

## SISTEMA MUSCULAR

### Meta

Apresentar informações gerais sobre o sistema muscular dos vertebrados e suas principais modificações ao longo da evolução.

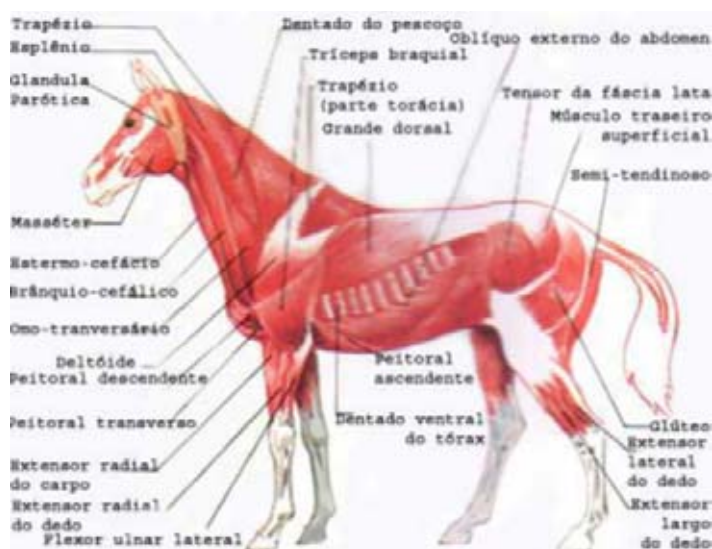
### Objetivos

Ao final desta aula, o aluno deverá:

reconhecer as principais divisões do sistema muscular, estruturas e modificações ocorridas nos vários grupos de vertebrados, bem como as possíveis causas que levaram às atuais formas.

### Pré-requisitos

É importante que o aluno tenha entendido os termos utilizados em anatomia que foram revisados na primeira aula. Informações gerais sobre o sistema esquelético (axial e apendicular) são também de extrema importância visto que os principais pontos de inserção dos músculos são os ossos que compõem este sistema.



(Fonte: [www.vidadecavalo.com.br](http://www.vidadecavalo.com.br))

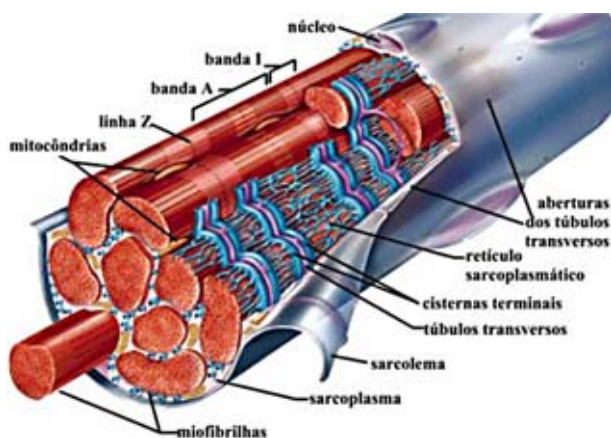
### INTRODUÇÃO

Nas aulas anteriores foram trabalhadas as principais características e adaptações do conjunto de estruturas articuladas (os ossos) que compõem o esqueleto dos vertebrados. Os ossos servem de ponto de inserção aos músculos, estruturas que formam o sistema muscular, e a ação conjunta desses dois sistemas contribui para a atividade locomotora dos organismos.

A maior parte das funções corporais ocorre devido à ação muscular. Sem os músculos, por exemplo, não poderíamos falar, ler, escrever, processar os alimentos etc. Todas essas atividades e outras tantas são conseguidas, simplesmente, pela propriedade das fibras musculares de gerar tensão ao longo do seu eixo, promovendo assim o seu encurtamento.

Além de gerar ou prevenir movimentos, o sistema muscular está associado a outras funções como: aumentar a rigidez de determinadas partes, contribuir para a manutenção da temperatura corpórea nos endotérmicos, proteger as vísceras, auxiliar na distribuição do peso e no contorno corporal, entre outras.

O sistema muscular é composto por tecido contrátil altamente desenvolvido em células musculares denominadas fibras, que trabalham apenas por contração, não podendo alongar-se ativamente. Este sistema é formado por três tipos de músculo: cardíaco, liso e esquelético. O músculo cardíaco é formado por fibras estriadas ramificadas, separadas em unidades nucleadas por meio de discos intercalares. Está restrito ao coração e possui ação involuntária. A musculatura lisa está presente na pele e em vários órgãos internos. É caracterizada por células fusiformes e uninucleadas de ação involuntária. O último tipo de músculo, o estriado, é constituído por células estriadas cilíndricas não ramificadas e com núcleos periféricos. Em geral, estão ligados aos ossos, apresentam ação voluntária e contribuem para a movimentação dos vertebrados. Neste capítulo concentraremos nossos esforços nos músculos esqueléticos, sendo que os demais tipos serão vistos associados a outros sistemas como o circulatório, digestório, entre outros.



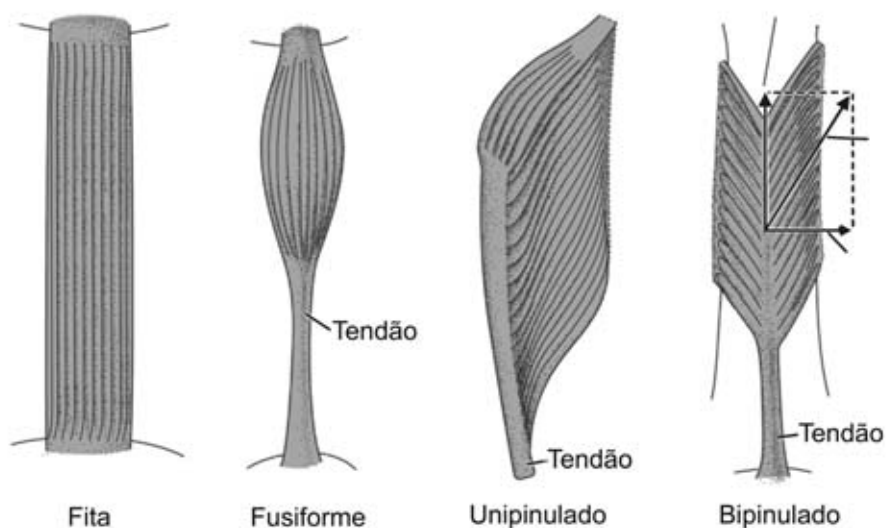
Estrutura de uma fibra muscular esquelética (Fonte: <http://curlygirl.no.sapo.pt>).

