



Universidade de Aveiro
2021

**GABRIELA H. E
SILVA**

**ATLAS ILUSTRADO DO CAMUNDONGO DE
LABORATÓRIO – USO DA ILUSTRAÇÃO DIGITAL
COMO ALTERNATIVA À FOTOGRAFIA**



Universidade de Aveiro
2021

**GABRIELA H. E
SILVA**

**ATLAS ILUSTRADO DO CAMUNDONGO DE
LABORATÓRIO – USO DA ILUSTRAÇÃO DIGITAL
COMO ALTERNATIVA À FOTOGRAFIA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada, realizada sob a orientação científica de Amadeu Soares, da Universidade de Aveiro e do Doutor Jivago Rôlo do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília.

o júri

presidente

Prof. Maria Adelaide de Pinho Almeida
professor catedrático da Universidade de Aveiro

arguente principal

Prof. Marcos Antônio dos Santos Silva-Ferraz
professor associado da Universidade de Brasília

orientador

Prof. Amadeu Mortágua Velho da Maia Soares
professor catedrático da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço a minha família, a meus amigos e a todos que me ajudaram de alguma forma a chegar onde estou hoje. Muito obrigada especialmente aos professores que me orientaram durante esse mestrado e que me acompanharam por todo este percurso da minha vida.

palavras-chave

Comunicação científica, ilustração científica, educação, anatomia dos vertebrados.

resumo

O *Mus musculus*, também conhecido como camundongo ou rato-doméstico, é um animal de ampla utilização para pesquisa. Para a manipulação correta dos animais com o intuito de causar o menor desconforto possível e prover uma melhor qualidade de vida, é necessário que os profissionais e estudantes que os manipulem tenham conhecimento básico sobre a anatomia desses roedores. Dentro das linhagens possíveis de se trabalhar atualmente, cada uma possui uma particularidade que pode ser útil para o estudo que se almeja. Com o intuito de auxiliar na transmissão de conhecimento para o público lusófono, o *Atlas Ilustrado do Camundongo de Laboratório: Anatomia, Histologia e Patologia* possui informações sobre os camundongos, apresentando a anatomia básica, a histologia e patologias dos sistemas. Ilustrações foram produzidas para representar estruturas anatômicas sem a necessidade de utilização animal. As imagens foram produzidas em meio digital com a utilização do software Adobe Photoshop© a partir de imagens e textos de referência provenientes de atlas e artigos. Com auxílio de texto e imagem, é possível reforçar a informação que se pretende transmitir por dois meios diferentes de comunicação. A distribuição inicial do atlas será em meio digital, devido à facilidade de acesso por pesquisadores e estudantes falantes de língua portuguesa em qualquer lugar do mundo. A maior parte do material sobre o camundongo de laboratório, que é um animal tão importante para o meio acadêmico, está disponível apenas em língua inglesa, o que dificulta a compreensão daqueles que não possuem domínio da língua estrangeira. Nesse sentido, o ideal é a produção de material lusófono que consiga transmitir informações da forma mais semelhante possível à realidade que será encontrada no dia a dia.

keywords

Scientific communication, scientific illustration, education, vertebrate anatomy.

abstract

Mus musculus, also known as house mouse, is widely used for research. For the correct handling of the animals to cause the slightest discomfort possible and provide a better quality of life, it is necessary that professionals and students who manipulate them have basic knowledge about the anatomy of these rodents. Within the lineages that are currently possible to work with, each one has a particularity that can be useful for the study that needs to be done or not. To assist in transmitting knowledge to the Portuguese-speaking public, the Illustrated Atlas of the Laboratory Mouse: Anatomy, Histology, and Pathology has information about the mice, presenting the basic anatomy, histology, and pathologies of the systems. To represent and illustrate anatomical structures without the need for animal use. In the Adobe Photoshop © software, it was possible to create illustrations using reference photographs from the laboratory, texts provided in atlases and articles. With the aid of text and image, it is possible to reinforce the information transmitted by two different means of communication. The initial distribution of the atlas will be in digital accessible platform for Portuguese-speaking researchers and students anywhere in the world. Much material about the laboratory mouse, which is such an important animal for the academic world, is only available in English, making it difficult for many Portuguese language natives to understand. The production of this Lusophone material will transmit information in a more similar way to the reality encountered in daily life.

Sumário

1	Introdução	6
2	Contextualização do Trabalho	9
2.1	Público-alvo	9
2.2	Mídias e suas variáveis	10
2.3	Mídias selecionadas para publicar	11
2.3.1	Mídia digital	11
2.3.2	Mídia física	11
2.4	Eficácia quanto a aplicação	11
2.4.1	Locais de aplicação prática	12
3	Metodologia	13
3.1	Produção de imagens	13
3.2	Imagens e textos de referência	13
3.3	Ilustrações	13
3.3.1	Histologias	15
3.3.2	Patologias	17
3.4	Processos	18
3.4.1	Ilustração corte pele	18
4	Resultados	20

4.1	Camundongos de laboratório.....	18
4.2	Guia básico anatômico	22
4.3	Sistema tegumentar	27
4.4	Atlas anatômico	32
5	Discussão	73
5.1	Ilustração na ciência	76
5.2	Produção de comunicação visual.....	78
5.2.1	Ilustração para anatomia animal	78
5.3	Ética e conscientização.....	79
5.3.1	Reduction.....	80
5.3.2	Refinement.....	80
5.3.3	Replacement	81
6	Perspectivas	82
6.1	Sistemas muscular e ósseo.....	82
7	Conclusão	84
8	Bibliografia	86
9	Apêndice	87
8.1	SymBioSE 2020	87
8.2	CONFIA 2020	87

8.3	Simpósio de Biologia Animal 2020	88
8.4	SymBioSE 2021	88

Lista de Figuras

- 1 Imagem do livro *Anatomia dos animais domésticos: texto e Atlas colorido*, em que a segmentação da unha, garra e dos cascos bovino e equino em secção sagital e face (solear segundo Zietzschmann, 1918, e Mulling, 1993) é representada de forma esquemática. 15
- 2 Ilustração esquemática inspirada na figura esquemática 1 e nas imagens do livro *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*. 15
- 3 Cronologia apresentando diversificação genética dos maiores grupos de subespécie de camundongo e possível origem do camundongo de laboratório atual. 16
- 4 Apresentação de animal saudável (4a) e de animais afetados pela patologia de barbeamento e suas possíveis aparências. Figura 4a — animal com aparência saudável, mas que afeta aqueles com que está em contato. Figura 4b — padrão de pelagem apresentado por animais com barbeamento comumente causado por outro indivíduo, caracterizado por falta de pelos perto dos olhos, da boca e do tórax. Figura 4c — padrão de pelagem comum em animais que praticam o autobarbeamento, caracterizado por regiões com falta de pelo nos membros, nas costelas e região genital..... 17
- 5 **A.** Estudo inicial e esquematização de como seriam feitos os planos de corte da histologia. **B.** Planos esquematizados para a produção da imagem..... 18
- 6 **A.** Ilustração com formas e cores bases. **B.** Adição de pelos, veias, artérias e nervos. **C.** Adição de detalhes, pelos externos e células adiposas..... 19
- 7 Versão finalizada de ilustração de tegumento de camundongo, apresentando sombras e algumas estruturas adicionais. 19

8	Imagem com linha cronológica dos camundongos desde a espécie ancestral até a maior parte dos camundongos de laboratório atuais e variações selvagens. Imagem adaptada do livro <i>The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice</i>	21
9	Diferentes tipos de linhagem e como o material genético é passado para as gerações seguintes.	21
10	Exemplos de nomenclaturas encontradas no mercado atualmente, cada uma apresenta um código a que é atribuído um significado. Híbridos e outras variações podem possuir abreviações que são predefinidas.	22
11	Tipos de planos anatômicos e nomenclaturas utilizadas para orientação.	23
12	Vista ventral de camundongo macho com regiões do corpo.....	24
13	Vista ventral de camundongo fêmea apresentando tecidos mamários e genitália.	25
14	Divisões anatômicas da cabeça e região proximal.....	27
15	Ilustração de epiderme, derme e hipoderme, com estruturas anexas (pelos e glândulas).	27
16	Nomenclaturas e estruturas encontradas nos pelos.....	28
17	Localização de pelos táteis da região da cabeça.	28
18	Secção sagital da papila e ducto mamário.	29
19	Glândulas mamárias e mamilos de fêmea de camundongo em vista lateral.....	29
20	Coxim palmar direito apresentando os dígitos e pelos táteis.....	30
21	Coxim plantar direito apresentando os dígitos, metatarso e metatarso secundário.....	30
22	Corte apresentando as estruturas tegumentares e ósseas de um dedo.....	30

23	Camundongos apresentando padrão de pelagem normal, afetada pelo barbeamento causado por outro e indivíduo com barbeamento afetando a si mesmo.	31
24	Esquema representando como o emissor codifica a ideia e a transforma em mensagem, permitindo ao receptor receber essa mensagem e processar o conteúdo (imagem baseada no diagrama presente no livro <i>Universe of the mind</i> (Lotman 2000)).....	73
25	Representação de como a Informação 0 é transmitida por três tipos de linguagem diferente (linguagem A, B e A+B), das quais o receptor forma as Informações A, B e A+B.	75
26	Imagem do livro <i>Universe of the mind: A semiotic theory of culture</i> que apresenta a formação de novas comunicações textuais a partir de T1.....	76
27	Corte e apresentação de estruturas do dedo de camundongo, em que a Figura 27a exibe um corte corado com Vermelho de Alizarina S (<i>Alizarin red</i>) e a Figura 27b é uma ilustração que evidencia as estruturas em corte de maneira didática para melhor entendimento do leitor	77
28	Ilustração do livro <i>Atlas of human anatomy</i> (Netter 2014), que apresenta estrutura anatômica humana e respectivas nomenclaturas utilizadas por profissionais. É possível observar como as palavras se localizam em torno da imagem, de modo a não poluir o centro visual.	79

Lista de Tabelas

1	Taxonomia do camundongo ou rato-doméstico.....	20
2	Sistemas essenciais para o funcionamento do organismo de um indivíduo padrão.	23
3	Características anatômicas dos camundongos de laboratório.....	26

1. Introdução

A ilustração é uma ferramenta de comunicação muito utilizada. Registros de imagens com intuito principal de transmissão de conhecimento mostram a diversidade de tópicos para os quais foram e ainda são utilizadas. Diversos cientistas famosos do passado eram também bons ilustradores, pois isso facilitava a divulgação e a transmissão de suas pesquisas (Iwasa 2016). As imagens são uma maneira de auxiliar o leitor em sua compreensão do assunto e, à utilização de textos, a transmissão do conhecimento pode tornar-se ainda mais efetiva.

Instrumentos visuais são uma maneira de atrair a atenção do leitor e possibilitam uma leitura dinâmica do conteúdo. Para a realização das ilustrações com o intuito de transmissão de conteúdo, deve-se estudar o público-alvo, sempre levando em consideração o nível de entendimento do leitor. Cada público possui um nível de compreensão, o qual limita ou possibilita a assimilação de certo tema, abrangendo ou restringindo o nível da informação que pode ser abordada para a transmissão eficaz sobre o assunto. A utilização de textos, quando aplicável, em conjunto com imagens possibilita mais formas de apresentar, explicar ou complementar a informação (Hall, Bailey e Tillman 1997).

O reforço informativo que a imagem provê como ferramenta de transmissão de conteúdo aliada ao texto está enraizado na ciência. Esse duo permite que a transmissão do conteúdo aconteça de maneira mais fluida e que a mensagem do transmissor seja reforçada por meio de outra mídia. Existem várias maneiras de apresentar a informação por meio de imagem, como ilustrações, gráficos, tabelas, diagramas etc., a depender do contexto e do público-alvo. Cada leitor possui experiências e conhecimentos diferentes, o que permite variadas interpretações do mesmo texto.

Para a parcela acadêmica que sabe mais de um idioma, as possibilidades de encontrar material de estudo e pesquisa são mais abrangentes do que para alunos que possuem apenas a língua materna lusófona como artifício. Muitos dos iniciantes em laboratórios e centros de pesquisa têm dificuldades com línguas estrangeiras e preferem um material mais acessível e condizente à sua realidade linguística — ou seja, um material em sua língua materna. Com o intuito de tornar o conhecimento científico mais inclusivo, a proposta de criação do *Atlas*

Anatômico Ilustrado do Camundongo de Laboratório surgiu para suprir a falta de material didático para iniciantes (tanto estudantes quanto profissionais que estão começando a utilizar esse animal).

Cada ilustração contida no Atlas foi estudada e planejada para sua melhor execução (Hodges 2003). O formato digital permitiu que os custos de produção das imagens fossem reduzidos, pois dispensou a necessidade de gasto com materiais de laboratório. O número de animais utilizados para a produção do Atlas foi significativamente pequeno em comparação a Atlas fotográficos. Assim, é seguro afirmar que esse material apresenta uma vantagem no que diz respeito à utilização de produtos que visam ao mínimo de uso animal possível, evitando que vidas sejam desperdiçadas.

O período em que se inicia a manipulação animal do *Mus musculus* é ideal para a introdução do material didático que informe sobre como é a anatomia do animal, no que ela se diferencia de outros animais e qual sua importância como ser vivo. O conhecimento sobre o animal auxilia na diminuição do seu sofrimento, pois profissionais conscientes dos procedimentos conseguirão minimizar o estresse causado e dispensar qualquer procedimento desnecessário (Andrade, Pinto e Oliveira 2002).

Outro fator muito discutido quando se aborda a interpretação de conteúdos é o linguístico, sobretudo no que se refere a leitores cuja língua materna é diferente da língua do autor (Ivánov et al. 1973). A questão da linguagem pode ser um diferencial no momento da tradução ou da leitura, pois um texto traduzido não pode ser considerado o texto original (Lotman 2000). Mesmo as traduções mais fiéis apresentam modificações em frases ou palavras de modo a facilitar a compreensão do público falante da língua da tradução. Portanto, o ideal é a produção de conteúdo voltado para o público-alvo em sua língua nativa, utilizando nomenclaturas, imagens, diagramas e abordagens que facilitam o entendimento e a correta transmissão do conhecimento desejado.

O uso da língua portuguesa para a produção do Atlas é um fator muito importante, pois materiais originais específicos de anatomia dos camundongos ou ratos-domésticos são encontrados, em sua maioria, apenas em língua estrangeira. Poucos materiais possuem origem lusófona, o que pode dificultar a interpretação (Lotman 2000) de algumas pessoas. O uso de uma lin-

guagem mais próxima da diária possibilita a melhor compreensão do material e a utilização dos termos técnicos no dia a dia.

2. Contextualização do Trabalho

Atlas anatômicos ilustrados e/ou fotográficos auxiliam na transmissão do conhecimento de maneira eficiente para novos estudantes e em consultas de eventuais dúvidas de profissionais. O acesso a um material com informações precisas, elementos visuais de entendimento rápido e textos de auxílio possibilita a assimilação do conteúdo por associação de maneira dinâmica (Vessal et al. 2014). Cores e ilustrações que fazem associações com partes anatômicas reais são facilmente assimiladas quando apresentadas em esquemas e infográficos, pois o leitor aprende e memoriza o conteúdo de maneira esquemática. Dessa forma, as informações mais importantes do conteúdo são rapidamente absorvidas.

Livros antigos apresentavam ilustrações anatômicas incorretas, pois o estudo anatômico era feito por poucas pessoas, as quais nem sempre possuíam habilidades para desenhar ou pintar. Ilustrações também podiam ser modificadas para serem esteticamente mais bonitas, não necessariamente seguindo o que era anatomicamente correto. Atualmente o conceito de ilustração científica procura unir a estética com uma maior precisão em relação a anatomia, fisiologia e comportamento (Calkins, Franciosi e Kolesari 1999).

2.1. Público-alvo

A produção deste Atlas anatômico ilustrado de camundongos de laboratório tem como objetivo principal a transmissão de conteúdo para o público que possui contato com a espécie *Mus musculus* ou com outros animais do mesmo gênero, os quais são semelhantes em grande parte de sua estrutura física. Aprender a anatomia do animal facilita seu manuseio e diminui seu estresse; conseqüentemente, a possibilidade de ocorrerem alterações em dados de pesquisas por causa do estresse do animal também diminui. No meio acadêmico, é possível encontrar profissionais e estudantes sem o conhecimento teórico básico de histologia, o que dificulta o seguimento de protocolos e o entendimento do que pode ou não ser alterado para benefício do estudo.

Com o intuito de informar um público geral do meio acadêmico que trabalha em laboratórios e que necessita manipular histologias, o Atlas apresenta uma breve introdução que

contém o básico de histologia e informações complementares.

2.2. Mídias e suas variáveis

O intuito é publicar e disponibilizar o livro em países lusófonos e, eventualmente, viabilizar uma versão traduzida para a língua inglesa. Enquanto a disponibilidade da mídia física depende da distribuição local de cada país, a mídia digital pode ser disponibilizada em rede igualmente para toda a comunidade científica internacional. Portanto, futuras publicações em mídia física ainda estão sendo estudadas.

Os materiais anatômicos específicos para *Mus musculus* disponíveis em língua portuguesa são escassos, havendo apenas algumas traduções, as quais muitas vezes perdem ou distorcem o sentido pretendido pelo autor. A produção de um material autoral em língua portuguesa busca resolver a escassez de material didático básico, o qual muitas vezes é de difícil acesso. Ainda, o custo para adquirir material didático/acadêmico pode ser bem elevado, algo que foi considerado ao se analisar a disponibilidade de materiais para alunos, posto que, mesmo quando universidades e bibliotecas possuem exemplares, estes podem estar provisoriamente indisponíveis.

Quanto aos meios de comunicação utilizados para a publicação, foram seguidos exemplos de livros internacionais como *Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas* Treuting, Dintzis e Montine 2017. Treuting, Dintzis e Montine disponibilizam uma edição digital de seu livro, com intuito de melhorar a experiência de estudo tanto para o público geral quanto para um público específico adepto às mídias eletrônicas. Ademais, há a redução do preço de custo. Atualmente, livros digitais são, em geral, mais baratos do que livros físicos, pois custos de impressão, transporte, armazenamento influenciam nos preços, o que gera a diferença de valor monetário.

2.3. Mídias selecionadas para publicar

2.3.1. Mídia digital

Este formato de publicação admite um manejo personalizado pelo usuário ao lhe possibilitar tanto o uso da mídia digital em sua totalidade quanto a impressão de capítulos independentes. Outra vantagem da publicação digital é o caráter instantâneo de sua aquisição, pois o acesso imediato à mídia após a compra é garantido pela possibilidade de *download*. Em contrapartida, as configurações de tela do dispositivo de leitura podem gerar distorção de cores ou definir modos de visualização incompatíveis com o padrão indicado para o conforto do leitor, o que figura um aspecto negativo. Ainda assim, quando comparadas aos benefícios que a mídia digital pode oferecer, as desvantagens não parecem ser relevantes para a experiência do usuário com o material em relação a conteúdo prático. Em face do exposto, selecionou-se a mídia digital como principal forma de publicação do atlas

2.3.2. Mídia física

A publicação de livros e Atlas neste formato é comum, muitos exemplares, como *Anatomia dos animais domésticos* König e Liebich 2016, encontram-se em papel. Este formato permite que as cores e a diagramação pretendidas pelo autor e pela editora sejam preservadas no livro publicado, mas costuma apresentar preços mais elevados devido aos custos de impressão e de transporte inclusos no processo de produção e entrega. A mídia física foi considerada para a publicação inicial, porém a ausência de verba externa inviabiliza essa opção no momento. Não obstante, cogita-se a publicação de futuras edições do Atlas em mídia física.

2.4. Eficácia quanto a aplicação

Atualmente no mercado, há pouca disponibilidade, para o público lusófono, de material específico em português relativo à anatomia, fisiologia e patologia básica de camundongos de laboratório. Além disso, é difícil também encontrar traduções para o português de materiais estrangeiros sobre o assunto, tendo em vista os poucos exemplares já traduzidos. Nesse

sentido, o público mais beneficiado pelo material é aquele que possui pouco contato com a língua inglesa, ou que não a compreende bem.

Muitos estudantes sentem-se mais confortáveis em estudar com o material em sua língua materna, o que será possível com este atlas. O livro foi escrito valendo-se de nomenclaturas que o leitor poderá utilizar em laboratório com outros colegas de trabalho e/ou estudo, de modo a facilitar a comunicação diária. Para tal, a *Nomina Anatomica Veterinaria* (Veterinary Anatomists. International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature e Veterinary Anatomists 1973) foi usada como referência para nomenclaturas anatômicas. O comitê internacional de anatomia em medicina veterinária organiza e padroniza as nomenclaturas que são utilizadas em vários países, tendo como língua padrão o latim, entretanto alguns termos estão em português.

2.4.1. Locais de aplicação prática

O livro poderá ser usufruído por estudantes, professores, profissionais que trabalhem com camundongos em laboratório e qualquer pessoa que se interesse sobre o assunto. Como sua publicação inicial será em mídia digital, o Atlas poderá ser facilmente acessado e consultado por meio de computadores e outros dispositivos eletrônicos. O material poderá ser adquirido e compartilhado para leitura em biotérios, laboratórios e salas de aula, admitindo também seu uso como livro didático. Ademais, ele pode ser utilizado em todos os países lusófonos, mesmo que algumas palavras não sejam usuais em alguns países, pois o contexto e as imagens auxiliam o leitor na compreensão do conteúdo.

3. Metodologia

3.1. Produção de imagens

Para a produção das imagens que foram utilizadas no Atlas e em publicações relacionadas, foram necessárias pesquisas sobre materiais e técnicas para serem empregadas no processo de criação. Os materiais foram estudados antes para otimizar tanto o tempo quanto a produção. A pesquisa prévia foi de extrema importância, pois foram estudadas também as técnicas que seriam realizadas em cada parte do processo de produção.

3.2. Imagens e textos de referência

Para a produção das imagens, foram utilizadas referências visuais de livros ((Ruberte, Carretero e Navarro 2017)(Treuting, Dintzis e Montine 2017) e de artigos como (Charles et al. 2016)). A comparação de diferentes referências permite a averiguação de precisão anatômica nas representações existentes em cada uma, de modo a garantir a acurácia anatômica das ilustrações realizadas. Para a produção de esquemas, os quais facilitam a compreensão do leitor, também foram utilizados como inspiração alguns livros que, mesmo apresentando anatomia de diferentes animais que não o camundongo de laboratório (como cães, gatos, bovinos etc.), ainda contêm ilustrações esquemáticas extremamente interessantes como por exemplo a Figura 1, a qual foi utilizada como referência para a produção da Figura 2 (König e Liebich 2016).

3.3. Ilustrações

As imagens para ilustração foram, em geral, escolhidas previamente, mas algumas foram selecionadas, quando necessário, à medida que o texto foi sendo escrito. Imagens de referência contribuíram para a visualização do que poderia ser feito e melhorado, usando-as como base para inspiração e informação como apresentado na Figura 3.

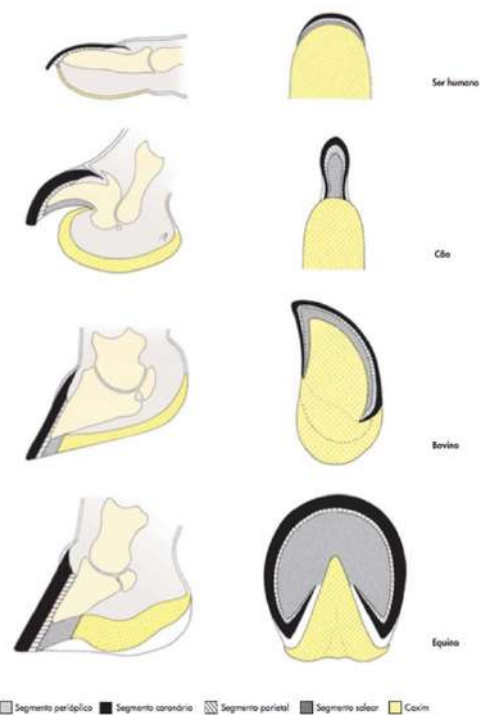


Figura 1: Imagem do livro *Anatomia dos animais domésticos: texto e Atlas colorido*, em que a segmentação da unha, garra e dos cascos bovino e equino em secção sagital e face (solear segundo Zietzschmann, 1918, e Mulling, 1993) é representada de forma esquemática.

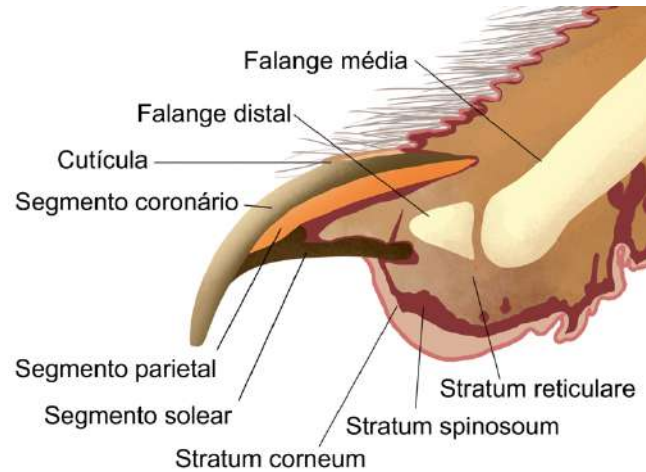
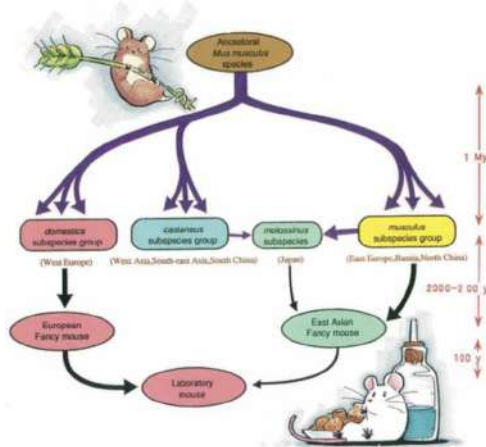
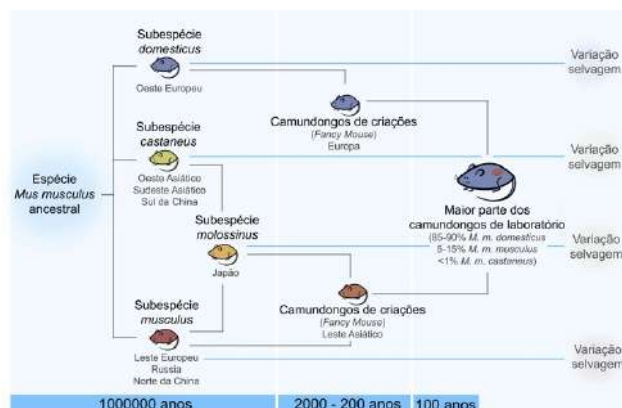


Figura 2: Ilustração esquemática inspirada na figura esquemática 1 e nas imagens do livro *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*.

Para a produção das ilustrações, utilizou-se a mesa digitalizadora Wacom Intuos S, que apresenta 4.096 níveis de sensibilidade à pressão da caneta e tolerância digital de precisão +/- 0,25 mm, o que possibilita a realização de ilustrações digitais com bastante precisão, diminuindo o número de erros cometidos e, por consequência, o tempo despendido na produção de cada ilustração.



(a) Cronologia utilizada no artigo *Mouse phenome research: implications of genetic background* (Yoshiki e Moriwaki 2006).



(b) Figura inspirada em 3a e no livro *The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice*.

Figura 3: Cronologia apresentando diversificação genética dos maiores grupos de subespécie de camundongo e possível origem do camundongo de laboratório atual.

O editor de imagem escolhido para produção das imagens foi o Adobe Photoshop® 2019, com o qual é possível a produção de imagens e esquemas de maneira dinâmica e versátil. Algumas das produções foram feitas a partir de estudos prévios em papel e depois digitalizados para posterior edição e finalização no Photoshop. Mesmo que o estudo inicial de alguns exemplares esteja em papel, a maioria dos trabalhos dispõe de estudos e esboços iniciais em mídia digital. O tamanho inicial para imagens foi padronizado em 40 cm por 40 cm e 300 DPI (*Dots Per Inch*) para estudo de imagem e realização das camadas da ilustração até a etapa de finalização, em que a imagem é redimensionada para melhor enquadramento e harmonia. A nomenclatura é adicionada após a mescla das camadas da imagem, de forma adiminuir o tamanho do arquivo final, mas sem alterar a resolução ou a definição da imagem. Os arquivos estão salvos em formato TIF, que possibilita o uso de outros editores de imagem para edição e de programas convencionais para visualização do arquivo, como resultado, o compartilhamento da imagem pode ocorrer sem a perda de resolução.

3.3.1. Histologias

Para melhor proveito do tempo de laboratório e otimização do uso dos materiais, as imagens histológicas foram previamente selecionadas. A partir da comparação com imagens da

literatura, foi possível determinar quais eram as lâminas mais interessantes e de maior importância didática para o leitor. Como não foram feitas histologias, mas ilustrações, não houve custos adicionais e imagens que seriam mais demoradas ou caras foram realizadas sem custo.

3.3.2. Patologias

Patologias também são parte crucial na criação de animais, pois sempre há a possibilidade de animais, tanto em biotérios quanto em laboratórios, ficarem debilitados. O diagnóstico rápido e procura de especialistas para tratamento quando necessário pode poupar grandes perdas na colônia. As imagens apresentadas nas seções de patologia foram levadas em conta as limitações e os alcances do laboratório e da disponibilidade de material com base em análises de quais doenças são mais comuns ao sistema estudado. Para cada tipo de doença, informa-se o estado que o animal pode se encontrar. Podemos apresentar imagens de como o animal saudável é em contraste com como ele fica quando apresenta a patologia.

