

# ATLAS ILUSTRADO DO CAMUNDONGO DE LABORATÓRIO: MATERIAL LUSÓFONO SOBRE ANATOMIA, HISTOLOGIA E PATOLOGIA

---

## **GABRIELA HIRATA E SILVA**

Mestranda do Curso de Biologia Aplicada da Universidade de Aveiro - Portugal, gabrielahirata94@gmail.com;

## **MARCOS ANTÔNIO SILVA-FERRAZ**

Professor, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília - DF, marcosantonio@unb.br.

## RESUMO

Animais de laboratório estão presentes em grandes estudos e pesquisas em que é necessária a comprovação de eficácia de algum medicamento ou procedimento, tanto em larga quanto em pequena escala. Entretanto muitos pesquisadores que manipulam esses animais não possuem conhecimento anatômico sobre eles, por não haver abordagem prévia em sua formação. Este atlas tem como objetivo principal a facilitação da transmissão do conhecimento básico anatômico para profissionais ou estudantes que estão começando a utilizar *Mus musculus* (camundongo) ou animais semelhantes em estudos, além de ser recomendado para profissionais que já trabalham com o animal. O atlas será ilustrado, o que diminui o número de animais necessários para a produção de imagens e facilita a demonstração de esquemas e diagramas. Haverá representações anatômicas e patológicas dos sistemas, as quais abordarão as estruturas mais importantes para o funcionamento do animal, suas características únicas e possíveis doenças, as imagens histológicas estão em processo de realização. O livro está em português, o que é extremamente difícil de encontrar atualmente, visto que comumente estão disponíveis exemplares ou em línguas estrangeiras ou com traduções que distorcem o sentido original pretendido pelo autor. No momento, o livro está em desenvolvimento e apresentará, quando finalizado, anatomia dos sistemas, histologia e patologia, o que não é encontrado em atlas anatômicos de camundongos. A união dessas três informações disponibilizará ao leitor um panorama mais completo para lidar com este animal de laboratório tão utilizado para pesquisa e cuja anatomia pouco é ensinada em cursos normais de graduação.

**Palavras-chave:** Ilustração científica, Educação, Roedores, Animais de Laboratório.

## INTRODUÇÃO

A utilização de animais em pesquisas possibilitou que algumas espécies fossem apresentadas como modelo biológico e que ocorresse um controle maior em questão de seleção de espécie e seleção de linhagem. Para a legitimação de experimentos, é necessário que sua reprodução seja possível quando aplicadas as mesmas circunstâncias. Para experimentos que utilizam animais vivos, também existe essa necessidade de reprodutibilidade, de modo a criar uma demanda por animais que sejam possíveis de encontrar sem muita variação genética.

Assim, a seleção dos animais de laboratório é feita a partir da demanda que existe em questão de pesquisa. Laboratórios que necessitam de controle genético mais rigoroso requerem animais que tenham seu material genético, de preferência, mapeado. Atualmente existem várias linhagens de animais de diferentes espécies que possuem seu genoma mapeado e estão disponíveis para laboratórios. Para pesquisadores que utilizam mamíferos, o *Mus musculus*, também conhecido como camundongo ou rato-doméstico, é uma das opções mais viáveis de se manter em laboratório. Em comparação com outros mamíferos, os camundongos possuem baixo custo de manutenção, fácil manipulação, curto tempo necessário para reprodução e atingem a maturidade mais rapidamente. Outro fator que é bastante apreciado nos camundongo é sua grande similaridade anatômica e fisiológica com os humanos, com os quais compartilham 95% do seu DNA codificante (Flurkey, 2009, p. 3).

Mesmo que o camundongo seja um dos principais animais utilizados para pesquisa hoje em dia, pouco existe de material didático para auxiliar na introdução de alunos ou profissionais que nunca tiveram contato com essa espécie. Grande parte da literatura que é encontrada atualmente é estrangeira, como as obras *Morphological Mouse Phenotyping: Anatomy, Histology and Imaging*, de Ruberte (2017), e *Comparative anatomy and histology: A mouse, rat and human atlas*, de Treuting (2017). Essa ausência de material original em língua portuguesa pode dificultar o processo inicial de aprendizagem. Dessa forma, pensando em se obter maior acessibilidade a esse tipo de material, foi proposta a produção do Atlas Anatômico Ilustrado do Camundongo de Laboratório, no qual serão apresentados, por sistemas, os principais pontos base de conhecimento em conjunto com a histologia

de tecidos saudáveis, além de algumas patologias comuns em biotérios e laboratórios.

