

Estrutura muscular

Saulo da Luz e Silva

Departamento de Zootecnia

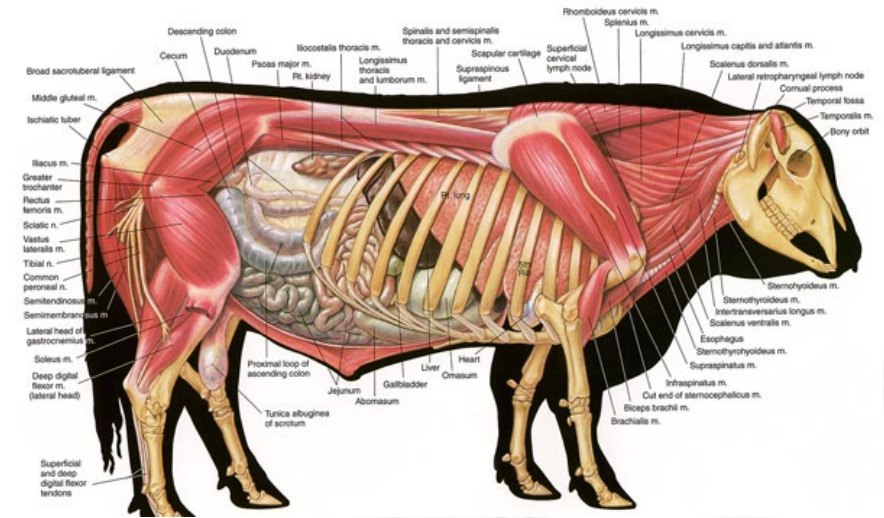
sauloluz@usp.br

- Músculos/carne
- **Músculo – animal vivo**
- **Carne – após** o abate e estabelecimento do *rigor mortis*
 - São aqueles **tecidos** do animal que podem ser **utilizados** como **alimento**;
 - Compostas por **diferentes tecidos** como o **muscular, nervoso, adiposo, etc.**

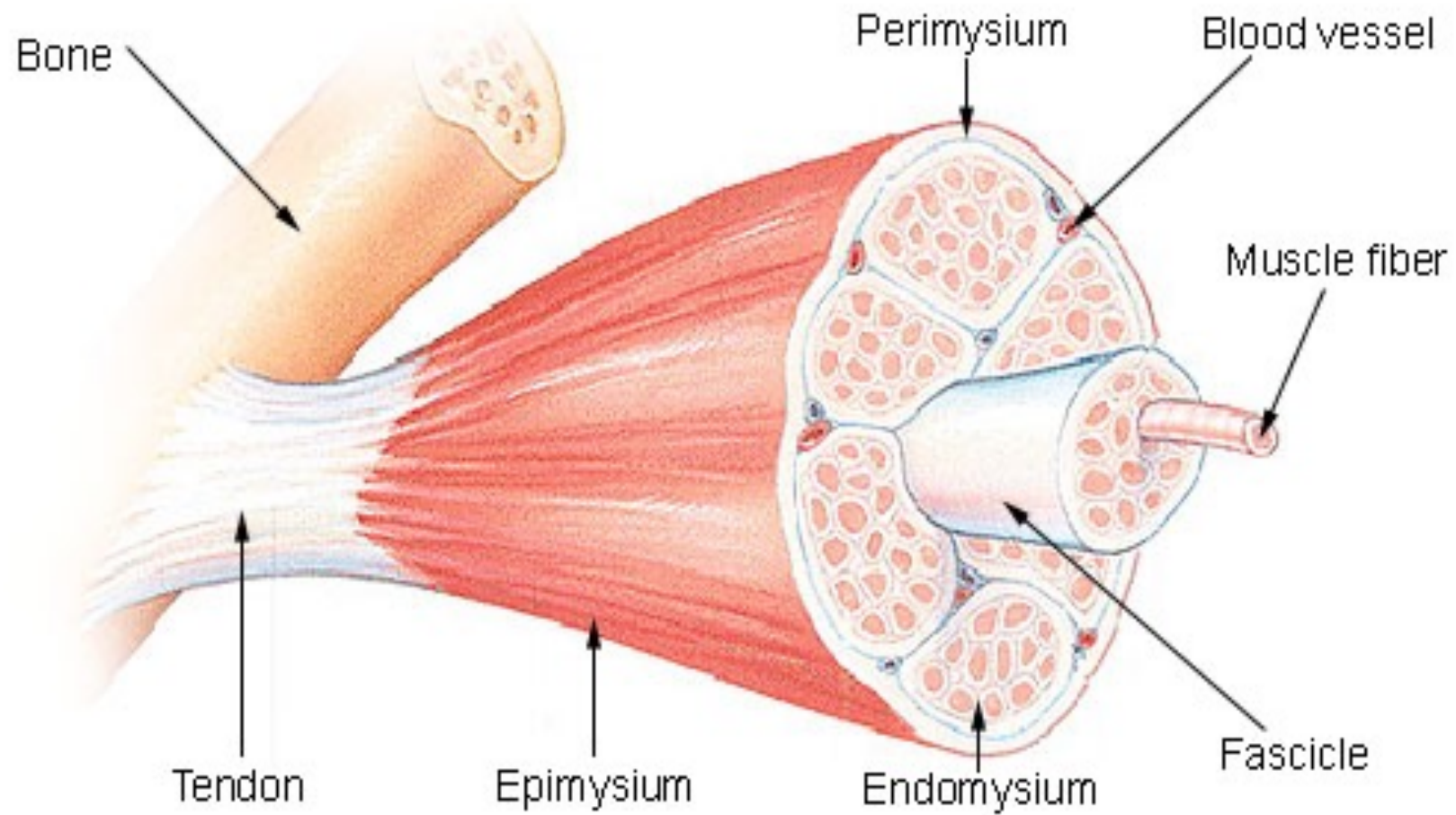
Tecidos corporais

- Tecido muscular (35-65% da carcaça)
 - Liso – veias e artérias (involuntário)
 - Cardíaco – coração (estriado/involuntário)
 - Esquelético (estriado/voluntário) controle do esqueleto
- Tecido conjuntivo/conectivo
- Tecido adiposo

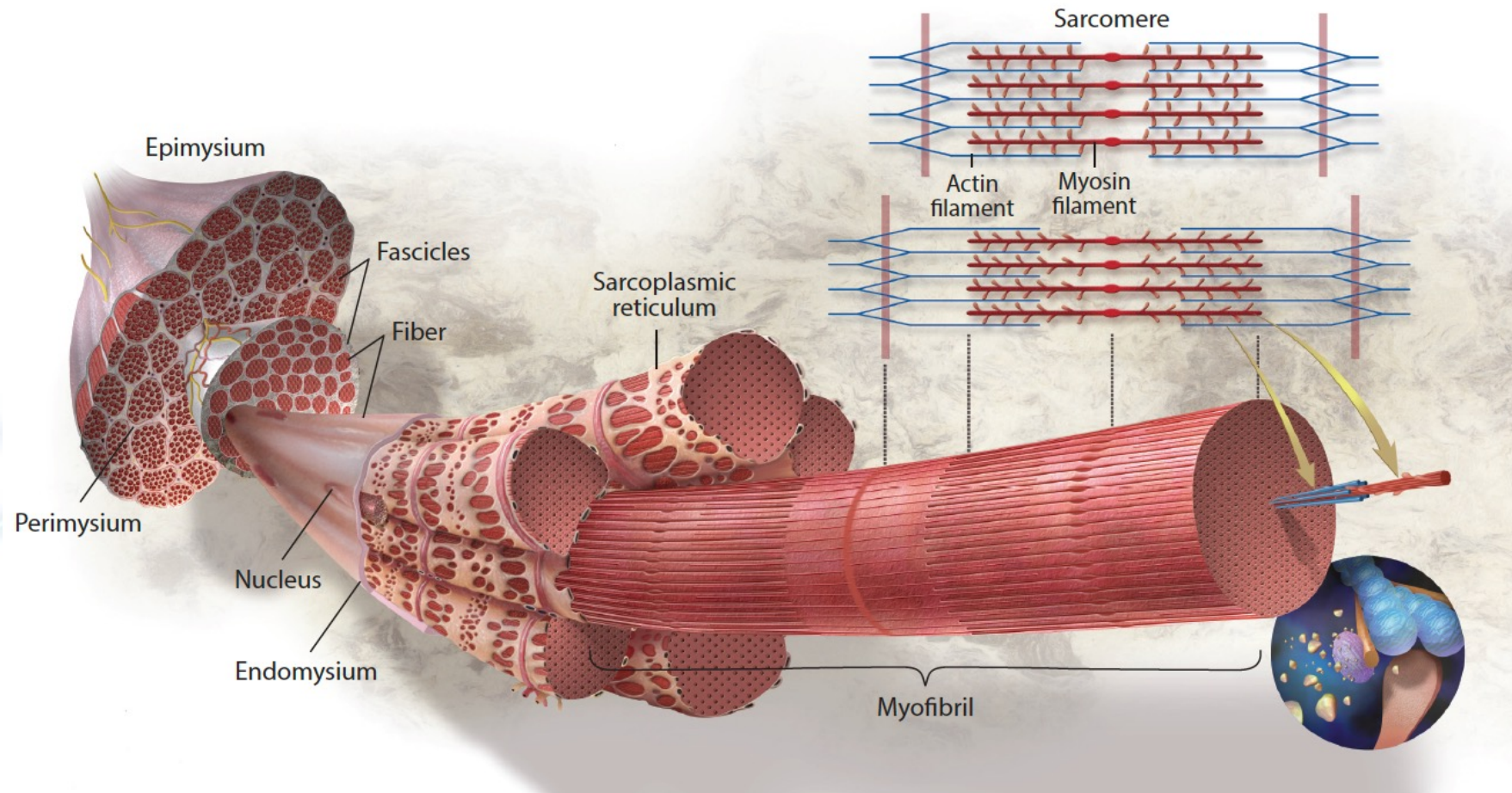
- Mais de 600 músculos no corpo do animal;
- **Variação na forma, tamanho e modo de ação, de acordo com sua função;**
- Unidade estrutural – **fibra muscular**
 - 75 a 92% do volume muscular
 - Fibras musculares de mamíferos e aves são similares, com variações de comprimento;