Na Figura 4, por exemplo, é possível identificar o animal que está sofrendo com o barbeamento (quando os animais apresentam perda de pelo em áreas em que normalmente há pelos), as manifestações físicas estão evidenciadas e muito visíveis quando dispostas lado a lado. As possíveis manifestações dessa doença psiquiátrica que afeta os pelos e a pele podem ser controladas em laboratório por meio do manejo dos animais, isolando o indivíduo que apresenta padrão de barbeamento e observando se ocorre o crescimento de pelos nos locais afetados.



Figura 4: Apresentação de animal saudável (4a) e de animais afetados pela patologia de barbeamento e suas possíveis aparências. Figura 4a — animal com aparência saudável, mas que afeta aqueles com que está em contato. Figura 4b — padrão de pelagem apresentado por animais com barbeamento comumente causado por outro indivíduo, caracterizado por falta de pelos perto dos olhos, da boca e do tórax. Figura 4c — padrão de pelagem comum em animais que praticam o autobarbeamento, caracterizado por regiões com falta de pelo nos membros, nas costelas e região genital.

Outras medidas podem ser adotadas caso a separação não seja possível (como nos casos de mães com crias); a introdução de objetos para interação e a alteração na alimentação podem ser maneiras de mudar o foco do animal até que ocorra o crescimento dos pelos ou possível separação.

3.4. Processos

3.4.1. Ilustração corte pele

A Figura 7 apresenta um corte em secção transversal da pele de camundongo, o qual possibilita a visualização dinâmica, o que não seria exequível com uma histologia convencional.

Para a ilustração, foi realizado um esquema do plano que seria utilizado Figura 5, o qual serviu como guia para o resto da ilustração.

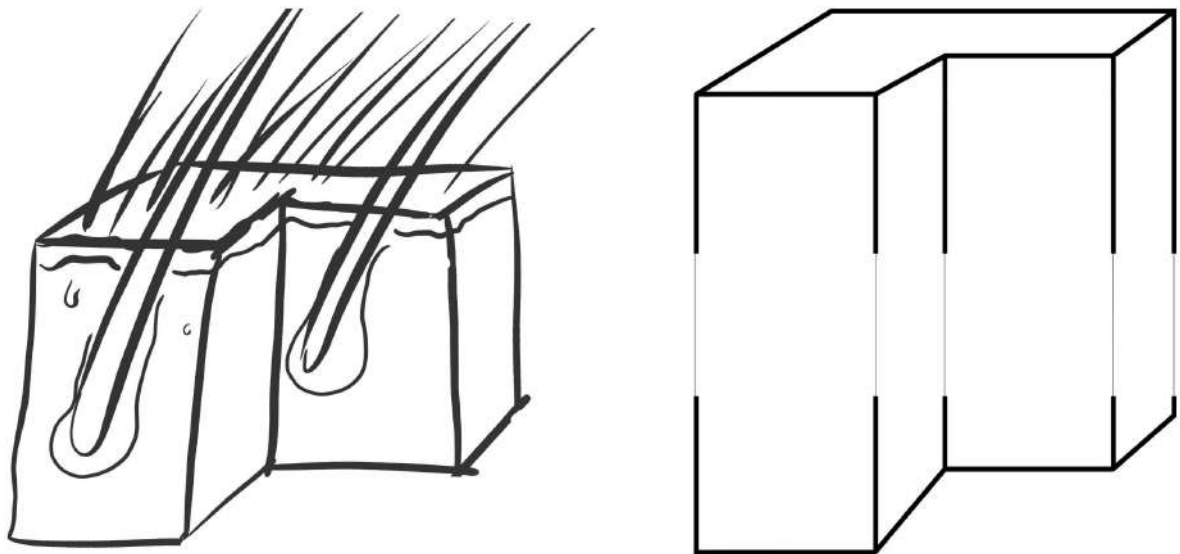


Figura 5: **A.** Estudo inicial e esquematização de como seriam feitos os planos de corte da histologia. **B.** Planos esquematizados para a produção da imagem.

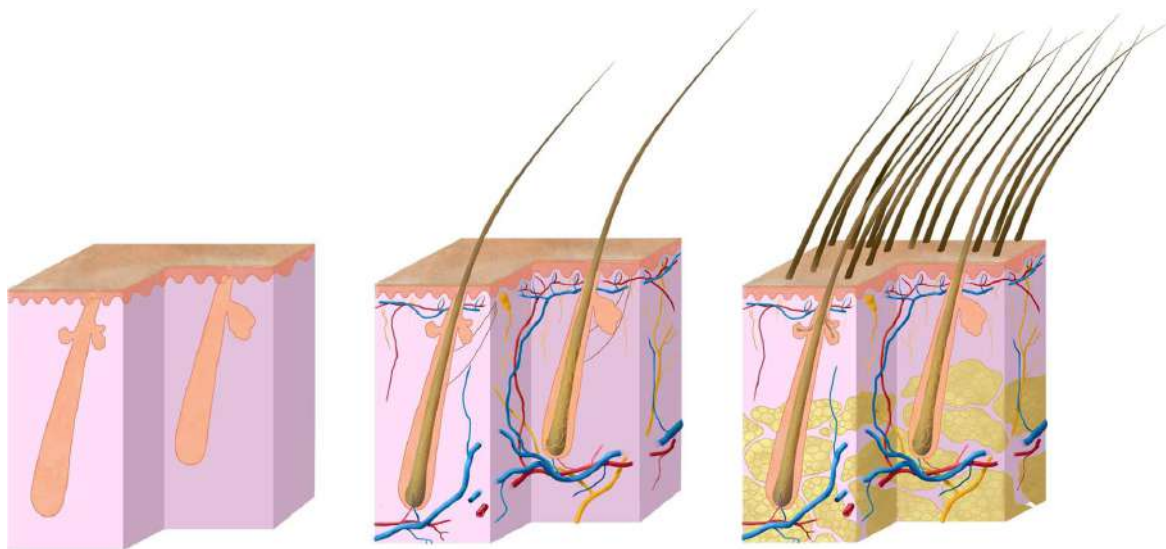


Figura 6: **A.** Ilustração com formas e cores bases. **B.** Adição de pelos, veias, artérias e nervos. **C.** Adição de detalhes, pelos externos e células adiposas.

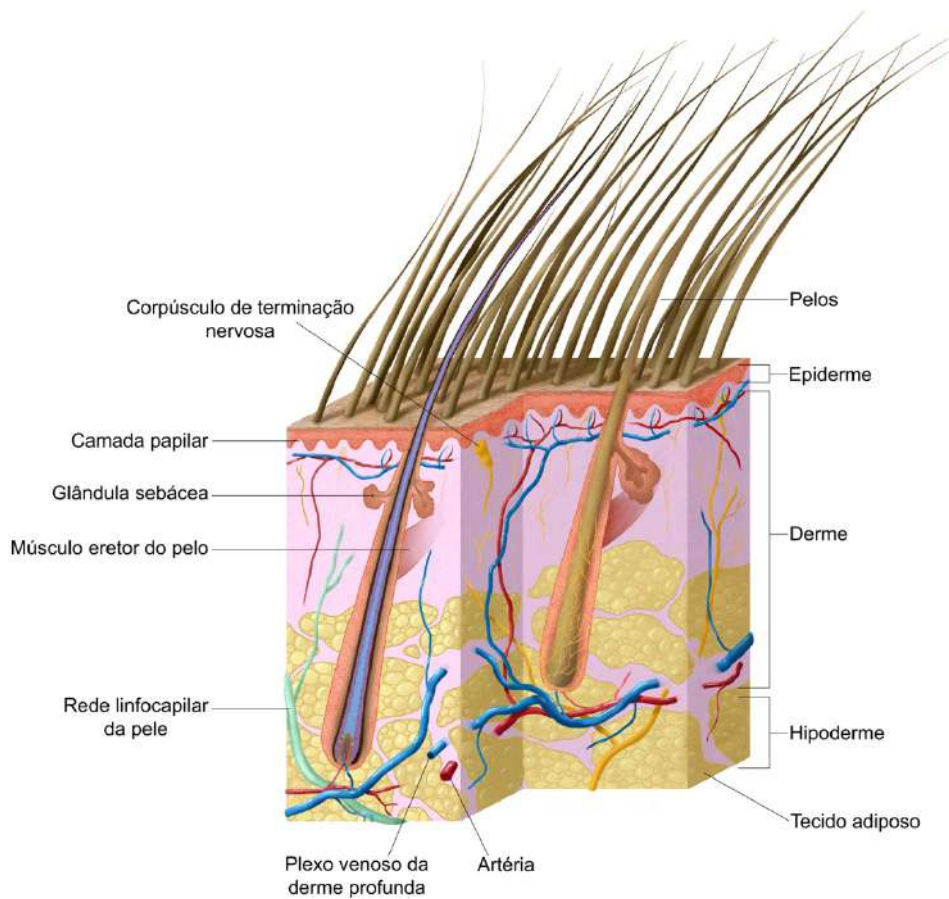


Figura 7: Versão finalizada de ilustração de tegumento de camundongo, apresentando sombras e algumas estruturas adicionais com adição de nomenclaturas.

4. Resultados

Este trabalho foi apresentado em diversos congressos e simpósios nacionais e internacionais. As possibilidades de transmissão do trabalho e de divulgação da produção científica para a conscientização da população vêm comprovando o interesse dos espectadores. O fato de ser ilustrado chama a atenção, o que confirma que esse diferencial é benéfico para o leitor, por conseguir captar sua atenção e reforçar a mensagem que está no texto.

As ilustrações foram uma grande parte do processo de criação do atlas, sem elas seria muito difícil descrever as estruturas e transmitir esse conhecimento. As imagens produzidas e utilizadas no Atlas estão dispostas a seguir por capítulos. Após as imagens, o Atlas está apresentado para leitura.

4.1. Camundongos de laboratório

Taxonomia	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Classe	Mammalia
Ordem	Rodentia
Família	Muridae
Subfamília	Murinae
Gênero	<i>Mus</i>
Espécie	<i>Mus musculus</i>

Tabela 1: Taxonomia do camundongo ou rato-doméstico.

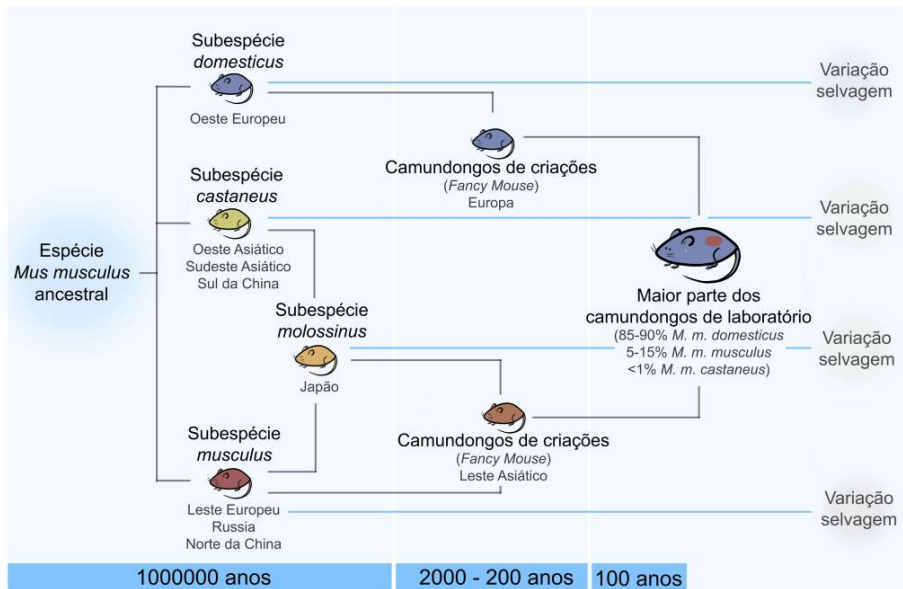


Figura 8: Imagem com linha cronológica dos camundongos desde a espécie ancestral até a maior parte dos camundongos de laboratório atuais e variações selvagens. Imagem adaptada do livro *The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice*.

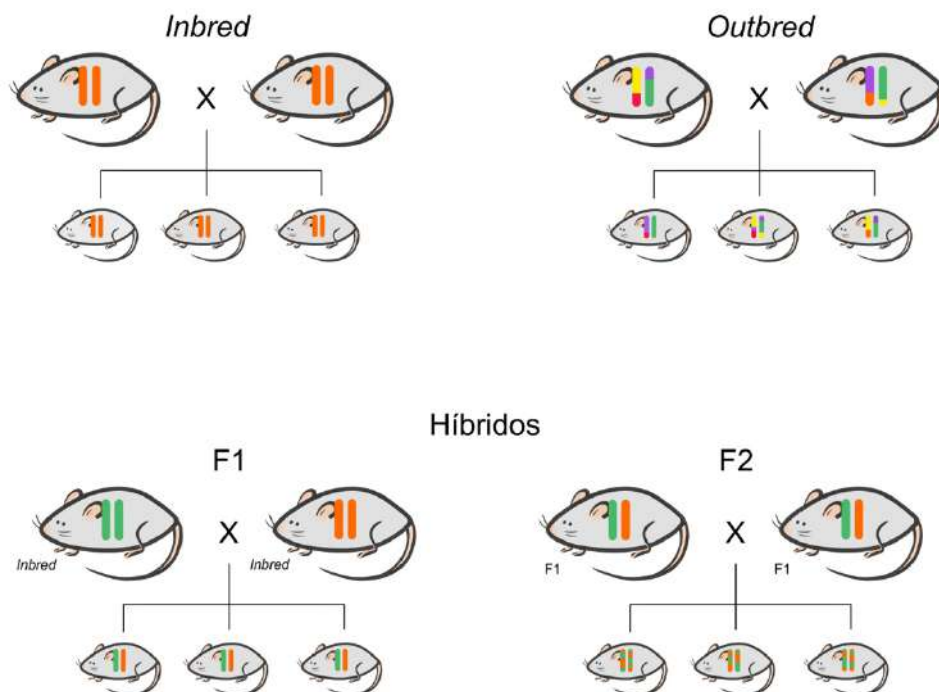
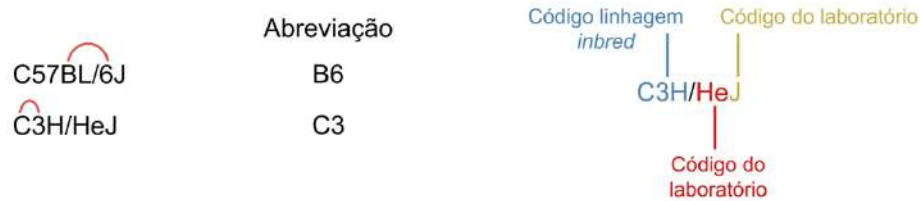


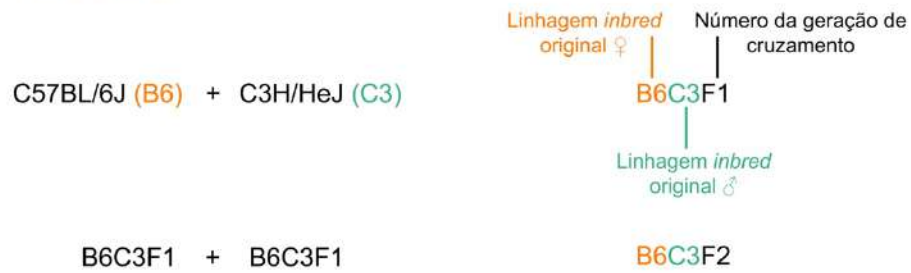
Figura 9: Diferentes tipos de linhagem e como o material genético é passado para as gerações seguintes.

Nomenclaturas

Inbred



Híbridos



Mutações induzidas ou espontâneas



Outbred



Figura 10: Exemplos de nomenclaturas encontradas no mercado atualmente, cada uma apresenta um código a que é atribuído um significado. Híbridos e outras variações podem possuir abreviações que são predefinidas.

4.2. Guia básico anatômico

Principais sistemas	Funções
Tegumentar	Proteção mecânica, recepção de estímulos externos, regulação de temperatura, excreção
Muscular	Locomoção
Esquelético	Estrutura de suporte e proteção
Digestório	Ingestão e digestão de alimentos, absorção, excreção
Urinário e Reprodutor	Excreção e reprodução
Respiratório	Oxigenação, eliminação de dióxido de carbono
Circulatório	Transporte, distribuição de nutrientes e coleta de excretas metabólicas
Nervoso	Transmissão, regulação e reação a estímulos externos
Endócrino	Produção de hormônios
Inune	Reação a infecções

Tabela 2: Sistemas essenciais para o funcionamento do organismo de um indivíduo padrão.

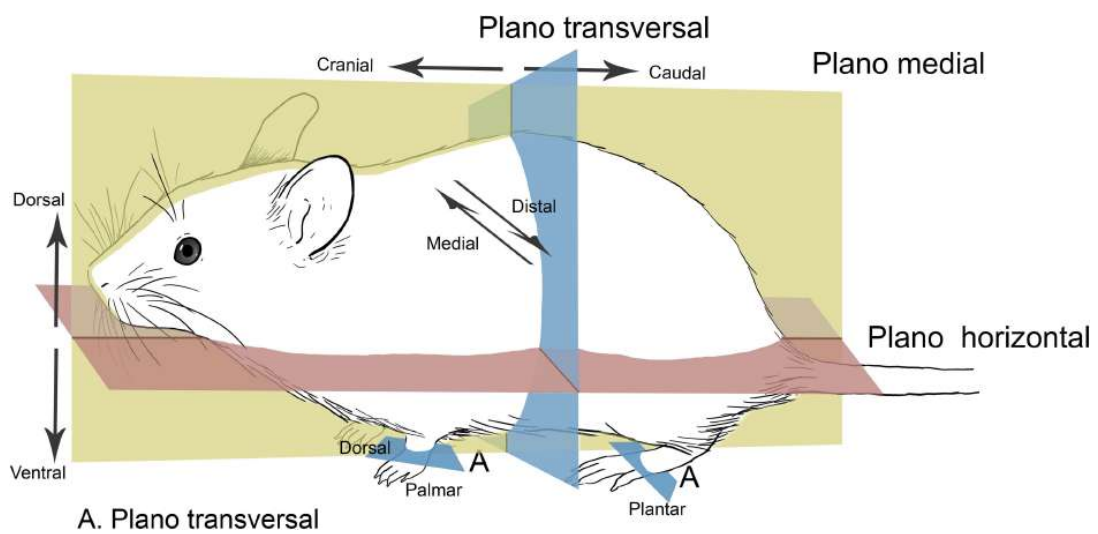


Figura 11: Tipos de planos anatômicos e nomenclaturas utilizadas para orientação.

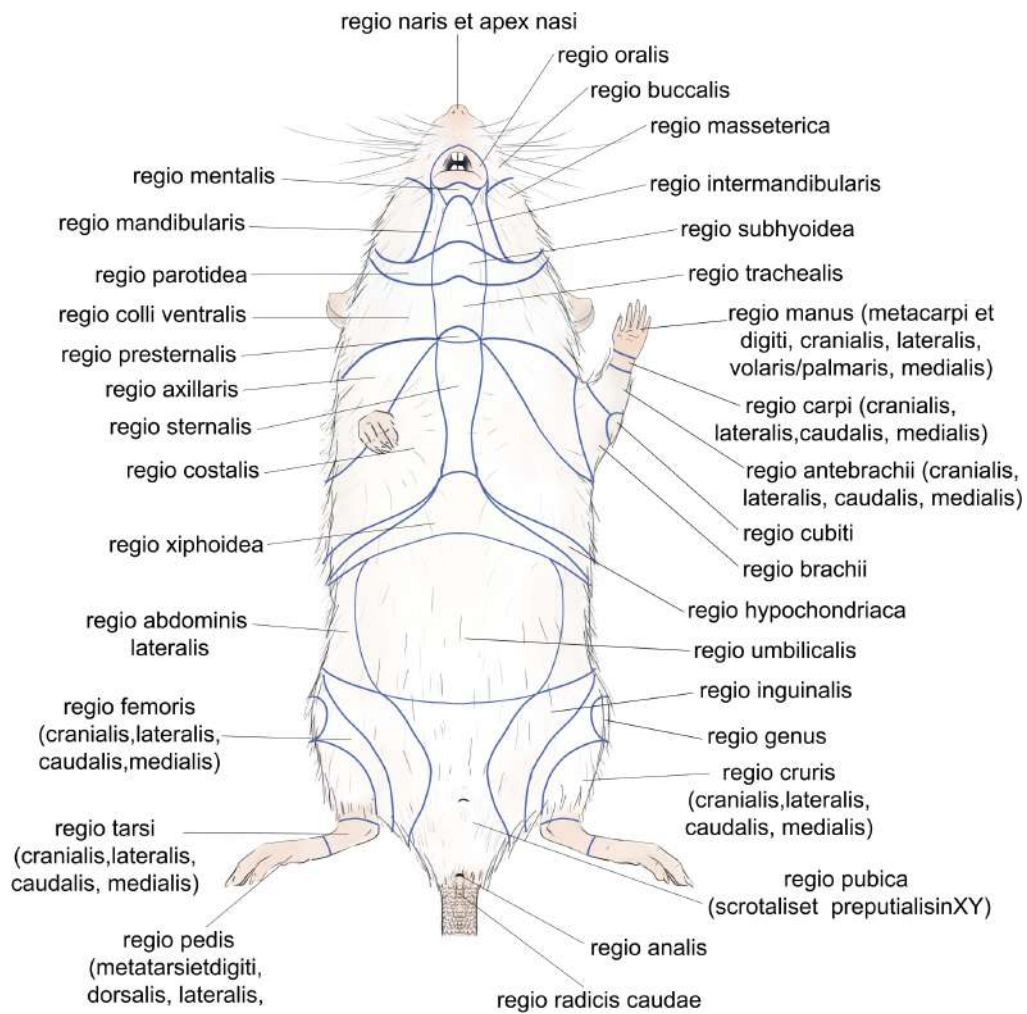


Figura 12: Vista ventral de camundongo macho com regiões do corpo.

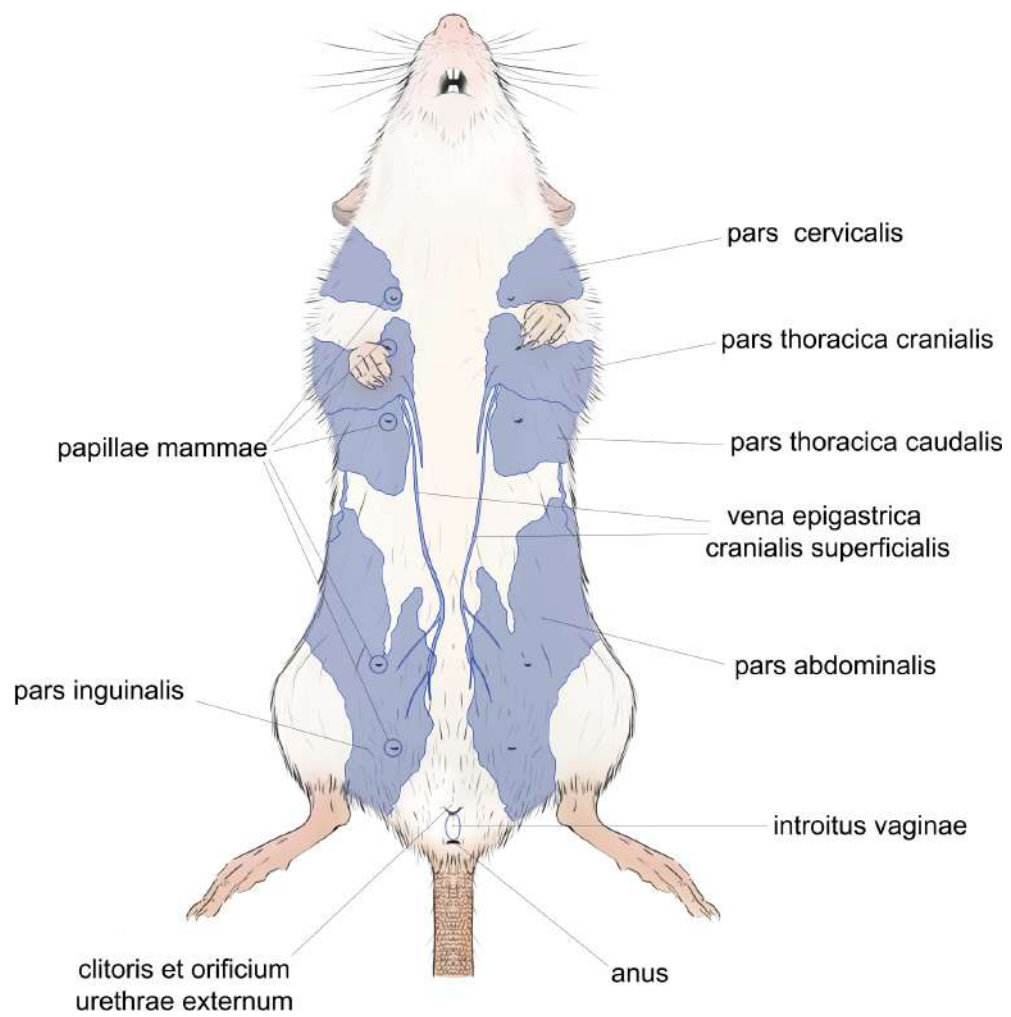


Figura 13: Vista ventral de camundongo fêmea apresentando tecidos mamários e genitália.

<i>Mus musculus</i>		
Características	Fêmea	Macho
Número de cromossomos (2n)		40
Maturidade sexual	6-8 semanas	5-6 semanas
Média de peso adulto*	18-35g	20-40g
Expectativa média de vida		1-3 anos
Número de crias*	2-11 indivíduos	-
Tempo de gestação	18,5-21 dias	-
Membros		4
Dígitos com unhas		5 em cada membro
Maturidade sexual		4-6 semanas
Número de óvulos*	6-16 óvulos	-
Clitóris	Presente	-
Pênis	-	Presente
Glândula Bulbouretral	-	Presente
Próstata	-	6 Lobos
Glândula coagulatória	-	Presente
Vesícula seminal	-	Presente
Glândula prepucial	-	Presente
Glândula clitorica	Presente	-
Útero	Bicornado	-
Glândulas mamárias e mamilos	10 (5 pares)	-
Ciclo reprodutivo	4 dias	-
Espermatogênese	-	35 dias
Fórmula vertebral		C7 T13 L6 S4 Cd28
Tegumento		Predomina pele com pelo
Glândulas sudoríparas		Presente apenas nas patas
Vibrissas		Presente
Glândula lacrimal exorbital		Presente
Lobos pulmonares		4 direita, 1 esquerda
Lobos do fígado		4 (direita, esquerda, medial, caudal)
Pâncreas		Relativamente difuso no mesentério, sem distinção lobular

*Dependente da linhagem

Tabela 3: Características anatômicas dos camundongos de laboratório.

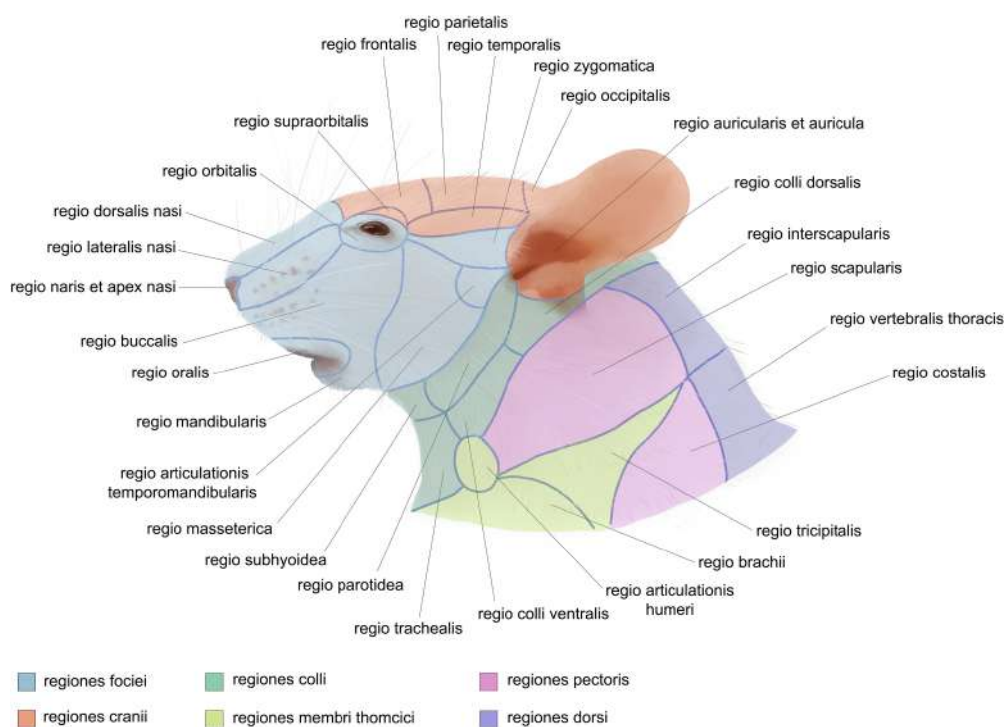


Figura 14: Divisões anatômicas da cabeça e região proximal.