## FORMAS DOS MÚSCULOS

Os músculos podem apresentar diferenças na forma e na organização de suas fibras. Como já comentado, estas fibras se contraem apenas ao longo de seu comprimento, dessa forma, uma disposição paralela das células que compõem um músculo é mais vantajosa. Em razão disso, formas fundamentais em fita ou cilíndrica são assumidas.

Quando um músculo possui uma de suas extremidades afilada para se inserir no esqueleto, a forma assumida será a de uma lágrima. Este padrão pode ser verificado em alguns músculos que formam o quadril ou o braço. Nos membros a maioria dos músculos possui as duas extremidades afiladas, sendo denominados fusiformes. Os músculos podem ainda se expandir na forma de lâminas (músculos abdominais), e outros se achatam em uma das extremidades, franzindo-se na outra, assumindo uma forma semelhante a de um leque (alguns músculos do tórax e do ombro). Fibras curvas em forma de anel podem ser observadas em músculos que circundam orifícios, e fibras orientadas em diversas direções, em músculos que circundam espaços (estômago, útero).

Às vezes os músculos fusiformes possuem fibras que se desviam para dentro se inserindo em um tendão central, no lugar de fibras orientadas paralelamente ao longo do eixo longitudinal. Esses músculos são chamados de pinulados (uni, bi ou multipinulado), uma vez que em cortes longitudinais assemelham-se às penas. O aumento da extensão da pinulação leva à ampliação da área transversal da fibra e da força gerada, mas reduz o comprimento.



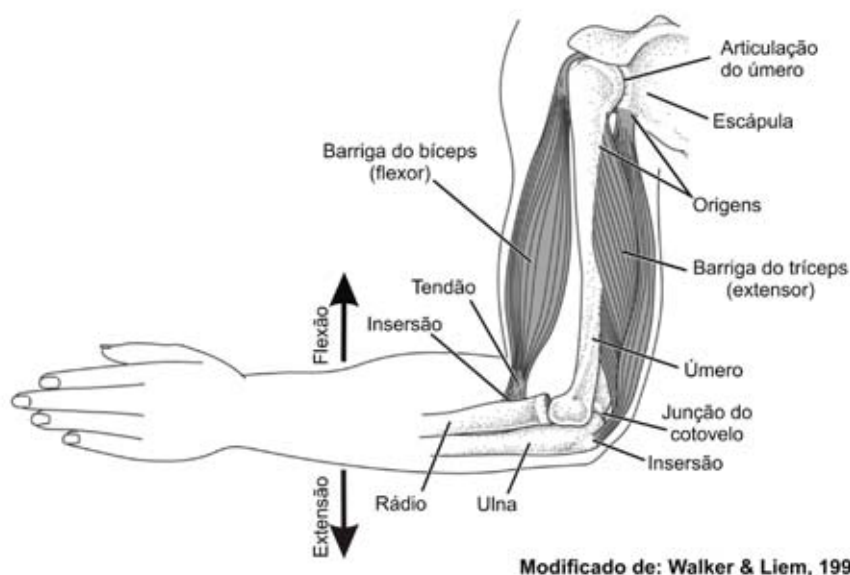
Modificado de: Walker & Liem, 1994

Classificação dos músculos com relação à forma assumida.

Os músculos podem se inserir diretamente no esqueleto através do tecido conjuntivo que os circunda e que continua com o tecido conjuntivo que envolve os ossos. Outra possibilidade de inserção da musculatura aos ossos é feita pelos tendões, formados por cordões rijos de fibras colágenas paralelas e densamente compactadas. Em certos casos, os músculos não se inserem aos ossos, distribuindo suas forças sobre amplas lâminas achatadas de tecido conjuntivo, denominadas aponeuroses. Por último temos a fáscia, tecido conjuntivo frouxo que une um músculo a outro.

### PONTOS DE ORIGEM E DE INSERÇÃO DOS MÚSCULOS

A extremidade do músculo que se fixa na estrutura que permanece imóvel durante a contração muscular é chamada de ponto de origem, ou simplesmente origem. Já a extremidade que se fixa à estrutura que se desloca durante a contração muscular é conhecida como ponto de inserção, ou apenas inserção. Porém estes termos devem ser utilizados com certa cautela, visto serem dependentes da postura, da atividade de outros músculos e dos contatos com o ambiente. Observe o músculo conhecido como bíceps na figura a seguir. Quando você levanta algum objeto, a porção distal do bíceps, que se fixa ao rádio, é considerada o ponto de inserção e a porção proximal, a origem. Imagine agora o mesmo músculo, mas em uma situação onde você esteja realizando flexões em uma barra. Neste caso a parte distal do bíceps passa a ser o ponto de origem e já a região proximal, o de inserção.

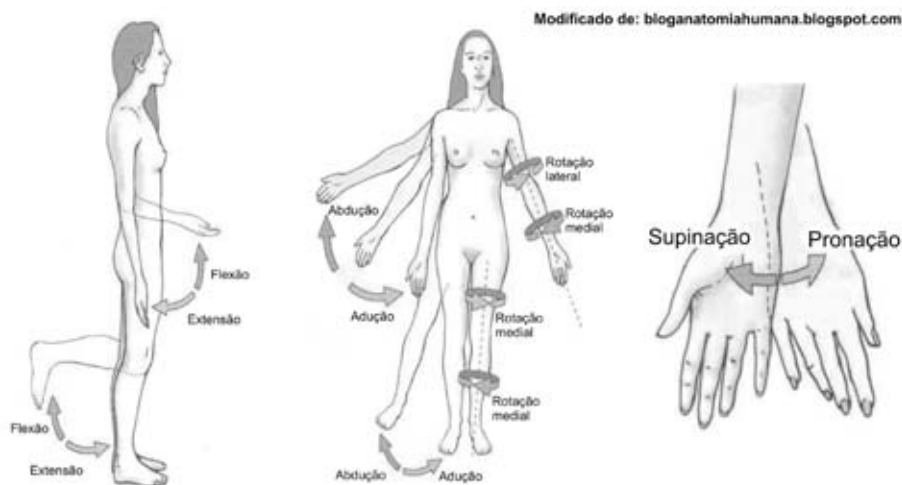


Origem e inserção muscular.

Se nos lembrarmos da física, vemos que qualquer ação existe uma outra oposta ou de restauração. Nesse caso, os músculos podem ser classificados em antagonista, quando possuem ação oposta a de um outro. Retorne à figura anterior e observe as ações dos músculos bíceps e tríceps do braço. Se você notou quando um se contrai o outro relaxa e vice e versa. Mas em geral, um músculo trabalha em conjunto com outro(s), havendo uma suplementação de suas ações, neste caso são ditos sinérgicos.

