complexos para a detecção de químicos: a detecção mediante olfação, mediante o órgão de Jacobson e mediante gustação, sendo os dois primeiros especializados na recepção de substâncias voláteis (KARDONG, 2016).

Destaca-se que na origem de Mammalia, ainda no Jurássico, o bulbo olfativo e a área de epitélio olfativo tornaram-se rapidamente mais volumosos e mais amplos que nas linhagens ancestrais (ROWE; MACRINI; LUO, 2011). Além disso, estes animais apresentam grande montante de genes que expressam proteínas receptoras

de sinais olfativos, cerca de ~6% do genoma (HAYDEN et al., 2010), sugerindo que uma alta especialização para o sentido do olfato foi um fator chave na origem e evolução dos mamíferos. Em mamíferos, os feromônios, embora sejam de transmissão lenta e difíceis de modular, são muito efetivos para a comunicação concernente à demarcação de território, à reprodução e a outros padrões sociais, pois podem ser transmitidos entre distâncias muito longas, não estão limitados pela luminosidade e são econômicos em termos de biossíntese (BIGIANI et al., 2005). Tecidos especializados para a recepção dos feromônios também são bastante proeminentes nesses animais. O órgão vomeronasal ou órgão de Jacobson (SILVA; ANTUNES, 2017) e o epitélio olfatório (TIRINDELLI et al., 2009) atuam como receptores de feromônios.

Grande parte dos feromônios têm um papel na função reprodutiva, podendo iniciar comportamentos de acasalamento. Em algumas espécies pode estimular ou inibir o início do desenvolvimento sexual em diferentes grupos de mamíferos, como no caso de primatas sul-americanos *Saguinus oedipus*, e *Saguinus fuscicolus*, ou nos camundongos domésticos, *Mus musculus* (VANDENBERGH, 1989). Também são utilizados para a marcação territorial e o reconhecimento do parentesco (FAULKES, 2001). Os feromônios podem ser compostos químicos individuais, porém é comum que estejam compostos por mais de uma substância química. A composição e proporções dos químicos que os compõem são específicas para cada espécie, contribuindo para uma grande diversidade mesmo em espécies aparentadas, isto ajuda no reconhecimento dos membros da espécie e evita a hibridação (SYMONDS; ELGAR, 2008). A ação dos feromônios pode ser impedida por condições ambientais como a umidade (ROYER; MCNEIL, 1993), a temperatura ambiental pode influenciar a biossíntese e estrutura química dos feromônios mediante a variação da eficiência das enzimas envolvidas com a rota metabólica do feromônio (ROUAULT et al., 2004) e a dieta também pode afetar a produção dos feromônios e a preferência que tem os indivíduos sobre eles (RUNDLE et al., 2005).

Destaca-se que substâncias odoríferas de algumas espécies têm sido historicamente utilizadas com fins comerciais. As glândulas odoríferas de alguns mamíferos são utilizadas por caçadores para atrair animais. O almíscar produzido por certas espécies de civeta (Carnivora: Viverridae) é utilizado na fabricação de perfumes (MARTIN; PINE; DEBLASE, 2011). O extrato de castoreum, utilizado na indústria

cosmética e como aditivo alimentar, é preparado utilizando as glândulas odoríferas anais dos castores *Castor canadenses* e *Castor fiber* (BURDOCK, 2007). Outro exemplo notável é o uso do âmbar-gris, produzido no sistema digestivo de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) e utilizado historicamente na indústria cosmética e da alimentação (BRITO; JORDÃO; PIERCE, 2015).

1.2 DIVERSIDADE DE GLÂNDULAS ODORÍFERAS EM MAMÍFEROS

Em Mammalia existem três tipos principais de glândulas tegumentares: as glândulas sebáceas, écrinas e apócrinas (KARDONG, 2016), das quais todas as glândulas mamárias, sudoríparas e odoríferas são derivadas.

As glândulas sebáceas se encontram na pele de todos os mamíferos, com exceção dos cetáceos focenídeos e misticetos (Phocoenidae). Elas são responsáveis pela produção de secreções oleosas que são liberadas nos folículos pilosos, auxiliando na repelência da água e no isolamento térmico. Algumas glândulas sebáceas especializadas também têm a função de liberar feromônios (HOATH; MAIBACH, 2003). Elas se desenvolvem como projeções da bainha externa da raiz do folículo piloso, gerando várias estruturas secretoras em um único folículo. O sebo produzido por elas é descarregado por secreção holócrina, processo que envolve o preenchimento da célula para depois passar por um processo de morte celular programada, liberando tanto o produto como os restos celulares no infundíbulo do folículo piloso, formando o canal pilosebáceo junto com o ducto curto da glândula sebácea (ROSS; PAWLINA, 2010).

As glândulas écrinas são unidades autônomas e não possuem ligação com o folículo piloso, a sua estrutura é organizada como um sistema tubular simples em formato de bobina, terminando em um fundo cego. Aquela estrutura pode ser dividida em duas partes distintas: um segmento secretor localizado nas camadas profundas da derme ou na parte superior da hipoderme e um segmento menos espiralado que se estende até a superfície da epiderme (ROSS; PAWLINA, 2010). Elas entram em funcionamento durante a maturação sexual. Elas não estão associadas aos folículos pilosos e são predominantemente inervadas por neurônios colinérgicos (KARDONG, 2016).

Por outro lado, as glândulas apócrinas derivam das mesmas estruturas que originam os folículos pilosos, mantendo uma conexão entre eles, permitindo que a secreção glandular adentre o folículo, sendo então direcionada à superfície (Figura 1). Possuem uma estrutura tubular complexa, podendo apresentar ramificações; produzem secreções lipídicas armazenadas em um lúmen mais amplo em comparação às glândulas écrinas. A porção secretora dessas glândulas se encontra na derme ou na região superior da hipoderme e é composta por epitélio simples. A inervação primária ocorre através de neurônios adrenérgicos (ROSS; PAWLINA, 2010). É possível que glândulas apócrinas e écrinas estejam associadas, formando o que é conhecido como uma glândula apoécrina (WILKE et al., 2007).

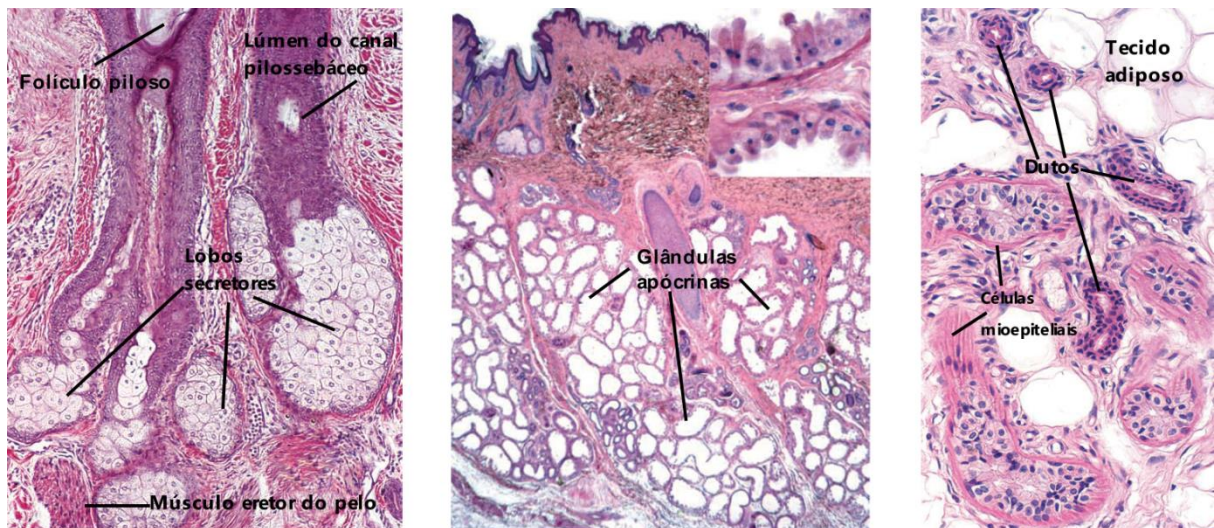


Figura 1: Da esquerda à direita: glândula sebácea, glândula apócrina e glândula écrina. Fonte: Adaptado de Ross e Pawlina (2010).

As glândulas odoríferas podem ser originadas das glândulas sebáceas, apócrinas ou écrinas (SCORDATO; DUBAY; DREA, 2007; YASUI; TSUKISE A.; MEYER, 2009), sendo a glândula sebácea a mais comum, seguida pelas glândulas apócrinas. Elas têm como principal função secretar substâncias que servem um papel de comunicação social. Podem ser utilizadas para a marcação de território, como mecanismo defensivo dissuasor de predadores, durante a procura de parceiros sexuais e outras interações sociais (MYKYTOWYCZ, 1972).

As glândulas tegumentares dos mamíferos também podem ser classificadas como holócrinas, apócrinas ou merócrinas de acordo com o tipo de descarga de seu conteúdo. Nos sistemas exócrinos, glândulas utilizam distintos mecanismos de liberação de produtos secretórios: holócrina, apócrina e merócrina. Na holócrina, os

produtos acumulam-se nas células em maturação, liberando-se após destruição celular. A apócrina libera na porção apical da célula, envolta em uma camada de citoplasma. A merócrina, mais prevalente, empacota os produtos em vesículas que se fundem à membrana, permitindo a exocitose (ROSS; PAWLINA, 2010).

O surgimento de glândulas produtoras de feromônio é recorrente ao longo da evolução dos mamíferos, ocorrendo em diversas regiões do corpo, tais como na zona anal, como no castor euroasiático (*Castor fiber*) (CROSS et al., 2014), na zona infraorbital, como no cervo-vermelho (*Muntiacus muntjak*) (ADNYANE, 2011), na zona subauricular, como no musaranho asiático (*Suncus murinos*) (DRYDEN; CONAWAY, 1967), nas zonas supracaudal e infracaudal, como no cão de caça africano (*Lycaon pictus*) e no texugo europeu (*Meles meles*), respectivamente (GORMAN; TROWBRIDGE, 1989), na testa, como no cervo de cauda branca *Odocoileus virginianus* (ATKESON; MARCHINTON, 1982), na zona interdigital, como no antílope vermelho *Cephalophus natalensis* (AINOYA, 1978), e na zona perineal, como no furão *Mustela putorius* (CLOE et al., 2004).

A aparição de uma glândula na região esternal aparenta ser comum em linhagens arborícolas. Por exemplo, no coala (*Phascolarctos cinereus*) a glândula esternal é usada para a marcação de território (SMITH, 1980), assim também como em alguns marsupiais didelfídeos (FADEM; COLE, 1985). Em mandris (*Mandrillus sp.*), a glândula esternal é usada para marcação de território e comunicação sociosexual, podendo conter informação de sexo, idade e nível hierárquico do indivíduo (VAGLIO et al., 2015). Em siamangues (*Hylobates syndactylus*) está presente uma glândula esternal, mas não é observado comportamento de marcação territorial, sendo hipotetizado que esteja envolvida na supressão reprodutiva (GEISSMANN, 1987, 1991).

1.3 ROEDORES CAVIOMORFOS, EQUIMÍDEOS E O RATO-DA-TAQUARA

Com 2.680 espécies, os roedores (ordem Rodentia) representam cerca de 40% de todas as espécies de mamíferos viventes e ocorrem naturalmente em todas as regiões emersas da Terra, com exceção da Antártica e algumas ilhas oceânicas. Esta ordem é dividida em 5 subordens: Hytrichomorpha, Castorimorpha, Anomaluromorpha, Myomorpha, Sciuromorpha (UPHAM et al., 2024).

Os caviomorfos (Caviomorpha), um grupo de Hytrichomorpha, são o clado de roedores mais diversos em termos de ecomorfologia (ÁLVAREZ; ARÉVALO; VERZI, 2017). Os primeiros registros de caviomorfos remontam a fósseis de molares oriundos de Contamana, Peru, datados para um intervalo entre o Eoceno médio (ANTOINE et al., 2012) e início do Oligoceno, 40 e 29 milhões de anos atrás, respectivamente. A partir do Eoceno tardio na região de Santa Rosa, Peru (FRAILEY; CAMPBELL, 2004), e na região de Tinguiririca, Chile (BERTRAND et al., 2012), são encontrados táxons mais diversificados que mostram o rápido surgimento das quatro superfamílias existentes: Cavoioidea (e.g., cutias, pacas, capivaras, preás, mocós, etc.), Erethizontoidea (ouriços-cacheiros e ouriço-preto), Chinchillioidea (chinchilas, viscahas, pacaranas, etc) e Octodontoidea (ratão-do-banhado, ratos-de-espinho, tuco-tucos, degus, etc). Estes animais se diversificaram na América do Sul quando este continente ainda era isolado dos demais e hoje ocorrem quase restritamente na região Neotropical, com algumas poucas espécies se estendendo até a região Neártica.