A abordagem escolhida para apresentar as imagens foi a de ilustrações anatômicas, pois as fotografias podem confundir iniciantes e os tecidos podem parecer muito similares. Por meio da ilustração, é possível a sinalização e o destaque de estruturas importantes, o que facilita a compreensão do que está abordado no texto, pois a informação é reforçada. A possibilidade de criação de imagens simplificadas que são anatomicamente corretas e que facilitam a leitura visual é um ponto positivo que a fotografia muitas vezes não consegue obter. Alguns atlas anatômicos amplamente utilizados também optam por usar ilustrações em conjunto com textos para auxiliar na didática, como *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*, de König (2016) e *Seeley's Anatomy & Physiology*, de Seeley (2016).

O atlas proposto se diferencia dos livros que atualmente se encontram no mercado principalmente pela língua. Sui generis, o atlas ilustrado será produzido com textos escritos em português, visto que seu público-alvo é lusófono. Nesse sentido, o texto em língua portuguesa se adequa à realidade do leitor quando no emprego tanto de nomenclaturas usuais quanto de terminologias técnicas mais comuns as quais leitores de outras línguas não utilizam.

A combinação de imagem e texto é um artifício comumente utilizado em atlas anatômicos, pois reforça o conteúdo ao fazer uso de linguagens diferentes para transmitir a mensagem. Em outras palavras, a transmissão da mensagem por meio de dois códigos diferentes (textual e não-textual) ressalta a informação, permitindo ao receptor obter a mensagem mais clara, de uma maneira mais próxima ao que o emissor pretendia (Lotman, 2000).

O atlas ilustrado de camundongo proposto pretende ser mais acessível a alunos iniciantes de laboratórios que utilizem camundongos em pesquisas ou a pesquisadores que não possuem formação prévia em anatomia de mamíferos de pequeno porte ou animais de laboratório, impactando positivamente esse público. Quando profissionais estão preparados, sabem manejar bem o material, entendem a anatomia dos animais com que trabalham e buscam a ética profissional, aplicam-na por meio de: redução, ao diminuir o número de animais utilizados sem comprometer a qualidade do estudo; aprimoramento de técnicas utilizadas nos experimentos; alternativas que possam diminuir o sofrimento ou melhorar a vida dos animais (Andrade, 2002). O acesso a conhecimentos básicos permite ao estudante e/ou pesquisador ter uma base sólida de fundamentação e procurar mais

sobre assuntos específicos, de modo a melhorar as vidas dos animais de laboratório ao reduzir o estresse e qualquer sofrimento desnecessário.

## METODOLOGIA

As ilustrações foram realizadas em mídia digital, visando o corte de custos de produção do material educacional. As imagens que serviram de orientação de base para as representações foram retiradas de acervo fotográfico feito pelo Dr. Jivago Rôlo. As fotos são de procedimentos de dissecações em diferentes angulações e de diferentes distâncias para maior diversidade de material. A partir dessas referências, a posterior ilustração é realizada, utilizando não apenas uma, mas várias fotos, para manter-se a veracidade tanto da cor quanto da estrutura. Imagens e ilustrações de artigos são sempre boas referências a serem utilizadas, mas materiais literários também fazem parte da composição da ilustração, pois são usados como auxílio de descrições. Além disso, a leitura de textos para referência auxilia muito em como o material deve ser ilustrado e qual a melhor maneira deve ser escolhida para a transmissão da informação (Hodges, 2003).

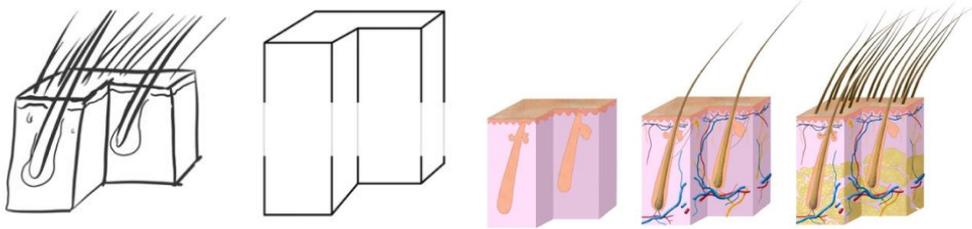
As ilustrações foram feitas no Adobe Photoshop®, pois a facilidade e versatilidade do programa permite a redução do tempo necessário para produção de cada imagem. A mesa digitalizadora Wacom Intuos® foi utilizada para as ilustrações digitais, como uma ferramenta para amplificar a utilização das possibilidades disponíveis do Photoshop. A junção desses dois materiais permite que o trabalho seja executado com precisão e facilidade, de modo a possibilitar a representação mais específica do desejado.