Structure of a Skeletal Muscle



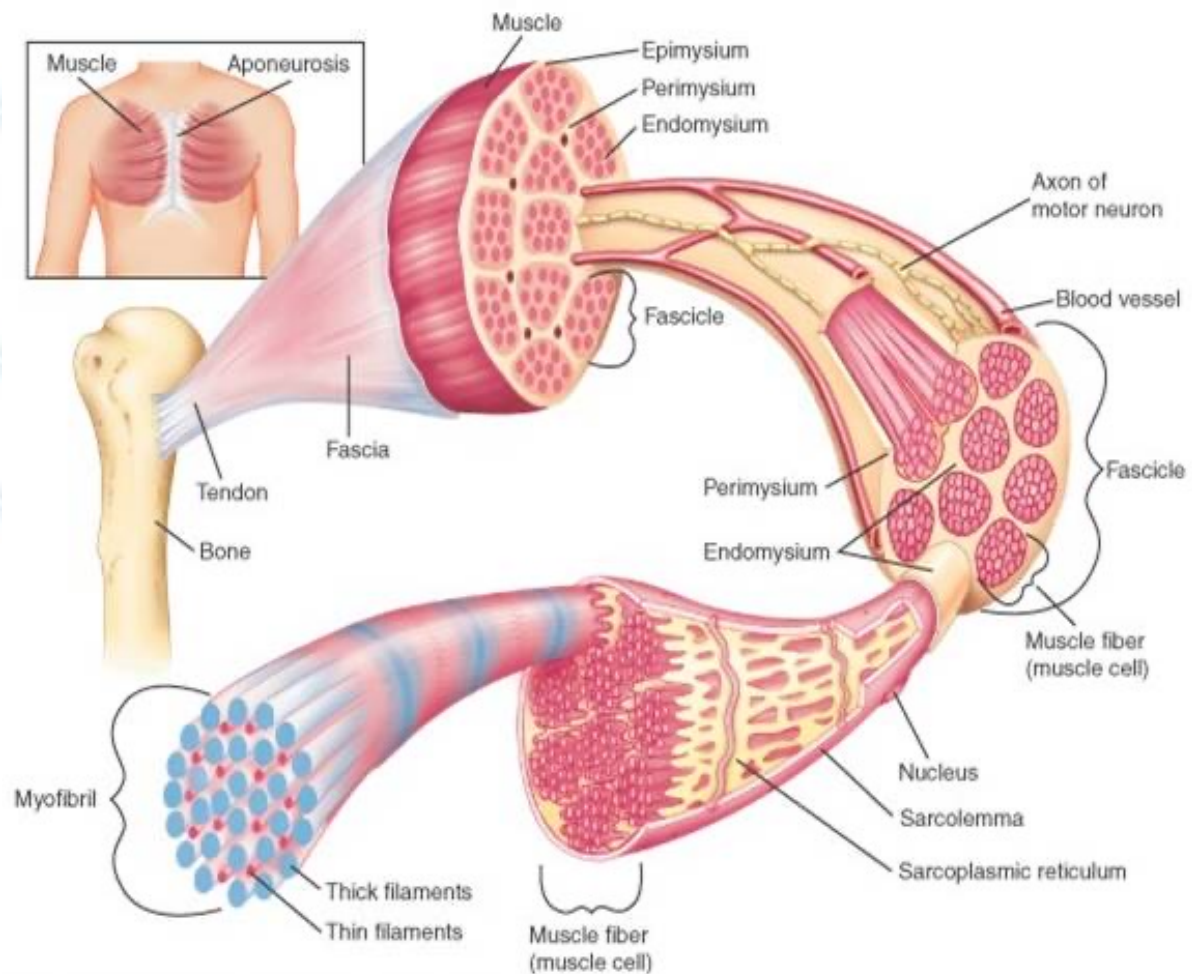
Músculo esquelético



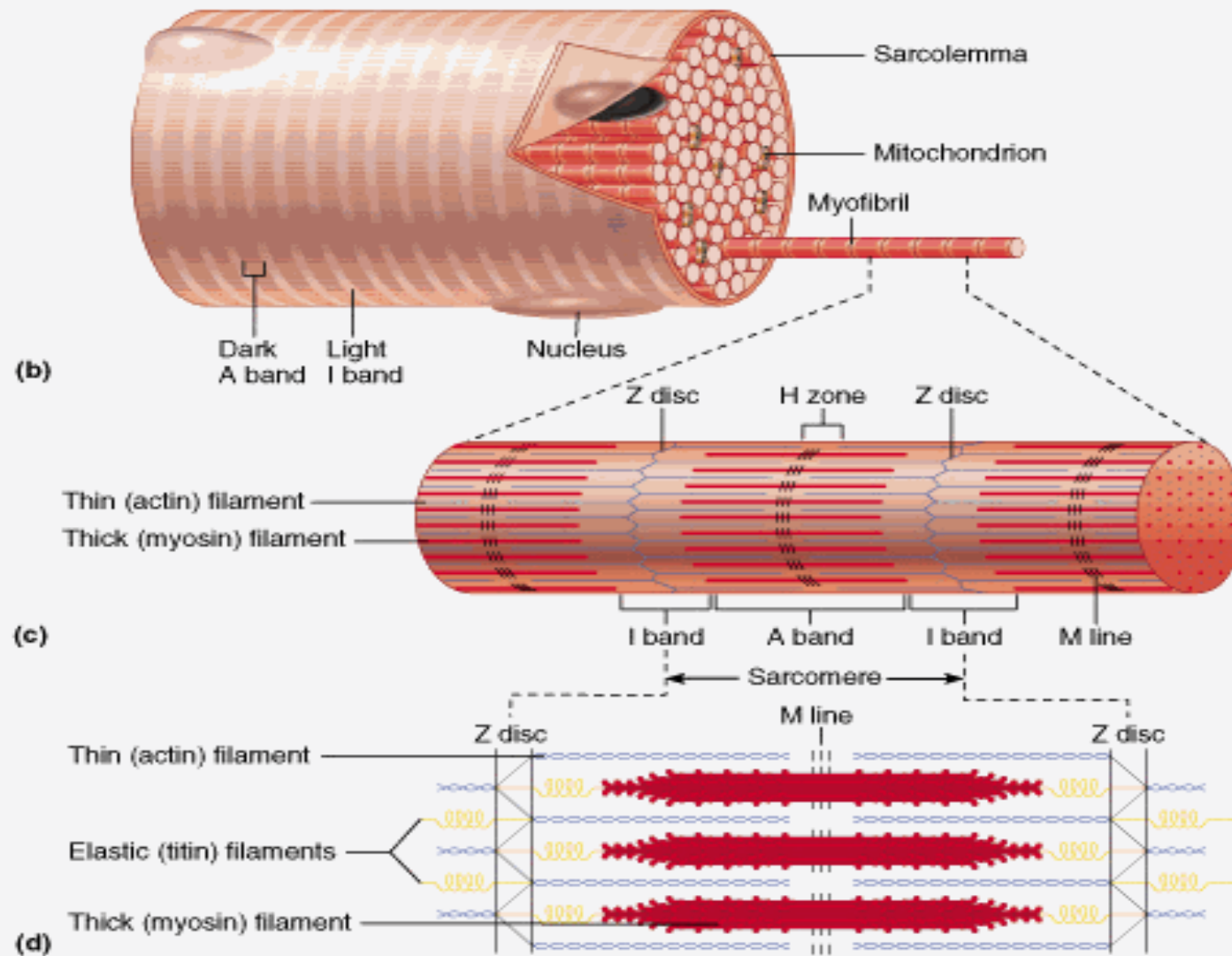
Fonte: Matarneh et al, 2021

- Sarcolema – membrana que envolve as miofibrilas
- Sarcoplasma – Citoplasma de fibra muscular;
- Núcleo – fibras musculares são multinucleadas;
 - Mamíferos – localizado na periferia
 - Peixes – parte central da fibra
- Miofibrila – Unidade estrutural da fibra muscular;
- Miofilamentos – formados por actina (finos) e miosina (grossos)