Atualmente são encontradas 13 famílias de caviomorfos mostrando uma ampla variação de tamanho e massa corporal, desde 80 gramas no gênero *Tympanoctomys* (degus) até 65 quilogramas no gênero *Hydrochoerus* (capivaras). Estão adaptados também para abarcar uma grande variedade de nichos ecológicos, ocupando habitats arborícolas, escansoriais, saxícolas, semifossoriais, terrestres, semiaquáticos, fossoriais e subterrâneos, e possuindo hábitos alimentares baseados em vegetais, como granivoria, folivoria e frugivoria, podendo algumas espécies incorporar pequenos vertebrados na sua dieta (OJEDA; OJEDA; NOVILLO, 2016). Entre os roedores caviomorfos, há registros de glândulas esternais em ratos-chinchila (Abrocomidae) (TARABORELLI et al., 2015) e ao menos em 3 gêneros ratos-de-espinho arborícolas (Echimyidae): *Phyllomys*, *Kannabateomys* e *Dactylomys*.

A família Echimyidae começou a se diferenciar dos outros caviomorfos aproximadamente 22,4 milhões de anos atrás, no início no Mioceno (GALEWSKI et al., 2005). Atualmente Echimyidae compreende 22 gêneros e cerca de 101 espécies, tornando-se a família mais diversa dentro de Caviomorpha (OJEDA; OJEDA; NOVILLO, 2016) e contando com quatro subfamílias: Carterodontinae, Capromyinae, Euryzygomatomyinae e Echimyinae (COURCELLE et al., 2019) (Figura 2). A maior parte deles se encontram distribuídos nas florestas tropicais e montanhosas da bacia

amazônica. A segunda zona com maior diversidade de gêneros é o sudeste sul-americano, principalmente a região central e leste do Brasil, incluindo também regiões como o Paraguai e o nordeste argentino. Ocorrem também na Floresta Atlântica, e campos abertos e arbustais (GALEWSKI et al., 2005).

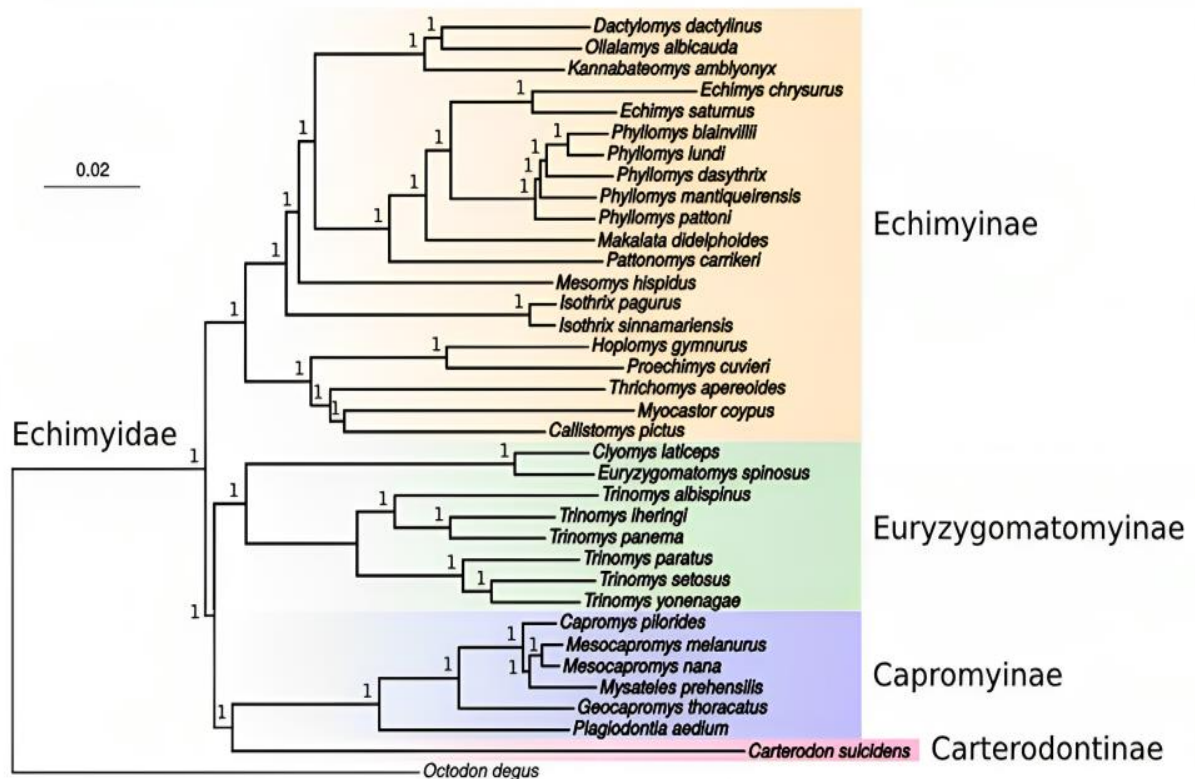


Figura 2: Filogenia da família Echimyidae. Fonte: Adaptado de COURCELLE et al 2019.

A maioria dos gêneros vivos de Echimyidae são originados provavelmente no Mioceno médio, compartilhando um ancestral comum terrestre que posteriormente diversificou-se em hábitos fossoriais, semiaquáticos e arbóreos; sendo a especialização arborícola um evento crucial para a sua diversificação, pois permitiu o acesso a recursos e nichos ecológicos novos (FABRE et al., 2013). Atualmente, a grande parte dos equimiídeos apresenta massa corporal entre 80 e 800g, com a exceção do rato-do-banhado *Myocastor coypus*, que pode chegar a 4,5 Kg, e das *hutias* caribenhas (Capromyinae) (TAVARES; PESSÔA, 2020). Muitas de suas espécies apresentam pelos rígidos, que lhes confere o nome popular de “ratos-de-espinho”.

A subfamília Echimyinae é a mais diversificada dentre os equimiídeos e está conformada em sua maioria por animais de hábito arborícola, como *Dactylomys*,

Kannabateomys, *Isothrix*, *Echimys*, *Makalata*, *Phyllomys*, *Mesomys* e *Lonchothrix*. Duas tribos conformam essa subfamília, Myocastorini e Echimyini. A primeira abriga ampla diversidade de hábitos (semi-aquático, terrestre, escansorial e arborícola) e a segunda inclui apenas espécies arborícolas (FABRE et al., 2013, 2016).

O clado dos ratos do bambu é um grupo dentro da tribo Echimyini formado por ratos especializados na vida em bambuzais, constando de três gêneros, sendo *Dactylomys* + *Olallamys*, grupo irmão de *Kannabateomys* (COURCELLE et al., 2019). Enquanto *Dactylomys* e *Olallamys* ocorrem na Amazônia, e periféricamente no Cerrado, *Kannabateomys* é restrito à Mata Atlântica e parte da Selva Misionera (EMMONS, 1997) (Figura 3).

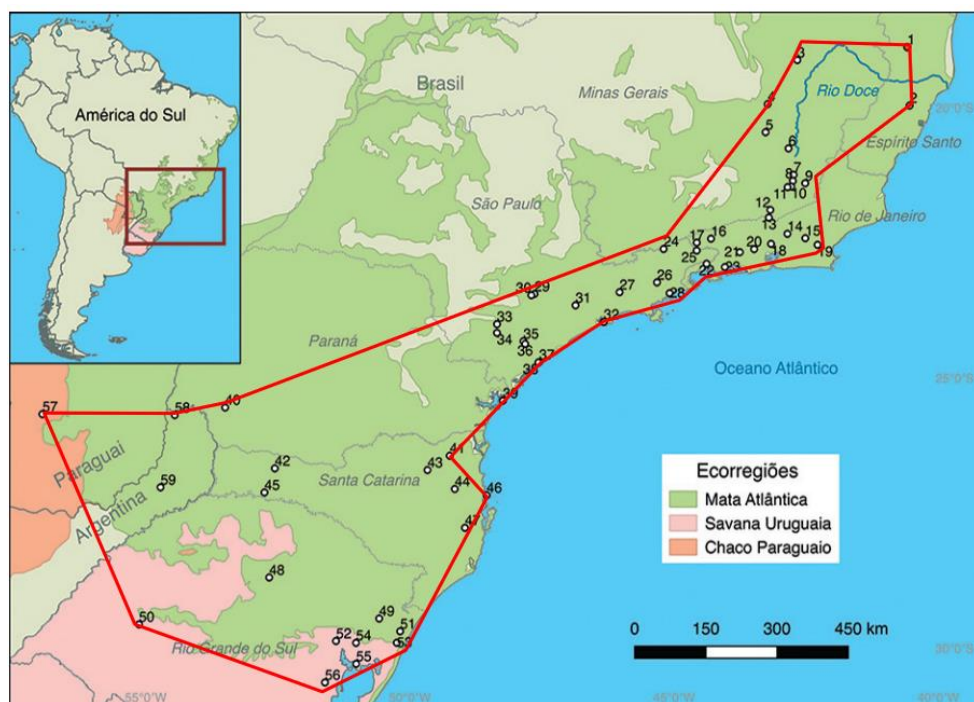


Figura 3: Mapa da distribuição geográfica do *Kannabateomys amblyonyx*. Fonte: Adaptado de Vanny; Colombi e Loss (2018).

O roedor *Kannabateomys amblyonyx* (Figura 4) (rato-da-taquara, ou rato-da-taquara-atlântico) é um dos maiores equimiídeos arborícolas, com massa corporal variando de 350 a 570 gramas e comprimento cabeça-corpo de 230 a 347 mm com cauda mais longa que o corpo, variando de 300 a 420 mm, também se destaca por ter unhas no lugar de garras e por apresentar os dedos II e III alongados, com separação ampla entre si (EMMONS, 1997). Possui uma pelagem de coloração olivácea na parte dorsal, e uma coloração laranja mais clara na parte ventral, podendo ter quantidades

de pelagem branca no peito. No rosto, as vibrissas são alongadas e densas podendo chegar até o ombro (PATTON; PARDIÑAS; D'ELÍA, 2015).

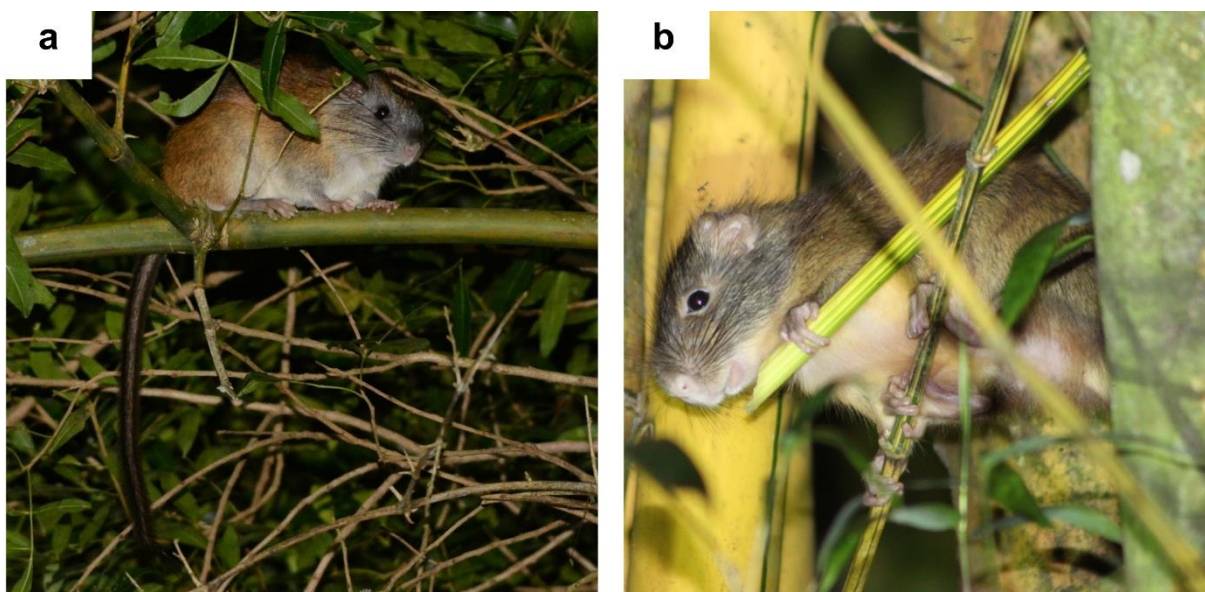


Figura 4: Registro fotográfico dos avistamentos do Rato-da-Taquara (*Kannabateomys amblyonyx*) em (a) Tibagi - PR, Brasil (2022) e em (b) Santos - SP, Brasil (2023). Fonte: Adaptado de Warkentin (2022) e Meyer (2023).

