

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ANATOMIA MACROSCÓPICA E ULTRAESTRUTURA DA  
ORELHA DA PACA (*Cuniculus paca*, LINNAEUS, 1766)**

**Leandro Luís Martins**

Médico Veterinário

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ANATOMIA MACROSCÓPICA E ULTRAESTRUTURA DA  
ORELHA DA PACA (*Cuniculus paca*, LINNAEUS, 1766)**

Leandro Luís Martins

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Rita Fernandes Machado

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Angelo Hyppolito

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Cirurgia Veterinária.

2013

M386a Martins, Leandro Luís  
Anatomia macroscópica e ultraestrutura da orelha da paca  
(*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) / Leandro Luís Martins. --  
Jaboticabal, 2013  
xiv, 64 p. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013  
Orientadora: Márcia Rita Fernandes Machado  
Banca examinadora: Tais Harumi de Castro Sasahara, Maria Rita  
Pacheco, Fabrício Singaretti de Oliveira, Flávia Thomaz Verechia  
Pereira.  
Bibliografia

1. Mesoscopia. 2. Morfologia. 3. Osso Temporal. 4. Roedor.  
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:617:599.324.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**LEANDRO LUIS MARTINS**– nasceu na cidade de Catanduva, em 17 de janeiro de 1983. Em março de 2001, iniciou o curso de graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade Camilo Castelo Branco, UNICASTELO, Fernandópolis – SP, que foi concluído em dezembro de 2005. Foi bolsista de Iniciação Científica pela Instituição (UNICASTELO), no período de agosto de 2002 a julho de 2003. Em Janeiro de 2007, ingressou no curso de Mestrado, no Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, UNESP; neste período, foi concedida cota de Bolsa de Mestrado com duração de 24 meses, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. Em 19 de Fevereiro de 2009 obteve o título de Mestre em Cirurgia Veterinária. Em março de 2009 ingressou no curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal e em 25 de Janeiro de 2013 obteve o título de Doutor em Cirurgia Veterinária.

Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação,  
seja animal ou vegetal,  
ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante.

**Albert Schweitzer**

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus Pais, que sempre acreditaram no meu potencial para desenvolver essa pesquisa e me apoiaram em todas as minhas escolhas ao longo desse caminho.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha eterna mestre e amiga Profa. Dra. Márcia Rita Fernandes Machado, orientadora deste trabalho, uma pessoa maravilhosa que entrou em minha vida ajudando-me como uma mãe, sempre acolheu-me com muito carinho. Não tenho palavras para agradecer tanta credibilidade, mas sei que lhe serei eternamente grato!

Ao Prof. Dr. Miguel Ângelo Hyppolito, coorientador deste trabalho, pelo qual tenho uma grande admiração, por ter sido a base na realização deste estudo, além da contribuição indispensável na correção de todas as etapas da qualificação e da redação final desse trabalho. Obrigado!

À Fonoaudióloga e Amiga Ms. Ijanete de Almeida Silva, pelo carinho e toda dedicação dispensada na elaboração dessa tese.

À Adriana Murashima, mestranda do Departamento de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela amizade e dedicação no auxílio de todo esse experimento.

À Maria Rossato técnica do laboratório de microdissecção da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela convivência e valioso auxílio na condução deste trabalho

Aos Professores: Bruno Watanabe Minto, Jair Rodini Engracia Filho, Tais Harumi de Castro Sasahara e Lizandra Amoroso por ter auxiliado de forma relevante na minha qualificação. Obrigado!

Ao meu amigo e Prof. Dr. Fabrício Singaretti de Oliveira, que esteve sempre presente em minha vida acadêmica e de pesquisa, disposto a me ajudar, ensinando-me tudo o que fosse necessário para o aprimoramento em meu trabalho . Muito Obrigado pelo carinho e amizade de sempre!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que está sempre presente em minha vida, guiando meus passos e iluminando meus caminhos e me dando forças para seguir em frente.

Ao meu irmão André, minha cunhada Suéllen e minha sobrinha Isabeli que sempre torceram por mim, que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado, nos momentos de alegria ou de tristeza. Obrigado!

A minha tia-mãe Nair, por participar de minha criação, pelo carinho e força a mim dispensados muitos e muitos anos. Amo você.

A minha família querida pelo amor incondicional e por todo apoio e incentivo em todas as minhas decisões. Obrigado!

Aos meus amigos e agregados da república, que estiveram sempre comigo em Jaboticabal.

Aos meus amigos e também orientados da professora Márcia, Ana Carolina, Andrea, Sérgio, Leonardo, Isabela, Márcio, Alessandra Silva, Alessandra Scavone e Ana Laura, sempre muito dispostos a me auxiliar nesse trabalho e em me apoiar nos momentos de minha vida.

Agradeço ao meu grande amigo Sergio, pelos fins de tarde de quarta feira que passamos juntos e pelo presente que tive de poder me tornar amigo de uma pessoa tão especial.

A todos os professores do Departamento de Morfologia e Fisiologia da FCAVUNESP.

Ao Prof. Joaquim Machado, Sr. Luiz Fernandes e Eronita pela paciência, apoio e compreensão!

Aos eternos amigos de Catanduva, pelo carinho e a preocupação que temos uns com os outros.

Aos amigos de Jaboticabal, que a vida me deu como um presente, que me receberam em suas casas com todo o carinho, fazendo-me sentir como parte da família.

Aos meus animais queridos, Tchesca, Belinha e Lua, assim como às pacas, que tanto contribuíram para o enriquecimento dessa pesquisa e para a obtenção do meu título de doutor. Obrigado!

À todos os funcionários da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto que colaboraram de forma fundamental para a realização deste estudo.

À todos os funcionários do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Fcav-Unesp.

À dona Marilda, com suas pipocas e lanchinhos, agradeço a atenção.

Aos Professores, Amigos e Alunos da Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Araguaina-TO.

Às pessoas do CETEC, sejam da direção, sejam meus alunos.

Ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, UNESP.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado, junto à Pós-Graduação dessa instituição.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Orelha externa.....	4
2.1.1 Porção cartilágnea.....	4
2.1.2 Porção óssea.....	6
2.2 Orelha média.....	9
2.3 Orelha interna.....	12
3. OBJETIVO.....	19
4. MATERIAL E METÓDOS.....	20
5. RESULTADOS.....	22
5.1 Orelha externa.....	22
5.1.1 Pavilhão auricular .....	22
5.1.2 Osso temporal.....	23
5.1.3 Bula timpânica.....	25
5.1.3.1 Vista Lateral da bula timpânica.....	25
5.1.3.2 Vista Medial da bula timpânica .....	26
5.2 Orelha média.....	26
5.2.1 Ossículos da orelha média.....	29
5.3 Orelha interna.....	31
5.3.1 Cóclea.....	32
5.3.2 Vestíbulo.....	34
5.3.2.1- Ductos semicirculares.....	35
5.3.2.2 - Sáculo e Utrículo .....	37
6. DISCUSSÃO.....	39
7. CONCLUSÃO.....	43
8. REFERÊNCIAS.....	44

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> Representação esquemática do conduto auditivo externo, da orelha média e interna do cão (KÖNIG; LIEBICH, 2011).....	03
<b>Figura 2</b> Em A, desenho esquemático do pavilhão auricular de uma paca adulta. Em B, Fotografia do pavilhão auricular da paca, evidenciando as seguintes estruturas: 1 hélice, 2 anti-hélice, 3 ponte, 4 concha, 5 supra tragos, 6 tragos, 7 incisura intertrágica, 8 conduto auditivo e 9 lóbulo (Jaboticabal/SP, 2011).....	22
<b>Figura 3</b> Fotografia do crânio da paca, vista inferior, com evidência para a localização das bulas timpânicas, direita e esquerda (circulo) (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	23
<b>Figura 4</b> Em A, fotografia do crânio da paca, vista lateral. Em B, destaque para: 1 bula timpânica, 2 conduto auditivo externo, 3 osso escamoso, 4 apófise para-occipital, 5 saliência do “sinus” aéreo anterior e 6 saliência do “sinus” aéreo posterior (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	24
<b>Figura 5</b> Em A, fotografia da bula timpanica de uma paca adulta, vista lateral, onde se observa: 1 forame externo do canal do nervo facial e 2 conduto auditivo externo. Em B, fotografia da bula timpanica de uma paca adulta, vista medial: 3 forame do nervo coclear, 4 forame do nervo vestibular inferior, 5 forame do nervo facial, 6 forame do nervo vestibular superior, 7 fossa subarqueada, 8 eminência arqueada e seta (►) projeção da tuba auditiva (Ponte do rochedo) (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	25
<b>Figura 6</b> Fotografia da orelha média de uma paca adulta (aspecto interno). Em A, 1 membrana timpânica, 2 cabo do martelo, 3 junção maleocuidal, 4 corpo da bigorna, 5 ramo longo da bigorna, 6 ramo curto da bigorna e 7 nervo facial. Verifica-se em B, 1 membrana timpânica, 2 cabo do martelo, 4 corpo da bigorna, 8 tendão do músculo estapédio, 9 canal do nervo facial. Em C, os ossículos da orelha média estão pintados e observa-se: 2 cabo do martelo, 3 junção maleocuidal, 5 ramo longo da bigorna, 6 ramo curto da bigorna, 7 nervo facial, 10 estribo, 11 janela redonda e 12 cóclea (Promontório), (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	28
<b>Figura 7</b> Em A, fotografia dos ossículos da orelha média de paca adulta, onde se verifica: 1 Cabo do martelo, 2 Junção maleocuidal, 3 Corpo da bigorna, 4 Ramo longo da bigorna, 5 Articulação incudoestapediana, 6 Crura posterior do estribo, 7 Crura anterior do estribo e 8 Platina. Em B e C Eletromicrografias de varredura dos ossículos da orelha média de paca adulta. Em B, 6 Crura posterior do estribo, 7 Crura anterior do estribo, 8 Platina e seta (►) Processo lenticular. Em C, 2 Junção maleocuidal, 3 Corpo da bigorna e 4 Ramo longo da bigorna (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	30
<b>Figura 8</b> Fotografia da orelha interna (Labirinto anterior e Labirinto posterior) de uma paca adulta, onde se observa: 1 Cóclea, 2 Ducto semicircular	

	posterior, 3 Ducto semicircular anterior, 4 Ducto semicircular lateral, 5 Janela oval e 6 Vestíbulo. (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	31
<b>Figura 9</b>	Fotografia da cóclea de uma paca adulta, onde se observa: 1 Lâmina espiral, 2 Modíolo e 3 Nervo coclear (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	32
<b>Figura 10</b>	Eletromicrografia de varredura da cóclea de uma paca adulta, onde se observa: 1 espira basal, 2 espira dois, 3 espira três e 4 espira apical, (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	33
<b>Figura 11</b>	Eletromicrografia de varredura da espira basal da cóclea da paca, evidenciando a micro anatomia do órgão de Corti e o arranjo com três fileiras de células ciliadas externas e uma fileira de células ciliadas internas. Destaque para 1 membrana tectória, 2 células ciliadas internas, 3 células ciliadas externas (Ribeirão Preto/SP, 2011).....	34
<b>Figura 12</b>	Em A, fotografia dos ductos semicirculares da orelha interna de uma paca adulta: 1 ampola do ducto lateral, 2 ducto lateral, 3 ampola do ducto posterior, 4 ducto posterior e 7 utrículo. Verifica-se em B, ductos semicirculares osmicados com destaque para: 1 ampola do ducto lateral, 2 ducto lateral, 3 ampola do ducto posterior, 4 ducto posterior, 5 ampola do ducto anterior, 6 ducto anterior e 7 utrículo. Observa-se em C, eletromicrografia de varredura evidenciando a formação da crista ampular (Ribeirão Preto/SP, 2011). .....	36
<b>Figura 13</b>	Eletromicrografias de varredura dos órgãos vestibulares de uma paca adulta Em <b>A</b> , ótolitos alongados com extremidades arredondadas. Verifica-se Em <b>B</b> , mácula do sáculo com formato alongada. Observa-se Em <b>C</b> , mácula do utrículo com formato oval e irregular, (Ribeirão Preto/SP, 2011). .....	38



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal



## CEBEA – COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 004734-09 do trabalho de pesquisa intitulado "**Morfologia e Ultraestrutura da Orelha da Paca (*Agouti paca*, L., 1766)**", sob a responsabilidade da Profª Drª Márcia Rita Fernandes Machado, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL (CEBEA), em reunião ordinária de 19 de março de 2009.

Jaboticabal, 20 de março de 2009.

**Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui**  
Presidente – CEBEA

**Med. Vet. Maria Alice de Campos**  
Secretária – CEBEA

## ANATOMIA MACROSCÓPICA E ULTRAESTRUTURA DA ORELHA DA PACA (*Cuniculus paca*, LINNAEUS, 1766)

**RESUMO** – A paca (*Cuniculus paca*), um dos maiores roedores da fauna brasileira, possui características inerentes à sua espécie que podem contribuir como uma nova opção de animal experimental; assim, considerando-se que há crescente busca por modelos experimentais apropriados para audiologia e pesquisa otológica cirúrgica, foram analisados e descritos em detalhes a anatomia macroscópica e ultraestrutural da orelha desse roedor. Para o estudo, utilizaram-se 15 animais adultos provenientes do plantel do Setor de Animais Silvestres da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP- Jaboticabal, Jaboticabal-SP. Após anestesia e eutanásia, avaliou-se toda a composição da orelha externa, registrando-se e descrevendo-se os detalhes, também se dissecou a região temporal para melhor visualização e detalhamento da bula timpânica e estas foram removidas e abertas a fim de expor as estruturas da orelha, média e interna as quais foram analisadas, macroscopicamente e ultraestruturalmente. O pavilhão auricular apresenta forma triangular e côncava com cristas irregulares e ápice pontiagudo; o conduto auditivo externo é sinuoso em seu trajeto até a membrana timpânica; a bula timpânica encontra-se na parte posterior-inferior do crânio; a orelha média é formada por uma região cavitária preenchida por estruturas ósseas e membranosas. É delimitada pela membrana timpânica e as janelas redonda e oval, sendo a membrana timpânica de forma plana e que veda todo o conduto auditivo. A orelha interna é composta pelo labirinto ósseo e pelo labirinto membranáceo e é dividida em labirintos anterior, constituído pela cóclea e labirinto posterior constituído pelo vestíbulo e ductos semicirculares. A porção membranosa que contém a endolinfa e a perilinfa está suspensa no labirinto ósseo. A anatomia da orelha da paca é semelhante à da cobaia e do ponto de vista de modelo experimental apresenta grandes vantagens em comparação com a orelha do rato.

