

**Daniel de Azevedo Teixeira**



# **FISIOLOGIA HUMANA**

# **FISIOLOGIA HUMANA**

**Daniel de Azevedo Teixeira**

**Teófilo Otoni – 2021**

**Copyright ©:** Autores diversos

**Projeto gráfico:** Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE)

**Diagramação:** Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE)

**Capa:** Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE)

**AUTOR:** TEIXEIRA, D. A.

**TÍTULO:** FISILOGIA HUMANA

**CIDADE:** TEÓFILO OTONI/MG - FEVEREIRO/2021

**ISBN:** 978-65-992205-4-8

**TÓPICOS:** 1. BIBLIOGRAFIA BÁSICA 2. LIVRO

**NICE 05**

**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI**

**DIREITOS PRESERVADOS** – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio sem a citação dos autores. A violação dos direitos de autor (Lei Federal 9.610/1998) é crime previsto no art. 184 do Código Penal.

## Sumário

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>7</b>
1.INTRODUÇÃO À FISILOGIA.....	7
2.CONCEITO DE HOMEOSTASIA.....	7
3.TRANSPORTE CELULAR.....	9
4.TRANSPORTE PASSIVO.....	10
5.TRANSPORTE ATIVO.....	13
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>16</b>
1.POTENCIAL DE AÇÃO.....	16
2.DESPOLARIZAÇÃO.....	16
3.REPOLARIZAÇÃO.....	17
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>20</b>
1.ANATOMIA E HISTOLOGIA MUSUCLAR.....	20
2.PROCESSO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR.....	22
3.METABOLISMO ENERGÉTICO DA CONTRAÇÃO MUSCULAR.....	24
4.TIPOS DE FIRBAS MUSCULARES.....	24
5.RIGOR MORTIS, ARCO REFLEXO, MIASTENIA GRAVIS E MEMBRO FANTASMA.....	25
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>29</b>
1.INTRODUÇÃO À FISILOGIA CARDIOVASCULAR.....	29
2.O CORAÇÃO.....	29
3.CIRCULAÇÃO SISTÊMICA E CIRCULAÇÃO PULMONAR.....	30
4.O CICLO CARDÍACO: POTENCIAL ELÉTRICO E FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	32
5.ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES: HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA.....	33
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>36</b>
1.INTRODUÇÃO À ANATOMIA E FISILOGIA RENAL.....	36
2.FUNÇÕES DO SISTEMA RENAL.....	37
3.URINA.....	38
4.ETAPAS DE EXCREÇÃO.....	40
5.SISTEMA RENINA-ANGIOTENSINA.....	41
6.CONTROLE DE pH SANGUÍNEO.....	42
7.CLEARANCE RENAL.....	43
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>44</b>
1.INTRODUÇÃO À FISILOGIA ENDÓCRINA.....	44
2.MECANISMO DE REGULAÇÃO HORMONAL.....	44
3.PRINCIPAIS HORMÔNIOS E SUAS PATOLOGIAS.....	45
4.OUTROS HORMÔNIOS E SUAS FUNÇÕES.....	51

<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>53</b>
1.INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DA MASTIGAÇÃO.....	53
2.ETAPAS DA MASTIGAÇÃO MECÂNICA.....	53
3.ETAPA QUÍMICA DA MASTIGAÇÃO.....	54
4.MECANISMO DA MASTIGAÇÃO.....	55
5.PROCESSO DE DEGLUTIÇÃO.....	56
6.PROCESSO DIGESTÓRIO.....	57
<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>61</b>
1.INTRODUÇÃO À FISILOGIA RESPIRATÓRIA.....	61
2.ESTRUTURA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	61
3.HEMATOSE.....	62
4.MECANISMO DE INSPIRAÇÃO E EXPIRAÇÃO.....	63
5.O TRANSPORTE DOS GASES PELAS CÉLULAS SANGUÍENAS.....	65
6.A CONCENTRAÇÃO DE GÁS CARBÔNICO E CONTROLE DE pH SANGUÍNEA.....	66
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>

**“A fisiologia humana é uma ciência fundamental para a compreensão das funções do organismo humano. Os mecanismos que compõem os diversos sistemas do corpo humano são descritos através dos conceitos fisiológicos. Tais conceitos formam um alicerce dentro das ciências básicas da saúde e contribuem para o entendimento da patologia, farmacologia, funções mecânicas, bioquímicas e físicas nos seres vivos. Portanto, entende-se que a fisiologia exerce um papel muito importante para os profissionais de saúde e demais interessados”.**

**DANIEL DE AZEVEDO TEIXEIRA**

# **CAPÍTULO I**

**PRINCIPAIS CONCEITOS DA FISIOLOGIA HUMANA:  
INTRODUÇÃO, CONCEITO DE HOMEOSTASIA, FISIOLOGIA  
CELULAR, TRANSPORTE CELULAR, TRANSPORTE PASSIVO E  
TRANSPORTE ATIVO.**

## **1- INTRODUÇÃO À FISIOLOGIA**

A Fisiologia é o estudo do funcionamento normal de um organismo e de suas partes, incluindo todos os processos físicos e químicos. O termo fisiologia significa literalmente “conhecimento da natureza”. Aristóteles, utilizou a palavra em um sentido amplo para descrever o funcionamento de todos os seres vivos, não apenas do corpo humano. Entretanto, Hipócrates considerado o pai da medicina, utilizou a palavra fisiologia com o sentido de “o poder de cura da natureza” e, depois disso, o campo tornou-se intimamente associado à medicina.

## 2- CONCEITO DE HOMEOSTASIA

A HOMEOSTASIA é um princípio fundamental da fisiologia e significa equilíbrio das funções. Todo o processo de funcionamento do organismo é previsto por eventos sequenciais em caráter de normalidade. Exemplo: Ao ingerirmos grande quantidade de líquido, organismo intensifica o processo de micções.

O controle da homeostase é realizado pelos mecanismos de *feedback* ou retroalimentação, que mantêm como princípio o equilíbrio das funções através de fenômenos agonistas e antagonistas. Um exemplo bastante didático é o controle dos níveis glicêmicos no organismo humano. O aumento da taxa de glicose no sangue induz processos de controle que diminuem essa concentração glicêmica. Esses mecanismos são, portanto, antagônicos.

Portanto, quando determinados fenômenos promovem uma determinada mudança no corpo humano, o mecanismo de *feedback* pode reagir de duas formas: *feedback* positivo e *feedback* negativo.

O *feedback* negativo exerce uma relação antagônica entre os fenômenos, portanto, atua para reverter a mudança ocorrida. Vamos analisar um exemplo: quando a temperatura corporal diminui em virtude do frio, os receptores da pele mandam mensagens ao encéfalo informando sobre a diminuição da temperatura. O encéfalo, por sua vez, manda uma resposta aos músculos para se contraírem produzindo tremores, ocasionando assim, a produção de calor. Quando a temperatura corporal voltar ao estado normal, o encéfalo transmitirá informações aos músculos para cessarem as contrações. Portanto, em dias de baixa temperatura nosso corpo tende a sofrer tremores.

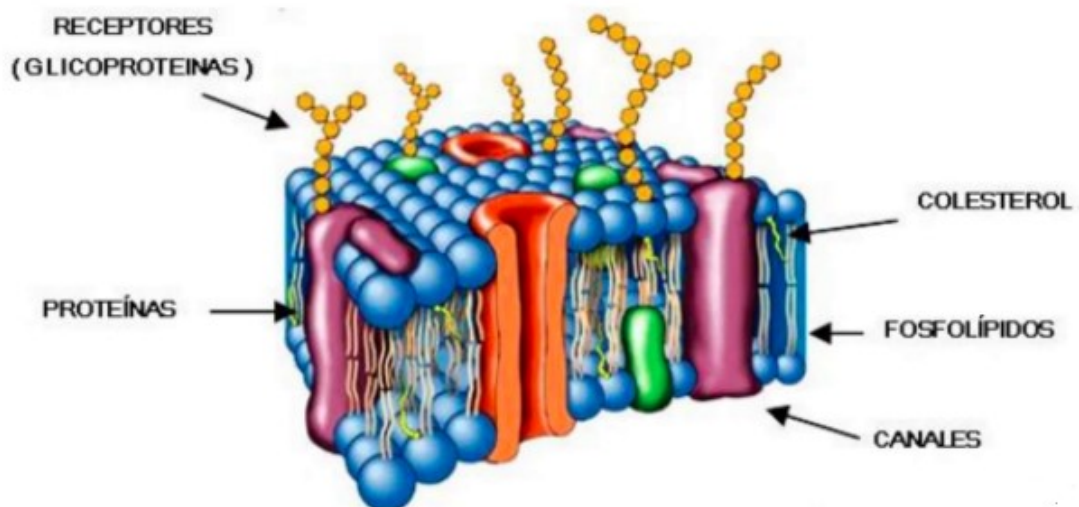
Todavia, existe uma situação completamente contrária apresentada pelo *feedback* positivo, esta resposta atua no intuito de amplificar uma determinada mudança corporal, sendo um processo menos comum que o *feedback* negativo.



Um exemplo de *feedback* positivo ocorre com as contrações uterinas no momento do parto. A glândula hipófise secreta o hormônio ocitocina, o qual estimula as contrações do útero. Durante o parto, receptores presentes na musculatura do útero enviam informações ao cérebro para estimular a hipófise a produzir e liberar mais ocitocina e, dessa forma, aumentar as contrações uterinas.

Os princípios homeostáticos regem a fisiologia e envolvem todas as estruturas do nosso corpo. Entretanto, a menor unidade funcional do organismo são as células e iniciaremos nosso estudo a partir desse contexto. As células eucariontes são divididas em membrana plasmática, citoplasma e núcleo. A membrana plasmática é a estrutura que estabelece contato com o meio intracelular e extracelular, e sua composição bioquímica baseia-se em uma dupla camada lipídica e proteínas. A membrana plasmática apresenta funções de proteção (contra patógenos), estrutural (aspectos morfológicos), controle da permeabilidade (entrada e saída de água) e seletividade (controle do transporte de substâncias). É através da sua composição bioquímica e a seletividade que a membrana plasmática controla a entrada e saída de substâncias nas células, estes processos são denominados transportes celulares.

**Figura 1- Ilustração das estruturas de composição da membrana plasmática celular.**



### 3- TRANSPORTE CELULAR

A entrada e saída de substâncias nas células ocorre através de meios de transporte. Os transportes celulares podem ser classificados como **TRANSPORTE PASSIVO** e **TRANSPORTE ATIVO**. Ambos os transportes são determinados pelo gradiente de concentração, tal gradiente trata-se de um fluxo ou direção do transporte, sendo determinado pelo sentido do meio mais concentrado de substâncias para o menos concentrado.