O rato-da-taquara-atlântico comunica-se vocalmente com motivos territoriais e defensivos e alimenta-se das folhas e brotos de bambus de espécies nativas ou introduzidas (OLMOS et al., 1993). Este animal emana de uma glândula ventral uma substância com um odor muito forte e, de modo similar a *Dactylomys dactylinus*, esfrega o peito contra o bambu para impregnar a substância (EMMONS, 1981). Até o presente momento não há estudos acerca da função biológica e caracterização química desta secreção odorífera, nem caracterização anatômica de sua glândula ventral.

Portanto, a caracterização anatômica da glândula odorífera de *K. amblyonyx*, assim como a caracterização química de suas substâncias odoríferas, contribuiriam significativamente para enriquecer o conhecimento sobre a biologia da espécie. Além disso, forneceriam informações fundamentais que poderiam ser úteis em pesquisas futuras relacionadas a comportamentos territoriais e etológicos da espécie, bem como à sua ecologia. Tais estudos também poderiam ter potenciais aplicações industriais, como no desenvolvimento de novos fixadores aromáticos para uso na indústria cosmética ou alimentícia.

2 OBJETIVOS

Tendo em vista o exposto acima, o objetivo geral deste projeto é caracterizar a morfologia da glândula ventral de *Kannabateomys amblyonyx*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a anatomia macroscópica da glândula odorífera de *K. amblyonyx*.
- Testar a presença de dimorfismo sexual na morfologia da glândula odorífera de *K. amblyonyx*.
- Caracterizar histologicamente a glândula odorífera de *K. amblyonyx*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ESPÉCIMES EXAMINADOS

Inicialmente foram examinadas visualmente as regiões esternais e abdominais de 42 espécimes de 9 espécies de equimiídeos (*Clyomys laticeps*, *Euryzygomatomys spinosus*, *Dactylomys dactylinus*, *Phyllomys blainvillii*, *Phyllomys nigrispinus*, *Makalata armata* e *Thrichomys pachyurus*), depositados na coleção de mamíferos do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (ANEXO A). Nestes espécimes, preservados de pele taxidermizada ou materiais em via líquida (etanol 70%), foram procuradas glândulas similares àquelas observadas em *Kannabateomys amblyonyx*.

Subsequentemente, foram examinados espécimes de *Kannabateomys amblyonyx* coletados e preparados por nossa equipe. Os espécimes de *Kannabateomys amblyonyx* aqui examinados foram coletados em Santa Maria Madalena (21°58'36" S, 41°50'21" O), no estado do Rio de Janeiro, com licença do ICMBio/MMA (nº 50850-4). Entre 2018 e 2023 foram coletados 9 indivíduos, entre eles 3 machos adultos, e 4 fêmeas adultas das quais uma estava grávida de dois embriões (Anexo B).¹

Para procurar os espécimes, empregou-se o método de busca ativa (Heyer et al., 1994). Foram explorados os microambientes alinhados com as preferências de habitat da espécie, no caso, bambuzais extensos, procurando sinais de atividades do rato-da-taquara, como brotos de bambu parcialmente roídos.

Foram dois métodos para a captura de *Kannabateomys amblyonyx*. O primeiro método, com armadilhas de duas entradas, dispostas sobre colmos de bambu (Kieruld et al., 1991), sem sucesso. O segundo método, consistiu na busca ativa dos espécimes, com auxílio de auxiliar de campo local, e captura por meio de dardo ou projétil. No caso de dardos, os espécimes foram eutanasiados com o uso de tiopental administrado por meio de injeção intraperitoneal. Após a captura os indivíduos foram

¹ Não são publicados dados acerca do desenvolvimento embrionário e tamanho dos recém-nascidos de *K. amblyonyx*. Entretanto, conhece-se a relação entre tamanho das fêmeas adultas e dos recém-nascidos em caviomorfos (ver Material Suplementar 6 de (TAVARES; PESSÔA, 2022), expressa pela equação alométrica $\text{Log}_{10}(\text{Massa dos recém-nascidos}) = 0,7702 * \text{Log}_{10}(\text{Massa da fêmea adulta}) - 0,2842$, tendo $R^2 = 0,953$. De acordo com esta equação, para *Kannabateomys*, cujas fêmeas adultas têm massa média de 450 g, espera-se recém-nascidos com massa de aproximadamente 58,6 g. Os embriões aqui examinados têm 27,5 e 36,0 g, correspondendo a 47% e 61% da massa esperada para um recém-nascido.

processados *in situ*. Isto consistiu: i) tomar as medidas externas dos indivíduos (comprimento cabeça-corpo, comprimento da cauda, comprimento dos pés, comprimento das orelhas e massa corporal); ii) localizar a glândula na zona ventral e mensurar suas dimensões lineares (comprimento anteroposterior e largura máxima) e iii) removê-la com ajuda de um bisturi. Durante o procedimento de remoção da glândula, também foi retirada a derme e epiderme circundantes.

Imediatamente após a excisão, o tecido foi imerso em formalina a 10%, permanecendo por um período de 3 a 5 dias. Essa duração foi adotada para garantir a fixação completa dos tecidos, uma vez que o formaldeído é conhecido por ser um fixador lento e reversível (BUESA, 2008). O tempo prolongado de fixação não impactou negativamente nas amostras, porque não foram conduzidas técnicas de imuno-histoquímica ou imunofluorescência, mas sim procedimentos de histologia clássica (WILLIAMS et al., 2016). Subsequentemente, o tecido foi transferido para uma solução de etanol 70% para preservação. As amostras de tecido encontram-se armazenadas no Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa UFRJ – Xerém em Biologia (NUMPEX-BIO).

3.2 PREPARAÇÃO HISTOLÓGICA

Para descrever a anatomia e a histologia da glândula usou-se a nomenclatura de Cerqueira (2006) e Ross & Pawlina (2010), respectivamente. Toda a preparação histológica e análise de microscopia ocorreu no NUMPEX-BIO.

As amostras glandulares de cada indivíduo foram cortadas em segmentos de aproximadamente 2 mm por 2 mm, com o auxílio de uma tesoura cirúrgica. No caso dos embriões, o tamanho foi de aproximadamente 2 mm por 1 mm, uma vez que a espessura da glândula não excedia 1 mm.

A preparação histológica para a microtomia consistiu em quatro etapas: fixação, desidratação, clarificação, infiltração e emblocamento, seguindo protocolo de Suvarna et al. (2019). A fixação prevê a autólise, evitando o dano celular. A desidratação utiliza concentrações progressivamente maiores de etanol com o objetivo de retirar água e o fixador das amostras. A clarificação retira as soluções desidratantes fazendo a amostra compatível com o agente infiltrador. A infiltração ajuda na remoção do agente clarificador e brinda um meio de suporte ao tecido. Finalmente o emblocamento consiste em colocar a amostra num meio de suporte que facilite a microtomia

(SZUNYOGOVA; PARSON, 2016). O protocolo foi aprimorado ao longo dos ensaios com o fim de evitar a permanência de solventes na amostra e a perda de material durante a microtomia (Anexo II).

A fixação ocorreu em formalina 10% e etanol 70%, como descrito previamente. O processo de desidratação se inicia com a imersão da amostra por 60 minutos em etanol a 70%. Em seguida, foram realizadas imersões de 45 minutos em concentrações de etanol a 90% e 95%, e três imersões em etanol absoluto. Essas imersões foram conduzidas em um volume aproximado de 50 ml de solução para cada amostra.

Após a terceira imersão em etanol absoluto, inicia-se o processo de clarificação, que consiste em imersões progressivas das amostras em concentrações de xilol dissolvido em etanol por 45 minutos cada uma. O processo começa com xilol a 30%, seguido por xilol a 50% e xilol a 70%, finalizando com uma imersão de 60 minutos em xilol absoluto. Devido ao caráter solvente orgânico do xilol optou-se pelo uso de béqueres de 50 ml para a imersão de cada amostra, evitando-se recipientes de plástico.

Após a clarificação, as amostras foram infiltradas com parafina. Para isso, elas foram mantidas em béqueres de 20 ml com parafina líquida em uma placa térmica a aproximadamente 75°C, por 45 minutos. Este processo foi repetido três vezes. Por fim, para o emblocamento das amostras, moldes histológicos de aço foram colocados na placa térmica e, uma vez aquecidos, a parafina líquida foi vertida sobre eles. As amostras biológicas foram posicionadas nos moldes e, em seguida, o cassete histológico foi colocado dentro do molde. Os moldes foram retirados da placa térmica e deixados para resfriar à temperatura ambiente até o dia seguinte.

Posteriormente as amostras foram cortadas em fatias com espessuras de 7µm e 10µm utilizando o micrótomo de modelo Slee CUT5062, estendidas em água a 40°C e depositadas em lâminas de vidro.

Para a coloração dos tecidos se preferiu o tingimento por hematoxilina-eosina. Optar por uma coloração generalista como essa, permite uma análise abrangente dos tecidos, tornando mais fácil identificar os componentes celulares, além disso, a familiaridade com essa técnica na comunidade científica facilita a interpretação dos resultados. A preparação dos corantes eosina-floxina e hematoxilina de Harris e o

protocolo de coloração seguiram Molinaro et al. (2010). Ao longo dos ensaios, o protocolo foi modificado para melhorar a visualização das amostras, reduzindo o tempo de submersão em hematoxilina de Harris de 6 a 4 minutos (Anexo III).

O protocolo de coloração é precedido por uma clarificação adicional para remover a parafina das amostras, o que foi feito por meio da imersão das amostras em béqueres contendo 50 ml de xilol absoluto durante 5 minutos. Subsequentemente, foi realizada uma hidratação, imergindo as amostras por 5 minutos em 50ml de etanol absoluto e em seguida, em concentrações de etanol de 95%, 90%, 70% e 50% e finalmente em água destilada pela mesma quantidade de tempo.

Uma vez concluída a hidratação, as amostras foram submetidas à coloração com hematoxilina de Harris, realizada por meio da imersão em cubas de coloração de lâminas por quatro minutos. Em seguida, as amostras passaram por enxágue em água corrente por 5 minutos. Após o enxágue, as amostras foram submetidas a dois banhos em uma solução de HCl a 1% em etanol a 70%, seguidos de outro enxágue em água corrente, este último com duração de 1 minuto.

Após o enxágue em água corrente, as amostras foram submersas em um banho de hidróxido de amônio a 0,4% em água destilada até adquirirem tonalidade azul brilhante, um processo que leva aproximadamente menos de 1 minuto, seguido por uma nova etapa de enxágue em água corrente por 5 minutos.

Subsequentemente, a amostra é submersa em eosina-floxina por 2 minutos utilizando a cuba de coloração de lâminas. O processo é seguido com etapas de desidratação curtas consistentes em 3 submersões em 50ml de etanol absoluto com uma duração de 5 minutos cada uma. Conclui-se o processo com uma clarificação com concentrações progressivamente maiores de xilol, começando com uma submersão de 2 minutos em uma solução de 50ml de xilol 50% em etanol absoluto e finalizado com uma submersão em 50ml de xilol absoluto também por 2 minutos. O protocolo utilizado pode resumir-se nas etapas mostradas na tabela 3.

Concluído esse processo as amostras foram observadas sob microscópio Óptico de Fluorescência - Leica DM2500. Para medir os elementos histológicos dos cortes, foi empregada a ferramenta de software Image-J.

3.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para se testar a correlação entre as dimensões lineares da glândula odorífera e a massa corporal, utilizou-se teste correlação de Pearson com dados \log_{10} -transformados. Para testar a presença de dimorfismo sexual na morfologia da glândula odorífera dos indivíduos adultos utilizou-se teste-t de Student. Os testes estatísticos foram conduzidos na linguagem Python 3.11.2 com o Jupyter Notebook e utilizando as bibliotecas Matplotlib e Seaborn para a visualização dos dados; Pandas e Numpy para a leitura e manipulação dos dados; e Scipy para as provas estatísticas. Os scripts redigidos estão disponíveis no Anexo IV.

4 RESULTADOS

Entre todos os equimiídeos examinados a partir da coleção científica do Museu Nacional, foram observadas glândulas tegumentares ventrais apenas em espécimes dos gêneros *Dactylomys* e *Phyllomys*. A posição e o formato das glândulas são similares entre os gêneros *Kannabateomys* e *Dactylomys*, e marcadamente distintos em *Phyllomys*. Enquanto nos dois primeiros a glândula é abdominal, sem reentrâncias, no último a glândula é esternal/torácica, com notável invaginação.