**Palavras chave:** Mesoscopia, Morfologia, Osso Temporal, Roedor.

## MACROSCOPICAL AND ULTRASTRUCTURAL ANATOMY OF THE EAR OF THE PACA (*Cuniculus paca*, LINNAEUS, 1766)

**SUMMARY** - The paca (*Cuniculus paca*), one of the largest rodents of the Brazilian fauna, has inherent characteristics of its specie that can contribute as a new option for experimental animal, thus considering that there is a growing demand for suitable experimental models for audiological and otological surgical research, the gross anatomy and ultrastructural ear of this rodent have been analyzed and described in detail. Fifteen adult animals from the Wild Animals Sector herd of the Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, UNESP, Jaboticabal, were used in this study. After anesthesia and euthanasia, we evaluated the entire composition of the external ear, registering and describing the details, the temporal region are often dissected for a better view and detailing of the tympanic bulla which were removed and opened to expose the middle and inner ear structures, which were analyzed macroscopically and ultrastructurally. The ear pinna has a triangular and concave shape with irregular ridges and sharp apex, the external auditory canal is winding in his path to the tympanic membrane, the tympanic bulla is on the back-bottom of the skull, the middle ear is formed by a cavity region filled with bone and membranous structures bounded by the tympanic membrane and the oval and round windows. The tympanic membrane is flat and seals the ear canal. The inner ear consists of the bony labyrinth and the membranous labyrinth and is divided into anterior, consisting of the cochlea and the posterior labyrinth consists of the vestibule and semicircular ducts. The membranous portion that contains endolymph and perilymph is suspended in the bony labyrinth. The anatomy of the paca ear is similar to the guinea pig and from the viewpoint of experimental model has major advantages compared to the mouse ear.

**Key words:** Mesoscopic, Morphology, Temporal bone, Rodent.

## 1. INTRODUÇÃO

A paca é o segundo maior roedor da região neotropical, alcançando 80 cm de comprimento corpóreo e 12 kg de peso. Apresentam quatro dígitos nos membros torácicos e cinco nos membros pélvicos. São excelentes nadadores e quando se sentem ameaçados, procuram abrigos em lagos ou rios (SMYTHE; BROWN DE GUANTI, 1995; PACHALY *et al.*, 2001).

Com tempo médio de vida de 16 anos, essa espécie de roedor está presente em grande parte do território brasileiro e distribui-se geograficamente desde o sudeste do México até o sul do Paraguai e norte da Argentina, em altitudes de até 3.000 metros (EISENBERG; REDFORD 1999, LANGE; SCHMIDT 2007, QUEIROLO *et al.* 2008).

Este animal tem sido utilizado para o consumo humano e o Brasil conta com diversos criatórios autorizados para este fim. Dessa forma, a instalação de criatórios desses roedores para fins comerciais tem sido uma questão de grande interesse (FIEDLER, 1990; MOCKRIN; BENNET; LABRUNA, 2005).

Sua importância, além da comercial, toma também o âmbito da ciência, pois as pacas, que são roedores, podem tornar-se boa alternativa para fins de pesquisa, colaborando com o desenvolvimento de investigações vitais ao homem e aos próprios animais (FIEDLER, 1990; MOCKRIN; BENNET; LABRUNA, 2005).

Há 15 anos, no Laboratório de Anatomia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal (FCAV/J – UNESP), integrando uma série de projetos, vêm-se investigando a morfologia de algumas estruturas que compõe os diferentes sistemas orgânicos desses roedores, uma vez que se conta com o criatório experimental de pacas - Setor de Animais Silvestres da FCAV – UNESP, credenciado pelo IBAMA.

Neste contexto, deve-se considerar a busca por modelos experimentais a serem utilizados em exames audiológicos e em cirurgias otológicas em humanos, cuja complexidade é considerável e requer acurado conhecimento anatomofisiológico das estruturas que compõe a orelha, sendo fundamental a pesquisa e o treinamento neste tipo de procedimento nesses modelos, que devem

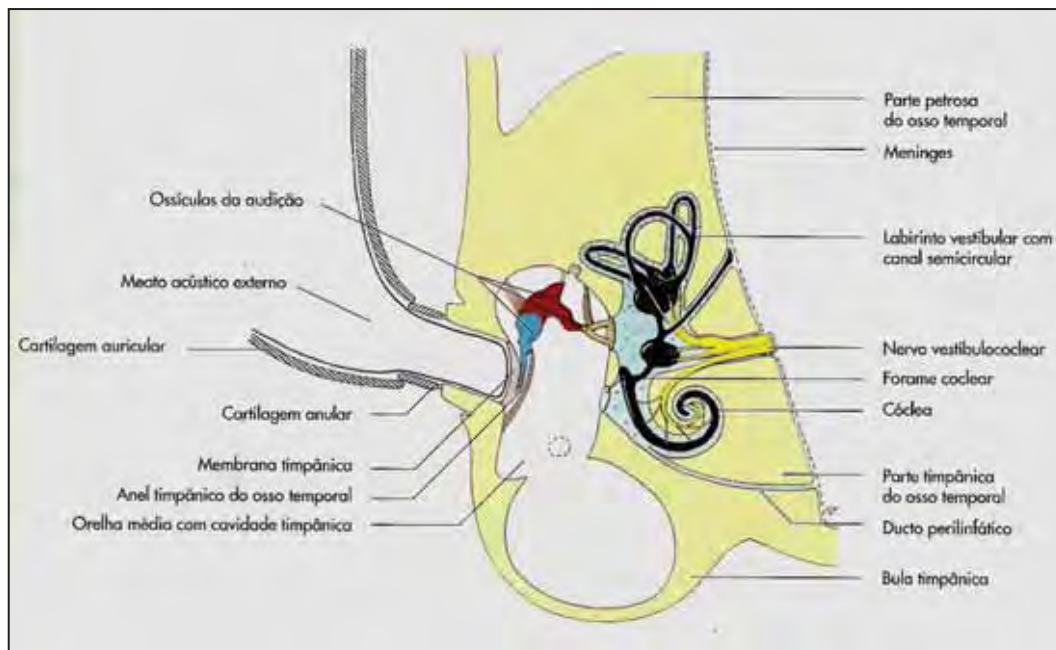
se constituir em alternativas que venham garantir a aplicação das observações e a habilidade dos profissionais.

Com o objetivo de angariar subsídios para realizar cirurgias experimentais em humanos, este estudo detalhou a morfologia macroscópica e ultraestrutural da orelha da paca, haja vista as semelhanças existentes entre a orelha deste roedor e a do homem.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O órgão da audição permite reconhecer três segmentos: orelha externa - *Auris externa*, orelha média - *Auris media* e orelha interna - *Auris interna*. Nos animais domésticos o órgão do equilíbrio e o órgão da audição servem, respectivamente, para a manutenção do equilíbrio e orientação da posição do corpo no espaço além de atuar na percepção de ruídos e sons. As primeiras funções dizem respeito à ação da gravidade e são dirigidas por circuitos complexos por meio do rombencéfalo para o núcleo vestibular no cerebelo (trato vestibular central). O órgão do equilíbrio e o da audição situam-se em conjunto, na porção petrosa do osso temporal, sendo ambos anatômica e funcionalmente supridos pelo nervo vestibulococlear (VIII par de nervo craniano) (NICKEL, 1979; DIDIO, 1999; TORTORA; GRABOWSKI, 2002; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

Orelha é o nome dado às estruturas que compõe os sistemas auditivo e vestibular periféricos. Localiza-se na região temporal do crânio e a maioria de suas porções está inserida no osso temporal. O limite entre a orelha externa e a orelha média é a membrana timpânica. O limite entre a orelha média e a orelha interna é a janela oval (Figura 1) (DIDIO, 1999; TORTORA; GRABOWSKI, 2002; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008; KÖNIG; LIEBICH, 2011).



**Figura 1.** Representação esquemática do conduto auditivo externo, da orelha média e interna do cão (KÖNIG; LIEBICH, 2011).

## 2.1 Orelha externa

A orelha externa dos mamíferos domésticos e seres humanos são compostas por duas partes: a aurícula e o meato acústico externo. A aurícula ou pina é a porção cartilaginosa que se salienta da cabeça. O meato acústico externo é o canal que comunica a base da aurícula com a membrana timpânica, distendido por meio de uma abertura no osso temporal. A descrição anatômica da orelha externa é dividida em duas porções, a porção cartilaginosa, e a óssea (NICKEL, 1979; DIDIO, 1999; TORTORA; GRABOWSKI, 2002; HEINE, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

### 2.1.1 Porção cartilaginosa

O pavilhão auricular dos Mamíferos domésticos apresenta formato de funil; seu polo distal é bem aberto para receber o som e, o proximal, ondula-se, formando um tubo que se curva no sentido medial para conectar-se com o meato acústico externo. Nos animais, a aurícula pode voltar-se em direção à origem do som; as aurículas direita e esquerda podem mover-se de forma independente, de modo que cada uma possa se concentrar em sons isolados. O animal não precisa virar a cabeça, como os seres humanos, que apresentam orelha externa imóvel. (NICKEL, 1979; HEINE, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG ; LIEBICH, 2011).

O formato da aurícula dos mamíferos domésticos é determinado pela cartilagem auricular de sustentação. Na maioria desses animais, essa cartilagem é suficientemente rígida para manter a aurícula sempre ereta. Em muitas raças de cães, a cartilagem é relativamente flexível, permitindo que a aurícula se dobre; mesmo assim, a maioria dos cães pode empinar as orelhas e fazê-las virar quando necessitam de maior atenção ao som (NICKEL, 1979; HEINE, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

O meato acústico externo tem origem na região onde a parte ondulada da cartilagem auricular se estreita e termina no tímpano. O meato possui partes cartilaginosas e ósseas, e seu revestimento interno está repleto de glândulas sebáceas e ceruminosas tubulares. Estas últimas secretam a cera (cerúmen), que

supostamente impede a poeira de chegar à delicada membrana timpânica. A orelha do cão é a de maior interesse clínico. Infelizmente, seu meato acústico externo é curvo, tornando difícil a passagem do otoscópio reto para o exame da parte proximal do meato e do tímpano (NICKEL, 1979; HEINE, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

O pavilhão auricular, em algumas espécies de animais, tem a forma de um cartucho pontiagudo, e, na superfície interna côncava, a cavidade do cartucho, a escafa é distendida de forma plana. Essa superfície interna mostra uma tênue e pouco móvel cobertura de pêlos, com longos pêlos de proteção (trago), que se posicionam na proximidade do conduto auditivo e que, na profundidade do pavilhão, são mais esparsos e finos (NICKEL, 1979; HEINE, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

A base estrutural do pavilhão auricular da cobaia (*Cavia porcellus*) e do rato (*Rattus rattus*) é de natureza elástica. A cartilagem auricular é recoberta por uma delgada pele e consiste em uma aurícula bastante grande com destaques cartilagosos, além de concavidades que são homólogas às aurículas da maioria das outras espécies de mamíferos (KIERNAN; MITCHELL, 1974; COOPER; SCHILLER, 1975).

As cobaias apresentam um canal cartilaginoso bastante tortuoso e longo, formando o meato auditivo externo. A extremidade medial do canal cartilaginoso é contínua com a porção óssea do canal auditivo externo. A porção cartilaginosa da orelha da cobaia é de aproximadamente duas a três vezes o comprimento da porção óssea do canal auditivo externo (COOPER; SCHILLER, 1975).

O conduto auditivo externo da cobaia é menor que o do rato, permitindo a visão somente da membrana timpânica e do cabo do martelo, enquanto que no rato é possível visualizar a membrana timpânica, que não veda todo o conduto auditivo externo, e a cadeia ossicular (ALBUQUERQUE, 2006).

Por causa do comprimento e tortuosidade do canal cartilaginoso, é extremamente difícil de visibilizar a membrana timpânica no ouvido da cobaia, no entanto, esta membrana pode ser examinada com o espéculo pediátrico. A exposição cirúrgica do canal ósseo e a membrana timpânica deve ser alcançada pela remoção ou incisão do canal cartilaginoso (COOPER; SCHILLER, 1975).

### 2.1.2 Porção óssea

O osso temporal dos mamíferos domésticos originam-se da fusão de várias unidades ósseas, as quais ainda se encontram separadas. Entre elas, podem ser diferenciadas a porção escamosa do temporal, a porção petrosa com o processo mastóideo e a porção timpânica (Pars tympanica) (NICKEL, 1979; HEINE, 2004; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

Da porção escamosa, projetam tanto o processo occipital (caudalmente) quanto o processo retrotimpânico (ventralmente), o qual envolve o processo auditivo externo no sentido caudal. No forame retroarticular, atrás dessa projeção, posiciona-se a entrada para o meato temporal, o qual permanece rudimentar em gatos e suínos (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

A porção petrosa é também designada com a parte timpânica como pirâmide petrosa e, apesar de fundir-se nos carnívoros e bovinos com a porção escamosa, permanece separada desse osso nos outros animais domésticos. A porção petrosa forma o fechamento caudoventral do osso temporal e inclui a orelha interna com a cóclea, o vestíbulo e os ductos semicirculares. Ela se posiciona encaixada profundamente entre a porção temporal timpânica e a escamosa (KÖNIG; LIEBICH, 2011).

Sua face medial voltada para a cavidade craniana contém o poro acústico interno, que leva para o meato acústico, e através do qual penetram os nervos facial e os ramos acústico e do equilíbrio do nervo vestibulococlear. Entre a face rostral e medial da porção petrosa, a crista da parte petrosa eleva-se de forma evidente nos carnívoros e nos equinos (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2011).

O segmento caudal da porção petrosa alcança a superfície craniana na direção ventral pelo processo mastóideo. Este é normalmente aumentado em forma de tubérculo nos equinos, sendo mais discreto nos outros animais domésticos (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A porção timpânica desses animais, situada em sentido rostroventral à base do osso temporal, contém na bula timpânica a cavidade timpânica da orelha. Dorsolateralmente abre-se o meato acústico externo, o qual termina no poro acústico externo. Para a fixação da membrana timpânica, forma-se um anel incompleto. Na porção dorsal da cavidade timpânica, encontram-se os ossículos auditivos, o

martelo, a bigorna e o estribo (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Na cobaia, o osso temporal se situa na região posterior-inferior do crânio. Ele está localizado entre o osso occipital caudalmente, o osso parietal dorsalmente e o osso frontal, palatino, esfenóide, maxilar e etmoidal rostralmente. Na delimitação com o osso parietal contém o orifício do canal temporal, que é variável em tamanho (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982; WISOCKI, 2005a, WISOCKI, 2005b; ALBUQUERQUE et al., 2009).

Quatro elementos podem ser distinguidos no osso temporal de cobaias adultas: o escamoso, petroso, timpânico e parte mastóidea. As delimitações entre essas partes do osso temporal não são nítidas. A parte timpânica articula-se paracentralmente com o osso occipital e o osso basoesfenóide, e seu alongado ápice estão embutidos entre o núcleo e a asa do osso. A parte petrosa do osso temporal está ligada com a parte basal do osso esfenóide e o corpo do basoesfenóide (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982; WISOCKI, 2005a, WISOCKI, 2005b). No rato, a parte timpânica é muito mais desenvolvida; consiste no anel timpânico, bula timpânica formando a parte ventro-látero-rostral do osso temporal (WISOCKI, 2008).