Com relação à ação, os músculos podem ainda ser classificados em:

- Flexores e extensores – músculos que reduzem e aumentam, respectivamente, a angulação entre ossos adjacentes;
- Adutores e abdutores – aproximam e afastam partes do plano sagital do corpo;
- Elevadores e depressores – elevam e abaixam partes (ex. mandíbula, ombro);
- Protratores e retratores – empurram uma estrutura para longe e puxam para perto de sua base (ex. língua), respectivamente;
- Esfíncteres, constritores e dilatadores – constroem aberturas (ex. boca orifícios de ductos), comprimem espaços (faringe, abdômen) e o último é de ação antagônica aos dois primeiros.
- Rotatores - giram partes em torno de seu eixo longitudinal (ex. coluna vertebral, membros). Os rotatores podem ainda ser divididos em supinadores e pronadores.
- Supinadores – giram solas da mão ou do pé para cima;
- Pronadores - giram solas da mão ou do pé para baixo.



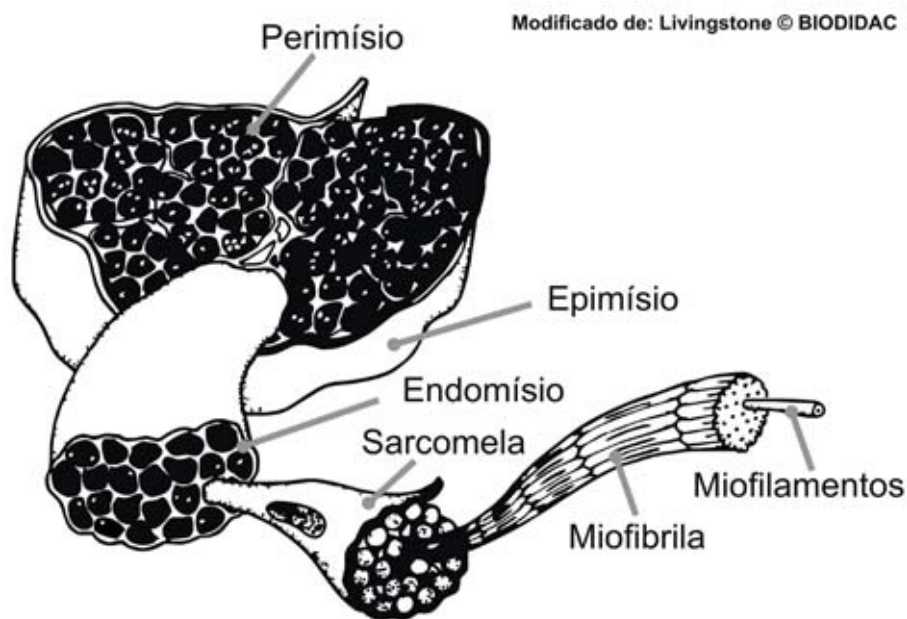
Tipos de ação muscular.

Em geral, os músculos são nomeados com base em sua ação (ex. elevador das maxilas, adutor da mandíbula), sua forma (ex. romboide, trapézio), sua posição (ex. temporal, peitoral) ou por seus pontos de fixação (ex. gênio-hioide, esternomastóideo). Neste último caso o primeiro nome é referente ao ponto de origem e o segundo ao de inserção.

### CONSTITUIÇÃO GERAL DE UM MÚSCULO ESQUELÉTICO

Analisando a estrutura de um músculo esquelético podemos encontrar, partindo da região mais superficial para a mais profunda, as seguintes estruturas:

- Epimísio – camada de tecido conjuntivo que recobre cada músculo;
- Perimísio – septos que penetram no músculo, dividindo-o em feixes de fibras (fascículo muscular);
- Endomísio – rede de tecido conjuntivo que circunda o sarcolema;
- Sarcolema – é a membrana que limita as fibras musculares individuais.



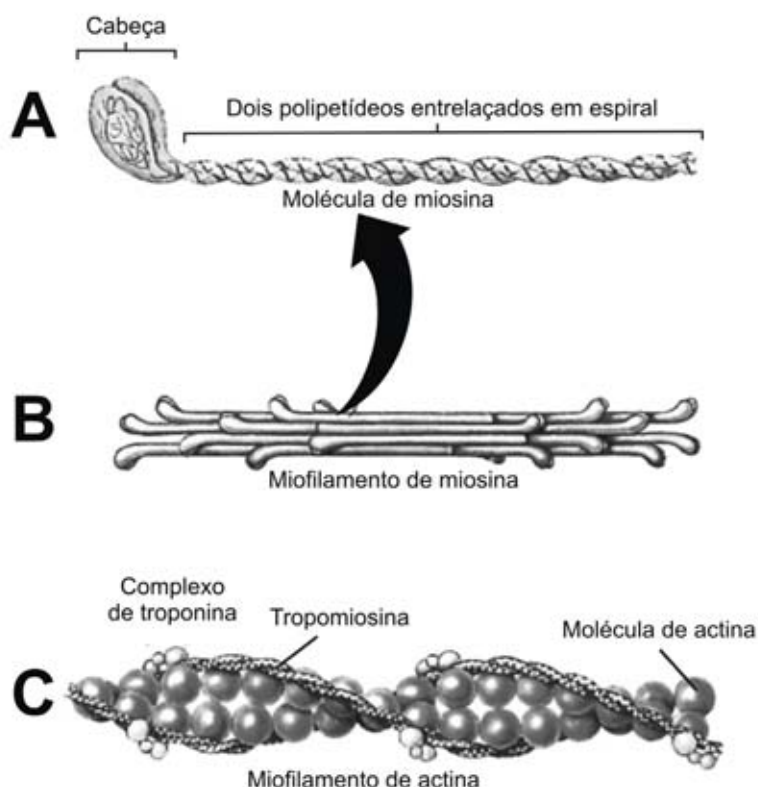
Estrutura geral de um músculo esquelético.

Túbulos transversais atravessam as fibras musculares e se abrem para o exterior. Estas células apresentam também pequenos canais anastomosados, conhecidos como retículo sarcoplasmático, que são responsáveis pela regulação de íons cálcio nos vários filamentos, as miofibrilas, encontrados no interior da fibra muscular.

Cada miofibrila é formada por dois tipos de miofilamentos: a miosina



e a actina. A miosina possui longas e delgadas caudas dispostas em feixes cilíndricos. Cabeças globosas, curtas e bífidas se projetam em diversos ângulos, na extremidade da cauda, para fora do eixo do filamento. Já a actina, filamento mais fino, é composta pelas proteínas actina, tropomiosina e troponina. As moléculas de actina são pequenas e globulares, e estão dispostas seqüencialmente, formando uma estrutura semelhante a um colar de contas duplo retorcido. Associadas à superfície das fileiras de actina temos as moléculas de tropomiosina, que se apresentam longas e finas. Já as pequenas moléculas de troponina estão presentes de forma espaçada ao longo das moléculas de tropomiosina.