4.3. Sistema tegumentar

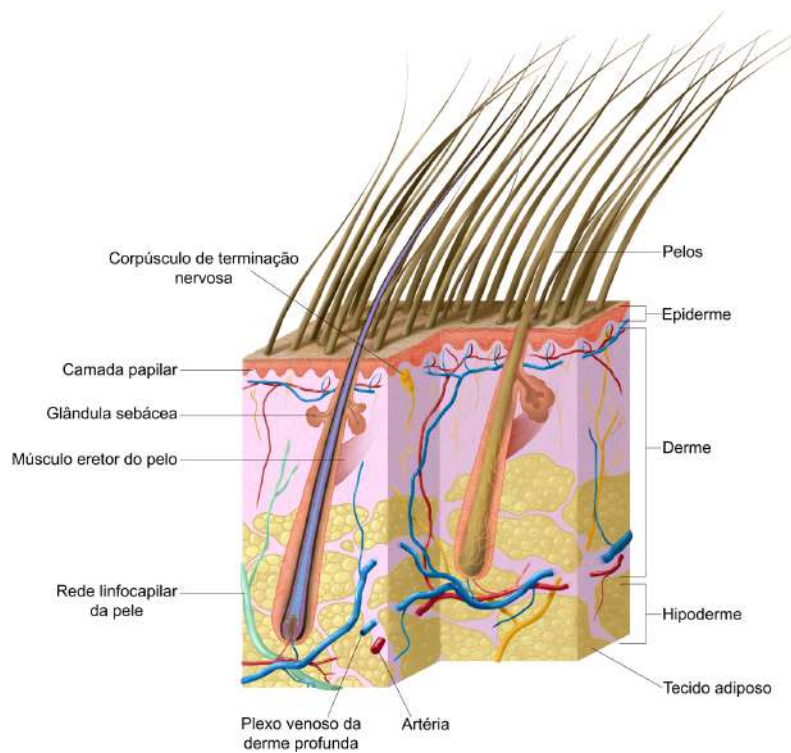


Figura 15: Ilustração de epiderme, derme e hipoderme, com estruturas anexas (pelos e glândulas).

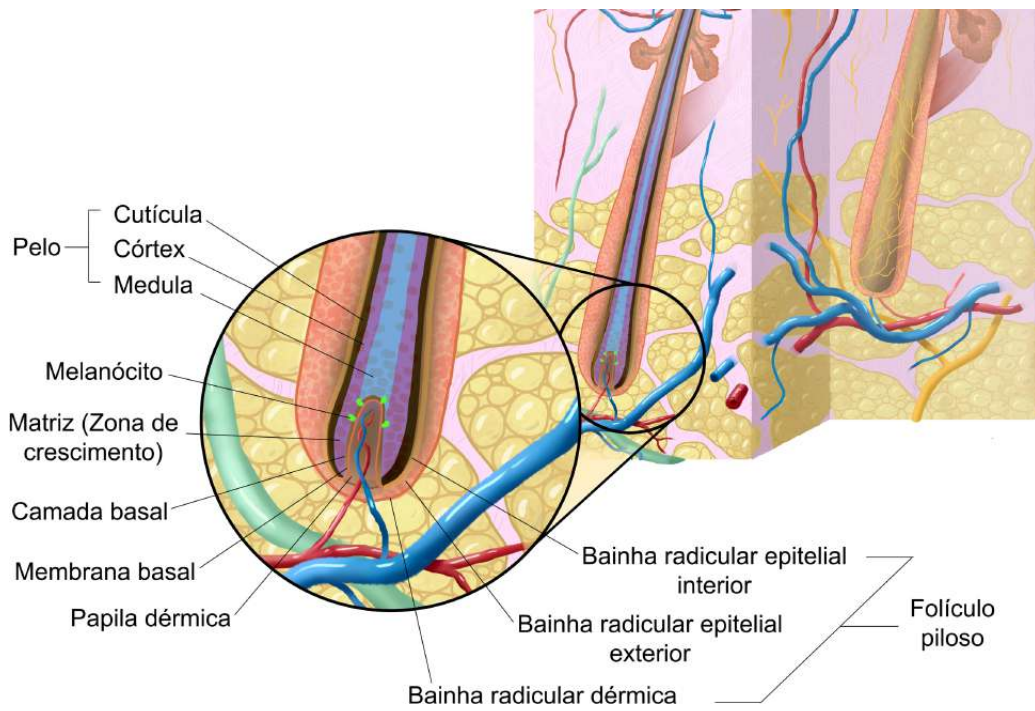


Figura 16: Nomenclaturas e estruturas encontradas nos pelos.

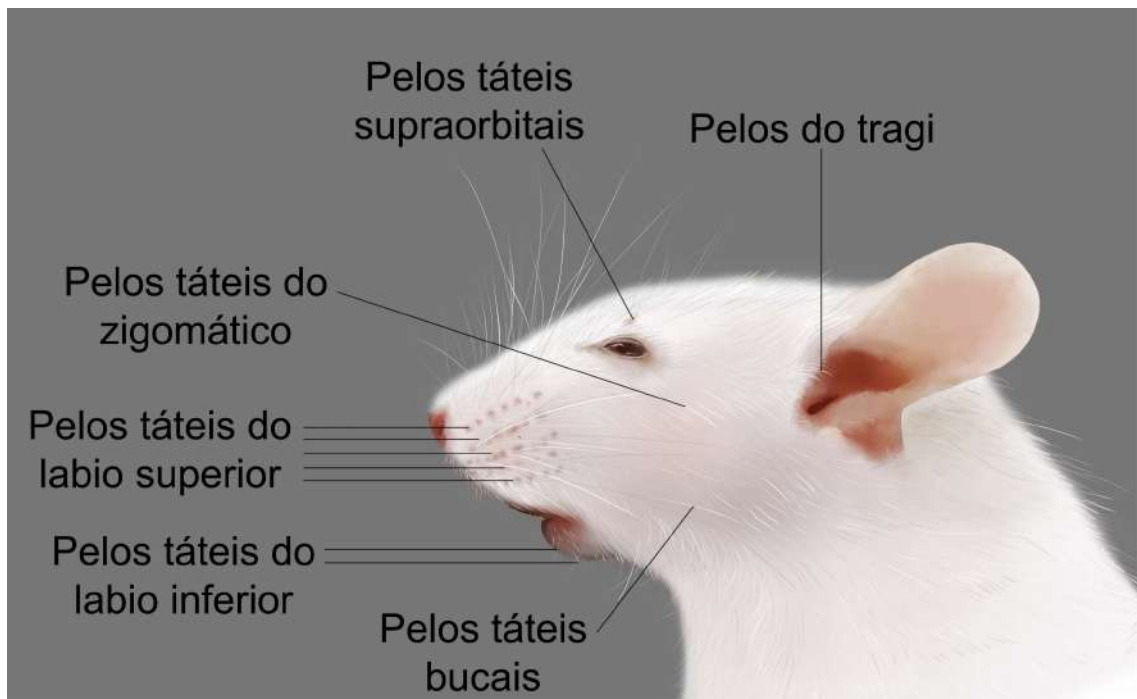


Figura 17: Localização de pelos táteis da região da cabeça.

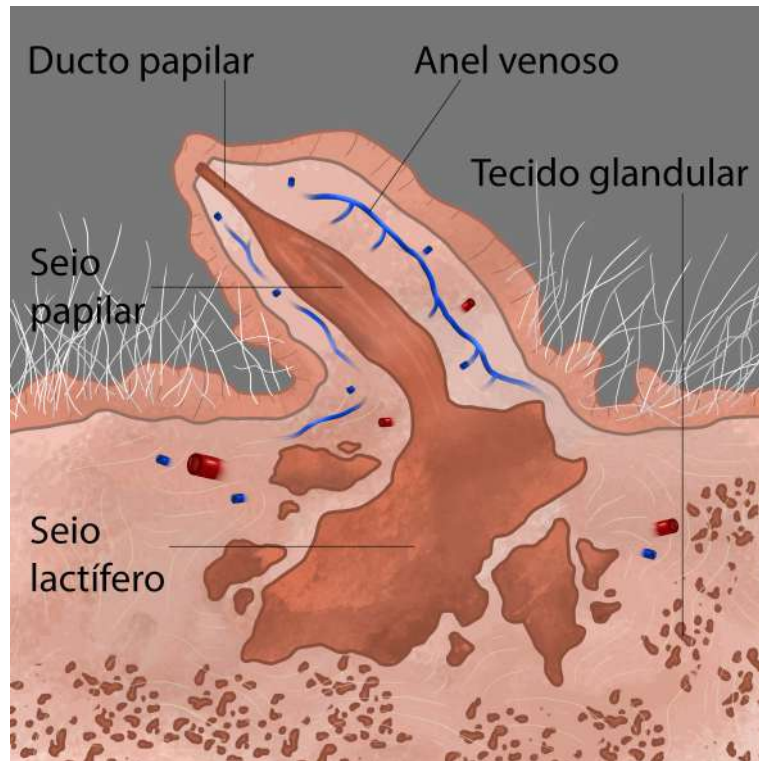


Figura 18: Secção sagital da papila e ducto mamário.

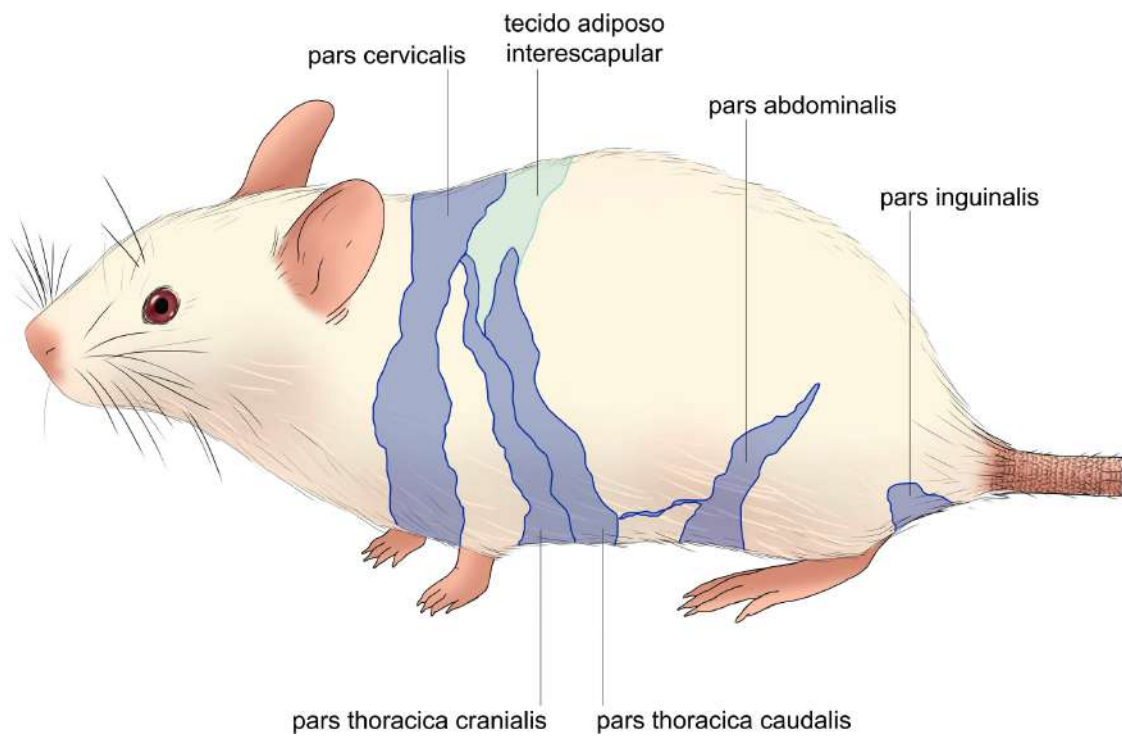


Figura 19: Glândulas mamárias e mamilos de fêmea de camundongo em vista lateral.

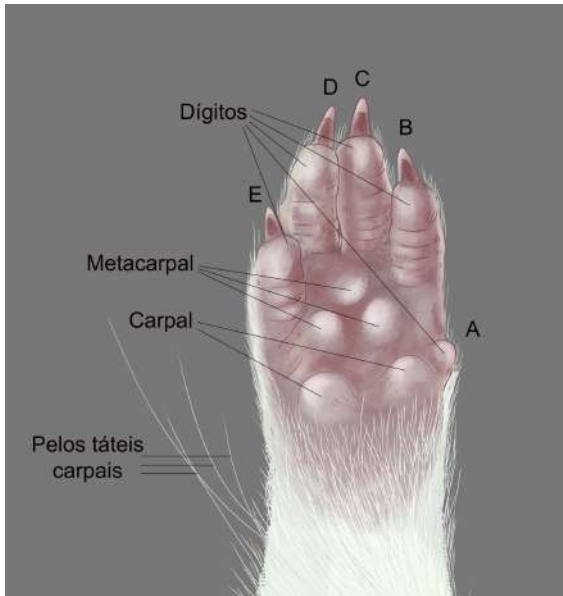


Figura 20: Coxim palmar direito apresentando os dígitos e pelos táteis.

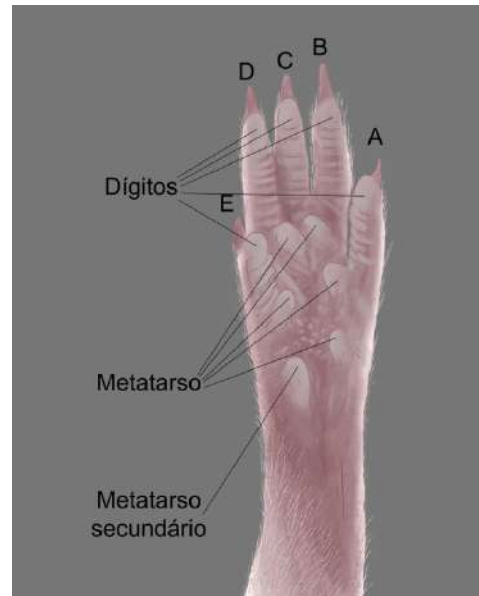


Figura 21: Coxim plantar direito apresentando os dígitos, metatarso e metatarso secundário.

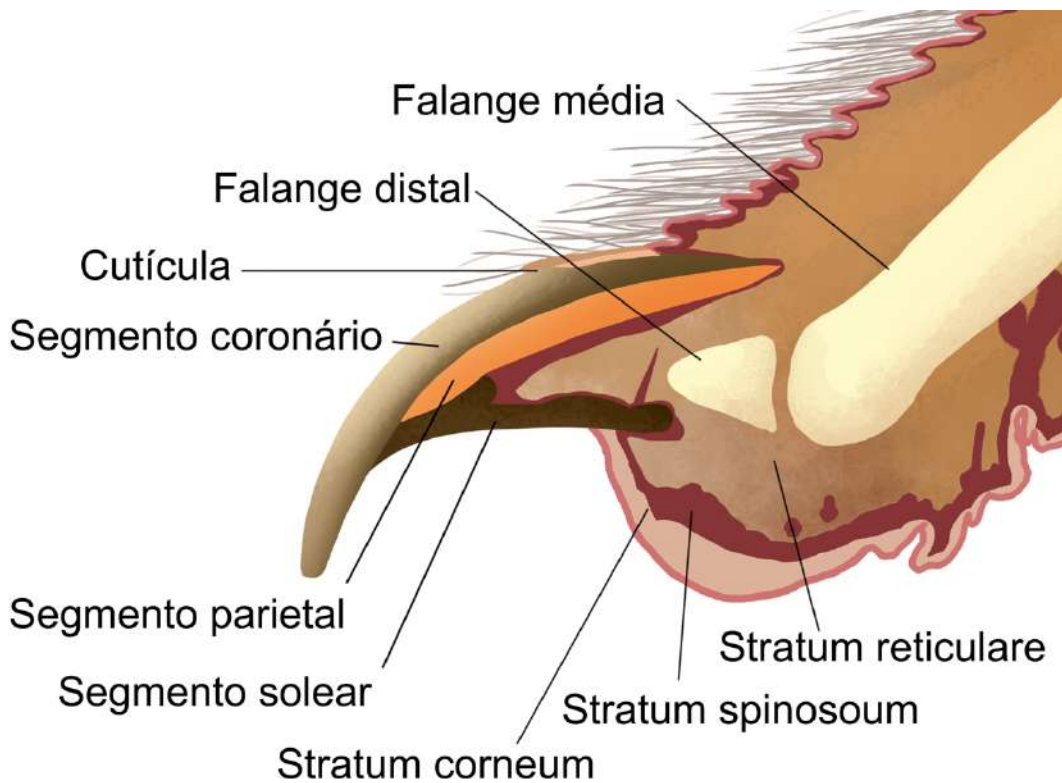


Figura 22: Corte apresentando as estruturas tegumentares e ósseas de um dedo.



Figura 23: Camundongos apresentando padrão de pelagem normal, afetada pelo barbeamento causado por outro e indivíduo com barbeamento afetando a si mesmo.

A seguir está o Atlas Ilustrado que foi produzido apresentando os capítulos iniciais e o Sistema Tegumentar.

ATLAS ILUSTRADO DO CAMUNDONGO DE LABORATÓRIO

Anatomia, Histologia e Patologia



**Gabriela Hirata, Jivago Rôlo,
Marcos Silva-Ferraz, Amadeu Soares**

Sumário

I	Introdução	5
1	Declaração	7
2	Camundongos de Laboratório	9
2.1	Tipos de linhagens	10
2.2	Nomenclatura	11
2.3	Uso dos animais e manipulação	13
3	Guia Básico Anatômico	15
4	Guia Básico Histológico	21
4.1	Preparo de amostras	21
4.1.1	Fixativos	21
4.1.2	Variáveis que podem influenciar na fixação	22
4.1.3	Desidratação	23
4.1.4	Clarificação	23
4.1.5	Inclusão em parafina ou resina	23
4.1.6	Entalhe e microtomia	23
4.1.7	Coloração	24

II	Locomoção e Sustentação	25
5	Sistema Tegumentar	27
5.1	Epiderme	27
5.1.1	Camada córnea	28
5.1.2	Camada lúcida	28
5.1.3	Camada granulosa	29
5.1.4	Camada espinhosa	29
5.1.5	Camada basal	29
5.2	Derme.....	29
5.2.1	Camada papilar	29
5.2.2	Camada reticular.....	29
5.3	Hipoderme.....	30
5.4	Pelos.....	30
5.4.1	Medula do pelo.....	30
5.4.2	Córtex do pelo	30
5.4.3	Cutícula do pelo	30
5.4.4	Pelos de cobertura	31
5.4.5	Pelos táteis	31
5.5	Músculo eretor do pelo	32
5.6	Glândulas sebáceas	32
5.7	Glândulas mamárias	32
5.8	Coxins palmares e plantares	35
5.9	Patologias.....	36
5.9.1	Dermatites agudas.....	36
5.9.2	Dermatites crônicas	36
5.9.3	Granulomas cutâneos	36

5.9.4	Tumores epiteliais	36
5.9.5	Dermatoses endócrinas	37
5.9.6	Parasitas	37
5.9.7	Lesões fúngicas	37
5.9.8	Infecções bacterianas	37
5.9.9	Barbeamento	37

(Página intencionalmente em branco para fins de formatação e diagramação em formato livro)

Parte I

Introdução

(Página intencionalmente em branco para fins de formatação e diagramação em formato livro)

1. Declaração

Este Atlas apresenta para os leitores estruturas anatômicas e histológicas dos camundongos, também conhecidos como ratos-domésticos. Algumas patologias serão abordadas para fins de conhecimento, entretanto, é recomendado o acompanhamento de um especialista em casos clínicos. O livro não é um *review* de todos os métodos histológicos utilizados, sistemas anatômicos dos camundongos ou comparação de todas as linhagens. O foco deste Atlas ilustrado é abordar alguns conceitos para a compreensão e introdução dos conceitos básicos e estruturas gerais, tanto de anatomia quanto de histologia, apresentados em ilustração e esquemas. A produção deste atlas em formato ilustrado visa diminuir a quantidade de animais necessários para a produção de materiais didáticos. Quando possível, evitou-se o uso de animais. Artigos e livros foram utilizados como referências para uma produção mais fidedigna.

(Página intencionalmente em branco para fins de formatação e diagramação em formato livro)

2. Camundongos de Laboratório

O conceito de modelo animal surgiu da necessidade de reprodução de experimentos por qualquer pesquisador e em qualquer lugar, de modo a não haver alterações causadas por fatores externos nos resultados. Assim começou a busca pela padronização e seleção de linhagens para estudo e testes. No início do século 20, os experimentos com animais começaram a progredir, e os roedores conseguiram um papel especial dentre tantas outras espécies utilizadas em laboratório. Os camundongos (*Mus sp.*) e os ratos (*Rattus sp.*) possuem diferenciais que os tornam ideais para a utilização em massa por pesquisadores de diversas áreas. A facilidade de sua criação em cativeiro, a dieta variada, a prole numerosa e os curtos ciclos reprodutivos se encaixavam bem nas demandas dos laboratórios. Outros pontos positivos são a sua sociabilidade, o que permite estudos de comportamento e interação; a possibilidade de *inbred* sem muitos problemas genéticos; sua rapidez na reprodução, que permite que os resultados sejam obtidos em um prazo relativamente curto; e o fato de a prole ser numerosa, o que garante uma maior probabilidade de sucesso. Em adição, por possuírem muitas características fisiológicas e anatômicas parecidas com as de humanos, esses roedores foram escolhidos como cobaias pela possibilidade de serem usados em diversas frentes de estudo.

Taxonomia	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Classe	Mammalia
Ordem	Rodentia
Família	Muridae
Subfamília	Murinae
Gênero	<i>Mus</i>
Espécie	<i>Mus musculus</i>

Figura 2.1: Taxonomia do camundongo ou rato-doméstico.

Com nome popular de camundongo ou rato-doméstico, o *Mus musculus* é um animal mundialmente conhecido e amplamente utilizado em pesquisas. Atualmente existem diversas linhagens com diferenças tanto fisiológicas quanto anatômicas. Na hora da análise de dados, sempre deve ser levado em conta o tipo de modelo que está em uso, bem como as suas peculiaridades. As diferenças entre as linhagens devem-se às seleções que foram realizadas nos cruzamentos ocorridos ao longo de muitas gerações. A Figura 2.2 apresenta a linha temporal do camundongo desde o seu ancestral até as subespécies presentes atualmente, e como o camundongo de laboratório veio a ser selecionado. É possível observar que, séculos atrás, houve cruzamento entre subespécies e seleções de melhores exemplares — uma prática comum em comunidades de criação de camundongos na Europa e no Leste da Ásia. Devido a essa seleção, foram possíveis a criação e a padronização dos camundongos de laboratório atuais. Grande parte possui material genético de diferentes

subespécies, sendo elas a *M. m. domesticus* (85 – 95%); *M. m. musculus* (5 -15%); *M. m. castaneus* (<1%) (Yang et al. 2007).

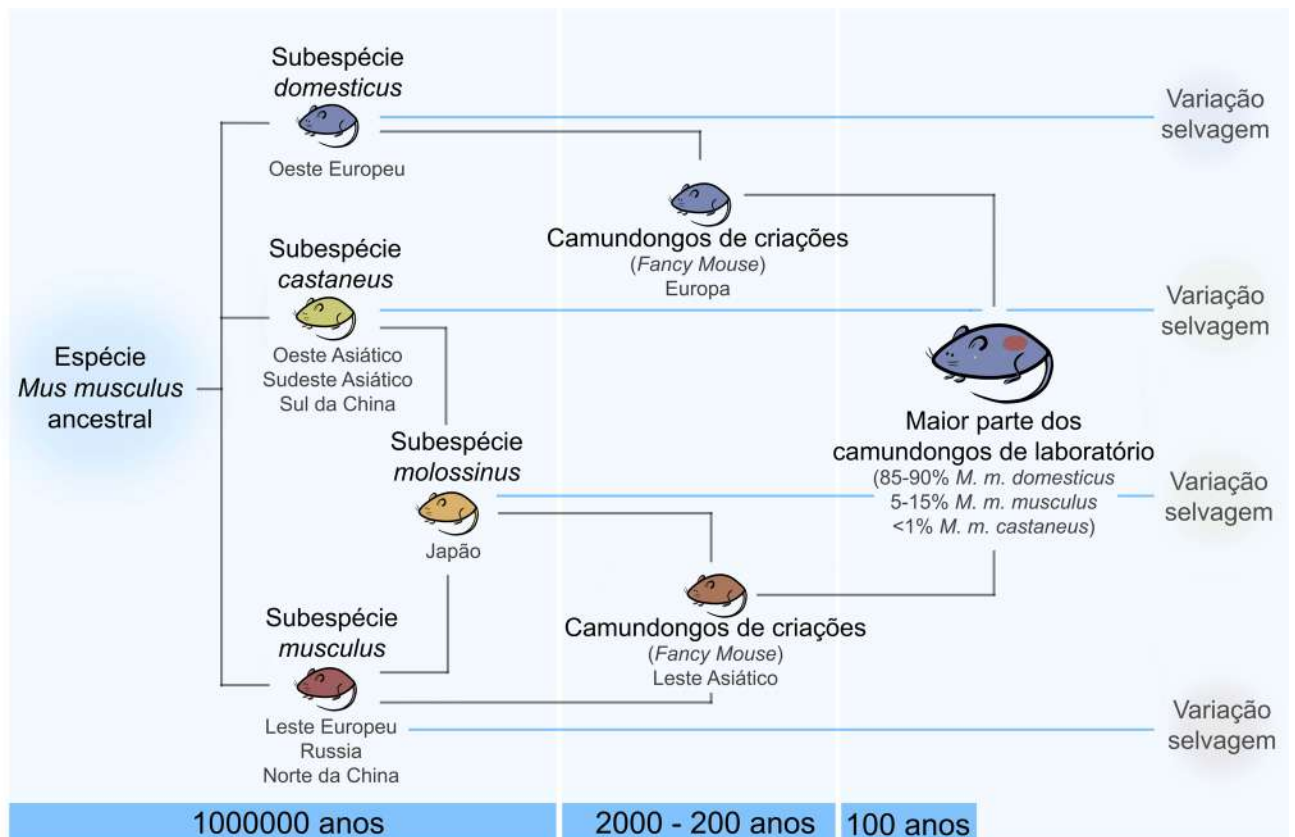


Figura 2.2: Imagem com linha cronológica dos camundongos desde a espécie ancestral até a maior parte dos camundongos de laboratório atuais e variações selvagens. Imagem adaptada do livro *The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice*.

2.1 Tipos de linhagens

Suas semelhanças com os humanos fazem com que esse animal seja amplamente utilizado em experimentos. Atualmente existem diversos tipos de linhagens disponíveis no mercado, e cada uma pretende atender um grupo de pesquisa. Para a criação de linhagens de boa qualidade, são necessários seleção rigorosa e manejo constante. Para a formação de uma linhagem, normalmente, faz-se a seleção por meio de *inbred*, que é o cruzamento entre irmãos, para que todos os descendentes sejam os mais homocigóticos possíveis. Para melhores resultados, usualmente são necessárias, no mínimo, 20 gerações. Essas linhagens possibilitam que qualquer alteração cau-

sada por agentes externos seja identificada como sintoma (caso a linhagem não apresente alguma disfunção genética), o que padroniza o estudo e permite o melhor entendimento do que pode estar acontecendo com o animal, pois seus materiais genéticos são extremamente parecidos.

As linhagens *outbred* são compostas por animais com materiais genéticos totalmente diferentes e possuem grande número de heterocigotos, o que significa que **cada animal é único**. O número de mortes dos neonatos é pequeno nesse tipo de linhagem, cujos indivíduos possuem resistência a doenças e vivem normalmente mais que os *inbred*.

Existem as linhagens **híbridas**, que são resultantes do cruzamento entre duas linhagens, o que

gera um animal heterozigoto, que possui uma cópia de cada cromossomo parental da linhagem original. Como é possível observar na Figura 2.3, todos os animais da linhagem F1 possuem material genético similar, como ocorre no caso dos *inbred*. Entretanto, suas ninhadas, resistência a doenças e expectativa de vida são similares às dos *outbred*. No caso dos F2,

ocorre o cruzamento entre dois camundongos da linhagem F1, resultando em mosaico genético. Esses animais possuem características das duas linhagens originais e são bons para estudos genéticos, além de possuírem os mesmos benefícios de uso que os *outbred*.

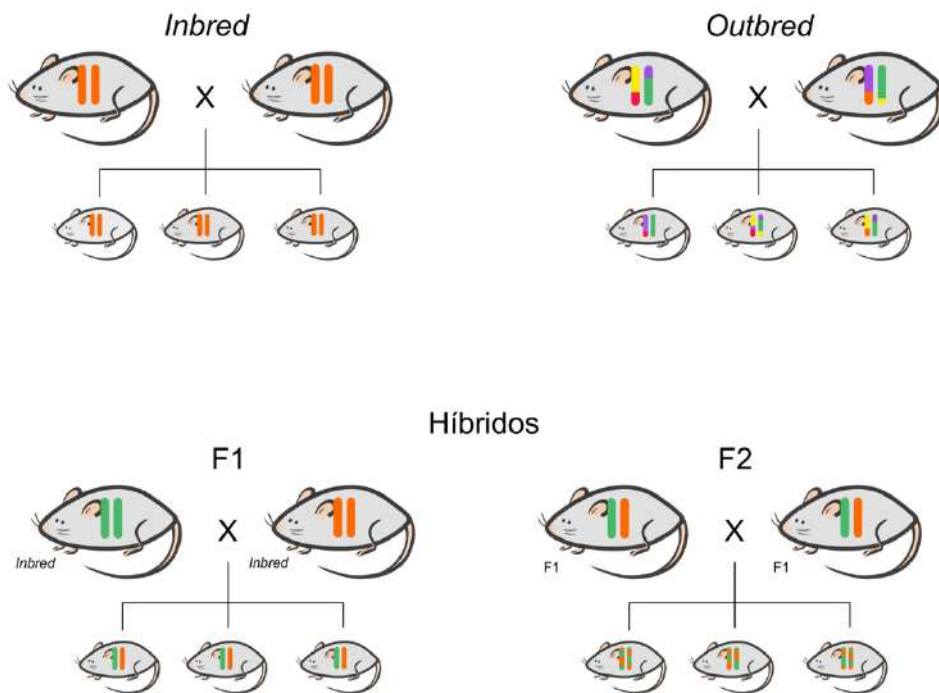


Figura 2.3: Diferentes tipos de linhagem e como o material genético é passado para as gerações seguintes.