4.1 CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *KANNABATEOMYS AMBLYONYX*

A glândula odorífera de *Kannabateomys amblyonyx* mostrou-se presente em todos os espécimes examinados, tanto nos embriões, como nos adultos, independentemente do seu sexo. Ela se posiciona na linha ventromedial do abdômen (*venter*), posterior ao *pectus*, imediatamente posterior ao esterno, com um comprimento médio de 26,43 mm (DP=6,04) e com uma largura de 3,36mm (DP=0,85) nos indivíduos adultos (Figura 5A-B). Sob observação macroscópica, possui cor clara, creme-amarelada, estrutura granulada em alto relevo, é desprovida de pelos e estreita-se à medida que se estende em direção à extremidade posterior, os segmentos extremos parecem ser mais uniformes e menos granulados do que o segmento do meio (Figura 5C). A textura e a coloração da glândula dos adultos são similares em ambos os sexos. Nas áreas laterais imediatas à glândula, parece haver pouca densidade de pelos, a qual aumenta à medida que se afasta da glândula. De forma semelhante, a pigmentação das áreas laterais aumenta à medida que se afasta da glândula. No caso dos embriões, com aproximadamente 50% da massa corporal esperada para um recém-nascido, as glândulas apresentaram um comprimento médio de 10,25 mm e uma largura média de 1mm, e exibiram uma superfície granulada em alto relevo, estreitando-se à medida que se prolonga em direção à extremidade posterior (Figura 5D). Nessa região, sua coloração é mais clara em comparação com a pele circundante, assemelhando-se, nesses aspectos, às características encontradas nos adultos. As medidas de cada espécime estão presentes no Anexo B.

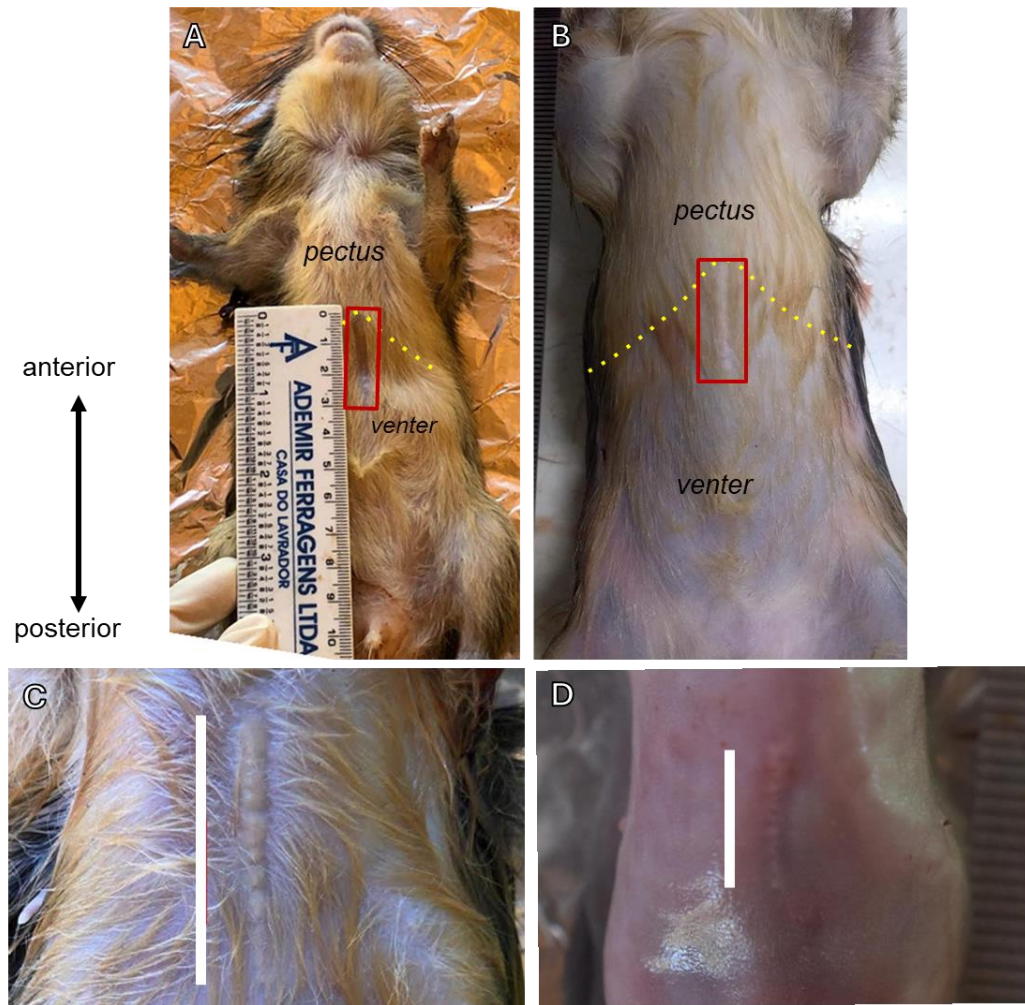


Figura 5: Posição anatômica da glândula odorífera ventral de *Kannabateomys amblyonyx*. A, B e C) Espécimes adultos. D) Embrião. Em A) e B), a glândula está destacada em quadrilátero vermelho e o limite entre pectus e venter está demarcado por linha pontilhada amarela. Em C e D), a barra branca destaca a extensão anteroposterior da glândula odorífera. Em C), a barra mede 33 mm. Em D), a barra mede 11 mm.

Ao considerar o conjunto completo de indivíduos, inclusive os embriões, observou-se uma correlação positiva significativa entre a massa corporal e o comprimento da glândula ($r = 0,827$; $p = 0,006$) e entre massa corporal e largura da glândula ($r = 0,948$; $p = 0,000$) (Figuras 6 e 7). No entanto, excluindo-se os embriões, esta correlação não se mantém significativa (Comprimento: $r = -0,453$; $p = 0,307$. Largura: $r = 0,491$; $p = 0,263$) (Figuras 6 e 7).

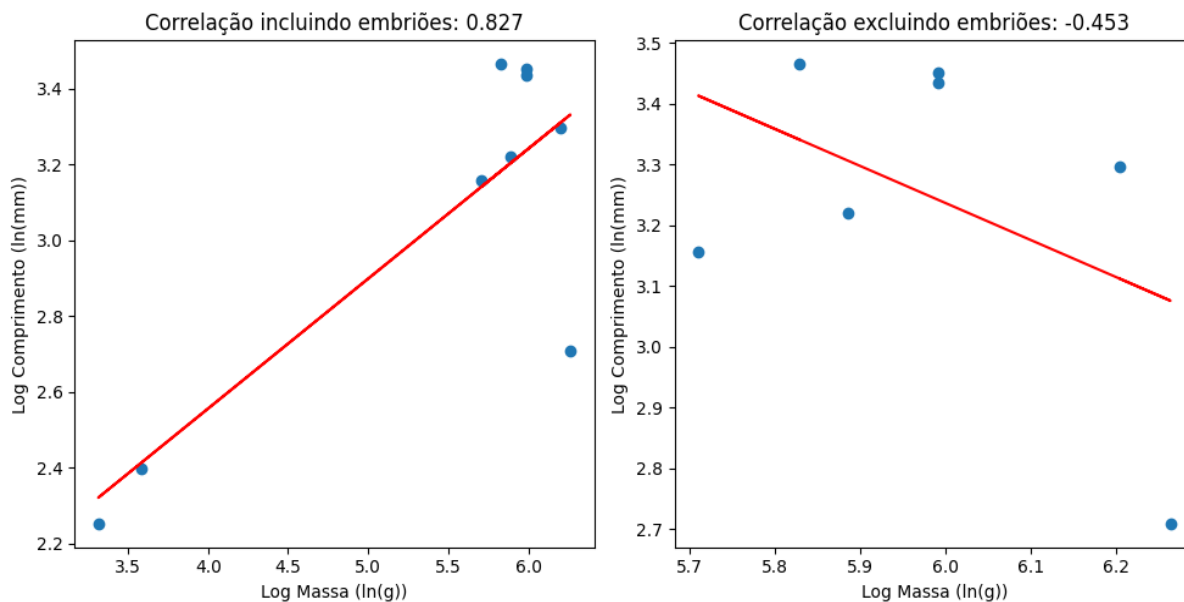


Figura 6: Correlação entre massa corporal e comprimento da glândula odorífera ventral de *Kannabateomys amblyonyx* incluindo (esquerda) e excluindo (direita) dados de embriões.

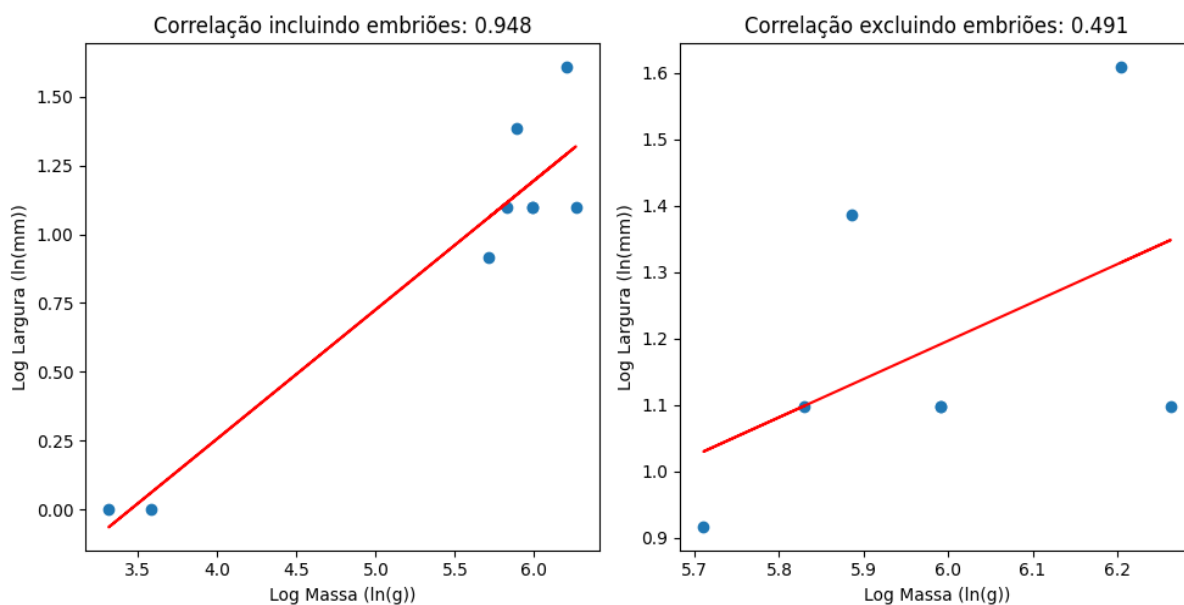


Figura 7: Correlação entre massa corporal e largura máxima da glândula odorífera ventral de *Kannabateomys amblyonyx* incluindo (esquerda) e excluindo (direita) dados de embriões.

O teste-t não encontrou diferenças significativas entre machos e fêmeas adultos, tanto para o comprimento ($t = 0,376$; $p = 0,722$), quanto para a largura ($t = 0,355$; $p = 0,737$) da glândula odorífera (Figura 8).

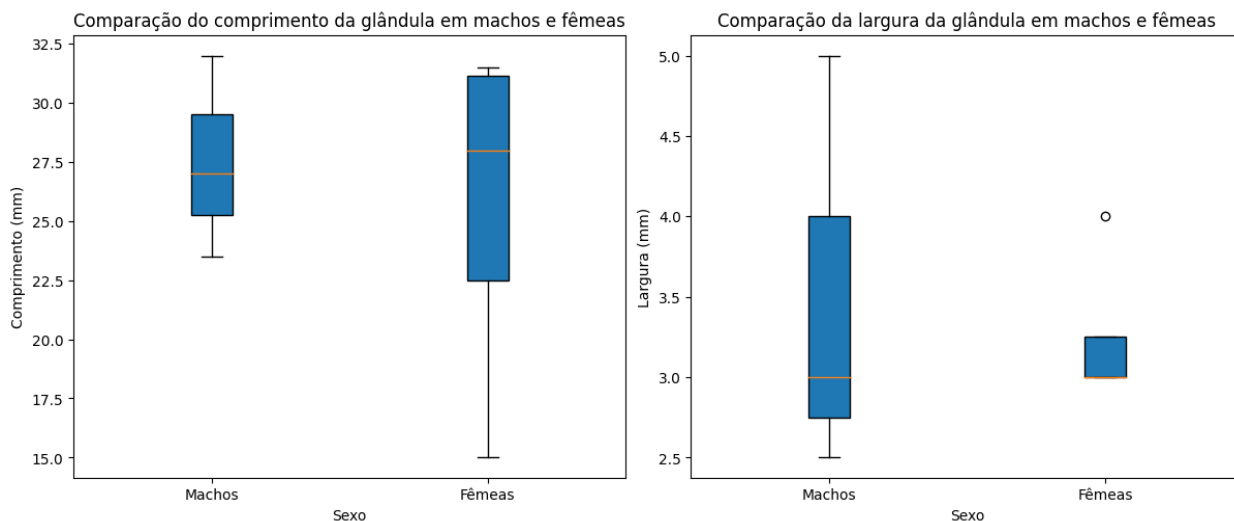


Figura 8: Box-plot da variação de comprimento (esquerda) e largura máxima (direita) da glândula odorífera ventral de *Kannabateomys amblyonyx* em machos e fêmeas adultos.

1. CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA

A análise histológica da glândula odorífera foi realizada apenas nos indivíduos adultos. Esta análise revela uma complexa estrutura tegumentar com uma espessura total de aproximadamente 1200 μm (Figura 9). Sua epiderme consiste em uma estrutura pavimentosa estratificada, destacada por uma intensa coloração com hematoxilina e apresenta uma espessura média de 25 μm , podendo variar de entre 10 μm e 45 μm . As células epidérmicas apresentam uma grande densidade aproximada de 0,044 por μm^2 . Essa camada é caracterizada por uma superfície irregular, exibindo fossas profundamente ramificadas que podem atingir até 250 μm de profundidade e um diâmetro de 40 μm (Figuras 9 e 10a).

Subjacente à epiderme, na derme, encontra-se uma camada de tecido conjuntivo denso de espessura variável entre aproximadamente 700 μm e 950 μm , intensamente corada com eosina (Figura 9). O tecido conjuntivo mostra células notadamente alongadas e fibrosas, cujos núcleos apresentam dimensões reduzidas em comparação com outros tipos celulares. A densidade celular, quantificada em termos aproximados, equivale a 0,002 células por μm^2 .

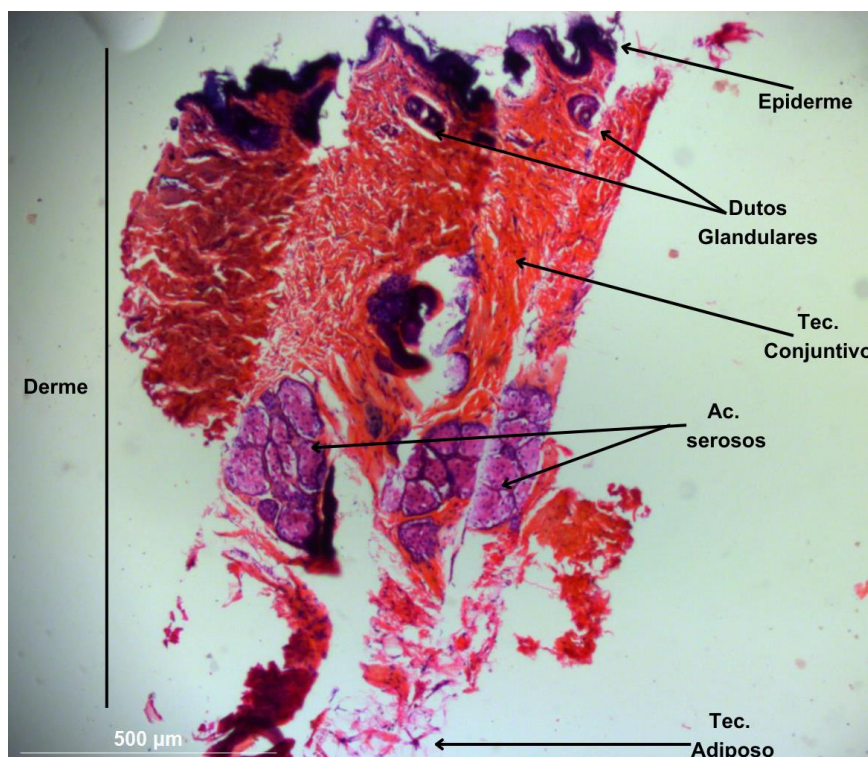


Figura 9: Corte histológico de 7µm de espessura da glândula odorífera de *Kannabateomys amblyonyx*. Coloração padrão por hematoxilina e eosina. Escala: 500 µm. As linhas diagonais são artefatos de preparação da amostra.

Mergulhados na derme, em até 130 µm de profundidade, podem ser observados dutos fortemente corados com hematoxilina (Figuras 9 e 10a), com estrutura similar à epiderme, as células encontram-se aglomeradas de forma compacta, com uma densidade aproximada de 0,022 células por µm². A luz dos dutos possui medidas aproximadas de entre 10 µm e 40 µm de diâmetro (média = 26,426; DP = 6,786).

Mais profundamente na derme, aproximadamente 500 µm de profundidade, encontramos uma seção que revela afinidade pela hematoxilina, denotando uma natureza ácida (Figuras 9 e 10c-d). Nesta região, há aglomerados de ácinos serosos com uma geometria aproximadamente elíptica, compostos por lobos multicelulares que têm um diâmetro entre 50 µm e 100 µm. As células que formam esses lobos apresentam uma geometria aproximadamente circular, com um diâmetro médio de 16,190 µm (DP = 2,981). Seus núcleos são maiores em comparação com os núcleos das células da epiderme e do tecido conjuntivo frouxo, com um diâmetro médio de 6,780 µm (DP = 1,098). Essa parte do tecido possui uma densidade celular de 0,010 células por µm². Imediatamente contíguos à superfície de alguns ácinos, observam-

se eventualmente dutos glandulares com estrutura similar àqueles imediatamente subjacentes à epiderme. Além disso, nota-se a presença de ductos glandulares dispersos na derme, cujas paredes exibem uma coloração semelhante à dos ácinos. Esses ductos possuem um lúmen com um diâmetro variando entre 14 μm e 30 μm e são mais frequentes na região imediatamente abaixo das fossas epidérmicas.

Subjacente aos aglomerados de ácinos serosos, a aproximadamente 1200 μm de profundidade, encontramos a hipoderme, caracterizada pela presença de tecido adiposo (Figura 10b). Este é caracterizado por ser composto por células adiposas grandes com um diâmetro médio de 38,89 μm (DP=6,93 μm) com aparência translúcida um citoplasma periférico fino, possuindo um núcleo comprimido contra a membrana celular. A matriz extracelular ao redor dos adipócitos se apresenta dispersa e parece composta por fibras reticulares que proporcionariam suporte estrutural.

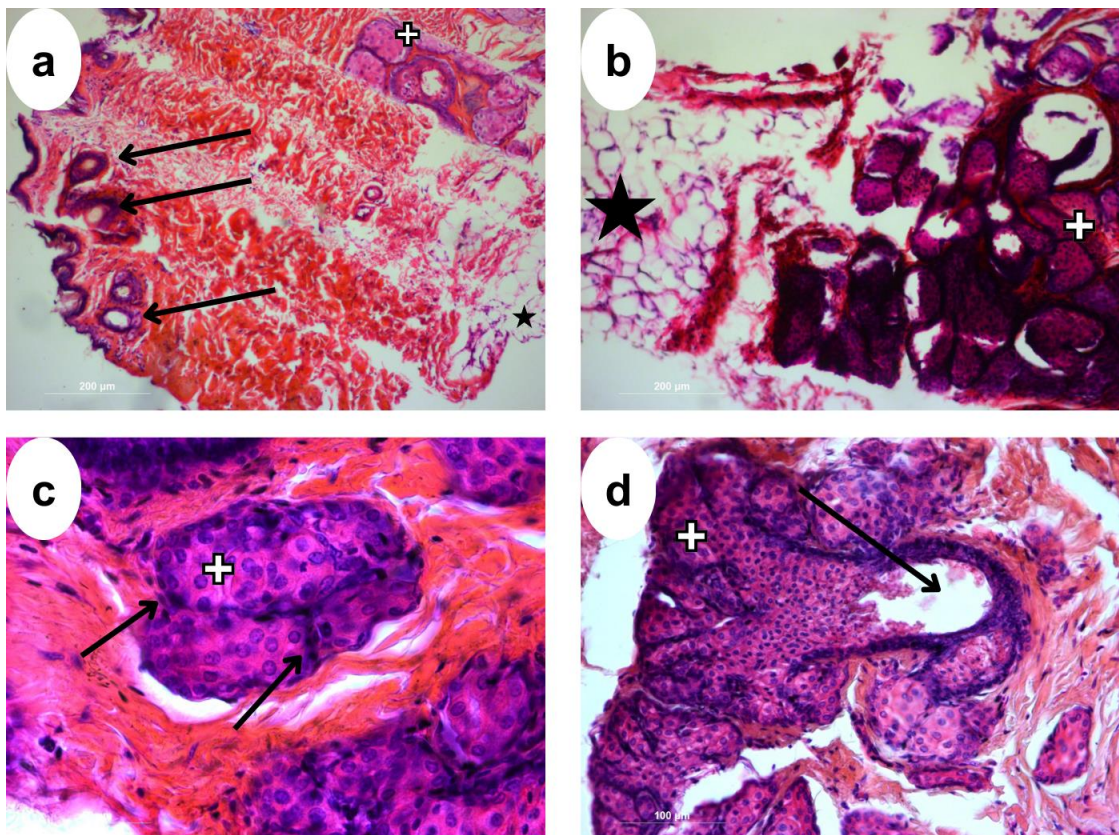


Figura 10: Cortes histológico da glândula odorífera de *Kannabateomys amblyonyx*. Coloração padrão por hematoxilina e eosina. Cruz: ácinos serosos. Estrela: tecido adiposo (hipoderme). Em (a) as setas indicam dutos glandulares próximos à epiderme e mergulhados na derme. Em (c) as setas indicam os septos entre lobos dos ácinos serosos. Em (d) as setas sinalizam o início do ducto glandular, região onde a secreção desprende-se do tecido glandular dos ácinos. Em (a) as linhas diagonais são artefatos de preparação da amostra.

A análise histológica das amostras entre machos e fêmeas não revelou nenhuma diferença estrutural entre os dois grupos.

5 DISCUSSÃO

Neste trabalho fazemos a primeira caracterização anatômica e histológica de uma glândula odorífera de equimiídeos especializados em bambu. Assim como *Kannabateomys*, os ratos-da-taquara amazônicos do gênero *Dactylomys* possuem uma glândula odorífera que se estende ao longo da linha média ventral, chamada previamente na literatura de “glândula esternal” (EMMONS, 1981). Os ratos-da-taquara amazônicos também exibem comportamentos semelhantes aos observados em *Kannabateomys*, como esfregar a glândula no bambu para impregnar seu odor (EMMONS, 1981), o que levou à suposição de que a posição da glândula em *Kannabateomys* seria semelhante. No entanto, o nome atribuído à glândula se mostrou incorreto, uma vez que a glândula odorífera de *Kannabateomys* está localizada na região ventral posterior ao esterno, tornando um nome mais apropriado de “glândula ventral”, ou “glândula suprabdôminal”.

Dactylomys e *Olallamys* unidos constituem um grupo irmão de *Kannabateomys* (COURCELLE et al. 2019). *Dactylomys* e *Kannabateomys* apresentam uma glândula ventral similar, o que pode indicar uma origem evolutiva comum, o que pode ser avaliado mediante análise de *Olallamys*. O grupo dos ratos-de-bambu (*Kannabateomys*, (*Dactylomys*, *Olallamys*)) forma um grupo irmão do clado (*Diplomys* + *Santamartamys*) e estes unidos formam o grupo irmão do clado composto por *Toromys*, *Pattonomys*, *Leiuromys*, *Makalata*, *Phyllomys* e *Echimys* (EMMONS & FABRE, 2018; COURCELLE et al. 2019). Dentre estes gêneros foram examinados *Makalata* e *Phyllomys*, sendo encontrada glândula ventral apenas em *Phyllomys*. Não foram examinados neste trabalho espécimes de *Diplomys*, *Santamartamys*, *Pattonomys*, *Echimys*, *Toromys* e *Leiuromys*. Entretanto, destacamos que não há relatos sobre glândulas ventrais em suas descrições morfológicas. É pouco provável que a glândula de *Phyllomys* compartilhe homologia com a encontrada nos ratos-de-bambu, por uma questão de parcimônia. Além disso, a glândula odorífera de

Phyllomys é posicionada sobre o *pectus* e apresenta morfologia externa distinta, com uma forte invaginação (LEITE, 2003).

A presença de uma glândula em posição ventral, observada em vários mamíferos com hábitos arborícolas, sem necessariamente apresentar homologia, sugere a existência de um papel biológico relevante conferindo-lhes aumento de aptidão. É provável que a localização dessa estrutura facilite a marcação durante o deslocamento entre as árvores e colmos de bambu, uma vez que a glândula está posicionada próxima à superfície a ser impregnada. Ao contrário, em mamíferos com comportamentos fossoriais, semifossoriais e terrestres, costuma-se encontrar glândulas anais, como no caso da civeta africana (*Civettictis civetta*) (JACOB; SCHLIEMANN, 1983), o texugo europeu (*Meles meles*) (NOONAN et al., 2019) e a doninha-anã (*Mustela nivalis*) (BRINCK; ERLINGE; SANDELL, 1983) entre outros, que permitem a impregnação de feromônios nas fezes e nos elementos do entorno por esfregação. Também é comum encontrar glândulas odoríferas nos lados da cabeça, como no caso da glândula temporal do elefante africano (*Loxodonta africana*) (RASMUSSEN et al., 1984), as glândulas faciais do mangusto-amarelo (*Cynictis penicillata*) (EARLÉ, 1981) e as glândulas faciais do gato doméstico (*Felis silvestris*) (FELDMAN, 1994), que possibilitam a marcação do ambiente esfregando diretamente a cabeça nos elementos que desejam marcar.