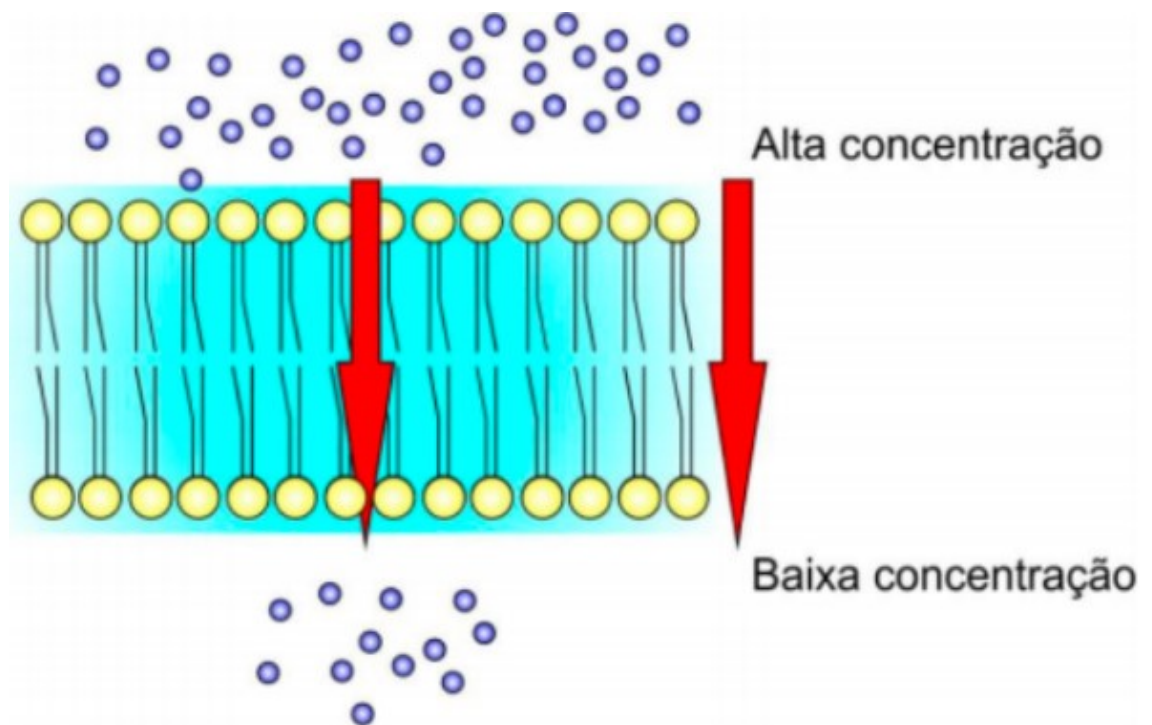
#### **4- TRANSPORTE PASSIVO**

Os transportes passivos podem ser classificados como: Difusão Simples, Difusão Facilitada e Osmose. Os transportes passivos ocorrem a favor do gradiente de concentração, portanto, não gastam energia (ATP) Adenosina Trifosfato para a realização do processo.

##### **DIFUSÃO SIMPLES**

A difusão simples é um tipo de transporte passivo que ocorrem em caráter direto, transportando soluto a favor do gradiente de concentração. Entretanto, apenas algumas substâncias podem ser transportadas por Difusão simples, tais substâncias devem possuir características específicas como: serem lipossolúveis, possuir baixo peso molecular e apresentar alto grau de ionização. Um exemplo notório da difusão simples são as trocas gasosas realizadas pela circulação pulmonar.

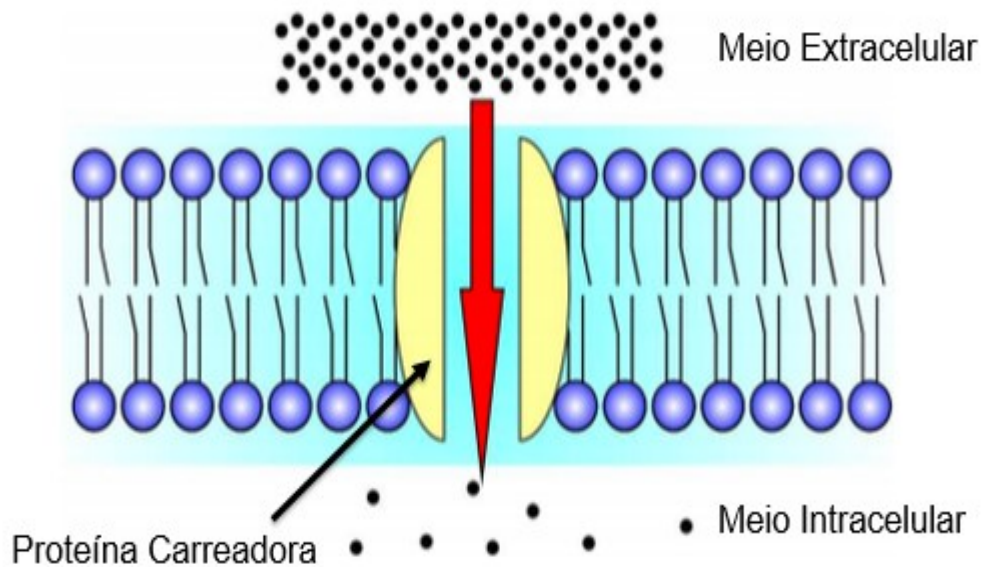
**Figura 2- Mecanismo ilustrativo do processo de Difusão Simples.**



### **DIFUSÃO FACILITADA**

A difusão facilitada também se configura como um tipo de transporte passivo, entretanto, a execução do transporte necessita da participação de uma **PROTEÍNA CARREADORA**. As substâncias que apresentam características como ser hidrossolúvel, possuir alto peso molecular e baixo grau de ionização podem ser transportadas em caráter passivo por difusão facilitada. Entretanto, estas substâncias devem possuir obrigatoriamente uma alta afinidade pelas proteínas carreadoras, pois essas proteínas são bastante seletivas.

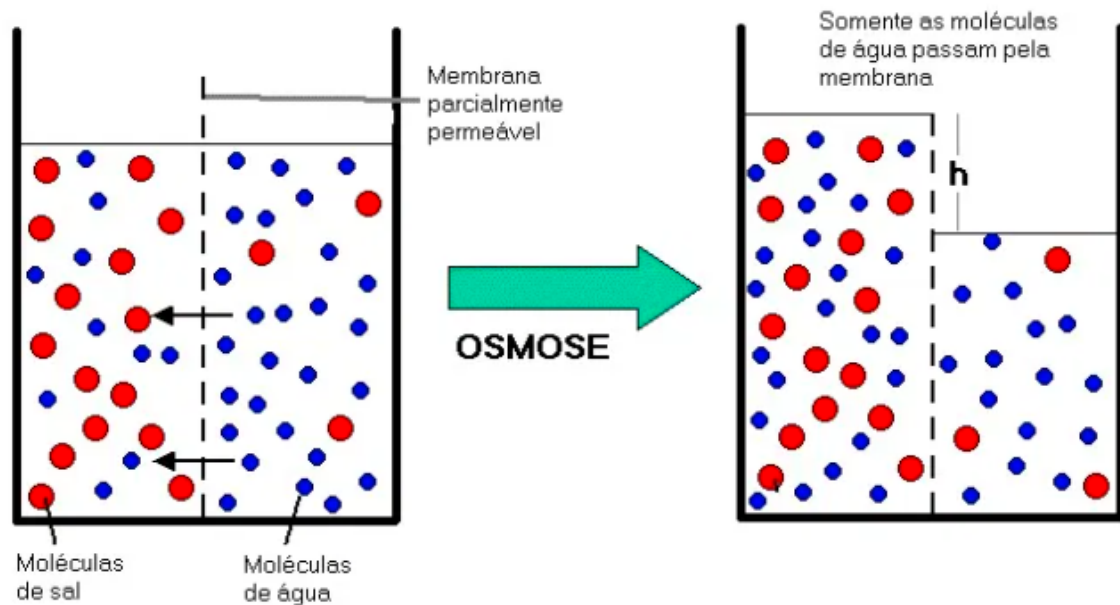
**Figura 3- Mecanismo ilustrativo do processo de Difusão Facilitada.**



## OSMOSE

A osmose é a passagem do solvente (água pura) pela membrana semipermeável. Essa reação é realizada até que a pressão osmótica fique estabilizada. Diante disso, a passagem da água ocorre da solução mais diluída (menos concentrada) para a mais concentrada. O processo osmótico pode se tratar de um transporte passivo não necessita de gasto de energético. O deslocamento da água de um meio para outro ocorre nas células com o auxílio de proteínas transportadoras na membrana, as aquaporinas. Portanto, a osmose ocorre sempre que existe uma diferença de concentração entre o meio externo e interno da célula. A principal função da osmose é permitir os processos de troca de nutrientes das células animais e vegetais, no intuito de estabelecer um equilíbrio.

**Figura 4- Ilustração esquemática do processo de osmose**



Diante de diversas situações que podem modificar o controle hídrico da célula, o organismo dispõe de mecanismos que atuam priorizando a manutenção da homeostasia. Assim, o processo de osmose tem como finalidade igualar as concentrações das soluções, até que se atinja um equilíbrio. Para isso temos os seguintes tipos de solução:

- **Solução hipertônica:** apresenta maior pressão osmótica e concentração de soluto.
- **Solução hipotônica:** apresenta menor pressão osmótica e concentração de soluto.
- **Solução isotônica:** a concentração de soluto e a pressão osmótica são iguais, atingindo assim o equilíbrio.

**Figura 5- Perfil osmótico celular em condições: Isotônica, Hipotônica e Hipertônica**



Portanto, a osmose ocorre entre um meio hipertônico (mais concentrado) e hipotônico (menos concentrado) para gerar um equilíbrio.

### **TRANSPORTE POR CANAIS**

O transporte por canais geralmente não é destacado entre os principais tipos de transportes passivos, entretanto, entende-se necessário a apresentação deste processo para a compreensão futura de outros conceitos. Os canais iônicos constituem um mecanismo de transporte passivo que pode ser classificado de acordo com sua especificidade, ou seja, de acordo com o tipo de íon que eles permitem passar, ou dependendo da maneira pela qual eles abrem ou fecham. O principal tipo de transporte por canais aplica-se aos canais de Cálcio.

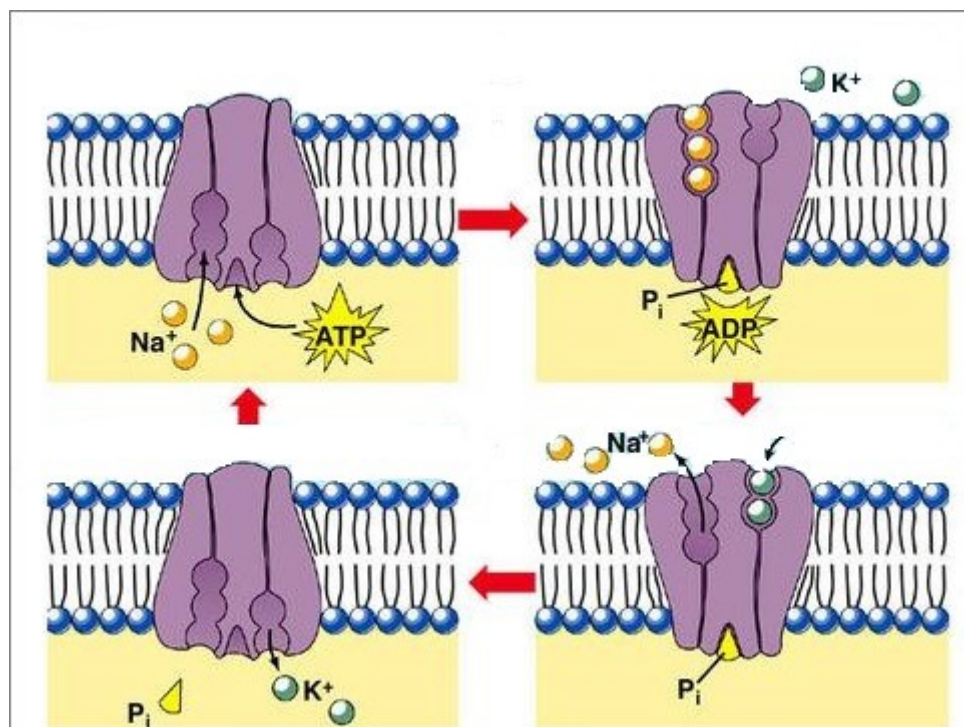
### **5- TRANSPORTE ATIVO**

Os transportes ativos ocorrem contra o gradiente de concentração, portanto, gastam energia (ATP). São considerados transportes ativos: Bomba de sódio e potássio, Fagocitose (endocitose e exocitose) e Pinocitose.

