

# Análise tricológica de pelos-guarda de *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Rodentia: Muridae) aplicada à pesquisa e à identificação em alimentos

## Trichological analysis of guard hairs of *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* (Rodentia: Muridae) applied to research and identification in food

Cinthia Iara de Aquino<sup>1\*</sup> 

Juliana Quadros<sup>II</sup> 

### RESUMO

**Introdução:** Roedores estão entre as mais importantes pragas do mundo e, quando estes indivíduos ou seus pelos são encontrados nos alimentos, são considerados matérias estranhas indicativas de risco à saúde. Por outro lado, a presença de pelos humanos e dos demais mamíferos é considerada indicativa de falhas das boas práticas. Sendo assim, a caracterização dos pelos dos roedores sinantrópicos e a diferenciação dos pelos das demais espécies de mamíferos mostram-se relevantes e necessárias. **Objetivo:** Caracterizar os padrões microestruturais dos pelos-guarda das três principais espécies de roedores que infestam ambientes de armazenamento de alimentos e apresentar uma proposta de protocolo para análise tricológica de pelos isolados. **Método:** Amostras de pelos de roedores das espécies *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus* foram coletadas de espécimes colecionados e pelos-guarda íntegros foram selecionados para a preparação de lâminas para observação da microestrutura. No total, 20 pelos-guarda foram analisados para caracterização dos padrões medulares e 91 impressões cuticulares de pelos-guarda foram examinadas para caracterização de padrões cuticulares. **Resultados:** Observou-se que *M. musculus* apresentou medula alveolar e cutícula losângica com variações na forma e tamanho das escamas. *R. rattus* e *R. norvegicus* apresentaram medula reticulada e cutícula losângica, também com variações. Um protocolo com fluxograma de identificação foi apresentado para a análise dos pelos estudados. **Conclusões:** Os pelos das espécies de roedores sinantrópicos estudados podem ser diferenciados das demais espécies de mamíferos de interesse sanitário pela presença dos padrões medulares alveolar e reticulado no escudo de pelos-guarda. Para as espécies estudadas, somente o padrão medular do escudo dos pelos-guarda confere caráter diagnóstico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle Sanitário de Alimentos; Matérias Estranhas; Sujidades Leves; Risco à Saúde Humana; Roedores Sinantrópicos

### ABSTRACT

**Introduction:** Rodents are among the most important pests in the world and when these individuals or their fur are found in food, they are considered foreign matter indicative of health risk. On the other hand, the presence of human and other mammalian hair is considered indicative of failures in good practices. Thus, the characterization of the hair of synanthropic rodents and its differentiation from other mammal species are relevant and necessary. **Objective:** To characterize the microstructural patterns of guard hairs of the three main species of rodents that infest food storage environments and to present a proposal for a protocol for the trichological analysis of isolated hairs. **Method:** Hair samples were plucked from collected specimens of the rodent species *Mus musculus*, *Rattus rattus* and *Rattus norvegicus*. Intact guard hairs were selected for the preparation of slides for observation of the microstructure. In total, 20 guard hairs were analyzed for

<sup>I</sup> Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas, Centro de Laboratório Regional de Ribeirão Preto, Instituto Adolfo Lutz, Ribeirão Preto, SP, Brasil

<sup>II</sup> Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, PR, Brasil

\* E-mail: cinthia.aquino@ial.sp.gov.br

Recebido: 25 out 2021  
Aprovado: 04 maio 2022



the characterization of medullary patterns and 91 guard hair cuticular impressions were examined for the characterization of cuticular patterns. **Results:** It was observed that *M. musculus* presented alveolar medulla and losangic cuticle with variations in the shape and size of the scales. *R. rattus* and *R. norvegicus* presented reticulated medulla and losangic cuticle, also with variations. A protocol with an identification fluxogram was presented for the analysis of the studied hairs. **Conclusions:** The hairs of the studied synanthropic rodent species can be differentiated from other mammalian species of health interest by the presence of alveolar and reticulated medullary patterns in the guard hair shield. For the studied species, only the medullary pattern of the guard hair shield confers a diagnostic character.

**KEYWORDS:** Food Inspection; Foreign Matter; Light Filth; Health Risk; Synanthropic Rodents

## INTRODUÇÃO

Roedores estão entre as mais importantes pragas do mundo<sup>1,2,3</sup>. Estes mamíferos não causam somente danos físicos, mas também contaminam os produtos com substâncias alergênicas<sup>4</sup>, patógenos<sup>5,6</sup>, fungos toxigênicos<sup>7</sup> e contaminantes físicos, como pelos, urina e fezes<sup>8</sup>. É de conhecimento da saúde pública que urina e fezes de roedor podem conter parasitas, bactérias patogênicas e vírus, como: *Toxoplasma gondii*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Serratia* sp., *Proteus* sp. e *Hantavirus* spp.<sup>9</sup>. Historicamente, roedores têm sido responsáveis por mais doenças e mortes em humanos do que qualquer outro grupo de mamíferos<sup>10</sup>.

Além das *commodities* agrícolas, roedores também contaminam os alimentos processados. Após invadirem um novo local, como armazéns ou supermercados, camundongos inevitavelmente começam a roer os alimentos e as embalagens, contaminando o ambiente com seus pelos e excreções<sup>11</sup>. As principais espécies de roedores que infestam ambientes de armazenamento de alimentos são as exóticas introduzidas: *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (camundongo), *Rattus rattus* Linnaeus, 1758 (rato de telhado) e *Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769 (ratazana)<sup>3</sup>.