Nas Cobaias, essas articulações não são contínuas e formam as aberturas dilaceradas, média e posterior. A porção mastoidea forma o processo mastoide junto com o osso occipital, especialmente o processo paracondilar. O orifício externo do canal do nervo facial é encontrado no limite da porção mastoidea e timpânica. A parte escamosa do osso temporal situa-se dorsal e posteriormente à porção timpânica e mastóidea e forma conexões com os ossos parietal, frontal, palatinos e etmóide. Neste local encontra-se o acetábulo da articulação temporo-mandibular, ou seja, no processo zigomático. Assim pode-se afirmar que esta articulação localiza-se no arco zigomático. A parte timpânica é composta de três porções separadas distintamente, um anel timpânico, uma bula timpânica e uma bula dorsal (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005a, WISOCKI, 2005b).

O anel timpânico da cobaia é um cilindro regular que forma as paredes do canal auditivo externo, que em um ângulo direito penetra na parede lateral da bula timpânica com a sua base. Este cilindro é elevado em sua parte anterior e inferior, no entanto, declina na parte póstero-superior da sua circunferência. Há um forame na borda do canalículo timpânico entre a circunferência inferior do cilindro e a

parede lateral da bula timpânica (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005a, WISOCKI, 2005b).

A bula timpânica é uma formação que limita o considerável espaço aéreo do osso temporal da cobaia. Tem a forma de um trapézio com bordas arredondadas e paredes ósseas muito finas. Acima do anel timpânico, no limite das partes mastóide e escamosa, há uma proeminência contendo uma câmara de ar chamada bula timpânica dorsal. Na região dorsal (superfície interna, ao lado do cérebro) entre a porção dorsal da bula, há o forame do nervo petroso maior e menor. A cápsula óssea do labirinto, que, por analogia ao osso temporal humano pode ser chamado parte pétrosa do osso temporal, é em forma de pirâmide e fica ao lado da fossa anterior e posterior do crânio, construindo um fragmento da base do crânio (COOPER; SCHILLER, 1975; GOKSU et al., 1992; WISOCKI, 2005a, WISOCKI, 2005b). A bula da cobaia e do rato se encontra na parte póstero-inferior do crânio e somente a porção petrosa e o osso timpânico são unidos (ALBUQUERQUE, 2006; WISOCKI, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2009).

Na parte póstero-superior da pirâmide, há uma pequena depressão para a fossa cerebelar e fossa subarqueada. Esta segundo Wisocki (2008), no rato, caracteriza-se por ser profunda. O canal semicircular superior e, em parte, o canal semicircular posterior circundam a entrada para essa depressão. Há uma sutura separando a parte petrosa do mastoide do osso temporal no interior da fossa subarqueada na parede lateral. A convexidade da parte inicial do canal semicircular posterior aparece na parede posterior da fossa (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005b).

Diretamente inferior à fossa subarqueada da cobaia, há uma abertura externa do arqueduto vestibular. O ápice da pirâmide contém a abertura do canal da tuba auditiva (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005b; ALBUQUERQUE, 2006).

Uma característica peculiar anatômica importante para o canal auditivo externo e porção óssea da orelha na cobaia, é que a porção extratemporal do nervo facial encontra-se em estreita proximidade com o canal auditivo, além disso, o aspecto ventral deste canal é cartilaginoso na junção com o canal ósseo. Esta posição vulnerável foi determinada pela localização incomum do forame estilomastoideo no osso temporal, que é posicionado caudal e dorsal para o canal auditivo externo ósseo (COOPER; SCHILLER, 1975).

No rato, a superfície lateral da parte petrosa forma a parede medial da cavidade timpânica e parte da parede posterior. As outras paredes pertencem à porção timpânica. Fortes músculos como o masseter, os músculos do pescoço e os músculos supra-hióideos constituem a vizinhança externa do osso temporal (WISOCKI, 2008).

## **2.2 Orelha média**

A orelha média dos mamíferos domésticos é uma cavidade aerada do osso temporal, também chamada de caixa do tímpano ou cavidade timpânica, que situa-se entre a orelha externa e a interna, sendo revestida por mucosa. A membrana timpânica limita a orelha externa da média. Na orelha média encontram-se três ossículos: martelo, bigorna e estribo que estão suspensos por ligamentos e dois músculos, o músculo estapédio e o músculo tensor do tímpano; por entre os ossículos passa o nervo corda do tímpano, ramo do nervo facial. A orelha média comunica-se com o antro da mastóide pelo ádito do antro; com a rinofaringe pela tuba auditiva e com a orelha interna pelas janelas oval e redonda (COOPER; SCHILLER, 1975; NICKEL, 1979; OLIVEIRA, 1982; DIDIO, 1999; TORTORA; GRABOWSKI, 2002; HEINE, 2004; WISOCKI, 2005b; SOUZA, 2007; WISOCKI, 2008; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A cavidade timpânica desses animais situa-se no interior do osso temporal, no qual se projeta lateralmente a membrana timpânica e, medialmente, o promontório da porção petrosa. Sua porção dorsal é o recesso epitimpânico, no qual se localizam os ossículos da orelha média e o nervo corda do tímpano e, ventralmente, a bula timpânica. A parede medial é lisa e interrompida por duas aberturas. Diferencia-se rostradorsalmente o forame do vestíbulo de forma oval, o qual é fechado pela lâmina oval do estribo. O forame do vestíbulo desemboca no átrio da orelha interna, dorsalmente ao forame da cóclea, de forma circular, o qual se situa mais ventralmente e é fechado pela membrana timpânica secundária (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A membrana timpânica no cão mostra-se disposta transversalmente de forma elíptica e, no gato, projeta-se de forma pontiaguda. No suíno, ela é circular e no

bovino e no equíno, oval (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Nos animais domésticos, os ossículos são resultantes de ossificação membranosa, nos quais permanecem aderidas partes de resíduos cartilagíneos e diferenciam-se em martelo, bigorna e estribo. Os ossos estão articulados uns aos outros em sindesmose, estabelecendo uma conexão funcional, a qual alcança desde o tímpano até o forame vestibular. O tímpano e os ossículos formam o aparelho de condução e ampliação do som. Nos animais jovens, entre a bigorna e o estribo, pode surgir o osso lenticular como um osso próprio que mais tarde pode fusionar-se com a bigorna (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

O martelo situa-se mais lateralmente, inserindo-se ao tímpano. O cabo do martelo está fixado na camada própria do tímpano. Em um exame do tímpano, ele é visto como estria maleolar a qual se eleva alguns milímetros sobre o tímpano. A superfície articular, em forma de sela, da cabeça do martelo articula-se com o corpo da bigorna (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A bigorna possui dois ramos de comprimentos diferentes. O ramo longo da bigorna pode apresentar o osso lenticular em ângulo reto e bem saliente, o qual se articula com a cabeça do estribo. O estribo mostra, junto à sua cabeça, dois pedúnculos, que se colocam sobre a base da bigorna. O último está fixado à margem do forame vestibular por meio do ligamento anular da bigorna (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Os ossículos da orelha média estão mantidos na sua posição por meio de ligamentos e de dobras de mucosa semelhantes às serosas. O cabo do martelo está unido, pelo ligamento lateral do martelo, ao anel timpânico e, pelo ligamento rostral do martelo, à parede do recesso epitimpânico. A cabeça do martelo está fixada pelo ligamento superior do martelo ao teto do recesso epitimpânico (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A cabeça e o cabo do martelo são mantidos adicionalmente no seu local pelas pregas anterior e posterior do martelo, nas quais também se encontra o nervo corda do tímpano. Próximo ao recesso epitimpânico, em parte deste separado somente por uma mucosa, passa o nervo facial. O ramo curto e o corpo da bigorna estão fixados ao recesso epitimpânico pelo ligamento da bigorna; complementando a fixação

desta, participa o seu ligamento anular (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Segundo Cooper e Schiller (1975) e Wisocki (2005b), na cobaia, o complexo incudomaleolar é formado pelo martelo e pela bigorna, que constituem uma estrutura uniforme, indissociável. Entretanto, a observação minuciosa revelou uma sutura entre os ossículos. Só a cabeça do martelo está situada no espaço superior da cavidade timpânica. O corpo da bigorna e seus processos já se encontram na bula ventral. O eixo que atravessa a cabeça do martelo e o processo curto da bigorna é a maior dimensão do complexo ossicular. Este complexo, deitando-se com seu longo eixo no plano sagital, adere na parede superior do anel timpânico com a sua superfície lateral.

Judkins e Li (1997) descreveram que os ossículos na orelha média do rato não são fundidos, observação também exarada por Albuquerque et al. (2009) ao comparar os ossículos da orelha média do rato e da cobaia. Este autor relata ainda que na cobaia o martelo e a bigorna são fusionados, formando uma junção chamada incudomaleolar, enquanto que no rato estes não são fundidos; também na cobaia o estribo é maior e tem um formato triangular, no rato, o estribo apresenta ramos anterior e posterior que são mais estreitos e tem um formato arredondado.

Os ossículos auditivos do rato são delgados e delicados. O martelo tem um oblongo distintamente desenvolvido, a cabeça do martelo apoia-se em um pescoço longo e uma fina alça, consideravelmente mais fino que o pescoço. A bigorna assemelha-se ao dente molar humano, tem um braço longo e um braço mais curto, este último não muito mais curto que o anterior. O estribo é de estrutura delicada e seus membros apresentam escavações. O membro posterior é um pouco mais escavado do que a anterior e faz com que a cabeça do estribo não se estenda apenas lateralmente, mas também um pouco rostralmente. (JUDKINS; LI, 1997; WISOCKI, 2008).

Na cobaia e no rato a membrana timpânica de formato plano em uma posição quase vertical, é fixada ao anel timpânico no local onde a cabeça do martelo está conectada com o cabo do martelo. O cabo do martelo, formando uma fina lâmina óssea, adere à membrana timpânica, com sua borda lateral, que se expande em direção ao fim formando uma barra fixa no "umbigo" da membrana. A parte do cabo é cartilaginosa e é chamado de escudo timpanico, Na parte superior da borda medial

do cabo do martelo, há um anexo do músculo tensor do tímpano (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982; WISOCKI, 2005b, WISOCKI, 2008).

Browning e Granich (1978) descreveram que a chinchila apresentava um canal auditivo externo tortuoso por onde não era possível, mesmo com um espelho auricular, visualizar toda a membrana timpânica, bigorna e seu martelo apresentavam-se fusionados por cartilagem (seus corpos caracterizam-se com sendo uma barra horizontal).

### **2.3 Orelha interna**

A orelha interna dos mamíferos, também chamada labirinto, abriga o órgão auditivo terminal, denominado cóclea e os órgãos vestibulares terminais que são: utrículo, sáculo e ductos vestibulares, estruturas fundamentais para a manutenção do equilíbrio. A cóclea, dentro da orelha interna, contém as células responsáveis pela percepção do som e apresenta a forma de um caracol. Infelizmente, para os pesquisadores, esse órgão encontra-se no interior do osso temporal, que é uma estrutura óssea altamente mineralizada, densa e de difícil acesso (COOPER; SCHILLER, 1975; NICKEL, 1979; OLIVEIRA, 1982; ECHELER; FAY; POPPER, 1994; DIDIO, 1999; TORTORA; GRABOWSKI, 2002; WISOCKI, 2005b; SOUZA, 2007; WISOCKI, 2008; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Nos animais domésticos, a orelha interna é formada nos seus segmentos centrais por um sistema fechado de labirintos ósseos e ductos membranosos de paredes finas, o labirinto membranoso, o qual apresenta na sua parede interna o aparelho vestibular como órgão de recepção do sentido do equilíbrio e o ducto coclear com o epitélio sensorial para o sentido da audição (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

No aparelho vestibular, as células epiteliais são diferenciadas como células sensoriais secundárias que participam no sentido do equilíbrio, agrupadas como mácula do sáculo e como mácula do utrículo, respectivamente, localizadas nas entradas dos ductos sob a forma de espessamento das paredes formando a ampola. No ducto coclear, situa-se o órgão de transdução sonora como sede do órgão do sentido da audição. As câmaras internas dos labirintos membranosos são

preenchidas com endolinfa, que, na sua composição, se assemelha ao líquido intersticial celular. Os dois sistemas de cavidade estão em conexão por meio do ducto de união (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

O labirinto semicircular está envolto por um revestimento ósseo, o labirinto ósseo, o qual é formado pela porção petrosa do osso temporal. A forma e a expansão do labirinto ósseo correspondem, em dimensão aumentada, às do labirinto membranoso. O labirinto ósseo é constituído de uma cavidade central chamada de vestíbulo, ductos semicirculares ósseos caudodorsais e uma cóclea fechada rostroventralmente. Entre os dois labirintos, existem espaços preenchidos por endolinfa que, por intermédio do aqueduto do vestíbulo e do aqueduto da cóclea, respectivamente, estão em conexão com o espaço subaracnóideo (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

O órgão do equilíbrio nos animais domésticos está localizado na parede dos ductos semicirculares dos dois sacos dorsais, o sáculo e o utrículo. Adicionalmente, participam do equilíbrio células sensoriais receptoras situadas nos três ductos semicirculares e nas suas ampolas membranosas, as quais se abrem no utrículo. Os ductos semicirculares estão organizados uns em relação aos outros aproximadamente em ângulo reto. Um ducto semicircular rostral situa-se em posição transversal, um posterior em posição vertical e um lateral em posição horizontal. Cada ducto semicircular forma, na passagem para o utrículo, uma dilatação, que é denominada de ampola membranosa. Os ductos semicirculares rostral e posterior unem-se em um pedúnculo comum (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

O sáculo, o utrículo e os três ductos semicirculares formam o órgão vestibular responsável pelo equilíbrio. A parede dos sacos dorsais está recoberta por um epitélio plano de uma só camada, apoiado em tecido conjuntivo frouxo. Na superfície interna medial dos sacos dorsais, espessam-se, em seções circunscritas, regiões ovais, que se elevam como mácula do sáculo e mácula do utrículo. Na mácula do sáculo e na mácula do utrículo encontram-se feixes de fibras do nervo vestibular, o qual é um segmento do nervo vestibulococlear. No epitélio sensorial modificado das máculas, distribuem-se essas fibras. Diferenciam-se dois tipos de células, as de sustentação e as sensoriais (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A construção da parede da cobertura interna dos ductos semicirculares corresponde fundamentalmente à dos sacos dorsais. Os três ductos semicirculares dilatam-se no local de união com o utrículo, formando uma ampola membranosa. Nesse local, a mucosa espessa-se evidenciando-se no lúmen constituindo a base da região receptora dos ductos semicirculares, a crista ampular. Esta contém, na sua superfície livre células sensoriais e de sustentação, que atuam como órgão receptor sensorial (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

O ducto coclear está em conexão, por meio do ducto de união, com as evaginações do aparelho vestibular e da mesma forma é preenchido com endolinfa. Pelo movimento da endolinfa, as ondas sonoras são transportadas para esse segmento interno da orelha, oriundas das partes externas e médias da orelha, alcançando a janela oval e, com isso, o vestíbulo da orelha interna (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

A cóclea é parte do labirinto ósseo, constituída pelo canal espiral da coclea, que mostra, no equíno, duas lâminas espirais; no bovino, três; no suíno, quatro; e nos carnívoros, três ao redor de um eixo central ósseo, o modíolo. A margem livre do modíolo projeta-se como lâmina óssea no lúmen disposta em espiral do ducto coclear, dividindo-o incompletamente em uma rampa vestibular óssea superior e em uma rampa timpânica óssea inferior. Na lâmina espiral óssea, próximo ao modíolo, situa-se o gânglio espiral do nervo coclear (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Na cóclea óssea, encontram-se três canais membranosos em forma de tubo, os quais se dispõem desde o fuso da cóclea, em direção à sua extremidade, a rampa do vestíbulo, superior; ducto coclear, médio; e rampa do tímpano, inferior. A rampa do vestíbulo inicia-se na base do estribo, junto ao forame vestibular oval; continua com a rampa timpânica no canal espiral ósseo da cóclea e, depois, na sua extremidade, por meio do helicotrema, une-se à rampa timpânica. Esta termina na base da cóclea com a membrana timpânica secundária, que fecha a janela coclear no forame coclear redondo. As áreas internas das duas rampas são recobertas por um epitélio simples e preenchidas com perilinfa. O ducto coclear médio situa-se entre as duas rampas e conecta-se no seu trajeto com a cóclea óssea. Esse ducto inicia e termina em fundo cego. Contrariamente às duas rampas, o ducto coclear contém endolinfa (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

O ducto coclear configura-se como um conduto espiralado triangular em forma de cunha, cujo ângulo agudo da extremidade interna conecta-se à margem livre da lâmina espiral óssea do modíolo. Ele inclui o órgão de transdução sonora. Na parede do ducto coclear distinguem-se três diferentes segmentos: uma rampa vestibular, o ducto coclear e a rampa do tímpano. A superfície lateral vestibular é uma lâmina de parede fina de tecido conjuntivo, a qual está em contato, por um lado, com a rampa do vestíbulo e, por outro, com o ducto coclear (NICKEL, 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011).

