

SISTEMA TEGUMENTAR

Meta

Nesta aula serão apresentadas as principais características e adaptações do sistema tegumentar dos vertebrados, bem como dos anexos associados ao mesmo.

Objetivos

Ao final desta aula, o aluno deverá:
reconhecer a organização do tegumento dos diferentes vertebrados,
identificando as adaptações que eles desenvolveram para ocupar os mais variados habitats.

Pré-requisitos

É importante que o aluno tenha compreendido os termos utilizados em anatomia que foram revisados na aula anterior. Vários destes termos serão utilizados neste capítulo.



(Fonte: <http://travel.mongabay.com>)

INTRODUÇÃO

Na aula passada, realizamos uma breve revisão de alguns conceitos básicos da Anatomia, que vão ser úteis nos conteúdos seguintes de nossa disciplina. A partir deste capítulo, daremos início ao estudo comparativo dos sistemas dos vertebrados, sendo o sistema tegumentar o primeiro a ser discutido.

O sistema tegumentar compreende o revestimento do corpo (pele) e as estruturas dele derivadas, como pêlos, unhas, penas, glândulas (e.g. sebáceas, sudoríparas), entre outras. Este sistema é extremamente adaptado ao tipo de ambiente no qual o organismo se encontra. Assim, a simples análise do tegumento e de anexos associados de um organismo pode nos trazer informações suficientes, que nos permitem prever em que tipo de ambiente o animal é normalmente encontrado.

O sistema tegumentar é o que possui maior número de funções em um organismo. Ele fornece proteção física aos tecidos mais delicados, protegendo contra a entrada da maioria dos organismos e de materiais danosos, absorvendo o impacto do ambiente. Ele contribui para o balanço hídrico, como por exemplo, anfíbios que podem absorver água através do tegumento permeável, e répteis de deserto que possuem a pele resistente à perda deste líquido. Este sistema auxilia também no controle da temperatura corpórea, sendo a perda de calor promovida pela dilatação de vasos superficiais e pela evaporação do suor, e sua conservação por meio de depósitos de gordura e ereção de pelos e penas.

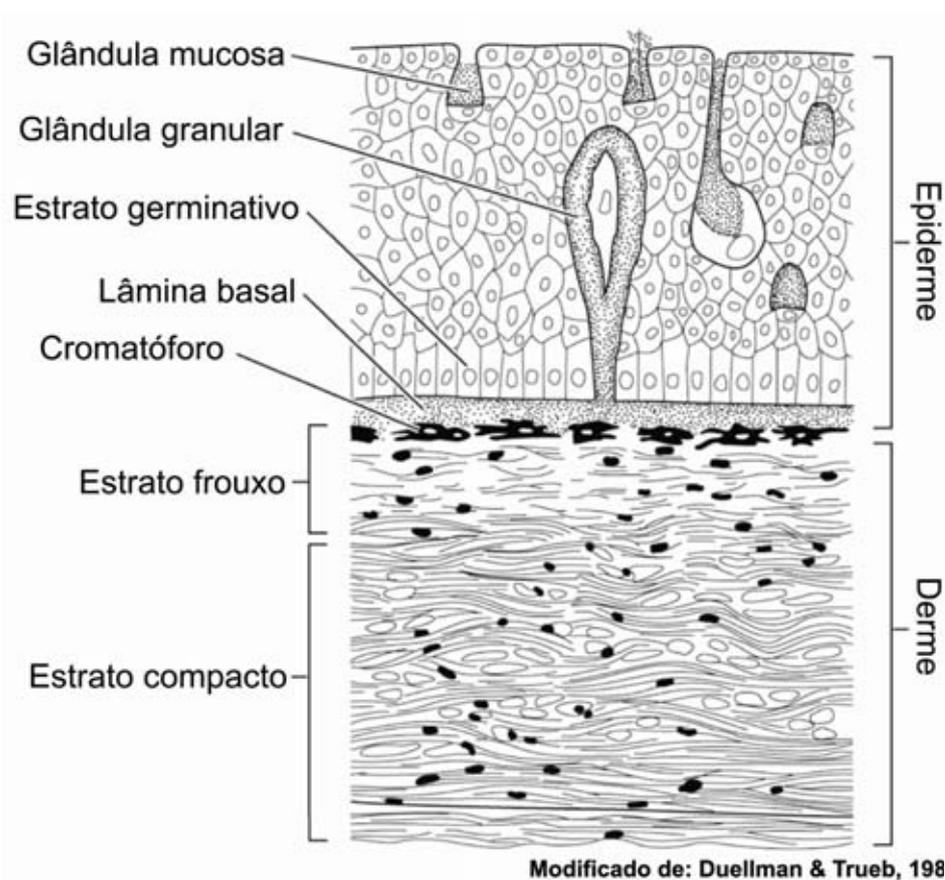
No tegumento observamos os pigmentos responsáveis pela identificação, importantes nos comportamentos sexuais e agressivos, como também na camuflagem. Ele facilita a locomoção por meio de coxins de atrito, da fixação de garras ou escamas ao substrato, aerofólios entre outros. Em alguns grupos, como anfíbios e serpentes marinhas, o tegumento pode auxiliar nas trocas gasosas. As secreções das glândulas da pele podem contribuir para a atração e repulsão, nutrição de filhotes, liberação de sais e uréia, e auxiliar na termorregulação. O tegumento aloja muitos órgãos dos sentidos, contribui para o contorno do corpo, armazenamento de gordura e glicogênio, protege e sustenta o corpo, e sintetiza a vitamina D.



(Fonte: <http://cienciahoje.uol.com.br>)

ESTRUTURA DO TEGUMENTO (PELE)

O tegumento dos vertebrados é formado por duas camadas principais, sendo a epiderme a mais superficial e de origem no **ectoderma**, e a derme, mais profunda e que se origina a partir do **mesoderma**. A epiderme é estratificada em duas ou mais camadas, sendo a mais profunda conhecida como estrato germinativo. É a partir deste estrato que são formadas as camadas mais superficiais. O número de camadas da epiderme superficial ao estrato germinativo é muito variado entre os táxons, e até mesmo em diferentes pontos do corpo de um animal (e.g. tegumentos mais espessos que ficam em contato com superfícies, como a região plantar, e tegumentos mais delgados em regiões mais protegidas, como as das axilas e virilhas).



Corte da pele de um vertebrado generalizado.

A epiderme normalmente possui natureza secretora, sendo suas células divididas, em função do tipo de secreção, em mucosa e proteinácea. A primeira produz muco, alguns tipos de secreções tóxicas, e em alguns peixes, os **fotóforos**. A segunda é responsável principalmente pela produção das queratinas, que contribuem para consistência dura das penas, pelos, garras,

Ectoderme

Camada exterior de um embrião em desenvolvimento

Mesoderme

Consiste num folheto embrionário, situado entre a endoderme e a ectoderme. A partir da mesoderme, por multiplicação e diferenciação celular, originam-se, por exemplo, o esqueleto, os músculos, e os sistemas circulatório e excretor

Fotóforos

Órgãos produtores de luz, originados da associação com bactérias bioluminescentes

Estrato Córneo

Camada externa morta da epiderme.

escamas dos répteis, bicos e também do **estrato córneo** da pele seca dos **tetrápodes**. Dois tipos moleculares são reconhecidos, chamados de α - queratina (queratina flexível) e β - queratina (queratina rígida). A proporção com que cada tipo de queratina ocorre no tegumento ou anexo tegumentar determina a maior ou menor rigidez da estrutura.