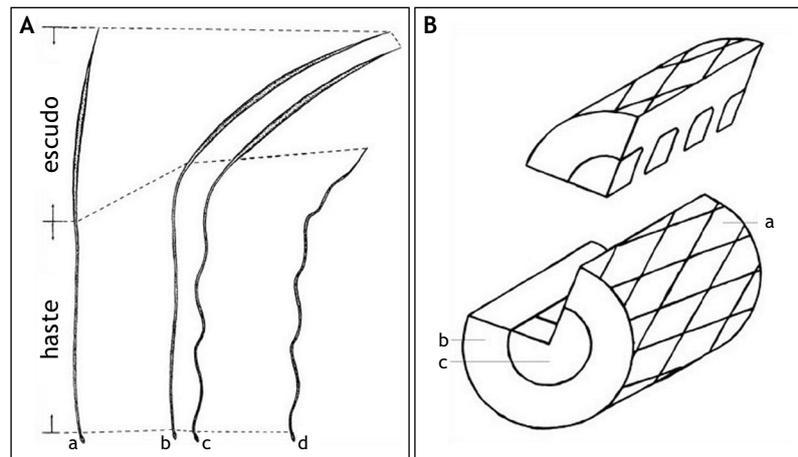
Roedores ingerem diariamente uma quantidade de alimento equivalente a 10% do seu peso<sup>12</sup> e contaminam muito mais que isso por suas fezes, pelos e urina, tornando o alimento impróprio para o consumo humano<sup>13</sup>. Por essa razão, a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) nº 623, de 9 de março de 2022, que dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade, considera que os roedores (rato, ratazana e camundongo) e morcegos, inteiros ou em partes, são matérias estranhas indicativas de risco à saúde por veicularem agentes patogênicos para os alimentos (art. 3º, inciso IX, alíneas b e c). Adicionalmente, a presença de pelos humanos e dos demais mamíferos é considerada apenas indicativa de falhas das boas práticas (art. 3º, inciso X, alínea c)<sup>14</sup>. Sendo assim, nas investigações de matérias estranhas em alimentos é fundamental caracterizar os pelos dos roedores sinantrópicos mais comuns, quais sejam, os camundongos (*Mus musculus*) e as ratas (*Rattus* spp.), para diferenciá-los dos pelos de outras espécies de interesse sanitário segundo a referida resolução (ou seja, de seres humanos e das demais espécies de mamíferos).

Entre os diferentes tipos de pelos dos mamíferos (ou seja, vibrissas, sobrepelos, subpelos, pelos-guarda), os pelos-guarda primários e secundários são os mais úteis na identificação microscópica por apresentarem as características microestruturais mais diagnósticas para os táxons. Os pelos-guarda apresentam, da base para o ápice: o bulbo, a haste e o escudo (Figura 1A). Na maior parte das espécies de mamíferos os pelos-guarda são formados por três camadas concêntricas de células, de dentro para fora: a medula, o córtex e a cutícula (Figura 1B). Os principais caracteres diagnósticos são os padrões cuticulares observados na haste e os padrões medulares observados no escudo dos pelos-guarda<sup>15</sup>. A identificação microscópica de pelos de mamíferos é uma técnica útil na identificação de pelos em diferentes contextos como, por exemplo: no controle de qualidade de fibras animais comercializadas<sup>16,17,18,19,20</sup>, em investigações forenses<sup>21,22,23</sup> e no controle de qualidade dos alimentos<sup>23,24,25</sup>. Exceto pelos esforços desses últimos autores, que tratam os roedores no nível taxonômico de família (ou seja, Muridae), não foram encontradas publicações ilustradas, tampouco protocolos de identificação dirigidos a auxiliar o perito nas análises laboratoriais de pelos contaminantes de alimentos, no sentido de caracterizar os pelos dos roedores sinantrópicos mais comuns e enquadrar a matéria estranha como indicativa de risco à saúde ou não, conforme preconiza a RDC Anvisa nº 623/2022.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os padrões cuticulares e medulares de pelos-guarda das três espécies de roedores que mais comumente contaminam alimentos: *Mus musculus* (camundongo), *Rattus rattus* (rato de telhado) e *Rattus norvegicus* (ratazana) e apresentar um protocolo de auxílio para análise tricológica de pelos isolados.

## MÉTODO

Tufos de pelos de roedores taxidermizados das espécies *Mus musculus* (dois indivíduos), *Rattus rattus* (um indivíduo) e *Rattus norvegicus* (dois indivíduos) foram coletados manualmente do dorso de espécimes colecionados no Laboratório de Citogenética e Genética da Conservação do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná (UFPR). As amostras de pelos foram levadas ao Laboratório de Microscopia e Morfologia do Setor Litoral da UFPR, onde foram selecionados pelos-guarda inteiros (com bulbo e ápice) com o auxílio de microscópio estereoscópico



Fonte: Quadros<sup>26</sup>.

**Figura 1.** Desenho esquemático (A) dos tipos de pelos presentes na pelagem dos mamíferos segundo Teerink<sup>15</sup>, sendo: a) pelo-guarda primário; b) pelo-guarda secundário com haste reta; c) pelo-guarda secundário com haste ondulada; d) subpelo. (B) camadas que formam os pelos da maioria das espécies de mamíferos, sendo a mais externa para a mais interna: a) cutícula; b) córtex; c) medula.

**Tabela.** Quantidade de lâminas confeccionadas e pelos-guarda utilizados para observação da medula e da cutícula de pelos de *Mus musculus*, *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*.