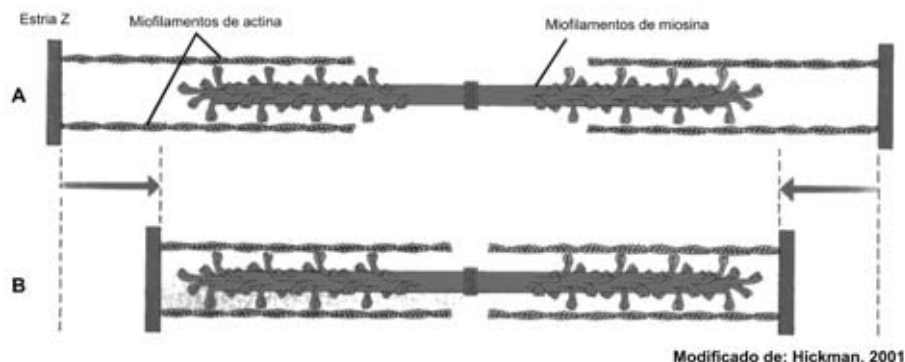


Modificado de: Hickman, 2001

Estrutura molecular dos miofilamentos do músculo esquelético.

Cada unidade contrátil de um músculo esquelético é conhecida como sarcômero. Veja o esquema abaixo de uma estrutura como esta. Em uma contração muscular, as cabeças da miosina se ligam à actina, girando de modo que os filamentos finos e grossos deslizem uns sobre os outros, promovendo o encurtamento desta unidade. Não tenho aqui a intenção de descrever o processo de contração muscular, e sim a de dar uma visão geral da unidade na qual ela ocorre. Caso tenha curiosidade e deseje um melhor detalhamento deste processo, recorra aos livros de fisiologia animal

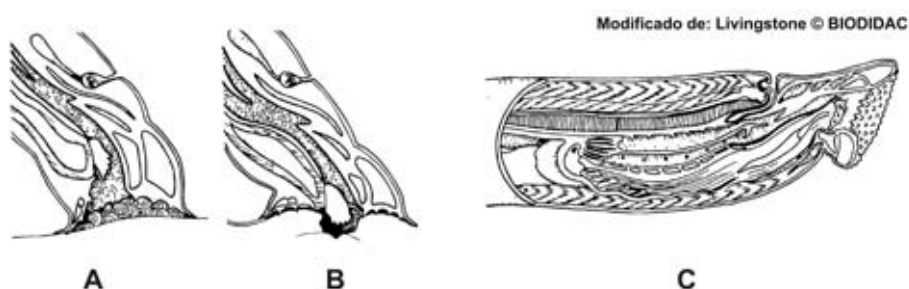
ou mesmo de fisiologia humana que normalmente trazem este processo descrito.



Estrutura geral de um sarcômero. Músculo relaxado (A) e músculo contraído (B).

## EVOLUÇÃO DOS MÚSCULOS

O sistema muscular mais simples encontrado entre os vertebrados pertence aos Agnatha. Nestes animais o septo lateral, que nos outros grupos de peixes divide a musculatura em uma porção epiaxial e hipoaxial, está ausente, não havendo assim tal separação. Como nesses organismos o esqueleto axial não difere da notocorda, as fibras dos miômeros se inserem em porções de tecido conjuntivo, os miosseptos, presentes entre miômeros consecutivos. Estes animais não apresentam apêndices pareados e conseqüentemente nenhuma musculatura apendicular. Uma elaborada musculatura está associada à boca e à língua, adaptada ao modo de alimentação parasita (em lampreia) ou saprófago (feiticeira).

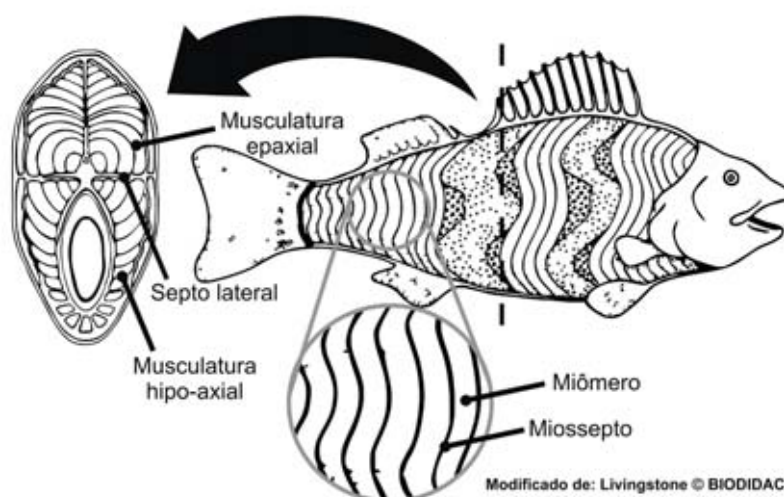


Musculatura associada à boca, língua (A e B) e ao corpo (C) de um Agnatha.

Como foi visto em capítulos anteriores, a partir dos Agnatha ocorreu a evolução de novas estruturas como as maxilas e os apêndices pareados dos Gnathostomata. Associados a estas estruturas, todo um conjunto de músculos especializados, responsáveis por sua movimentação, foi se for-



mando de modo a atender as novas exigências. No ambiente aquático, o deslocamento por ondulações laterais é relativamente mais simples do que outras formas. Provavelmente este fato tenha levado ao desenvolvimento dos fortes músculos axiais, relacionados à flexão lateral, encontrados nos peixes ósseos e cartilagineos. A musculatura axial destes peixes é dividida, por um septo lateral, em regiões epiaxial e hipoaxial. Os miômeros que compõem estes músculos tornaram-se mais angulados que aqueles observados em Agnatha, aumentando a sua ação.

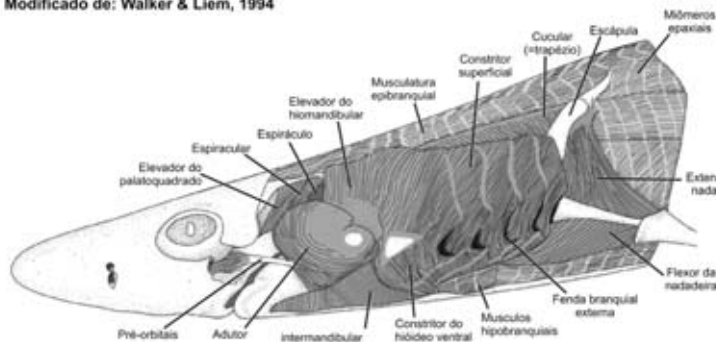


Corte transversal de um peixe ósseo evidenciando a musculatura epiaxial e hipoaxial e o septo lateral e angulação dos miômeros.