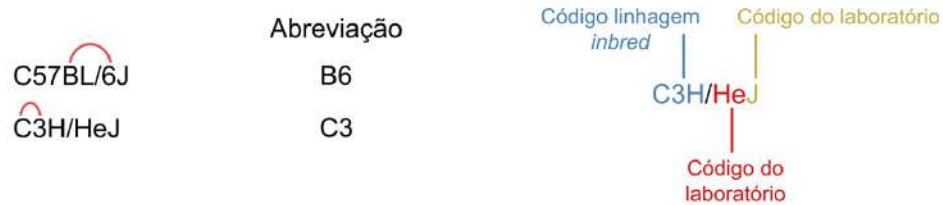
2.2 Nomenclatura

Cada linhagem possui uma nomenclatura para facilitar sua identificação mundialmente. As variações de *inbred*, *outbred* e híbridas possuem codificação específica para facilitar o entendimento e a padronização. A nomenclatura da linhagem deriva da junção das nomenclaturas dos parentais, designando novas sublinhagens (Hedrich 2004). Na Figura 2.4, é possível observar como são classificados os nomes

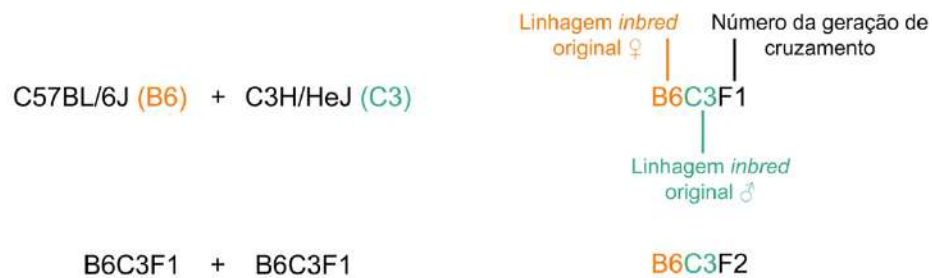
e como identificar a linhagem, o laboratório de origem, os alelos mutantes, entre outros fatores. É possível encontrar a nomenclatura e o significado de outras variações em livros e sites de laboratórios, como *Jackson Laboratory*, que disponibiliza material didático sobre nomenclatura e manejo de linhagens (Flurkey et al. 2009).

Nomenclaturas

Inbred



Híbridos



Mutações induzidas ou espontâneas



Outbred



Figura 2.4: Exemplos de nomenclaturas encontradas no mercado atualmente, cada qual apresenta um código a que é atribuído um significado. Híbridos e outras variações podem possuir abreviações que são predefinidas.

2.3 Uso dos animais e manipulação

Para o uso de animais de laboratório, é necessário que os pesquisadores e quaisquer pessoas que os manipulem tenham um conhecimento básico sobre os animais. É necessário atentar-se para as condições de vida oferecidas, de forma a evitar ao máximo que os animais sofram estresse e desconforto. Para a produção deste livro, seguiu-se o princípio de ética proposto em 1959 por William Moy Stratton Russell e Rex Leonard Burch no livro *The principles of humane experimental technique* (Russell e Burch 1959), em que os autores visam a proteção animal no meio científico. Para tanto, propuseram o princípio dos três "R"s, o qual fundamenta-se ações para melhorar a qualidade de vida dos animais.

O princípio foi apelidado de **princípio dos três "R"s** por causa das iniciais das palavras-chave de cada um dos Princípios Humanitários da Experimentação Animal na língua de Russel e Burch (o inglês). Assim, têm-se **reduction** (redução), **refinement** (aprimoramento) e **replacement** (alternativas), em que cada um traz formas diferentes de alcançar o objetivo comum de diminuir o desconforto dos animais criados para pesquisa (Andrade, Pinto e Oliveira 2002).

Reduction

A *reduction* (redução) propõe que sejam utilizados métodos que diminuam a quantidade de animais utilizados para a mesma pesquisa. Tais métodos não podem, contudo, comprometer dados e devem apresentar níveis para comparação aceitáveis. Para tanto, são utilizados menos animais da mesma espécie ou menos animais que sejam de outra espécie, mas que

ainda apresentem resultados satisfatórios.

Para auxiliar a redução de animais, o controle genético e sua qualidade se mostram muito importantes. Outro fator é a qualidade do ambiente dos animais, pois boas condições sanitárias influenciam na diminuição da propagação de patologias e na diminuição do estresse.

Refinement

O *refinement* (aprimoramento) diz respeito a métodos para minimizar as dores que os animais podem sentir. Minimizar ou aliviar o sofrimento dos animais contribui para uma melhor qualidade de vida e diminui possíveis alterações em pesquisas e resultados, beneficiando tanto os estudos quanto os animais.

A utilização correta de técnicas e do manuseio dos animais contribui para o refinamento. Portanto, protocolos sanitários e recomendações de dosagens de medicamentos devem ser seguidos para prevenir doenças. Além disso, realizar os cuidados pós-cirúrgicos e evitar o estresse nos animais são práticas essenciais.

Replacement

Replacement (alternativas) propõe que, sempre que possível, sejam realizados métodos que não façam uso de animais ou que permitam a substituição da espécie, de modo a diminuir o número de indivíduos utilizados.

Assim, quando possível, deve-se optar pela substituição de animais por órgãos ou tecidos isolados. Nesse sentido, técnicas *in-vitro* com cultura de tecidos ou células também são uma opção. Atualmente existe ainda a possibilidade de simulações de reações em computadores, o que evita o uso de animais.

Referências e leitura adicional

- Andrade, Antenor, Sergio C. Pinto e Rosilene S de Oliveira (2002). *Animais de laboratório: criação e experimentação*. FIOCRUZ.
- Churchill GA, et al. (2004). *The Collaborative Cross, a community resource for the genetic analysis of complex traits*. Nature Genetics. 36:1133–1136.
- Flurkey, Kevin et al. (2009). *The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice*. 6th Edition. Bar Harbor, ME : Jackson Laboratory.
- Jackson Laboratories: Festing's inbred strains of mice and rats their characteristics*. <http://www.informatics.jax.org/external/festing/mouse/INTRO.shtml>.
- Linder CC, Davisson MT (2004). "Historical foundations," in *The Laboratory Mouse*. Hedrich HJ (ed). Elsevier, London. pp. 15–24.
- Hedrich, Hans (2004). *The laboratory mouse*. Academic Press.
- Russell, William Moy Stratton e Rex Leonard Burch (1959). *The principles of humane experimental technique*. Methuen.
- Yang, Hyuna et al. (2007). "On the subspecific origin of the laboratory mouse". Em: *Nature Genetics* 39.9, pp. 1100–1107.

3. Guia Básico Anatômico

Para estudar todas as células e suas possíveis conformações, possuímos a **morfologia**, que é o estudo da forma. Cada célula possui uma função dentro de um organismo, podendo assim classificá-las e atribuir-lhes funções e características similares a um conjunto específico dentro de um sistema. Com base em informações anatômicas e histológicas, é possível classificar e entender diversas espécies atuais. A constante pesquisa e as dissecações permitem a frequente atualização do conhecimento, de forma a existir uma extensa literatura sobre variados filós.

Em **histologia**, é possível observar a composição celular de cada tecido, a junção das células possibilita a sobrevivência e o funcionamento correto do organismo. Cada órgão é composto por diferentes tipos de tecidos, que podem ser classificados em **parênquima**, quando as células exercem as funções

do sistema em que estão, ou **estroma**, quando possuem a função de tecido conectivo, separando partes de órgão em lóbulos ou pequenas unidades funcionais. O estroma, além de sua função conectiva, também envolve nervos, vasos sanguíneos e linfáticos, surtindo grande influência sobre a forma e função dos órgãos.

A partir da análise das estruturas microscópicas e macroscópicas, podemos identificar a **anatomia** de cada tecido, órgão e sistema. O estudo desses, quando realizado separadamente, é chamado de **anatomia sistêmica**, porém, para uma compreensão mais apurada dos organismos, existe a **anatomia topográfica**, a qual estuda regiões do corpo, os sistemas presentes nelas e suas interações (König e Libich 2016).

Principais sistemas	Funções
Tegumentar	Proteção mecânica, recepção de estímulos externos, regulação de temperatura, excreção
Muscular	Locomoção
Esquelético	Estrutura de suporte e proteção
Digestório	Ingestão e digestão de alimentos, absorção, excreção
Urinário e Reprodutor	Excreção e reprodução
Respiratório	Oxigenação, eliminação de dióxido de carbono
Circulatório	Transporte, distribuição de nutrientes e coleta de excretas metabólicas
Nervoso	Transmissão, regulação e reação a estímulos externos
Endócrino	Produção de hormônios
Inume	Reação a infecções

Tabela 3.1: Sistemas essenciais para o funcionamento do organismo de um indivíduo padrão.

As nomenclaturas anatômicas são utilizadas para facilitar a comunicação e evitar imprecisões. Para tal, utilizaremos a *Nomina Anatomica Veterinaria*

(NAV), com nomenclatura em latim, edição de 2017 (Veterinary Anatomists. International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature e Veteri-

nary Anatomists 1973). As designações principais estão presentes na Figura 3.1, onde podemos observar os principais planos e direções do corpo do animal. Essas nomenclaturas foram colocadas com o

animal em posição anatômica correta, ou seja, com os quatro membros pousados naturalmente sobre o chão ou superfície plana (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

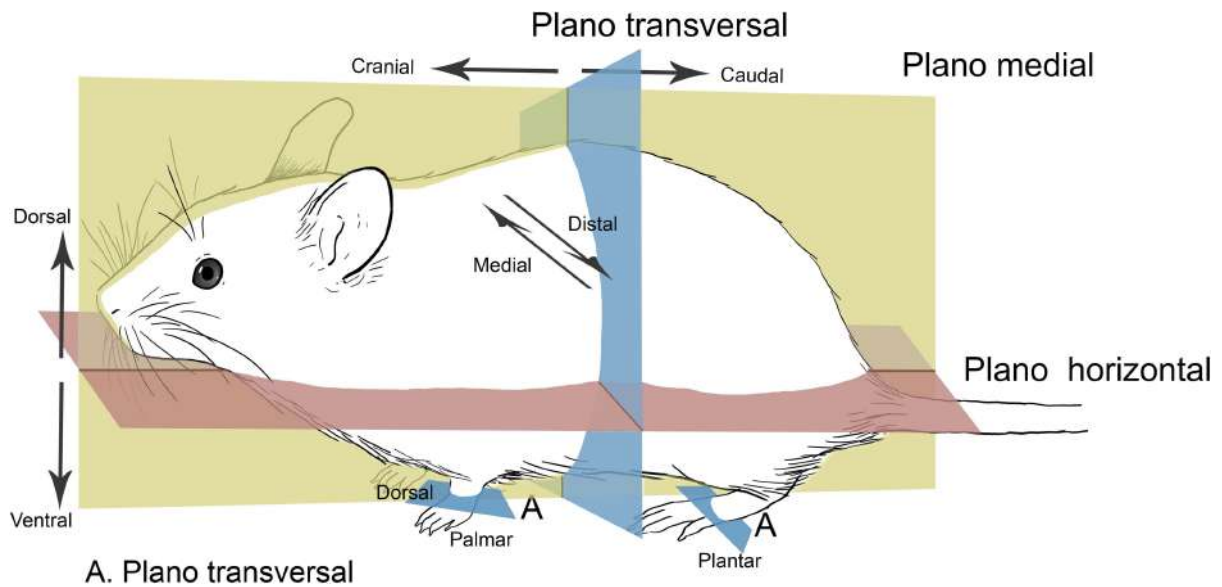


Figura 3.1: Tipos de planos anatômicos e nomenclaturas utilizadas para orientação.

Utilizam-se as terminologias designadas para orientação de sentido de acordo com partes anatômicas do animal. O termo **dorsal** refere-se a estruturas que estão orientadas para parte posterior do corpo, já a nomenclatura **ventral** é utilizada quando nos referimos a estruturas que estão em direção a ou perto do ventre. A nomenclatura **cranial** significa que as estruturas estão em direção a ou estão no crânio, possuindo o sentido oposto ao do **caudal**, que é utilizado quando queremos descrever estruturas que estão em direção à cauda ou estão na cauda.

Para membros, podemos utilizar também o termo **proximal**, quando se encontram perto do tronco, ou **distal**, quando estão mais distantes. Para os membros anteriores e posteriores, possuímos uma nomenclatura mais específica quando relacionados às pa-

tas, partes que seriam craniais são classificadas como **dorsais**; para os membros anteriores, possuímos a região **palmar**, que corresponde à região caudal, conseqüentemente, temos a **plantar**, que é o equivalente para as regiões posteriores (Figura 3.1). Os planos anatômicos também estão dispostos de maneira a facilitar a compreensão. Possuímos o **plano medial**, que divide o corpo em duas partes iguais; o **plano horizontal**, que está paralelo ao chão; e o **plano transversal**, que é um plano perpendicular ao eixo longitudinal (König e Liebich 2016). Em relação à nomenclatura, na Figura 3.2, temos as regiões externas do corpo do camundongo em vista ventral, apresentando um exemplar macho. As fêmeas possuem algumas estruturas adicionais (além do sistema reprodutor), como as glândulas mamárias e mamilos, que não estão presentes nos machos.

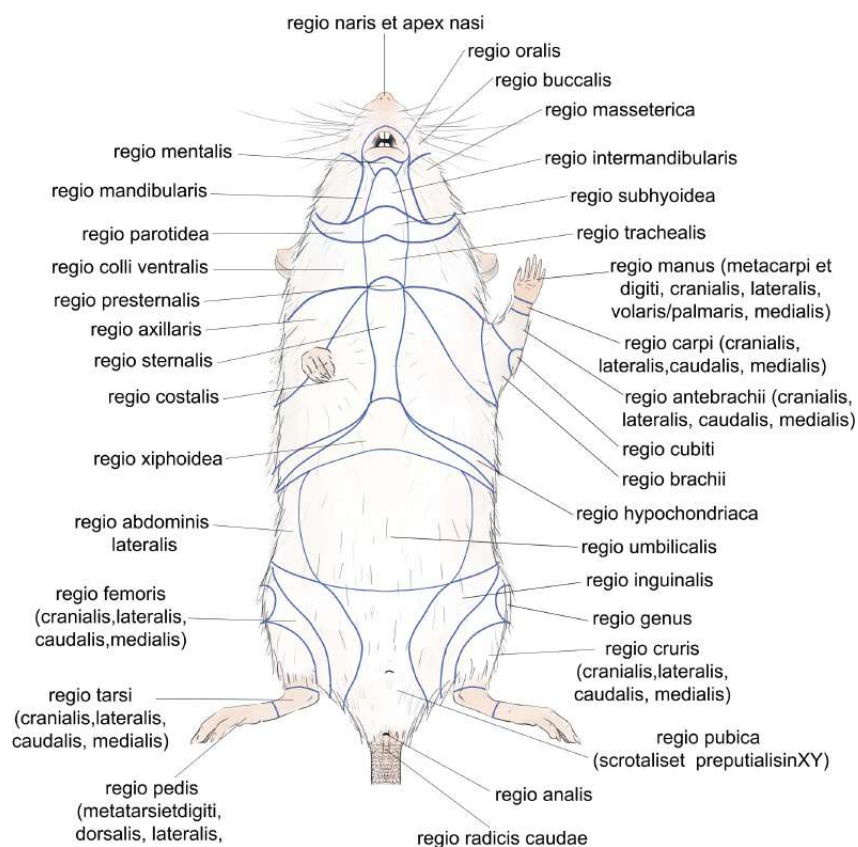


Figura 3.2: Vista ventral de camundongo macho com regiões do corpo.

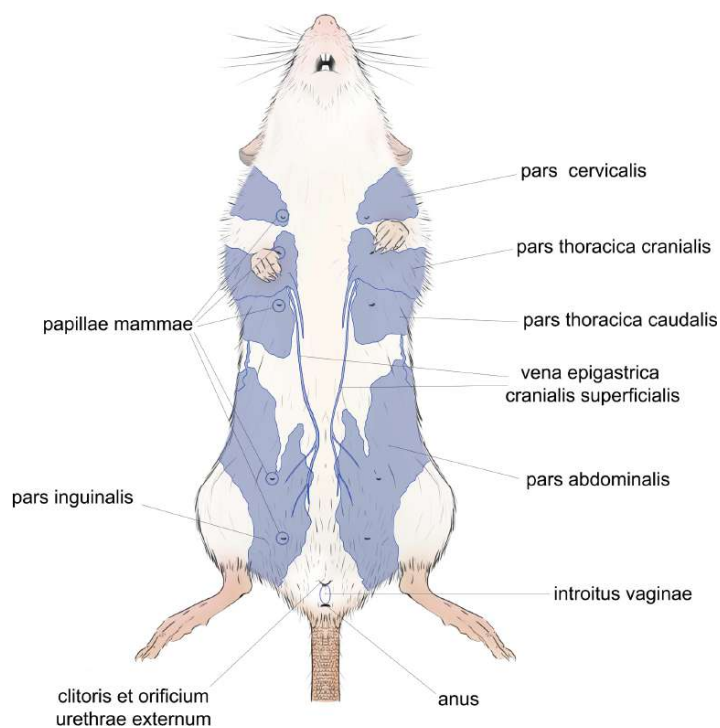


Figura 3.3: Vista ventral de camundongo fêmea apresentando tecidos mamários e genitália.

As diferenças entre fêmeas e machos de camundongos é bastante visível em indivíduos adultos, a identificação no período entre o nascimento e a fase adulta pode ser mais difícil, porém, para especialistas já treinados, é possível fazer a identificação do sexo de maneira rápida e precisa. Em algumas linhagens com cor, a diferenciação se dá de maneira mais fácil devido à mancha na região do saco escrotal de neonatos (Wolterink-Donselaar, Meerding e Fernandes 2009). Com a chegada de uma nova ninhada, é importante que seja contabilizado o número de filhotes e, dependendo do experimento, deve-se realizar a sexagem e, se necessário, a separação dos indivíduos

Muitos órgãos sensoriais dos camundongos se encontram na cabeça. Essa região é sensível e possui divisões anatômicas importantes. Na Figura 3.4,

por sexo. As diferenças externas mais marcantes e de rápida visualização são ausência de mamilos em machos e a distância entre o ânus e as genitálias, a qual é maior em machos que em fêmeas (Treuting, Dintzis e Montine 2017).

Algumas considerações anatômicas e fisiológicas são necessárias quando ocorre a manipulação de camundongos fêmeas ou machos. Na Tabela 3.2, podemos observar características anatômicas médias apresentadas por camundongos (podem ocorrer variações dependendo da linhagem). A diferença entre os sexos pode alterar alguns experimentos, mas pode não ser significativa para outros.

observam-se a vista lateral da cabeça, nomenclaturas e regiões externas.

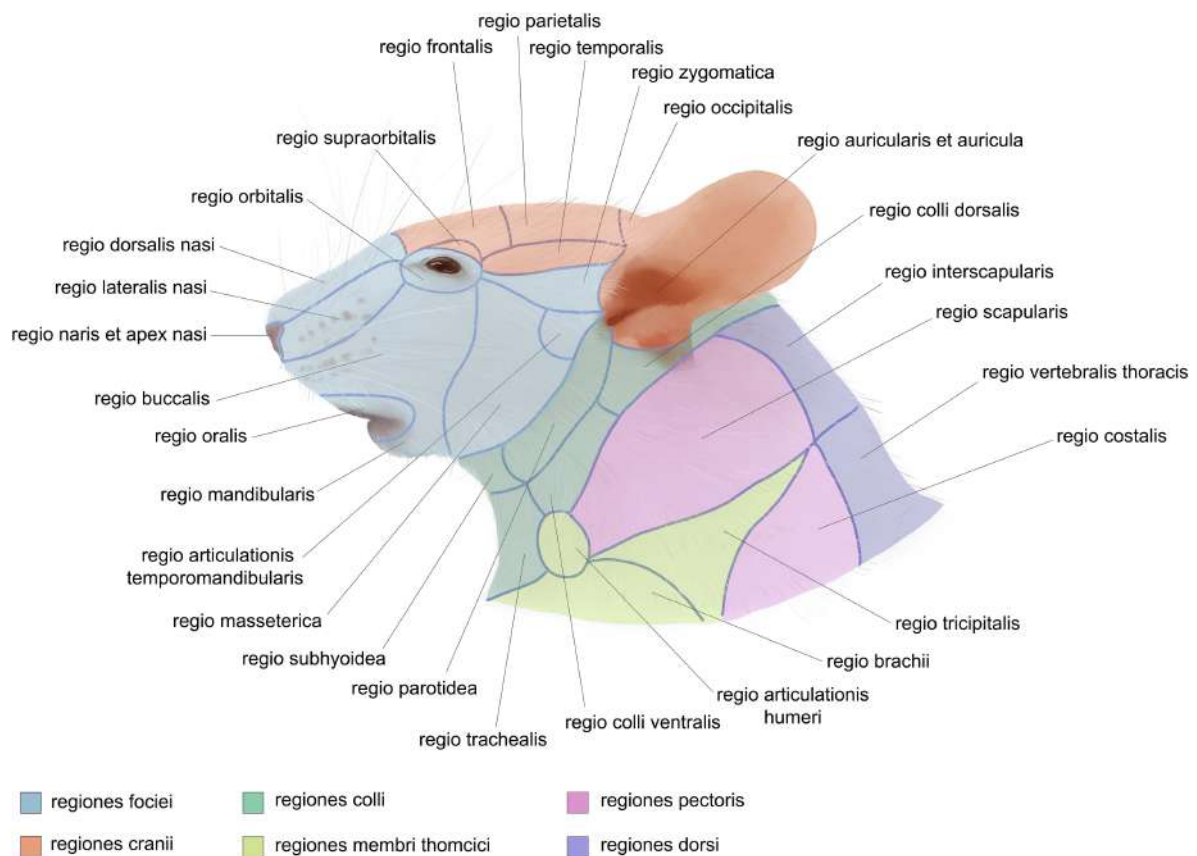


Figura 3.4: Divisões anatômicas da cabeça e região proximal.

Mus musculus		
Características	Fêmea	Macho
Número de cromossomos (2n)		40
Maturidade sexual	6-8 semanas	5-6 semanas
Média de peso adulto*	18-35g	20-40g
Expectativa média de vida		1-3 anos
Número de crias*	2-11 indivíduos	-
Tempo de gestação	18,5-21 dias	-
Membros		4
Dígitos com unhas		5 em cada membro
Maturidade sexual		4-6 semanas
Número de ovulos*	6-16 óvulos	-
Clitóris	Presente	-
Pênis	-	Presente
Glândula Bulbouretral	-	Presente
Próstata	-	6 Lobos
Glândula coagulatória	-	Presente
Vesícula seminal	-	Presente
Glândula prepucial	-	Presente
Glândula clitoríca	Presente	-
Útero	Bicornado	-
Glândulas mamárias e mamilos	10 (5 pares)	-
Ciclo reprodutivo	4 dias	-
Espermatogênese	-	35 dias
Fórmula vertebral		C7 T13 L6 S4 Cd28
Tegumento		Predomina pele com pelo
Glândulas sudoríparas		Presente apenas nas patas
Vibrissas		Presente
Glândula lacrimal exorbital		Presente
Lobos pulmonares		4 direita, 1 esquerda
Lobos do fígado		4 (direita, esquerda, medial, caudal)
Pâncreas		Relativamente difuso no mesentério, sem distinção lobular
*Dependente da linhagem		

Tabela 3.2: Características anatômicas dos camundongos de laboratório.

Referências e leitura adicional

Dellmann, H. (1993). *Textbook of Veterinary Histology*. 4th Ed. Philadelphia, Lea & Febiger.

Fleckman P, et al (2013). Comparative anatomy of mouse and human nail units. *Anat Rec* 296(3):521–532.

König, Horst e Hans-georg Liebich (2016). *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*. Volume I. Artmed.

Morawietz G, et al (2004). *Revised guides for organ sampling and trimming in rats and mice: part 3*. *Exp Toxicol Pathol* 55:433–449.

Ruberte, Jesus, Ana Carretero e Marc Navarro (2017). *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*. Volume I. Academic Press.

Treuting, Piper, Suzanne Dintzis e Kathleen S. Montine (2017). *Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas*. 2nd Edition. Academic Press.

University of California at Davis: *Mouse virtual necropsy*. <http://tvmouse.compmc.ucdavis.edu/virtualnecropsy>.

Veterinary Anatomists. International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature, World Association of e World Association of Veterinary Anatomists (1973). *Nomina Anatomica Veterinaria*: International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature.

4. Guia Básico Histológico

A histologia compreende o estudo dos tecidos e de como a junção de células forma os órgãos, facilitando a compreensão da fisiologia e anatomia destes. Na constituição de tecidos, há: **células** e **matrizes extracelulares** (constituídas por diferentes macromoléculas), os quais estão sempre interagindo e respondem a estímulos e inibições como um só. As células produzem o material da matriz extracelular, e as substâncias que estão presentes na matriz costumam controlar o funcionamento das células.

Cada tecido do corpo é composto por uma combinação específica desses dois componentes, o que possibilita a sua localização no organismo. Conjuntos de tecidos combinados de maneira específica formam órgãos específicos, os quais, em conjunto, realizam atividades necessárias para o funcionamento correto do organismo (Mescher 2013).

4.1 Preparo de amostras

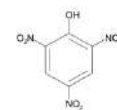
As lâminas histológicas contêm uma fina camada de tecido e corantes que auxiliam na visualização e identificação. Essas amostras são importantes em diagnósticos de patologias, em necropsias e para fins de pesquisa. A escolha dos corantes que serão utilizados depende do objetivo de estudo da amostra, pois cada um possui uma função específica e pode comprometer tanto a visualização de outras partes morfológicas quanto outros protocolos. Deve-se sempre fazer uma análise prévia para a escolha do fixa-

tivo e do corante, pois alterá-los ou revertê-los após o começo do processo é muito difícil e pode acarretar, até mesmo, a perda da amostra se o preparo estiver em seus últimos estágios (Treuting, Dintzis e Montine 2017).

4.1.1 Fixativos

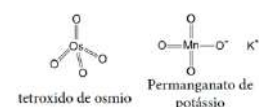
Para preservar a estrutura celular e evitar os efeitos da decomposição, realiza-se o processo de fixação. Sempre que possível, a fixação é feita logo após a coleta do material, de modo a diminuir qualquer dano às células (Mescher 2013). Entretanto, deve-se entender que todos os grupos de fixativos causam alterações no tecido de alguma forma, as quais podem ser observadas após a finalização do procedimento. Existem 5 principais grupos que são utilizados (Treuting, Dintzis e Montine 2017).

Ácido pícrico



Pouco utilizado em histologia, porém pode ser aplicado onde detalhes do núcleo celular têm importância para diagnósticos (tecidos testiculares, hematopoiéticos, gastrointestinais ou endócrinos).

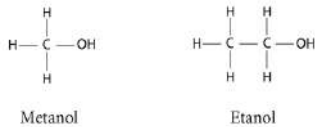
Agentes oxidantes



São usados principalmente para microscopia eletrônica, entretanto causam desnaturação de

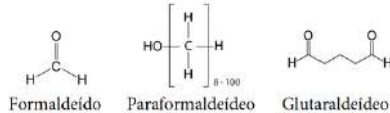
proteínas.

Álcool



Desnaturam proteínas e desidratam rapidamente tecidos, sendo utilizados para preparações citológicas e em tecidos congelados por sua atuação rápida e por proporcionarem boa conservação do núcleo.

Aldeídos



Principais escolhas para procedimentos padrões de análise morfológica. Grupo com vários exemplares, que são utilizados para diferentes finalidades e devem ser escolhidos de acordo com o objetivo de visualização. Alguns dos componentes (ex: Metanol) podem alterar pequenas estruturas, mas não são visíveis na microscopia de luz. Podem ser utilizados para vários tipos de microscopia.

Cloreto de mercúrio Cl—Hg—Cl

Por ser de difícil penetração, recomenda-se utilizar este fixativo em tecidos com pouca espessura para que o procedimento ocorra de maneira satisfatória. Apesar de obter-se boa definição dos detalhes nucleares com esse fixativo, vários laboratórios abandonaram seu uso por conta da toxicidade do mercúrio.

4.1.2 Variáveis que podem influenciar na fixação

Osmolaridade

Células que são fixadas em meios hipotônicos ou hipertônicos podem encolher ou inchar, podendo romper.

pH

O pH do fixativo deve ser monitorado, estando entre 7.2 e 7.4 para apresentar os melhores resultados e evitar a presença de artefatos e outras anomalias.

Proporção do volume

O volume do fixativo deve ser no mínimo 10 vezes maior que o da amostra, dependendo do agente que está sendo utilizado, esta proporção pode ser maior. Volumes incorretos podem resultar em má fixação e comprometimento da amostra.

Tamanho

O tamanho e a espessura da amostra influenciam diretamente na penetração do fixador. Os tecidos devem possuir 2mm ou 3mm de espessura e não mais do que 2cm de largura.

Temperatura

A temperatura da amostra interfere no tempo de fixação e em como o processo ocorre. Em baixas temperaturas, há diminuição de autólise, porém a fixação também diminui. Quando o processo é feito em altas temperaturas, tanto a autólise quanto a fixação são aceleradas. A fixação em temperatura ambiente normalmente é a melhor escolha, pois mantém a estrutura morfológica.

Tempo

A amostra deve ser colocada no fixador o mais rápido possível, independentemente de qual será utilizado, para garantir melhor qualidade na hora de análise. O tempo de ação depende de cada fixador, o tecido deve ficar submerso durante o tempo indicado. Se o tecido for retirado muito cedo, sua fixação pode não

ocorrer como deveria; em contrapartida, se a amostra ficar muito tempo submersa, pode sofrer alterações indesejadas.

Congelamento de amostras

O tecido deve ser congelado rapidamente para diminuir a ocorrência de autólise. Se não houver possibilidade de congelamento dentro de um curto período de tempo, recomenda-se que os tecidos sejam armazenados em solução salina e mantidos em recipiente com gelo. No caso de outros métodos (gelo seco e nitrogênio líquido), o tecido deve ser submerso em solução específica para evitar alterações do tecido.

4.1.3 Desidratação

É necessário remover a água presente nos tecidos, entretanto esse processo precisa ser feito em etapas para não danificar a amostra, respeitando o protocolo.