A presença de glândulas odoríferas anais em mamíferos arborícolas poderia ser contraproducente, pois, ao defecar, as fezes poderiam cair na base da árvore e não marcariam o entorno circundante além de que a posição dificultaria a marcação dos elementos circundantes por esfregação. Por outra parte, a localização das glândulas na cabeça, em vez do abdômen, pode não ser tão eficiente na dispersão de feromônios nos lugares adequados durante o deslocamento, como galhos e troncos. Essa glândula também poderia expor o animal a predadores durante o processo de marcação, uma vez que na cabeça estão localizados os principais órgãos sensoriais, e o animal não prestaria atenção ao ambiente durante esse processo. Em contraste, uma glândula no peito ou abdômen permitiria que o animal detectasse qualquer possível ameaça pelo olfato ou visão, conferindo assim uma vantagem evolutiva em termos de sobrevivência e adaptação ao ambiente arbóreo.

A observação de que a região mediana da glândula ventral de *K. amblyonyx* apresenta granulação mais proeminente em comparação com os segmentos extremos

sugere que esta área pode ser o principal centro de atividade glandular, potencialmente responsável pela secreção de substâncias ou concentrando a maior parte da funcionalidade da glândula. A textura granulada do segmento mediano poderia indicar a presença de folículos ou dutos glandulares mais ativos ou destacados do que nas extremidades.

A estrutura da glândula ventral de *K. amblyonyx* é semelhante à de uma glândula pilossebácea humana (Figura 1), com os lóbulos separados entre si por tecido conjuntivo, células dentro dos ácinos parecendo estar organizadas em camadas concêntricas ao redor de um lúmen pequeno que se conecta a um ducto central. No entanto, em *K. amblyonyx* os ductos glandulares interrompidos ao longo dos cortes histológicos sugerem um padrão convoluto (Figura 9, Figura 11). A coloração dos ácinos glandulares, sendo levemente violeta, indica a presença de uma secreção sebácea ácida própria das glândulas com descarga holócrina (MATOUSEK; CAMPBELL, 2002). Também é possível observar células se desprendendo no ducto glandular (Figura 10d), atributo característico das glândulas de natureza holócrina.

A glândula odorífera de *K. amblyonyx* também compartilha semelhanças com a glândula perianal de *Trinomys yonenagae* (Echimyidae), que é descrita como uma glândula sebácea especializada. Ambas possuem tecido conectivo ao redor dos ácinos, projetando-se dentro deles e formando septos que resultam em estruturas lobulares. Além disso, as células de ambas as glândulas possuem um formato cúbico. No entanto, em *T. yonenagae*, uma estrutura muscular envolve a superfície externa da glândula, indicando um controle muscular da descarga (MANAF; BRITO-GITIRANA; OLIVEIRA, 2003). No caso de *K. amblyonyx*, essa camada muscular está ausente, sugerindo um controle passivo, mecânico (por esfregação) ou hormonal da liberação de secreção.

A presença de glândulas odoríferas com mecanismo de descarga holócrina é comum em mamíferos de hábitos arborícolas, como é o caso dos micos-leões (*Leontopithecus* sp.) na região esternal (MORAES et al., 2006), bem como nos micos tamarins (*Saguinus* sp.) e saguis (*Callithrix* sp.) (PERKINS, 1969; SUTCLIFFE; POOLE, 1978). Essas glândulas também são observadas na região suprapúbica dessas espécies. Além disso, glândulas semelhantes são encontradas na área esternal do galagone gigante africano (*Otolemur crassicaudatus*) (MAINOYA; URASA, 1982).

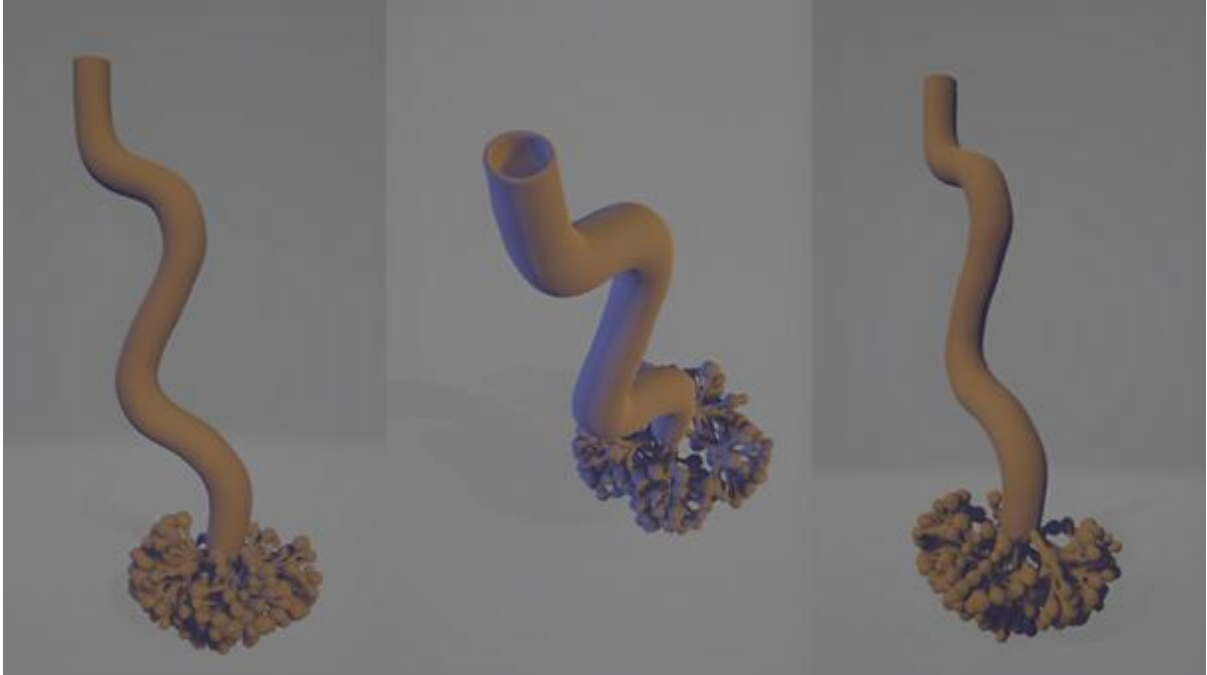


Figura 11: Representação tridimensional da glândula esternal em 3 ângulos distintos.

A uniformidade na histologia e anatomia da glândula entre ambos os sexos sugere um baixo dimorfismo sexual, similar ao que é observado em outras características da espécie, como a escassa diferença morfológica nos crânios (RAIDAN et al., 2019). Essas características sexualmente dimórficas chamativas podem tornar os machos mais visíveis para predadores. Portanto, em espécies com baixo dimorfismo sexual, os machos podem enfrentar um risco reduzido de serem presas. Outro fator associado ao baixo dimorfismo sexual é a simplicidade nos rituais de acasalamento, resultando em rituais menos elaborados. Além disso, a menor especialização ecológica também desempenha um papel importante. Geralmente, nas espécies com baixo dimorfismo sexual, machos e fêmeas ocupam nichos ecológicos semelhantes, o que indica necessidades ecológicas e comportamentais mais semelhantes entre ambos os sexos. Isso pode levar a uma maior flexibilidade e adaptabilidade no uso de recursos e ambientes, contribuindo para a sobrevivência da espécie. Um exemplo dessa similaridade comportamental pode ser observada nos comportamentos parentais; no caso do *Kannabateomys*, os machos e as fêmeas apresentam condutas monogâmicas e de cuidado biparental, incluindo acariciamento, fornecimento de comida e aconchego dos filhotes (SILVA; VIEIRA; IZAR, 2008).

6 CONCLUSÕES

Neste estudo exploramos as características anatômicas e histológicas da glândula odorífera do rato-da-taquara atlântico (*Kannabateomys amblyonyx*).

Na caracterização anatômica observamos que a glândula se encontra localizada na área supraabdominal, e é caracterizada por uma coloração clara e textura granulada. Ela está presente em todos os espécimes examinados, desde os estágios embrionários até os indivíduos adultos sem distinção de sexo. Sua morfologia não mostra diferenças significativas entre machos e fêmeas, sugerindo uma função que não é diferenciada por sexo.

A análise estatística mostra uma correlação positiva entre as dimensões da glândula e a massa corporal, contudo, a correlação é atenuada quando são excluídos os dados embrionários indicando que o desenvolvimento da glândula está ligado com o crescimento geral do organismo.

Na caracterização histológica observamos uma epiderme pavimentosa estratificada seguida de uma derme contendo tecido conjuntivo, dutos glandulares e ácinos serosos. Coerente com a caracterização anatômica, foi revelada uma ausência de diferenças estruturais significativas entre machos e fêmeas.

Essa ausência aparente de dimorfismo sexual é congruente com os comportamentos de monogamia e cuidado biparental; no entanto, é possível a existência de diferenças entre machos e fêmeas em outros estágios do desenvolvimento.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADNYANE, I. K. M. Morphological study of the infraorbital gland of the male barking deer, *muntiacus muntjak*. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 77, 5 dez. 2011.

AINOYA, J. R. M. Histological aspects of the preorbital and interdigital glands of the red duiker (*Cephalophus natalensis*). **African Journal of Ecology**, v. 16, n. 4, p. 265–272, 29 jan. 1978.

ÁLVAREZ, A.; ARÉVALO, R. L. M.; VERZI, D. H. Diversification patterns and size evolution in caviomorph rodents. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 121, n. 4, p. 907–922, ago. 2017.

ANTOINE, P.-O. et al. Middle Eocene rodents from Peruvian Amazonia reveal the pattern and timing of caviomorph origins and biogeography. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1732, p. 1319–1326, 7 abr. 2012.

ATKESON, T. D.; MARCHINTON, R. L. Forehead Glands in White-Tailed Deer. **Journal of Mammalogy**, v. 63, n. 4, p. 613–617, 23 nov. 1982.

BERTRAND, O. C. et al. Two New Taxa (Caviomorpha, Rodentia) from the Early Oligocene Tinguiririca Fauna (Chile). **American Museum Novitates**, v. 3750, n. 3750, p. 1–36, jul. 2012.

BIGIANI, A. et al. Pheromone reception in mammals. Em: **Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 1–35.

BRINCK, C.; ERLINGE, S.; SANDELL, M. Anal sac secretion in mustelids a comparison. **Journal of Chemical Ecology**, v. 9, n. 6, p. 727–745, jun. 1983.

BRITO, C.; JORDÃO, V. L.; PIERCE, G. J. Ambergris as an overlooked historical marine resource: its biology and role as a global economic commodity. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1–12, 29 jun. 2015.

BROWN, W. L. A Hypothesis Concerning the Function of the Metapleural Glands in Ants. **The American Naturalist**, v. 102, n. 924, p. 188–191, mar. 1968.

BUESA, R. J. Histology without formalin? **Annals of Diagnostic Pathology**, v. 12, n. 6, p. 387–396, dez. 2008.

BURDOCK, G. A. Safety Assessment of Castoreum Extract as a Food Ingredient. **International Journal of Toxicology**, v. 26, n. 1, p. 51–55, 11 jan. 2007.

CERQUEIRA, R. Descrição externa dos mamíferos. 1. Partes do corpo, integumento e seus anexos. Em: **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozologia**. Rio de Janeiro: SBMZ, 2006. v. 45p. 1–10.

CLOE, A. L. et al. Contribution of anal scent gland and urinary odorants to mate recognition in the ferret. **Physiology & Behavior**, v. 82, n. 5, p. 871–875, out. 2004.

COURCELLE, M. et al. Digging for the spiny rat and hutia phylogeny using a gene capture approach, with the description of a new mammal subfamily. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 136, p. 241–253, jul. 2019.

CROSS, H. B. et al. Sex Discrimination via Anal Gland Secretion in a Territorial Monogamous Mammal. **Ethology**, v. 120, n. 10, p. 1044–1052, 12 out. 2014.

DRYDEN, G. L.; CONAWAY, C. H. The Origin and Hormonal Control of Scent Production in *Suncus murinus*. **Journal of Mammalogy**, v. 48, n. 3, p. 420, ago. 1967.

EARLÉ, R. A. Aspects of the social and feeding behaviour of the yellow mongoose *Cynictis penicillata* (G. Cuvier). **Mammalia**, v. 45, n. 2, 1981.

EMMONS, L. H. Morphological, Ecological, and Behavioral Adaptations for Arboreal Browsing in *Dactylomys dactylinus* (Rodentia, Echimyidae). **Journal of Mammalogy**, v. 62, n. 1, p. 183–189, 31 mar. 1981.

EMMONS, L. H. **Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide**. 2^a ed. [s.l.] University Of Chicago Press, 1997.

FABRE, P. et al. Diversification of South American spiny rats (Echimyidae): a multigene phylogenetic approach. **Zoologica Scripta**, v. 42, n. 2, p. 117–134, 30 mar. 2013.