Músculos hipobranquiais em forma de fita também estão presentes se estendendo da cintura peitoral aos arcos viscerais. Estes músculos têm por funções abrir as maxilas e puxar as brânquias para baixo e para trás.

Os músculos apendiculares estão divididos em: uma massa dorsal de músculos extensores, responsáveis pela movimentação das nadadeiras para cima e para frente, e outra massa ventral de flexores, que movimentam as nadadeiras para baixo e para trás.

Modificado de: Walker & Liem, 1994

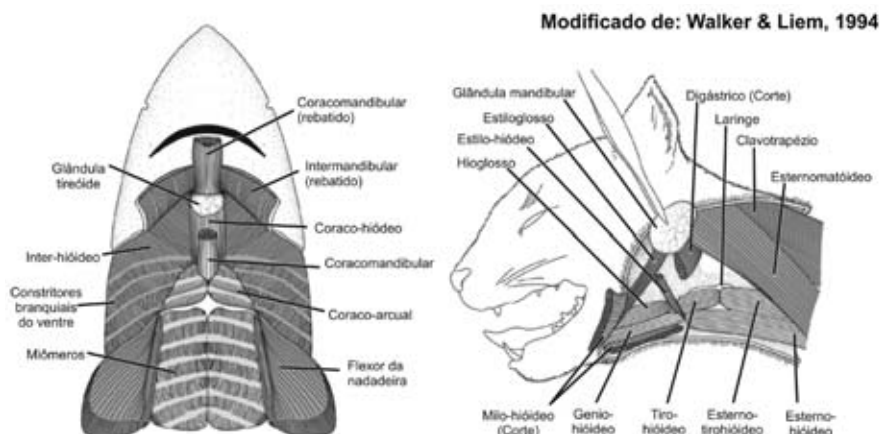


Musculatura da região anterior de um tubarão.

## Cordados I

Nas figuras e quadros abaixo temos uma análise comparativa de alguns músculos de um tubarão e de suas derivações em um gato.

### MÚSCULOS HIPOBRANQUIAIS



Musculatura hipobranquial de um tubarão e de um gato.

Quadro 1. Músculos hipobranquiais de um tubarão e seus correspondentes em um gato.

Tubarão	Gato
Coracoarcuais	Músculos da língua
Coracomandibular	Gênio-hióideo
Coraco-hióideo	Esterno-hióideo
	esternotireóideo

### MÚSCULOS DOS APÊNDICES PEITORAIS

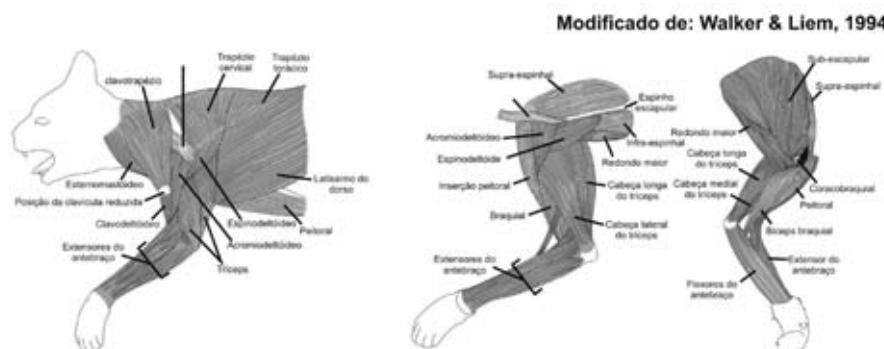


Figura 11. Músculos apendiculares de um gato.

Quadro 2. Músculos dos apêndices peitorais de um tubarão e seus correspondentes em um gato.

Tubarão	Gato
Extensores dorsais	Latíssimo do dorso
	Deltoide
	Tríceps
Flexores ventrais	Peitoral
	Supra-espinado
	Ínfra-espinado
	Bíceps

### MÚSCULOS BRANQUIAIS

Entre os músculos branquiais, o destaque é para o adutor da mandíbula ancestral, que deriva vários músculos em mamíferos (veja quadro abaixo), em resposta às mudanças nos hábitos alimentares. O músculo responsável pela abertura da boca, o depressor da mandíbula, também é substituído nos mamíferos pelo digástrico. Nos mamíferos, ao contrário dos outros vertebrados, parte do processamento do alimento se dá na boca por meio da mastigação. Os demais vertebrados não mastigam o alimento, apenas arrancam pedaços ou engolem o seu alimento inteiro.

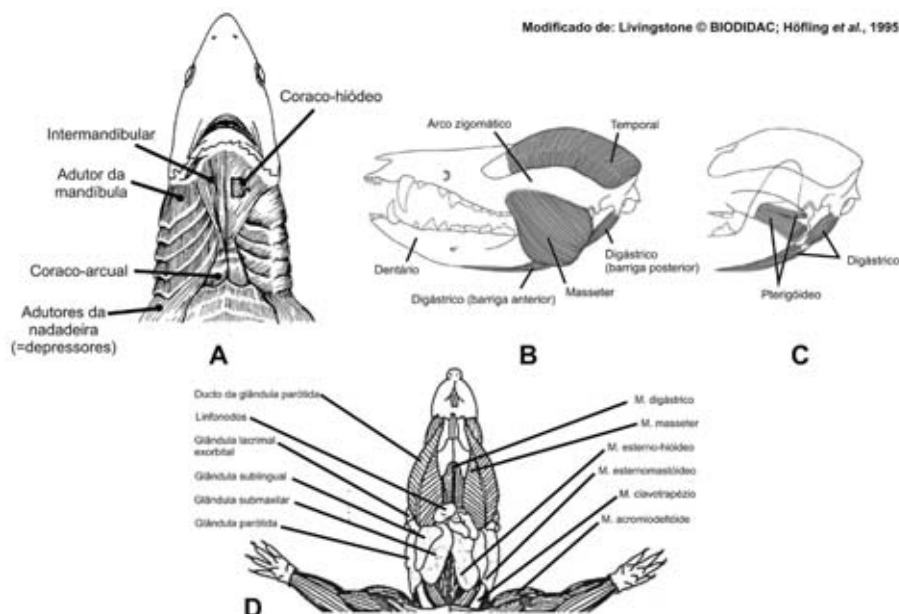
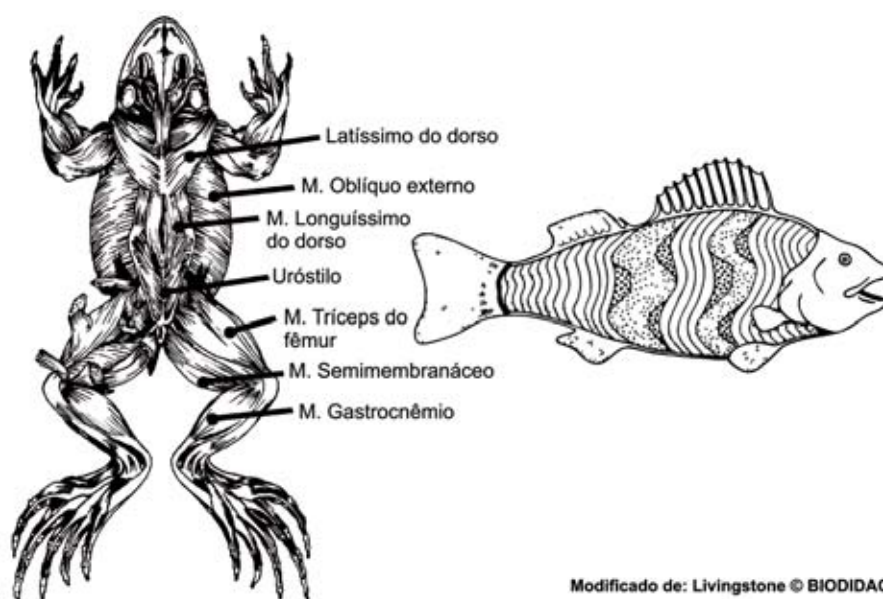