4.1.4 Clarificação

Antes do processo de inclusão em parafina, a etapa de clarificação é necessária, em que a amostra passa do meio de desidratação onde está (álcool com grau elevado para criar desidratação) para um meio que seja miscível com a parafina. O xilol permite a transição do álcool para a parafina, pois substitui o álcool que está dentro dos tecidos, de modo a tornar o material mais claro, dando origem ao nome da técnica (Cáputo e Amendoeira 2010).

4.1.5 Inclusão em parafina ou resina

Após a clarificação, a amostra é colocada em parafina derretida em estufa ou banho-maria. O tempo

em que a amostra deve ficar na parafina enquanto líquida varia de acordo com o material utilizado na desidratação (quanto mais volátil o material, menor o tempo necessário) e com o tamanho do tecido. Após a imersão, o material é colocado em molde e cura em temperatura ambiente. Resinas plásticas necessitam de temperaturas menores que parafinas, o que evita o encolhimento de amostras e quaisquer outras distorções que possam ocorrer (J. W. J. Bacha e L. M. Bacha 2017).

Essa técnica facilita o corte das amostras em secções finas, cuja etiquetagem para identificação se dá por meio de tiras de papel com seus respectivos códigos, registrados em livro ou caderno de laboratório, visando a evitar mistura e perda de amostras. Alguns procedimentos podem danificar a etiqueta, de modo que é necessário atentar-se para não perder os dados contidos e para manter o identificador durante todo o processo.

Os materiais para a inclusão variam de acordo com o objetivo de observação. Nesse sentido, há possibilidade de utilização de resinas plásticas (utilizadas em microscopia de luz ou eletrônica) ou de parafina (utilizada para microscopia de luz)(Mescher 2013).

4.1.6 Entalhe e microtomia

Com o bloco completamente endurecido, é possível fazer o entalhe com bisturi ou lâmina afiada para facilitar o corte pelo micrótomo. Secções são cortadas de acordo com a necessidade de observação, podendo variar de espessura se cortados em lâminas de aço (até 10 μm). Em ultramicrótomos com lâminas de diamante ou de vidro, secções mais finas podem ser obtidas, para utilização em microscopia eletrônica (1 μm) ou em microscopia de luz, dependendo da coloração aplicada.

4.1.7 Coloração

Os métodos de coloração permitem a observação de células que normalmente são incolores ou possuem coloração muito clara. Muitas vezes a distinção entre os tecidos pode ser difícil, de modo que o trabalho dos corantes é possibilitar a identificação dos tecidos e de seus componentes de maneira mais ou menos seletiva por meio da coloração. Dependendo de sua carga e do tipo de corante utilizado, a pigmentação poderá ficar mais evidente em certas partes celulares, com as quais apresentam afinidade.

Partes da célula que têm caráter de carga negativa tendem a corar com mais facilidade se uti-

lizados corantes básicos (**estruturas basófilas**). Componentes celulares de caráter catiônico possuem mais afinidade com corantes ácidos (**estruturas acidófilas**).

Para o processo de coloração, existem dois tipos de corantes, os que coram tecidos que foram previamente fixados são classificados como **não vitais**. No caso de coloração de tecidos vivos em cultura ou de organismos, são utilizados os corantes **vitais**. Para cada estudo, deve haver a seleção prévia do tipo de corante que será necessário, sempre tendo em mente a estrutura que deve ser evidenciada. Podem ser utilizados mais de um tipo de coloração se preciso. (Caputo e Amendoeira 2010)

Referências e leitura adicional

- Bacha, Jr. William J. e Linda M. Bacha (2017). *Color atlas of veterinary histology*. Third edition. Wiley-Blackwell.
- Caputo, Luzia e Maria Amendoeira (2010). “Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde”. Em: 2.
- Carson, F.L. (2009). *Histotechnology: a self-instructional text*. Chicago, IL, ASCP Press.
- Dellmann, H. (1993). *Textbook of Veterinary Histology*. 4th Ed. Philadelphia, Lea & Febiger.
- Mescher, Anthony (2013). *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas*. 13 th. McGraw-Hill Medical.
- Sheehan D.C., Hrapchak B.B. (1987). *Theory and practice of histotechnology*, Columbus, OH, Battelle Press.
- Treuting, Piper, Suzanne Dintzis e Kathleen S. Montine (2017). *Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas*. 2nd Edition. Academic Press.

Parte II

Locomoção e Sustentação

(Página intencionalmente em branco para fins de formatação e diagramação em formato livro)

5. Sistema Tegumentar

O tegumento comum consiste em uma barreira física entre o organismo e o meio externo, é o maior órgão do corpo dos mamíferos no que se refere a área e possui diversas funções. Esse órgão reflete muitas vezes o que está acontecendo com o organismo do animal, sendo de grande importância para diagnósticos médico-veterinários, uma vez que doenças internas podem manifestar-se em forma de edema, cianose, icterícia (König e Liebich 2016).

Uma das suas principais funções é a proteção contra fatores físicos, térmicos, radiológicos, químicos e biológicos do meio ambiente, como a proteção contra microrganismos ou contra a perda de água para o meio. O sistema tegumentar auxilia na regulação térmica, na defesa imunológica e na recepção de pressão, de dor, de temperatura e de vibração. Auxilia, também, parte do sistema endócrino, serve de reservatório para algumas substâncias (água, eletrólitos, lipídios e vitaminas) e sintetiza outras (vitamina D quando exposta à luz UV), além de garantir fonte de alimentação para os filhotes (mas)(Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

A *cútis* (*cutis*) promove a cobertura externa de todo o animal, estabelecendo uma transição entre as

zonas de abertura naturais do corpo e o meio externo, por meio da mucosa dos sistemas digestório, genital, respiratório e urinário.

5.1 Epiderme

A epiderme é constituída pelo epitélio pavimentoso estratificado, o qual consiste majoritariamente em queratinócitos que produzem a queratina e são responsáveis pela resistência estrutural e permeabilidade da epiderme. A epiderme não possui vasos sanguíneos e é alimentada por difusão a partir dos capilares da derme (Seeley 2016). Ela é composta por quatro ou cinco camadas (a depender da região do corpo), que são denominadas de: **córnea**, **lúcida**, **granulosa**, **espinhosa** e **basal**. Cada uma das camadas possui uma característica diferente que a torna única e passível de ser diferenciada em histologia. Nas áreas com pelos nos camundongos, a epiderme apresenta uma camada basal e uma camada córnea, que são visíveis, enquanto as outras camadas (espinhosa e granulosa) são indiferenciáveis. Em peles mais grossas, como nas solas das patas e cauda, é possível observar melhor divisão entre camadas.

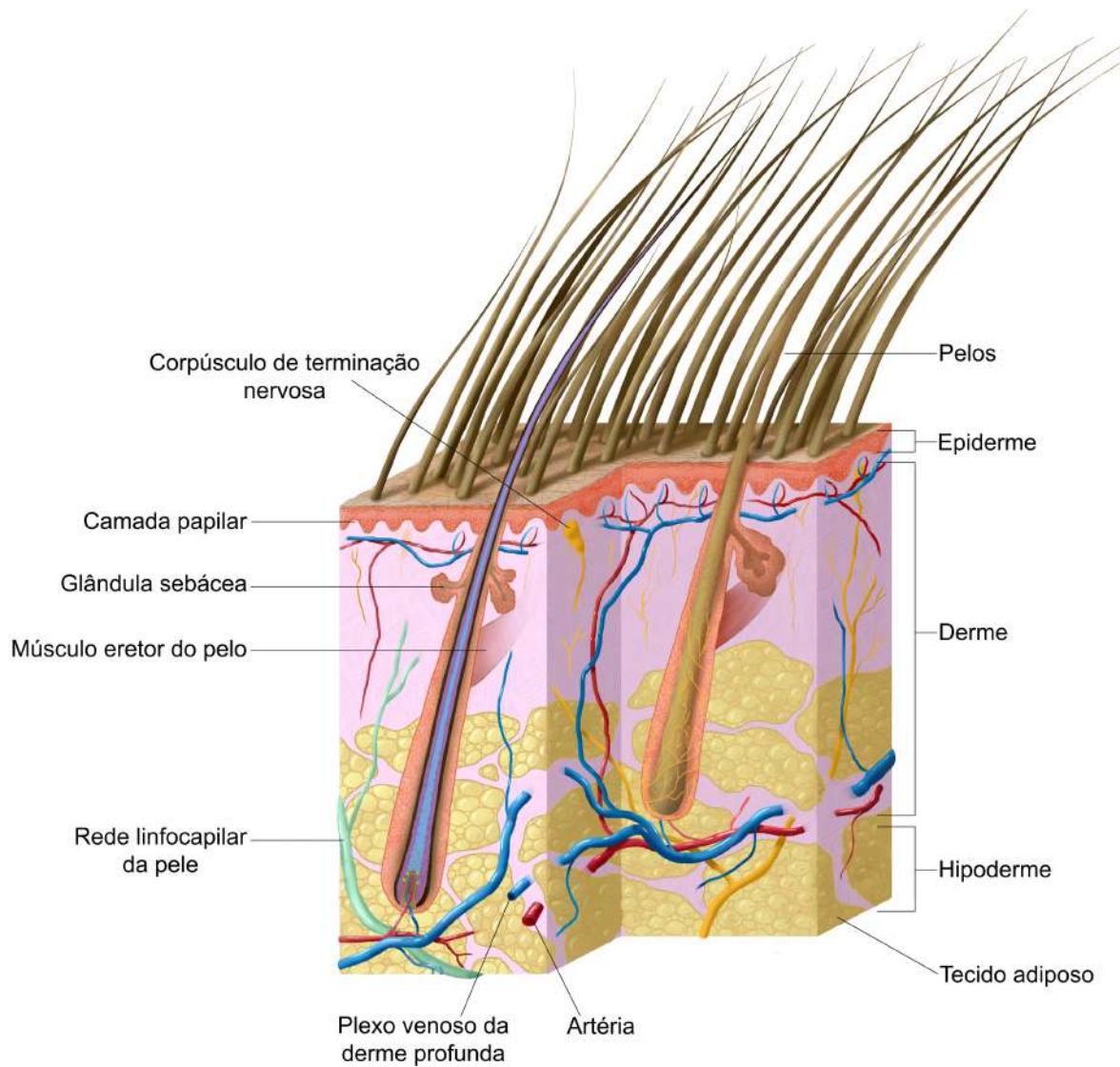


Figura 5.1: Ilustração de epiderme, derme e hipoderme, com estruturas anexas (pelos e glândulas).

5.1.1 Camada córnea

Na camada superficial (*stratum corneum*) estão células mortas unidas por desmossomas que, quando fragmentados, começam a soltá-las, causando descamamento. Essa camada possui células com invólucro proteico de queratina, o qual lhe provê resistência estrutural. A queratina presente na pele é a queratina mole.

5.1.2 Camada lúcida

Esta camada (*stratum lucidum*) é um resquício de células jovens que aparece em algumas regiões do corpo do animal, principalmente onde a pele é mais espessa, como nas solas das patas e no nariz. Ela possui várias camadas de células mortas com aparência transparente e há pouca distinção entre os limites celulares.

5.1.3 Camada granulosa

Composta por poucas camadas celulares (de duas a cinco aproximadamente) em formato losangular e planas, a camada em questão tem esse nome (*stratum granulosum*) por possuir grânulos proteicos de querato-hialina, que se acumulam no citoplasma das células. Nas camadas mais superficiais, o nucléolo e outras organelas começam a degenerar, causando a morte celular nas camadas mais superficiais; entretanto as fibras de queratina e a querato-hialina continuam presentes.

5.1.4 Camada espinhosa

Nos camundongos essa camada (*stratum spinosum*) é pouco visível (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

5.1.5 Camada basal

Camada mais interna da epiderme (*stratum basale*), é composta por células cuboides e capazes de realizar mitose. Há vários tipos celulares diferentes nessa camada, incluindo melanócitos, células de Langerhan, entre outras.

5.2 Derme

A derme constitui a **camada basal conjuntiva**, que confere resistência e é uma das partes mais importantes da pele (Treuting, Dintzis e Montine 2017). Ela possui duas camadas na sua composição, a **papilar** e a **reticular**. Localizada abaixo da camada basal, a derme possui vasos sanguíneos, estruturas nervosas, pelos, glândulas sebáceas e glândulas sudoríparas. A espessura dessa camada varia de acordo com a localização no corpo do animal; é mais fina no abdômen e na região dos membros do que no dorso, por exemplo (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

5.2.1 Camada papilar

Esta camada (*stratum papillare*) encontra-se logo abaixo da epiderme; possui poucas células, mas é abundante em fibras elásticas e fibras de colágeno. Essas fibras formam uma rede entrelaçada entre os pelos, de modo a aumentar a tensão presente no tegumento e a tornar o tecido maleável. A orientação das fibras varia de acordo com a localização no corpo; assim, dependendo de como se faz uma incisão, o processo de cicatrização pode ser mais demorado, pois pode ocorrer corte perpendicular às fibras. Para identificação do sentido das fibras, pode-se fazer pequena incisão e observar o sentido das **linhas de fenda**, se possível, deve-se realizar a incisão paralela para que ocorra menos complicações após cirurgias (König e Liebich 2016).

A camada papilar possui muitos vasos sanguíneos e células inflamatórias; por causa do grande fluxo sanguíneo, também ocorre a oxigenação e troca de nutrientes com as outras camadas da pele. As estruturas em forma de papila auxiliam na fixação e na aderência entre derme e epiderme. Por causa das papilas a área de contato entre a derme e epiderme é maior, o que promove maior possibilidade de trocas de nutrientes entre camadas.

5.2.2 Camada reticular

Esta camada (*stratum reticulare*) é composta por fibras de colágeno dispostas de maneira irregular e por algumas fibras elásticas (em menor quantidade do que na camada papilar). Também estão presentes nesse tecido células adiposas, melanócitos, fibras nervosas e vasos sanguíneos. Há três tipos de plexo vascular na derme, e todos estão conectados. O plexo vascular mais superficial se encontra logo abaixo da epiderme e faz seu suprimento de nutrientes e trocas gasosas. O plexo mediano está em torno dos capila-

res e provê a sua circulação sanguínea. O plexo mais profundo possui vasos de maior calibre, localizados mais próximos à hipoderme. Quando comparado a outros animais que fazem termorregulação pela pele, como os humanos, o camundongo apresenta mais vascularização dedicada aos pelos, pois estes são parte crucial na manutenção da temperatura corporal.

5.3 Hipoderme

Na hipoderme estão presentes adipócitos em grandes quantidades, que possuem um vacúolo grande e redondo para maior armazenamento de gordura. Nesse tecido existe grande vascularização sanguínea e linfática, o que possibilita que a drenagem da pele ocorra facilmente. Essa camada varia com relação ao sexo e à região do corpo, podendo ser mais espessa em certas áreas por necessidade fisiológica. A hipoderme varia também por decorrência de alteração do peso, mostrando-se um bom indicador de *status* nutricional do organismo.

O ciclo do crescimento do pelo pode alterar a distribuição de gordura da camada. As mudanças sazonais também influenciam na densidade da camada. Nos camundongos, as glândulas sudoríparas apócrinas estão restritas às solas dos membros, pois não possuem tanta função de termorregulação quanto como nos humanos (Treuting, Dintzis e Montine 2017).

5.4 Pelos

Os pelos são estruturas de queratina formadas nos folículos capilares, encontrada na maior parte da pele do animal. Sua aparência depende da boa nutrição, da regulação hormonal e da manutenção do próprio animal (Benirschke, Garner e Jones 1978). O número de folículos por área varia de acordo com a região

do corpo, de modo que há áreas, inclusive, que não apresentam nenhum, como a ponta do nariz, solas dos membros e áreas em torno de orifícios.

Normalmente os pelos passam por fases de crescimento; nos roedores, os pelos adjacentes costumam estar na mesma fase. As fases são: **anágena** (crescimento do pelo), **catágena** (transição), **telógena** (repouso). A maioria dos pelos presentes nos animais está na fase anágena, pois esta dura mais tempo e mantém a pelagem.

No pelo podem-se observar três regiões distintas (em alguns pelos, não é possível observar todas), *medulla pili* (medula), *cortex pili* (córtex), *cutícula pili* (cutícula externa), entretanto nem todos os pelos possuem a mesma composição (König e Liebich 2016).

5.4.1 Medula do pelo

Consiste normalmente em grânulos de glicogênio, melanina e células degeneradas, com presença de inclusões de ar.

5.4.2 Córtex do pelo

Esta camada consiste em queratina dura e grânulos de melanina, que determinam qual será a cor do pelo.

5.4.3 Cutícula do pelo

A cutícula do pelo consiste em grupos de células com queratina extremamente dura, dispostas ao redor do córtex do pelo como escamas. Dependendo do tipo de pelo, a queratinização é feita de forma diferente.

5.4.4 Pelos de cobertura

São pelos cuja principal função é a de proteção, cobrem a maior parte do corpo do animal e apresentam tamanhos e funções diferentes. Quanto ao formato

de crescimento e à espessura, existem vários tipos de pelos especializados, como os do tragus na entrada do canal auditivo, os que ficam sobre as pálpebras, os pelos da cauda e aqueles presentes nos mamilose áreas genital e perianal (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

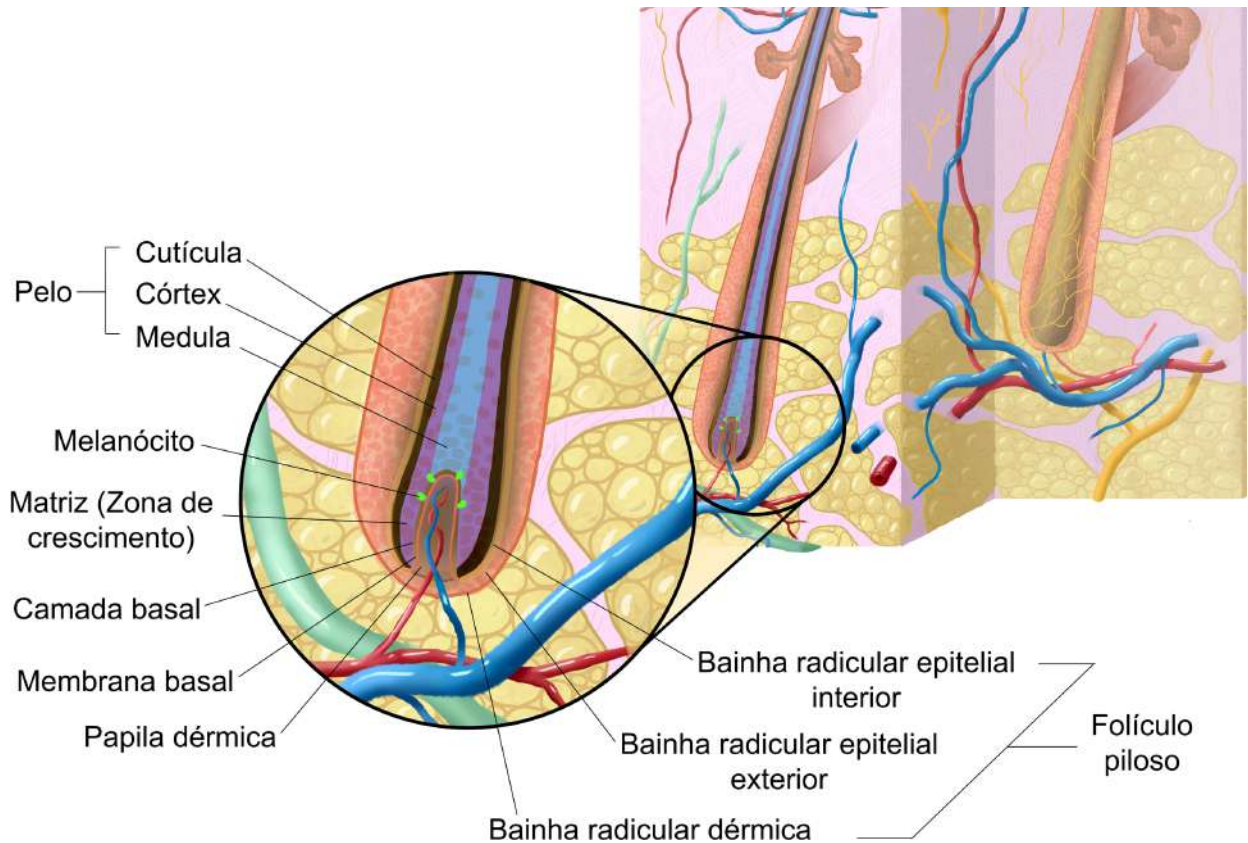


Figura 5.2: Nomenclaturas e estruturas encontradas nos pelos.

5.4.5 Pelos táteis

Os pelos táteis são pelos especiais que possuem mecanorreceptores nos folículos. No rosto do camundongo, podem ser identificados vários; entre eles o que mais chama atenção e é mais estudado é o

presente no lábio superior (Figura 5.3). Esses pelos táteis estão dispostos em conjunto em cinco fileiras, e o animal consegue movê-los em padrão, o que auxilia no reconhecimento do local (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

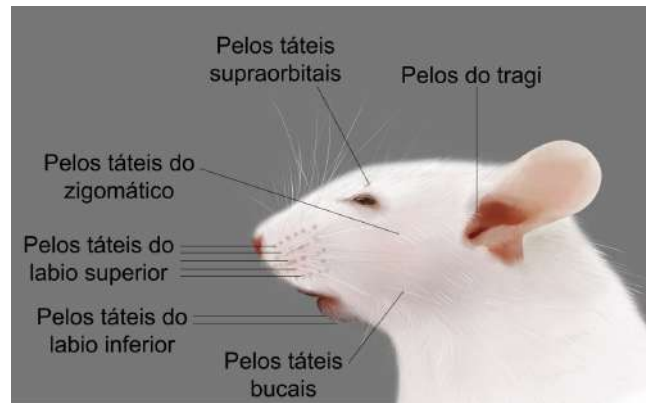


Figura 5.3: Localização de pelos táteis da região da cabeça.

5.5 Músculo erector do pelo

Um conjunto de músculos lisos que se inserem no folículo piloso e têm origem na camada papilar da derme, logo abaixo do duto secretor da glândula sebácea.

5.6 Glândulas sebáceas

São glândulas holócrinas de secreção que produzem o sebo que sai pelo duto até o pelo. No caso dos camundongos, cada pelo possui sua própria glândula. Essa secreção distribuída pela pelagem possibilita sua lubrificação e resistência à água (König e Liebich 2016).

5.7 Glândulas mamárias

As glândulas mamárias têm a função de produzir leite para a amamentação dos filhotes, como ocorre com todos os outros mamíferos. Cada mamífero difere em número de glândulas mamárias e mamilos que estão associadas a elas, no caso dos camundongos, cada glândula está associada a apenas um mamilo. A fêmea do *Mus musculus* possui cinco pares de mamilos, diferente das fêmeas dos *Ratus norvegicus*, que possuem seis pares; em contrapartida, os machos adultos de ambas as espécies não apresentam

mamilos (Treuting, Dintzis e Montine 2017).

Em relação aos lóbulos mamários, estes estão dispostos em um sistema ramificado. Nas Figuras 5.5 e 5.6 é possível observar a distribuição das glândulas e sua localização pelo corpo. Elas são divididas em quatro regiões diferentes: *cervical mammae*, que apresenta apenas um par de mamilos, *thoracic mammae*, com dois pares de mamilos (um cranial e um caudal), *abdominal mammae* e *inguinal mammae*, os quais possuem apenas um par cada um (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

Nas fêmeas, o tecido mamário é constituído basicamente por tecido adiposo até a puberdade. A partir do amadurecimento sexual, o tecido glandular se desenvolve rapidamente e forma longos dutos lactíferos. Durante a gravidez, esses dutos originam novos dutos e alvéolos glandulares, que começam a produzir leite. Há também, nesse período, o aumento de vascularização e o desenvolvimento do tecido conectivo para a formação de lóbulos das glândulas mamárias. Os dutos aumentam de diâmetro à medida que estão se aproximando da parte glandular (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

Os machos podem possuir quatro pares de mamilos, as quais são compostas apenas por tecido adiposo, alguns dutos podem ser encontrados, mas não existem mamilos.

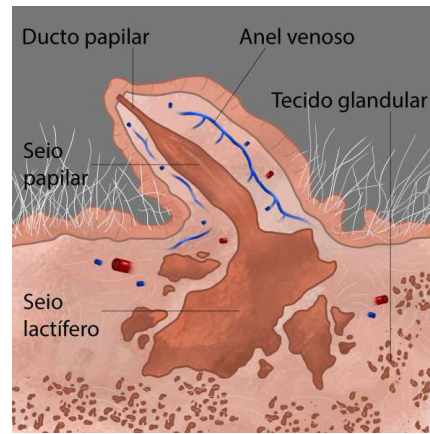


Figura 5.4: Secção sagital da papila e ducto mamário.

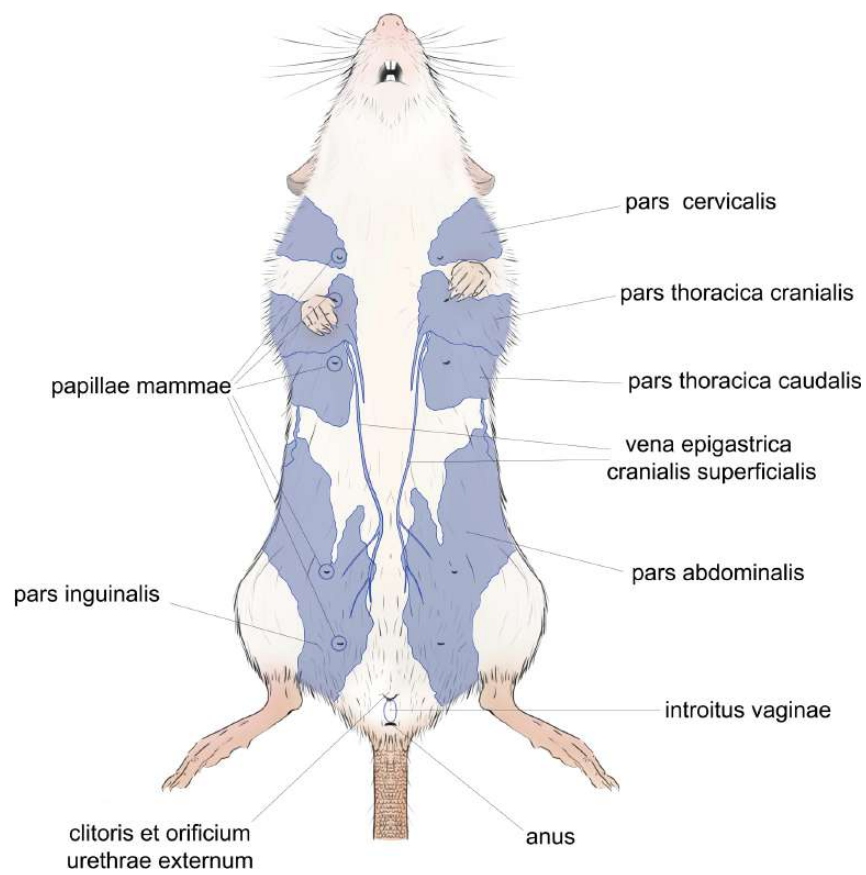


Figura 5.5: Glândulas mamárias e mamilos de fêmea de camundongo em vista ventral.

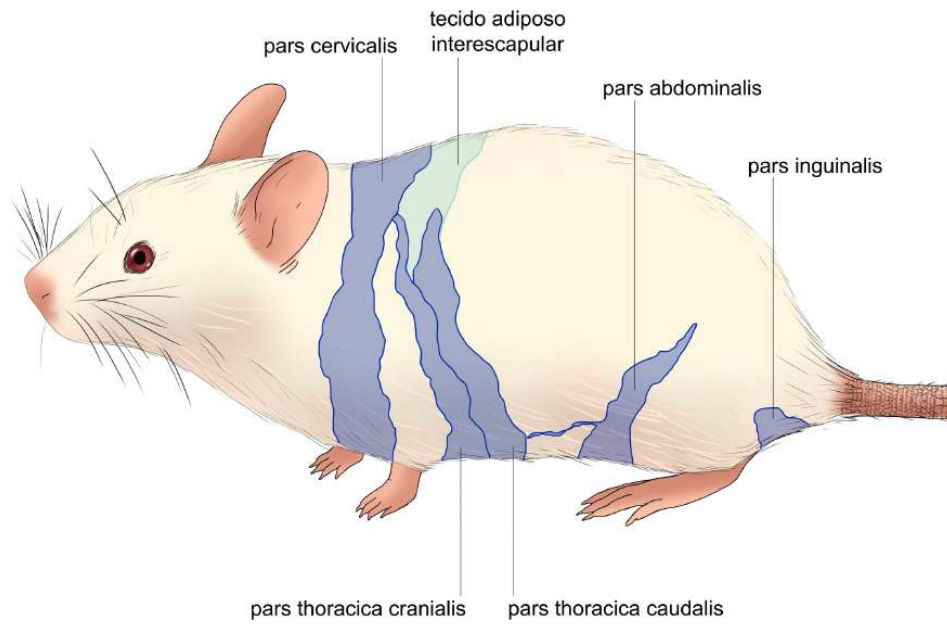


Figura 5.6: Glândulas mamárias e mamilos de fêmea de camundongo em vista lateral.

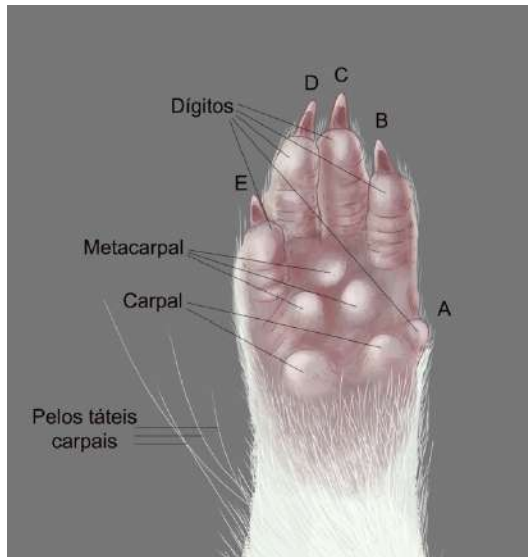


Figura 5.7: Coxim palmar direito, dígitos e pelos táteis.