### **BOMBA DE SÓDIO E POTÁSSIO**

A Bomba de Sódio e Potássio ou  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase é uma proteína transmembrana cuja atividade enzimática utiliza a energia proveniente da degradação do ATP em ADP e fosfato inorgânico para transportar íons de **potássio** e **sódio** contra os respectivos gradientes de concentração. Este sistema permanentemente promove a SAÍDA DE 3 moléculas de sódio e a ENTRADA de 2 moléculas de Potássio. Ambos os processos ocorrem contra o gradiente de concentração. A bomba de Na e K é responsável por várias atividades no organismo como: regulação hídrica, determinação de cargas elétricas nas células, formação de gradientes de concentração, contração muscular, transmissão de impulsos e etc.

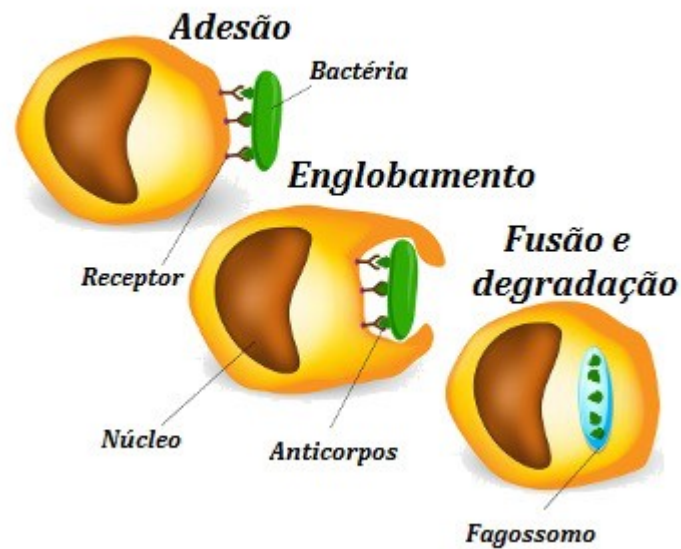
**Figura 6- Mecanismo ilustrativo do transporte por Bomba de Sódio e Potássio.**



## FAGOCITOSE

A Fagocitose é um tipo de transporte ativo caracterizado pelo englobamento de partículas sólidas. O processo de fagocitose normalmente ocorre pela atuação de células de defesa (macrófagos e neutrófilos) ao combate de microrganismos. O processo de fagocitose pode ser dividido em 2 etapas: Endocitose (entrada de partículas dentro da célula) ou Exocitose (saída de partículas da célula). A PINOCITOSE apresenta comportamento semelhante à fagocitose, entretanto, realiza o englobamento de partículas líquidas.

**Figura 7- Perfil osmótico celular em condições: Isotônica, Hipotônica e Hipertônica**



## CAPÍTULO II



# **POTENCIAL DE AÇÃO: CONTROLE DE CARGAS ELÉTRICAS CELULARES, POTENCIAL DE REPOUSO, DESPOLARIZAÇÃO, REPOLARIZAÇÃO, TRANSMISSÃO DE IMPULSO, ESTRUTURAS DO NEURÔNIO, CONDUÇÃO SALTATÓRIA.**

## **1-POTENCIAL DE AÇÃO**

As atividades celulares são mediadas por impulsos nervosos também conhecidos como descargas elétricas. O potencial elétrico de membrana é a diferença de potencial elétrico entre os meios intracelular e extracelular. Em relação ao exterior da célula, os valores do potencial da membrana variam geralmente entre  $-40 \text{ mV}$  (milivolts) e  $-80 \text{ mV}$ . Portanto, preconiza-se que o perfil de cargas de uma célula em REPOUSO é negativo no ambiente intracelular e positivo no meio extracelular. A este estado celular denominamos POTENCIAL DE REPOUSO, onde a célula ainda não recebeu o estímulo. O potencial de repouso é determinado pelas sucessivas ocorrências de Bomba de Sódio e Potássio fazendo com que o meio intracelular perca cargas positivas.

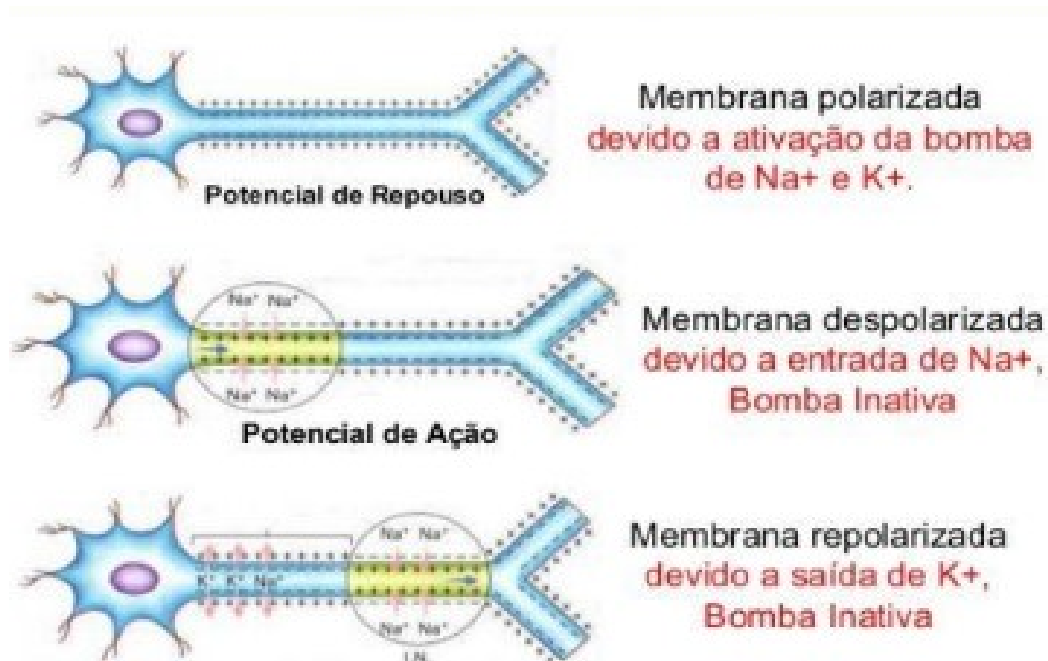
## **2- DESPOLARIZAÇÃO**

A DESPOLARIZAÇÃO é o fenômeno caracterizado pelo recebimento do estímulo pela célula. A célula uma vez estimulada recebe cargas positivas e inverte o perfil de cargas no meio intracelular (fica positivo) e Extracelular (fica negativo). O processo de despolarização acontece devido a entrada passiva de Sódio.

## **3- REPOLARIZAÇÃO**

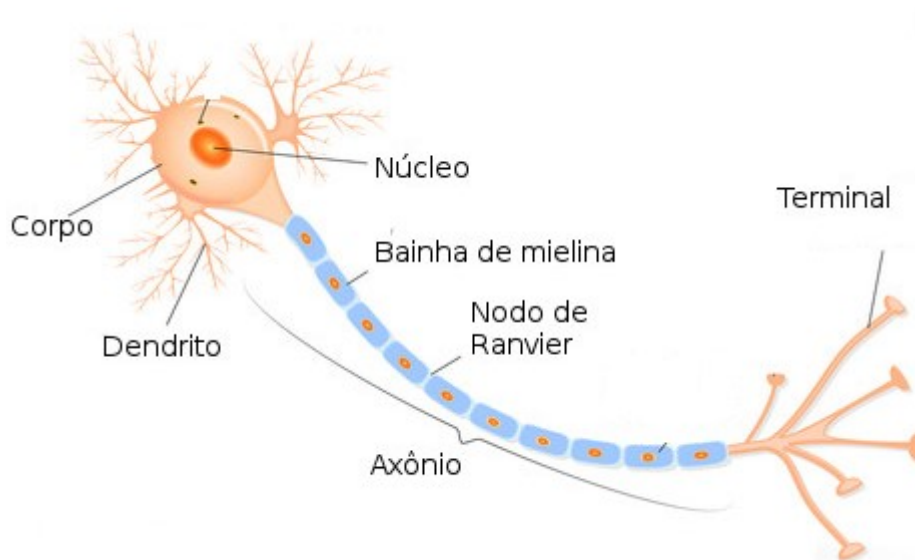
A REPOLARIZAÇÃO pode ser considerada como o cessar do estímulo. Quando o estímulo é interrompido ocorre nova inversão de cargas com negatividade no meio intracelular e positividade no meio extracelular. O processo de repolarização acontece devido a saída passiva de  $K^+$ .

**Figura 1- Diferentes estágios do potencial de ação no processo de transmissão de impulsos nervosos**



A via de transmissão de impulsos ocorre através do Sistema Nervoso Central (SNC), Cérebro, neurônios e medula espinhal. A principal estrutura responsável pela transmissão de impulsos são os neurônios que apresentam estas estruturas:

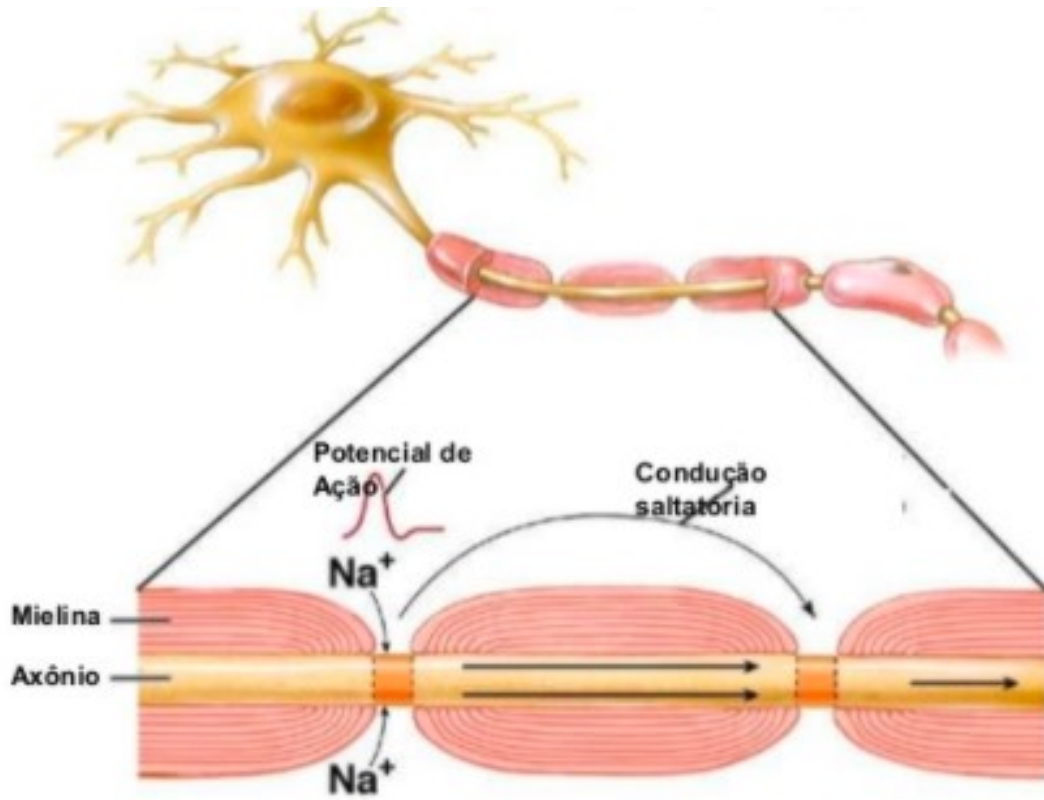
**Figura 2- Principais estruturas que compõem os neurônios.**



A transmissão de impulsos nervosos pode ser caracterizada pelo envio de um determinado sinal para que ocorra uma resposta do organismo. Isso só é possível graças à sinapse, região de proximidade entre a extremidade de um neurônio com outra célula. As Sinapses são espaços, também denominados de fendas, que permitem a transmissão dos impulsos. As sinapses podem ser classificadas como Sinapses Químicas e Sinapses Elétricas.