Constituintes da fibra muscular

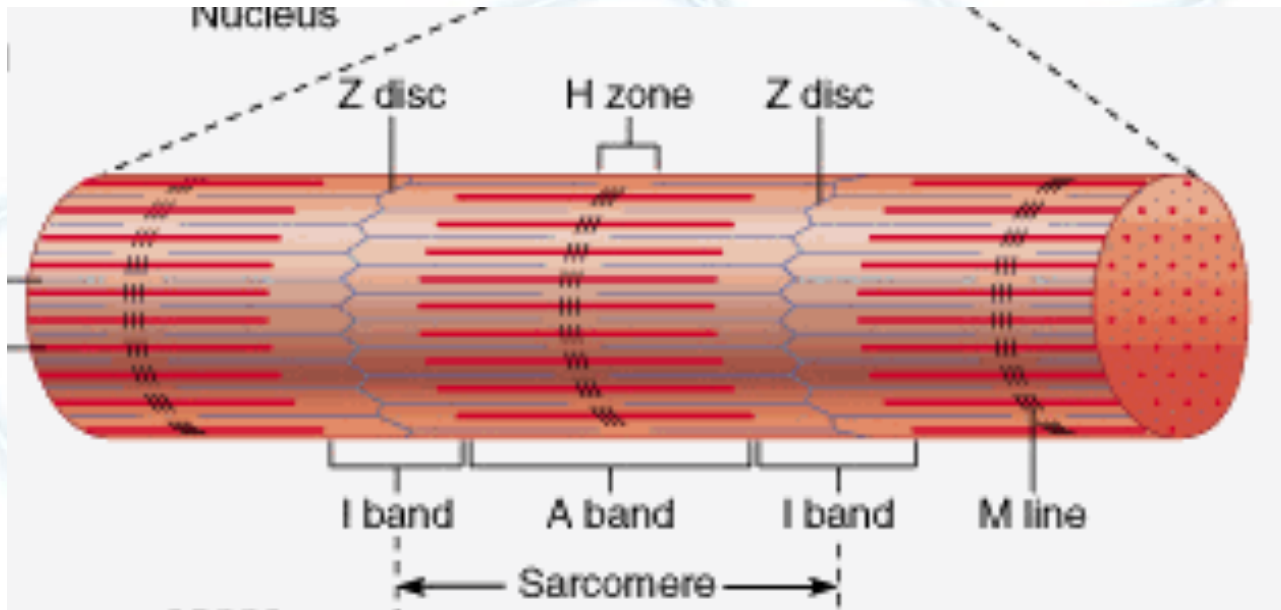


Estrutura muscular



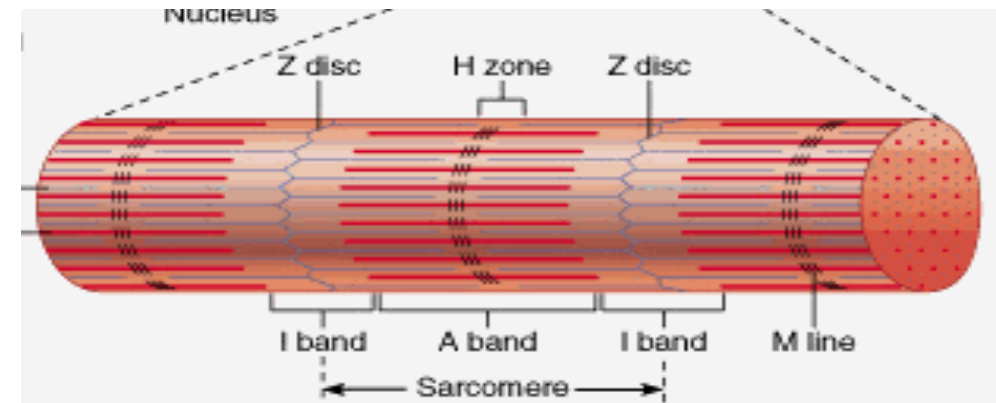
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

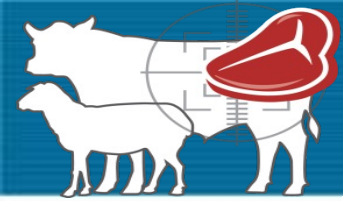
Bandas A e I e Disco Z



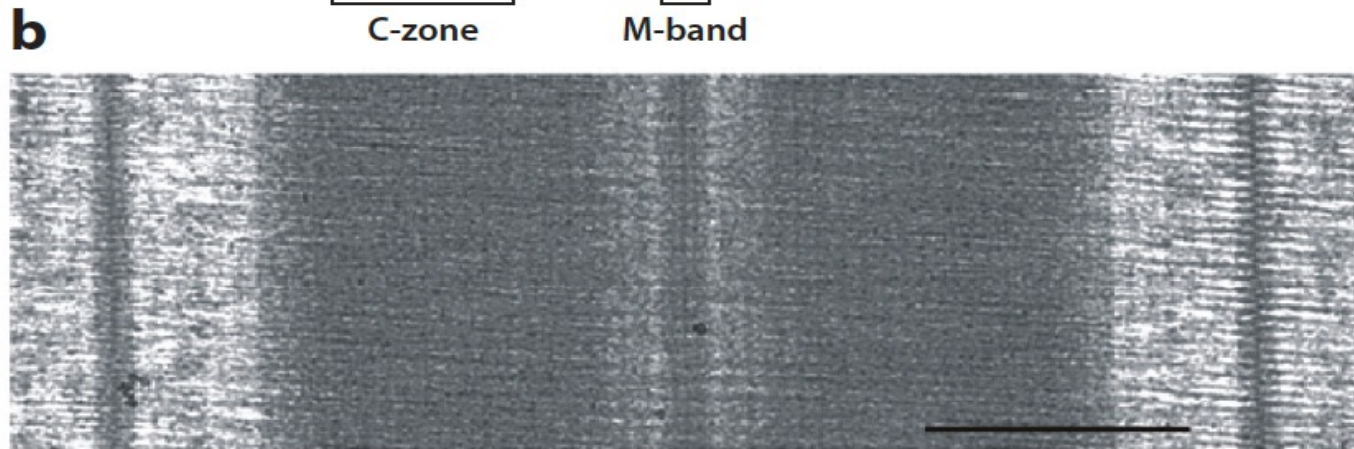
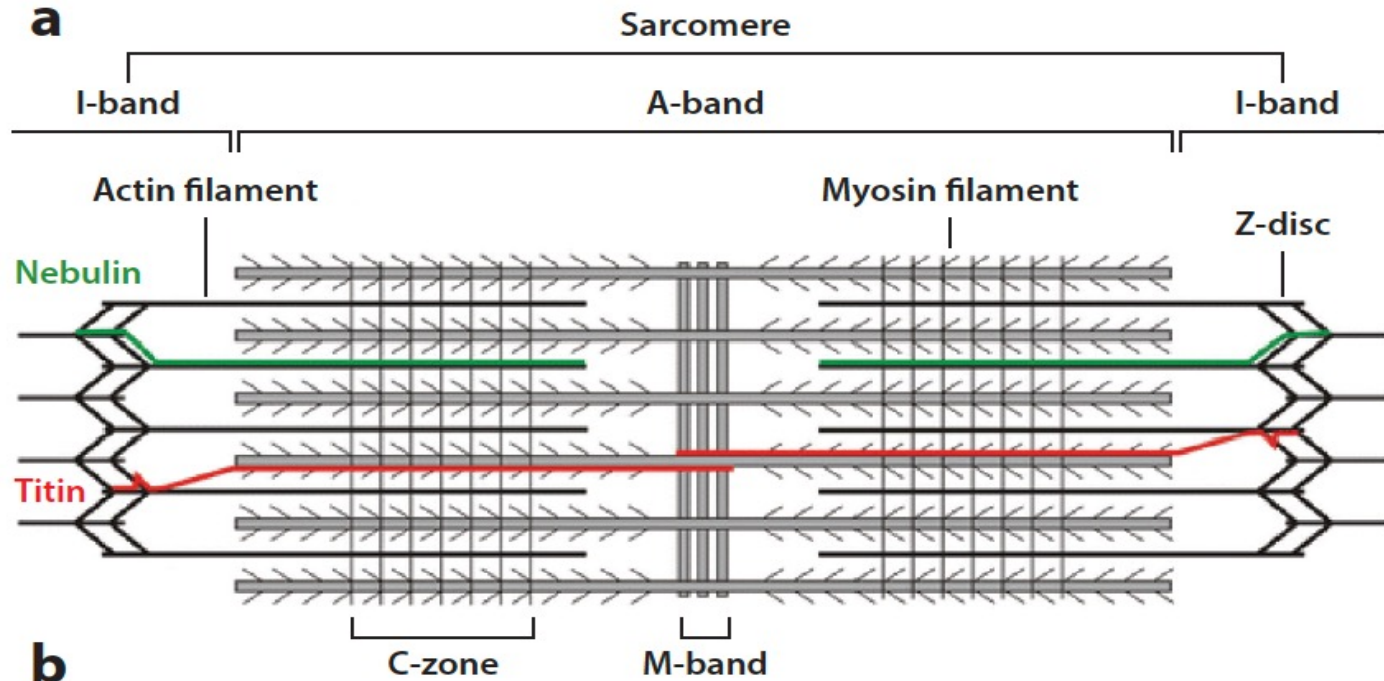
- Banda A ou banda escura (anisotrópica sob luz polarizada), é mais densa que a banda I
- Banda I ou banda clara (Isotrópica sob luz polarizada), e separada por bandas finas e escuras também chamadas de Disco Z.