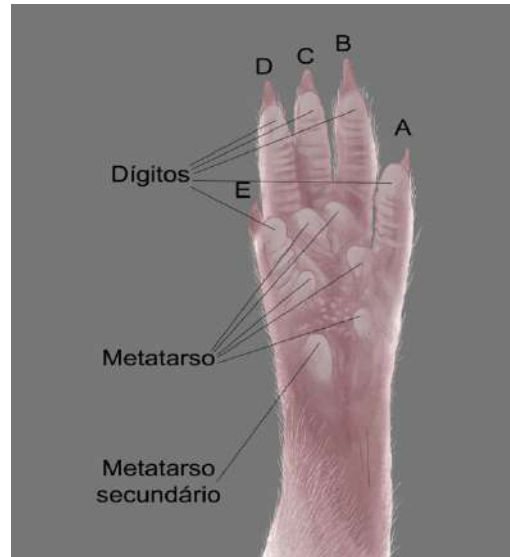


Figura 5.8: Coxim plantar direito, dígitos, metatarso e metatarso secundário.

5.8 Coxins palmares e plantares

Estes tecidos são formados por tegumento comum modificado, presente nos membros anteriores e posteriores. Sua função é a de proteção contra choques mecânicos durante a locomoção. O corpo papilar presente na derme dessas regiões é especialmente desenvolvido para sustentar mais pressões e melhor

aderência à epiderme. A epiderme dessas regiões é modificada, apresentando uma camada córnea mole e elástica (König e Liebich 2016).

Nos coxins podemos encontrar algumas estruturas, como as glândulas sudoríparas écrinas, que são responsáveis pela produção de suor. As glândulas possuem estrutura tubular e estão localizadas na derme, apresentando dutos até a superfície da epiderme (Ruberte, Carretero e Navarro 2017).

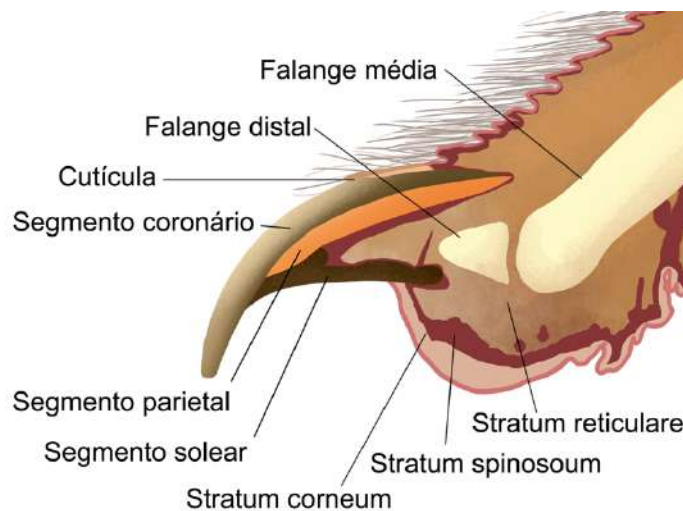


Figura 5.9: Corte apresentando as estruturas tegumentares e ósseas de um dedo.

5.9 Patologias

A reações da pele a fatores externos químicos, físicos, ou infecções microbianas são classificadas de acordo com o tipo de estrutura que está sendo comprometida (epidérme quando está na epiderme, dermatite quando está na derme etc.). Classificações adicionais são feitas após investigação da área afetada, analisando origem, aspecto e distribuição no corpo. As lesões sem inflamação são classificadas como dermatoses e, normalmente, têm origem em algum desbalanceamento no corpo, que pode ser endocrinológico, nutricional, metabólico etc. (Benirschke, Garner e Jones 1978).

Quando ocorre inflamação em conjunto com a lesão, existem três classificações gerais para possíveis diagnósticos:

5.9.1 Dermatites agudas

Caracterizam-se por mudança vascular como resposta típica a traumas químicos, físicos ou a infecções bacterianas. Algumas das mais conhecidas são **impetigo, celulite, foliculite e furunculose**.

5.9.2 Dermatites crônicas

São caracterizadas por acantose, crescimento capilar de folículos novos (relacionado à cura do tecido) ou presença de infecções bacterianas ainda ativas. Podem estar associadas a ferimentos, infecções virais ou trauma.

5.9.3 Granulomas cutâneos

Essas formações são inchaços formados por acúmulo de células derivadas do reticuloendotelial. Há três possibilidades: **Granuloma sarcoídeo, Granu-**

loma necrobiótico e **Granuloma de corpo estranho**. Todas essas devem ser diagnosticadas por exame histológico e consultadas por especialistas para diagnóstico e tratamento (Daldon e Arruda 2007).

5.9.4 Tumores epiteliais

Existem alguns tipos de tumores cutâneos possíveis de serem encontrados nas estruturas da pele. O **Tumor basocelular** ou carcinoma basocelular é um tipo de tumor que não apresenta células não diferenciadas, assim, caso seja possível identificar algum tipo de célula em específico, trata-se de outro tipo de tumor. Os **Tumores de células escamosas** apresentam diferentes tipos, pois dependem de onde ocorrem, podendo ser na pele da região oral ou da extensão do corpo; podem ser malignos ou não. Existem diferentes classificações para esse tipo de tumor, as quais variam de acordo com as circunstâncias em que se apresentam. **Tumores da glândula sebácea** ocorrem em ambos os sexos e costumam acontecer nas glândulas prepuciais e clitorianas — que são basicamente grandes glândulas sebáceas —, mas podem aparecer em qualquer região com glândulas sebáceas. **Tumores no folículo capilar** costumam formar padrões que se assemelham a folículos capilares maduros ou incompletos e podem aparecer em qualquer lugar que tenha pelos, não há predisposição conhecida. Além dos citados, existem outros tipos de tumores. Caso haja suspeita de tumor, contacte um especialista para analisar o animal afetado.

5.9.5 Dermatoses endócrinas

As dermatoses endócrinas se devem a alterações hormonais, que afetam a pelagem e a pele dos animais. Alguns fatores, como asseio, nutrição e fatores ambientais, são importantes para a condição normal da pelagem dos animais, mas os hormônios têm papel fundamental. Quando ocorre desequilíbrio hormonal, uma das patologias observáveis é a alopecia, em que a alteração hormonal influencia no ciclo normal dos folículos capilares (Novak e Meyer 2009). Outras dermatoses comuns de se encontrar em animais de laboratório são: **hipercortisolismo** (também conhecida como síndrome de Cushing), **hiperestrogenismo** e **hipotireoidismo**.

5.9.6 Parasitas

Os parasitas podem debilitar bastante os animais quando estes estão em estresse, pois esse estresse enfraquece o sistema imunológico, de modo que sintomas causados por parasitas podem ser confundidos com resultados de pesquisas (Pereira 2002). Os parasitas que afetam a pele podem causar descamação, alopecia, prurido, inflamação, entre outros sintomas. Deve-se fazer análise do tegumento para a identificação do parasita. Alguns dos mais comuns são: *Demodex sp.*, escabiose, *Psorergates Simplex*, *Myocoptes Musculinus*, *Myobia Musculi*, *Siphonaptera* (pul-gas), entre outros (Benirschke, Garner e Jones 1978).

5.9.7 Lesões fúngicas

As lesões fúngicas podem infectar a pele, o cabelo e as unhas. As espécies *Trichophyton*, *Epidermophyton* e *Keratinomyce* são comuns em animais de laboratório e podem possuir diferentes classificações, como: antropofílicos (normalmente afetam humanos), zoofílicos (afetam animais) e geofílicos (fungos que são comuns em solo, porém podem afetar ani-

mais e humanos). Os fungos zoofílicos podem ser restritos a apenas algumas espécies ou uma gama maior, como o *M. persicolor*, que pode infectar camundongos, outros roedores, cães, gatos e cavalos Hirschmann 2001. Cada infecção fúngica possui uma característica e deve ser analisada por um especialista para correto diagnóstico e tratamento.

5.9.8 Infecções bacterianas

As infecções bacterianas podem ser causadas por diversos tipos de bactérias, as quais, por sua vez, podem ser Gram-positivas ou negativas. A *Streptococcus pyogenes* é uma bactéria que pode causar lesões em linfonodos superficiais e que é bastante recorrente em animais de laboratório, sendo ela uma bactéria Gram-positiva. *Staphylococcus aureus* é uma espécie que, quando infecta o organismo do animal, pode causar abscessos na pele e outros sintomas internos. Os animais com infecções na pele apresentam sintomas como inflamação de folículos capilares com formação de abscesso e lesões cutâneas. Especialistas devem detectar qual patógeno está agindo para o melhor tratamento e quais procedimentos seguir para evitar transmissão.

5.9.9 Barbeamento

Patologia caracterizada por remoção de pelos pelos animais, normalmente mordendo ou puxando o pelo com os dentes pela raiz de seu próprio corpo ou do corpo de outro animal com que convive (Figura 5.10). Semelhante à tricotilomania, afeta o próprio indivíduo, mas os sintomas de falta de pelo podem ser observados em outros animais que compartilhem seu local de vivência. Esse distúrbio psicológico afeta principalmente os pelos (ou a pelagem) e pode causar irritação e lesão na pele. Os animais que apresentam a doença podem estar sofrendo com estresse, dieta não balanceada e outros fatores (Chamberlain et al.

2009). Algumas linhagens são mais propensas a apresentar essa patologia, e possíveis abordagens para tratamento são: o isolamento do causador (quando

está retirando pelos de outros animais), a alteração na dieta e a introdução de objetos para interação.



Figura 5.10: Camundongos apresentando padrão de pelagem normal, afetada pelo barbeamento causado por outro e indivíduo com barbeamento afetando a si mesmo, respectivamente.

Referências e leitura adicional

- Benirschke, Kurt, Floris M Garner e Thomas Carlyle Jones (1978). *Pathology of Laboratory Animals: Volume I*. Vol. 1. Springer-Verlag New York.
- Chamberlain, Samuel R et al. (2009). “Trichotillomania: neurobiology and treatment”. Em: *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 33.6, pp. 831–842.
- Charles, James P et al. (2016). “Musculoskeletal geometry, muscle architecture and functional specialisations of the mouse hindlimb”. Em: *PLoS One* 11.4, e0147669.
- Daldon, Patrícia Érica Christofolletti e Lúcia Helena Fávaro Arruda (2007). “Granulomas não-infecciosos: sarcoidose”. Em: *Anais Brasileiros de Dermatologia* 82.6, pp. 559–571.
- Fleckman P., et al (2013). *Comparative anatomy of mouse and human nail units*. *Anat Rec* 296(3):521–532.
- Hirschmann, Jan V (2001). “Fungal, bacterial, and viral infections of the skin”. Em: *Scientific American medicine, CDROM*. New York: Scientific American, Inc.
- König, Horst e Hans-georg Liebich (2016). *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*. Volume I. Artmed.
- Novak, Melinda A e Jerrold S Meyer (2009). “Alopecia: possible causes and treatments, particularly in captive nonhuman primates”. Em: *Comparative medicine* 59.1, pp. 18–26.
- Pereira, AM (2002). “Principais doenças dos camundongos, ratos e hamsters. In, Andrade, A. et al”. Em: *Animais de Laboratório—criação e experimentação*, pp. 105–137.
- Ruberte, Jesus, Ana Carretero e Marc Navarro (2017). *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*. Volume I. Academic Press.
- Seeley, C. Russo; D. VanPutte; Rod R. (2016). *Seeley’s Anatomy & Physiology*. McGraw-Hill Education.
- Treuting, Piper, Suzanne Dintzis e Kathleen S. Montine (2017). *Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas*. 2nd Edition. Academic Press.

Bibliografia

- Antenor A., Pinto S. e Oliveira R. (2002). *Animais de laboratório: criação e experimentação*. FIOCRUZ.
- Bacha, Jr. William J. e Linda M. Bacha (2017). *Color atlas of veterinary histology*. Third edition. Wiley-Blackwell.
- Benirschke, Kurt, Floris M Garner e Thomas Carlyle Jones (1978). *Pathology of Laboratory Animals: Volume I*. Vol. 1. Springer-Verlag New York.
- Caputo, Luzia e Maria Amendoeira (2010). “Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde”. Em: 2.
- Carson, F.L. (2009). *Histotechnology: a self-instructional text*. Chicago, IL, ASCP Press.
- Chamberlain, Samuel R et al. (2009). “Trichotillomania: neurobiology and treatment”. Em: *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 33.6, pp. 831–842.
- Churchill G.A., et al. (2004). The Collaborative Cross, a community resource for the genetic analysis of complex traits. *Nature Genetics*. 36:1133–1136.
- Daldon P. e Arruda L. (2007). “Granulomas não-infecciosos: sarcoidose”. Em: *Anais Brasileiros de Dermatologia* 82.6, pp. 559–571.
- Dellmann, H. (1993). *Textbook of Veterinary Histology*. 4th Ed. Philadelphia, Lea & Febiger.
- Fleckman P, et al (2013). Comparative anatomy of mouse and human nail units. *Anat Rec* 296(3):521–532.
- Flurkey, Kevin et al. (2009). *The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice*. 6th Edition. Bar Harbor, ME : Jackson Laboratory.
- Hedrich, Hans (2004). *The laboratory mouse*. Academic Press.
- Hirschmann, Jan V (2001). “Fungal, bacterial, and viral infections of the skin”. Em: *Scientific American medicine, CDROM*. New York: *Scientific American, Inc.*
- Jackson Laboratories: Festing’s inbred strains of mice and rats their characteristics.
<http://www.informatics.jax.org/external/festing/mouse/INTRO.shtml>.
- König, Horst e Hans-georg Liebich (2016). *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*. Volume I. Artmed.
- Mescher, Anthony (2013). *Junqueira’s Basic Histology: Text and Atlas*. 13 th. McGraw-Hill Medical.
- Morawietz G, et al (2004). Revised guides for organ sampling and trimming in rats and mice: part 3. *Exp Toxicol Pathol* 55:433–449.
- Novak, Melinda A e Jerrold S Meyer (2009). “Alopecia: possible causes and treatments, particularly in captive nonhuman primates”. Em: *Comparative medicine* 59.1, pp. 18–26.
- Pereira, A.M, (2002). “Principais doenças dos camundongos, ratos e hamsters. In, Andrade, A. et al”. Em: *Animais de Laboratório—criação e experimentação*, pp. 105–137.
- Ruberte, Jesus, Ana Carretero e Marc Navarro (2017). *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*. Volume I. Academic Press.

- Russell, William Moy Stratton e Rex Leonard Burch (1959). *The principles of humane experimental technique*. Methuen.
- Seeley, C. Russo; D. VanPutte; Rod R. (2016). *Seeley's Anatomy & Physiology*. McGraw-Hill Education.
- Sheehan D.C., Hrapchak B.B. (1987). *Theory and practice of histotechnology*, Columbus, OH, Battelle Press.
- Treuting, Piper, Suzanne Dintzis e Kathleen S. Montine (2017). *Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas*. 2nd Edition. Academic Press.
- Veterinary Anatomists. International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature, World Association of e World Association of Veterinary Anatomists (1973). *Nomina Anatomica Veterinaria*: International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature.
- Wolterink-Donselaar, Inge G, Jennifer M Meerding e Cathy Fernandes (2009). "A method for gender determination in newborn dark pigmented mice". Em: *Lab animal* 38.1, pp. 35–38.
- Yang, Hyuna et al. (2007). "On the subspecific origin of the laboratory mouse". Em: *Nature Genetics* 39.9, pp. 1100–1107.

5. Discussão

Imagens apresentam grande auxílio quando utilizadas em conjunto com o texto. O conteúdo, se apresentado apenas em forma de texto, pode não ser tão eficiente para a interpretação pelo leitor, em comparação com a utilização simultânea de texto e imagem. Entretanto, isso pode variar de acordo com o público. O processo de interpretação de uma imagem difere da leitura de um texto, pois utiliza diferentes áreas cognitivas, estimulando a memória e a aprendizagem de formas distintas.

Estudos de comparação de grupo, como o realizado por Hall (Hall, Bailey e Tillman 1997), em que são comparados dois conjuntos de alunos (utilizando texto ou texto e imagem), apontam que a melhor compreensão ocorre com o uso do texto com auxílio de imagens representativas. A avaliação desse estudo foi feita por meio de questionário, e analisou o desempenho de indivíduos e grupos. A conclusão de Hall com o experimento foi a de que o mais proveitoso era utilizar imagem e texto para transmissão da mensagem (a qual, no caso do experimento, era a explicação de como funciona uma bomba de ar). Um dos fatores que pode ter influenciado na compreensão dos participantes foi a percepção e o processamento da imagem, em que podem ocorrer associações abstratas com outros elementos visuais da memória, criando novos meios para o processo cognitivo de aprendizado. Um caso similar ocorre ao se utilizar diagramas escritos, nos quais é possível ao leitor fazer associações rápidas com palavras ou frases curtas, pois estão dispostas de maneira esquemática. Ambas funcionam com o intuito de utilizar o rápido entendimento que a imagem pode prover, podendo ela necessitar ou não de uma análise mais crítica do observador. Entretanto, mesmo que a semântica visual possa ser uma grande ferramenta para a transmissão de uma ideia, a utilização de artifícios textuais é necessária para contextualização e melhor proveito da informação (Keller e Tergan 2005).



Figura 24: Esquema representando como o emissor codifica a ideia e a transforma em mensagem, permitindo ao receptor receber essa mensagem e processar o conteúdo (imagem baseada no diagrama presente no livro *Universe of the mind* (Lotman 2000))

Para a interpretação da mensagem ocorrer de maneira eficaz, o autor pode recorrer a diversos artifícios textuais. Neste caso, a transmissão pode ser feita por meio de texto ou pela junção de texto e imagem, proporcionando dinamicidade e, ao mesmo tempo, possibilitando o reforço da mensagem por duas semânticas complementares. Esta redundância, ou repetição de informação por meio de dois tipos de linguagem (não-verbal e verbal), possibilita que a mensagem final se torne mais clara e objetiva, pois, durante o processo de decodificação por parte do receptor, sempre existe ruído, levando à transformação ou à perda de parte da informação (Lotman 2000). O uso de linguagens diferentes possibilita ao receptor interpretar a informação de uma maneira que seja mais parecida com a ideia e a intenção original do emissor.

Cada leitor possui um repertório cognitivo diferente ao do autor, de modo que sua interpretação da mensagem sempre será diferente das de outros leitores (Lotman 2000). A redundância se torna importante neste cenário exatamente por proporcionar ao leitor a mesma informação por meio de diferentes tipos de abordagem, buscando uma compreensão mais integral da ideia original. Alguns leitores possuem mais facilidade de interpretação de imagens, enquanto outros possuem maior facilidade com textos, de modo que a redundância permita acessibilidade pelos dois tipos de público (Clark e Lyons 2010). A abordagem textual pode se fragmentar no processo de recepção, mas, caso haja uma imagem complementar do mesmo conteúdo (provendo reforço de informação, para atingir mais clareza), esse déficit informacional será compensado, e a ideia se tornará mais próxima da intenção original. Caso o inverso aconteça, a informação estará presente no texto, auxiliando o observador.

As diferenças culturais e linguísticas impactam na decodificação da informação, especialmente quando a língua materna do receptor difere da língua do autor. Nesse sentido, as traduções são importantes por possibilitarem a difusão internacional de conhecimentos de diferentes países. Quando a língua materna do receptor difere da língua do autor, pode haver falhas no entendimento da ideia, sendo assim, as traduções são importantes. A transformação do texto original (T1) em um novo pode apresentar mudanças devido a uma série de fatores, entre eles o fenômeno da intraduzibilidade (Ivánov et al. 1973). Muito do conteúdo que está no texto T1 permanece na tradução (T'2), sabe-se, porém, que o conteúdo inicial foi produzido considerando um determinado público, possuidor de um código específico

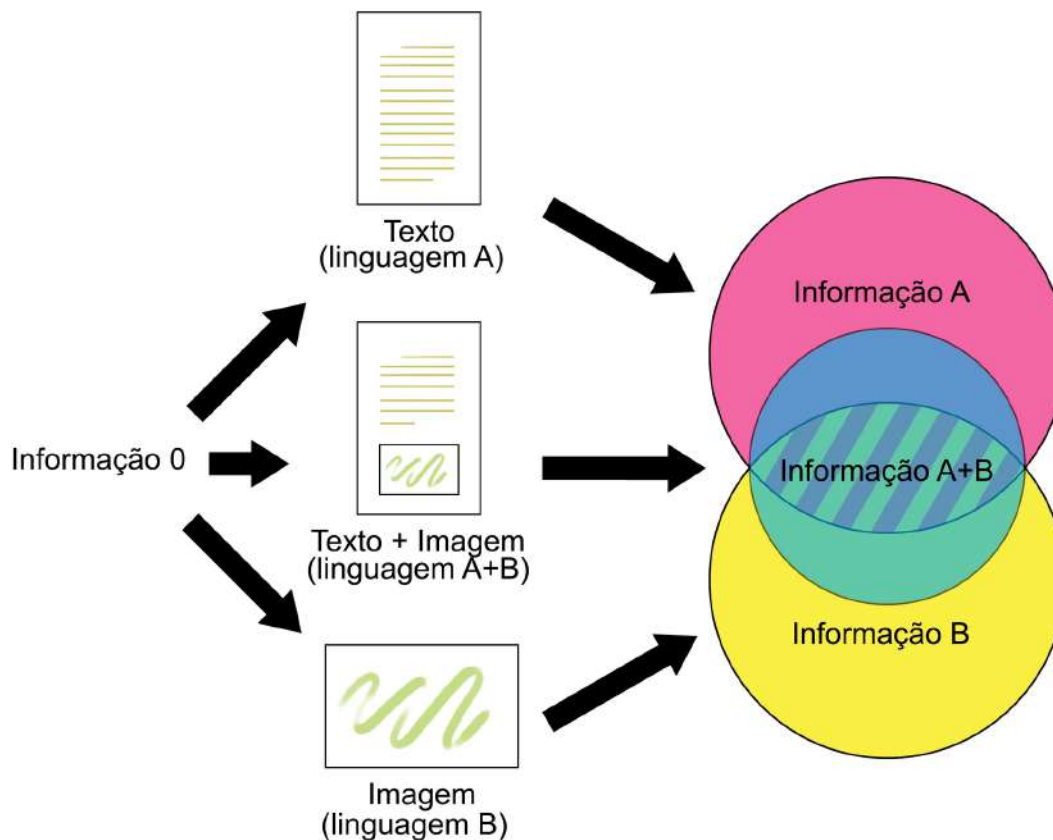


Figura 25: Representação de como a Informação 0 é transmitida por três tipos de linguagem diferente (linguagem A, B e A+B), das quais o receptor forma as Informações A, B e A+B.

(C1). No processo de tradução, o novo público, possuidor de outro código (C2), pode não receber a informação integral por falta de compatibilidade cultural ou educacional, causada principalmente pela diferença de contexto. Uma alternativa para a adequação da transmissão seria realizar a tradução condizente com uma linguagem mais próxima à do público alvo, de modo que T1 seja estudado para a realização de uma T'2 que melhor se adeque ao código do receptor. Na imagem presente no livro *Universe of the mind: A semiotic theory of culture* (Lotman 2000), é possível observar a transmissão do texto T1, que é traduzido e codificado em diferentes línguas (C1, C2, . . . , Cn), produzindo diferentes textos que são similares (T'2, T''2, T'''2), mas não são idênticos, pois exibem alterações e adições dos seus respectivos tradutores (Lotman 2000).

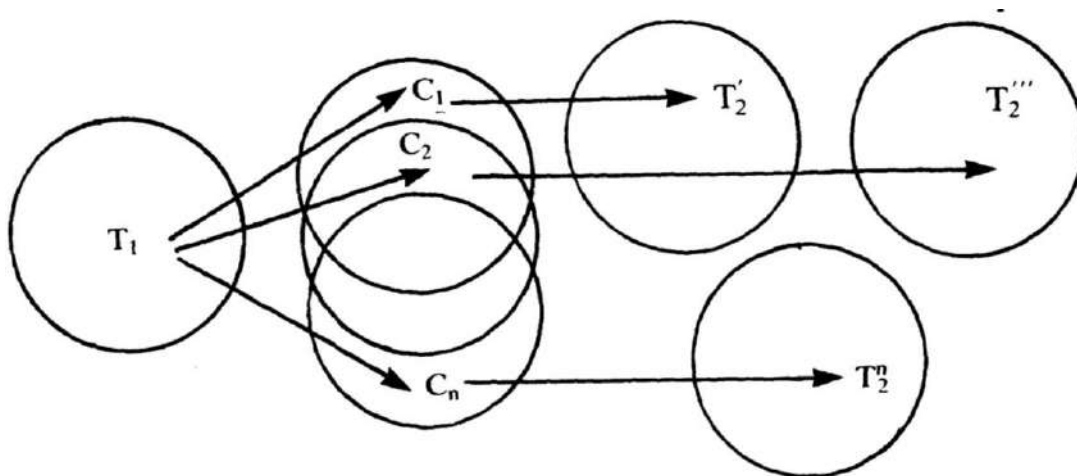


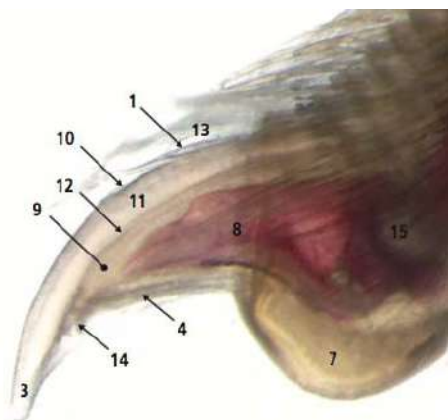
Figura 26: Imagem do livro *Universe of the mind: A semiotic theory of culture* que apresenta a formação de novas comunicações textuais a partir de T1.

5.1. Ilustração na ciência

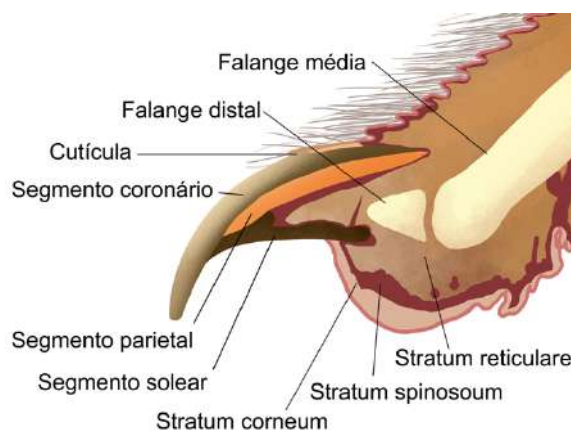
A ilustração é amplamente utilizada no campo da ciência, tanto em materiais didáticos quanto em publicações científicas. A comunicação não verbal atrai a atenção do leitor e faz com que a transmissão seja dinâmica, além de possibilitar que o autor expresse, em um espaço reduzido, uma grande quantidade de informação sem que isso comprometa o entendimento do leitor. Atualmente existem vários canais para divulgação da ciência, o que viabiliza a disponibilização do conteúdo em diferentes plataformas de acessibilidade e interação.

Apresentar os resultados obtidos nos experimentos por meio de informação visual para o leitor é uma das formas mais convencionais de publicação. Para que isso seja feito, ou são contratados ilustradores profissionais ou o próprio autor pode realizar a produção das imagens, utilizando softwares próprios para tal (Perkel 2020). No caso dos ilustradores, é importante que tenham conhecimento sobre o que está sendo retratado e que estudem um pouco sobre o que irão ilustrar, pois, além de uma representação esteticamente agradável, é necessário que a façam cientificamente correta. Para tal, devem-se realizar esboços e estudos preliminares com base em material de referência (Hodges 2003). Isso auxilia o processo de comunicação da informação e, dependendo do projeto, reduz a quantidade de materiais utilizados, que costuma ser mais elevada para fotografias ou outros métodos mais caros.

Para a aplicação no atlas, as ilustrações e diagramas foram extremamente econômicas



(a) Imagem do livro *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging* (Ruberte, Carretero e Navarro 2017)



(b) Ilustração inspirada na Figura 27a, textos e outras fotografias (Ruberte, Carretero e Navarro 2017)

Figura 27: Corte e apresentação de estruturas do dedo de camundongo, em que a Figura 27a exhibe um corte corado com Vermelho de Alizarina S (*Alizarin red*) e a Figura 27b é uma ilustração que evidencia as estruturas em corte de maneira didática para melhor entendimento do leitor.

tanto financeiramente quanto em relação ao número de animais usados para representação. Em Atlas fotográficos, como (Ruberte, Carretero e Navarro 2017) e (Treuting, Dintzis e Montine 2017), utilizam-se muitas fotografias de diferentes animais dissecados para a demonstração visual da anatomia dos camundongos. No Atlas Ilustrado, as imagens são ilustrações feitas a partir de referências textuais, fotografias de outros materiais ou de dissecções previamente planejadas para otimizar ao máximo o uso de cada animal, evitando a necessidade de repetição de processos. Todos os procedimentos realizados pela equipe, principalmente os que envolviam animais, foram documentados em fotografias para eventuais referências fotográficas.

Algumas ilustrações contidas no Atlas mostram estruturas interessantes e importantes, cujo processo de produção apresentaria custos elevados se realizado de outra forma. Um exemplo de como cortar gastos é a Figura 27b, que apresenta o corte paralelo de um dedo de camundongo com suas estruturas internas e externas. A representação possui custo muito baixo em comparação à produção da lâmina com o material animal (Figura 27a), além de não ser necessária a utilização de nenhum animal para a produção da ilustração, apenas material de referência.