A transmissão de impulsos ocorre sempre em caráter UNIDIRECIONAL e sempre da região pré-sináptica (Axônio + terminações nervosas) para a região pós-sináptica (dendritos + corpo celular). A transmissão dos impulsos também ocorre nos Nódulos de Ranvier por condução saltatória, sendo assim, “pulam” a bainha de mielina. Tal fenômeno faz com que o impulso nervoso seja conduzido muito mais rapidamente que em axônios não mielinizados.

**Figura 3- Mecanismo ilustrativo da transmissão de impulso por condução saltatória.**



## CAPÍTULO III

# **FISIOLOGIA MUSCULAR: ANATOMIA E HISTOLOGIA DOS MÚSCULOS, PROCESSO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR, TIPOS DE CONTRAÇÃO, METABOLISMO DA CONTRAÇÃO MUSCULAR, TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES, MEMBRO FANTASMA, ARCO REFELEXO, RIGOR MORTIS E MIASTENIA GRAVIS**

## **1- ANATOMIA E HISTOLOGIA MUSCULAR**

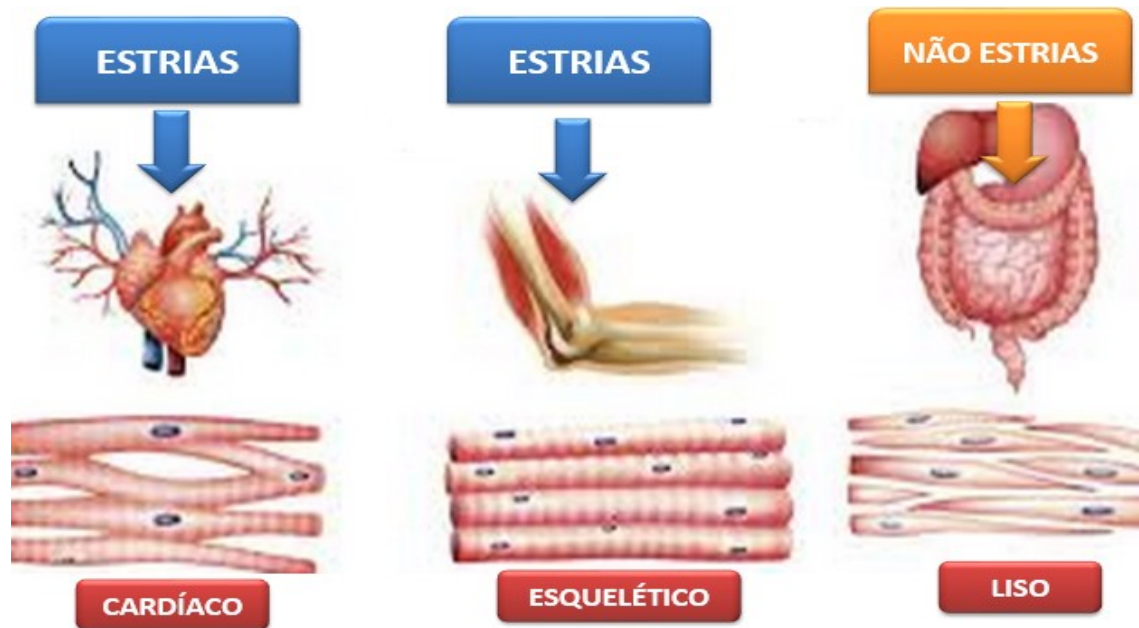
O SISTEMA MUSCULAR é constituído de grande diversidade de músculos distribuídos ao longo do corpo, apresentando tamanhos, formas e funções diversas. Os músculos configuram-se como tecidos constituídos de fibras e células. As fibras musculares desempenham diversas funções como: sustentação, locomoção, controle de temperatura e rigidez estrutural ao corpo. A dinâmica de movimento envolve os movimentos motores voluntários e visíveis, mas também movimentos involuntários internos que ocorrem nos órgãos viscerais.

A fisiologia da contração muscular explica os fatores físicos e químicos responsáveis pela origem, desenvolvimento e continuação de qualquer tipo de vida. Na fisiologia humana, é explicado as características e mecanismos específicos do corpo humano, que o fazem ser um ser vivo. Portanto, os processos de locomoção, respiração, controle térmico e a sustentação corpórea citados anteriormente dependem em caráter direto da fisiologia da contração muscular. Tais processos possuem mecanismos distintos e isso é determinado pela diferença anatomo-fisiológica dos músculos.

Os músculos esqueléticos, por exemplo, são compostos de fibras musculares que são organizadas em feixes, chamados de fascículos. Os miofilamentos compreendem as miofibrilas, que por sua vez são agrupadas juntas para formar as fibras musculares. Cada fibra possui uma cobertura ou membrana, o sarcolema, e é composta de uma substância semelhante a gelatina, sarcoplasma. Centenas de miofibrilas contráteis e outras estruturas importantes, tais como as mitocôndrias e

o retículo sarcoplasmático, estão inclusas no sarcoplasma. A miofibrila contrátil é composta de unidades, e cada unidade é denominada um sarcômero. Cada miofibrila, contém muitos miofilamentos. Os miofilamentos são fios finos de duas moléculas de proteínas, actina (filamentos finos) e miosina (filamentos grossos).

**Figura 1- Classificação histológica dos tipos de músculos.**



Os músculos podem ser classificados como Estriados e Lisos. Os Estriados se dividem em esqueléticos e cardíacos, já os lisos são basicamente encontrados nos órgãos viscerais. Os músculos esqueléticos possuem contração voluntária, quanto os músculos lisos e cardíacos possuem contração involuntária.

**Figura 2- Tabela descritiva dos tipos de músculo, tipos de contração, classificação histológica e localização.**

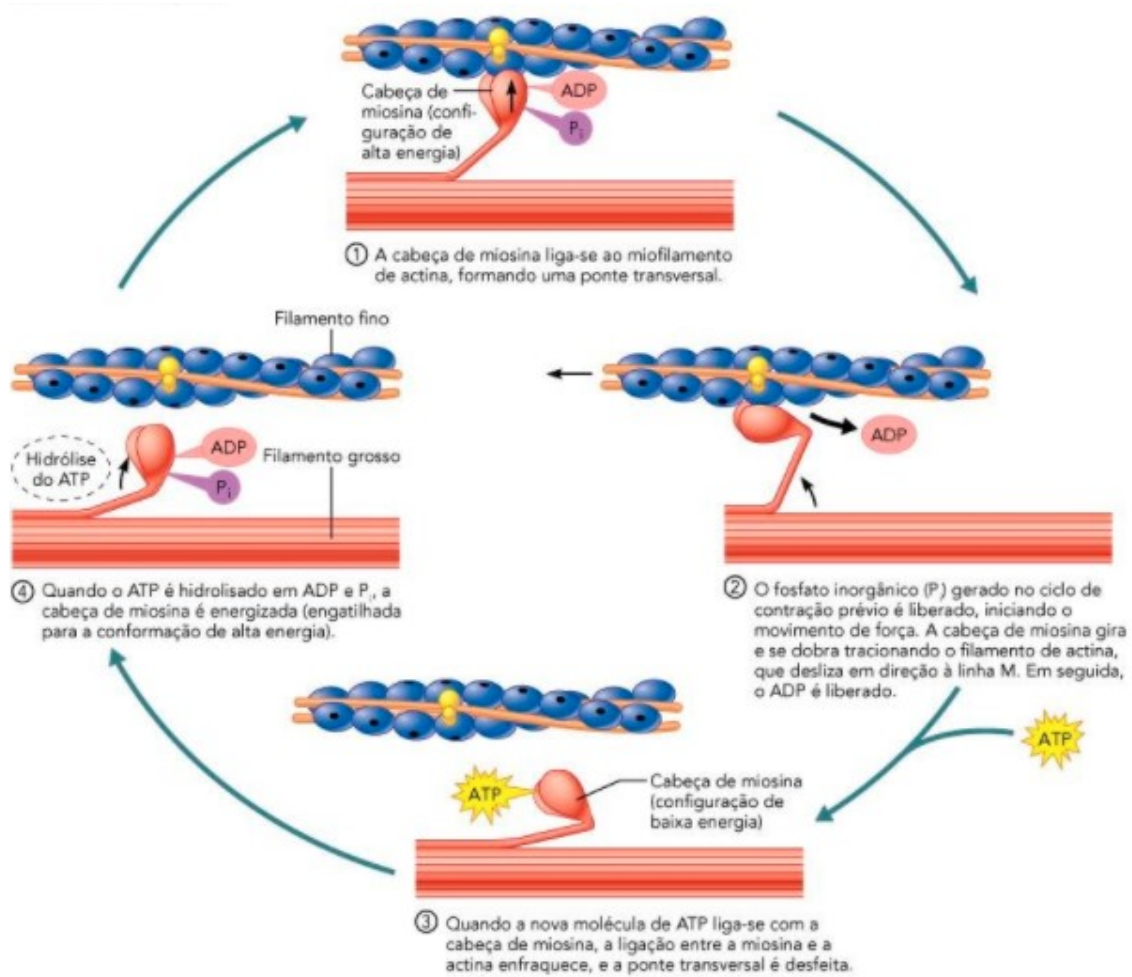
Tipos de músculos	Esquelético	Cardíaco	Liso
Contração	Voluntária	Involuntária	Involuntária
Histologia	Estriada	Estriada	Lisa
Localização	Ossos e articulações	Coração	Órgãos viscerais

## 2- PROCESSO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR

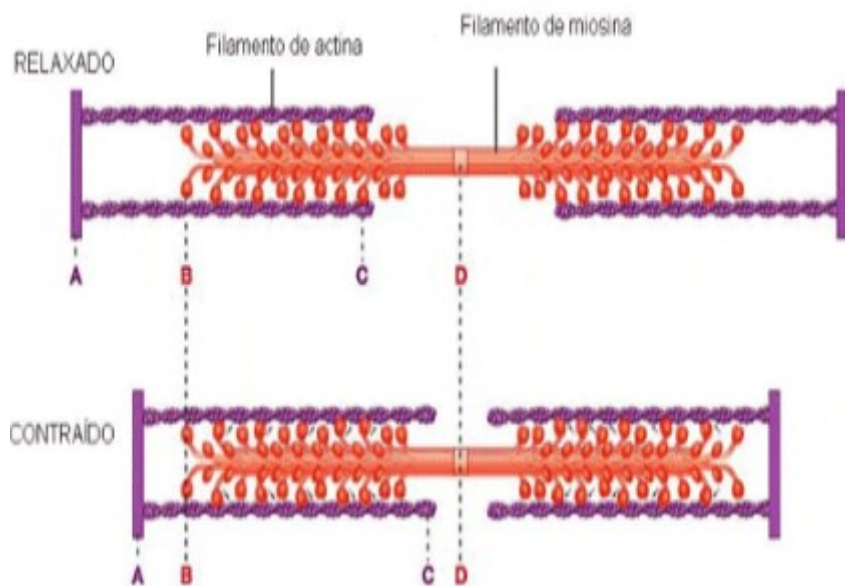
O mecanismo de contração muscular é dividido em FASE NEURONAL E FASE MOTORA. A FASE NEURONAL é compreendida pela participação do cérebro, neurônios, medula espinhal e nervos. Esta fase permite a transmissão de Neurotransmissores (ACETILCOLINA) do Sistema Nervoso Central para placa motora. Portanto, ocorre as seguintes etapas: 1) Transmissão de acetilcolina entre neurônios 2) Liberação de acetilcolina na fenda sináptica. 3) Ligação entre acetilcolina e receptores 4) Ocorre despolarização. 5) Liberação de Cálcio pelo retículo sarcoplasmático.