Na cobaia e nos ratos, o labirinto ósseo inclui a cóclea, os órgãos vestibulares e três ductos semicirculares. A cóclea da cobaia não tem lâmina espiral óssea espessa, assim aparece como uma considerável proeminência da parede medial na cavidade timpânica (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005a; WISOCKI, 2005b; WISOCKI, 2008).

O esqueleto interno da cóclea na cobaia é composta de lâmina espiral e o modíolo. A lamina espiral óssea é fixada ao modíolo centralmente e com a forma do canal espiral de três giros completos e meio giro a três giros completos e três quartos de um novo giro (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005a; WISOCKI, 2005b); no rato é formada por dois giros completos e meio giro a dois giros completos e três quartos de giro (WISOCKI, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2009); no humano a formação da coclea é igual ao do rato (DIDIO, 1999; TORTORA; GRABOWSKI, 2002)

Na cobaia e no rato o orifício da janela oval, obviamente, fechado pela platina do estribo, fica na parte inferior do vestíbulo. A parede antero-inferior do vestíbulo conduz ao canal espiral coclear. Os ductos superiores (anterior) e semicircular lateral saem a partir do vestíbulo lateral e estendem-se superiormente e lateralmente em conformidade. Cada um deles representa uma ampola (parte ampulares) neste local (WISOCKI, 2005b; WISOCKI, 2008).

O ducto semicircular superior de cobaias e ratos deixa o vestíbulo e forma uma elevação no espaço aéreo superior, posterior ao complexo maleocuidal. O referido ducto estende dorsalmente e posteriormente e circunda a fossa subarqueada na sua região posterior, unindo-se com o ducto semicircular posterior. Juntos, eles entram na parte postero-medial do vestíbulo (WISOCKI, 2005a; WISOCKI, 2005b; WISOCKI, 2008).

O ducto semicircular lateral da cobaia situa-se no plano horizontal, deixa o vestíbulo e corre posteriormente com o seu arco, cruzando o nervo facial ligeiramente acima do segundo geniculum. Mais adiante, encontra-se na parede inferior da bula dorsal e segue posteriormente e inferiormente, aproximando o ducto semicircular posterior, sem se unir à bula dorsal e entra no vestíbulo separado em sua parede póstero-superior (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005b).

Na cobaia, o ducto semicircular posterior se situa no plano vertical, na parte piramidal posterior do osso temporal. Origina-se na parte posterior do vestíbulo e corre superiormente, situando-se na parede medial e posterior da fossa subarqueada (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005b).

Aproximando-se do orifício da fronteira à entrada da fossa subarqueada, o ducto semicircular posterior da cobaia, se conecta com o ducto semicircular superior, formando uma membrana óssea comum (*crus membranaceum commune*), que depois entra novamente no vestíbulo em sua parede póstero-medial (COOPER; SCHILLER, 1975; WISOCKI, 2005b).

No rato, os ductos semicirculares se originam nas paredes posterior e superior do vestíbulo. Três ductos saem do vestíbulo e dois entram. Os ductos semicirculares, lateral e superior, encontram-se em um plano quase vertical; o posterior encontra-se quase horizontalmente. Todos os três ductos semicirculares cercam a fossa subarqueada, o ducto superior, posteriormente e medialmente, o ducto lateral, lateralmente (do lado da caixa do tímpano) e o ducto posterior inferiormente (WISOCKI, 2008).

A anatomia microscópica e a histologia da cóclea foram muito bem descritas em meados do século XIX por Retzius, Huschke, Reissner, Kolliker, Deiters, Hensen e Corti, e, de acordo com os seus estudos, sabe-se que a cóclea é composta por um labirinto ósseo, dentro do qual é encontrada uma estrutura celular, o labirinto membranoso. Esses detalhes são facilmente visualizados em uma secção histológica da cóclea paralela ao seu eixo maior (BURKITT; YOUNG; HEATH, 1994; ECHELER; FAY; POPPER, 1994).

Embora o diâmetro do labirinto ósseo diminua da base para o ápice coclear, as estruturas do labirinto membranoso apresentam um aumento nítido (LIM, 1986). Portanto, no órgão de Corti, as células localizadas no giro apical são maiores que aquelas localizadas no giro basal. Os estereocílios e a membrana basilar são mais longos, enquanto a membrana tectorial apresenta-se mais volumosa no ápice

coclear. Essas medidas variam de espécie para espécie e estão relacionadas com a capacidade perceptiva de determinadas frequências. Em algumas espécies mimíferas, ocorre variação linear ao longo do comprimento da cóclea e em outras existe um exagero em determinadas posições da cóclea, que está de acordo com a especialização funcional dessas regiões (BURKITT; YOUNG; HEATH, 1994; ECHELER; FAY; POPPER, 1994).

Determinadas regiões dentro do ducto coclear passam por um alto grau de diferenciação e forma, a partir de células epiteliais, a região sensorial da cóclea - o órgão de Corti - formado pelas células ciliadas externas, célula ciliada interna e células de suporte, que repousam sobre a membrana basilar. Por meio da microscopia de luz, é possível identificar nas células ciliadas, uma superfície apical, onde as células ciliadas do órgão de Corti estão diferenciadas em dois tipos celulares de acordo com a disposição dos seus estereocílios e da sua ultra-estrutura: as células ciliadas internas e externas. Inicialmente acreditava-se que as células ciliadas internas e externas eram diferentes em número e em forma, mas que desempenhavam funções sensoriais similares (KIMURA, 1966; ANGELBORG; ENGSTRÖM, 1973; DAVEY, 1979; LIM, 1986; BURKITT; YOUNG; HEATH, 1994).

As células ciliadas internas apresentam a forma globosa com um núcleo disposto centralmente e formam uma fileira única disposta ao longo do epitélio espiral sensorial. Seus estereocílios estão dispostos em “U” na superfície apical e há uma ponte filamentar que liga a fileira de estereocílios mais longos à membrana tectorial. As células do sulco interno ou células marginais internas formam uma camada fina na face modiolar das células ciliadas internas. As células falangeais internas situam-se entre as células ciliadas internas e as células pilares internas, dispostas em uma fina camada celular. As células ciliadas externas têm o formato cilíndrico e os seus núcleos localizam-se na sua porção basal. Entretanto, em várias espécies de mamíferos domésticos, a sua face lateral está em contato apenas com o fluido. Os seus estereocílios estão dispostos em “W” em três ou quatro fileiras, sendo maiores e mais finos que os seus equivalentes nas células ciliadas internas (KIMURA, 1966; ANGELBORG; ENGSTRÖM, 1973; LIM, 1986; ECHELER; FAY; POPPER, 1994).

Em humanos três diferentes tipos de receptores sensoriais da orelha interna são observados e consiste em epitélio sensorial, uma região de epitélio especializado que forma a camada entre o labirinto ósseo e o labirinto membranoso:

mácula, crista ampular e órgão de corti. Os receptores sensoriais apresentam esteriocílios na superfície apical das células ciliares, que ao se deslocarem, promovem abertura de canais de cátions, despolarizando essas células (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008). O órgão de Corti na espécie humana é uma estrutura epitelial altamente especializada que contém células receptoras que convertem energia mecânica na forma de vibrações em energia eletroquímica, resultando em excitação de receptores sensitivos da audição (BURKITT; YOUNG; HEATH, 1994).

Em humanos, o vestíbulo é composto de duas câmaras membranosas: o sáculo e o utrículo, cada qual contendo uma mácula simples. As máculas são receptores sensoriais que detectam a aceleração linear e a gravidade, compõem-se de um epitélio colunar simples que contém células de suporte e células ciliares. O epitélio é revestido por uma camada de glicoproteína gelatinosa; no topo desta camada estão os corpos cristalininos chamado de otoconia ou otólitos que são pequenos grânulos calcários. Estimuladas por alterações da posição da cabeça, os otólitos deslocam os cílios para um lado ou outro produzindo uma hiperpolarização ou despolarização das células (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008).

À microscopia eletrônica de varredura verificam-se células de Hensen na cóclea da cobaia, as quais não são identificadas no rato, sendo as demais estruturas semelhantes em ambos animais. Quanto à microdissecção, a cobaia foi de mais fácil manipulação pelo tamanho e rigidez do osso temporal. A disposição da membrana timpânica e cadeia ossicular, favorece o estudo da orelha da cobaia (ALBUQUERQUE, 2006).

Tratando-se a paca um roedor e como tal animal de grande interesse científico, recentes em estudos têm sido realizados envolvendo anatomia radiográfica dos dentes (OLIVEIRA et al., 2006a) e dos esqueleto axial (OLIVEIRA et al., 2007a) e apendicular (OLIVEIRA et al., 2007b), anatomia topográfica do coração (ÁVILA et al., 2010), erupção dental para determinação da idade (OLIVEIRA & CANOLA, 2007), além de trabalhos envolvendo sua exploração econômica (ALMEIDA et al., 2003), anestesia epidural lombossacra (OLIVEIRA et al., 2006b) e colheita de sêmen por manipulação peniana (RAMOS et al., 2010). Acrescenta-se nesta oportunidade estudo morfológico da orelha da paca.

### 3. OBJETIVO

Objetivou-se com este estudo detalhar a anatomia macroscópica e ultraestrutural da orelha da paca (*Cuniculus paca*).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 15 pacas adultas, 12 animais para a descrição macroscópica e três para a observação ultraestrutural. Os animais foram descartados para a seleção e manutenção do equilíbrio entre machos e fêmeas do plantel do Setor de Animais Silvestres do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, UNESP, registrado no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, como criatório de espécimes da fauna brasileira para fins científicos (registro 482508).

A eutanásia dos animais, foi efetuada mediante administração de midazolan (3 mg/kg de peso corpóreo), via intramuscular, além da associação de cloridrato de quetamina (80 mg/kg de peso corpóreo) e cloridrato de xilazina (4,0 mg/kg), ambos na mesma seringa e aplicados via intramuscular.

Após a constatação do óbito, foi realizada a decapitação do animal e a região temporal do crânio foi dissecada para descrever a região anatômica e inserção da bolhatimpânica. O osso temporal foi aberto com uma goiva, incidindo-a, do atlas até a bula timpânica, que foi localizada com o auxílio dos polegares e, em seguida, removida do osso temporal.

Para a exposição da cóclea procedeu-se, segundo protocolo de Albuquerque et al. (2009), a abertura da bula com o auxílio de pinça hemostática na região do *sinus* aéreo posterior (mastóide) desde sua saliência até a ponta do rochedo. Em seguida, posicionou-se a pinça no conduto auditivo externo e região do *sinus* aéreo anterior, quebrando-se e levantando-se toda a parte óssea.

Para o estudo ultraestrutural, por meio da janela redonda foi injetado, nas cócleas para fixação, solução de glutaraldeído a 3% em tampão fosfato 0,1 M, pH = 7,4, e as peças foram mantidas nesta solução por quatro horas a 4<sup>o</sup> Celsius, sendo, em seguida, lavadas três vezes por cinco minutos com o mesmo tampão. Depois de dissecadas as cócleas foram fixadas com tetróxido de Ósmio 1% por 2 horas a 4<sup>o</sup> Celsius e submetidas a uma desidratação à temperatura ambiente em uma bateria crescente de etanol (50%, 70%, 90% e 95% - uma vez por 10 minutos em cada concentração) e etanol absoluto três vezes por 15 minutos. Terminada a

desidratação, foi realizada a secagem pelo método do ponto crítico em CO<sub>2</sub>. Após ser fixado em porta espécime adequado, o material foi revestido em câmara de vácuo com vapores de ouro e examinado em microscópio eletrônico de varredura - JEOL SCANNING MICROSCOPE - JSM 5200 (SAITO; ARAN, 1994; CARDINAAL et al., 2000; DEMARCO, 2001; OLIVEIRA; CANEDO; ROSSATO, 2002; HYPPOLITO, 2003), na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética e Bem-Estar Animal (CEBEA) da FCAV, Câmpus de Jaboticabal, UNESP, protocolo nº 004734-09, de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

A nomenclatura das estruturas deste trabalho está de acordo com a Nomina anatômica veterinária, 2005 (NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005).