A partir dos materiais disponíveis, realizava-se um estudo sobre composição e como a informação que a imagem possuiria poderia ser transmitida de forma mais efetiva. Eram analisados a necessidade de adição de legenda e o uso de indicativos direcionais da estrutura para a nomenclatura que facilitassem a leitura e a esquematização por meio de diagrama. Cada uma das ilustrações possui um estudo prévio e foi realizada com foco em garantir melhor proveito pelo receptor da imagem.

Após a decisão de qual formato de ilustração seria utilizado, a produção poderia ser iniciada com desenhos preliminares, nos quais alterações de formato e cor são fáceis e rápidas, como pode ser visto na Figura 1. Em seguida, a concretização e a aprovação por profissionais especializados na área permitem o início do desenvolvimento do trabalho de ilustração mais aprimorado, em que é feita uma arte mais precisa e próxima da final.

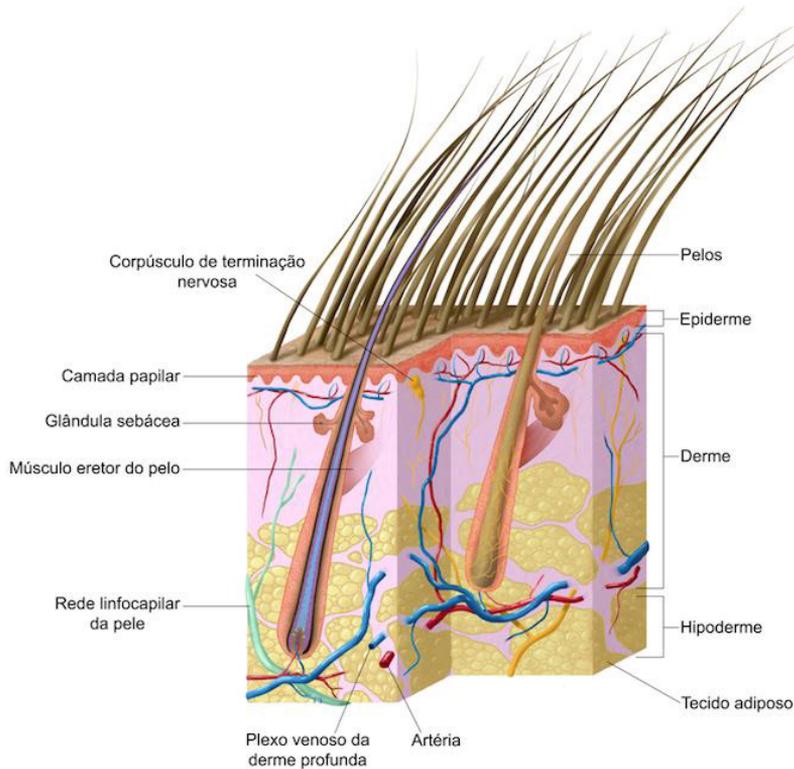
Escolhas de cor e nomenclaturas são adicionadas para finalização e padronização (Hodges, 2003), assim como na Figura 2.

**Figura 1** – Etapas do processo de produção da ilustração do tegumento



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

**Figura 2** – Resultado final da ilustração de tegumento com estruturas do tecido e nomenclaturas



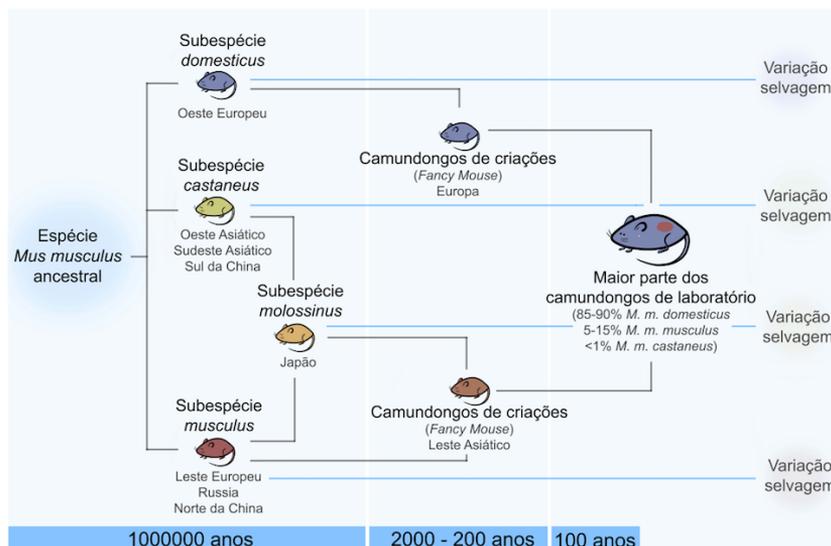
Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