A FASE MOTORA é responsável pela execução da contração muscular e suas etapas são as seguintes: 1) Cálcio se liga à troponina e desloca a molécula 2) O deslocamento da troponina permite a liberação dos sítios de ligação. 3) Ocorre o deslizamento das fibras (ACTINA E MIOSINA).4) Fica notório a aproximação das fibras presentes nos Sarcômeros (Figura 4). 5) Ocorre gasto de ATP.

**Figura 3- Mecanismo da contração muscular fase motora.**



**Figura 4- Imagem do Sarcômero em processos de contração e relaxamento.**



As fibras musculares despendem muita energia para a execução dos movimentos. Diante disso, é necessário mecanismos que possam interromper o



processo de contração. O mecanismo de Cessar da contração muscular resume nas seguintes etapas: 1) Liberação da Acetilcolinesterase (degrada a acetilcolina) 2) Ocorre recepção de Cálcio pelo retículo sacoplasmático. 3) Ocorre repolarização. 4) Ocorre gasto de ATP.

### **3- METABOLISMO ENERGÉTICO DA CONTRAÇÃO MUSCULAR**

O processo metabólico de realização da contração muscular é dependente da oferta de ATP que não se trata de uma energia armazenada. Portanto, quando ocorre intenso processo de contração muscular e por consequência um grande gasto de ATP, torna-se necessário uma fonte alternativa de energia é necessária para manter o processo de contração. A alternativa utilizada para sustentação do movimento é a utilização da FOSFOCREATINA. A Fosfocreatina é um composto orgânico que proporciona uma fonte rápida de energia para a contração das fibras musculares quando o ATP não é suficiente. Tal substância também pode ser encontrada no cérebro e proporciona uma importante fonte energética para os neurónios.

A potência do ATP provém das suas três ligações de fosfato com uma molécula de adenosina. O ATP é produzido através da adição de uma ligação de fosfato ao ADP (adenosina difosfato). Em condições ideais os músculos devem estar saturados de fosfocreatina, e assim, o ATP será sintetizado mais rapidamente, permitindo uma resposta mais rápida e explosiva a nível da contração muscular. Tal função ocorre através da doação de FOSFATO para ADP, formando assim ATP.

### **4- TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES**

As características das fibras também são fatores importantes para avaliar o perfil de contração. As FIBRAS VERMELHAS (classificada como Tipo I) possuem contrações lentas de grande resistência e as FIBRAS BRANCAS (Tipo II) possuem contrações rápidas, porém de curta duração. A classificação das fibras foi feita por pesquisadores através das suas características contráteis e metabólicas.

Ambas as Fibras Vermelhas e Brancas estão presentes em todos os grupos musculares do organismo, no entanto, há o predomínio de um tipo sobre o outro dependendo do músculo e de fatores genéticos. Diante da prática de exercícios físicos, por exemplo, ambos os tipos de fibra contribuem para a execução do movimento, o que difere é o número de unidades motoras (junção de inúmeras fibras musculares) de cada tipo que serão eventualmente mais acionadas.

Algumas situações durante um determinado exercício pode caracterizar a necessidade da atuação cada tipo de fibra, como por exemplo, exercícios de explosão (arrancadas, saltos, pulos, e etc.) as fibras rápidas (tipo II) é que serão enfatizadas pela musculatura envolvida no movimento. Todavia, durante as mesmas atividades supracitadas, as fibras tipo I ficaram inativas nesse momento. Homens, mulheres e crianças possuem 45% a 55% de fibras de contração lenta nos músculos de membros inferiores e superiores. Não há diferenças sexuais, porém a distribuição das fibras varia de indivíduo para indivíduo.

## **5- RIGOR MORTIS, ARCO REFLEXO, MIASTENIA GRAVIS E MEMBRO FANTASMA**

### **RIGOR MORTIS**

O Rigor mortis ou **rigidez cadavérica** é um sinal reconhecível de morte que é causado por uma mudança bioquímica nos músculos, causando um endurecimento dos músculos do cadáver e impossibilidade de mexê-los ou manipulá-los. Formam-se pontes permanente de Actina e Miosina culminando na rigidez dos músculos, este fenômeno decorre indisponibilidade de ATP (energia) para realizar a interrupção da contração, após este processo inicia-se o estado de putrefação.

**Figura 5- ilustração do processo de rigidez cadavérica refletido na permanente contração muscular.**

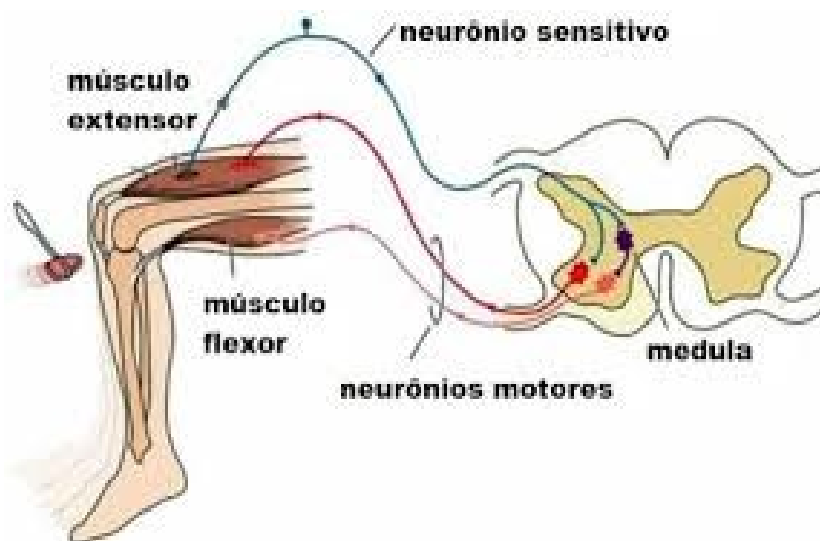


Legenda: ângulos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  demonstrando as diferenças na condição anatômica de relaxamento muscular em função do fenômeno de rigor mortis.

## ARCO REFLEXO

O arco reflexo é a resposta imediata à excitação de um nervo, sem a vontade ou consciência do animal, ou seja, é um estímulo que não chega até o encéfalo, ele recebe resposta na medula. Os neurônios motores periféricos situados na medula espinhal reagem a diversos estímulos mesmo quando são isolados do cérebro e para que esta reação ocorra é necessária a formação de um arco reflexo. Portanto, o arco reflexo é uma resposta a estímulos externos com respostas imediatas e de contração involuntária.

**Figura 6- Esquema representativo do arco reflexo da contração muscular.**



## MIASTENIA GRAVIS

Miastenia gravis (MG) é uma doença autoimune que afeta a comunicação entre os nervos e os músculos, o que resulta em fraqueza muscular. A condição importante da Miastenia Gravis em nosso estudo é a dinâmica de sua patogênese. A reação autoimune promove destruição dos receptores de acetilcolina o que impede a contração muscular de determinados músculos. Os músculos afetados com maior frequência são os dos olhos, da face e da deglutição. A fraqueza destes músculos pode causar visão dupla, pálpebras descaídas, dificuldade em falar e dificuldade em caminhar. A doença pode ser de início súbito.

**Figura 7- Indivíduo apresentando sintomatologia clássica da Miastenia Gravis.**



### **MEMBRO FANTASMA**

A síndrome do membro fantasma é a percepção de sensações que geralmente incluem dor em um membro amputado. Pacientes com essa condição experimentam o membro como se ainda estivesse ligado ao corpo, enquanto o cérebro continua recebendo mensagens dos nervos que originalmente transportavam os impulsos do membro ausente. Alguns estudos descrevem a existência de um mapa neural que o cérebro tem do corpo, com transmissão de informações ao restante do cérebro sobre a falta de conhecimento do membro sobre sua existência. O Membro Fantasma, é descrito como a sensação de possuir

membros ou órgãos ausentes, com incidência em pacientes no período pós-operatório da amputação, em casos de lesão do plexo braquial, tetraplegia, além de poder se manifestar em pessoas que nasceram sem membros.

## **CAPÍTULO IV**

# **FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR: INTRODUÇÃO À FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR, O CORAÇÃO, CIRCULAÇÃO SISTÊMICA E CIRCULAÇÃO PULMONAR, O CICLO CARDÍACO: POTENCIAL ELÉTRICO E FREQUÊNCIA CARDÍACA, ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES: HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA**

## **1- INTRODUÇÃO À FISIOLOGIA CARDIOVASCULAR**

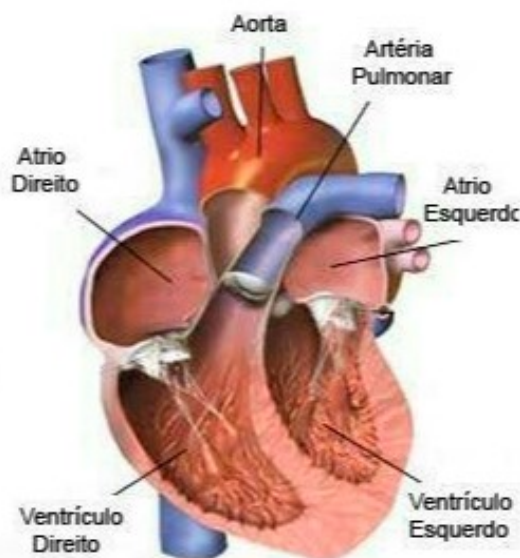
A principal função do sistema circulatório é transportar nutrientes, sais minerais, gases e metabólitos através da circulação do sangue por todo o corpo. A circulação é realizada através do bombeamento de sangue executado pelo coração, um órgão protagonista deste sistema. Após o bombeamento, inicia-se a distribuição do sangue que ocorre através dos vasos sanguíneos como artérias, arteríolas, veias, capilares e vênulas que compõem as vias de circulação. O coração é um órgão complexo de funcionamento vital para todas as atividades do organismo humano. Diante de mecanismos específicos o tecido cardíaco promove contrações ritmadas, ao qual denominamos ritmo ou frequência cardíaca.

## **2-O CORAÇÃO**

O coração humano como descrito anteriormente é o principal órgão do sistema cardiovascular, está localizado na parte central da caixa torácica, pouco inclinado para a esquerda e constituído de uma câmara oca com quatro cavidades: **dois átrios e dois ventrículos**. O órgão apresenta um formato de cone invertido com o ápice voltado para baixo e apresenta a dimensão aproximada de uma mão fechada, em geral estima-se que possa ter massa entre 250 a 300 g.

As cavidades cardíacas possuem papel fundamental na dinâmica de contrações cardíacas denominadas como Sístole e no relaxamento do coração, denominado Diástole. Portanto, o átrio direito comunica-se com o ventrículo direito e o átrio esquerdo comunica-se com o ventrículo esquerdo. Entre os átrios e os ventrículos existem válvulas que regulam o fluxo do sangue e impedem seu refluxo, ou seja, o retorno do sangue dos ventrículos para os átrios. São as chamadas válvulas atrioventricular direita e a válvula atrioventricular esquerda. Por muito tempo, as válvulas atrioventriculares eram denominadas tricúspide (direita) e bicúspide ou mitral (esquerda).