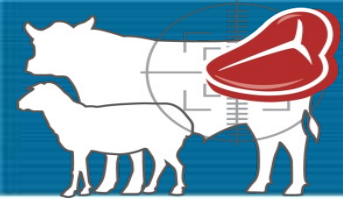
- **Espaço entre** dois **discos Z** adjacentes da miofibrila;
- Inclui uma banda A e duas meias-bandas I, localizadas em cada lado da banda A;
- O **sarcômero** é a **menor unidade estrutural** repetitiva do **músculo**, responsável pelo processo de **contração** – **relaxamento** do músculo.
- O **comprimento** de um **sarcômero não é constante** e depende de estar **contraído** ou **relaxado**



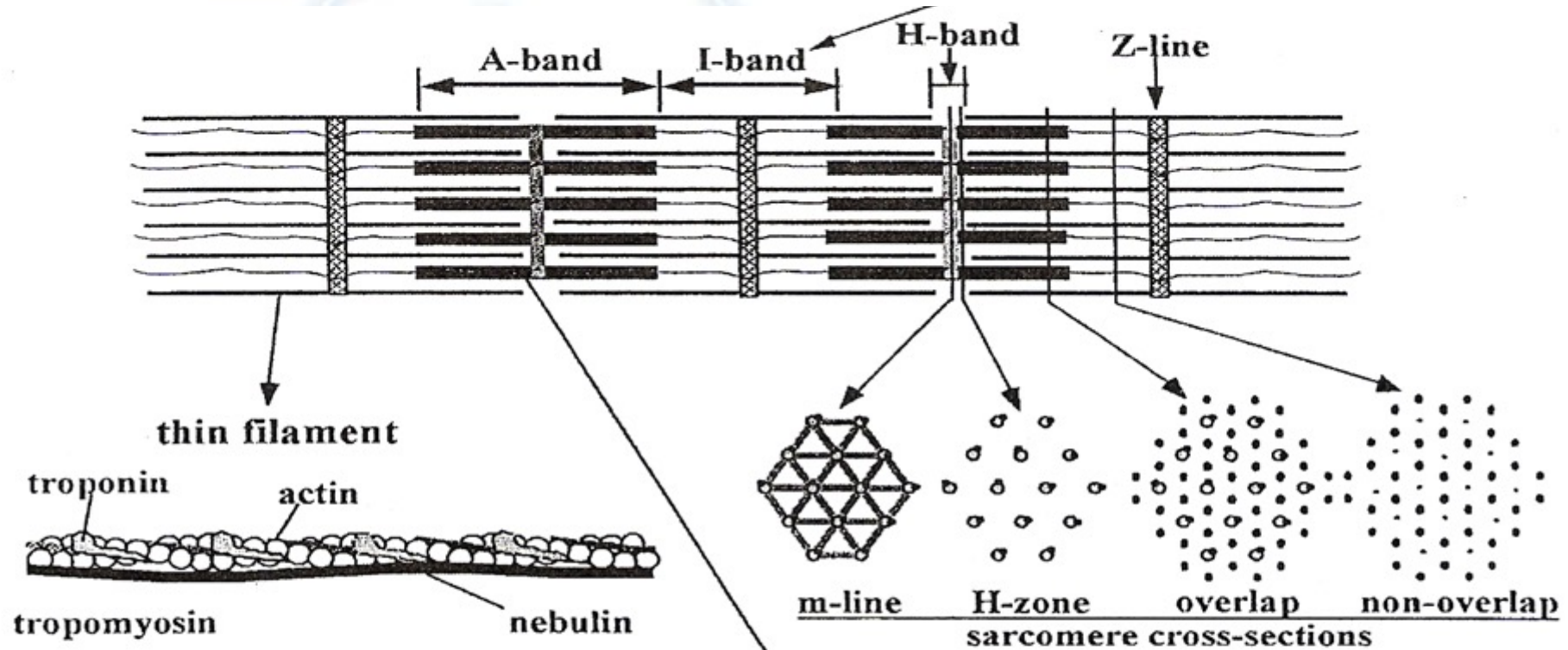


Miofilamentos

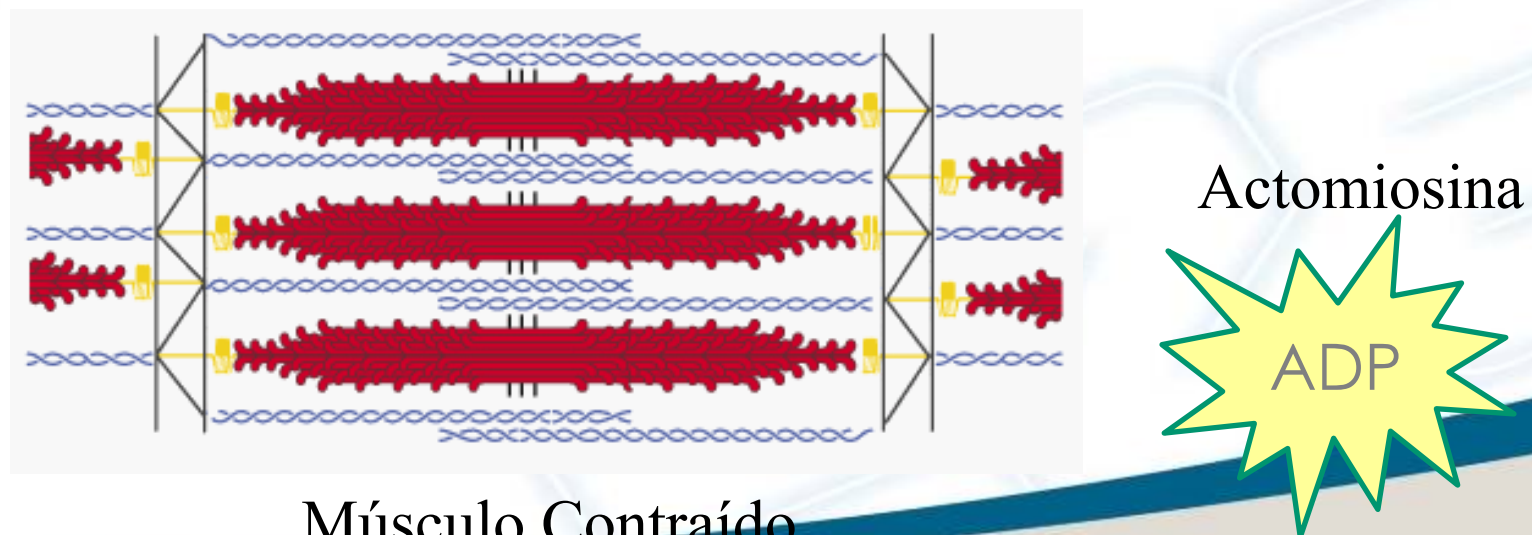
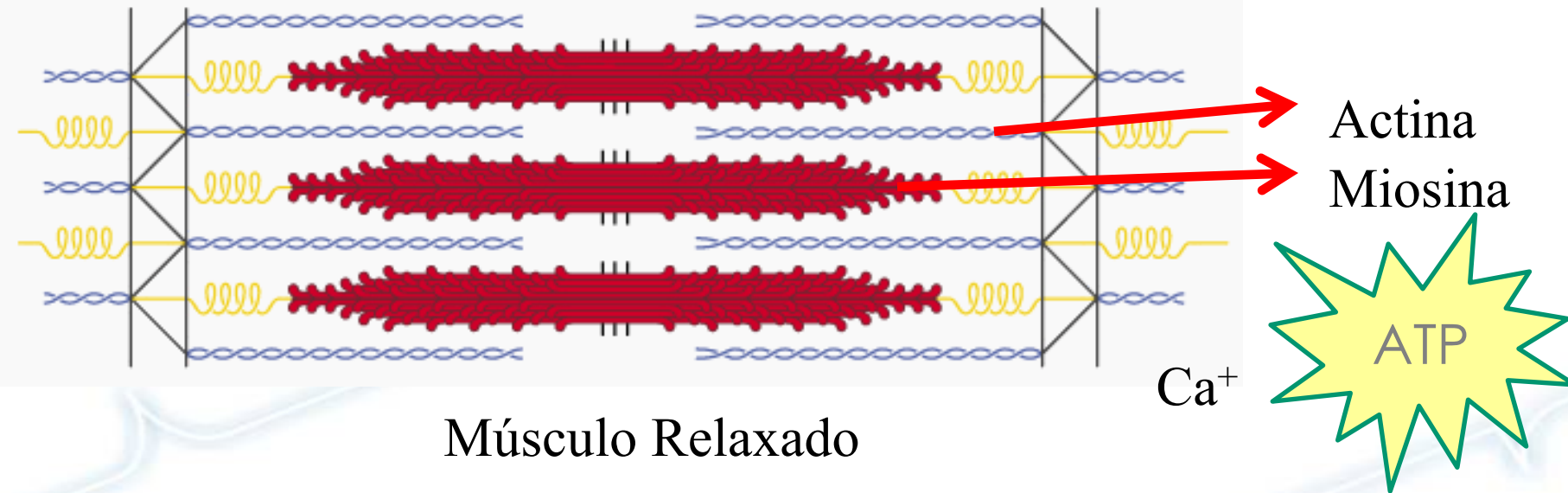