Tetrapoda

Grupo que inclui todos os vertebrados com quatro membros e dígitos distintos, ou animais cujos ancestrais corrobora com esse padrão característico.

A derme é normalmente mais espessa que a epiderme, e caracterizada por um número menor de tipos celulares e por um emaranhado de fibras (fibras de colágeno e fibras elásticas). Usualmente, a derme apresenta um estrato esponjoso externo e vascularizado, e um estrato compacto mais profundo e espesso que, juntos, possuem a função de fixar o tegumento sobre o tecido conjuntivo que recobre os músculos da parede do corpo. Fibras musculares lisas e depósitos de gordura podem estar presentes na derme.

CROMATÓFOROS E A MUDANÇA DE COLORAÇÃO

Endotermos

Animais que mantêm altas taxas metabólicas em descanso e temperaturas relativamente constantes.

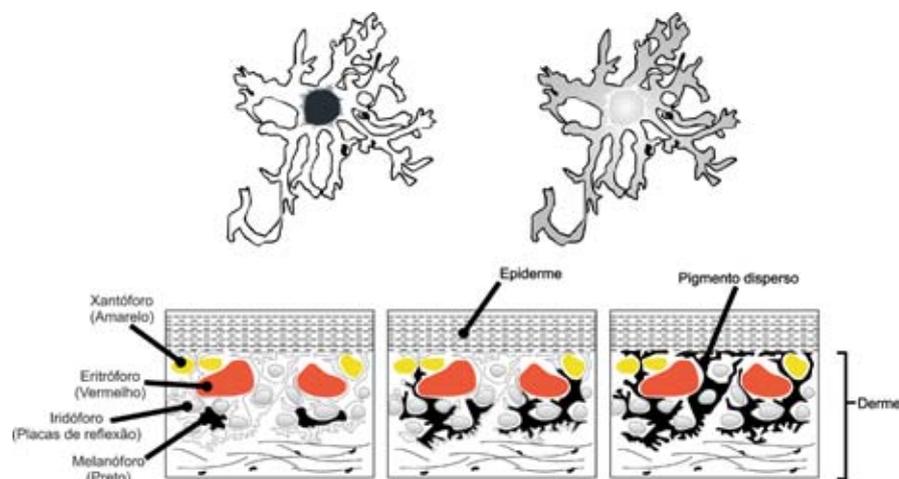
No tegumento estão presentes também as células pigmentares conhecidas como cromatóforos. Em **endotermos** estas células estão presentes na epiderme e são chamadas de melanóforos. Os melanóforos são responsáveis pela produção da melanina que pode ser preta, marrom ou vermelha. Já os animais **ectotérmicos**, os cromatóforos estão localizados na derme. Eles podem manter uma cor constante, provocar alterações morfológicas de coloração, ou causar mudanças fisiológicas de cor, que são relativamente rápidas (e.g. camaleões que se adaptam à coloração do ambiente no qual se encontram). Existem três tipos de cromatóforos dérmicos: iridóforos (placas refletoras que dão aspecto iridescente aos animais), xantóforos (pigmento amarelo) e eritróforos (vermelho). Os melanóforos são similares aos da epiderme. Mas você deve estar se perguntando: “Como é o controle de mudança de coloração em um animal?” Na realidade, este controle é complexo e pode incluir a influência de hormônios de várias glândulas, além do sistema nervoso. Um cromatóforo apresenta um aspecto todo “estrelado”, funcionando da seguinte maneira: quando os pigmentos estão concentrados em um único ponto de seu citoplasma, a cor do pigmento pouco se expressa, ao contrário do que acontece quando os pigmentos estão dispersos, fazendo com que a cor se expresse em sua totalidade. A mudança de cor nos animais pode auxiliar na fuga de predadores, quando a presa assume um padrão **críptico** ao substrato, bem como na termorregulação, já que cores mais escuras, em períodos mais frios, podem absorver mais calor do que colorações claras.

Ectotérmicos

Animais com baixas taxas metabólicas em descanso e com temperaturas corpóreas usualmente variáveis.

Críptico

Padrão semelhante ao ambiente onde o organismo se encontra.



Desenho esquemático de um cromatóforo e do funcionamento de um melanóforo em lagarto.

TEGUMENTO DOS VERTEBRADOS

As pressões exercidas sobre animais pelo ambiente em que vivem fazem com que formas cada vez mais adaptadas sejam selecionadas. Várias dessas adaptações estão expressas no tegumento desses organismos. Animais aquáticos, por exemplo, tendem a ter uma menor ou nenhuma queratinização do tegumento, ao contrário dos animais terrestres, como os répteis, que passam por forte abrasão de seus corpos junto ao substrato e, conseqüentemente, apresentam grandes camadas de queratina revestindo e protegendo seus corpos.

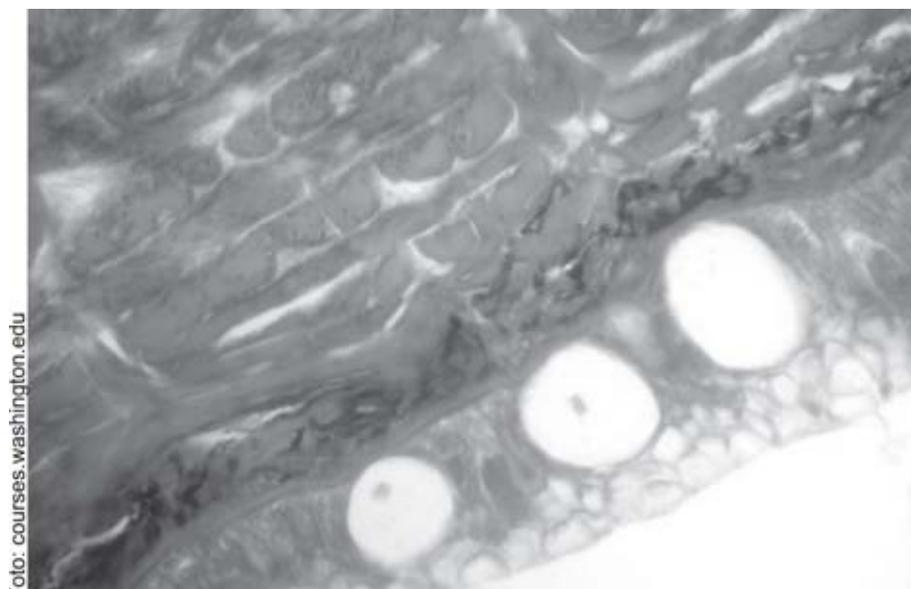
Nos tópicos seguintes procure relacionar as características que vão sendo apresentadas com o ambiente em que os animais estão inseridos. Essa é a melhor forma de entendimento e de fixação do conteúdo. Iniciaremos a explanação com o maior dos grupos de vertebrados, os peixes, animais aquáticos que representam mais de 50% do sub-filo Vertebrata e que estão divididos em Agnatha (feiticeiras e lampreias), Chondrichthyes (tubarões, raias e quimeras) e Osteichthyes (e.g. vermelha, robalo, tucunaré, pirambóia). Posteriormente, passaremos a um grupo intermediário na interface água-terra, os anfíbios, e por último os grupos mais independentes da água, os répteis, as aves e os mamíferos.