**Figura 1- Estrutura anatômica das cavidades cardíacas e vasos adjacentes.**



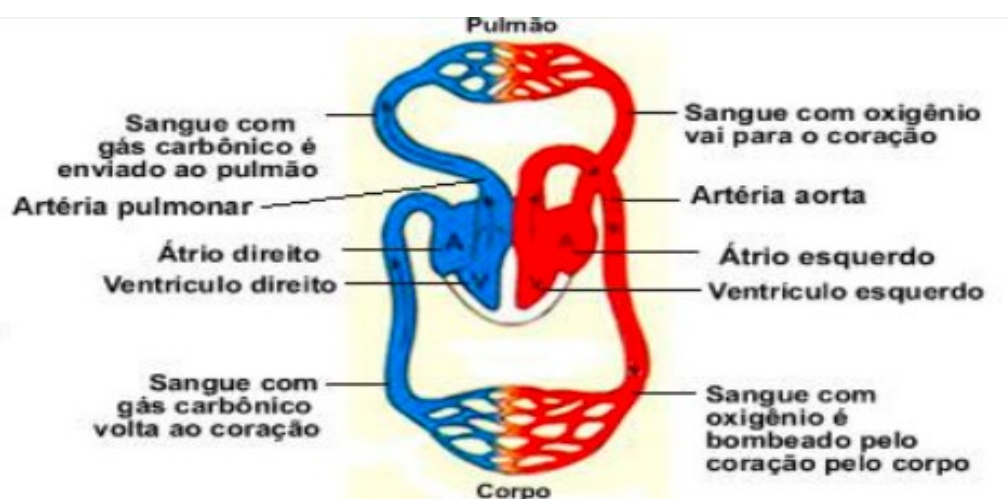
### **3- CIRCULAÇÃO SISTÊMICA E CIRCULAÇÃO PULMONAR**

O sistema circulatório é dividido em 2 processos a Circulação pulmonar ou pequena circulação e a Circulação Sistêmica ou Grande circulação. A grande circulação é responsável por transportar elementos essenciais como glicose, oxigênio, hormônios para os tecidos e todas as células. Já a circulação pulmonar tem como principal função realizar a HEMATOSE (trocas gasosas, captação de O<sub>2</sub> e saída de CO<sub>2</sub>).

A Circulação Sistêmica depende do bom funcionamento cardíaco, o coração é uma bomba contrátil que propulsiona sangue arterial (rico em O<sub>2</sub>) para todas as células e recebe sangue venoso (rico em CO<sub>2</sub>) através da rede venosa. O mecanismo de funcionamento da circulação sistêmica inicia pela Sístole (contração cardíaca) do Ventrículo esquerdo que bombeia sangue arterial para as ARTÉRIAS, posteriormente ARTERÍOLAS e aos CAPILARES. Os capilares são as estruturas que permitem dispensar às células o oxigênio e receber das mesmas o gás carbônico, constituindo assim, o sangue venoso. Após a troca de nutrientes e metabólitos agora o sangue venoso retorna pelas VÊNULAS, VEIAS e chega ao coração através da Diástole Átrio Direito. É importante ressaltar que em via de regra quando ocorre uma SISTOLE ATRIAL, obrigatoriamente ocorre uma DIASTOLE VENTRICULAR, e vice-versa.

A circulação pulmonar é responsável pelas trocas gasosas e depende da relação entre coração e pulmões. O mecanismo da circulação pulmonar inicia pela Sístole do Ventrículo Direito que bombeia sangue venoso para os pulmões, logo em seguida ocorre a HEMATOSE e o retorno do sangue agora arterial destina-se ao Átrio Esquerdo que encontra-se em diástole. O sangue arterial após passagem do átrio esquerdo para o ventrículo esquerdo configura como o fim da circulação pulmonar e estabelece o início da grande circulação.

**Figura 2- Esquema representativo da Circulação Sistêmica e Circulação pulmonar**





#### **4- O CICLO CARDÍACO: POTENCIAL ELÉTRICO E FREQUÊNCIA CARDÍACA**

O Ciclo cardíaco é caracterizado pelos eventos relacionados ao fluxo e pressão sanguínea que ocorrem desde o início de um batimento cardíaco até o próximo batimento. A frequência cardíaca e o potencial elétrico que determina os batimentos cardíacos é em dois períodos: o de relaxamento, chamado diástole, quando o coração se distende ao receber o sangue, e o de contração, denominado sístole, quando ele ejeta o sangue. Portanto, o ciclo cardíaco é iniciado pela produção espontânea de um potencial de ação no Nodo Sinusal (NSA), originado pelas células marcapasso. Os impulsos elétricos produzidos são difundidos inicialmente pelo miocárdio atrial e, posteriormente, estimulam os ventrículos através do feixe atrioventricular, este por sua vez, reduz a velocidade de condução dos impulsos o que provoca um atraso na transmissão. O atraso na transmissão dos impulsos elétricos é fundamental para garantir que os átrios possam contrair antes dos ventrículos, o que permite o caráter ritmado e frequente da bomba cardíaca.

##### **POTENCIAL ELÉTRICO: SISTÓLE E DIÁSTOLE**

O processo de Sístole é proveniente de estímulo ou seja depende de DESPOLARIZAÇÃO, o processo de Diástole trata-se do relaxamento muscular que pode ser caracterizado tanto pelo Potencial de repouso (quando ainda não recebeu o estímulo) quanto a REPOLARIZAÇÃO (cessar do estímulo) Vide capítulo II.

##### **POTENCIAL ELÉTRICO: ELETROCARDIOGRAMA**

O eletrocardiograma, ou ECG, é um exame feito para avaliar a atividade elétrica do coração, observando, assim, o ritmo, a quantidade e a velocidade dos batimentos. As atividades elétricas do coração são demonstradas no ECG através de 6 ondas: P, Q, R, S, T, U, a variação do perfil destas ondas pode indicar o

surgimento de alguma patologia. Por isso, o ECG é considerado padrão ouro para o diagnóstico não invasivo das arritmias (alterações na frequência cardíaca) e distúrbios de condução (anormalidades no trajeto dos impulsos elétricos), além de ser muito importante nos quadros de isquemia (redução do fluxo sanguíneo que irriga o miocárdio, prejudicando a nutrição e oxigenação das células). O traçado do eletrocardiograma é composto basicamente por 5 elementos: onda P, intervalo PR, complexo QRS, segmento ST e onda T. A saber: A **onda P** é o traçado que corresponde à despolarização dos átrios (contração dos átrios). As **ondas QRS** representam a despolarização ventricular, que ocorre em 3 fases: despolarização septal (onda Q), despolarização das paredes ventriculares (onda R) e despolarização das regiões atrioventriculares (onda S). A **onda T** representa a repolarização ventricular.

**Figura 3-Imagem ilustrativa das ondas de potencial elétrico do ECG.**



## **5-ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES: HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA**

O sistema cardiovascular pode sofrer variações de acordo com determinados estímulos e caso haja intercorrências que alterem a homeostase isso pode gerar processos patológicos. Além das cardiopatias, uma das patologias mais importantes que influenciam o sistema cardiovascular é a HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA (HAS). A HAS é uma doença crônica, multifatorial que acomete cerca de 40% da população idosa e pode gerar diversas

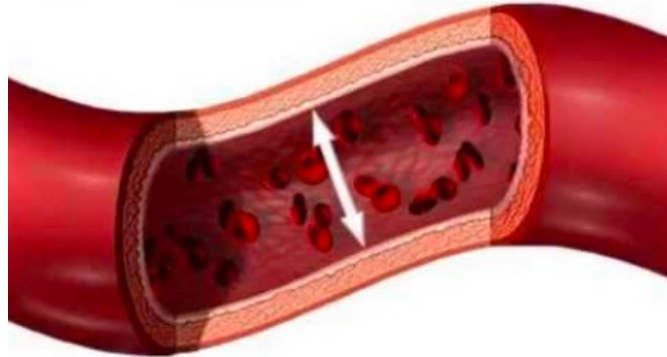
complicações. Estabelece-se que os valores normais de pressão são 120 (PS) x 80 (PD) mmHg-dl de sangue. Valores pressóricos iguais ou acima de 140 x 90 mmHg-dl considera-se o indivíduo hipertenso. Fatores como alto consumo de sódio, estresse, consumo de álcool, tabagismo, obesidade, sedentarismo, idade, diabetes e etc, são contribuintes para o desenvolvimento de Hipertensão.

**Figura 4-Tabela de valores de referência a avaliação pressórica.**

100	120 12 POR 8	129	130	139	140 ou +
60	80	84	85	89	90 ou +
<b>Pressão normal</b>			<b>Normal limítrofe</b>		<b>Procure um médico</b>

A HAS por se tratar de uma doença multifatorial é influenciada por 3 mecanismos básicos: CARDÍACO, VASCULAR E RENAL. Algumas cardiopatias como TAQUICARDIA e ARRITIMAS são fatores que alteram a frequência cardíaca, alterando assim o débito cardíaco e conseqüentemente a pressão arterial (P.A). Os processo de vasoconstrição e o aumento da resistência vascular periférica também contribuem para o aumento da P.A. O aumento da resistência vascular periférica pode ser regulado pelas pressões hidrostática (P.H) (influenciada pela volemia), e Pressões Oncótica (P.O.) e Intersticial (P.I.) (pressão da parede dos vasos), portanto, quando a pressão hidrostática é maior que a soma de pressão oncótica e intersticial ( $PH > PO + PI$ ) os valores pressóricos aumentam.

**Figura 5-Imagem ilustrativa das forças de pressão exercida nos vasos.**



O sistema renina-angiotensina-aldosterona regula funções essenciais do organismo, como a manutenção da pressão arterial, balanço hídrico e de sódio. O principal objetivo deste mecanismo é responder a uma possível instabilidade hemodinâmica e evitar a redução na perfusão tecidual sistêmica.

O sistema renal também apresenta fatores importantes para a regulação da P.A. O sistema RENINA- ANGIOTENSINA é um sistema hipertensor, onde a RENINA participa da conversão de Angiotensinogênio e outros eventos consequentes (vide capítulo V) estimulam o aumento da produção de ALDOSTERONA (ADH) um hormônio anti-diurético, que por sua vez, inibe a Diurese, aumentando a volemia e por consequência a P.A.

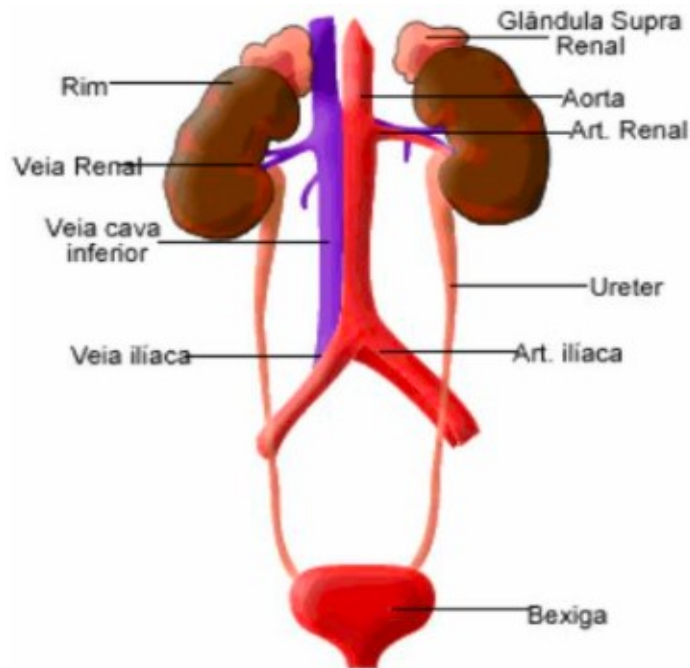
# CAPÍTULO V

## **FISIOLOGIA RENAL: ANATOMIA E FISIOLOGIA RENAL, FUNÇÕES DO SISTEMA RENAL, URINA, ETAPAS DA EXCREÇÃO RENAL, SISTEMA RENINA-ANGIOTENSINA, CONTROLE DE pH SANGUÍNEO, CLEARANCE RENAL**

### **1- INTRODUÇÃO À ANATOMIA E FISIOLOGIA RENAL**

O sistema renal tem como função filtrar o sangue que chega bombeado pelo coração, regulando o volume intravascular. A estrutura renal é constituída de dois rins, dois ureteres, bexiga e uretra. O sangue chega ao rim pela artéria renal e no interior de cada rim, essa artéria se ramifica em numerosas arteríolas aferentes presentes na região do córtex. Os rins recebem 20 a 25% do débito cardíaco total, significando que todo o sangue do organismo circula através dos rins aproximadamente 12 vezes por hora. A artéria renal origina-se da aorta abdominal, que se divide em vasos cada vez menores, formando as arteríolas aferentes ramificando-se em glomérulo. O glomérulo renal recebe o plasma sanguíneo. Uma fração do plasma continua no sangue e sai pela arteríola eferente e outra parte é filtrada no glomérulo, levando à produção da urina. A depuração renal é um fenômeno em que a fração filtrada do plasma é transformada em filtrado glomerular e depois em urina

**Figura 1-Imagem ilustrativa das estruturas do Sistema Renal.**



## **2-FUNÇÕES DO SISTEMA RENAL**

A Fisiologia renal é o estudo da fisiologia dos rins. A unidade funcional do rim é o néfron. O sangue da arteríola aferente entra no glomérulo, onde parte é filtrado e parte sai do glomérulo pela arteríola eferente. O ultrafiltrado glomerular passa pelos túbulos do néfron, onde ocorre seu processamento através de reabsorção e secreção. O produto do ultrafiltrado sanguíneo é o que conhecemos como URINA, um composto concentrado em metabólitos e água. O sistema renal tem como principais funções: 1) A eliminação de metabólitos como: Ureia, Creatinina, ácido úrico, toxinas e fármacos. 2) O controle hídrico através da diurese (controle da volemia), e controle intra e extracelular; 3) No processo de regulação através da produção de hormônios e no controle ácido-básico do sangue.