Espécies de roedores	Número de lâminas para observação da medula	Número de pelos-guarda analisados	Número de lâminas para observação da cutícula	Número de impressões cuticulares de pelos-guarda examinadas
<i>Mus musculus</i>	1	7	6	34
<i>Rattus rattus</i>	1	5	5	22
<i>Rattus norvegicus</i>	1	8	8	35

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

marca Bioval®. As lâminas foram preparadas contendo de três a oito pelos-guarda selecionados para observação da medula e da cutícula segundo o protocolo de Quadros e Monteiro-Filho<sup>27</sup> (Anexo I, p. 278). No total, 20 pelos-guarda foram analisados para caracterização dos padrões medulares e 91 impressões cuticulares de pelos-guarda foram examinadas para caracterização de padrões cuticulares (Tabela).

Tanto o estudo da microestrutura dos pelos-guarda quanto as fotomicrografias foram feitos utilizando o microscópio óptico Leica DM 2500 (Microsystems, Wetzlar, Alemanha), aumento de 100, 200 e 400 vezes, no Laboratório de Microscopia de Alimentos do Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas do Centro de Laboratório Regional do Instituto Adolfo Lutz de Ribeirão Preto VI. A análise e a descrição da microestrutura dos pelos dos roedores foram realizadas de acordo com Teerink<sup>15</sup> e Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup>. A nomenclatura dos padrões medulares e cuticulares utilizada segue a proposta de Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup>. As denominações em inglês ou francês, propostas por outros autores e mencionadas no presente estudo, bem como sua correspondência com padrões medulares e cuticulares observados neste trabalho podem ser consultadas em Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup> (Tabelas III e IV, p. 287). Estudos pretéritos utilizados para a compreensão da morfologia dos pelos das três espécies de roedores aqui

abordadas foram realizados por Teerink<sup>15</sup>, Brunner e Coman<sup>29</sup>, Keogh<sup>30</sup> e Keller<sup>31</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados descrevem os padrões cuticulares e medulares das três espécies de roedores sinantrópicos estudadas com foco na diferenciação destas em relação a outras espécies de mamíferos de interesse sanitário. Também evidenciam diferenças e inconsistências em relação à literatura, cujas causas são discutidas. Adicionalmente, é sugerido um protocolo de análise tricológica para pelos isolados encontrados em alimentos.

Com as técnicas empregadas foi possível observar que os pelos-guarda das três espécies se apresentam achatados dorso-ventralmente, evidenciando a face côncava e a convexa nas preparações de lâminas com os pelos inteiros e nas impressões cuticulares. Brunner e Coman<sup>29</sup> basearam-se especialmente nas características dos cortes transversais para a diagnose, o que torna as comparações com o presente estudo limitadas. Porém, a percepção de que os pelos analisados aqui são reniformes ou côncavo-convexos está de acordo com as descrições de Brunner e Coman<sup>29</sup> e Teerink<sup>15</sup>, como detalhado nas descrições das espécies a seguir.



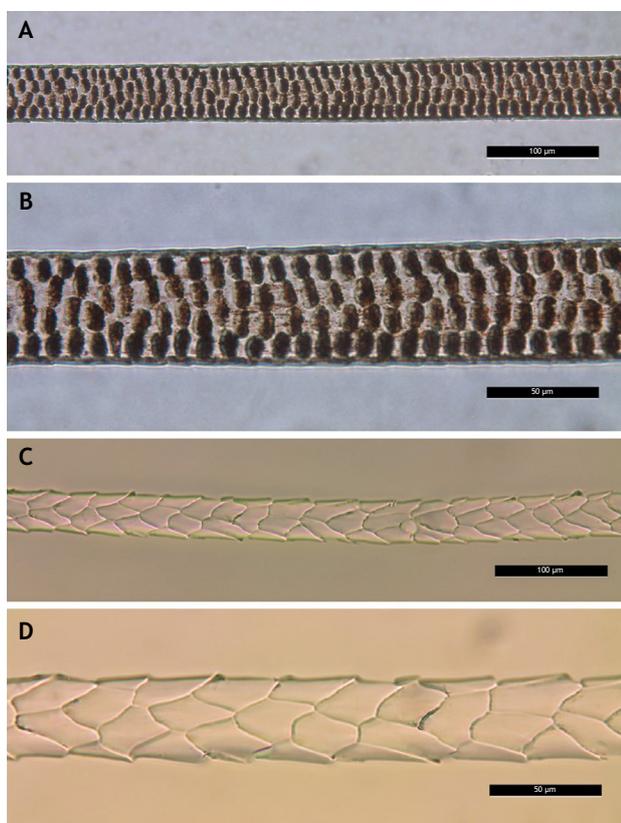
### Caracterização dos pelos-guarda das espécies estudadas com vistas à identificação de amostras de pelos desconhecidas

#### *Mus musculus*

O padrão medular no escudo dos pelos-guarda é do tipo alveolar, apresentando quatro alvéolos com contornos bem definidos na largura dos pelos-guarda (Figuras 2A e 2B), o que corrobora a descrição de Teerink<sup>15</sup> para a espécie. Segundo a nomenclatura utilizada pelo referido autor, este padrão é denominado *isolated*. As ilustrações apresentadas por Brunner e Coman<sup>29</sup> para a medula de *Mus musculus* mostram o padrão reticular para a espécie, que o autor denomina *wide aeriform lattice*. Isto difere do que foi observado aqui para *Mus musculus*.