Miofilamentos



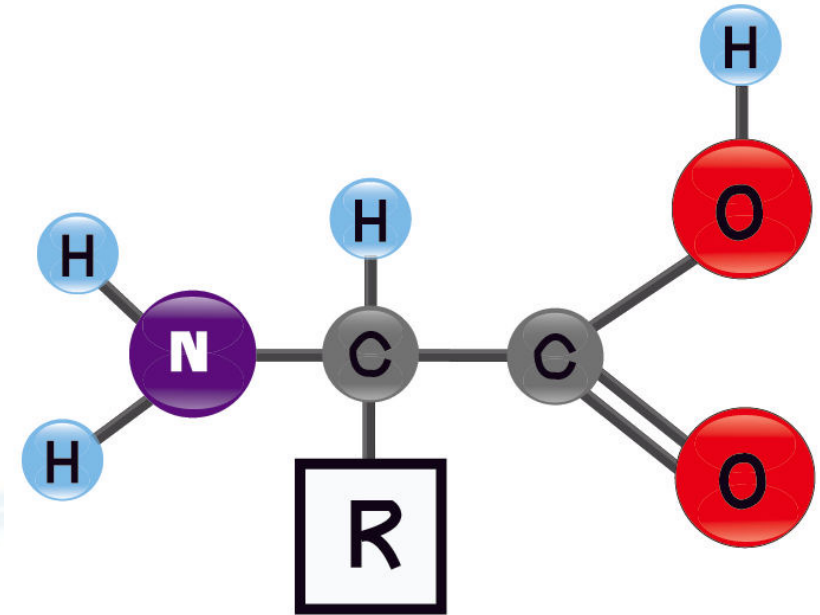
Contração muscular



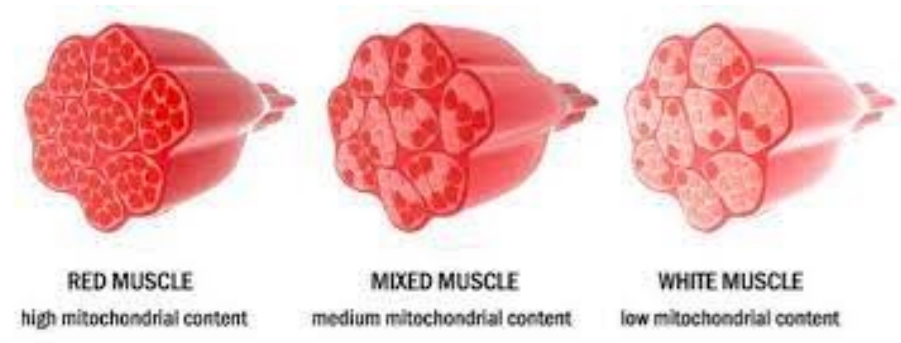
Contração muscular

https://www.youtube.com/watch?v=_9WL8x-pLMg

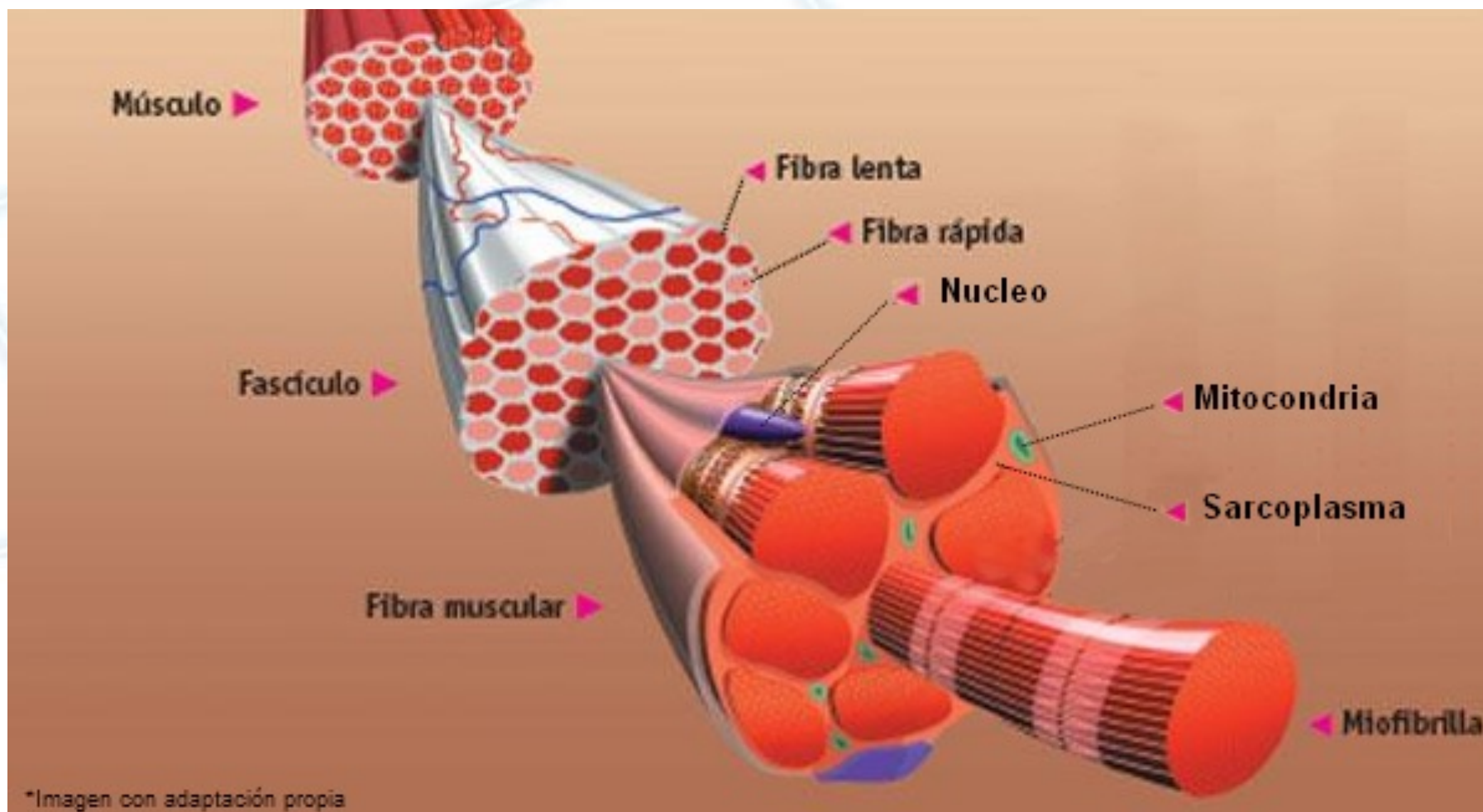
- ~20 proteínas
 - 6 delas correspondem a mais de 90%
 - Miosina – contrátil (~45%)
 - Actina – contrátil (~20%)
 - Titina – citoesquelética (~10%)
 - Tropomiosina – regulatória (~5%)
 - Troponina – regulatória (~5%)
 - Nebulina – citoesquelética (~4%)



- **Músculos classificados** em **vermelhos** ou **brancos** em função da intensidade de sua **cor** devido a proporção de fibras brancas e vermelhas;
- Fibras brancas
- Fibras vermelhas
- Fibras intermediárias
 - Características similares às vermelhas e brancas
- Diferem em relação a características funcionais, metabólicas e estruturais.

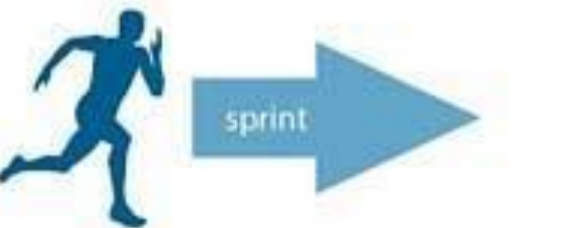
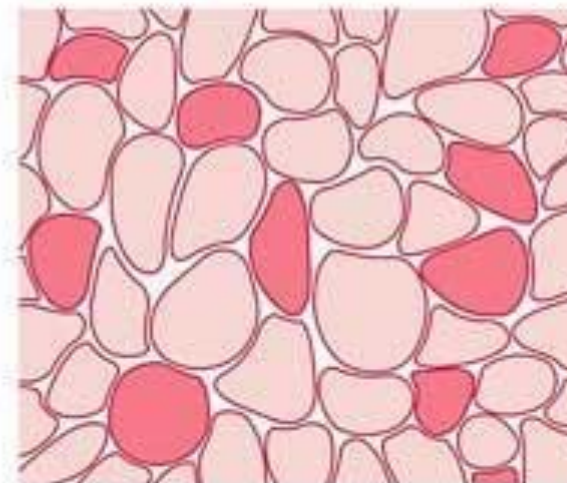
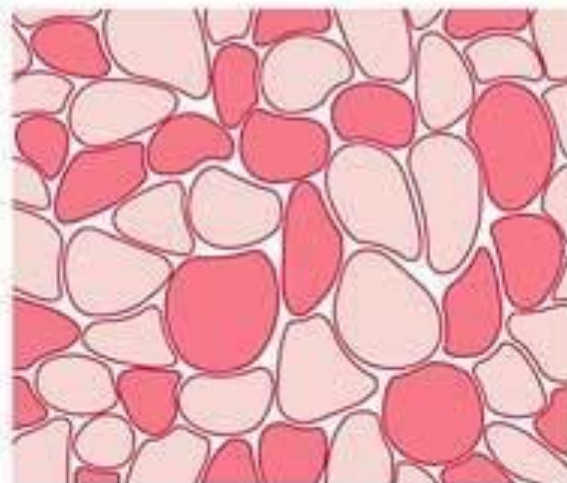
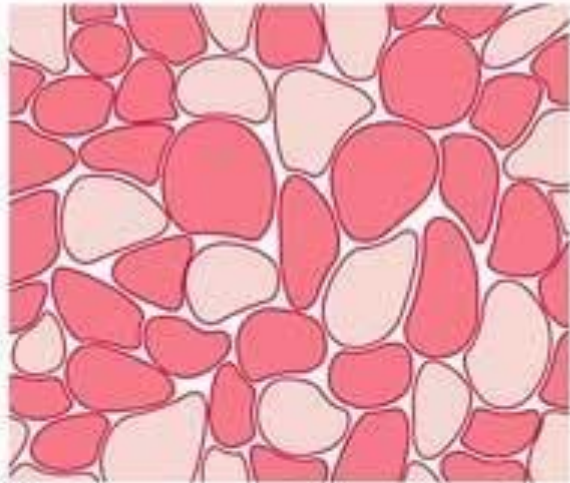