Ilustrações nem sempre estão presentes em atlas, visto que muitos desses materiais con-

têm fotografias, o que faz com que leitores possam ficar confusos caso não tenham afinidade com anatomia e histologia. Nesse sentido, o uso de representações e esquemas didáticos torna o material acessível a um público mais amplo. Utilizam-se cores na produção das ilustrações de modo a facilitar a compreensão do leitor, o que é uma metodologia de ensino comum em representações anatômicas. Mansur-ibn-Ilyas-Shirazi (1380–1422) criou o *Kefaye Mojahedieh*, livro que apresentava ilustrações anatômicas do ser humano baseadas em dissecações veterinárias (as autópsias eram proibidas nessa época, principalmente na Europa) e em outros livros. Nesse período era comum o uso de livros-texto, então a introdução de ilustrações foi um grande diferencial para ajudar os alunos a compreenderem o conteúdo estudado (Vessal et al. 2014).

5.2. Produção de comunicação visual

Para ser utilizada como comunicação visual, a imagem selecionada passa por processos de escolha e, provavelmente, de edição para se adequar ao contexto em que é aplicada.

5.2.1. Ilustração para anatomia animal

Para a produção das imagens utilizadas no atlas ilustrado, foram analisados quais os fatores mais importantes para serem representados. Cada ilustração passou por uma lista de pré-requisitos a serem cumpridos para a finalização da imagem e sua aplicação no Atlas. A parte artística sempre é considerada, entretanto a veracidade da informação é sempre a prioridade.

O uso de linguagem técnica é importante para a produção das ilustrações por se tratar de um público que necessita e faz uso da tecnicidade para comunicação mais precisa entre si. Algumas imagens podem conter vários nomes, estratégia que proporciona melhor identificação de estruturas sem a necessidade de produção de inúmeras ilustrações. O padrão para exemplos gráficos utilizados na medicina (tanto humana quanto na veterinária) é conter muita informação em cada imagem, para proporcionar ao leitor as informações tanto de nomenclatura quanto de contextualização e localização de cada estrutura dentro do conjunto (König e Liebich 2016)(D. et al. 2016). Ademais, é preciso apontar que, independentemente

da quantidade de elementos textuais associados à imagem, eles nunca são colocados **sobre** a imagem, dispostos sempre em seu **entorno**, de modo a não comprometer a informação visual da figura, como por exemplo na Figura 28 (Netter 2014).

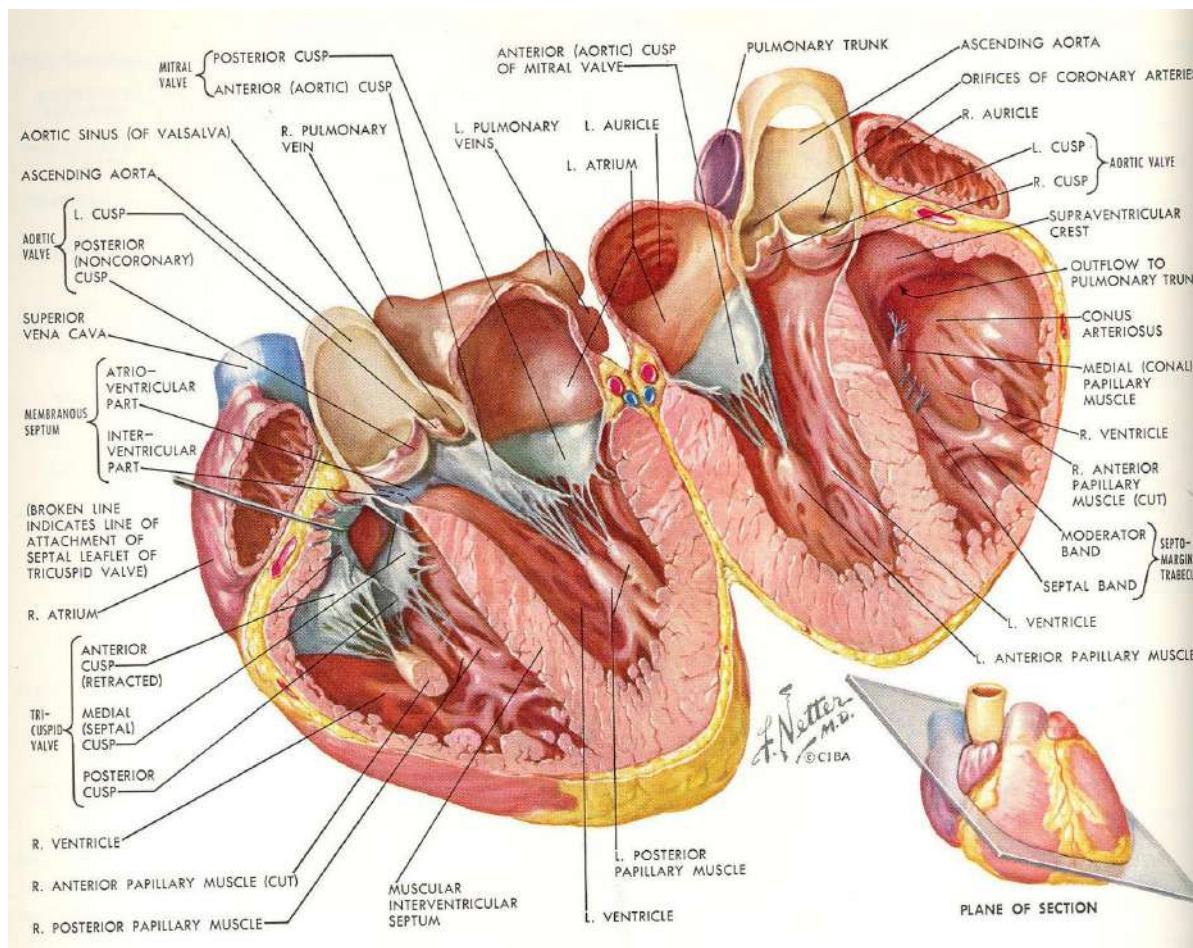


Figura 28: Ilustração do livro *Atlas of human anatomy* (Netter 2014), que apresenta estrutura anatômica humana e respectivas nomenclaturas utilizadas por profissionais. É possível observar como as palavras se localizam em torno da imagem, de modo a não poluir o centro visual.

5.3. Ética e conscientização

Para a produção do Atlas, aplicou-se o princípio de ética proposto em 1959 por William Moy Stratton Russell e Rex Leonard Burch no livro *The principles of humane experimental technique* (Russell e Burch 1959), no qual buscam a proteção animal no meio das pesquisas científicas. Foi proposto **o princípio dos três "R"s**, que visa a prática de ações que melhorem a qualidade de vida dos animais.

O princípio foi apelidado de princípio dos três "R"s por causa das iniciais das palavras que norteiam seus fundamentos. Assim, têm-se o **reduction** (redução), **refinement** (aprimoramento) e **replacement** (alternativas), em que cada um dos R's descreve métodos diferentes que têm o objetivo comum de diminuir o desconforto dos animais usados em pesquisas (Andrade, Pinto e Oliveira 2002).

5.3.1. Reduction

A *reduction* (redução) propõe que sejam utilizados métodos que diminuam a quantidade de animais utilizados para a mesma pesquisa. Tais métodos não podem, contudo, comprometer dados e devem apresentar níveis para comparação aceitáveis. Para tanto, são utilizados menos animais da mesma espécie ou menos animais que sejam de outra espécie, mas que ainda apresentem resultados satisfatórios.

Para auxiliar a redução de animais, o controle genético e sua qualidade se mostram muito importantes. Outro fator é a qualidade do ambiente dos animais, pois boas condições sanitárias influenciam na diminuição da propagação de patologias e na diminuição do estresse.

5.3.2. Refinement

O *refinement* (aprimoramento) diz respeito a métodos para minimizar as dores que os animais podem sentir. Minimizar ou aliviar o sofrimento dos animais contribui para uma melhor qualidade de vida e diminui possíveis alterações em pesquisas e resultados, beneficiando tanto os estudos quanto os animais.

A utilização correta de técnicas e do manuseio dos animais contribui para o refinamento. Portanto, protocolos sanitários e recomendações de dosagens de medicamentos devem ser seguidos para prevenir doenças. Além disso, realizar os cuidados pós-cirúrgicos e evitar o estresse nos animais são práticas essenciais.

5.3.3. Replacement

Replacement (alternativas) propõe que, sempre que possível, sejam realizados métodos que não façam uso de animais ou que permitam a substituição da espécie, de modo a diminuir o número de indivíduos utilizados.

Assim, quando possível, deve-se optar pela substituição de animais por órgãos ou tecidos isolados. Nesse sentido, técnicas *in-vitro* com cultura de tecidos ou células também são uma opção. Atualmente existe ainda a possibilidade de simulações de reações em computadores, o que evita o uso de animais.

6. Perspectivas

Atualmente o Atlas encontra-se em fase de produção, e os capítulos introdutórios e conteúdos básicos sobre anatomia e histologia estão completos. O capítulo sobre Sistema Tegumentar exemplifica como será a abordagem dos demais sistemas em trabalhos futuros. O capítulo do sistema muscular será produzido posteriormente, com ilustrações histológicas e anatômicas semelhantes às do capítulo já criado.

No que se refere à histologia, há a perspectiva de se produzir os materiais na Universidade de Brasília. Isso porque não foi possível fazê-lo durante o período do desenvolvimento do Atlas. Pretende-se que, a partir da posterior adição das imagens, será possível ao leitor comparar a teoria e os esquemas às imagens reais que são encontradas em laboratório.

A publicação do primeiro volume será em mídia digital, entretanto, caso haja demanda e a possibilidade, o Atlas pode ser impresso e publicado em mídia física. A publicação final do primeiro volume contendo os sistemas tegumentar, muscular e ósseo se dará posteriormente e será disponibilizada para o público. O seu uso inicial será controlado, de modo que serão realizadas análises e testes do produto a partir de sua disponibilização e utilização por diversos públicos. Por fim, pretende-se a elaboração de um estudo por meio de avaliações de leitores que possuam diferentes bagagens educacionais, permitindo-lhes sugerir melhorias e de adições que auxiliem para a compreensão de textos ou imagens.

6.1. Sistemas muscular e ósseo

Os capítulos relativos aos sistemas muscular e ósseo são extremamente relevantes, pois esses sistemas são essenciais para o funcionamento do organismo do animal — a vida é impensável sem eles. Tendo isso em vista, abordaremos o sistema muscular logo que possível, da mesma forma fizemos com o tegumentar (caso não haja *feedback* negativo a respeito), apresentando a anatomia, a histologia e as patologias mais comuns. O sistema ósseo será o último a integrar a parte concernente a locomoção e sustentação, por ser a estrutura mais interna. No Atlas Ilustrado do Camundongo que estamos produzindo, a preferência por apresentar dos

sistemas mais externos para o mais interno se deve à ordem em que os sistemas tornam-se visíveis para o pesquisador no processo de dissecação, simulando-o.

7. Conclusão

O camundongo ou rato doméstico (*Mus musculus*) é um animal utilizado em larga escala em pesquisas e testes laboratoriais. Para manejar corretamente esses animais e possibilitar-lhes uma boa qualidade de vida, é necessário que o profissional tenha consciência tanto dos procedimentos e quanto das necessidades dos animais (Andrade, Pinto e Oliveira 2002). Dependendo do conhecimento prévio do profissional ou estudante que for iniciar o trabalho com o *Mus musculus*, são necessários um estudo adicional sobre anatomia básica deste animal e a compreensão de alguns sistemas. O aprendizado deve ser feito antes do contato com o animal, pois, quando seu uso for necessário, deve se dar de forma consciente.

Pensando na transmissão do conhecimento para o público lusófono, está em produção o *Atlas Anatômico Ilustrado de Camundongo de Laboratório*, em que são apresentadas a anatomia, a histologia e as patologias mais comuns. O texto do livro foi escrito pensando no público de língua portuguesa, que não possui extenso material sobre o assunto e precisa recorrer a materiais estrangeiros em outras línguas. Sob essa perspectiva, quando o leitor não tem a mesma bagagem educacional e linguística que o transmissor da mensagem, podem ocorrer equívocos interpretativos ou o conteúdo pode não ser assimilado da forma que o autor pretendia (Lotman 2000). Para ajudar a reforçar a informação que queremos transmitir, fizemos uso de comunicação não verbal, por meio tanto de ilustração quanto de diagramas, o que possibilita que o leitor tenha mais de uma modalidade comunicativa em que basear a sua interpretação. Segundo estudo de comparação apresentado no artigo *Can student-generated illustrations be worth ten thousand words?* (Hall, Bailey e Tillman 1997), o grupo de alunos que recebeu ilustrações juntamente ao texto obteve melhores resultados em questões avaliativas do que o grupo que recebeu apenas texto. A diferença entre os resultados dos dois grupos pode ser consequência dos materiais aos quais cada grupo teve acesso, pois imagens e textos, quando utilizados em conjunto, possibilitam que a interpretação e a assimilação do conteúdo se deem por diferentes meios de entendimento, os quais utilizam diferentes partes da memória para fazer associações esquemáticas que facilitam a compreensão e podem ajudar no aprendizado (Paivio 1990).

Por ser um Atlas Ilustrado em vez de fotografado, a sua produção conseguiu economizar muitas vidas animais. Caso optássemos pela fotografia, deparar-nos-íamos com procedimentos que envolvem decisões éticas, pois vários animais seriam utilizados. Ainda que diversas fotografias fossem realizadas a partir de um mesmo animal, haveria a necessidade de mais animais para a produção de imagens para um Atlas fotográfico do que para a produção do mesmo número de imagens por meio da ilustração. Portanto, o Atlas Ilustrado se identifica bem com sua própria proposta de reafirmar e aplicar o conceito de ética dos 3R's (Russell e Burch 1959), uma vez que a redução foi feita de maneira consciente.

Conclui-se que o livro poderá ser muito vantajoso para inúmeras pessoas de diferentes países. A distribuição e publicação em formato digital disponibilizará o Atlas em rede para o acesso remoto e leitura sem fronteiras, ensejando a distribuição do conhecimento e o crescimento da comunidade acadêmica falante da língua portuguesa, principalmente ao incluir iniciantes que apresentam dificuldades para entender outras línguas.

8. Bibliografia

- Andrade, Antenor, Sergio C. Pinto e Rosilene S de Oliveira (2002). *Animais de laboratório: criação e experimentação*. FIOCRUZ. isbn: 8575410156.
- Calkins, Casey M, James P Franciosi e Gary L Kolesari (1999). “Human anatomical science and illustration: the origin of two inseparable disciplines”. Em: *Clinical Anatomy* 12.2, pp. 120–129.
- Charles, James P et al. (2016). “Musculoskeletal geometry, muscle architecture and functional specialisations of the mouse hindlimb”. Em: *PLoS One* 11.4, e0147669.
- Clark, Ruth C e Chopeta Lyons (2010). *Graphics for learning: Proven guidelines for planning, designing, and evaluating visuals in training materials*. John Wiley & Sons.
- D., Rod R. Seeley; et al. (2016). *Seeley’s Anatomy & Physiology*. McGraw-Hill Education. isbn: 9780077736224.
- Hall, Vernon C, Johanna Bailey e Christopher Tillman (1997). “Can student-generated illustrations be worth ten thousand words?” Em: *Journal of Educational Psychology* 89.4, p. 677.
- Hodges, Elaine RS (2003). *The guild handbook of scientific illustration*. John Wiley & Sons.
- Ivánov, V. V. et al. (1973). “Teses para uma Análise Semiótica da Cultura (Uma Aplicação aos Textos Eslavos)”. Em: *Escola de Semiótica: A Experiência de Tártu-Moscou para o Estudo da Cultura*. Ateliê Editorial.
- Iwasa, Janet H (2016). “The scientist as illustrator”. Em: *Trends in immunology* 37.4, pp. 247–250.
- Keller, Tanja e Sigmar-Olaf Tergan (2005). “Visualizing knowledge and information: An introduction”. Em: *Knowledge and information visualization*. Springer, pp. 1–23.
- König, Horst e Hans-georg Liebich (2016). *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*. Volume I. Artmed. isbn: 9788582712993.
- Lotman, Jurij Michajlovic (2000). *Universe of the mind: A semiotic theory of culture*. Indiana University Press.
- Netter, Frank Henry (2014). *Atlas of human anatomy*. Elsevier Health Sciences.
- Paivio, Allan (1990). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford University Press.

- Perkel, JM (2020). “The software that powers scientific illustration.” Em: *Nature* 582, pp. 137–138.
- Ruberte, Jesus, Ana Carretero e Marc Navarro (2017). *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*. Volume I. Academic Press. isbn: 9780128129722.
- Russell, William Moy Stratton e Rex Leonard Burch (1959). *The principles of humane experimental technique*. Methuen.
- Treuting, Piper, Suzanne Dintzis e Kathleen S. Montine (2017). *Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas*. 2nd Edition. Academic Press. isbn: 9780128029190.
- Vessal, Karim et al. (2014). “Using colors in anatomical figures: A novel method for medical education in Medieval Age”. Em: *Int. J. Cardiol.* 175.1, pp. 183–184.
- Veterinary Anatomists. International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature, World Association of e World Association of Veterinary Anatomists (1973). *Nomina Anatomica Veterinaria*: International Committee on Veterinary Anatomical Nomenclature.
- Yoshiki, Atsushi e Kazuo Moriwaki (2006). “Mouse phenome research: implications of genetic background”. Em: *ILAR journal* 47.2, pp. 94–102.

9. Apêndice

9.1. SymBioSE 2020

Simpósio internacional dos estudantes de biologia em 2020. Foi apresentado o trabalho por meio de apresentação oral: Laboratory Mouse Illustrated Anatomy Atlas: Anatomy, Histology and Pathology. Publicação presente na página 53.

9.2. CONFIA 2020

Congresso de design e ilustração realizado em Portugal em 2020. Foi apresentado o trabalho por meio de apresentação oral: Illustrated Anatomy Atlas of the Laboratory Mouse: Anatomy, Histology and Pathology. Publicação presente na página 481 - 489.

9.3. Simpósio de Biologia Animal 2020

Simpósio em Biologia animal da Universidade de Brasília em 2020. Foi apresentado o trabalho por meio de pôster: Atlas Ilustrado Camundongo de Laboratório: Anatomia, Histologia e Patologia. Publicação presente na página online do evento.

9.4. SymBioSE 2021

Simpósio internacional dos estudantes de biologia em 2021. O trabalho será apresentado em meio de apresentação oral: Laboratory Mouse Illustrated Anatomy Atlas: Basics of the Anatomy, Histology, Pathology and the Integumentary System. - Abstract aceito. Evento em Julho 27-31.

LABORATORY MOUSE ILLUSTRATED ANATOMY ATLAS: ANATOMY, HISTOLOGY AND PATHOLOGY

Gabriela Hirata e Silva (1), Marcos Antônio dos Santos Silva (2),
José Luiz Jivago de Paula Rôlo (2), Fernando Correia (1)

1- University of Aveiro, Department of Biology, Aveiro, Portugal;

2- University of Brasília, Institute of Biology, Brasília, Brazil

Keywords: Mus musculus, Dissection, Scientific Illustration, Infographic, Education

Scientific illustration is a fundamental tool to convey scientific information. It is used in anatomical atlases and reference books, even when high resolution photos could be used instead. Over the centuries, the study and representation of humans and animals improved in the anatomic field. This progress provided us with a broad set of reference images and the knowledge of how to communicate it to the readers. Modern illustration tools allow us to create pictures to illustrate concepts or results that otherwise would be very hard to explain, even using high resolution photos. Our work presents the laboratory mouse, moreover, in a different way from conventional. It begins from the outside to the inside, from bristles until inside the bones, presenting illustrations and histological images for each structure. Texts explain how the mouse organism works and its most common pathologies for each system. All the information is organized in an easy and mostly visual way to read that can reinforce the importance of the laboratory mouse. The number of subjects used on the production of the atlas was limited to the smallest amount necessary to do histological preparations and dissections, compromised with the 3 R's principles. For the illustrations, all the material was photographed and then stored, to be later used for consultation in the illustration process.

Illustrated Anatomy Atlas of the Laboratory Mouse: Anatomy, Histology and Pathology

Gabriela Hirata e Silva¹, Marcos Antônio dos Santos Silva², José
Luiz Jivago de Paula Rôlo³ and Fernando Correia⁴

gabrielahirata94@gmail.com

[Ilustração Científica / Scientific Illustration]



Abstract

Scientific illustration is a fundamental tool to convey scientific information. It is used in anatomical atlases and reference books, even when high-resolution photos could be used instead. Over the centuries, the study and representation of humans and animals improved in the anatomic field. This progress provided us with a broad set of reference images and the knowledge of how to communicate it to the readers. Modern illustration tools allow us to create pictures to illustrate concepts or results that otherwise would be very hard to explain, even using high-resolution photos. Our work presents the first of all Portuguese atlas of the laboratory mouse, moreover, in a different way from conventional. It begins from the outside to the inside, from bristles until inside the bones, presenting illustrations and histological images for each structure. Texts explain how the mouse organism works and its most common pathologies for each system. All the information is organized in an easy and mostly visual way to read that can reinforce the importance of the laboratory mouse. The number of subjects used on the production of the atlas was limited to the smallest amount necessary to do histological preparations and dissections, compromised with the 3 R's principles. For the illustrations, all the material was photographed and then stored, to be later used for consultation in the illustration process.

Keywords

Mus musculus, Dissection,
Scientific Illustration,
Infographic, Education.

1. Introdução

Muito do que sabemos de representações anatômicas e de qual a melhor forma de fazê-las se deve aos Atlas anatômicos humanos, que, desde os séculos quatorze e quinze, vêm sendo estudados e utilizados, porém eram pouco precisos, pois misturavam as ilustrações com arte [7]. Com a evolução dos estudos em anatomia e o desenvolvimento de novas técnicas artísticas, a produção e a reprodução em larga escala facilitaram a disseminação do conhecimento científico anatômico. Dois grandes revolucionários desse período foram: Leonardo da Vinci [3], com suas ilustrações anatômicas feitas por observações e estudos próprios, e Andreas Vesalius [8], quem produziu pranchas com dissecações humanas detalhadas em

1 & 4 Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, Aveiro, Portugal.

2 & 3 University of Brasília, Institute of Biology, Brasília, Brazil.

larga escala, porém tudo com um toque artístico e sem tanta precisão médica. Os estudiosos e ilustradores anatômicos, até certo período, tinham vários problemas que podiam interferir nas suas pesquisas, como a necessidade de eutanásias; a espera pela obtenção de um espécime que estivesse em condições adequadas; a baixa qualidade por falta de disponibilidade desses espécimes; ou a utilização de um modelo fixado em alguma solução que modifica ou altera os tecidos. Atualmente, temos os registros de séculos de estudos anatômicos ao nosso dispor, e, com o desenvolvimento das câmeras fotográficas, a documentação de uma necropsia pode servir de material para estudo e produção de conteúdo mais vezes do que era possível antigamente.

A utilização da fotografia é uma grande aliada para a produção da ilustração, quase essencial, pois permite documentar o estado em que o espécime se encontrava sem alterar suas características, diferentemente do que acontece no caso de conservação por meio de fixação em formol ou álcool. Entretanto as fotos, também, possuem aspectos negativos, como terem apenas um ponto focal e poderem causar distorção na imagem, a depender do ângulo e da luz em que foi capturada. O cuidado e a atenção são essenciais para possuir o material mais fidedigno possível, pois a utilização das fotografias corretas diminui a necessidade de dissecar um espécime todas as vezes em que uma dúvida anatômica surgir, a qual poderá, então, ser suprida na base de dados. Ainda assim, essa facilidade não permite a representação das estruturas internas por meio de transparência [2] ou de estruturas que não estão mais presentes nesse espécime, mas que deveriam estar, tanto por causa de deficiência quanto por mutação. Esse é o momento em que o ilustrador científico faz a junção do conhecimento e do estudo que já existem com o material que é fornecido para representar o que não é fotografável. A ilustração permite a manipulação e a criação do modelo ideal, o qual representa toda a informação que precisa ser transmitida, direcionada para o público alvo.

Investigadores, principalmente aqueles relacionados às áreas da saúde, recorrem a animais como modelos em suas experiências [13]. Como os testes em humanos são arriscados e existem vários dilemas éticos e morais sobre o assunto, os testes em animais são uma opção viável e segura. Inicialmente, os testes são feitos, sempre que possível, *in vitro* antes dos testes em formas de vida com sistemas nervosos mais simples; em seguida, se tudo correr bem, o comitê de ética pode autorizar os experimentos em outras formas animais. Os ratos e, principalmente, os camundongos são os preferidos, pois são de fácil e barata manutenção, têm grande parte da sua fisiologia e da sua anatomia similares às humanas e já possuem seu genoma mapeado, o que possibilita sua manipulação [6]. Atualmente, existem diferentes linhagens disponíveis que podem ou não apresentar mutações genéticas ou doenças congênitas, esse aspecto, apresentado por ratos e camundongos, facilita as pesquisas. O investigador deve conhecer o modelo com que trabalha, pois, ao selecionar a melhor linhagem e/ou espécie para realizar o estudo, esse otimiza a gestão das verbas, bem como o tempo necessário para o experimento.

2. Atlas Anatômico Ilustrado do Camundongo de Laboratório

O foco principal desse Atlas é contribuir para a ciência de forma didática, tanto para os especialistas quanto para os leigos, através da produção de um novo e original Atlas amplamente ilustrado, o qual apresenta extenso repertório e é constituído por ilustrações científicas e histologia dos camundongos utilizados em laboratório. A abordagem por meio da sistematização é feita pelo desdobramento de cada um dos principais sistemas que normalmente garantem o bom funcionamento do organismo, seguindo uma orientação de fora para dentro (em oposição ao padrão normalmente instituído [5]). Pretende-se, assim, fomentar ações de consultas e estudos de forma mais rápida e/ou direcionada. No Atlas, haverá, ainda, seções com sugestões para a realização de uma posterior pesquisa [6], nas quais o leitor terá acesso a indicações de onde encontrar conteúdos direcionados e mais aprofundados que podem proporcionar melhor contextualização ou compreensão.

O Atlas, enquanto produto comunicacional, poderá ser publicado tanto em suporte físico (livro impresso) quanto no formato de livro digital, passíveis de atualização e complementados paulatinamente. Esta estratégia permitirá que o projeto esteja em funcionamento e disponível a breve prazo, constituindo, no futuro, um instrumento interativo dinâmico. Consequentemente, o projeto poderá gerar mais interesse nos investigadores para explorar outros sistemas que não, necessariamente, os implicados na sua pesquisa, bem como, ainda, estimular todos os estudantes que se iniciem na via de investigação. Os animais utilizados serão camundongos da linhagem *Swiss* (apresentados desde o nascimento, juvenil, até a maturidade sexual).

Estes animais pertencem à Universidade de Brasília, e todo o trabalho correrá sob a supervisão científica do Doutor Médico Veterinário José Luiz Jivago de Paula Rôlo (Biotério do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, Brasília, Brasil), que acompanhará os processos de necropsia, estudo de patologias e imagens histológicas. Em cada sistema abordado, os trabalhos ilustrativos representarão aspectos da morfologia, da histologia e das patologias comuns mais significativas, protocolos em diagramas ou esquemas. Em resumo, as ilustrações apresentarão as estruturas anatômicas necessárias para que o leitor tenha uma compreensão mais fácil e proveitosa do conteúdo abordado.

3. Produção do Atlas

A produção imagética com maior rigor e correção científica pressupõe práticas e protocolos de dissecação de animais de laboratório, nomeadamente camundongos da linhagem *Swiss* e de outras [10]. Serão tiradas boas fotografias, que servirão como referências visuais tanto da anatomia externa quanto da interna, sempre que possível, o ilustrador acompanhará as necropsias ou os tratamentos para produção de desenhos de observação. Todas as práticas laboratoriais serão feitas de forma organizada e previamente planejadas, o animal eutanasiado será dissecado imediatamente após a parada cardiorrespiratória, causada por inalação de dióxido de carbono, caso seja considerado apto para necropsia [11], pois o tecido,

alguns minutos após a morte, já sofre alterações. Existe a possibilidade de usar mais de uma técnica para necropsia, sempre adaptada para a melhor visualização do sistema a ser representado. Todo o processo será documentado, visando ao melhor aproveitamento do material e à representação mais fidedigna das estruturas. Após a utilização, o restante do espécime será conservado congelado - como medida para minimizar a decomposição -, com o intuito de ser reutilizado e de rentabilizarem-se as informações disponíveis com um único organismo. Em suma, serão feitas dissecações para visualização de órgãos e preparações histológicas dos tecidos, que serão fotografados e ilustrados.

3.1. Introdução ao Atlas

Nesse primeiro capítulo, serão apresentadas a origem da espécie e suas subespécies mais relevantes para a pesquisa com camundongos. Desse modo, versar-se-á acerca da interação entre humanos e *Mus musculus*, a qual é muito antiga; a exemplo, existem registros de 3 milênios atrás de sobre a criação desses camundongos como animais de estimação, o que comprova, também, a fácil domesticação pelos humanos [1]. Foram vários os fatores que levaram à escolha dos camundongos para uso em pesquisa, como seu tamanho reduzido e sua alimentação variada - os quais facilitam manutenção e criação - e o fato de eles possuírem estruturas e fisiologia similares às dos humanos - o que facilita as pesquisas. Além disso, os testes e sequenciamentos genéticos que foram realizados apresentaram um genoma muito similar ao humano. Ademais, há linhagens no mercado com o genoma completamente sequenciado e com características que facilitam certos tipos de pesquisa, pois possuem mutações que podem vir a ativar ou inibir determinado gene ou patologia.