FABRE, P.-H. et al. Mitogenomic phylogeny, diversification, and biogeography of South American spiny rats. **Molecular Biology and Evolution**, p. msw261, 25 dez. 2016.

FADEM, B. H.; COLE, E. A. Scent-marking in the grey short-tailed opossum (*Monodelphis domestica*). **Animal Behaviour**, v. 33, n. 3, p. 730–738, ago. 1985.

FAULKES, C. G. Pheromones in Vertebrates. Em: **Encyclopedia of Life Sciences**. [s.l.] Wiley, 2001.

FELDMAN, H. N. Methods of scent marking in the domestic cat. **Canadian Journal of Zoology**, v. 72, n. 6, p. 1093–1099, 1 jun. 1994.

FRAILEY, C. D.; CAMPBELL, K. Paleogene Rodents from Amazonian Peru: The Santa Rosa Local Fauna. Em: **The Paleogene Santa Rosa Local Fauna of**

Amazonian Peru. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 2004. v. 40p. 71–130.

GALEWSKI, T. et al. Ecomorphological diversification among South American spiny rats (Rodentia; Echimyidae): a phylogenetic and chronological approach. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 34, n. 3, p. 601–615, mar. 2005.

GEISSMANN, T. A sternal gland in the Siamang Gibbon (*Hylobates syndactylus*). **International Journal of Primatology**, v. 8, n. 1, p. 1–15, fev. 1987.

GEISSMANN, T. Reassessment of age of sexual maturity in gibbons (*Hylobates* spp.). **American Journal of Primatology**, v. 23, n. 1, p. 11–22, 3 jan. 1991.

GORMAN, M. L.; TROWBRIDGE, B. J. The Role of Odor in the Social Lives of Carnivores. Em: **Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution**. Boston, MA: Springer US, 1989. p. 57–88.

HAYDEN, S. et al. Ecological adaptation determines functional mammalian olfactory subgenomes. **Genome Research**, v. 20, n. 1, p. 1–9, jan. 2010.

HOATH, S. B.; MAIBACH, H. I. (EDS.). **Neonatal Skin**. Boca Raton: CRC Press, 2003.

JACOB, J.; SCHLIEMANN, H. Chemical Composition of the Secretion from the Anal Sacs of *Civettictis civetta* (Schreber, 1776). **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 38, n. 5–6, p. 497–500, 1 jun. 1983.

KARDONG, K. V. **Vertebrados - Anatomia Comparada, Função e Evolução**. 7ª ed. [s.l.] Roca, 2016.

KARLSON, P.; LÜSCHER, M. 'Pheromones': a New Term for a Class of Biologically Active Substances. **Nature**, v. 183, n. 4653, p. 55–56, jan. 1959.

KIERULFF, M. C. M.; STALLINGS, J. R.; SABATO, E. A method to capture the bamboo rat (*Kannabateomys amblyonyx*) in bamboo forests. **Mammalia**, v. 55, p. 633–635, 1991.

LEITE, Y. L. R. Evolution and Systematics of the Atlantic Tree Rats, Genus *Phyllomys* (Rodentia, Echimyidae), With Description of Two New Species. **University of California Press**, v. 132, n. 1, 1 jul. 2003.

MAINOYA, J. R.; URASA, F. M. Occurrence and histology of the sternal gland in the greater bushbaby, *Galago crassicaudatus*. **African Journal of Ecology**, v. 20, n. 3, p. 199–205, 29 set. 1982.

MANAF, P.; BRITO-GITIRANA, L. DE; OLIVEIRA, E. S. Evidence of chemical communication in the spiny rat *Trinomys yonenagae* (Echimyidae): anal scent gland

and social interactions. **Canadian Journal of Zoology**, v. 81, n. 7, p. 1138–1143, 1 jul. 2003.

MARTIN, R. E.; PINE, R. H.; DEBLASE, A. F. **A Manual of Mammalogy: With Keys to Families of the World**. 3ª ed. Illinois: Waveland Press, 2011.

MATOUSEK, J. L.; CAMPBELL, K. L. A comparative review of cutaneous pH. **Veterinary Dermatology**, v. 13, n. 6, p. 293–300, 11 dez. 2002.

MEYER, D. **Rato-da-Taquara *Kannabateomys amblyonyx*: Grau de Pesquisa [Imagem]**. Disponível em: <<https://www.biodiversity4all.org/observations/193982086>>. Acesso em: 19 abr. 2024.

MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L. F. G.; AMENDOEIRA, M. R. R. **Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; IOC, 2010. v. 2

MORAES, I. A. et al. Histology of the sternal and suprapubic skin areas in lion tamarins (*Leontopithecus* sp. Callitrichidae–Primates). **American Journal of Primatology**, v. 68, n. 11, p. 1120–1126, nov. 2006.

MYKYTOWYCZ, R. The behavioural role of the mammalian skin glands. **Die Naturwissenschaften**, v. 59, n. 4, p. 133–139, abr. 1972.

NOONAN, M. J. et al. Knowing Me, Knowing You: Anal Gland Secretion of European Badgers (*Meles meles*) Codes for Individuality, Sex and Social Group Membership. **Journal of Chemical Ecology**, v. 45, n. 10, p. 823–837, 7 out. 2019.

OJEDA, R. A.; OJEDA, A. A.; NOVILLO, A. The caviomorph rodents. Em: **Sociobiology of Caviomorph Rodents**. [s.l.] Wiley, 2016. p. 1–27.

OLMOS, F. et al. Habits of the Southern Bamboo Rat, *Kannabateomys amblyonyx* (Rodentia, Echimyidae) in Southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 57, n. 3, 1993.

PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA, G. **Mammals of South America, Volume 2**. [s.l.] University of Chicago Press, 2015.

PERKINS, E. M. The skin of primates. XL. The skin of the cottontop pinché *Saguinus* (= *Oedipomidas*) *oedipus*. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 30, n. 1, p. 13–27, 2 jan. 1969.

RAIDAN, C. et al. Geographical variation and sexual dimorphism in cranial size and shape of *Kannabateomys amblyonyx* (Rodentia: Echimyidae). **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, v. 85, p. 31–39, 2019.

RASMUSSEN, L. E. et al. Testosterone and Dihydrotestosterone Concentrations in Elephant Serum and Temporal Gland Secretions. **Biology of Reproduction**, v. 30, n. 2, p. 352–362, 1 mar. 1984.

ROSS, M. H.; PAWLINA, W. **Histology: A text and atlas: With correlated cell and molecular biology**. 6^a ed. Philadelphia: Lip pincott Williams & Wilkins, 2010.

ROUAULT, J.-D. et al. Relations Between Cuticular Hydrocarbon (HC) Polymorphism, Resistance Against Desiccation and Breeding Temperature; A Model for HC Evolution in *D. Melanogaster* and *D. Simulans*. **Genetica**, v. 120, n. 1–3, p. 195–212, mar. 2004.

ROWE, T. B.; MACRINI, T. E.; LUO, Z.-X. Fossil Evidence on Origin of the Mammalian Brain. **Science**, v. 332, n. 6032, p. 955–957, 20 maio 2011.

ROYER, L.; MCNEIL, J. N. Effect of relative humidity conditions on responsiveness of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) males to female sex pheromone in a wind tunnel. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 1, p. 61–69, jan. 1993.

RUNDLE, H. D. et al. Divergent Selection and the Evolution of Signal Traits and Mating Preferences. **PLoS Biology**, v. 3, n. 11, p. e368, 25 out. 2005.

SCHMIDT-RHAESA, A. **The Evolution of Organ Systems**. [s.l.] Oxford University Press, 2007.

SCORDATO, E. S.; DUBAY, G.; DREA, C. M. Chemical Composition of Scent Marks in the Ringtailed Lemur (*Lemur catta*): Glandular Differences, Seasonal Variation, and Individual Signatures. **Chemical Senses**, v. 32, n. 5, p. 493–504, 1 jun. 2007.

SILVA, L.; ANTUNES, A. Vomeronasal Receptors in Vertebrates and the Evolution of Pheromone Detection. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 5, n. 1, p. 353–370, 8 fev. 2017.

SILVA, R. B.; VIEIRA, E. M.; IZAR, P. Social Monogamy and Biparental Care of the Neotropical Southern Bamboo Rat (*Kannabateomys amblyonyx*). **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 6, p. 1464–1472, 16 dez. 2008.

SMITH, M. Behaviour of the Koala, *Phascolarctos cinereus* (Goldfuss), in Captivity IV.* Scent-Marking. **Wildlife Research**, v. 7, n. 1, p. 35, 1980.

SUTCLIFFE, A. G.; POOLE, T. B. Scent marking and associated behaviour in captive Common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*) with a description of the histology of scent glands. **Journal of Zoology**, v. 185, n. 1, p. 41–56, 20 maio 1978.

SUVARNA, S. K.; LAYTON, C.; BANCROFT, J. D. **Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques**. 8^a ed. [s.l.] Elsevier, 2019.

SYMONDS, M. R. E.; ELGAR, M. A. The evolution of pheromone diversity. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 4, p. 220–228, abr. 2008.

SZUNYOGOVA, E.; PARSON, S. H. Histological and Histochemical Methods, Theory and Practice, 5th Ed. **Journal of Anatomy**, v. 228, n. 5, p. 887–887, 19 maio 2016.

TARABORELLI, P. A. et al. *Abrocoma schistacea* (Rodentia: Abrocomidae). **Mammalian Species**, v. 47, n. 921, p. 45–50, 20 ago. 2015.

TAVARES, W. C.; PESSÔA, L. M. Effects of size, phylogeny and locomotor habits on the pelvic and femoral morphology of South American spiny rats (Rodentia: Echimyidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 131, n. 4, p. 835–869, 2 dez. 2020.

TAVARES, W. C.; PESSÔA, L. M. Pelvic sexual dimorphism and its association with cranial morphology in Neotropical spiny rats (Rodentia, Echimyidae). **Journal of Mammalian Evolution**, v. 29, n. 4, p. 1015–1031, 2022.

TIRINDELLI, R. et al. From Pheromones to Behavior. **Physiological Reviews**, v. 89, n. 3, p. 921–956, jul. 2009.

UPHAM, N. et al. **Mammal Diversity Database**. Dataset ed. [s.l.] Zenodo, 2024. v. Version 1.12.1

VAGLIO, S. et al. Sternal Gland Scent-Marking Signals Sex, Age, Rank, and Group Identity in Captive Mandrills. **Chemical Senses**, p. bjb077, 26 dez. 2015.

VANDENBERGH, J. G. Coordination of Social Signals and Ovarian Function during Sexual Development. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 7, p. 1841, 1989.

VANNY, R. S.; COLOMBI, V. H.; LOSS, A. C. Novo registro de *Kannabateomys amblyonyx* (Wagner, 1845) (Rodentia: Echimyidae) no Espírito Santo (Brasil) e mapa de distribuição atualizado da espécie. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, v. 82, p. 112–117, dez. 2018.

WARKENTIN, A. **Rato-da-Taquara *Kannabateomys amblyonyx*: Grau de Pesquisa [Imagem]**. Disponível em: <<https://www.biodiversity4all.org/observations/107835954>>. Acesso em: 19 abr. 2024.

WILKE, K. et al. A short history of sweat gland biology. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 29, n. 3, p. 169–179, 23 jun. 2007.

WILLIAMS, J. M. et al. Intestinal Preparation Techniques for Histological Analysis in the Mouse. **Current Protocols in Mouse Biology**, v. 6, n. 2, p. 148–168, jun. 2016.

WITZANY, G. **Biocommunication of Archaea**. Cham: Springer International Publishing, 2017.

YASUI, T.; TSUKISE A.; MEYER, W. Histochemical analysis of glycoconjugates in the eccrine glands of the raccoon digital pads. **European Journal of Histochemistry**, v. 48, n. 4, p. 393–402, 2009.

3. ANEXO A

Quadro 1: Espécimes analisadas da coleção de mamíferos do Museu Nacional – UFRJ.

Espécie	Número de tombo
<i>Phyllomys blainvillii</i>	MN6238, MN21516, MN21520, MN21522, MN21524, MN21525, MN21528, MN21530, MN21531, MN21532, MN21533, MN21534, MN21536, MN21537, MN21538, MN21539, MN21540, MN21541, MN21542 e MN52090
<i>Euryzygomatomys spinosus</i>	MN49539, MN50721 e MN53885
<i>Clyomys laticeps</i>	MN68143, MN68169, MN68172, e MN68166
<i>Thrichomys pachyurus</i>	MN63885, MN63898 MN63905.
<i>Dactylomys dactylinus</i>	MN11921 e MN75558
<i>Phyllomys nigrispinus</i>	MN6440, MN6441, MN6442, MN6443, MN6444 e MN6445
<i>Makalata armata</i>	MN1929, MN52406 e MN52407

4. ANEXO B

Quadro 2: Massa corporal, sexo, comprimento e largura da glândula, e datas de coleta de espécimes.