O padrão cuticular na haste é losângico<sup>28</sup>, porém, como descrito também por Teerink<sup>15</sup>, observou-se que pode apresentar variações na forma e tamanho das escamas entre as faces côncava e convexa dos pelos-guarda (Figuras 2C e 2D). Keogh<sup>30</sup> descreve a presença de escamas largas com margens lisas na cutícula de *Mus musculus*, assim como observado no presente estudo, porém denomina o padrão de *petal*.

O comprimento médio dos pelos-guarda primários de *M. musculus* é de 12 mm, segundo Teerink<sup>15</sup>. Não foi objeto desse estudo



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

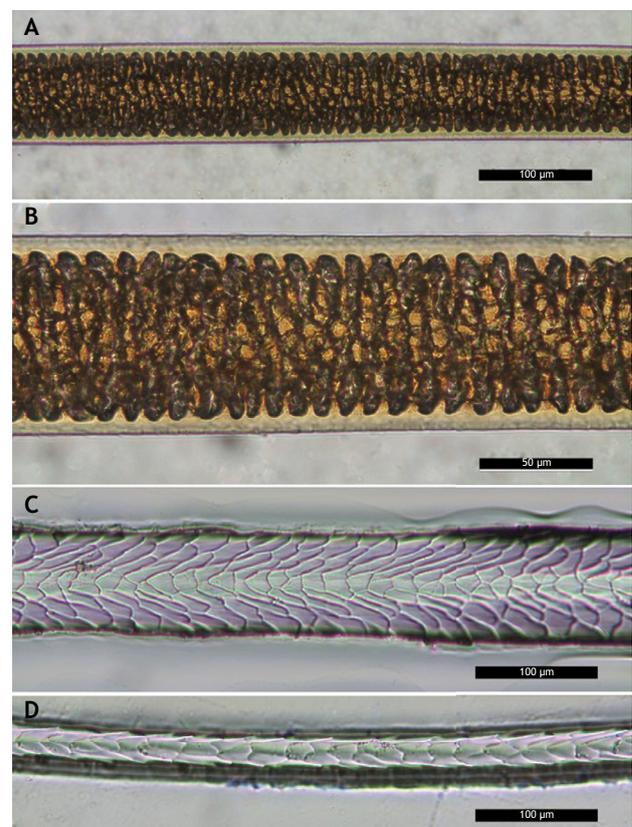
**Figura 2.** Fotomicrografias ópticas dos padrões medulares e cuticulares dos pelos-guarda de *Mus musculus*. Medula visualizada sob aumento de (A) 200x e (B) 400x; e cutícula visualizada sob aumento de (C) 200x na face côncava e (D) 400x na face convexa.

mensurar comprimento dos pelos, porém observou-se que, para *Mus musculus*, os pelos são sempre menores do que para *Rattus rattus* e *R. norvegicus*, o que está de acordo com o aferido pelo autor, entre 15 e 25 mm para *Rattus* spp.

#### *Rattus rattus*

O padrão medular do escudo é reticulado, com cinco a seis espaços delimitados na retícula na largura do pelo. A delimitação dos espaços da retícula apresenta formas irregulares, às vezes de difícil visualização (Figuras 3A e 3B). O padrão observado está de acordo com Brunner e Coman<sup>29</sup> que o denominam *wide aeriform lattice*. Teerink<sup>15</sup> não diferencia os padrões alveolar e reticulado como fazem Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup>, e Keller<sup>31</sup> descreve o padrão reticulado para roedores como uma treliça e o denomina *en treillis*.

O padrão cuticular na face côncava da haste de pelos-guarda apresenta escamas com orientação oblíqua dupla em relação ao eixo longitudinal do pelo, como descrito por Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup>. As escamas na reentrância são tão largas quanto longas e assemelham-se ao padrão losângico (Figura 3C). Da mesma forma, na face convexa, o padrão cuticular se aproxima do losângico descrito por Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup>, porém as escamas têm variações na forma e tamanho (Figura 3D). Isso é reportado por Teerink<sup>15</sup>, que se refere a este padrão como irregular (*irregular*



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

**Figura 3.** Fotomicrografias ópticas dos padrões medulares e cuticulares dos pelos-guarda de *Rattus rattus*. Medula visualizada sob aumento de (A) 200x e (B) 400x; (C) lado côncavo e (D) lado convexo da cutícula visualizados sob aumento de 200x.