Figura 12. Músculos branquiais de um tubarão (A), cão (B e C) e de um rato (D).

Quadro 3. Músculos branquiais de um tubarão e seus correspondentes em um mamífero.

Tubarão	Mamífero
Adutores da Mandíbula	Masseter
	Temporal
	Pterigóideo
Intermandibular	Milo-hióideo
	Parte do digástrico
Constritor hióideo	Parte do digástrico
Trapézio	Trapézio
	Esternomastóideo
	Cleidomastóideo

Nos tetrápodes, a musculatura dos membros passa a assumir uma função propulsora, como aquela realizada pela musculatura axial dos peixes. Há uma inversão de papéis com consequente ampliação da musculatura apendicular e redução da axial. O esqueleto axial passa a ter um novo papel sustentador, e a musculatura axial torna-se intimamente mais relacionada a ele. Novas funções são acrescidas como a dorsoflexão e a ventroflexão da coluna vertebral. Ocorre uma regressão dos miosseptos até o seu total desaparecimento, com anfíbios sendo o último grupo a apresentar tal estrutura.



Modificado de: Livingstone © BIODIDAC

Músculatura de um tetrápode (ex. anfíbio anuro) e de um peixe ósseo.

A musculatura epiaxial tornou-se complexa e variada nos répteis e mamíferos, como observado nos músculos dos pescoços desses animais, agora muito mais flexível. Nas aves este tipo de musculatura é bem reduzido estando presente principalmente na região do pescoço e da curta cauda.

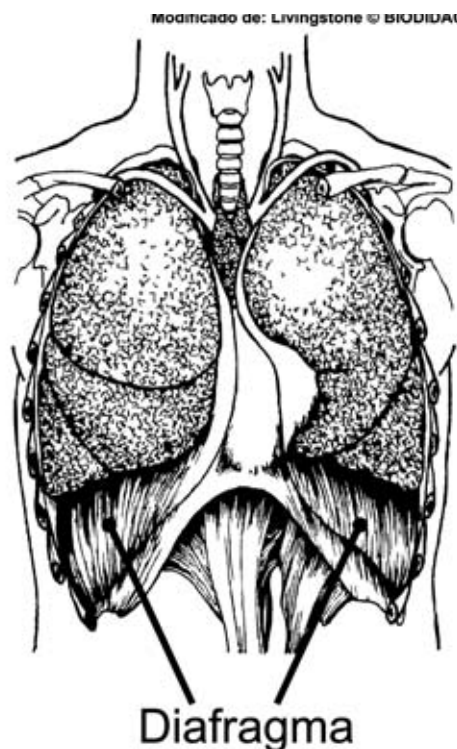
Os músculos hipoaxiais do tronco são semelhantes nos tetrápodes e estão divididos em três grupos:

- Subvertebral – localizado abaixo dos processos transversos das vértebras, flexiona ventralmente a coluna vertebral. Em répteis e mamíferos está restrito à região lombar;

- Reto abdominal – situado ao longo da parede ventral do corpo, entre a cintura peitoral e a cintura pelvina. Responsável pela sustentação das vísceras e flexão do corpo ventralmente;

- Lateral – músculos dos flancos, normalmente divididos em três camadas laminares (oblíquo externo, oblíquo interno e oblíquo transverso), com fibras orientadas em diferentes direções. Nos amniotas constituem os músculos intercostais externos e internos, importantes na ventilação dos pulmões. Em tetrápodes a cintura peitoral não se articula com a cabeça e com a coluna vertebral, o que levou a musculatura hipoaxial lateral a se desenvolver de modo a prender a cintura escapular ao tronco. Entre os músculos formados temos: o serrátil, o elevador da escápula e o romboide.

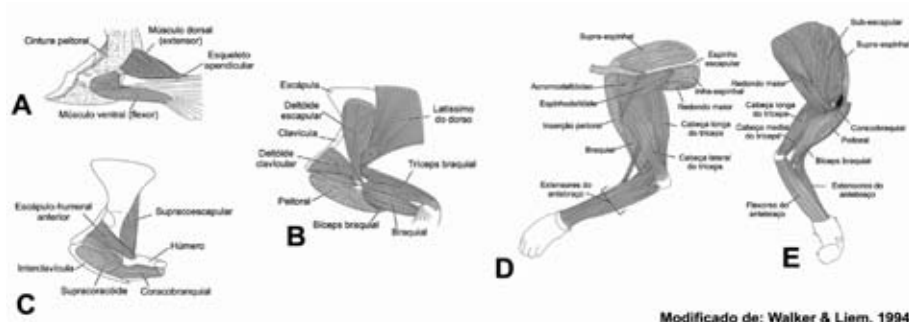
Outro músculo de provável origem hipoaxial é o diafragma, exclusivo dos mamíferos. Este músculo participa do mecanismo de ventilação destes animais.



Músculo diafragma de um homem.

## MUSCULATURA APENDICULAR DOS TETRÁPODES

Nos membros peitorais dos tetrápodes encontramos músculos originados de três fontes: 1) musculatura branquial; 2) músculos axiais; 3) músculos apendiculares dos peixes (maior parte dos músculos dos membros). Os músculos apendiculares dos tetrápodes são numerosos e complexos. A figura e o quadro abaixo apresentam uma comparação entre os músculos peitorais dos peixes (extensores dorsais e flexores ventrais) e seus derivados em répteis e mamíferos.