TEGUMENTO DOS PEIXES

Os peixes agnatos possuem epiderme delgada e com várias glândulas unicelulares, sendo mais comuns as de células com filamentos, que são responsáveis pela produção de muco de proteína fibrosa. O outro tipo presente nos agnatos é a chamada glândula granulosa, que alguns autores apontam como de função desconhecida para o grupo. Estes peixes não

Cordados I

possuem escamas e nem produzem queratina, sendo seus corpos revestidos por uma fina cutícula acelular.



Corte de um tegumento de um peixe agnata (feiticiera).

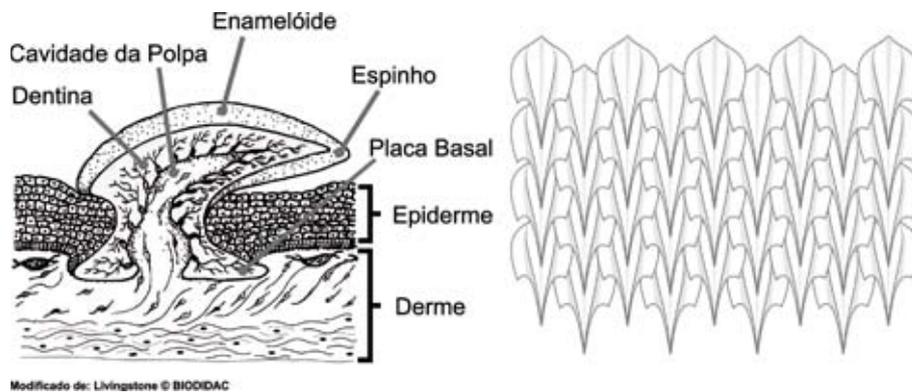
Os peixes mandibulados (Chondrichthyes e Osteichthyes) normalmente possuem pele delgada e glandular, firmemente ancorada ao corpo. A queratina normalmente está ausente, havendo trocas periódicas da epiderme desgastada. As glândulas mucosas são abundantes, produzindo substâncias que previnem a entrada de material estranho, auxiliam na osmorregulação, conferem certa proteção a predadores (e.g. gosto desagradável em algumas espécies; torna o animal mais escorregadio), e reduzem a resistência durante a natação. Algumas espécies podem apresentar glândulas de veneno associadas a espinhos das nadadeiras. A pele dos peixes possui grande poder de recuperação, podendo existir escamas associadas a mesma.

ESCAMAS

As escamas dos peixes possuem, origem dérmica, diferente das encontradas nos tetrápodes, que têm sua formação a partir da epiderme. Podem ser classificadas em placoides, elasmoides (divididas quanto à forma ou presença de projeções semelhantes a espinhos, em cicloide e ctenoide), ganoides (formadas por uma combinação de tecidos e classificadas em paleoniscoides e lepidosteoides) e cosmoides (que também em relação à forma dividem-se em cicloides ou romboides).

- Escama placóide – característica de Chondrichthyes, embora menos comuns em raias e quimeras, quando comparadas aos tubarões. Este tipo

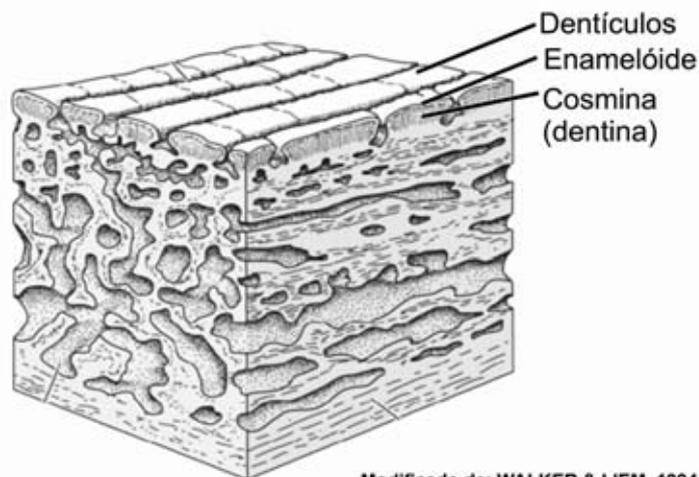
de escama possui porções dérmicas e epidérmicas, semelhantes aos dentes dos mamíferos. Uma camada de polpa central é cercada por dentina; essa estrutura é encapada por um tecido usualmente considerado como esmalte ectodérmico. As projeções destas escamas reduzem o turbilhonamento da água em torno da animal facilitando a natação. Algumas roupas utilizadas por nadadores profissionais foram desenvolvidas com base na estrutura e funcionamento do revestimento dos tubarões. Essas roupas melhoram o desempenho do atleta durante o deslocamento na água, promovendo um aumento da velocidade.



Modificado de: Livingstone © BIODIDAC

Tegumento de um tubarão, evidenciando a estrutura de uma escama placóide.

- Escama cosmoide – escama formada por dentina do tipo cosmoide. Frequentemente, a superfície da escama é esculpida pelo esmalte dos denticulos. As escamas podem ser do tipo cicloide, que se apresentam imbricadas, ou romboides, que são sobrepostas em suas margens internas. (Ex. *Latimeria*).