Músculo esquelético



Fonte: educa-a-acaofisica.blogspot.com

Características das fibras musculares

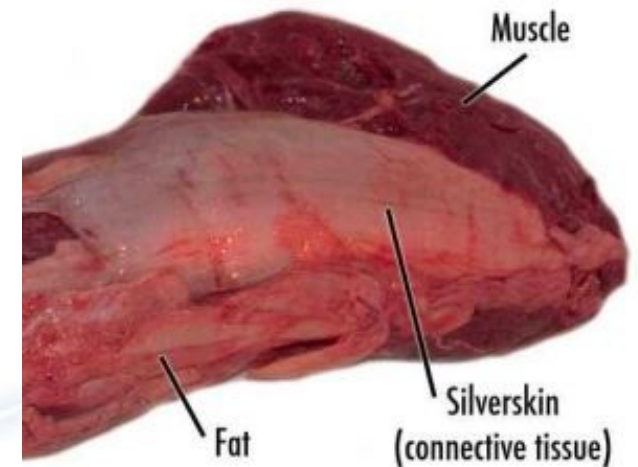


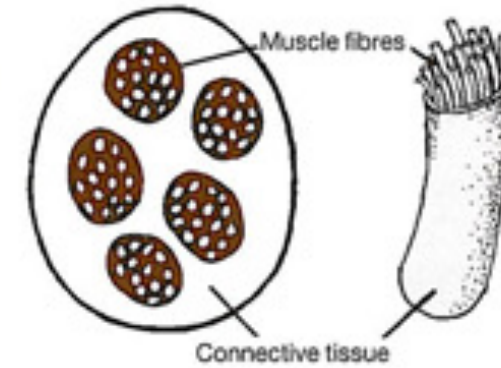
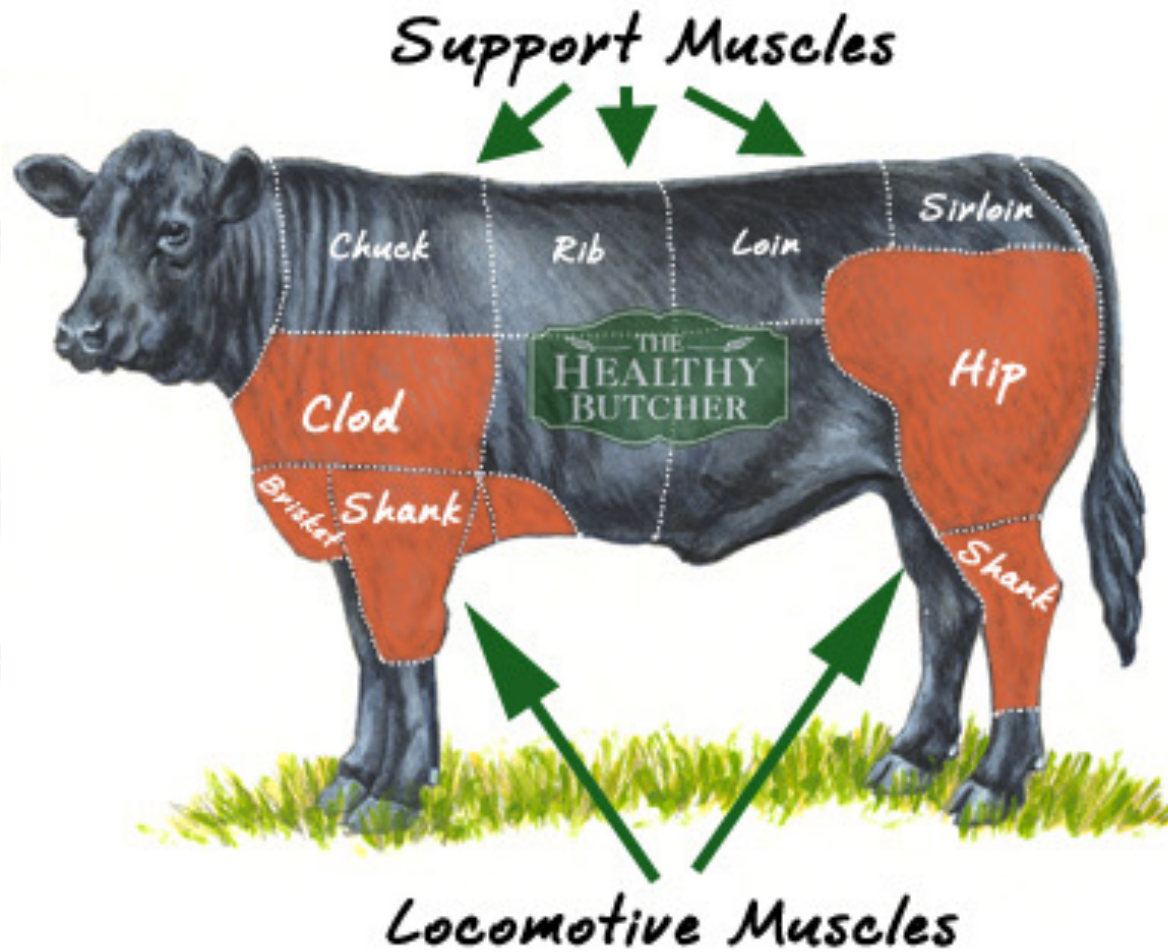
Características das fibras

Característica	Vermelhas	Intermediárias	Branças
Cor	Vermelha	vermelha	branca
Teor de mioglobina	alto	alto	baixo
Diâmetro	pequeno	intermediário	grande
Velocidade de contração	lenta	rápida	rápida
Ação	tônica	tônica	fásica
No. de mitocôndrias	alto	intermediário	baixo
Tamanho das mitocôndrias	grande	intermediário	pequeno
No. de capilares	alto	intermediário	baixo
Metabolismo oxidativo	alto	intermediário	baixo
Metabolismo glicolítico	Baixo	intermediário	alto
Conteúdo de lipídios	Alto	intermediário	baixo
Conteúdo de glicogênio	baixo	alto	alto
Largura do disco Z	largo	intermediário	estreito

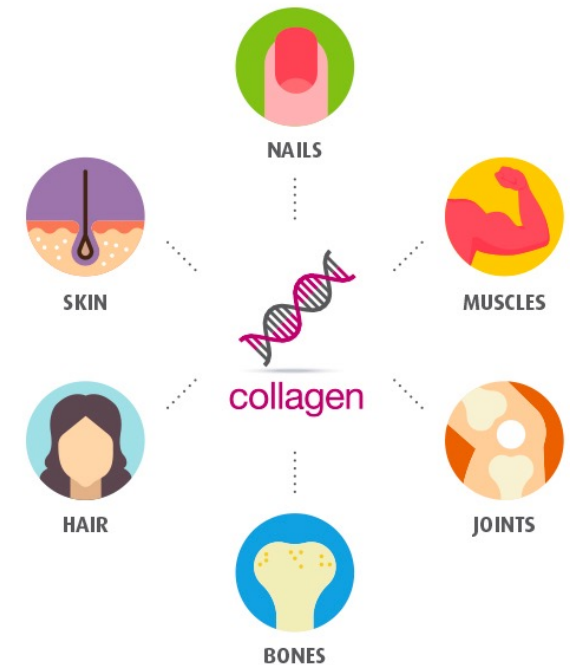
- **Fibras vermelhas** apresentam **maior concentração de mioglobina**, razão para a cor **vermelha**.
- O armazenamento de **O₂** pela **mioglobina** é consistente com a alta proporção de enzimas envolvidas no **metabolismo oxidativo** (produção de energia);
- **Metabolismo glicolítico** das **fibras brancas** (metabolismo anaeróbico).
- O N° de **mitocôndrias** é compatível com a **atividade metabólica** da fibra vermelha.
- As fibras **vermelhas** também contêm mais **lipídios** (energia).
- Fibras **brancas** tem uma ação **fásica** (resposta rápida);
- Fibras **vermelhas** ação **tônica** (lenta).