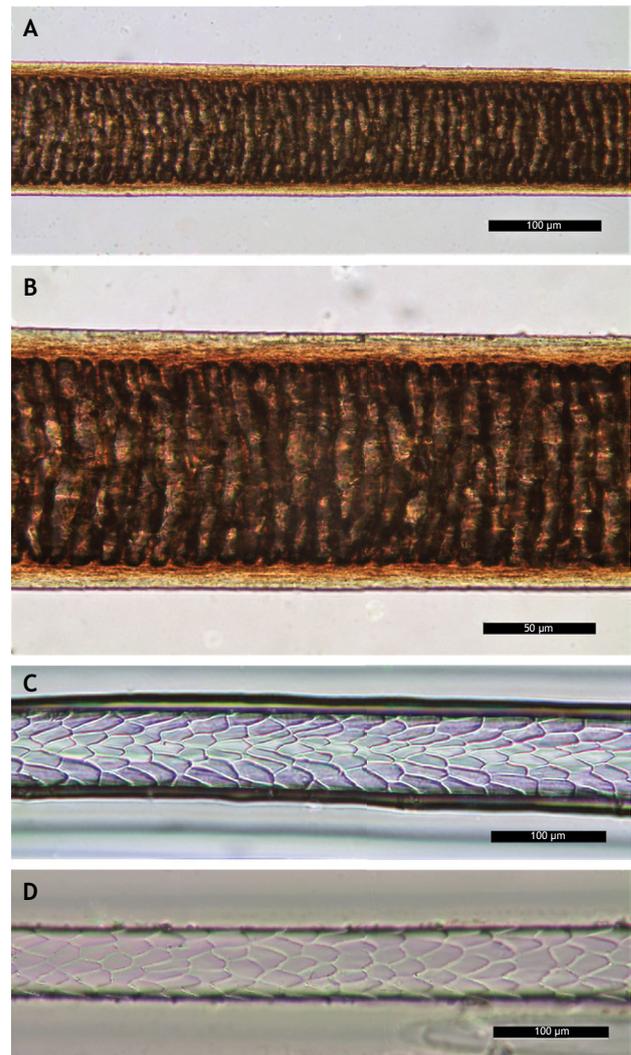
*diamond petal*). Para Keogh<sup>30</sup>, o padrão cuticular de *R. rattus* é denominado mosaico (*mosaic*). Embora o nome do padrão utilizado por Keogh<sup>30</sup> seja diferente, as ilustrações apresentadas por essa autora evidenciam um padrão losângico segundo a nomenclatura utilizada no presente estudo, o que coincide com o observado aqui na reentrância da face côncava e na face convexa.

#### *Rattus norvegicus*

A medula do escudo é reticulada, como também descrito por Brunner e Coman<sup>29</sup>, e apresenta de cinco a sete espaços da retícula na largura dos pelos-guarda. Porém, diferentemente de *R. rattus*, a delimitação dos espaços é inconspícua e estes estão arranjados transversalmente, não raramente fusionados, apresentando a formação de listras transversais dispostas ao longo do escudo dos pelos-guarda (Figuras 4A e 4B). Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup> apresentam a formação do padrão listrado para roedores sigmodontíneos (por exemplo, *Akodon* sp.), entretanto, para estes autores, o padrão medular listrado é resultante do arranjo e fusão transversal de alvéolos do padrão alveolar, uma transição de alveolar para listrado. Silveira et al.<sup>32</sup>, estudando nove espécies do gênero *Akodon*, corroboram a existência desta modificação do padrão alveolar em listrado, o que denomina “padrão medular misto de alveolar e listrado”. Neste trabalho, no caso de *R. norvegicus*, optou-se por não denominar o padrão de listrado apesar da aparência das listras, porque o padrão medular de *R. norvegicus* advém da fusão de espaços da retícula do padrão reticular, e não do padrão alveolar, como descrito originalmente por Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup> para o padrão listrado. Como reportado para *R. rattus*, Teerink<sup>15</sup> não diferencia o padrão reticulado do padrão alveolar, então, para este autor, a medula de *R. norvegicus* é *isolated*.

O padrão cuticular observado na porção central da haste dos pelos-guarda é do tipo losângico conforme descrito por Teerink<sup>15</sup>. Na face côncava, as escamas variam mais em forma e tamanho e estão discretamente dispostas no padrão oblíquo duplo em relação ao eixo longitudinal dos pelos-guarda (em “V”) quando comparado a *R. rattus*. Já na face convexa o padrão losângico apresenta maior regularidade na forma e tamanho das escamas (Figuras 4C e 4D). Na região proximal da haste há um padrão cuticular em mosaico que faz a transição entre o bulbo e o padrão cuticular losângico, característico da haste dos pelos-guarda dessa espécie. Isto também foi observado por Teerink<sup>15</sup>. Para Keogh<sup>30</sup>, o que diagnostica *R. norvegicus* é a presença desse padrão mosaico de transição na haste (*waved mosaic*).

Silveira et al.<sup>23</sup> reportaram-se aos padrões cuticulares e medulares de pelos de roedores no nível taxonômico de família (ou seja, Muridae), porém o fizeram com base nas três espécies aqui estudadas (ou seja, *M. musculus*, *R. rattus*, *R. norvegicus*). Segundo os autores, a cutícula das referidas espécies é foliácea, contrariando o observado neste trabalho. Como alertado por Quadros e Monteiro-Filho<sup>33</sup>, analisando pelos de felinos “as diferenças nos padrões cuticulares foliáceo e losângico são sutis e de difícil observação”. Ainda nesse sentido, para Silveira et al.<sup>23</sup>, a medula é alveolar em *Mus musculus*, como relatado neste trabalho; mas também em *Rattus* spp., em desacordo com o presente estudo,



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

**Figura 4.** Fotomicrografias ópticas dos padrões medulares e cuticulares dos pelos-guarda de *Rattus norvegicus*. Medula visualizada sob aumento de (A) 200x e (B) 400x; (C) lado côncavo e (D) lado convexo da cutícula visualizados sob aumento de 200x.

que identificou o padrão reticulado. Certos autores não diferenciam esses padrões (alveolar e reticulado)<sup>15,31</sup>, sugerindo que possa se tratar do mesmo padrão visualizado de duas formas diferentes por razões não exploradas nos estudos. Ainda nesse sentido, Brunner e Coman<sup>29</sup> consideram o padrão reticulado de Quadros e Monteiro-Filho<sup>28</sup> como *lattice* e o alveolar como *aeriform lattice*, ou seja, para os autores os dois padrões se aproximam e têm a aparência de uma treliça. No padrão *aeriform lattice* espaços com ar aparecem como uma rede ou treliça<sup>29</sup>.