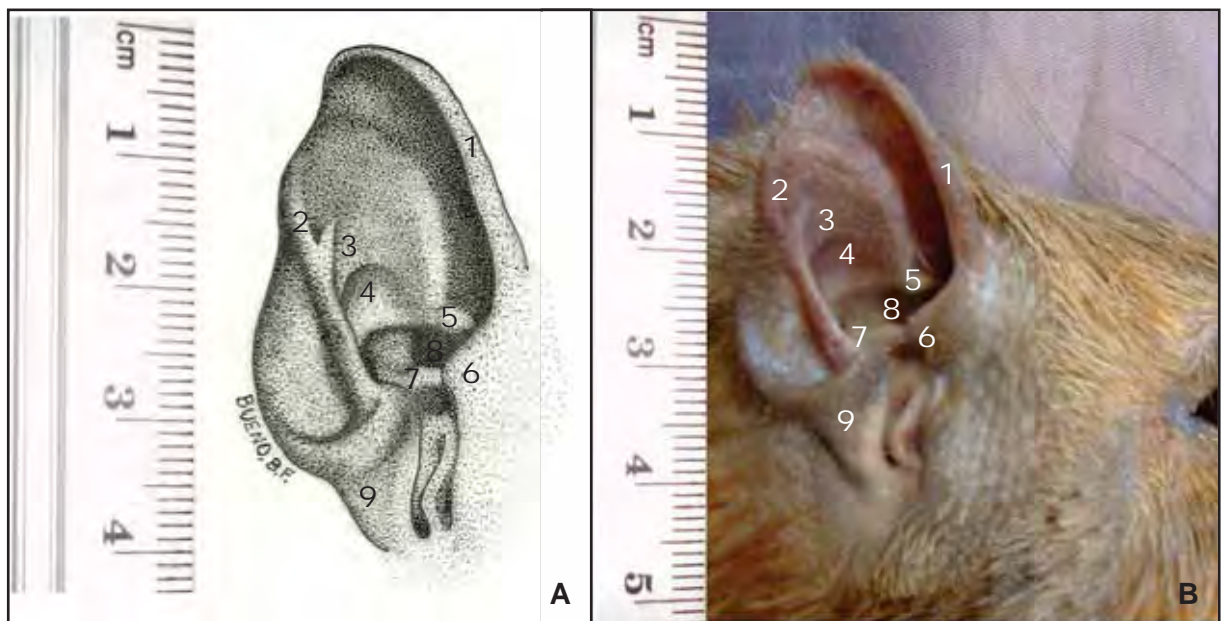
## 5. RESULTADOS

### 5.1- Orelha externa

#### 5.1.1 Pavilhão auricular

Na paca o pavilhão auricular é uma estrutura cartilaginosa, móvel, conectada ao crânio por pele, meato acústico externo, músculos e ligamentos. Sua superfície é coberta por pele fina e pêlos. Apresenta forma triangular e côncava com cristas irregulares e ápice pontiagudo; este formato lhe atribui diversas regiões com delimitações salientes (Figura 2A e 2B). O pavilhão auricular mede 4,5cm, aproximadamente, da base auricular ao seu ápice.

O conduto auditivo externo da paca apresenta sinuosidades em seu trajeto até a membrana timpânica.



**Figura 2.** Em **A**, desenho esquemático do pavilhão auricular de uma paca adulta. Em **B**, Fotografia do pavilhão auricular da paca, evidenciando as seguintes estruturas: 1 hélice, 2 anti-hélice, 3 ponte, 4 concha, 5 supra tragos, 6 tragos, 7 incisura intertrágica, 8 conduto auditivo e 9 lóbulo (Jaboticabal/SP, 2011).

### 5.1.2 Osso temporal

O osso temporal situa-se na região pósterio-inferior do crânio, está localizado entre o osso occipital caudalmente, o osso parietal dorsalmente e o osso frontal, osso palatino, osso esfenóide, osso maxilar e osso etmoidal rostralmente. Quanto à localização, a bula timpânica encontra-se na parte posterior-inferior do crânio (Figura 3). A Porção escamosa do osso temporal forma um processo que se unirá a um discreto arco zigomático fundido ao osso maxilar cranialmente. Nota-se que tal região óssea apresenta uma região de aspecto ebúrneo com rugosidades e com áreas de aeração ósseas (Figuras 4A e 4B).



**Figura 3.** Fotografia do crânio da paca, vista inferior, com evidência para a localização das bulas timpânicas, direita e esquerda (círculo) (Ribeirão Preto/SP, 2011).



**Figura 4.** Em **A**, fotografia do crânio da paca, vista lateral. Em **B**, destaque para: 1 bula timpânica, 2 conduto auditivo externo, 3 osso escamoso, 4 apófise para-occipital, 5 saliência do “sinus” aéreo posterior e 6 saliência do “sinus” aéreo anterior (Ribeirão Preto/SP, 2011).

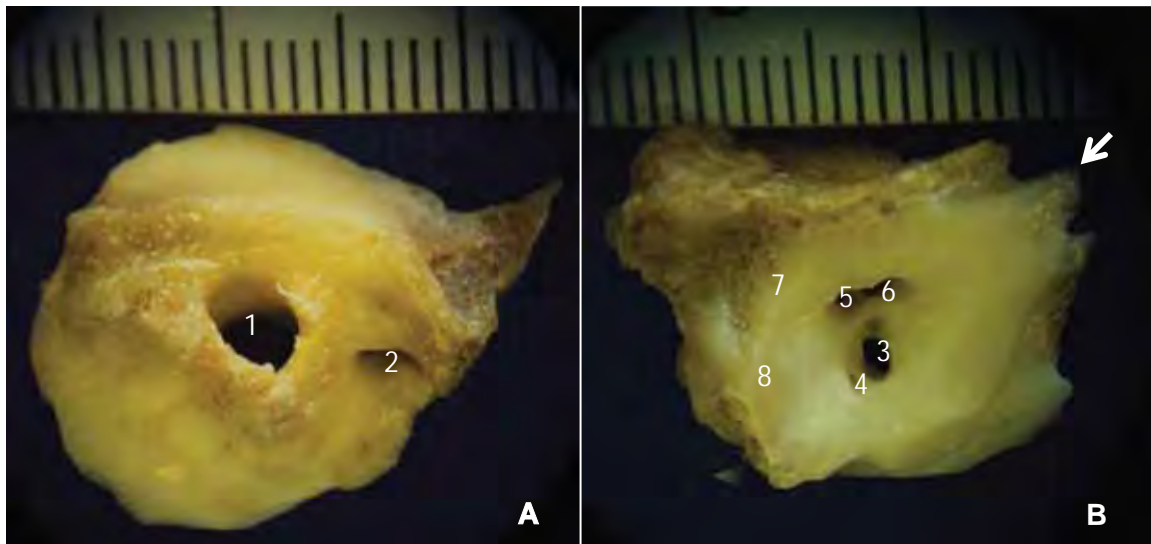
### 5.1.3 Bula timpânica

A bula timpânica esta situada em sentido rostroventral à base do osso temporal e contém a cavidade timpânica da orelha média. A bula timpânica forma o assoalho e grande parte da parede lateral da cavidade timpânica, apresentando cavidade única ou múltiplos espaços ósseos vazios.

#### 5.1.3.1 Vista lateral da bula timpânica

Na porção cartilaginosa da orelha da paca identificou-se o orifício do conduto auditivo externo e com auxílio de um espécúlo foi possível visualizar a membrana timpânica e o cabo do martelo; a membrana timpânica veda o conduto e delimita o final da orelha externa. As regiões superior e lateral à abertura do conduto auditivo externo apresentam saliências, o que chamamos de sinus aéreos anterior e posterior, respectivamente (Figura 4B e 5A). Tais saliências ósseas podem ser descritas com características do osso alveolar.

O forame do nervo facial localiza-se na face lateral e inferior ao conduto auditivo externo, já o forame infratimpânico é encontrado abaixo deste conduto.



**Figura 5.** Em **A**, fotografia da bula timpanica de uma paca adulta, vista lateral, onde se observa: **1** forame externo do canal do nervo facial e **2** conduto auditivo externo. Em **B**, fotografia da bula timpanica de uma paca adulta, vista medial : **3** forame do nervo coclear, **4** forame do nervo vestibular inferior, **5** forame do nervo facial, **6** forame do nervo vestibular superior, **7** fossa subarquéeada, **8** eminência arqueada e **seta** (→) projeção da tuba auditiva (Ponte do rochedo) (Ribeirão Preto/SP, 2011).

### 5.1.3.2 Vista medial da bula timpânica

Na posição medial da bula timpânica notou-se a presença dos três orifícios dos nervos vestibular, coclear e facial. O orifício do nervo coclear é o de maior circunferência localizado na porção medial inferior em relação ao plano sagital e ântero-inferior ao plano coronal.

O nervo vestibular inferior está próximo ao nervo coclear na lateral posterior, o nervo vestibular dorsal está localizado na lateral posterior ao nervo vestibular inferior e o nervo vestibular superior encontra-se na lateral anterior ao facial. Este localiza-se entre os forames dos nervos vestibulares dorsal e superior (orifício interno do canal facial) (Figura 5 B).

Na extremidade posterior da bula timpânica a fossa subarqueada é vestigial e em seu interior encontrara-se o forame da artéria cerebelar. Sua região é delimitada pela saliência do ducto semicircular superior denominada eminência arqueada, anteriormente encontram-se os forames dos nervos vestibulares, coclear e facial. Na extremidade anterior a ponta do rochedo apresenta formato arredondado.

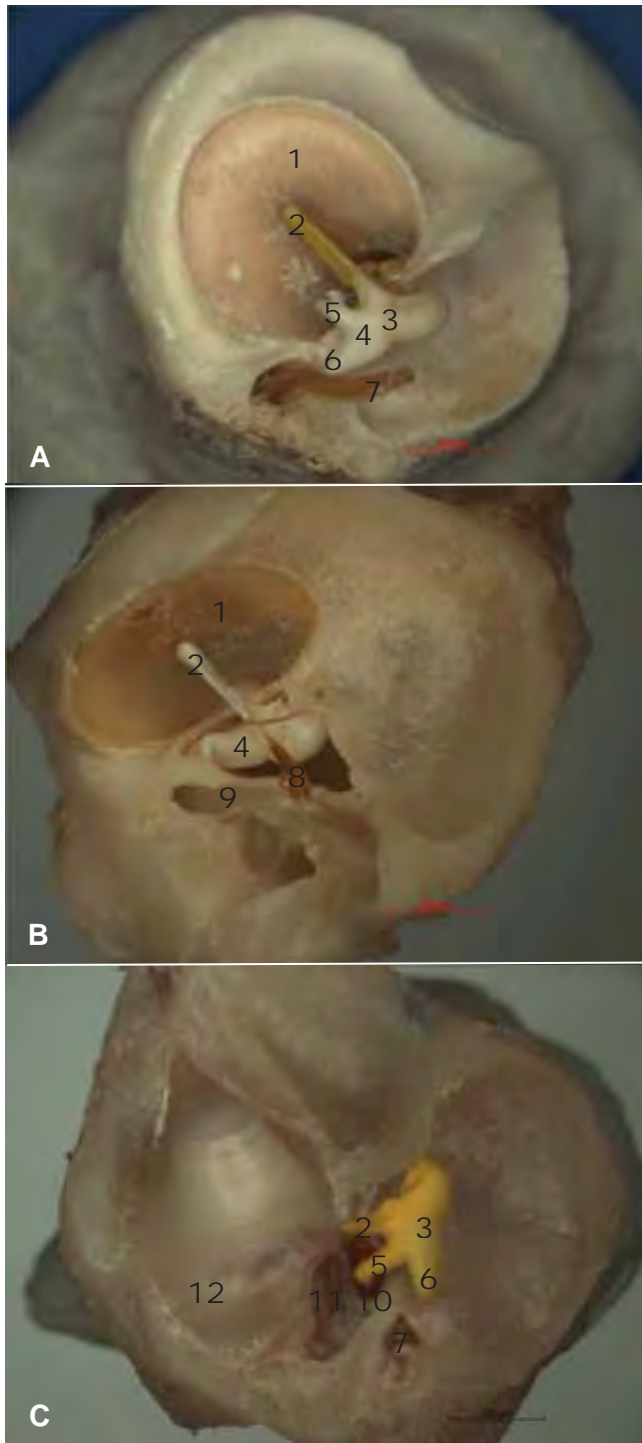
Em direção à ponta do rochedo, no ápice da bula timpânica, está localizada a projeção da tuba auditiva (Figura 5B).

## 5.2 - Orelha média

A orelha média é formada por uma região cavitária preenchida por estruturas ósseas e membranosas. É delimitada pela membrana timpânica e as janelas redonda e oval. Dentre suas paredes ósseas é possível localizar o recesso epitimpânico que está situado dorsalmente ao conduto auditivo externo; observa-se também a membrana timpânica de forma plana e que veda todo o conduto auditivo. Desta região foi possível visualizar o cabo do martelo e a corpo da bigorna, ambos fundidos, formando a junção (articulação fibrosa) maleoincudal (Figura 6A).

Em posição medial e dorsal a esses ossículos é possível observar as proeminências ósseas dos ductos semicircular anterior e lateral, em posição ventral a estas proeminências visualiza-se um segmento horizontal do nervo facial em seu

canal ósseo (Figura 6C). Na região ventral da bula, delimitando a orelha média verifica-se a proeminência óssea entre as janelas oval e redonda denominada promontório (Figura 6C).



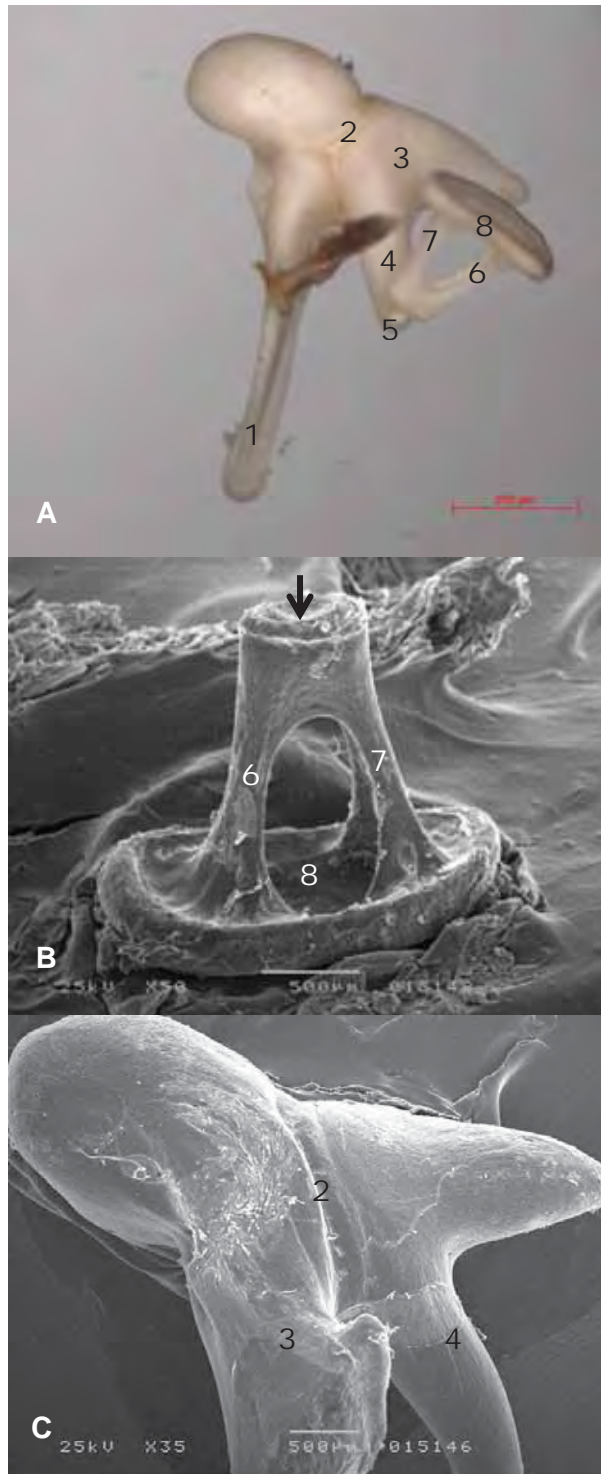
**Figura 6.** Fotografia da orelha média de uma paca adulta (aspecto interno). Em **A**, 1 membrana timpânica, 2 cabo do martelo, 3 junção maleocuidal, 4 corpo da bigorna, 5 ramo longo da bigorna, 6 ramo curto da bigorna e 7 nervo facial. Verifica-se em **B**, 1 membrana timpânica, 2 cabo do martelo, 4 corpo da bigorna, 8 tendão do músculo estapédio, 9 canal do nervo facial. Em **C**, os ossículos da orelha média estão pintados e observa-se: 2 cabo do martelo, 3 junção maleocuidal, 5 ramo longo da bigorna, 6 ramo curto da bigorna, 7 nervo facial, 10 estribo. 11 janela redonda e 12 cóclea (Promontório) (Ribeirão Preto/SP, 2011).