### 3-URINA

A composição da urina difere da do fluido extracelular em vários aspectos. Em um indivíduo normal, embora a composição e o volume do fluido extracelular se mantenham dentro de estreitos limites, a quantidade de solutos e água da urina é bastante variável e depende da ingestão dessas substâncias. Um indivíduo normal excreta mais sódio na urina quando sua dieta é mais elevada em sal do que quando esta é baixa; porém em ambas as situações o equilíbrio entre ingestão e excreção de sódio é mantido. Similarmente, o volume urinário é maior em condições de sobrecarga de água que de restrição a mesma. Essas relações indicam que não existem valores normais absolutos para a excreção urinaria de água e solutos, havendo uma gama de variações que reflete a ingestão diária. Em condições normais a Urina apresenta as seguintes substâncias: água como maior componente (95%), ácido úrico, bicarbonato, creatinina, íons de potássio, íons de sódio, íons de cloro e uréia (sendo o maior componente presente na urina). A condição homeostásica da formação de urina prevê altas concentrações de uréia e creatinina e baixas concentrações no sangue.

O aspecto da urinário é de suma importância para uma precisa avaliação da função renal. Pode-se destacar os seguintes aspectos apresentados e os diversos enquadramentos clínicos associados:

- **Urina bem clara:** pode indicar excesso de água. A ingestão exagerada de líquidos pode sobrecarregar os rins e provocar a perda de sais.
- **Amarelo claro:** essa é a cor ideal.
- **Amarelo escuro:** pode ser considerado normal, mas é um sinal de que é necessário beber mais água.
- **Âmbar ou mel:** esse é um sinal de desidratação.
- **Laranja:** pode ser falta de água ou reflexo de pigmentos da comida. Se a cor persistir, pode ser que haja algum problema na vesícula ou no fígado.
- **Espuma ou efervescente:** com frequência, pode indicar o excesso de proteína ou a existência de algum problema renal.

- **Rosa ou avermelhada:** se for persistente, pode ser um sinal de problemas no fígado, rim, próstata, infecção ou até mesmo um tumor.
- **Acastanhada:** indica desidratação grave ou problemas no fígado.
- **Azulada ou esverdeada:** pode ser provocada por pigmentos na comida, uso de medicamentos ou ainda uma infecção bacteriana.

**Figura 2-Composição urinária em condições fisiológicas.**



Composição da urina	
Água	95%
Ureia	2%
Cloro	0,6%
Potássio	0,6%
Sulfato	0,18%
Fosfato	0,12%
Creatinina	0,1%
Sódio	0,1%
Amónio	0,05%
Ácido úrico	0,03%
Cálcio	0,015%
Magnésio	0,01%

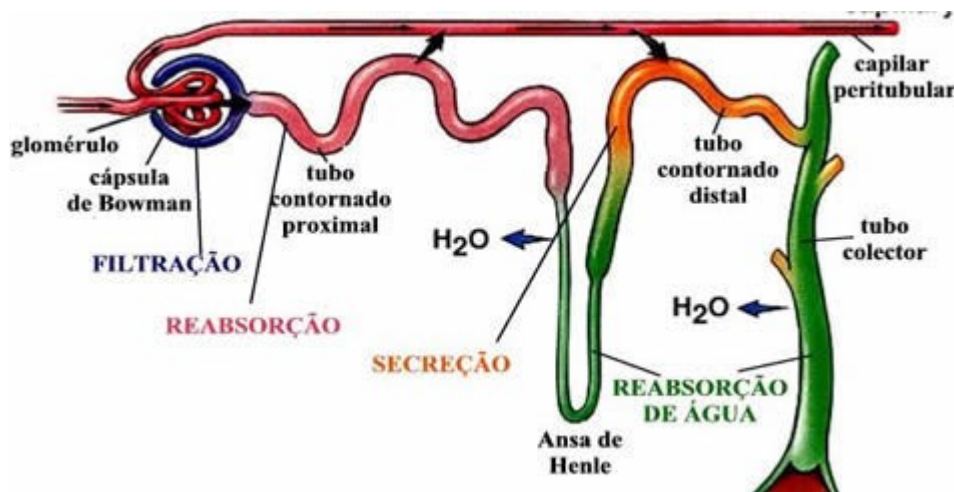
A Creatinina e ureia são duas substâncias presentes na corrente sanguínea, que podem ser dosadas através de exames de sangue quando se pretende fazer uma avaliação da função dos rins. Quando os rins do paciente começam a funcionar de forma inadequada e a sua capacidade de filtrar o sangue fica afetada, as concentrações de ureia e creatinina no sangue tendem a ser elevadas. Quanto mais alta for a creatinina sanguínea, mais grave é a insuficiência renal. Portanto, uma forma interessante de verificarmos o bom funcionamento renal é através das concentrações de uréia e creatinina no sangue e na urina. O bom funcionamento renal, prevê altas concentrações de uréia e creatinina na urina e baixas concentrações da mesma no sangue.



## 4-ETAPAS DA EXCREÇÃO RENAL

A formação do volume urinário é dependente de um conjunto de processos que resultam no produto denominado urina. Este produto é resultante da relação entre as taxas com que as diferentes substâncias são excretadas. Portanto, pode-se determinar a taxa de excreção urinária através da relação matemática:  $TE = TF - TR - TS$ . \* TE (taxa de excreção urinária); TF (taxa de filtração); TR (taxa de reabsorção); TS (taxa de secreção).

Figura 3-Ilustração das etapas de excreção urinária.



### FILTRAÇÃO

A filtração renal é a primeira etapa, que ocorre quando o sangue passa pelo rim, mais especificamente no glomérulo. A diferença de pressão, faz com que as substâncias saiam dos vasos do glomérulo e passem para a cápsula de Bowman, formando o **filtrado glomerular**. Esse processo não é seletivo, passando todas as moléculas e substâncias pequenas e ficando retidas as macromoléculas. A formação da urina começa quando uma grande quantidade de líquido praticamente sem proteínas é filtrado dos capilares glomerulares para o interior da capsula de Bowman. Portanto, praticamente a totalidade de substâncias presentes no plasma, exceto as proteínas são livremente filtradas, de forma que a concentração dessas substâncias no filtrado glomerular da cápsula de Bowman é a mesma do plasma. Conforme o líquido filtrado sai da cápsula de Bowman e flui

nos túbulos, ele é modificado pela reabsorção de água e solutos específicos de volta para os capilares peritubulares ou pela secreção de outras substâncias dos capilares peritubulares para os túbulos.

### **REABSORÇÃO E SECREÇÃO**

O papel da reabsorção é de recuperar as moléculas que foram filtradas, mas são essenciais ao organismo e devem retornar para a circulação. Esse processo acontece, principalmente, no túbulo proximal do néfron. São exemplos dessas moléculas: aminoácidos, glicose, ureia, sódio e água. Uma situação importante se refere à reabsorção da Glicose. Quando a glicose começa a aparecer na urina significa que o limiar de reabsorção foi atingido, que no caso da glicemia é de 160-180 mg/dL. Do mesmo modo que existem moléculas que devem retornar à circulação, existem as que precisam ser eliminadas, mas não são filtradas. O papel da secreção é remover essas moléculas. A remoção de íons hidrogênio, potássio e amônia estão entre os processos de secreção mais importantes. Medicamentos e macromoléculas também são secretados.

### **EXCREÇÃO**

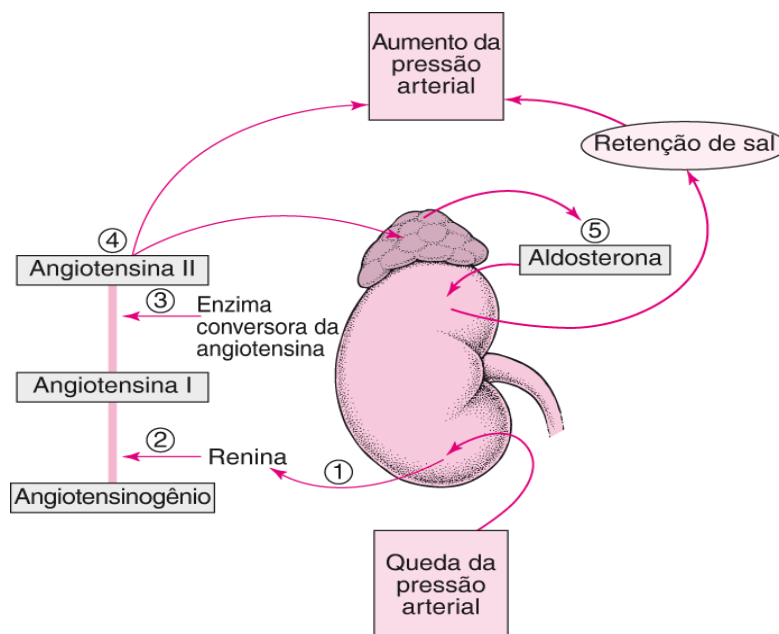
Depois desses três processos, citados anteriormente, a urina está formada e pronta para ser eliminada, sendo primeiramente armazenada na bexiga. A excreção ocorre quando a urina é eliminada do corpo, através da micção. A ingestão regular de líquidos é de suma importância para a manutenção da função renal. O consumo de água estimula a função renal, favorece as diurese e contribui para a diluição das frações sólidas presentes na urina.

### **5-SISTEMA RENINA-ANGIOTENSINA**

O sistema renina-angiotensina, também identificado como sistema renina-angiotensina-aldosterona, é um conjunto de peptídeos, enzimas e receptores envolvidos em especial no controle do volume de líquido extracelular e na pressão arterial. O processo é composto por renina, angiotensinogênio, angiotensina I, angiotensina II, angiotensina III, enzima

conversora de angiotensina (ECA), angiotensinas e aldosterona. A renina é liberada pelos rins, enquanto que a enzima conversora de angiotensina (ECA) é encontrada no endotélio vascular em vários órgãos. Uma vez ativada a cascata, surgem a angiotensina I (AI) e a angiotensina II (AII), que circulam pelo sangue e se ligam em receptores específicos ATI e ATII, regulando funções em órgãos-alvos e principalmente pela inibição da diurese com atuação da aldosterona. Através desse sistema o organismo pode promover retenção hídrica, aumento da volemia e aumento da pressão arterial. Em alguns casos, como perda excessiva de sangue, choque hipovolêmico e queda súbita de pressão arterial podem ser revertidos com a intervenção do Sistema Renina-Angiotensina.