#### Protocolo de análise tricológica para pelos encontrados em alimentos

O padrão cuticular losângico, recorrente com pequenas variações nas espécies de roedores sinantrópicos estudadas, está presente em roedores silvestres sigmodontíneos e em várias espécies de outras ordens de mamíferos como Didelphimorpha e Carnivora<sup>33</sup>,



incluindo gatos domésticos<sup>23</sup>. Dessa forma, a identificação de fragmentos de pelos formados apenas por haste, em que a cutícula é caráter diagnóstico, conduz a um parecer inconclusivo no sentido de enquadramento no inciso IX ou X do artigo 3º da RDC Anvisa nº 623/2022<sup>14</sup> (Figura 5).

O padrão alveolar da medula dos pelos-guarda de *Mus musculus* também pode ser observado em pequenos roedores silvestres, como em espécies de Sigmodontinae<sup>32,33</sup>. No entanto, estes roedores silvestres não têm a sinantropia como hábito. Ainda nesse sentido, embora o padrão reticulado observado nas ratazanas (*Rattus* spp.) também seja relatado para outros roedores como *Nectomys squamipes* e *Holochilus brasiliensis*; e para o marsupial *Chironectes minimus*<sup>33</sup>, todos são silvestres e de hábito semiaquático, o que reduz as possibilidades dessas espécies contaminarem alimentos.

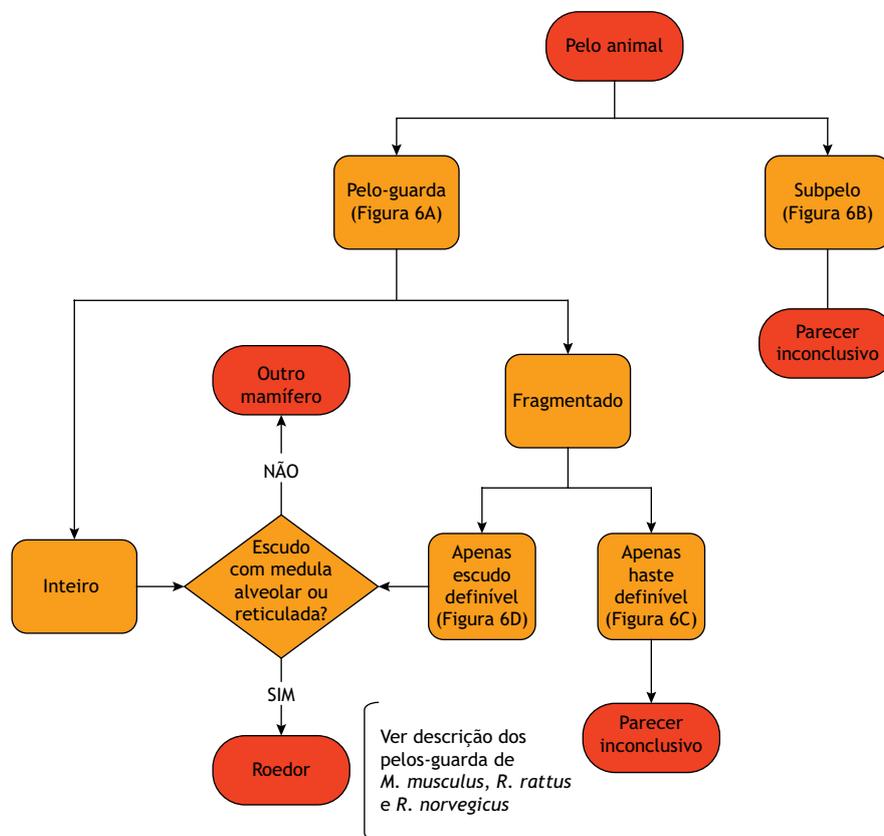
Adicionalmente, os padrões medulares observados (alveolar e reticulado) são diferentes dos observados em pelos humanos ou de outros grupos de mamíferos aos quais a RDC Anvisa nº 623/2022<sup>14</sup> se refere. Segundo Silveira et al.<sup>23</sup>, em humanos a medula está ausente ou é unisseriada; cães e gatos domésticos apresentam medula matricial e trabecular, respectivamente; nos morcegos, a medula é ausente; e nos gambás é do tipo crivada<sup>28</sup>. Felix et al.<sup>34</sup>, trabalhando com raças brasileiras de bovinos utilizadas na produção de alimentos, observaram a medula trabecular. De Marinis e Asprea<sup>35</sup>, estudando a morfologia dos pelos de ungulados domésticos (vacas, ovelhas, cabras, cavalos e burros),

relataram a presença de medula unisseriada ou multisseriada, com ou sem a formação de vacúolos, podendo apresentar-se descontínua e estreita. Todas essas características diferem acentuadamente das observadas nos roedores.

Nesse sentido, a presença dos padrões alveolar e reticulado no escudo de pelos-guarda inteiros conduz ao diagnóstico de roedor (Figura 5) e possibilita o enquadramento no inciso IX do art. 3º da RDC Anvisa nº 623/2022<sup>14</sup>. Adicionalmente, outro padrão que conduz ao diagnóstico de roedor por ter sido observado exclusivamente nesse grupo de mamíferos é o padrão listrado. Embora este não tenha sido descrito para as três espécies de roedores sinantrópicos estudadas aqui, já foi descrito para outras espécies de pequenos roedores silvestres (Sigmodontinae)<sup>32,33</sup>.