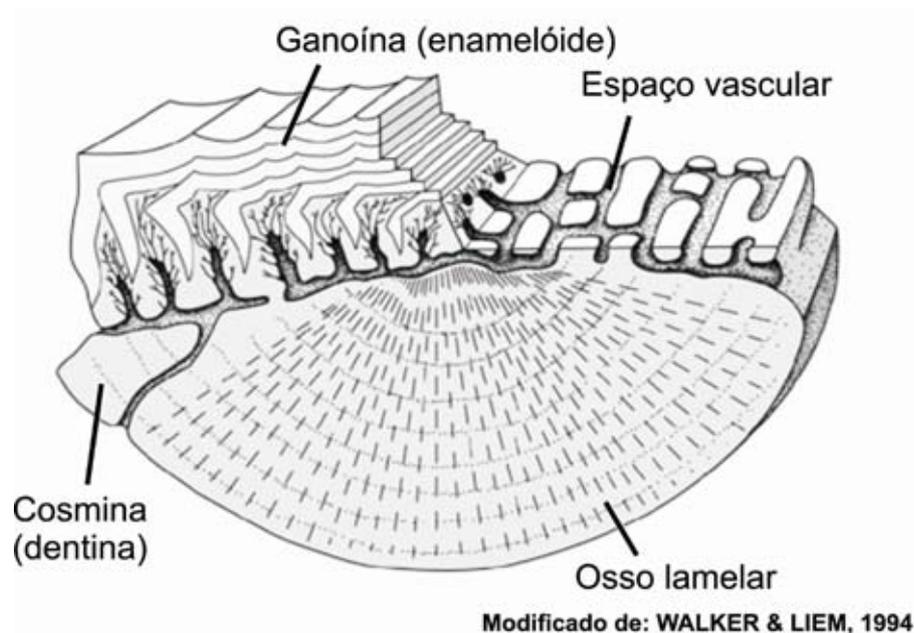


Modificado de: WALKER & LIEM, 1994

Desenho esquemático de uma escama cosmoide.

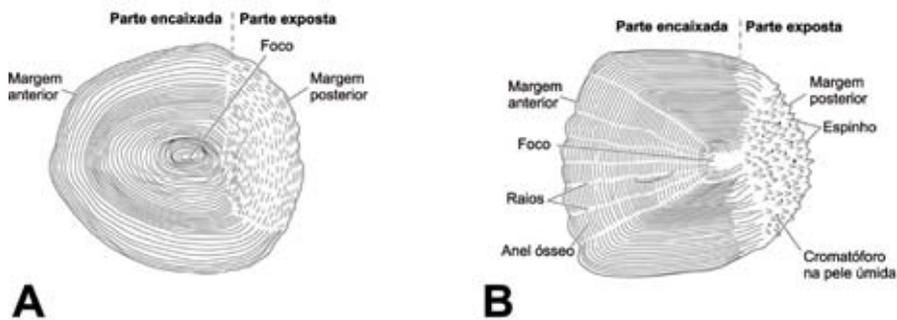
Cordados I

- Escama ganoide – estrutura romboide espessa que evoluiu a partir de escamas cosmoide. Dois tipos podem ser distinguidos. O mais primitivo, conhecido como paleoniscoide, apresenta superfície espessada por meio de períodos sucessivos de crescimento, com laminações de um esmalte chamado de ganoína. A dentina cosmoide é retida sob a ganoína. A base da escama é formada por osso lamelar perfurado por canais vasculares. Presente no gênero *Polypterus* (bichir). O outro tipo é conhecido por lepidosteioide. A ganoína é a mesma, porém a cosmina é eliminada. A base óssea é acelular e os canais, embora presentes, não são mais vasculares. Encontrada em *Lepisosteus* (gars).



Desenho esquemático de uma escama ganoide.

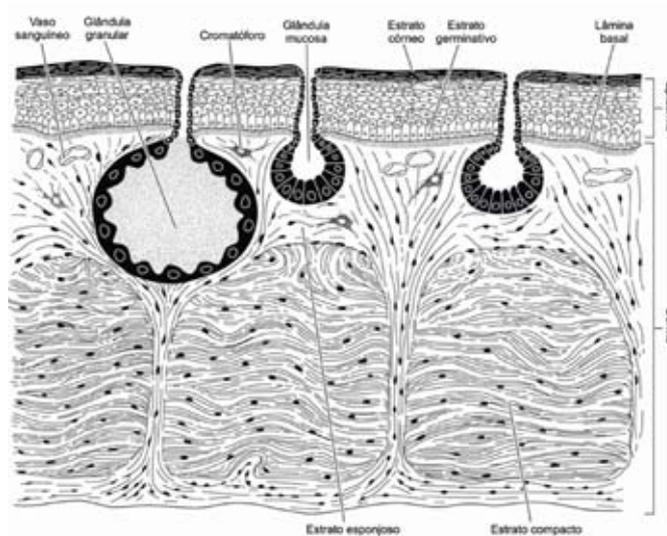
- Escama elasmóide – derivada da escama ganoide do tipo lepidosteioide. Encontrada em teleósteos. Neste grupo integram-se a maioria dos peixes comuns e formas mais evoluídas. A camada basal, a qual se forma na base da escama, permanece acelular, mas é envolta por fibras de colágeno dispostas em diversas direções. A ganoína ancestral está ausente, com uma fina camada derivada do órgão do esmalte presente em seu lugar. As escamas do tipo elasmóide são finas e imbricadas, podendo ser cicloides ou ctenóides (com projeções sobre as margens expostas).



Modificado de: WALKER & LIEM, 1994

Desenho esquemático das escamas elasmóides: escama ciclóide (A) e escama ctenóide (B).

O próximo grupo é considerado de transição entre a água e a terra, devido a isso, possuem características que os permitem viver tanto em ambiente aquático, quanto terrestre. A epiderme dos anfíbios é delgada, apresentando dois tipos de glândulas, multicelular e alveolar, originadas da epiderme e com crescimento na derme. As glândulas mucosas produzem muco, responsável pela manutenção da umidade da pele, essencial à respiração cutânea. Já as glândulas granulares são responsáveis pela produção de substâncias tóxicas aos predadores ou mesmo de ação antimicrobiana. Superficialmente, um delgado estrato córneo formado por α - queratina está presente. Somente a camada celular mais externa é morta, sendo trocada de poucos em poucos dias. Devido à pequena espessura desta camada, os anfíbios estão amplamente sujeitos à abrasão e à dessecação, o que restringe sua distribuição a ambientes mais úmidos.



Modificado de: Duellman & Trueb, 1986

Estrutura do tegumento de um anfíbio.