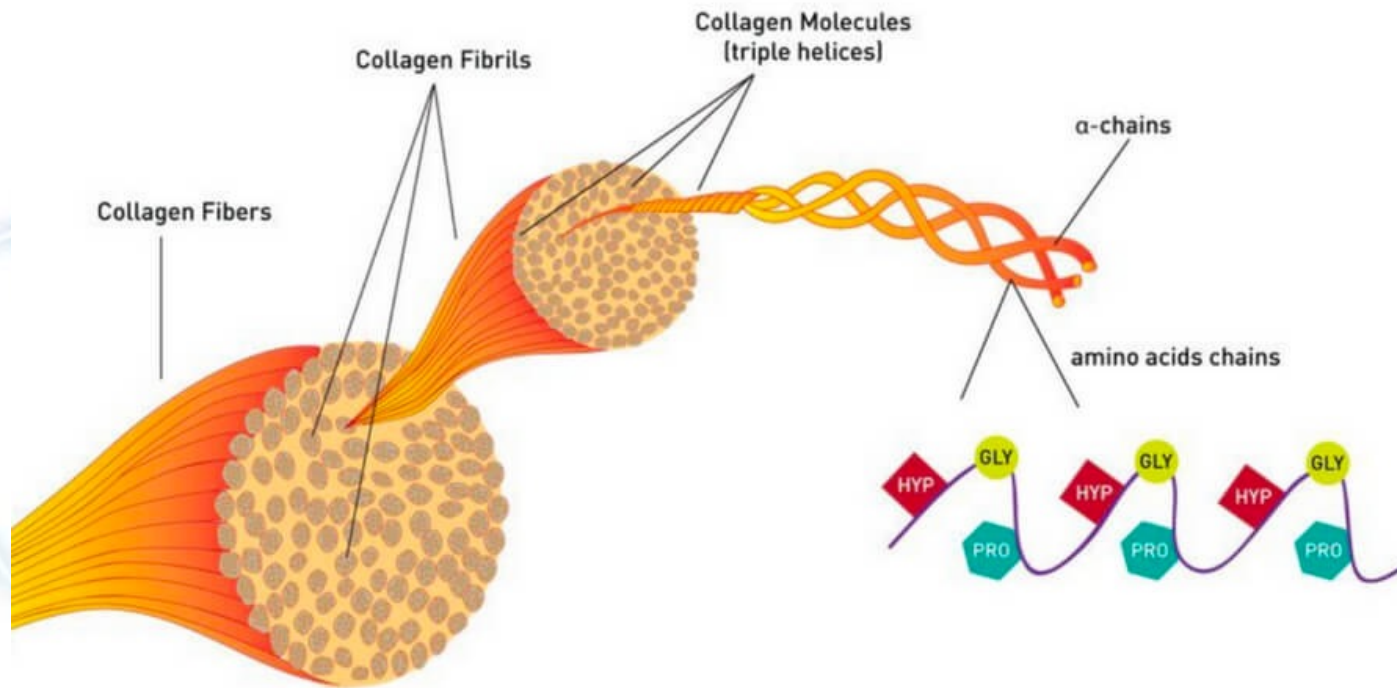
- Também chamado de **conectivo**, como o próprio nome sugere, serve para **manter várias partes** do corpo ou organismo, **juntas**.
- Encontra-se em **todo o corpo** como componente do **esqueleto, órgãos, artérias e veias** e em camadas **circundando os tendões, nervos e músculos**.
- O **couro** encontra-se **preso ao corpo** por tecido **conjuntivo**.
- O tecido **conjuntivo** envolve os **músculos**, os **feixes** e finalmente as **fibras** musculares.





- É a principal **proteína estrutural** do **tecido conjuntivo** e componente dos tendões e ligamentos e numa escala menor dos ossos e cartilagens.
- É a **proteína mais abundante** encontrada no corpo de um animal podendo chegar a 20 – 25% de toda a proteína no corpo.
- A quantidade e **distribuição** de tecido conjuntivo **não é uniforme entre os músculos** esqueléticos.
 - Os músculos da perna possuem mais colágeno do que aqueles músculos ao redor da coluna vertebral, e são conseqüentemente menos macios.

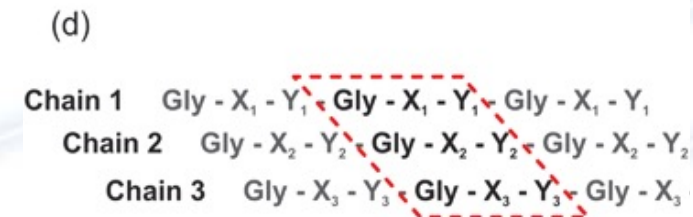
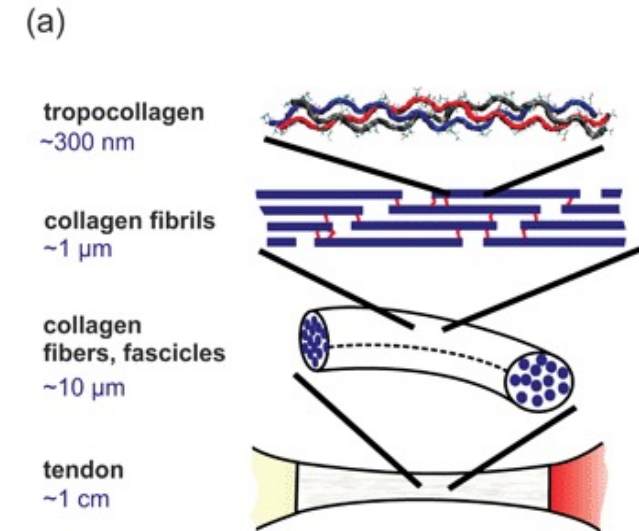




- **Glicina é o aminoácido mais abundante do colágeno** perfazendo cerca de **1/3** da sua composição.

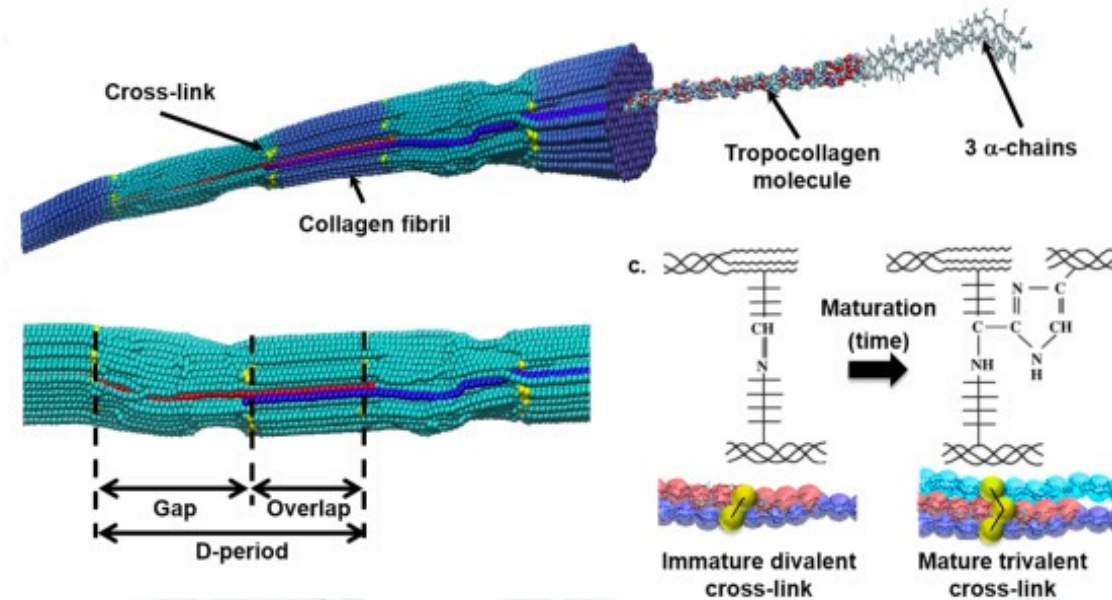
- A **hidroxiprolina** e a **prolina** perfazem, juntas, mais de **1/3** dos aminoácidos.

- **Unidade estrutural da fibrila de colágeno**
- Existem ao menos 19 tipos de cadeias alfa que nas mais variadas combinações, dão origem a pelo menos 12 tipos de colágeno



Colágeno

- Uma **baixa solubilidade** e uma **alta resistência** à tensão do colágeno, são devidos às **ligações cruzadas** intermoleculares:
 - **Menor** número (+ solúvel) nos **animais** mais **jovens**
 - **Maior** número (- solúvel) nos mais **velhos**.
- O colágeno é mais solúvel em animais jovens e menos solúvel em animais mais velhos.



COOKING AND HANDLING MEATS

TENDERNESS AND APPROPRIATE COOKING METHODS (CONT'D)

Breaking Down Connective Tissue (*cont'd*)

- Shanks, breast, brisket, and flank (*cont'd*)
 - Veal, lamb, and pork: These meats are most often braised.
 - Shanks are especially suitable for braising due to their high collagen content that is converted to gelatin, giving body to braising liquids and good eating qualities to the meat.



© Gerald Smith/John Wiley & Sons, Inc.

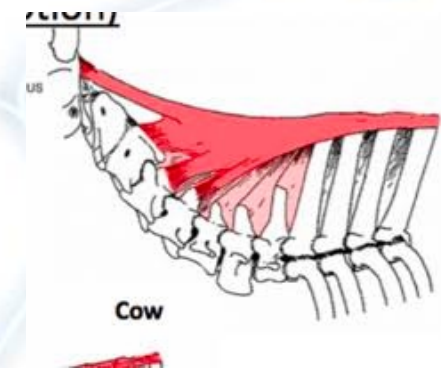


© Gerald Smith/John Wiley & Sons, Inc.