### 5.2.1 – Ossículos da orelha média

O martelo está preso à membrana timpânica por meio do cabo e seu corpo articula-se com a bigorna (Figura 6A e 6B).

A bigorna fixada pelo ligamento suspensor apresenta um corpo plano transversalmente com uma superfície articular côncava na qual une-se ao corpo do martelo. As duas extremidades desse ossículo são denominadas de processos longo e curto da bigorna. O processo longo da bigorna é articulado por meio de sua superfície lenticular com a cabeça do estribo (capítulo do estribo). O processo ou ramo curto da bigorna projeta-se na direção do canal do nervo facial (Figura 6C).

O estribo está situado horizontalmente à bigorna e é composto por uma extremidade denominada cabeça do estribo (capítulo) e dois ramos (cruras), anterior e posterior. Estes ramos estão fundidos à platina do estribo, uma região arredondada formando a base desse ossículo o que lhe confere juntamente com os ramos um formato triangular (Figuras 7A, 7B e 7C).



**Figura 7.** Em **A**, fotografia dos ossículos da orelha média de paca adulta, onde se verifica: **1** cabo do martelo, **2** junção maleocuidal, **3** corpo da bigorna, **4** ramo longo da bigorna, **5** articulação incudoestapediana, **6** crura posterior do estribo, **7** crura anterior do estribo e **8** platina. Em **B** e **C** Eletromicrografias de varredura dos ossículos da orelha média de paca adulta. Em **B**, **6** crura posterior do estribo, **7** crura anterior do estribo, **8** platina e seta (→) processo lenticular. Em **C**, **2** junção maleocuidal, **3** corpo da bigorna e **4** ramo longo da bigorna (Ribeirão Preto/SP, 2011).

### 5.3- Orelha interna

A orelha interna também denominada de labirinto é composta pelo labirinto ósseo e pelo labirinto membranáceo. É dividida em labirintos anterior, constituído pela cóclea e labirinto posterior constituído pelo vestíbulo e ductos semicirculares. A porção membranosa que contém a endolinfa e a perilinfa está suspensa no labirinto ósseo (Figura 8).

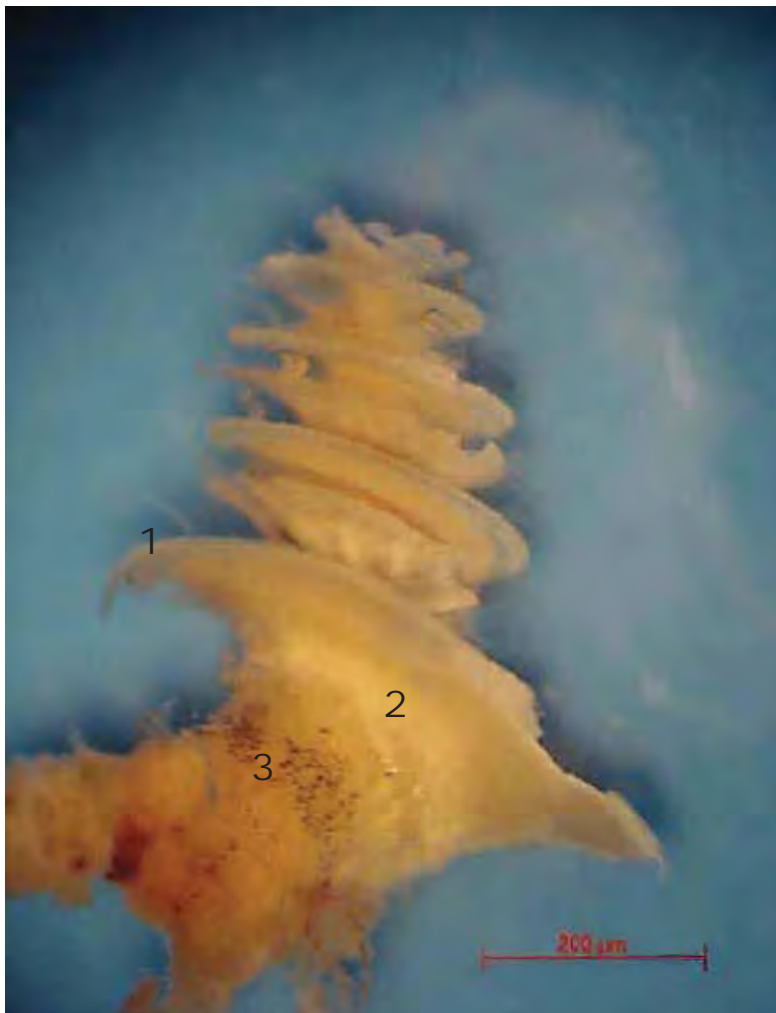


**Figura 8.** Fotografia da orelha interna (Labirinto anterior e Labirinto posterior) de uma paca adulta, onde se observa: 1 cóclea, 2 ducto semicircular posterior, 3 ducto semicircular anterior, 4 ducto semicircular lateral, 5 janela oval e 6 vestíbulo (Ribeirão Preto/SP, 2011).

### .5.3.1 – Cóclea

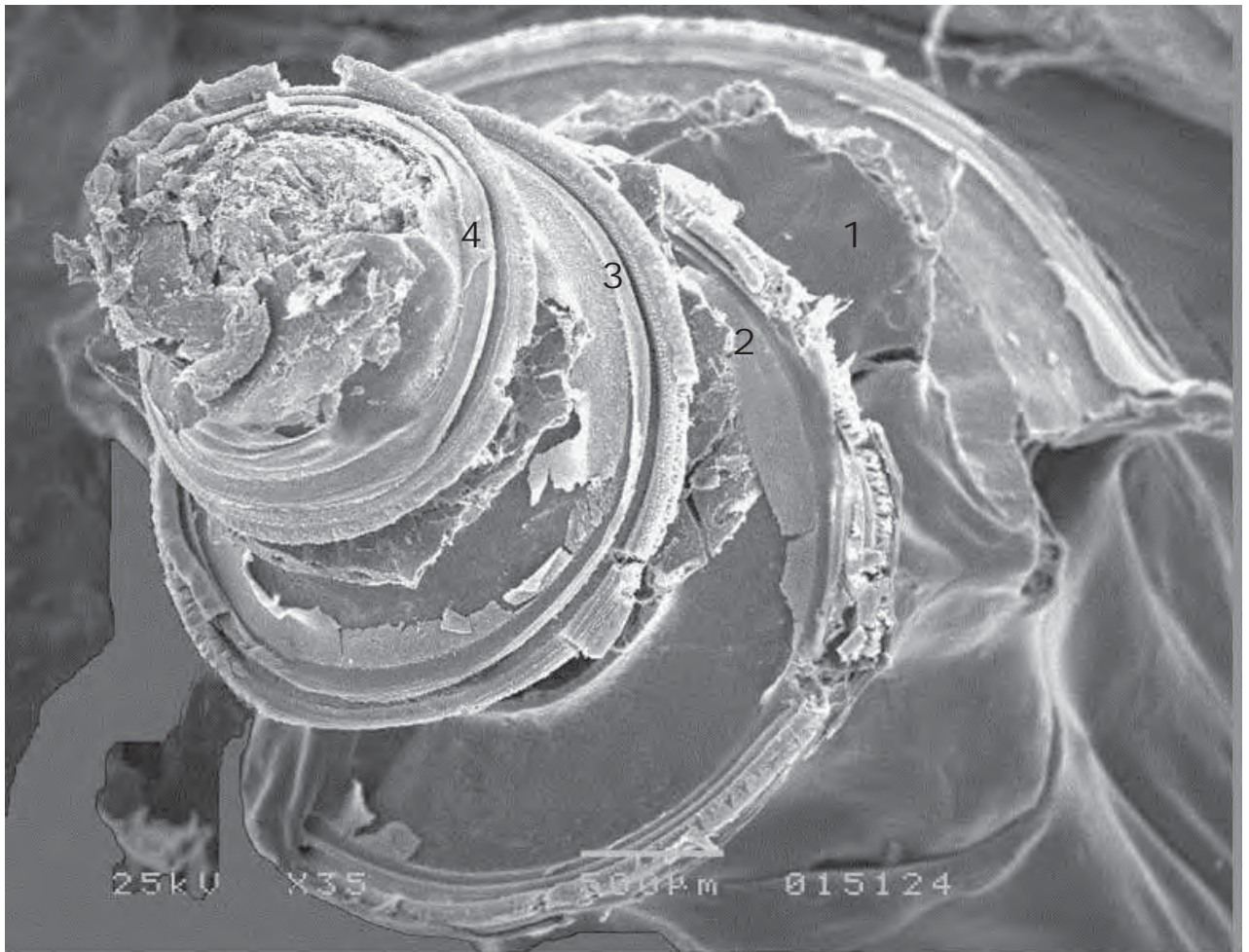
A cóclea projeta-se postero-inferiormente na bula em direção a ponta do rochedo. Sua parede posterior apresenta continuidade ao osso temporal, sendo constituída por lâminas ósseas que delimitam as espiras cocleares apoiadas ao centro pelo modíolo assemelhando-se a um esqueleto interno.

O modíolo está orientado ao longo do eixo da parte petrosa do osso temporal, localizado centralmente a partir de suas extremidades projetando-se às lamina espirais que o circundam formando as espiras. O modíolo está circundado por canais longitudinais que se voltam na direção da lâmina espiral e penetram em seu canal espiral. Este canal percorre toda a base da lâmina espiral onde está localizado o gânglio espiral da cóclea (Figura 9).



**Figura 9.** Fotografia da cóclea de uma paca adulta, onde se observa: **1** lâmina espiral, **2** modíolo e **3** nervo coclear (Ribeirão Preto/SP, 2011).

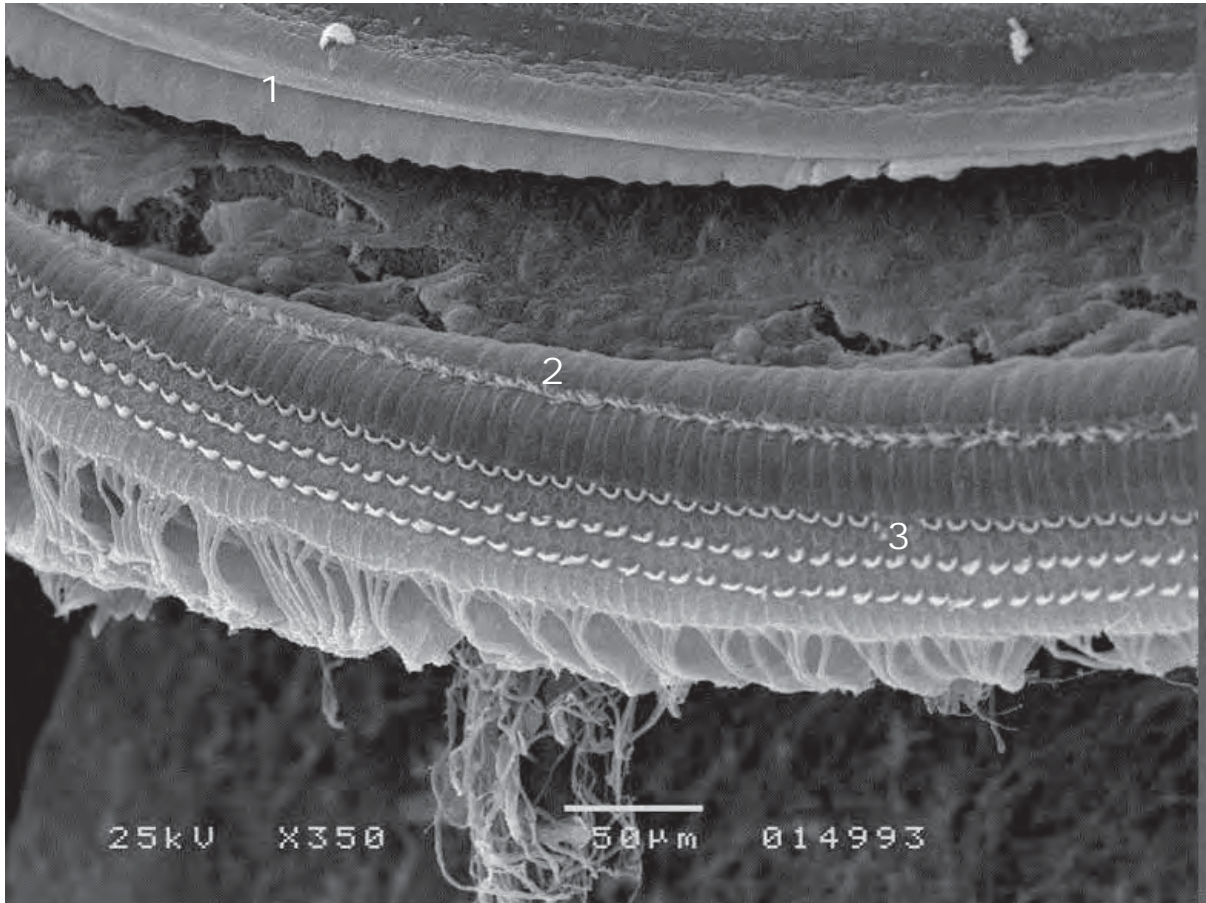
A cóclea da paca possui um tamanho de aproximadamente 4,5 milímetro de altura e com 3,5 giros compostos por espira basal, espira 2 (E2), espira 3 (E3) e espira apical. Estas espiras são delimitadas por espaços entre elas, denominados rampas. A rampa vestibular está circundada pela perilinfa. A rampa timpânica, também circundada pela perilinfa, é formada a partir da janela oval e ambas as rampas comunicam-se através da pequena abertura no ápice da cóclea, denominado helicotrema. A rampa coclear ou ducto coclear é o local no qual está inserido o Órgão de Corti e está preenchido com a endolinfa (Figura 10).



**Figura 10.** Eletromicrografia de varredura da cóclea de uma paca adulta, onde se observa: 1 espira basal, 2 espira dois, 3 espira três e 4 espira apical, (Ribeirão Preto/SP, 2011).