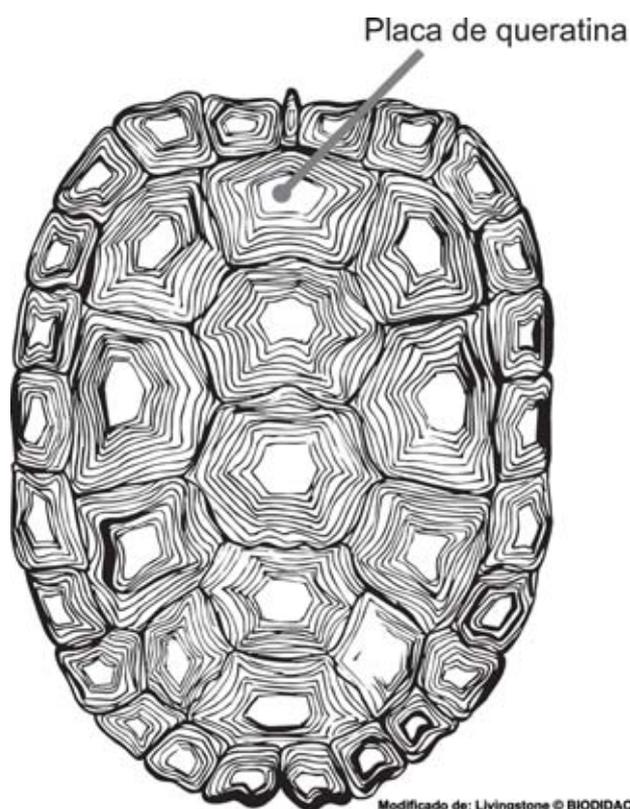
TEGUMENTO DOS RÉPTEIS

Os répteis possuem adaptações do seu tegumento que os permitem viver em ambientes mais secos e abrasivos. A epiderme é a região mais espessa da pele desses organismos e é impermeabilizada por queratina e lipídeos. Uma camada de escamas de origem epidérmica está normalmente presente (Lepidosauria) e é trocada periodicamente. Aparentemente a muda, ou troca de pele, está sob controle hormonal, podendo ser influenciada também pela umidade. Mas como seria o tegumento destes animais em um período de descanso logo após a muda? Nesta fase, a epiderme consiste de um estrato germinativo, e de uma geração epidérmica externa formada por cinco camadas. Da região mais superficial para a mais profunda, encontramos primeiro uma camada espessa, acelular e morta, com grandes depósitos de β - queratina. A superfície desta camada é conhecida como oberhautchen (= cutícula externa). Abaixo desta camada de β - queratina existe uma fina camada média, sem importância conhecida, seguida por uma camada moderadamente espessa de material frouxo, anucleado e morto, composto principalmente de α - queratina. Na seqüência temos duas camadas de células vivas: uma mais externa, que será posteriormente incorporada pela camada α , e uma interna, a qual se tornará evidente, criando a separação que leva à muda. No final do período de descanso, o epitélio germinativo forma rapidamente as várias camadas que compõem a geração epidérmica interna. A camada mais externa então se separa da mais interna e a muda continua.



Corte generalizado de um tegumento de um réptil Squamata.

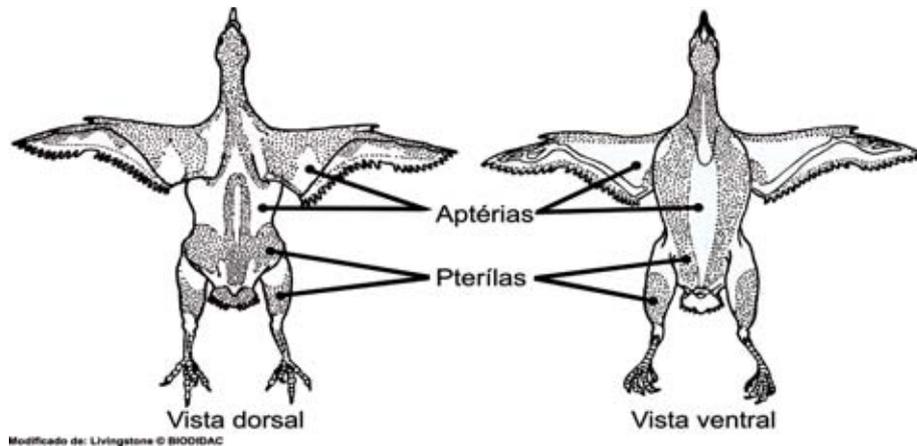
Em quelônios e crocodilianos podemos encontrar escudos, que consistem de uma placa de queratina sobre a superfície externa de uma escama grande e achatada. Estes escudos não são perdidos e seu crescimento se dá pela adição de material queratinizado na superfície interna dos escudos, compensando assim o seu desgaste. Placas ósseas (osteodermos), derivadas provavelmente de escamas dérmicas, estão presentes sob os escudos córneos.



Carapaça de quelônio.

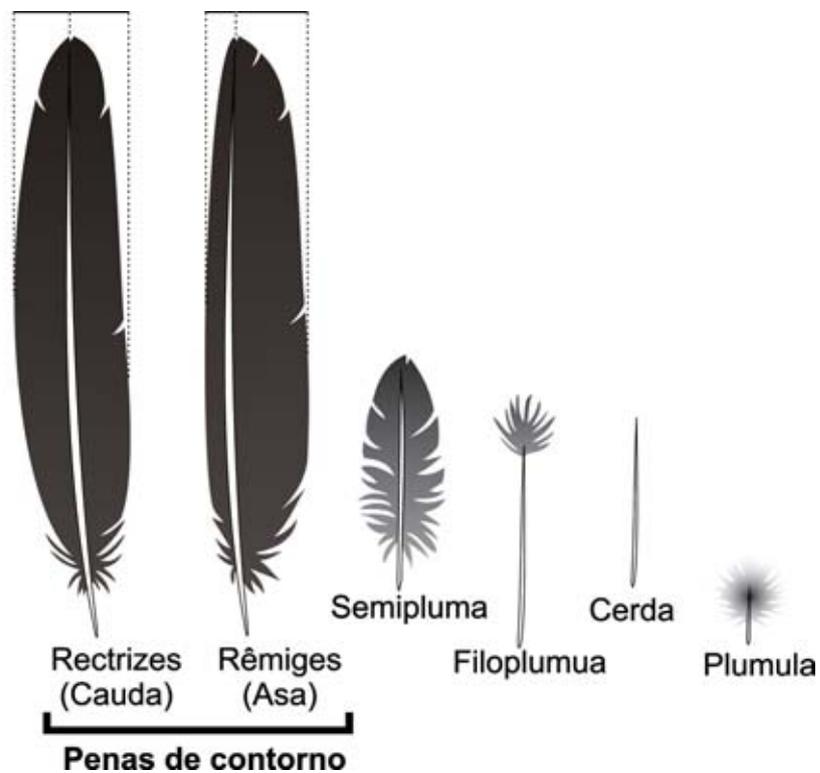
TEGUMENTO DAS AVES

O tegumento das aves é delgado, pouco queratinizado e frouxamente unido aos tecidos subjacentes. Associadas a este tegumento temos as penas que são estruturas fortemente queratinizadas, com possível origem nas escamas dérmicas de ancestrais répteis. As regiões nas quais as penas estão inseridas são conhecidas como pterilas, e os locais em que estão ausentes, aptérias. As penas são trocadas periodicamente, uma a duas vezes por ano, normalmente uma por vez. Caso curioso ocorre com os patos, que perdem a maior parte de suas penas de uma só vez, ficando impossibilitados de voarem nesse período.