O formato de produção inicialmente está em constituição com a produção em um canvas de 20 x 20 cm, em resolução de 300 DPI (Dots Per Inch). Essa medida foi escolhida pois, segundo análise, o software que seria utilizado para produção do Atlas, Latex, suporta imagens em formatação JPG. A qualidade de 300 DPI atende quando salvo em JPG na resolução satisfatória para o livro. Enquanto o trabalho está em fase de produção, os arquivos são salvos em TIF, pois é um formato que permite maior compatibilidade e ainda permite que sejam salvas alterações de modificações de edição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas pesquisas e revisões bibliográficas em literaturas que abordam assuntos semelhantes para comparação de abordagens educacionais. Os pontos positivos foram selecionados para possível uso da abordagem em texto ou imagem. Os pontos negativos foram analisados e discutidos em como poderiam ser melhorados e talvez, após modificações para melhora da didática, adição da abordagem no trabalho.

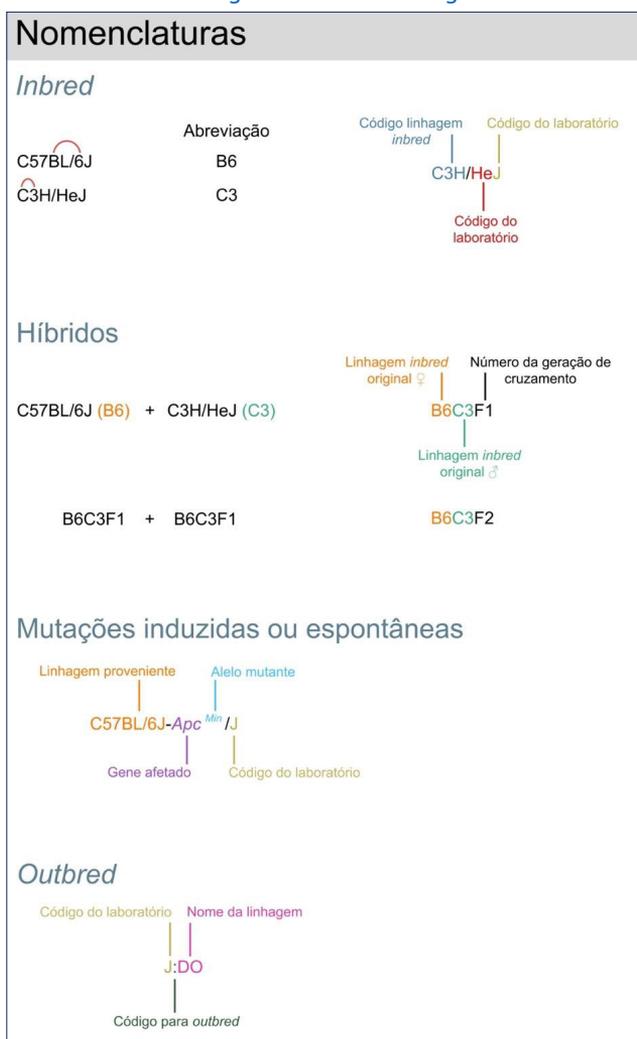
**Figura 3** – Apresenta a espécie *Mus musculus* desde seu ancestral até as variações que possuímos atualmente em laboratórios ou variações selvagens de subespécies.



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

O primeiro capítulo possui uma introdução ao *Mus musculus*, aos tipos de linhagem e à nomenclatura. Essa breve abordagem do assunto permite que iniciantes se familiarizem com a história e com o que servirá de base para as informações discutidas e apresentadas no atlas. A Figura 3 apresenta a linha cronológica de como o camundongo atual de laboratório veio a ser selecionado e sua origem a partir das outras subespécies. Nesse capítulo introdutório, haverá explicações sobre linhagens e a Figura 4, que elucidarão como se identifica cada parte do nome da linhagem.