Modificado de: Walker & Liem, 1994

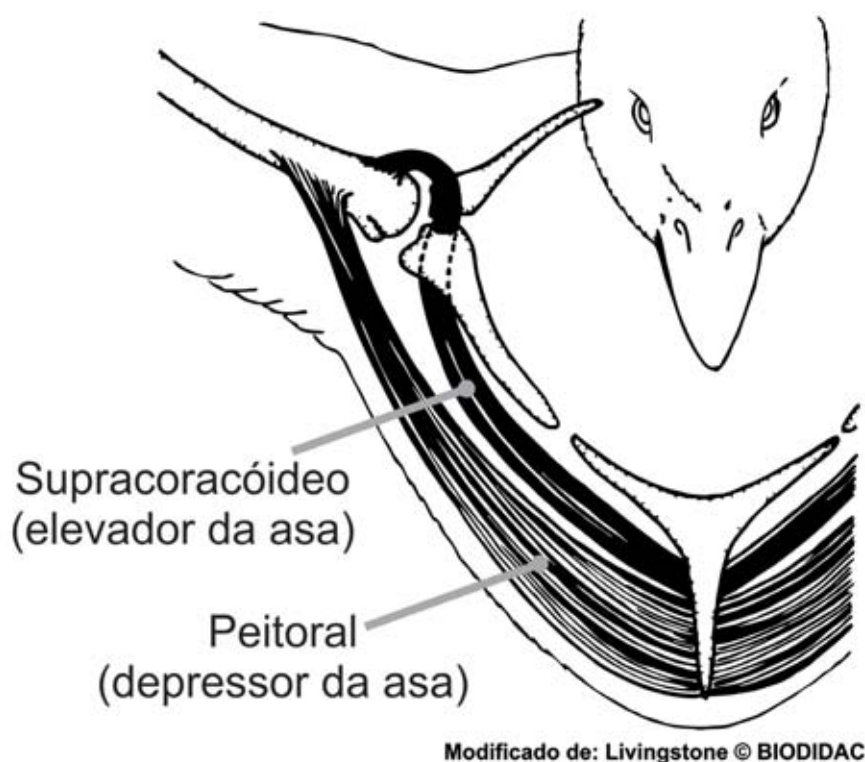
Músculos peitorais de um peixe (A), de um lagarto (B e C) e de um gato (D e E).

Quadro 4. Músculos peitorais de um peixe e seus derivados em répteis e mamíferos.

Peixes	Répteis	Mamíferos
Extensores dorsais	Latíssimo do dorso	Latíssimo do dorso
	Tríceps	Tríceps
	Clavicular deltoide	Acrômiodeltoide
	Escapular deltoide	
	Subcoracoescapular	Sub-escapular
Escápulo-humeralis	Redondo maior	
Flexores ventrais	Supracoracoide	Supra-espinal
		Infra-espinal
	Coracobraquial	Coracobraquial
	Peitoral	Peitoral
	Bíceps	Bíceps
	Braquial	Braquial



Nas aves os músculos de maior destaque são aqueles relacionados ao voo como: o grande peitoral, responsável por abaixar as asas, e o supracoracóideo, que eleva as asas. Note que abaixar uma asa exige um esforço muito maior que elevá-la, e isto repercute no tamanho dos músculos responsáveis por tais atividades. Assim, o peitoral é relativamente maior que o supracoracóide.



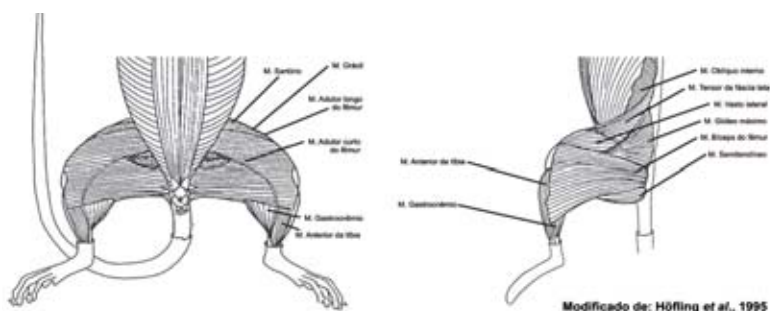
Principais músculos relacionados à movimentação das asas das aves.

Uma curiosidade sobre os músculos peitorais das aves. Não sei se você já observou quando foi cozinhar um frango, que a musculatura peitoral é bem clara. Essas aves possuem o voo pouco desenvolvido, ainda mais depois de toda a seleção artificial, realizada pelo homem, para aumentar a produção de carne. Se a mesma musculatura peitoral for observada em uma ave de voo desenvolvido, você irá verificar que sua coloração é bem escura. O que será que justifica isso? Não é muito difícil de entender. A musculatura clara das aves com voo pouco desenvolvido se deve a menor quantidade de mioglobina, molécula que armazena oxigênio no músculo. A mioglobina possui função semelhante à da hemoglobina, ambas devem a coloração vermelha à presença de ferro em suas moléculas. A musculatura clara possui também poucas mitocôndrias e a principal via metabólica utilizada, quando exigida, é a anaeróbica. A via anaeróbica produz ao final o ácido láctico, que pode gerar fadiga muscular (“câimbra”). Assim, aves com

## Cordados I

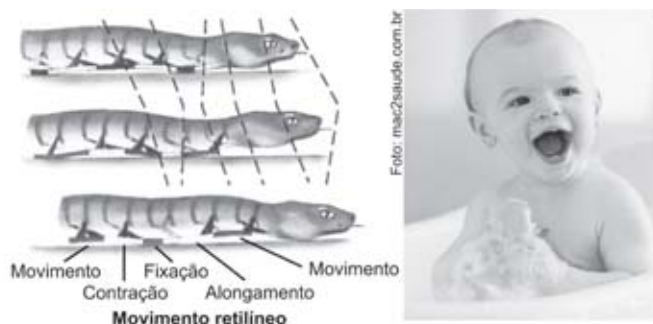
este tipo de musculatura não conseguem estabelecer voos muito longos. Já as aves com voo desenvolvido apresentam grande quantidade de mioglobina e de mitocôndrias, e utilizam via metabólica aeróbica. A via aeróbica é a mais eficiente durante o voo e permite que esta atividade se prolongue por grandes períodos sem que haja problema para a ave. Porém esta via consome grande quantidade de oxigênio o que justifica a maior quantidade de mioglobina nestes casos.