Espécime	Sexo	Massa corporal	Comprimento da glândula (mm)	Largura da glândula (mm)	Data de coleta
WCT59	Macho	340g	32	3	15/12/2018
WCT105	Macho	302g	23,5	2,5	15/12/2019
WCT139	Fêmea	360g	25	4	15/12/2019
WCT140	Fêmea	400g	31	3	15/12/2019
WCT141	Fêmea	400g	31,5	3	15/12/2019
WCT283	Fêmea	525g	15	3	28/02/2023
WCT283 – Embrião 01	Indeterminado	27,5g	9,5	1	28/02/2023
WCT283 – Embrião 02	Indeterminado	36g	11	1	28/02/2023
WCT284	Macho	495g	27	5	28/02/2023

5. ANEXO C

Quadro 3: Procedimentos do processamento histológico e tempos correspondentes.

Processo	Agente	Tempo
Desidratação	Etanol 70%	60'
Desidratação	Etanol 90%	45'
Desidratação	Etanol 95%	45'
Desidratação	Etanol absoluto	45'
Desidratação	Etanol absoluto	45'
Desidratação	Etanol absoluto	45'
Clarificação	Xylol 30% / Etanol 70%	45'
Clarificação	Xylol 50% / Etanol 50%	45'
Clarificação	Xylol 70% / Etanol 30%	45'
Clarificação	Xylol absoluto	60'
Infiltração	Parafina	45'
Infiltração	Parafina	45'
Infiltração	Parafina	45'
Emblocamento	Parafina	∞

6. ANEXO D

Quadro 4: Procedimentos para a coloração e tempos correspondentes.

Processo	Agente	Tempo
Clarificação	Xylol absoluto	5'
Hidratação	Etanol absoluto	5'
Hidratação	Etanol 95%	5'
Hidratação	Etanol 90%	5'
Hidratação	Etanol 70%	5'
Hidratação	Etanol 50%	5
Hidratação	Água destilada	5'
Coloração	Hematoxilina de Harris	4'
Coloração	Água corrente	5'
Coloração	Ácido – Etanol	2 mergulhos
Coloração	Água corrente	1'
Coloração	NHOH	Até virar azul (<1')
Coloração	Água corrente	5'
Coloração	Eosina-floxina	2'
Desidratação	Etanol absoluto	5'
Desidratação	Etanol absoluto	5'
Desidratação	Etanol absoluto	5'
Clarificação	Xylol 50% / Etanol 50%	2'
Clarificação	Xylol absoluto	2'

7. ANEXO E

```
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import pandas as pd
import numpy as np
from scipy import stats
from scipy.stats import pearsonr

# dados dos machos e femeas adultos
machos_comprimento = [32, 23.5, 27]
machos_largura=[3, 2.5, 5]

femeas_comprimento=[25, 31, 31.5, 15]
femeas_largura=[4,3,3,3]

# dados do comprimentos da glandula de todos os individuos
comprimentos_todos = [32, 23.5, 25, 31, 31.5, 15, 9.5, 11, 27]
massa_todos = [340, 302, 360, 400, 400, 525, 27.5, 36, 495]

comprimentos_adultos = [32, 23.5, 25, 31, 31.5, 15, 27]

# dados da largura da glandula de todos os individuos
larguras_todos = [3,2.5,4,3,3,3,1,1,5]

larguras_adultos = [3,2.5,4,3,3,3,5]

# Dados das medidas dos adultos tabuladas
df=pd.read_csv('medidas_df.csv')
```

```
# Gráficos de caixa
fig1 = plt.figure(constrained_layout=True, figsize=(12, 5))
axs1 = fig1.add_gridspec(1, 2)

axs1_0 = fig1.add_subplot(axs1[0, 0])
bplot1 = axs1_0.boxplot([machos_comprimento, femeas_comprimento],
Labels=['Machos', 'Fêmeas'], patch_artist=True)
axs1_0.set_title('Comparação do comprimento da glândula em machos e
fêmeas')
axs1_0.set_ylabel('Comprimento (mm)')
axs1_0.set_xlabel('Sexo')

axs1_1 = fig1.add_subplot(axs1[0, 1])
bplot1 = axs1_1.boxplot([machos_largura, femeas_largura],
Labels=['Machos', 'Fêmeas'], patch_artist=True)
axs1_1.set_title('Comparação da largura da glândula em machos e
fêmeas')
axs1_1.set_ylabel('Largura (mm)')
axs1_1.set_xlabel('Sexo')
```

```
# Teste t para comprimento e largura entre machos e fêmeas

# Realiza o teste t para comprimento
t_stat_comprimento, p_value_comprimento =
stats.ttest_ind(machos_comprimento, femeas_comprimento)

# Realiza o teste t para largura
t_stat_largura, p_value_largura = stats.ttest_ind(machos_largura,
femeas_largura)

# Imprime os resultados
print("Resultados para Comprimento:")
print(f"Estatística t: {t_stat_comprimento}")
print(f"Valor p: {p_value_comprimento}")
if p_value_comprimento < 0.05:
    print("Há uma diferença estatisticamente significativa em
Comprimento.")
else:
    print("Não há uma diferença estatisticamente significativa em
Comprimento.")

print("\nResultados para Largura:")
print(f"Estatística t: {t_stat_largura}")
print(f"Valor p: {p_value_largura}")
if p_value_largura < 0.05:
    print("Há uma diferença estatisticamente significativa em
Largura.")
else:
    print("Não há uma diferença estatisticamente significativa em
Largura.")
```

```

# Correlação de Pearson para comprimento com dados Logaritmicos

# Cálculo das correlações de Pearson e p-values com valores
Logaritmizados
corr_todos, p_value_todos = pearsonr(np.log(massa_todos),
np.log(comprimentos_todos))
corr_adultos, p_value_adultos = pearsonr(np.log(massa_adultos),
np.log(comprimentos_adultos))

# Função para determinar se a correlação é significativa
def is_significativa(p_value):
    alpha = 0.05 # Nível de significância de 0.05 (95% de
confiança)
    return p_value < alpha

# Ajustar uma linha de tendência aos dados Logaritmizados
z_todos = np.polyfit(np.log(massa_todos),
np.log(comprimentos_todos), 1)
p_todos = np.poly1d(z_todos)
z_adultos = np.polyfit(np.log(massa_adultos),
np.log(comprimentos_adultos), 1)
p_adultos = np.poly1d(z_adultos)

# Valores para a linha de tendência
x_todos = np.array(np.log(massa_todos))
y_todos = p_todos(x_todos)
x_adultos = np.array(np.log(massa_adultos))
y_adultos = p_adultos(x_adultos)

# Criação da figura com 2 subplots
fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(10, 5))

# Subplot para a análise de correlação de "comprimentos_todos" e
"massa_todos" com linha de tendência
axs[0].scatter(np.log(massa_todos), np.log(comprimentos_todos))
axs[0].plot(x_todos, y_todos, color='red', linestyle='-')
axs[0].set_title(f'Correlação incluindo embriões: {corr_todos:.3f}')
axs[0].set_xlabel('Log Massa (ln(g))')
axs[0].set_ylabel('Log Comprimento (ln(mm))')
print(f'Correlação de Pearson entre log(Massa) e log(Comprimento)
(incluindo embriões): {corr_todos:.3f}')
print(f'Valor p (p-value): {p_value_todos:.3f}')

```

```
if is_significativa(p_value_todos):
    print('Correlação é estatisticamente significativa.')
else:
    print('Correlação não é estatisticamente significativa.')

# Subplot para a análise de correlação de "comprimentos_adultos" e
"massa_adultos" com linha de tendência
axs[1].scatter(np.log(massa_adultos), np.log(comprimentos_adultos))
axs[1].plot(x_adultos, y_adultos, color='red', linestyle='-')
axs[1].set_title(f'Correlação excluindo embriões:
{corr_adultos:.3f}')
axs[1].set_xlabel('Log Massa (ln(g))')
axs[1].set_ylabel('Log Comprimento (ln(mm))')
print(f'Correlação de Pearson entre log(Massa) e log(Comprimento)
(excluindo embriões): {corr_adultos:.3f}')
print(f'Valor p (p-value): {p_value_adultos:.3f}')
if is_significativa(p_value_adultos):
    print('Correlação é estatisticamente significativa.')
else:
    print('Correlação não é estatisticamente significativa.')

# Exibir a figura
plt.tight_layout()
plt.show()
```

```

# Correlação de Pearson para comprimento com dados Logaritmicos

# Cálculo das correlações de Pearson e p-values com valores
Logaritmizados
corr_todos, p_value_todos = pearsonr(np.log(massa_todos),
np.log(larguras_todos))
corr_adultos, p_value_adultos = pearsonr(np.log(massa_adultos),
np.log(larguras_adultos))

# Função para determinar se a correlação é significativa
def is_significativa(p_value):
    alpha = 0.05 # Nível de significância de 0.05 (95% de
confiança)
    return p_value < alpha

# Ajustar uma linha de tendência aos dados Logaritmizados
z_todos = np.polyfit(np.log(massa_todos), np.log(larguras_todos), 1)
p_todos = np.poly1d(z_todos)
z_adultos = np.polyfit(np.log(massa_adultos),
np.log(larguras_adultos), 1)
p_adultos = np.poly1d(z_adultos)

# Valores para a linha de tendência
x_todos = np.array(np.log(massa_todos))
y_todos = p_todos(x_todos)
x_adultos = np.array(np.log(massa_adultos))
y_adultos = p_adultos(x_adultos)

# Criação da figura com 2 subplots
fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(10, 5))

# Subplot para a análise de correlação de "comprimentos_todos" e
"massa_todos" com linha de tendência
axs[0].scatter(np.log(massa_todos), np.log(larguras_todos))
axs[0].plot(x_todos, y_todos, color='red', linestyle='-')
axs[0].set_title(f'Correlação incluindo embriões: {corr_todos:.3f}')
axs[0].set_xlabel('Log Massa (ln(g))')
axs[0].set_ylabel('Log Largura (ln(mm))')
print(f'Correlação de Pearson entre log(Massa) e log(Largura)
(incluindo embriões): {corr_todos:.3f}')
print(f'Valor p (p-value): {p_value_todos:.3f}')
if is_significativa(p_value_todos):

```

```
    print('Correlação é estatisticamente significativa.')
else:
    print('Correlação não é estatisticamente significativa.')

# Subplot para a análise de correlação de "comprimentos_adultos" e
"massa_adultos" com linha de tendência
axs[1].scatter(np.log(massa_adultos), np.log(larguras_adultos))
axs[1].plot(x_adultos, y_adultos, color='red', linestyle='-')
axs[1].set_title(f'Correlação excluindo embriões:
{corr_adultos:.3f}')
axs[1].set_xlabel('Log Massa (ln(g))')
axs[1].set_ylabel('Log Largura (ln(mm))')
print(f'Correlação de Pearson entre log(Massa) e log(Largura)
(excluindo embriões): {corr_adultos:.3f}')
print(f'Valor p (p-value): {p_value_adultos:.3f}')
if is_significativa(p_value_adultos):
    print('Correlação é estatisticamente significativa.')
else:
    print('Correlação não é estatisticamente significativa.')

# Exibir a figura
plt.tight_layout()
plt.show()
```

```
# Resumo das medidas dos indivíduos adultos

# Filtrar e obter estatísticas para machos
grupo_sexo_1 = df[df['sexo'] == 1]
estatisticas_sexo_1 = grupo_sexo_1.describe()
estatisticas_sexo_1 = estatisticas_sexo_1[['massa', 'comprimento',
'largura']] # Selecionar as colunas de interesse

# Filtrar e obter estatísticas para fêmeas
grupo_sexo_0 = df[df['sexo'] == 0]
estatisticas_sexo_0 = grupo_sexo_0.describe()
estatisticas_sexo_0 = estatisticas_sexo_0[['massa', 'comprimento',
'largura']] # Selecionar as colunas de interesse

# Filtrar e obter estatísticas para todos os adultos
grupo_adultos =
pd.concat([grupo_sexo_0, grupo_sexo_1], ignore_index=True)
estatisticas_adultos = grupo_adultos.describe()

# Imprimir estatísticas para machos
print("Estatísticas para machos:")
print(estatisticas_sexo_1)

# Imprimir estatísticas para fêmeas
print("\nEstatísticas para fêmeas:")
print(estatisticas_sexo_0)

# Imprimir estatísticas para todos os adultos:
print("\nEstatísticas para todos os adultos:")
print(estadisticas_adultos)
```

```
# Criar um arquivo Excel e salvar as estatísticas
with pd.ExcelWriter('resultados_estatisticas_sexo.xlsx') as writer:
    estatisticas_sexo_1.to_excel(writer, sheet_name='Machos',
index=True)
    estatisticas_sexo_0.to_excel(writer, sheet_name='Fêmeas',
index=True)
    estadisticas_adultos.to_excel(writer,
sheet_name='Todos_Adultos', index=True)
```