**Figura 4** – Exemplos de nomenclaturas utilizadas para identificação de linhagens de camundongos

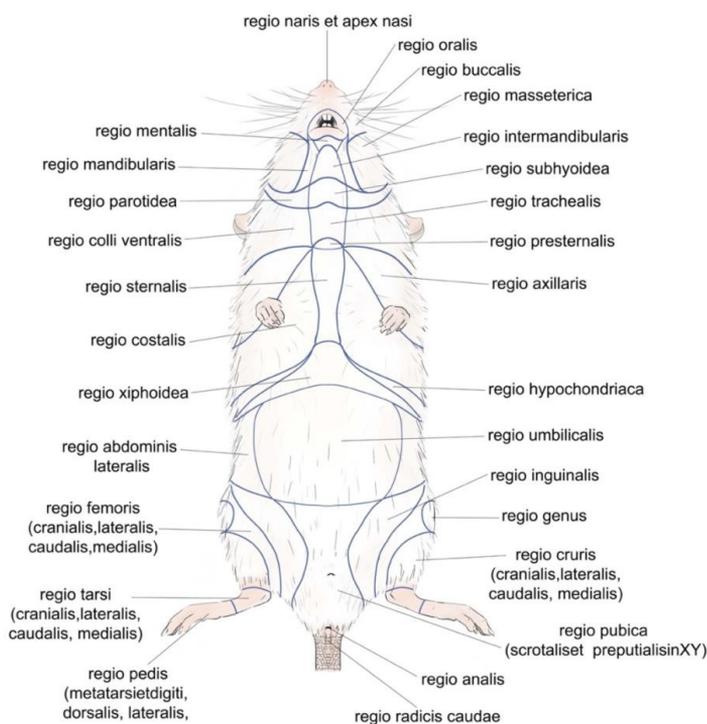


Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

Podemos classificar em *inbred*, híbridos, com mutações induzidas ou espontâneas e *Outbred*. Linhagens *inbred* são formadas por animais selecionados por várias gerações a ficar mais homocigóticos possíveis. Linhagens *outbred* são animais que não possuem seleção genética, com material genético diverso, extremamente heterocigótico e aleatório. Híbridos são os animais que possuem parentais de dois backgrounds conhecidos, sabendo o que esperar geneticamente.

Em seguida, o capítulo de Anatomia Básica apresenta a nomenclatura para auxiliar na familiarização do leitor com termos e estruturas que serão utilizadas, como é possível observar na Figura 5, em que há algumas das nomenclaturas usuais básicas. Os próximos capítulos também darão contexto à histologia, de modo a lembrar como lâminas histológicas são feitas. Cada capítulo sobre sistemas abordará um específico, apresentando suas características básicas mais importantes para o conhecimento fundamental do animal. Ilustrações de auxílio para compreensão estão presentes para reforçar a mensagem e contextualizar o leitor.

**Figura 5** – Nomenclaturas anatômicas externas utilizadas para partes do corpo



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

O capítulo sobre histologia compreende processos básicos que devem ser feitos em uma lâmina histológica. Assim, nesse capítulo constam o processo de recolha da amostra, fixativos que podem ser utilizados, variáveis que podem afetar o processo, desidratação da amostra, clarificação, inclusão em parafina, entalhe e corte e, a última etapa, a coloração. Todos são processos essenciais para o preparo da amostra e as condições de sua manipulação diferem de acordo com o tipo de tecido com o qual se trabalha.

As patologias são um problema ao qual sempre se deve atentar, principalmente em criadouros com grande número de animais. No livro, o tema é abordado em conjunto com os sistemas – pois pode ser explicado de forma mais educativa quando contextualizado –, por meio da apresentação de como identificar patologias e de algumas possibilidades de ações para evitá-las ou tratá-las. Na Figura 6, pode-se observar um exemplo de patologia chamada barbeamento, em que os animais em estado de estresse começam a morder e puxar os pelos do corpo. Alguns animais que sofrem essa patologia apresentam a perda das vibrissas, que são os pelos mais grossos, usados com função sensorial, além da perda de pelos na região dos olhos, da boca, no interior dos braços, perto das costelas e na região genital.