O ducto coclear, componente do labirinto membranáceo, tem formato espiral e está fixado às paredes interna e externa pelo ligamento espiral. Este é delimitado superiormente pela membrana vestibular, inferiormente (assoalho) pela membrana basilar e em sua região externa pela lâmina espiral óssea. O Órgão de Corti,

formado pelas células sensoriais da audição, está situado sobre a membrana basilar e coberto pela membrana tectória (Figura 11).



**Figura 11.** Eletromicrografia de varredura da espira basal da cóclea da paca, evidenciando a micro anatomia do órgão de Corti e o arranjo com três fileiras de células ciliadas externas e uma fileira de células ciliadas internas. Destaque para 1 membrana tectória, 2 células ciliadas internas, 3 células ciliadas externas (Ribeirão Preto/SP, 2011).

### 5.3.2 - Vestíbulo

O vestíbulo é a parte central do labirinto ósseo, com formato oval. Apresenta-se contínuo à frente com a cóclea, delimitado pelas janelas oval e redonda e atrás pelos ductos semicirculares e o aqueduto vestibular.

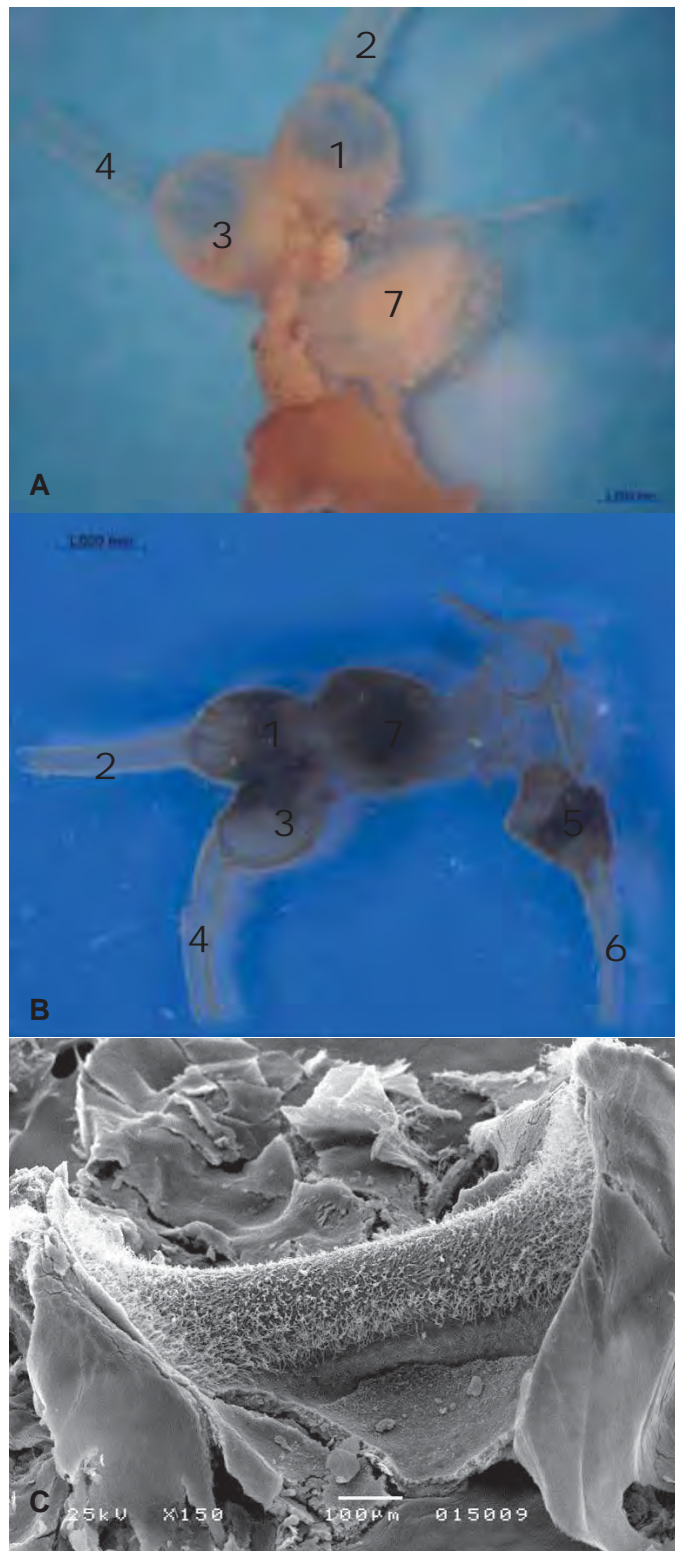
### 5.3.2.1- Ductos semicirculares

Os ductos semicirculares são estruturas semelhantes a um tubo cilíndrico situado em três planos espaciais e com aberturas na região do vestíbulo. Todos os ductos semicirculares possuem dilatações em suas extremidades, denominadas ampolas. Dentro das ampolas de cada ducto semicircular está localizada a crista ampular que contém as células sensoriais responsáveis pelo registro dos movimentos cefálicos (Figura 12A, 12B e 12C).

O ducto semicircular anterior (superior) situado no plano frontal estende-se posteriormente ao processo maleocudal e une-se com a ampola do ducto semicircular posterior. Na região dorsal posterior circunda a fossa subarqueada.

No plano horizontal encontra-se o ducto semicircular lateral que segue posteriormente em relação ao vestíbulo, cruza o nervo facial e entra na parede póstero-superior do labirinto ósseo.

O ducto semicircular posterior, este no plano vertical origina-se na parte posterior do vestíbulo e segue a região superior da parede medial e posterior da fossa subarqueada.



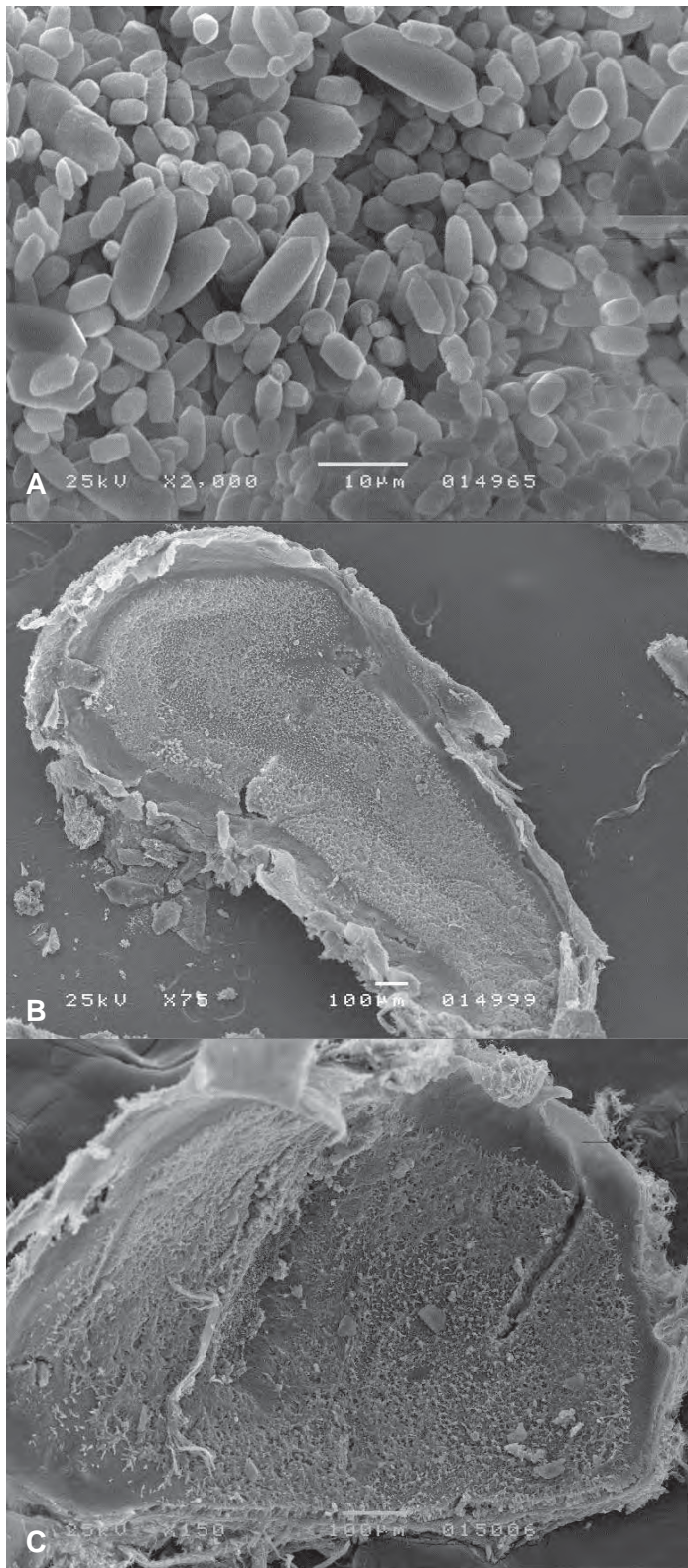
**Figura 12.** Em **A**, fotografia dos ductos semicirculares da orelha interna de uma paca adulta: **1** ampola do ducto lateral, **2** ducto lateral, **3** ampola do ducto posterior, **4** ducto posterior e **7** utrículo. Verifica-se em **B**, ductos semicirculares osmicados com destaque para: **1** ampola do ducto lateral, **2** ducto lateral, **3** ampola do ducto posterior, **4** ducto posterior, **5** ampola do ducto anterior, **6** ducto anterior e **7** utrículo. Observa-se em **C**, eletromicrografia de varredura evidenciando a formação da crista ampular (Ribeirão Preto/SP, 2011).

### 5.3.2.2 - Sáculo e Utrículo

O sáculo e o utrículo são estruturas do vestíbulo membranoso responsáveis pelo equilíbrio corpóreo. O vestíbulo membranoso apresenta-se separado da parede do vestíbulo ósseo por um espaço perilinfático.

Localizado próximo a porção basal da cóclea, o sáculo ocupa uma região adjacente à parede óssea do vestíbulo, inferiormente. Sua parede membranosa entra em contato com o utrículo superiormente.

O utrículo apresenta-se como uma estrutura de formato oval e irregular localizado no vestíbulo, a frente da janela oval, e superior ao sáculo. Essas duas estruturas se unem por meio de um ducto denominado saco endolinfático. O sáculo e o utrículo são recobertos por uma camada gelatinosa na qual estão mergulhados os otólitos que são formações alongadas de carbonato de cálcio (Figura 13 A, 13 B e 13C)



**Figura 13.** Eletromicrografias de varredura dos órgãos vestibulares de uma paca adulta Em **A**, ótolitos alongados com extremidades arredondadas. Verifica-se Em **B**, mácula do sáculo com formato alongada. Observa-se Em **C**, mácula do utrículo com formato oval e irregular, (Ribeirão Preto/SP, 2011).

## 6. DISCUSSÃO

A constituição da orelha externa da paca assemelha-se à maioria das espécies mamíferas (COOPER; SCHILLER, 1975; NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011) especialmente no tocante à presença de estrutura cartilaginosa concavitária com regiões bem delimitadas por seu aspecto tortuoso. Ressalta-se nesta estrutura a ocorrência de um lóbulo semelhante ao existente nos humanos (DIDIO, 1999; GRABOWSKI; TORTORA, 2002).

O conduto auditivo externo da paca pode ser descrito como na maioria das espécies mamíferas (COOPER; SCHILLER, 1975; NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), sendo possível a visualização da membrana timpânica e o cabo do martelo com auxílio de um espelho auricular (NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011). Com relação ao diâmetro do conduto auditivo externo, é possível compará-lo ao da cobaia diferentemente do rato que apresenta maior diâmetro. Estas características anatômicas contribuem para vantagens em intervenções otológicas de orelha média (ALBUQUERQUE et al., 2009;).

A localização do osso temporal e da bula timpânica, na paca, é análoga às descrições sobre este órgão para os animais domésticos (NICKEL et al., 1979; NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), cobaia (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982; WYSOCKI, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2009), rato (WYSOCKI, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2009) e para os humanos (DIDIO, 1999; GRABOWSKI; TORTORA, 2002).

Não se verifica na cobaia (WYSOCKI, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2009), no rato (WYSOCKI, 2008) e nos animais domésticos (NICKEL et al., 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011) parte escamosa do osso temporal de aspecto ebúrneo com rugosidades e regiões de aeração ósseas tal qual se encontrou na paca. Também na paca, diferentemente da cobaia (WYSOCKI, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2009) do rato (WYSOCKI, 2008) e dos animais domésticos (NICKEL et al., 1979; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), o

arco zigomático é pouco desenvolvido. Tal ocorrência, provavelmente deve-se ao hábito alimentar das pacas que apresentam uma bolsa de armazenamento de alimento no vestíbulo da cavidade oral.

Nota-se que a porção óssea lateral do crânio da paca assemelha-se ao osso temporal humano, preservando características de aeração óssea, com osso aerado tipo alveolar (GRABOWSKI; TORTORA, 2002), o qual não é observado nos animais domésticos (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011) em ratos (WYSOCKI, 2008) e cobaias (WYSOCKI, 2005b; ALBUQUERQUE et al., 2009).

Da mesma forma que descrito para as cobaias quando comparadas ao rato (ALBUQUERQUE et al., 2009), na paca também se verificou dificuldade técnica na retirada da bula timpânica devido sua fixação ao osso temporal, mesmo assim, a paca apresenta vantagens como modelo experimental em procedimentos cirúrgicos otológicos. Tais aspectos vantajosos podem ser descritos pelas características corpóreas quanto ao porte físico, além da semelhança de sua porção óssea lateral do crânio ao osso temporal humano, sobretudo as características de aerações ósseas (GRABOWSKI; TORTORA, 2002).

A bula timpânica em seu formato semiesférico apresenta a ponta do rochedo, também descrita como processo ápice petroso (WYSOCKI, 2005), em formato arredondado quando comparado ao da cobaia (GOKSU et al., 1992; WYSOCKI, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2009) e do rato (WYSOCKI, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2009).

Na paca, assim como em todas as espécies domésticas (NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), na cobaia (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982) e em humanos (GRABOWSKI; TORTORA, 2002) a membrana timpânica veda o conduto auditivo e delimita o final da orelha externa. A arquitetura da membrana timpânica, na paca, difere da do rato, pois neste animal há maior exposição das estruturas da orelha média favorecendo a ocorrência frequente de otites (ALBUQUERQUE et al., 2009) dificultando sua utilização em experimentos otológicos.

A bula timpânica, em suas porções superior e lateral à abertura do conduto auditivo externo, na paca, apresenta saliências, descritas como *sinus* aéreos, anterior e posterior respectivamente, da mesma forma que ocorre na cobaia (WYSOCKI, 2005) e no rato (WYSOCKI, 2008). No entanto, a paca apresenta nesta região características que podem ser descritas como semelhantes às de osso

alveolar (GRABOWSKI; TORTORA, 2002), tornando-a assim um modelo experimental com características exclusivas dos humanos.

Na porção medial da bula timpânica da paca, comparando-a à cobaia (WY SOCKI, 2005) e ao rato (WY SOCKI, 2008) não se encontram diferenças quanto à localização dos orifícios dos nervos vestibular, coclear e facial, porém na extremidade posterior desta mesma porção nota-se uma fossa subarquada vestigial que difere da cobaia (WY SOCKI, 2005) e do rato (WY SOCKI, 2008).