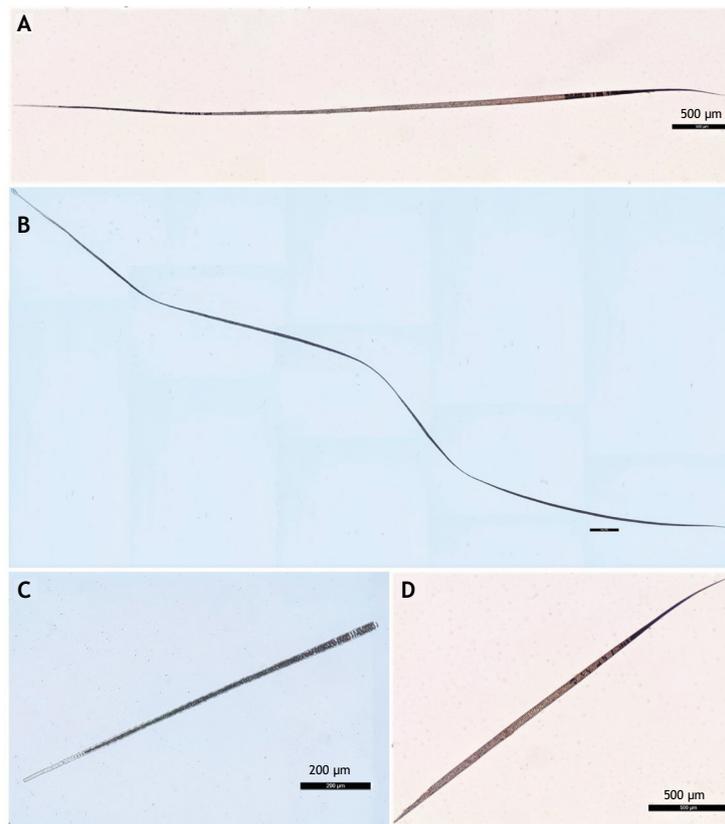
## CONCLUSÕES

A análise tricológica dos pelos de roedores estudados mostrou que estas espécies sinantrópicas podem ser diferenciadas das demais espécies de mamíferos de interesse sanitário pela presença dos padrões medulares alveolar e reticulado no escudo de pelos-guarda. Os padrões cuticulares na haste, por outro lado, apresentam sobreposições interespecíficas, tornando-os inúteis para a referida diagnose. Portanto, ao analista interessa mais especificamente dominar o reconhecimento de pelos-guarda e a identificação dos padrões medulares na porção do escudo desses pelos.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

Figura 5. Fluxograma aplicado à identificação de pelos de roedores contaminantes de alimentos.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

**Figura 6.** Fotomicrografias dos tipos de pelos e seus fragmentos. (A) pelo-guarda, (B) subpelo, (C) fragmento de pelo-guarda apenas com haste definível e (D) fragmento de pelo-guarda apenas com escudo definível (barra de escala A, D = 500 µm; B, C = 200 µm).

O protocolo de análise tricológica, contendo o fluxograma ilustrado, evidencia aqueles casos em que o parecer é inconclusivo (subpelos e fragmentos de haste) e, especialmente, possibilita enquadrar, única e exclusivamente, pelos-guarda inteiros ou

fragmentos de escudo como matéria estranha indicativa de risco à saúde (pelos de roedores) ou como indicativa de falhas das boas práticas (pelos humanos e dos demais mamíferos) de acordo com a RDC Anvisa nº 623/2022.

## REFERÊNCIAS

1. Prakash I. Rodent pest management. Boca Raton: CRC; 1988.
2. Singleton GR. Impacts of rodents on rice production in Asia. Los Baños: IRRI; 2003.
3. Buckle AP, Smith RH. Rodent pests and their control. Oxford: CAB International; 2015.
4. Hollander A, Van Run P, Spithoven J, Heederik D, Doekes G. Exposure of laboratory animal workers to airborne rat and mouse urinary allergens. *Clin Exp Allergy*. 1997;27(6):617-26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.1997.tb01188.x>
5. Daniels MJ, Hutchings MR, Greig A. The risk of disease transmission to livestock posed by contamination of farm stored feed by wildlife excreta. *Epidemiol Infect*. 2003;130(3):561-68. <https://doi.org/10.1017/S0950268803008483>
6. Meerburg BG, Kijlstra A. Role of rodents in transmission of *Salmonella* and *Campylobacter*. *J Sci Food Agric*. 2007;87(15):2774-81. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3004>
7. Stejskal V, Hubert J, Kubátová A, Váňová M. Fungi associated with rodent feces in stored grain environment in the Czech Republic. *J Plant Dis Protect*. 2005;112(1):98-102.
8. Frantz SC, Davis DE. Bionomics and integrated pest management of commensal rodents. In: Gorham JR, organizador. Ecology and management of food industry pests. Arlington: Assoc Off Anal Chem; 1991. p. 243-313.
9. Stejskal V, Hubert J, Zhihong L. Human health problems and accidents associated with occurrence and control of storage arthropods and rodents. In: Athanassiou CG, Arthur FH, organizadores. Recent advances in stored product protection. Berlin: Springer; 2018. p. 19-43.
10. Bjornson BF, Pratt HD, Littig KS. Control of domestic rats & mice, training guide-rodent control series. Washington: Public Health Service; 1969.
11. Aulicky R, Stejskal V, Pekar S. Risk evaluation of spatial distribution of faecal mice contaminants in simulated agricultural and food store. *Pakistan J Zool*. 2013;47(4):1037-43.