**Figura 6** – Camundongos apresentando padrão de pelagem normal, afetada pelo barbeamento e pelo autobarbeamento



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

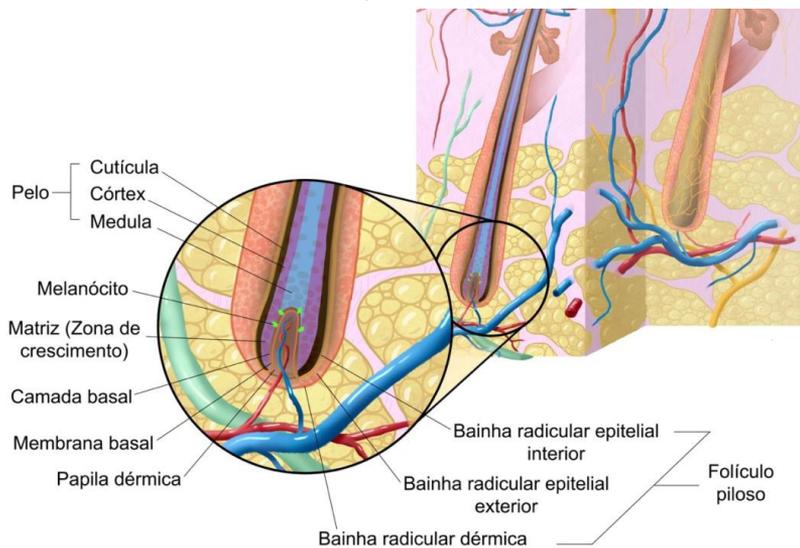
O barbeamento pode ocorrer tanto por meio de autobarbeamento (quando o animal começa a puxar os pelos do próprio corpo) quanto pelo processo de puxar os pelos de outros animais de seu convívio. Isso pode acontecer devido a estresse, má alimentação, entre outros fatores. Para a identificação do animal doente, deve-se separar os animais e observar se ocorre melhora e crescimento de pelo. A alteração da dieta e a introdução de material para distração dos animais pode ajudar a diminuir o barbeamento.

Os capítulos sobre sistemas na primeira edição do atlas abordam a parte de locomoção; diferentemente dos atlas convencionais, este começa com a apresentação do sistema tegumentar. Os sistemas são apresentados dos

mais externos para os mais internos, de maneira que formem um conjunto que possa ser dividido em edições diferentes. Essa estruturação viabiliza o preparo da primeira edição e publicações mais rápidas com maior disponibilidade para o público, de forma a não haver necessidade de acesso ao atlas completo para uma leitura proveitosa.

No capítulo sobre o tegumento, são abordadas as características marcantes do camundongo e as estruturas morfológicas principais que fazem parte desse sistema tão importante. Como defesa primária contra fatores externos, a pele possui tecidos e glândulas muito importantes para a vida do animal. Na Figura 7, é possível observar um corte de pele em que se evidencia o folículo capilar, apresentando as estruturas do pelo.

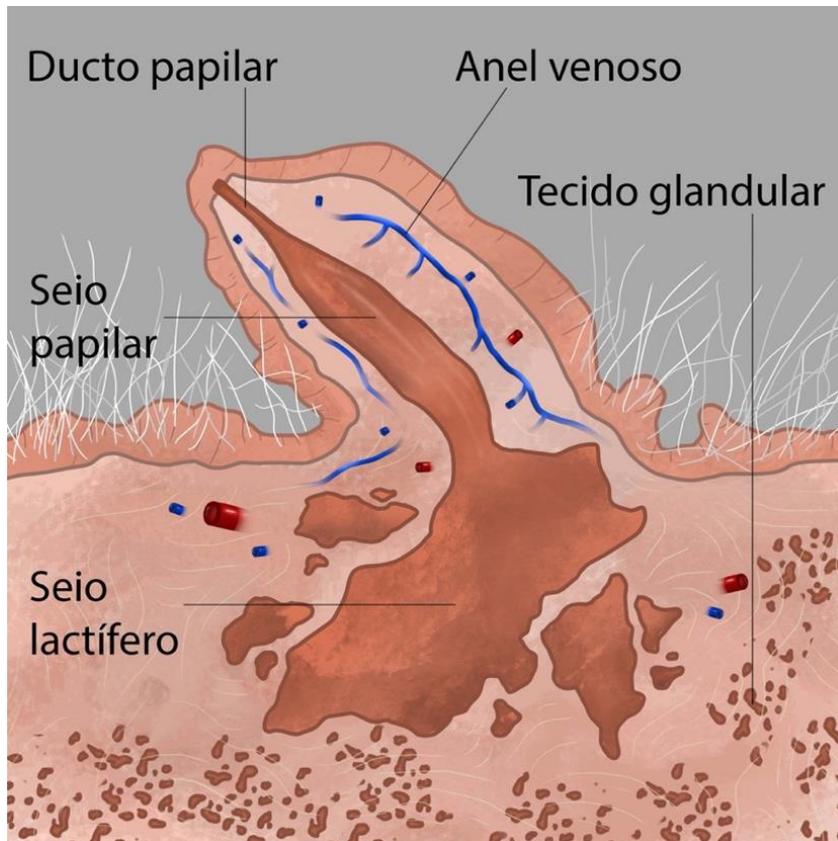
**Figura 7** – Corte de pele apresentando as estruturas internas e externas de um pelo