Na abertura da bula timpânica, as estruturas da orelha média da paca são expostas e então é possível visualizar a cadeia ossicular, organizada de forma semelhante a da cobaia (ALBUQUERQUE et al., 2009; OLIVEIRA, 1982) e diferente da do rato, pois neste animal, quando a parte superior da bula é retirada, martelo e bigorna saem junto com a membrana timpânica. A janela redonda no rato não aparece, pois está encoberta pela artéria carótida (ALBUQUERQUE et al., 2009). Na paca visualiza-se a janela redonda assim como ocorre com a cobaia.

Quanto ao formato dos ossículos da orelha da paca é análoga a da cobaia, entretanto difere em tamanho devido ao avantajado porte da paca em relação à cobaia. Ambos os animais apresentam a junção maleoincudal entre o martelo e a bigorna (ALBUQUERQUE et al., 2009; OLIVEIRA, 1982). Esta característica na cobaia é verificada apenas nos animais adultos, já que nos fetos nesta região está presente uma articulação (OLIVEIRA, 1982). Os ratos, por sua vez, apresentam esses ossículos separados. Na observação dos detalhes anatômicos dos ossículos é possível comparar a paca à cobaia, sobretudo quanto ao formato do estribo, o que não ocorre no rato já que esse ossículo apresenta formato arredondado (ALBUQUERQUE et al., 2009).

O papel da cóclea é transformar a vibração dos líquidos e estruturas adjacentes em mensagem nervosa. Esta função é assegurada pelas células sensoriais (ciliadas) do órgão espiral (de Corti). Estas células passam a mensagem auditiva aos neurónios cócleares que vão transmiti-la ao cérebro através do nervo auditivo (GRABOWSKI; TORTORA, 2002). Na paca, todas as estruturas que compõem a orelha interna, na paca, também estão presentes nos animais domésticos (NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), na cobaia (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982; ECHELTER; FAY; POPPER, 1994; WISOCKI, 2005; SOUZA, 2007) e no rato (WISOCKI, 2008), entretanto, na paca, a cóclea é composta por 3,5

giros diferentemente dos animais domésticos e do rato, assemelhando-se mais à cóclea da cobaia, Segundo Albuquerque et al. (2009), dado o número de giros da cóclea, quando se procura testar alguma droga que fará efeito na cóclea, o melhor animal a ser utilizado é a cobaia, dessa forma pressupõe-se que neste contexto a utilização da paca como modelo experimental seria ideal.

Na paca assim como nos animais domésticos (NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), na cobaia (COOPER; SCHILLER, 1975; OLIVEIRA, 1982; ECHELER; FAY; POPPER, 1994; WISOCKI, 2005; SOUZA, 2007) e no rato (WISOCKI, 2008), a rampa coclear ou ducto coclear é o local no qual está inserido o Órgão de Corti que é uma estrutura epitelial altamente especializada que contém células receptoras que convertem energia mecânica na forma de vibrações em energia eletroquímica, resultando em excitação de receptores sensitivos da audição (BURKITT; YOUNG; HEATH, 1994; ECHELER; FAY; POPPER, 1994; KIMURA, 1966; ANGELBORG; ENGSTRÖM, 1973; DAVEY, 1979; LIM, 1986).

Quanto ao ducto semicircular este tem sua conformação análoga ao dos animais domésticos (NOMINA ANATÔMICA VETERINÁRIA, 2005; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KONIG; LIEBICH, 2011), da cobaia e do rato (ALBUQUERQUE et al., 2009).

Com a microscopia eletrônica de varredura foi possível notar que quanto ao número e à aparência das células ciliadas externas, células ciliadas internas e a membrana tectória, estas, na paca, assemelham às observadas na cobaia e no rato (ALBUQUERQUE et al., 2009)

O tamanho das estruturas da orelha da paca em relação ao da cobaia e do rato demonstra vantagem na utilização da paca como animal de experimentação em cirurgias de orelha média especialmente no que se refere à facilidade na microdissecação e melhor visualização de detalhes das estruturas da orelha.

## 7. CONCLUSÕES

Mediante os resultados observados pode-se concluir que:

A descrição da anatomia macroscópica e ultraestrutural da orelha da paca revelou características anatômicas muito semelhantes às da cobaia e ao do rato tais como a localização do osso temporal, as localizações dos orifícios dos nervos vestibular, coclear e facial, a sinuosidade do conduto auditivo externo, a arquitetura da membrana timpânica, a localização dos ductos semicirculares entre outras características.

O porte da paca facilita a manipulação das estruturas de sua orelha oferecendo vantagens, por possuir um tamanho adequado comparado à cobaia e ao rato em estudos e procedimentos cirúrgicos otológicos em humanos.

## 8. REFERÊNCIAS <sup>1</sup>

ALBUQUERQUE, A. A. S. **Estudo Comparativo da Estrutura da Orelha Interna de Ratos e Cobaias Através da Microscopia Eletrônica de Varredura**. 2006. 59 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

ALBUQUERQUE, A. A. S.; ROSSATO, M.; OLIVEIRA, J. A. A.; HYPPOLITO, M. A. Conhecimento da anatomia da orelha de cobaias e ratos e sua aplicação na pesquisa otológica básica”. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 75, n.1, p. 43-49, 2009.

ÁVILA., B. H. P. ; MACHADO, M. R. F. ; OLIVEIRA, F. S. . Descrição anátomo-topográfica do coração da paca (Agouti paca). **Acta Scientiae Veterinariae (Online)**, v. 8, p. 191-195, 2010.

ANGELBORG, C. A.; ENGSTRÖM, H. The normal organ of Corti. In: MOLLER, A.R. (Ed). **Basic Mechanisms in Hearing**. 1. ed. New York: Academic Press; 1973. p.125-182.

BARBOSA, R. R. ; LEAL, L. M. ; MARTINS, L. L. ; GARCIA FILHO, S. P. ; BOSSO, A. C. S. ; MACHADO, M. R. F. . Propriedades morfológicas do peritônio da paca (Cuniculus paca, L. 1766). a fresco e conservados em glicerina 98%, **Biotemas (UFSC)**, v. 25, p. 97-107, 2012.

BROWNING, G. G.; GRANICH, M. S. Surgical anatomy of the temporal bone in the chinchilla. **The Annals of otology, rhinology, and laryngology**, St. Louis, v. 87, p. 875-882, 1978.

---

<sup>1</sup> ABNT- NBR 10520/2002

BURKITT, H.G.; YOUNG, B.; HEATH, J.W. Órgãos dos sentidos especiais. In:\_\_\_\_\_ **Histologia Funcional**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994. p.387-399.

CARDINAAL, R. M.; GROOT, J. C. M. J; HUIZING, E. H; VELDMAN, J. E; SMOORENBURG, G.F. Dose-dependent effect of 8-day cisplatin administration upon the morphology of the albino guinea pig cochlea. **Hearing Research**, Amsterdam, v. 144 p. 135-146, 2000.

COOPER, G., SCHILLER, A., The Ear. In:\_\_\_\_\_ **Anatomy of the guinea pig**. Cambridge: harvard university press, 1975. p. 363-368.

DAVEY, L. M. An atlas of microscopic dissection following the attic approach to the cat's middle ear. **Journal of the American Auditory Society**, Baltimore, v. 5, n. 3, p. 138-148, 1979.

DIDIO, L.J.A. **Tratado de anatomia aplicada** 1. ed. São Paulo: Póluss Editorial. 1999. 948p.

DEMARCO, R. C. **Uso da gentamicina intra-timpânica para induzir ablação vestibular unilateral em cobaias**. 2001. 60f. Dissertação (Mestrado em Otorrinolaringologia) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. Os Órgãos dos sentidos. In: **Tratado de Anatomia Veterinária**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010, p. 346–351.

ECHTELER, S. M.; FAY, R. R.; POPPER, A. N.; Structure of the mammalian cochlea. In: FAY R. R, POPPER A. N (Ed). **Comparating hearing: mammals**. 1. ed. New York: Springer Verlag, 1994. p.134-171.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics**. 1. ed. The University of Chicago Press: Chicago. 1999

FIEDLER L. A. Rodents as a food source, In: DAVIS L.R; MARSH R.E. (Ed). **Vertebrate Pest Conference Proceedings Collection**, University of California Press, Davis. 1990. p.148-155.

GOKSU, N.; KARADEMIR, N.; HAZIROGLU, R.; BAYRAMOGLU, L.; KEMALOGLU, Y.; AKY IKDIZ, N. Anatomy of the guinea pig temporal bone. **Annals of Otology, Rhinology and Laryngology**, v.101, p. 699–704, 1992.

HEINE, P. A. Anatomy of the ear. **The Veterinary Clinics Small Animal Practice**. v. 34, p.379–395, 2004.

HYPOLITO, M. A. **Ototoxicidade pela cisplatina: autodefesa das células ciliadas externas e otoproteção pelo extrato de *ginkgo biloba* (egb 761) e salicilato de sódio**. 2003. 92f. Tese (Doutorado em Otorrinolaringologia)-Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina anatomica veterinaria**. 5.ed. Hannover, Columbia, Gent, Sapporo: Editorial Committee, 2005. 166p.

JUDKINS, R. F.; LI, H. Surgical anatomy of the rat middle ear. **Otolaryngol Head Neck Surg**. v.117, n.5, p.438-47,1997.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 433 p.

KIERNAN, J. A.; MITCHELL, R. Some observations on the innervation of the pinna of the ear of the rat. **Journal of Anatomy**, v.117, v. 2, p.397-402,1974.

KIMURA, R. S. Hairs of the cochlear sensory cells and their attachment to the rectorial membrane. **Acta Otolaryngology**, v.61, p. 55-72,1966.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 4.ed., Porto Alegre: Artmed, 2011, p.613-626.

LANGE, R.R.; SCHMIDT, E.M.S. Rodentia: roedores silvestres (capivara, cutia, paca, ouriço). In: CUBAS, Z.S., SILVA, J.C.R., CATÃO-DIAS, J.A. (Ed), **Tratado de Animais Selvagens**: medicina veterinária. Roca, São Paulo. 2007, p.475-49.

LIM, D. J. Functional structure of the organ of Corti: a review. **Hearing Research**. v.22, p.117-146.1986.

MOCKRIN, M. H.; BENNET, E. L.; LABRUNA, D. T. **Wildlife farming: A viable alternative to hunting in tropical forests?** WCS Working Paper n. 23, Wildlife Conservation Society, New York. 2005,32p.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **The viscera of the domestic mammals**. 2. Ed. Berlin: paul parey, 1979, 401 p.

OLIVEIRA, J. A. A. Contribuição ao estudo da anatomia do osso temporal da cobaia. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 48, p. 7-12, 1982.

OLIVEIRA, J. A. A. O.; CANEDO, D. M.; ROSSATO, M. Autodefesa contra a ototoxicidade de antibióticos aminoglicosídeos. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 68, p. 7-13, 2002.

OLIVEIRA, F.S.; CANOLA, J.C. 2007. Erupção dental em pacas (Agouti paca) criadas em cativeiro. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoo** 59:390-394. (Online)

OLIVEIRA, F.S.; CANOLA, J.C.; MACHADO, M.R.F.; CAMARGO, M.H.B. Descrição anátomo-radiográfica do esqueleto apendicular da paca (Agouti paca Linnaeus, 1766). **Acta Sci. Vet.** 35: 83-87, 2007a.

OLIVEIRA, F.S.; CANOLA, J.C.; MACHADO, M.R.F.; CAMARGO, M.H.B. Descrição anátomo-radiográfica do esqueleto axial da paca (Agouti paca, Linnaeus, 1766). **Acta Sci. Vet.** 34: 331-334, 2007b.

OLIVEIRA, F.S.; CANOLA, J.C.; OLIVEIRA, P.T.; PÉCOR, J.D.; CAPELLI, A. Anatomoradiographic description of the teeth of pacas bred in captivity. **Anat. Histol. Embryol.** 35:316-318, 2006a.

OLIVEIRA, F.S.; MARTINS, L.L.; DUQUE, J.C.; PAULONI, A.P.; VALADÃO, C.A.A. Anestesia epidural em cutias (*Dasyprocta azarae*). **Acta Sci. Vet.** 34(1):89-91, 2006b.

OLIVEIRA, F.S.; TONIOLLO, G.H.; MACHADO, M.R.F.; PAURA, D. Hemi-ovariossalpingohisterectomia em pacas prenhes e posterior ocorrência de prenhez (Agouti paca, Linnaeus, 1766). **Ciência Rural**, 33 (4), 547-551, 2003a.

OLIVEIRA, F.S.; MACHADO, M.R.F.; CANOLA, J.C. Real time B-mode ultrasound in pacas pregnancy (Agouti paca, Linnaeus, 1766). **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, 40 (1), 2003b. Acesso em 22 jan 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-95962003000100009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95962003000100009&lng=en&nrm=iso)>.

PACHALY, J. R.; ACCO, A.; LANGE, R. R.; NOGUEIRA, T. M. R.; NOGUEIRA, M. F.; CIFFONI, E. M. G. Order Rodentia (rodents) In: \_\_\_\_ FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. **Biology, medicine, and surgery of south american wild animals**. 1. ed. Iowa State University Press. 2001. Cap. 23, p. 225-237.

QUEIROLO, D. ; VIEIRA E.; EMMONS L.; SAMUDIO R. 2008. *Cuniculus paca*. In: 2008 IUCN **Red List of Threatened Species**. Disponível em <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em 1 Mai 2009.

RAMOS, R.S.L.; GUIMARÃES, D.A.A.; FERREIRA, A.C.S.; OHASHI, O.M.M. Avaliação dos parâmetros seminais da paca, criada em cativeiro. Semana de Integração de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Pará (SICAUFPA), Belém, PA, **Anais...** 2010.

SAITO, T.; ARAN, J. M. Comparative ototoxicity of cisplatin during acute and chronic treatment. **Journal Otorhinolaryngology Related Specialties**. 1994; v.56, n.6, p. 315-320.

SMYTHE, N.; BROWN DE GUANTI, O. **La domesticación y cría de la paca (agouti paca)**. Guía de conservación. n. 26. Roma, 1995 cap. 3. Pg. 9. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/006/V4940S/V4940s04.htm>>. Acesso: 04/10/2012

SOUZA, D. G. **Anatomia e Fisiologia do Ouvido, 2007**. disponível em: <[http://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/apost\\_ouvido.htm](http://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/apost_ouvido.htm)>acesso em: 31 dez. 2008.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 483-488. 2002.

WYSOCKI, J. Measurements of selected parameters of the guinea pig temporal bone. **Folia Morphologica**. 2005a. v.64. p.145-150

WYSOCKI, J. Topographical anatomy of the guinea pig temporal bone. **Hearing Research**. 2005b. v.199. p.103–110.

WYSOCKI, J. Topographical anatomy and measurements of selected parameters of the rat temporal bone. **Folia Morphologica**. 2008, v.67, p.111-119.