12. Sayaboc PD, Caliboso FM, Benigno EA, Hilario JM. Rodent losses in commercial grain storage. In: Asean Technical Seminar on Health and Ecology in Grains Post-Harvest Technology; 1984; Kuala Lumpur, Malaysia. Jakarta: Association of Southeast Asian Nations; 1984.
13. Hussain I, Iqbal MA. Occurrence of rodent filth in grain commodities sampled from ration shops, Rawalpindi. Pakistan J Zool. 2002;34(3):239-42.
14. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Resolução RDC Nº 623, de 9 de março de 2022. Dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. Diário Oficial União. 16 mar 2022.
15. Teerink BJ. Hair of west european mammals: atlas and identification. Cambridge: Cambridge University; 1991.
16. Hausman LA. The microscopic identification of commercial fur hairs. Scient Month. 1920; 10:70-78.
17. Wildman AB. Animal fibres of industrial importance: their origin and identification. Leeds: Wool Industries Research Association; 1940.
18. Wildman AB. The microscopy of animal textile fibres. Leeds: Wool Industries Research Association; 1954.
19. Mayer WV. The hair of California mammals with keys to the dorsal guard hairs of California mammals. Am Midl Nat. 1952;48(2):480-512. <https://doi.org/10.2307/2422262>
20. Appleyard HM. Guide to the identification of animal fibres. Leeds: Wool Industries Research Association; 1960.
21. Boom HPA, Dreyer JH. The possibility of identifying hair from SA game for forensic purposes. South Af J Sci. 1953;49:233-44.
22. Augustynczyk CL, Vaz EB, Novak MCS, Grassano SMR. Pelos humanos e animais: estudo comparativo aplicado à ciência forense. Rev Polícia Civil. 1979;7:43-57.
23. Silveira F, Navarro MA, Monteiro P, Quadros J, Monteiro-Filho E. Proposta de utilização da microestrutura de pelos-guarda para fins de estudos forenses e no controle de qualidade de alimentos. Rev Bras Crim. 2013;2(1):32-41. <https://doi.org/10.15260/rbc.v2i1.46>
24. Vazquez AW. Structure and identification of common food-contaminating hairs. J Assoc Off Anal Chem. 1961;44(4):754-79. <https://doi.org/10.1093/jaoac/44.4.754>
25. Olsen AR. Distinguishing common food-contaminating bat hairs from certain feather barbules. J Assoc Off Anal Chem. 1981;64(4):786-91. <https://doi.org/10.1093/jaoac/64.4.786>
26. Quadros J. Identificação microscópica de pelos de mamíferos brasileiros e sua aplicação no estudo da dieta de carnívoros [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2002.
27. Quadros J, Monteiro-Filho ELA. Coleta e preparação de pelos de mamíferos para identificação em microscopia óptica. Rev Bras Zool. 2006;23(1):274-78. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000100022>
28. Quadros J, Monteiro-Filho ELA. Revisão conceitual, padrões microestruturais e proposta nomenclatória para os pelos-guarda de mamíferos brasileiros. Rev Bras Zool. 2006;23(1):279-92. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000100023>
29. Brunner H, Coman BJ. The identification of mammalian hair. Melbourne: Inkata; 1974.
30. Keogh HJ. A study of hair characteristics of forty-two species of South-African Muridae and the taxonomic application of these as definitive criteria [tese]. Cape Town: University of Cape Town; 1975.
31. Keller A. Détermination des mammifères de la Suisse par leur pelage: II diagnose des familles III Lagomorpha et Rodentia. Rev Suis Zool. 1980;87(3):781-96.
32. Silveira F, Sbalqueiro IJ, Monteiro-Filho ELA. Identificação das espécies brasileiras de *Akodon* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) através da microestrutura dos pelos. Biota Neotropica. 2013;13(1):339-45. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000100033>
33. Quadros J, Monteiro-Filho ELA. Identificação dos mamíferos de uma área de floresta atlântica utilizando a microestrutura de pelos-guarda de predadores e presas. Arq Museu Nac. 2010;68(1-2):47-66.
34. Felix GA, Soares Fioravanti MC, Cassandro M, Tormen N, Quadros J, Soares JR et al. Bovine breeds identification by trichological analysis. Animals. 2019;9(10):761-78. <https://doi.org/10.3390/ani9100761>
35. Marinis AM, Asprea A. Hair identification key of wild and domestic ungulates from southern Europe. Wildl Biol. 2006;12(3):305-20. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[305:HIKOWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[305:HIKOWA]2.0.CO;2)

#### Agradecimentos

À Dra. Fernanda Gatto Almeida, por disponibilizar os exemplares de roedores para coleta de pelos junto ao Laboratório de Citogenética e Genética da Conservação do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

#### Contribuição dos Autores

Aquino CI - Concepção, planejamento (desenho do estudo) e redação do trabalho. Quadros J - Concepção, planejamento (desenho do estudo), análise, interpretação dos dados e redação do trabalho. Todos os autores aprovaram a versão final do trabalho.

#### Conflito de Interesse

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.



Licença CC BY-NC atribuição não comercial. Com essa licença é permitido acessar, baixar (download), copiar, imprimir, compartilhar, reutilizar e distribuir os artigos, desde que para uso não comercial e com a citação da fonte, conferindo os devidos créditos de autoria e menção à Visa em Debate. Nesses casos, nenhuma permissão é necessária por parte dos autores ou dos editores.