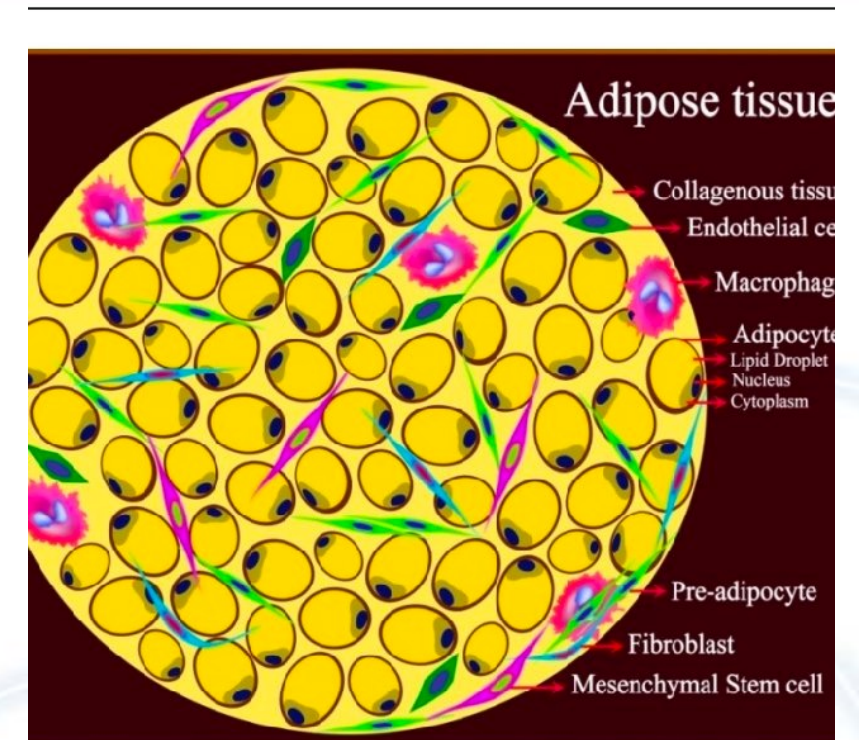
Copyright © 2014 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

Fonte: Smith et al., sd

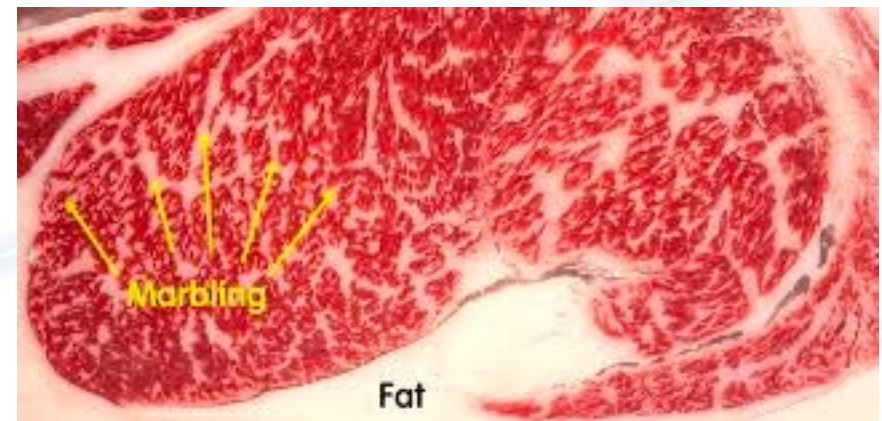
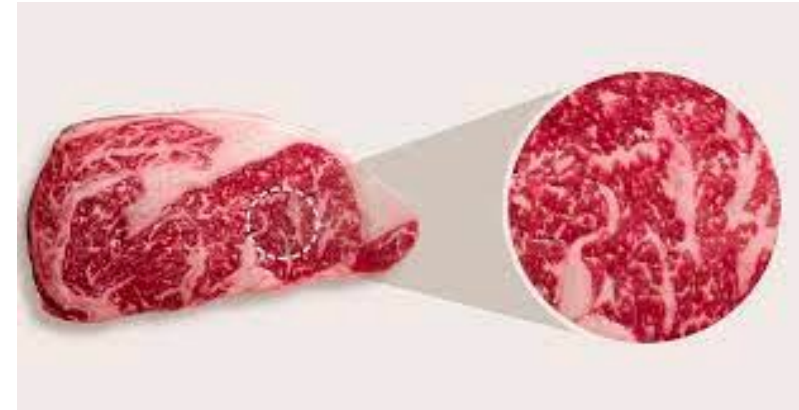
- É uma **proteína** do tecido **conjuntivo** bem **menos abundante** do que o colágeno.
- De aparência “**borrachosa**” presente principalmente nas **artérias** e **veias**.
- O **ligamento cervical** é um exemplo de fibras de **elastina** arranjadas paralelamente.
- As fibras de **elastina esticam** facilmente sob **tensão**. Cessando a tensão **retornam** facilmente ao **estado de origem**.



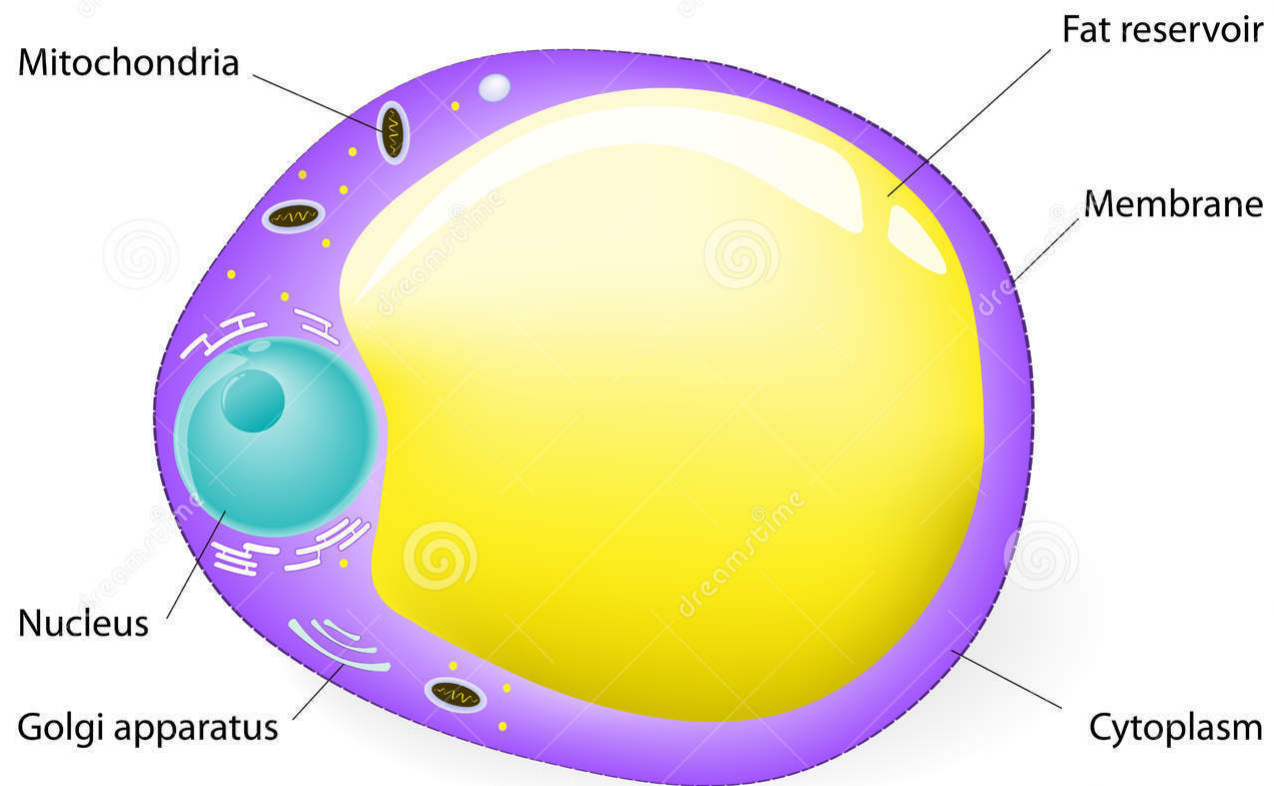
- As células mesenquimatosas são precursoras dos fibroblastos e dos adipoblastos.
- Os adipoblastos são células localizadas no tecido conjuntivo frouxo, próximas do sistema circulatório. À medida que acumulam gordura se tornam os adipócitos.
- O acúmulo de inúmeros adipócitos dá origem ao tecido adiposo, vulgarmente chamado de gordura.
 - Branca ou marron



- A **gordura intramuscular** também chamada de **marmorização**, é depositada **dentro do músculo** junto ao perimísio, nas proximidades das veias e artérias.
- Similarmente, junto ao epimísio que separa os músculos, encontramos os depósitos de gordura intermuscular.



ADIPOCYTE



- Diferentes músculos/funções;
 - Diferentes estruturas/características/composição
 - Tipo de fibras
 - Quantidade de gordura
- Relacionados com características de qualidade;
 - Características sensoriais;
 - Métodos de preparo;
 - Metabolismo pós-morte