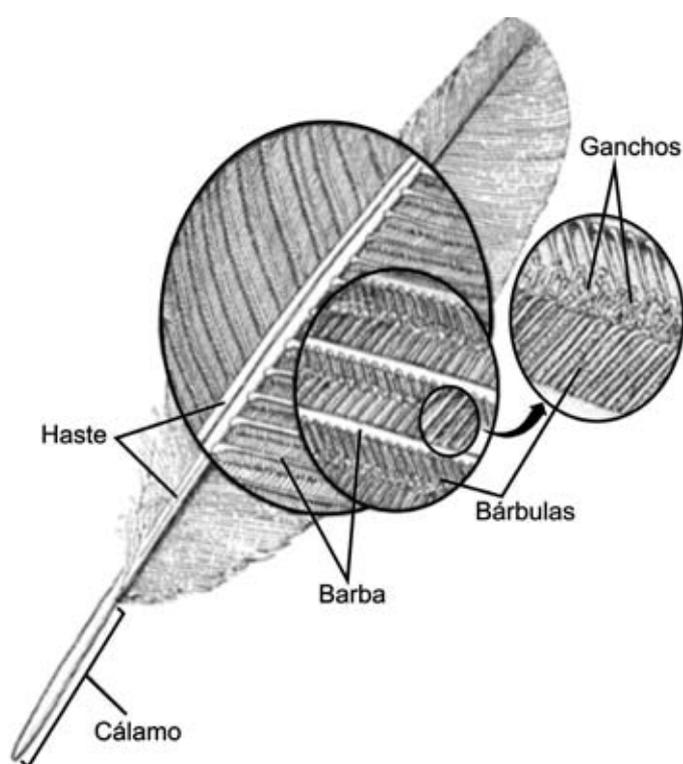
Desenho esquemático do tegumento de uma ave, evidenciando as áreas conhecidas como aptérias e pterilas.

Vários tipos de penas podem estar presentes, inclusive com funções distintas. Entre aquelas existentes podemos citar as penas de contorno, plúmulas, cerdas e filoplúmulas. Maior detalhamento sobre as funções e forma de cada tipo de pena será discutido na disciplina Biologia dos Cordados no semestre seguinte. Dessa forma, nos deteremos às partes estruturais de uma pena de contorno que coincide com a maioria das outras penas.



Tipos de penas.

Uma pena de contorno é constituída por uma região de inserção conhecida como cálam, uma haste que dá sustentação à estrutura laminar nomeada de vexilo, que é formada pela associação de estruturas filiformes às barbas. Se ampliarmos uma barba, veremos que projeções laterais a cada uma destas estruturas estão presentes, sendo nomeadas bárbulas. Nas bárbulas encontramos pequenos ganchos que mantêm unidas as barbas dando aquele aspecto laminar característico de várias penas.

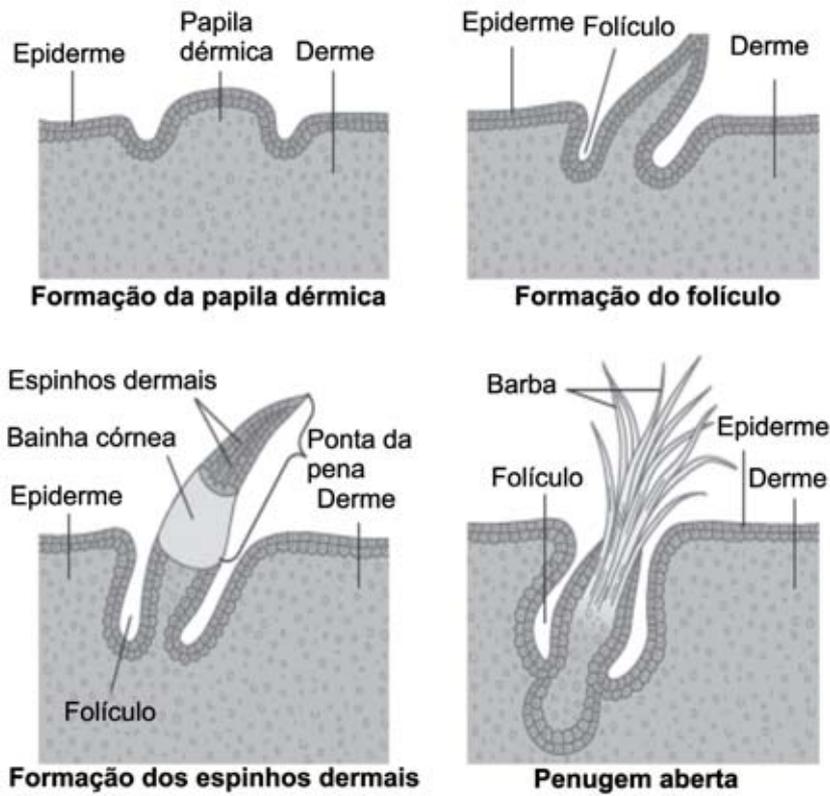


Modificado de: © Cornell Lab of Ornithology

Estrutura de uma pena de contorno.

Uma pena se desenvolve da seguinte maneira: primeiro uma elevação do mesoderma é formada, a papila dérmica, a qual é coberta pela ectoderme. Esta estrutura se aprofunda formando uma depressão, conhecida como folículo da pena. Uma bainha da pena, superficial e queratinizada, circunda as penas em erupção e é subsequentemente perdida. A partir da camada germinativa vai havendo deposições de queratina e a pena vai sendo formada. Uma pena é originada apenas do ectoderma, porém, em formação, ela é nutrida pelo mesoderma vascular.

Cordados I



Modificado de: © 1998 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Etapas do desenvolvimento de uma pena.

Além das penas outros anexos tegumentares construídos à base de queratina podem estar presentes nas aves, como as escamas, que revestem parte dos pés, e que não são substituídas; bicos e esporões, este último constituído por espinhos córneos com núcleos ósseos em seu interior. Elementos glandulares estão ausentes, com exceção apenas da glândula uropigial, localizada na parte superior da cauda, e que é mais desenvolvida em espécies aquáticas. Essa glândula produz substâncias oleosas que impermeabilizam as penas e deixam os bicos menos quebradiços. Já notou que algumas aves passam o bico na parte superior da cauda e em seguida “penteiam” as penas do corpo e da asa? Esse comportamento faz com que as substâncias oleosas sejam transferidas para as penas tornando-as impermeáveis.



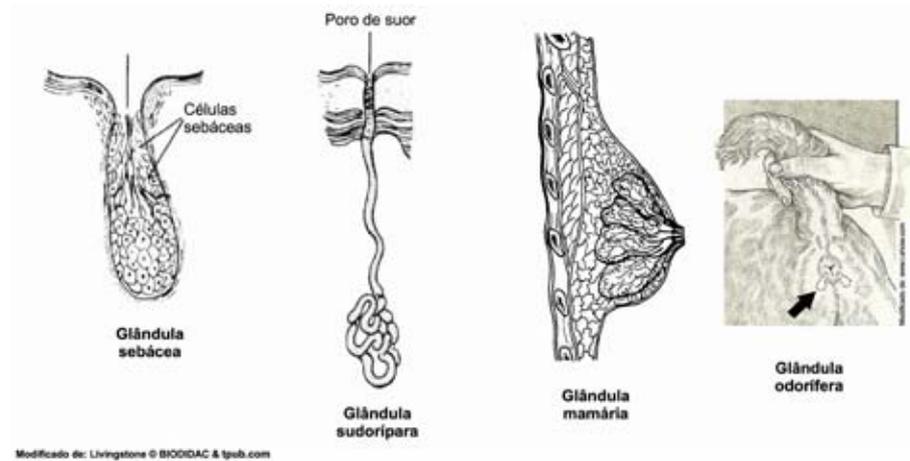
Anexos tegumentares das aves: escama, bico e glândula uropigial.