A introdução, além de aprofundar mais sobre os temas citados anteriormente, mostrará conceitos e nomenclaturas básicas utilizadas na pesquisa da anatomia. É importante que essas informações estejam disponíveis de forma simples e de fácil entendimento para eventuais consultas, pois serão utilizadas no decorrer do livro. Ainda sob essa ótica, a partir de várias referências de ilustrações didáticas em livros anatômicos, concluímos que as ilustrações devem ser simples, porém completas quanto às informações que pretendem transmitir. Posto isso, a abordagem escolhida para o melhor aproveitamento da imagem foi utilizar o software de edição de imagens Adobe Photoshop® para, assim, ser possível representar os planos e segmentos do corpo a partir de suas diferentes partes e nomenclaturas. Os estudos preliminares e os esboços das ilustrações serão selecionados por meio de comparações a outros materiais didáticos [12], sempre com o intuito de ter-se um material objetivo e sucinto, mantendo a ilustração o mais simplificada possível. Ilustrações muito detalhadas ou fotografias anatômicas sem edição dificultam o entendimento rápido e preciso, o que pode tornar a leitura cansativa e, muitas vezes, confusa. Um exemplo recorrente é a representação dos planos de corte que, frequentemente, apresentam excesso de informação e sobrecarregam o leitor, sem conseguir, efetivamente, transmitir de forma rápida e clara o que foi visado. Em contrapartida,

ilustrações em forma de esquema e simplificadas auxiliam na compreensão de maneira eficiente, pois podem ser analisadas sem distrações, já que focam apenas no essencial.

O Atlas também possuirá tabelas, que são uma fonte de consulta rápida, para facilitar o entendimento e a memorização tanto quanto uma ilustração. As informações disponibilizadas nas tabelas dependerão do sistema em que se encontram, e poderão ser desde tabelas para consulta de membros anatômicos até protocolos básicos que auxiliem, por exemplo, no acompanhamento do desenvolvimento dos filhotes.

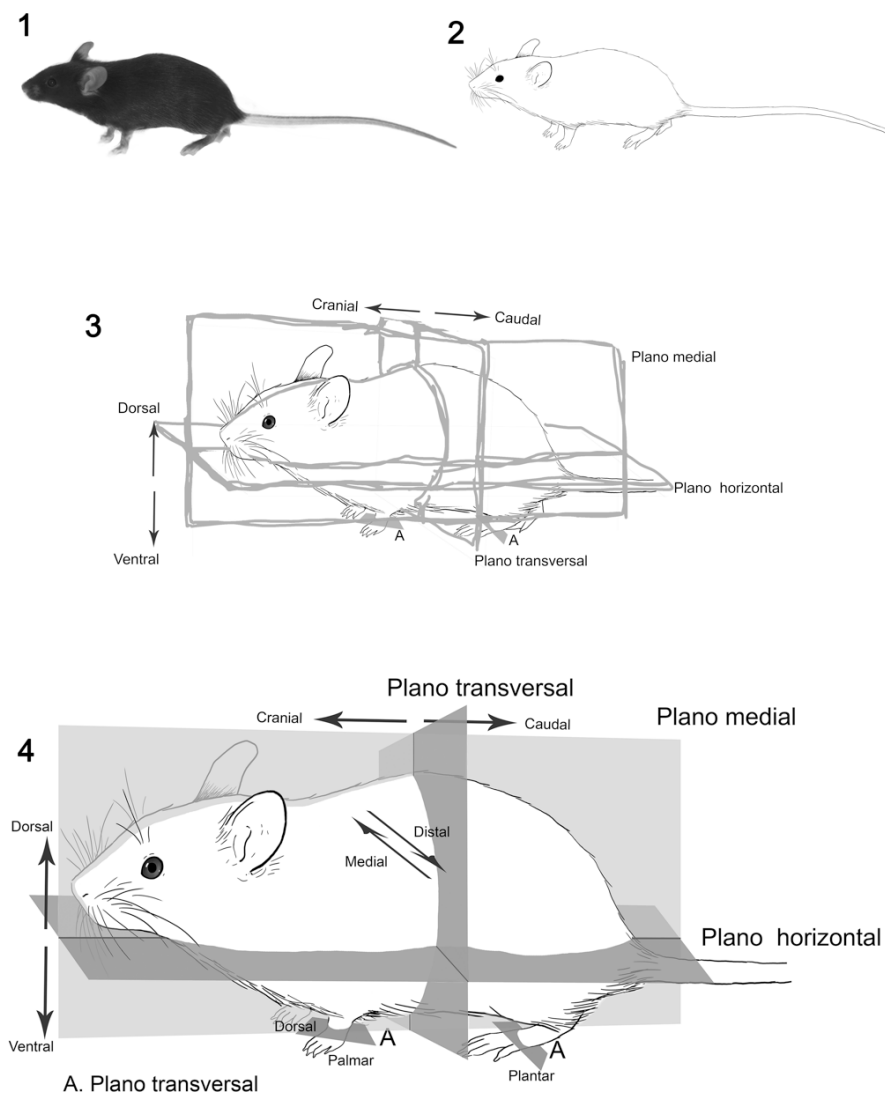


Fig. 1. A imagem que apresenta os planos e outras nomenclaturas anatômicas (4) foi feita em quatro etapas principais, nas quais a imagem de referência (1) serviu de base para a ilustração do camundongo (2). Estudos de disposição dos planos e nomenclatura foram feitos. Foram necessárias a alteração nos ângulos dos planos, no local dos nomes e mudanças na anatomia do camundongo (3) para a realização da arte final (4). A imagem foi planejada com o intuito de possuir todas as informações essenciais, ser de fácil entendimento e memorização, pois esses nomes serão utilizados como referência no Atlas.

3.2. Capítulos de Auxílio

Os capítulos seguintes à introdução abordarão temas de importância tanto para os que têm contato com os camundongos no biotério quanto para aqueles que os manipulam em laboratório. Dessa forma, serão abordados, em suma, o manejo e controle genético de uma população [11], seus tipos de cruzamento possíveis, como é utilizada a nomenclatura e o quanto importante isso é na hora da identificação [10], e onde é possível encontrar

Tabela 1. Classificação do camundongo de laboratório.

Taxonomia	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Classe	Mammalia
Ordem	Rodentia
Família	Muridae
Subfamília	Murinae
Gênero	<i>Mus</i>
Espécie	<i>Mus musculus</i>

Tabela 2. Informações de partes anatômicas dos camundongos, indivíduos femininos e masculinos.

o restante das informações necessárias para a escolha de uma linhagem que melhor se adequa à pesquisa pretendida. Para o uso e manejo dos camundongos, precisamos entender e acompanhar o desenvolvimento da colônia se estivermos lidando com uma pesquisa de comportamento, reprodução ou manejo genético [10]. Um dos procedimentos necessários é o acompanhamento dos neonatos até a juventude. Serão feitas tabelas modelos para auxílio ou servirem como exemplo para a criação de tabelas próprias. Planilhas com controle de peso e acompanhamento de características gerais dos animais também são importantes, e esse tema será abordado no decorrer do texto. Em caso de estudos que envolvam repro-

<i>Mus musculus</i>		
Características	Fêmea	Macho
Número de cromossomos (2n)	40	
Maturidade sexual	6-8 semanas	5-6 semanas
Média de peso adulto*	18-35g	20-40g
Expectativa média de vida	1-3 anos	
Número de crias*	2-11 indivíduos	-
Tempo de gestação	18,5-21 dias	-
Membros	4	
Digitos com unhas	5 em cada membro	
Idade ótima para reprodução	7-8 meses	
Número de ovulos*	6-16 ovulos	-
Clitóris	Presente	-
Pênis	-	Presente
Glândula bulbouretral	-	Presente
Próstata	-	6 Lobulos
Glândula coagulatória	-	Presente
Vesícula seminal	-	Presente
Glândula prepucial	-	Presente
Glandula clitorica	Presente	-
Útero	Bicornado	-
Glândulas mamárias e mamilos	10 (5 pares)	-
Ciclo reprodutivo	4 dias	-
Espermatogênese	-	35 dias
Fórmula vertebral	C7 T13 L6 S4 Cd28	
Tegumento	Predomina pele com pelo	
Glândulas sudoríparas	Presente apenas nas patas	
Vibrissas	Presente	
Glândula lacrimal exorbital	Presente	
Lóbulos pulmonares	4 direita, 1 esquerda	
Lóbulos do fígado	4 (direita, esquerda, medial, caudal)	
Pâncreas	Relativamente difuso no mesentério, sem distinção lobular	

*Dependente da linhagem

dução, o acompanhamento do ciclo reprodutivo das fêmeas e os períodos de reprodução devem ser documentados, uma vez que são muito rápidos e, dependendo do experimento, as fêmeas precisam ser fecundadas em uma janela de tempo muito precisa, que dura apenas algumas horas.

3.3. Capítulo Sistema Muscular

O capítulo do Sistema Muscular está sendo elaborado antes do tegumentar por funções de logística, entretanto, não será alterada a ordem no Atlas. Nele, explicaremos os tipos de fibras musculares que são possíveis de serem encontradas no organismo, como esse sistema pode interagir com os outros e comentaremos sobre os tendões e sua função no sistema muscular. A parte celular de como um músculo é formado também estará presente, entretanto não será tão extensa quanto as partes de vascularização sanguínea dos músculos e de classificações musculares (extensores, flexores, adutores, abdutores, rotatores) [5].

A elaboração desse módulo começou com o membro posterior esquerdo do camundongo da linhagem Swiss. A dissecação foi feita pelo Doutor Médico Veterinário José Luiz Jivago de Paula Rôlo e fotografada para a posterior produção das ilustrações. Foram fotografados vários ângulos do mesmo membro e em diversas posições, viabilizando a reali-

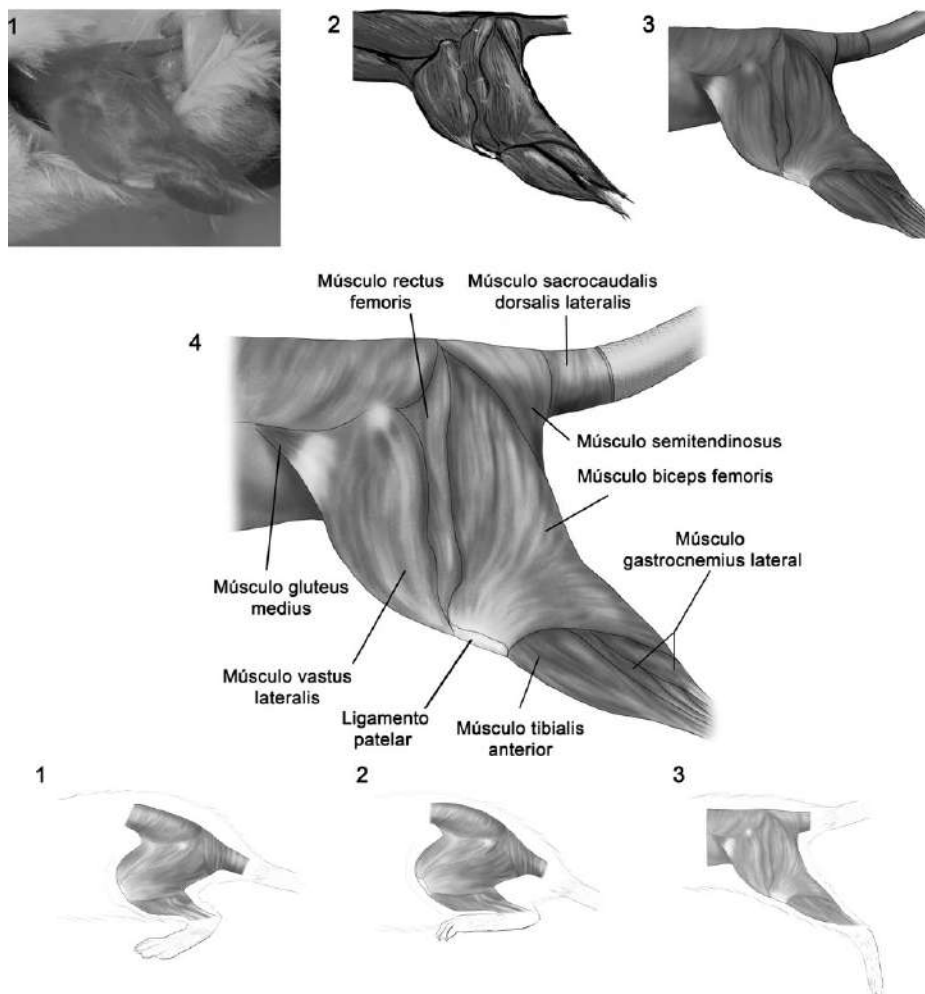


Fig. 2. Ilustração de membro posterior esquerdo de camundongo em distensão total simulando pulo. Os músculos principais estão identificados na imagem finalizada (4). O processo de estudo e criação foi feito com base na fotografia (1), que pôde estudos de anatomia (2, 3) sem ser necessária a presença do espécime.

Fig. 3. Musculatura do membro posterior esquerdo, mostrando os músculos em posição de descanso (1) e contração (2 e 3).

zação de ilustrações do membro em diferentes momentos do movimento. Assim, foram registradas poses em estado de contração total, distensão total e no estado em que normalmente se encontram os músculos quando o animal está em pé. Essa grande variação de poses, todas apresentadas tanto pela parte ventral quanto pela dorsal [5,9], oferecem maior percepção ao leitor acerca do comportamento dos músculos quando o movimento acontece, o que não é muito comum de ser retratado em Atlas.

4. Conclusão

Conclui-se, assim, que é possível encontrar no mercado alguns Atlas anatômicos de camundongos e ratos [5,4], porém a grande maioria é extensa, hermética e, muitas vezes, exige do leitor um conhecimento aprofundado para que haja compreensão e proveito. Por outro lado, muitos dos atlas disponíveis estão em inglês ou são traduzidos de forma deficiente (na retroversão do idioma, na apresentação dos conteúdos, no design compositivo, legendagem, etc.). Observou-se que, ainda, não existe no mercado um Atlas formulado, originalmente, em língua portuguesa e adaptado às realidades do mundo lusófono. Esta lacuna pedagógica dificulta o estudo e/ou o design experimental a serem feitos pelos alunos que ingressam na área de pesquisa e, muitas vezes, pode contribuir para a desmotivação desses.

Esse Atlas será produzido com material autoral, as ilustrações, fotografias e histologias feitas serão tanto para pesquisa quanto para uso didático. O início do Atlas terá a introdução aos princípios básicos e à história dos camundongos de laboratório, os capítulos seguintes servirão de guia para o manejo e reprodução; após esses temas serem apresentados e esclarecidos, os sistemas serão abordados. Cada capítulo abordará um sistema, do qual serão descritas a anatomia, a histologia, a fisiologia básica (para um contexto geral) e as patologias. A parte anatômica de cada capítulo será o foco principal, em que serão mostradas as estruturas mais importantes e, posteriormente, histologias para auxílio. Finalmente, as patologias apresentadas serão as mais comuns de recorrência em biotérios e criadouros. Assim, percebe-se que o conteúdo do Atlas e sua disposição foram pensados a fim de que esse seja de grande auxílio tanto para o pesquisador iniciante quanto para o experiente, tendo em vista que as informações fornecidas, muitas vezes, não são encontradas com facilidade. Logo, poderão ser evitadas, pelo projeto apresentado, a fadiga de pesquisas delongadas e a desmotivação por elas suscitada.

Referências

1. Hedrich, H.: The laboratory mouse. Academic press (2004).
2. Hodges, E.R.S.: Scientific Illustration: A Working Relationship between the Scientist and Artist. *BioScience*, 39(2), 104–111. (1989).
3. Iwasa, J. H.: The Scientist as Illustrator. *Trends in Immunology*, 37(4), 247–250. (2016).
4. König, H.E., Liebich, H. Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido, volume I e II. 6. ed. Porto Alegre: Artmed (2016).
5. Ruberte, J., Carretero, A., Navarro, M.: Morphological mouse phenotyping. Academic

Press (2017).

6. Treuting, P., Dintzis, S., Montine, K.S.: Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas. Second edition. Academic Press (2017).

7. Whillis, J.: Anatomical Illustration. *Journal of Audiovisual Media in Medicine*, 24(2), 54-59. (2001).

8. Simon, W., deC. M. Saunders, J. B., & O'Malley, C. D.: The Illustrations from the Works of Andreas Vesalius of Brussels. *The William and Mary Quarterly*, 7(4), 637. (1950)

9. Charles, J. P., Cappellari, O., Spence, A. J., Hutchinson, J. R., & Wells, D. J.: Musculoskeletal geometry, muscle architecture and functional specialisations of the mouse hindlimb. *PLoS ONE*, 11(4), 1–21. (2016).

10. Flurkey, K.: Jackson Laboratory. *The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice*. Sixth Edition. The Jackson Laboratory, Bar Harbor (2009)

11. Andrade, A., Pinto, S. C., & Oliveira, R. S. de.: Animais de Laboratório: criação e experimentação. In *Animais de Laboratório: criação e experimentação*. Fiocruz. (2002)

12. Sibylle, M.: Biologist ' s Toolbox Scientific illustration : a working relationship between the scientist and artist. *BioScience*, Vol. 39, No. 2 pp. 104-111. (1989).

13. Wang, G., He, Y., Jin, X., Zhou, Y., Chen, X., Zhao, J., Chen, W.: The effect of co-infection of food-borne pathogenic bacteria on the progression of campylobacter jejuni Infection in mice. *Frontiers in Microbiology*, vol. 9, issue Aug, Published by Frontiers Media S.A. (2018).



ATLAS ILUSTRADO CAMUNDONGOS DE LABORATÓRIO: ANATOMIA, HISTOLOGIA E PATOLOGIA

Gabriela Hirata e Silva¹, Marcos Antônio dos Santos Silva², José Luiz Jivago de Paula Rôlo² and Fernando Correia¹

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, Aveiro, Portugal

² Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Brasília, Brasil

A ilustração científica é uma forma didática e dinâmica para disseminação do conhecimento, e se apresenta em diversas subcategorias, nas quais técnicas e materiais empregados servem para a mais clara exibição do que se pretende representar. Assim sendo, a ilustração científica é frequentemente utilizada como recurso gráfico em livros anatômicos para demonstrações morfológicas. Ao longo dos séculos, as técnicas gráficas de representação humana e animal foram aperfeiçoadas, e esse progresso proporcionou uma literatura rica e extensa, sofisticando-se cada vez mais a transmissão visual do conteúdo. Técnicas modernas facilitam a produção de ilustrações, o que reduz o tempo gasto na execução e dá maior liberdade ao profissional para empregar a técnica artística mais apropriada. Fotografias podem auxiliar na comunicação visual de conteúdo em publicações didáticas, mas a ilustração científica pode ser mais eficaz para transmitir a informação pretendida, enquanto imagens fotográficas podem encontrar limitações - possuem apenas um ponto focal, por exemplo. Nesse aspecto, as ilustrações são mais versáteis e podem compor uma gama maior de representações. O atlas ilustrado de camundongos de laboratório será dividido em capítulos que abordarão sistemas anatômicos, sendo aplicado o princípio da anatomia sistêmica. Ao longo desse novo atlas, os objetos de estudo serão apresentados de forma inovadora, distinta da que é usual em outros atlas preexistentes: a exposição gráfica dos sistemas dos camundongos partirá do sistema exterior para os internos. Iniciando-se os estudos pelas camadas superficiais da pele rumo às estruturas internas, serão apresentados pontos essenciais para o entendimento anatômico microscópico e macroscópico dos camundongos de laboratório através de ilustrações e fotografias histológicas. Patologias vistas com maior frequência em biotérios e laboratórios serão apresentadas de forma informativa em conjunto com as informações de cada sistema, sendo esse um diferencial em relação a outros atlas, nos quais as patologias típicas costumam ser apresentadas em capítulos específicos ou se quer são mencionadas.



Nos capítulos introdutórios deste atlas, será utilizada a nomenclatura para identificação de linhagens atualmente disponíveis no mercado e seu histórico. A dissecação dos camundongos que servirão de referência para a produção das ilustrações será planejada para que se restrinja o abate de cobaias à quantidade mínima necessária; além disso, um veterinário acompanhará o manuseio de cada exemplar. O processo de estudo em cada animal será fotografado passo a passo para eventuais consultas posteriores de anatomia, com foco na produção fidedigna do material gráfico. Estudos iniciais definirão qual a melhor abordagem para o desenho; definido isto, as ilustrações serão executadas no software Adobe Photoshop®. O objetivo desse atlas é dar suporte a pesquisadores e estudantes no manuseio mais eficaz de espécimes nas práticas de pesquisa, provendo informação relacionada a espécie. O idioma escolhido para a redação dos textos é o idioma português, porquanto a bibliografia lusófona sobre o assunto é escassa, e a tradução de textos de atlas já existentes redigidos em outros idiomas pode resultar em má interpretação de informações relevantes pelo utilizador.

Palavras-chave: Mus musculus, Morfologia, Ilustração científica, Infográficos, Educação.

Atlas ilustrado de camundongos de laboratório: anatomia, histologia e patologia

Gabriela Hirata e Silva¹, Marcos Antônio dos Santos Silva-Ferraz², José Luiz Jivago de Paula Rôlo² e Fernando J. S. Correia¹

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, Aveiro, Portugal. ² Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Brasília, Brasil



INTRODUÇÃO

A ilustração científica é uma forma didática e dinâmica para disseminação do conhecimento e se apresenta em diversas subcategorias, nas quais técnicas e materiais empregados servem para a mais clara exibição do que se pretende representar e comunicar. Assim sendo, a ilustração científica é frequentemente utilizada como recurso gráfico em livros anatómicos para demonstrações morfológicas. Ao longo dos séculos, as técnicas gráficas de representação humana e animal foram aperfeiçoadas e esse progresso proporcionou uma literatura rica e extensa, sofisticando-se cada vez mais a transmissão visual do conhecimento científico. Técnicas modernas facilitam não só a disseminação, mas também a produção de ilustrações, o que reduz o tempo gasto na execução e dá maior liberdade ao profissional para empregar a técnica artística mais apropriada. Fotografias podem auxiliar na comunicação visual de conteúdos científicos em publicações didáticas, mas a ilustração científica pode ser mais eficaz para transmitir a informação pretendida (as imagens fotográficas enfrentam limitações, como não serem seletivas e sempre holísticas, etc.). Nesse aspecto, as ilustrações são mais versáteis e podem compor uma gama maior de representações.

OBJETIVOS

O foco principal desse Atlas é contribuir para a ciência de forma didática, tanto para os especialistas quanto para os leigos, através da produção de um novo e original Atlas amplamente ilustrado, o qual apresenta extenso repertório e é constituído por ilustrações científicas e histologia dos camundongos utilizados em laboratório. A abordagem por meio da sistematização é feita pelo desdobramento de cada um dos principais sistemas que normalmente garantem o bom funcionamento do organismo, seguindo uma orientação de fora para dentro (em oposição ao padrão normalmente instituído). Pretende-se, assim, fomentar ações de consultas e estudos de forma mais rápida e/ou direcionada. No Atlas, haverá, ainda, seções com sugestões para a realização de uma posterior pesquisa, nas quais o leitor terá acesso a indicações de onde encontrar conteúdos direcionados e mais aprofundados que podem proporcionar melhor contextualização ou compreensão.

METODOLOGIA

Nos capítulos introdutórios deste atlas será utilizada a nomenclatura para identificação de linhagens atualmente disponíveis no mercado e seu histórico. A dissecação dos camundongos que serviram de referência para a produção das ilustrações será planejada para que se restrinja o abate de cobaias à quantidade mínima necessária; além disso, um veterinário acompanhará o manuseio de cada animal será fotografado passo a passo para eventuais consultas posteriores de anatomia, com foco na produção fidedigna do material gráfico. Estudos iniciais definirão qual a melhor abordagem para o desenho; definido isto, as ilustrações finais serão executadas no software Adobe Photoshop®.

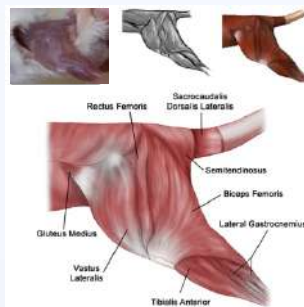


Figura 1. Representação de como as imagens do Atlas são produzidas.

RESULTADOS

Os estudos preliminares e os esboços das ilustrações serão selecionados por meio de comparações a outros materiais didáticos, sempre com o intuito de ter-se um material objetivo e sucinto, mantendo a ilustração o mais simplificada possível. Ilustrações muito detalhadas ou fotografias anatómicas sem edição dificultam o entendimento rápido e preciso, o que pode tornar a leitura cansativa e, muitas vezes, confusa. Um exemplo recorrente é a representação dos planos de corte que, frequentemente, apresentam excesso

de informação e sobrecarregam o leitor, sem conseguir, efetivamente, transmitir de forma rápida e clara o que foi visado. Em contrapartida, ilustrações em forma de esquema e simplificadas auxiliam na compreensão de maneira eficiente, pois podem ser analisadas sem distrações, já que focam apenas no essencial.

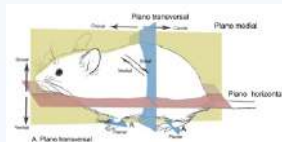


Figura 2. Apresenta os planos e nomenclaturas anatómicas.

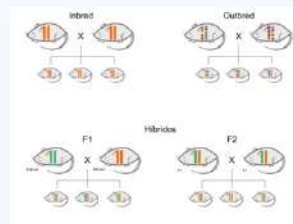


Figura 3. Diferentes tipos de materiais genéticos encontrados em linhagens comerciais.

O Atlas também possuirá tabelas, que são uma fonte de consulta rápida, para facilitar o entendimento e a memorização tanto quanto uma ilustração. As informações disponibilizadas nas tabelas dependerão do sistema em que se encontram, e poderão ser desde tabelas para consulta de membros anatómicos até esquemas de identificação de nomenclatura de linhagem, por exemplo, na figura 4.



Figura 4. Esquema de identificação de nomenclatura de camundongos de laboratório.

CONCLUSÃO

Conclui-se, assim, que é possível encontrar no mercado alguns Atlas anatómicos de camundongos e ratos, porém a grande maioria é extensa, hermética e, muitas vezes, exige do leitor um conhecimento aprofundado para que haja compreensão e proveito.

O idioma escolhido para a redação dos textos é o português, porquanto a bibliografia lusófona sobre o assunto é escassa e a tradução de textos de atlas já existentes redigidos em outros idiomas pode resultar em má interpretação de informações relevantes pelo utilizador.

Cada capítulo abordará um sistema, do qual serão descritas a anatomia, a histologia, a fisiologia básica (para um contexto geral) e as patologias. A parte anatómica de cada capítulo será o foco principal, em que serão mostradas as estruturas mais importantes e, posteriormente, histologias para auxílio. Finalmente, as patologias apresentadas serão as mais comuns de ocorrência em biotérios e criadouros. Assim, percebe-se que o conteúdo do Atlas e sua disposição foram pensados a fim de que esse seja de grande auxílio tanto para o pesquisador iniciante quanto para o experiente, tendo em vista que as informações fornecidas, muitas vezes, não são encontradas com facilidade.

REFERÊNCIAS

- Charles, J. P., Cappellari, O., Spence, A. J., Hutchinson, J. R., & Wells, D. J.: Musculoskeletal geometry, muscle architecture and functional specialisations of the mouse hindlimb. *PLoS ONE*, 11(4), 1-21. (2016).
- Flurkey, K.: Jackson Laboratory. The Jackson Laboratory Handbook on Genetically Standardized Mice. Sixth Edition. The Jackson Laboratory, Bar Harbor (2009)
- Hedrich, H.: The laboratory mouse. Academic press (2004).
- Hodges, E.R.S.: Scientific Illustration: A Working Relationship between the Scientist and Artist. *BioScience*, 39(2), 104-111. (1989).
- Ruberte, J., Carretero, A., Navarro, M.: Morphological mouse phenotyping. Academic Press (2017).
- Sibylle, M.: Biologist's Toolbox Scientific illustration: a working relationship between the scientist and artist. *BioScience*, Vol. 39, No. 2 pp. 104-111. (1989).
- Treuting, P., Dintzis, S., Montine, K.S.: Comparative anatomy and histology A mouse, rat and human atlas. Second edition. Academic Press (2017).

Laboratory Mouse Illustrated Anatomy Atlas: Basics of the Anatomy, Histology, Pathology and the Integumentary System

Gabriela Hirata e Silva¹, José Luiz Jivago de Paula Rôlo², Marcos Antônio dos Santos Silva-Ferraz² and Amadeu Soares¹

¹ University of Aveiro, Department of Biology, Aveiro, Portugal

² University of Brasília, Institute of Biology, Brasília, Brazil
gabrielahirata94@gmail.com

Abstract. Anatomical illustration has been a very useful tool to transmit information associated with texts. From centuries the refinement of this field has been studied and performed to provide for the reader the correct information. The set of references that are available currently, in form of photographs, illustrations and texts allow the researchers a great resource of material. Many times, this information is diffused in a diversity of books and publications, depending on the reader, this can be a demotivational during study. For this purpose, the atlas presents in one place, information about one of the most used laboratory animals, the *Mus musculus*. This is an unconventional book, because instead of normal use of photos to represent the laboratory mouse, the book is illustrated. Using modern software for illustration, allow us to create images that would be very difficult or expensive to create if using photo or traditional illustration media. This benefit reduced the time and animal use, one of the objectives that apply to the 3 R's principles. Images and diagrams produced associated with texts present the basics and information that make the mice different from others. It is all organized in a simple and sectioned way, reinforcing the importance of proper treatment of the animals. Basic histologic process and anatomical nomenclatures are presented for contextualization, the history of the mice is also present for the curious minds. How to identify lineages and the background development is shown. Integumentary system is the first chapter of the locomotory part. Presenting histological sections of skin tissue, mammary glands and other anatomic features, is possible to notice the differences and singularities. All the atlas is going to be produced first in Portuguese language, this is going to suppress a lack of material for this public. Students and professional tend to find material in other languages, this could be a barrier for education. If the book is successful in the original language, posterior translations for other languages can be done.

Keywords: *Mus musculus*, Anatomy, Scientific Illustration, Atlas, Infographic, Education.