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

Dentro do capítulo do sistema tegumentar, destacam-se também as glândulas mamárias e patas, pois são estruturas que se encontram na superfície da pele do animal e são de extrema importância. Na Figura 8, é possível ver uma ilustração de corte de tecido mamário de uma fêmea de camundongo.

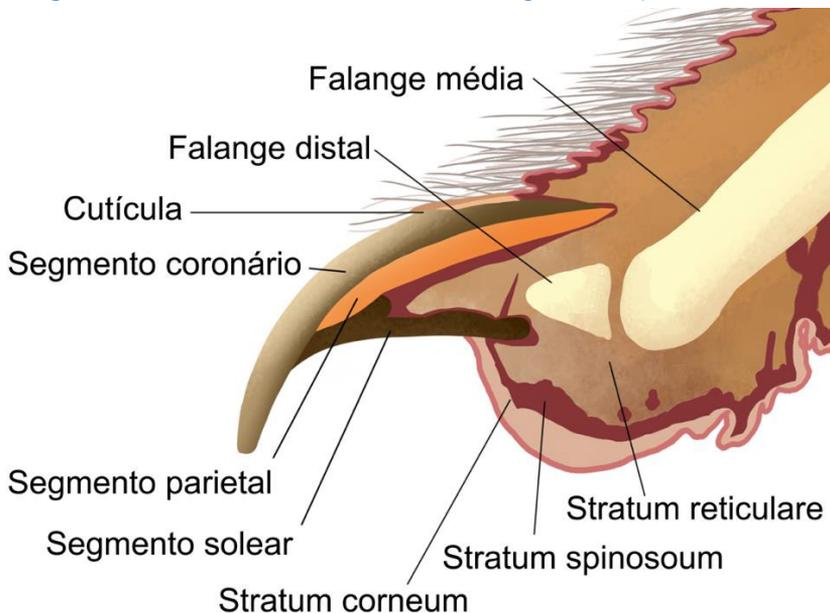
**Figura 8** – Tecido mamário em corte, apresentando o seio lactífero e outras estruturas da mama quando lactando



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

Na Figura 9, o corte de uma falange e suas estruturas internas mostram como é delicado o arranjo de um dedo. Todas as imagens desse capítulo, por serem ilustradas, puderam ser obtidas sem o uso de animais ou de materiais de preparo histológico. As ilustrações foram realizadas com base em imagens de referência e textos para orientação.

**Figura 9** – Corte de dedo de um camundongo em secção transversal



Fonte: Gabriela Hirata e Silva.

De um modo geral, por ser ilustrado, o uso de animais para a produção desse atlas foi baixo, o que é um de seus objetivos. Ou seja, a redução do uso dos animais e a conscientização dessa prática são abordadas desde a elaboração do material. Se os profissionais conhecerem melhor os animais com os quais estão trabalhando, podem prover melhor qualidade de vida para o animal e, concomitantemente, melhorar seus dados de pesquisa. O Atlas Anatômico Ilustrado do Camundongo de Laboratório foi idealizado a partir da noção de que a ética deve ser sempre reforçada quando se utilizam animais em testes de laboratório. É de extrema importância que esses animais tenham uma vida confortável e com menor sofrimento possível, além de que, sempre que possível, deve-se reduzir o número de animais utilizados e melhorar os procedimentos para que causem menor desconforto possível.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a produção do atlas, foi necessário um número reduzido de animais se comparado com a produção em fotografia. As ilustrações de histologia e de dissecações foram todas feitas utilizando base de dados de imagens de referência, de modo que não foi necessária a morte de outro animal. No caso

de atlas fotográficos, cada vez que uma imagem nova é necessária, caso o animal não esteja com os cortes de abertura para poder ser fotografado de maneira satisfatória, outro animal deverá ser utilizado. As ilustrações, no entanto, possibilitam a utilização de referências escritas, outras imagens e fotografias complementares para produzir um modelo ideal. Além da perspectiva ética, destaca-se a o caráter didático do atlas ilustrado, visto que a produção de diagramas auxilia o leitor no melhor entendimento da mensagem ao reforçá-la (Lotman, 2000).