SISTEMA TEGUMENTAR DE MAMÍFEROS

Em mamíferos a pele é relativamente espessa, particularmente a derme. Porém essa espessura varia muito de espécie para espécies ou mesmo de uma região do corpo para outra. Uma maior espessura da epiderme é verificada em locais onde os pêlos são esparsos ou em áreas sujeitas à pressão e abrasão. Escamas córneas podem ser formadas a partir do estrato córneo, como nas caudas dos gambás e de alguns roedores. Em mamíferos vários anexos tegumentares estão presentes, todos eles formados à base de queratina. As garras, por exemplo, são estruturas fortes que recobrem os ossos terminais dos dígitos, podendo ser retráteis como as observadas em felinos, ou mesmo fixas (demais representantes da ordem Carnívora). Protegendo os dígitos temos também os cascos, típicos das ordens Artiodactyla (e.g. antílopes, veados, boi) e Perissodactyla (e.g. rinoceronte, cavalos, zebras) e as unhas, encontradas apenas nos primatas. As baleias verdadeiras (Subordem Mysticetes) possuem projeções do epitélio bucal, utilizados na alimentação, conhecidos como barbatanas bucais.

Glândulas também estão presentes no tegumento dos mamíferos sendo elas classificadas em:

- Sudoríparas – responsáveis pela produção de suor (ausentes em baleias e peixes-boi); auxiliam na prevenção do superaquecimento; excreção de sal e uréia; aumentam o atrito com as superfícies;
- Sebáceas – drenam para o interior do folículo piloso; podem ocorrer sem associação de pelos nos mamilos, lábios e genitálias; secretam substâncias oleosas que recobrem o pelo e previnem contra a dessecação da pele;
- Odoríferas – produzem substâncias odoríferas que podem ser utilizadas na defesa, reconhecimento ou atração sexual;
- Glândulas mamárias – secretam substâncias nutritivas que compõem o leite para a nutrição dos jovens. Números variados associados ao número de crias (1 a 12 pares); dispostas em regiões variadas.

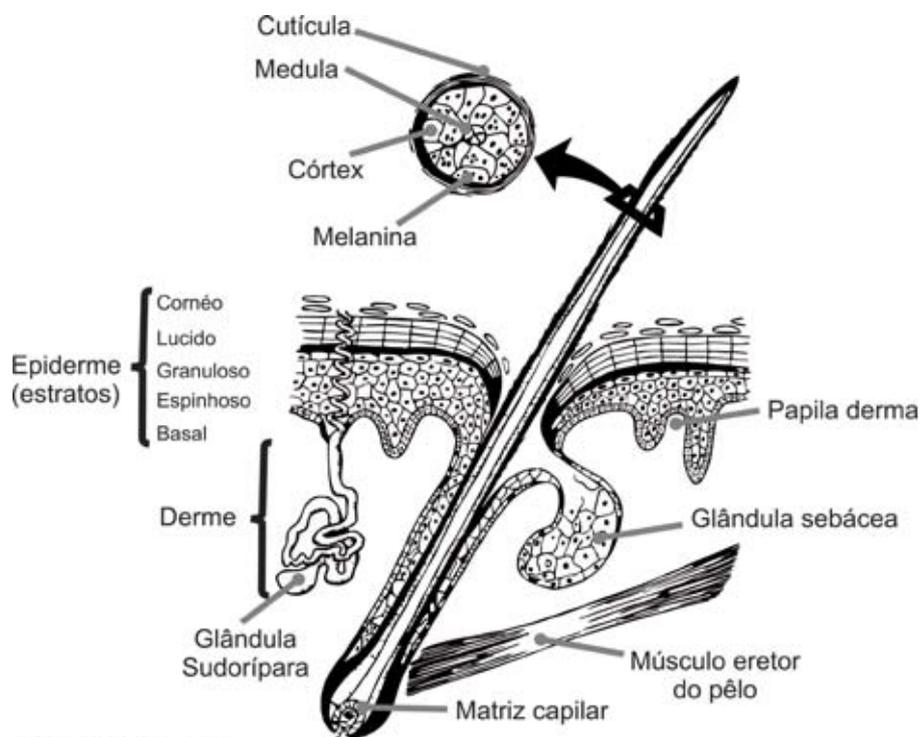


Tipos de glândulas derivadas do tegumento dos mamíferos.

Mecanoreceptora

Receptor mecânico

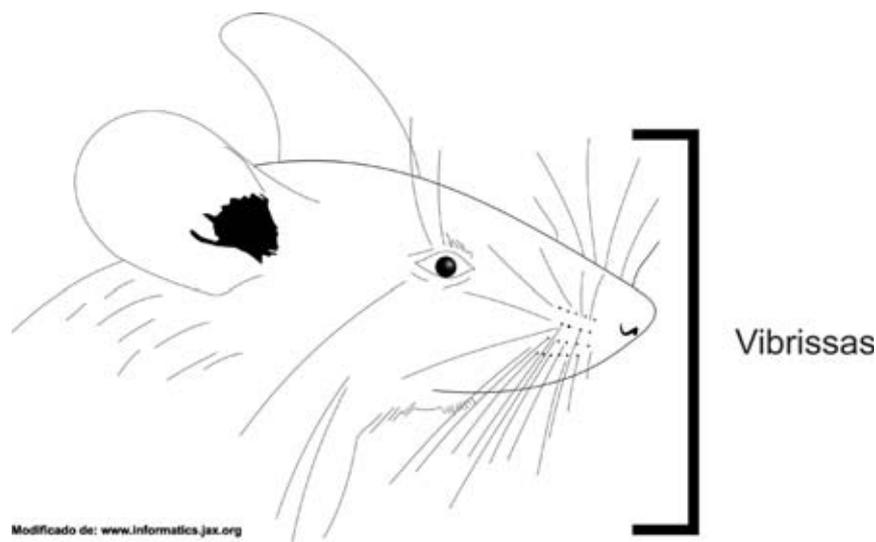
Depois das glândulas mamárias, o pelo constitui o anexo tegumentar mais característico dos grupos de mamíferos. Acredita-se que esta estrutura tenha sido originada das escamas dos répteis e que, inicialmente, tinha uma função **mecanoreceptora**, que com o adensamento tornou-se útil como cobertura de proteção. O pelo é formado por uma raiz expandida e uma haste escondida sob a pele, em uma bainha epidérmica ou folículo piloso. Uma ou mais glândulas sebáceas drenam para o interior de uma fenda entre a haste e os tecidos adjacentes. Em um corte transversal de um pelo, podemos observar duas a três camadas. O córtex é a camada de maior importância estrutural, sendo relativamente denso. É nele que encontramos os pigmentos que dão cor aos pelos. Na face externa, são encontradas escamas microscópicas que formam a cutícula. Os pelos mais grossos também possuem um cerne ou medula, constituído de células mortas contraídas e de espaços vazios. Um pequeno músculo liso estende-se da parte externa da derme, sendo inserido no folículo. Sua contração faz com que o folículo e o pêlo se elevem, levando ao espessamento dos pelos, e aumentando assim a eficiência da cobertura em apresentações e no isolamento térmico. Grande parte dos mamíferos troca seus pelos uma a duas vezes por ano; em geral, as pelagens de inverno e verão são distintas em relação à densidade, qualidade e coloração.