Os músculos pélvicos dos tetrápodes são derivados dos músculos apendiculares de seus ancestrais peixes. Como no membro peitoral, dois agrupamentos de músculos são reconhecidos, um dorsal e outro ventral. Em Mammalia, o grupo de músculos dorsais, inclui, por exemplo, os vários músculos glúteos, o reto do fêmur, o vasto, o sartório, entre outros. Já dos derivados da parte ventral da nadadeira ancestral temos os adutores do fêmur, o semimembranoso, o semitendinoso, o gracilis, o bíceps do fêmur etc.



Músculos pélvicos de um rato.

Outros tipos de músculo encontrados nos tetrápodes, exceção aos anfíbios, são os extrínsecos da pele, que percorrem os tecidos adjacentes e se fixam e movimentam o tegumento. Em mamíferos, constitui os músculos de expressão facial e o cutâneo maior, este último utilizado para enrolar o corpo em équidnas ou para fazer tremer a pele, espantando insetos, em cavalos. Os músculos de expressão facial são mais desenvolvidos no homem. Nas serpentes eles se inserem nas escamas ventrais, movimentando-as, o que contribui para o seu deslocamento.



Musculatura extrínseca de uma serpente e de um homem.

## CONCLUSÃO

Como foi visto no sistema esquelético, e agora aqui no sistema muscular, as principais modificações estão relacionadas à saída do ambiente aquático para o terrestre. Isto repercutiu em uma região axial mais desenvolvida nos peixes, relacionada às fortes flexões laterais. Como nos tetrápodes a função propulsora da musculatura passou a ser realizada pelos membros, houve uma inversão de papéis com conseqüente ampliação da musculatura perpendicular e redução da axial nos tetrápodes. Modificações importantes relacionadas à apreensão e processamento do alimento também evoluíram, como o desenvolvimento de um número maior de músculos nos mamíferos relacionados à mastigação.

## RESUMO

O sistema muscular é composto por tecido contrátil, as fibras musculares, que trabalham apenas por contração, não podendo alongar-se ativamente. Este sistema é formado por três tipos de músculo: cardíaco, liso e esquelético. Os músculos podem apresentar diferenças na forma e na organização de suas fibras (e.g. músculos fusiformes, lâminas paralelas). São nomeados com base em sua ação (ex. elevador das maxilas), forma (ex. romboide), posição (ex. temporal) ou por seus pontos de fixação (ex. esternomastóideo). Com relação aos pontos de fixação temos a seguinte classificação: a extremidade que se fixa na estrutura que permanece imóvel durante a contração muscular é chamada de ponto de origem, e a que se fixa na estrutura que se desloca de ponto, de inserção. Os músculos são ditos antagonista, quando possuem ação oposta a de um outro, ou sinérgico, quando suplementa a ação de outro. Com relação à sua ação, os músculos podem ser classificados ainda em: flexores, extensores, adutores, abdutores, elevadores, depressores, protratores, retratores, esfíncteres, constritores, dilatores e rotatores (supinadores e pronadores). As principais modificações do sistema muscular estão relacionadas à saída do ambiente aquático para o terrestre. De modo geral, em peixes temos uma região axial mais desenvolvida relacionada às fortes flexões laterais, e em tetrápodes, o maior desenvolvimento ocorreu nos músculos dos membros, uma vez que a função propulsora passa agora a estas estruturas. Com a mudança dos hábitos alimentares, novos músculos destinados à apreensão e ao processamento do alimento foram exigidos, como por exemplo, aqueles envolvidos na mastigação dos mamíferos.





### ATIVIDADES

Para esta atividade você irá precisar de um peixe ósseo, uma rã, um pombo e um rato fixados em formolina 10%. Retirar todo o tegumento dos animais utilizando bisturi e tesoura. Após a exposição da musculatura, realizar as comparações descritas abaixo.

#### PEIXE

- Musculatura do tronco e da cauda – localizar os miômeros e mio-septos. Note que os miômeros têm a forma de “W” (deitado). Pelo vértice mediano do “W” passa o septo lateral, que divide a musculatura do tronco e da cauda em epiaxial (dorsal) e hipoaxial (ventral). Observar a orientação das fibras carnosas e os locais onde se fixam. Que tipo de movimento resulta da contração de um conjunto de miômeros?

- Musculatura da cabeça – identificar pelo menos um músculo que promove o fechamento da boca.

- Musculatura das nadadeiras pares – identificar os músculos que afastam as nadadeiras peitorais e pélvicas do corpo.

#### RÃ

- Musculatura do tronco – localize os músculos oblíquos externos, observando a orientação de suas fibras. Abaixo deste, estão os músculos oblíquos internos cujas fibras se orientam em outra direção. Qual a função desse conjunto de músculos nos anfíbios?

- Musculatura da cabeça – localizar pelo menos um músculo que promove o fechamento da boca e um que promove a abertura. Identificar o músculo milo-hióideo. Qual a sua função?

- Musculatura dos membros – localizar os músculos sartório, tríceps do fêmur e gastrocnêmio dos membros posteriores. Quais os movimentos que estes músculos promovem?

#### POMBO

- Musculatura do tronco – observe que os músculos epiaxiais e hipoaxiais reduzem ainda mais o seu volume.

- Musculatura da cabeça – observe que a musculatura relacionada com os movimentos das maxilas é pouco volumosa neste grupo. Compare a musculatura da face lateral da cabeça de um pombo com a de um rato. Que músculo se origina na abertura temporal do pombo doméstico? Qual movimento ele promove?

- Musculatura dos membros – observe os músculos peitorais. Faça uma incisão próxima à quilha do esterno, isolando as fibras que compõem o grande peitoral. Observe logo abaixo deste o músculo que também se fixa ao esterno. Este músculo é conhecido como supracoracóideo. Que

movimentos estes dois músculos promovem? Qual a origem e a inserção de cada um deles? Nos membros posteriores observar os músculos conhecidos como: semitendíneo, glúteos e sartório.

#### RATO

- Musculatura do tronco - observar o músculo reto do abdome e compare com o da rã. Qual a diferença observada? Comparar o músculo peitoral do rato com o do pombo. Identifique os músculos oblíquos externos. Eles são homólogos aos de mesmo nome na rã?

- Musculatura da cabeça – que músculos se originam na abertura temporal e no arco zigomático? Que ação têm esses músculos?

- Musculatura dos membros – identifique os músculos acrômiodeltoide, bíceps e tríceps no membro anterior e os músculos sartório, grácil, gastrocnêmio, glúteo máximo e o semitendíneo, no membro posterior.

### PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, nossos estudos se concentrarão nas estruturas responsáveis pela captação do oxigênio e nas adaptações do sistema respiratório aos meios aquático e terrestre.



### 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. Saunders College Publishing. Orlando, Florida. 1994.