Atualmente no mercado, é possível encontrar alguns atlas anatômicos sobre camundongos e ratos de laboratório, como *The Laboratory Mouse*, de Hedrich (2004), e *Comparative anatomy and histology: A mouse, rat and human atlas*, de Treuting (2017), mas a maioria possui fotografias e textos em língua inglesa. Normalmente, em traduções, perde-se alguma parte da informação que o escritor pretendia transmitir, então a melhor opção seria a produção de um atlas diretamente em língua portuguesa, o qual pudesse utilizar nomenclaturas que são usuais no dia a dia e que se adequem à necessidade do público-alvo (Ivánov, 2003).

Não existe material de origem lusófona que aborde dessa maneira os tópicos de anatomia, histologia e patologia de camundongos, animais que são bastante utilizados em laboratório. Com a disponibilidade desse material didático em um único exemplar, será possível para alunos iniciantes e pesquisadores de outras áreas conhecer esse animal de maneira rápida e dinâmica, em sua própria língua materna, aprendendo os termos que são utilizados por meio de textos e imagens. O reforço do conteúdo pelo uso de dois meios de comunicação (textual e não textual) auxilia na compreensão e na melhor transmissão da mensagem pretendida pelo autor, o que corresponde à proposta do livro visado.

A partir do estudo da literatura que já existe sobre o assunto, fez-se o material com vistas a corrigir e melhorar o que parecia insuficiente ou que não contribuía didaticamente para o leitor. Estudaram-se, para tanto, material em língua estrangeira, material traduzido para o português e material feito em português (Andrade, 2003).

Para a primeira edição, a proposta é completar o conjunto de sistemas de locomoção, composto pelos sistemas tegumentar, muscular e ósseo, além dos demais capítulos que já estão escritos e inclusos, como anatomia básica e histologia básica. Essa primeira versão será disponibilizada para um grupo de teste, para avaliar se existem melhorias ou adições possíveis para o livro

antes de ser distribuído em rede. O teste será realizado com especialistas na área, alunos iniciantes e outros profissionais que possam usufruir do atlas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Antenor; Oliveira, Rosilene S. de; PINTO, Sergio C.. *Animais de laboratório: criação e experimentação*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002.

FLURKEY, Kevin, et al. *The Jackson Laboratory handbook on genetically standardized mice*. 6. ed. Bar Harbor, ME: Jackson Laboratory, 2009.

HEDRICH, Hans J.; BULLOCK, Gillian R.. *The laboratory mouse*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004.

HODGES, Elaine R. S.. *The guild handbook of scientific illustration*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

IVANOV, Vyacheslav Ivanovich et al. Teses para uma Análise Semiótica da Cultura (Uma Aplicação aos Textos Eslavos). In: MACHADO, Irene. *Escola de Semiótica: A Experiência de Tártu-Moscou para o Estudo da Cultura*. Cotia: Ateliê Editorial, 2003.

KÖNIG, Horst; LIEBICH, Hans-Georg. *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LOTMAN, Yuri M.. *Universe of the mind: A semiotic theory of culture*. Bloomington: Indiana University Press, 2000.

REGAN, Jennifer; RUSSO, Andrew; SEELEY, ROD; VANPUTTE, Cinnamon. *Seeley's anatomy & physiology*. Nova Iorque: McGraw-Hill Education, 2016.

RUBERTE, Jesus; CARRETERO, Ana; NAVARRO, Marc. *Morphological mouse phenotyping: anatomy, histology and imaging*. Madrid: Academic Press, 2017.

TREUTING, Piper M.; DINTZIS, Suzanne M.; MONTINE, Kathleen S.. *Comparative Anatomy and Histology: a Mouse, Rat, and Human Atlas*. Saint Louis: Elsevier Science, 2017.