Modificado de: anatomy.lupul.edu

Estrutura de um pêlo.

As vibrissas ou “bigodes” são pelos grossos, especializados, utilizados como órgãos táteis. Várias terminações nervosas estão presentes na raiz do pelo, captando as informações provenientes da parte exposta das vibrissas. Pelos mais rígidos e robustos podem estar presentes formando os espinhos, como aqueles encontrados em porcos-espinho.

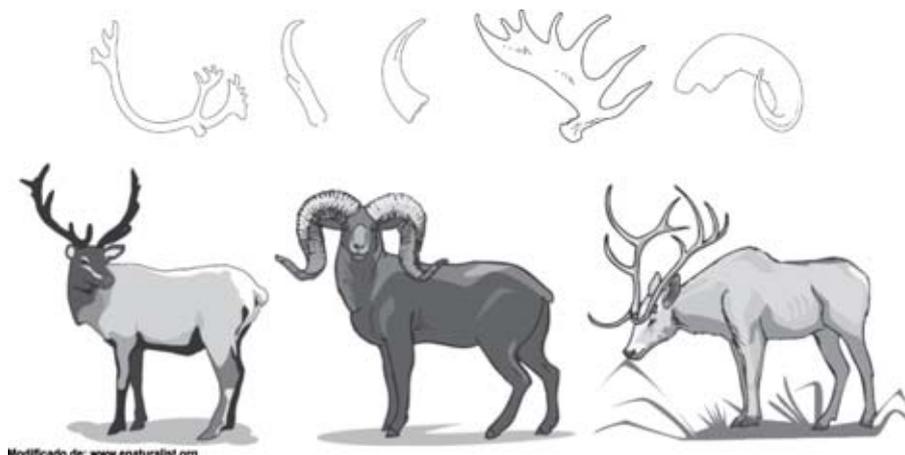


Modificado de: www.informatics.jax.org

Vibrissas de um roedor.

Cordados I

Os últimos anexos tegumentares dos mamíferos que iremos tratar são os cornos e chifres. Ambos são estruturas formadas por queratina que podem ser permanentes ou temporárias. São utilizadas normalmente para o reconhecimento, exibições e para a defesa. Os cornos são de crescimento contínuo e não são trocados, podendo ser, a depender da espécie, únicos (rinoceronte) ou duplos (búfalos, carneiros, antílopes). São formados por um osso dérmico central coberto por camadas de queratina. Os chifres são típicos dos veados, alces, cervos e renas. São derivados ósseos da derme de ocorrência temporária. O osso que forma os chifres contém um pouco mais de material orgânico do que os demais ossos, o que os torna mais flexíveis. Durante o crescimento essas estruturas são recobertas por pele (“veludo”). Quando o tamanho máximo é atingido, a circulação no veludo é interrompida, levando a sua morte e posterior queda. No final da estação reprodutiva o osso na base do chifre, encontrado sobre uma projeção óssea chamada de pedicelo, torna-se enfraquecido, e o chifre cai. Os chifres apresentam diversas formas, sendo ramificados em animais maduros.



Cornos e chifres de mamíferos.

CONCLUSÃO

Grande parte das informações que vimos sobre o sistema tegumentar dos vertebrados constitui adaptações aos ambientes em que vivem, como menor queratinização do tegumento em animais aquáticos, ou que fazem uso da respiração cutânea. O aumento da deposição de queratina gera tegumentos mais impermeáveis, adaptados à vida em ambientes mais secos, locais onde é importante a economia de água. Nesses ambientes os animais estão mais suscetíveis à abrasão do meio. Desta forma, camadas mais expressivas de queratina podem oferecer maior proteção contra o desgaste.

RESUMO

Nesta aula vimos que o sistema tegumentar dos vertebrados, bem como seus anexos, desempenham várias funções importantes, muito delas adaptativas aos habitats ocupados por estes organismos, apresentando como função universal proteger o organismo das agressões físicas e químicas do ambiente. Em vertebrados, o tegumento é originado a partir de dois folhetos embrionários: o ectoderma, que origina a epiderme estratificada, e o mesoderma, que origina a derme. A epiderme, camada mais externa da pele, pode sofrer queratinização variada, a depender do organismo e do meio em que ele vive. Além do estrato córneo do tegumento, todas as estruturas queratinizadas, denominadas anexos, são de origem ectodérmica, sendo elas: pelos, penas, cornos, unhas, garras, cascos, bicos, etc.



ATIVIDADES

Elabore um quadro comparativo abordando as características do sistema tegumentar de cada grupo de vertebrados (e.g. anfíbios, répteis, aves, etc). Devem estar relacionadas informações dos seguintes tópicos:

- caracterização da epiderme;
- caracterização da derme;
- presença de anexos tegumentares;
- ambientes onde o grupo é normalmente encontrado;
- adaptações mais relevantes.

Estas informações são facilmente encontradas no texto aqui apresentado e podem ser complementadas com bibliografia especializada. Ver referências adotadas para o capítulo.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, abordaremos o sistema de alavancas (esqueleto) que sustenta as estruturas moles dos corpos dos vertebrados. O sistema esquelético fornece pontos de inserção à musculatura, importantes principalmente na atividade locomotora desses animais. Várias outras funções do sistema esquelético serão também discutidas.



AUTO AVALIAÇÃO

Antes de passar ao próximo conteúdo procure avaliar mentalmente o que foi visto em cada tópico, as principais características e adaptações aos ambientes em que os animais estão inseridos. Só passe para a aula seguinte quando realmente estiver seguro sobre o conteúdo trabalhado.



REFERÊNCIAS

- HILDEBRAND, M.; GOSLOW- JR, G.E. **Análise da estrutura dos vertebrados**. 2 ed. São Paulo, Atheneu Editora São Paulo Ltda. 2006.
- HÖFLING, E.; et al. **Chordata**. São Paulo. Editora Universidade de São Paulo. 1995.
- KARDONG, Kennet K. **Vertebrates: comparative anatomy, function, evolution**. 4 ed. Boston: McGraw-Hill, 2006.
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4 ed. São Paulo Atheneu Editora São Paulo Ltda. 2008.
- WALKER-JR, W.F.; LIEM, K.F. **Functional Anatomy of the Vertebrates**. 2 ed. Sauders College Publishing. Orlando, Florida. 1994.