**Figura 4-Imagem ilustrativa do Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona.**



## 6- CONTROLE DE pH SANGUÍNEO

O controle do pH sanguíneo é regulado por diversos fatores como a função respiratória e também pela função renal. O pH sanguíneo tende a neutralidade é normalmente encontra-se aproximadamente em 7,4 porém, algumas situações podem alterar o pH sanguíneo para quadros de Alcalose (pH básico) e Acidose (pH ácido) sanguínea. No intuito de regular o pH do sangue em estado de Alcalose, o rins excretam

HCO<sub>3</sub> (bicarbonato) e retém H<sup>+</sup> hidrogênio, em condições de Acidose, o processo é inverso ocorrendo eliminação de H<sup>+</sup> e retenção de HCO<sub>3</sub>.

## **7- CLEARANCE RENAL**

O clearance é o volume de plasma a partir do qual uma determinada substância pode ser totalmente depurada (eliminada) na urina em uma determinada unidade de tempo. Esse processo depende da concentração sérica, da taxa de filtração glomerular e do fluxo plasmático renal. O clearance renal, juntamente com as concentrações de uréia e creatinina são marcadores importantes para avaliar a função renal e indicar possíveis patologias como Insuficiência renal aguda (IRA) e Insuficiência renal crônica (IRC).

# CAPÍTULO VI

## **FISIOLOGIA ENDÓCRINA: INTRODUÇÃO, MECANISMO DE REGULAÇÃO HORMONAL, PRINCIPAIS HORMÔNIOS E SUAS PATOLOGIAS, OUTROS HORMÔNIOS E SUAS FUNÇÕES**

### **1-INTRODUÇÃO À FISIOLOGIA ENDÓCRINA**

Os múltiplos sistemas hormonais atuam na regulação de quase todas as funções corporais, como crescimento, desenvolvimento, metabolismo, reprodução, comportamento, equilíbrio eletrolítico, etc. O sistema endócrino compreende suas ações através de hormônios que são substâncias formadas por proteínas ou aminoácidos ou esteroides, sendo secretadas por glândulas especializadas e que quando lançadas na corrente sanguínea, apresentam ação local ou sistêmica. Os hormônios atuam, juntamente com o sistema nervoso, controlando diferentes respostas do organismo, como função reguladora, homeostática, desenvolvimento, reprodução, dentre outras.

Os Hormônios são produtos secretados na circulação sanguínea por glândulas desprovidas de ductos, sendo transportados para sítios anatomicamente distantes, onde estimulam vários processos biológicos. Substâncias produzidas por células ou grupo de células, organizadas em glândulas ou difusas, e que modulam as funções de tecidos alvos distantes (caráter endócrino), de tecidos vizinhos (parácrino) ou nele próprio (autócrino).

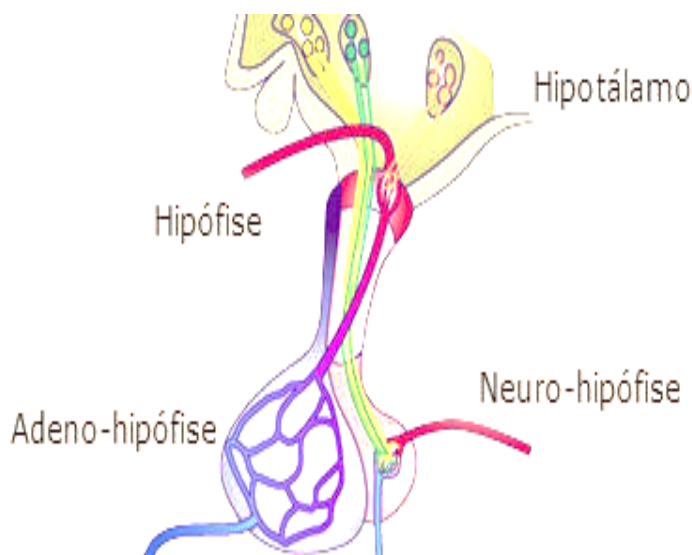
### **2-MECANISMO DE REGULAÇÃO HORMONAL**

A regulação hormonal é dependente do processo de *Feedback* ou Retroalimentação, a produção de hormônios em homeostasia não pode ser alta ou mesmo baixa, essas condições de variações podem provocar patologias. Os grupos de neurônios do Hipotálamo produzem os hormônios de liberação e,

quando estimulados, secretam seus respectivos hormônios no plexo hipotalâmico-aden-hipofisário, que flui para adeno-hipófise.

Os hormônios de liberação ligam-se a receptores de membrana presentes em células hipofisárias e estimulam a secreção dos hormônios hipofisários correspondentes, os quais ativam receptores específicos em glândulas endócrinas-alvo, estimulando a síntese e secreção de hormônios endócrinos alvo. Esse sistema de controle é de suma importância para a manutenção do equilíbrio das concentrações hormonais e portanto, a homeostasia endócrina.

**Figura 1-Estrutura que compõem o Eixo Hipotálamo-Hipófise.**



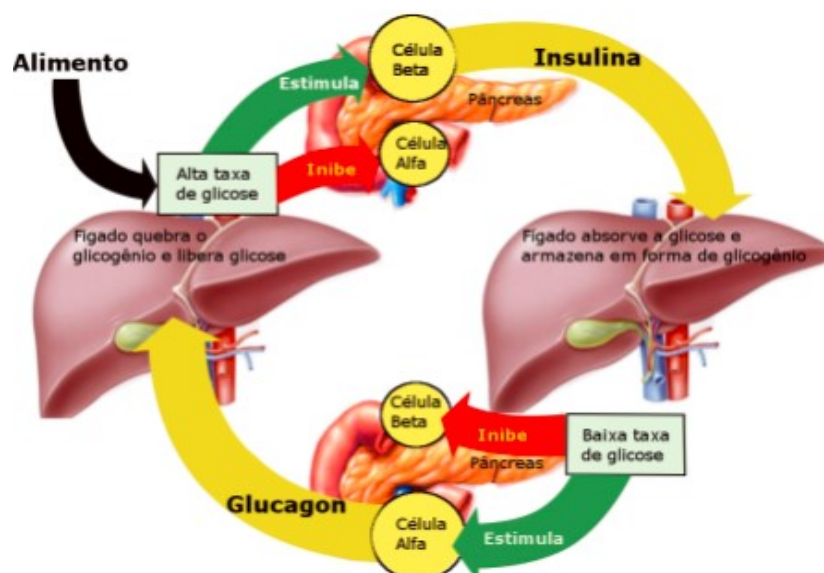
### **3-PRINCIPAIS HORMÔNIOS E SUAS PATOLOGIAS**

#### **INSULINA E GLUCAGON**

Os pacientes Diabéticos são portadores de uma doença crônica, degenerativa caracterizada pelo estado permanente de hiperglicemia por deficiência na produção de insulina. A insulina é um hormônio produzido pelas células  $\beta$ -Langerhans e configura-se como uma relação antagônica com o Glucagon (produzido pelas células  $\alpha$ -Langerhans). A Diabetes mellitus (DM) pode ser classificada como DM tipo 1: diabetes juvenil, hereditária, autoimune, onde o

indivíduo é insulino dependente, ou seja, o mesmo não produz insulina. A DM tipo 2 pode apresentar baixa produção de insulina e/ou intolerância à glicose, normalmente, essa patologia é adquirida por maus hábitos alimentares, sedentarismo, etilismo, tabagismo, entre outros. A Diabetes gestacional é o estado de hiperglicemia ocorrido devido ao estado de gravidez, a gestante encontra-se com hiperglicemia apenas durante o período gestacional. Embora as gestantes diabéticas podem se curar espontaneamente, 10% das gestantes acometidas podem continuar diabéticas. A relação entre insulina e glucagon ocorre com secreção de alguns desses hormônios de acordo com a necessidade do organismo. Portanto, a insulina evitará que os níveis de glicose aumentem a um ponto que seja muito alto, enquanto o glucagon evita que caia muito baixo. A produção de glucagon é estimulada quando um indivíduo ingere uma refeição rica em proteínas, experimenta um surto de adrenalina ou tem um baixo nível de açúcar no sangue.

**Figura 2-Imagem ilustrativa do mecanismo de secreção endócrina de insulina e glucagon.**



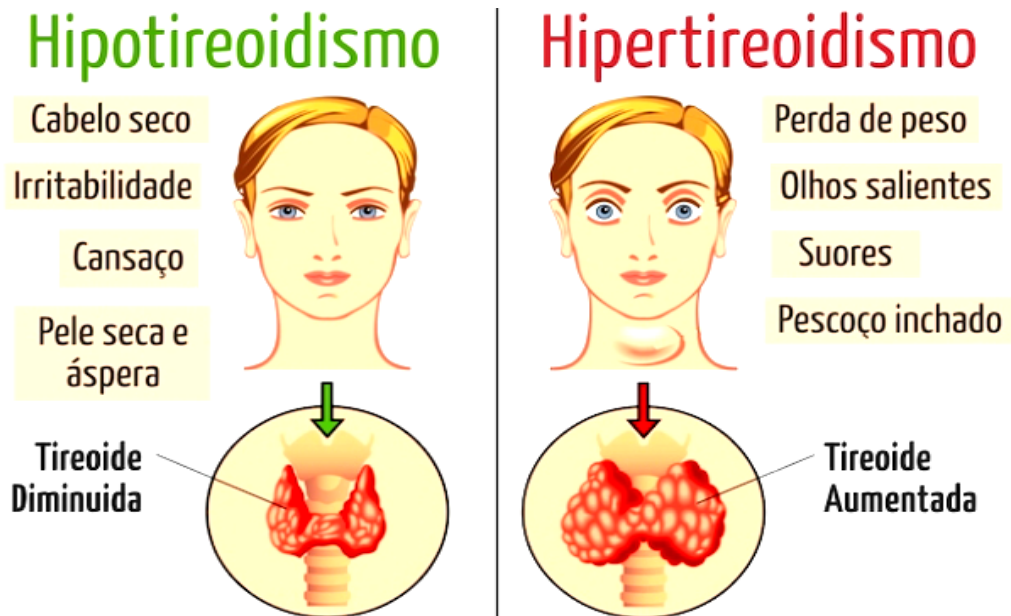
## HORMÔNIOS TIREOIDIANOS

A glândula tireoide está localizada no pescoço, logo abaixo de sua laringe (cordas vocais). Ela produz dois **hormônios**, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), que regulam o seu metabolismo e são responsáveis pelo desenvolvimento dos principais caracteres sexuais. Os hormônios T3 e T4 são regulados por sistema de retroalimentação através de TSH. Portanto, as disfunções apresentadas como Hipertireoidismo (aumento de T3, T4 e baixas concentrações de TSH) e Hipotireoidismo (baixas concentrações de T3 e T4 e altas de TSH).

O hipertireoidismo é caracterizado por uma tireoide hiperativa, que produz mais hormônios do que o necessário para manter o organismo funcionando em sua normalidade. A quantidade extra de hormônios faz com que o metabolismo se mantenha constantemente acelerado, e pode surgir também uma protuberância ou inchaço na parte da frente do pescoço, devido ao aumento do tamanho da glândula. Ele ocorre em aproximadamente 1% da população, sendo que as mais afetadas costumam ser mulheres entre 30 e 40 anos. A sintomatologia do hipertireoidismo apresenta geralmente: perda de peso e aumento do apetite, suor excessivo, intolerância ao calor, inchaço na região do pescoço, olhos salientes, distúrbios do sono, ansiedade e irritabilidade, fraqueza muscular. Entretanto, o Hipotireoidismo apresenta sintomas completamente distintos como ganho de peso, fadiga, cansaço, pele seca e áspera, prisão de ventre, inchaço, queda de cabelo e até depressão. O diagnóstico do Hiper e Hipotireoidismo é dependente de um conjunto de informações como: exames laboratoriais, avaliação clínica, anamnese e exames complementares.



**Figura 3- Esquema descritivo dos principais diferença entre Hipertireoidismo e Hipotireoidismo**



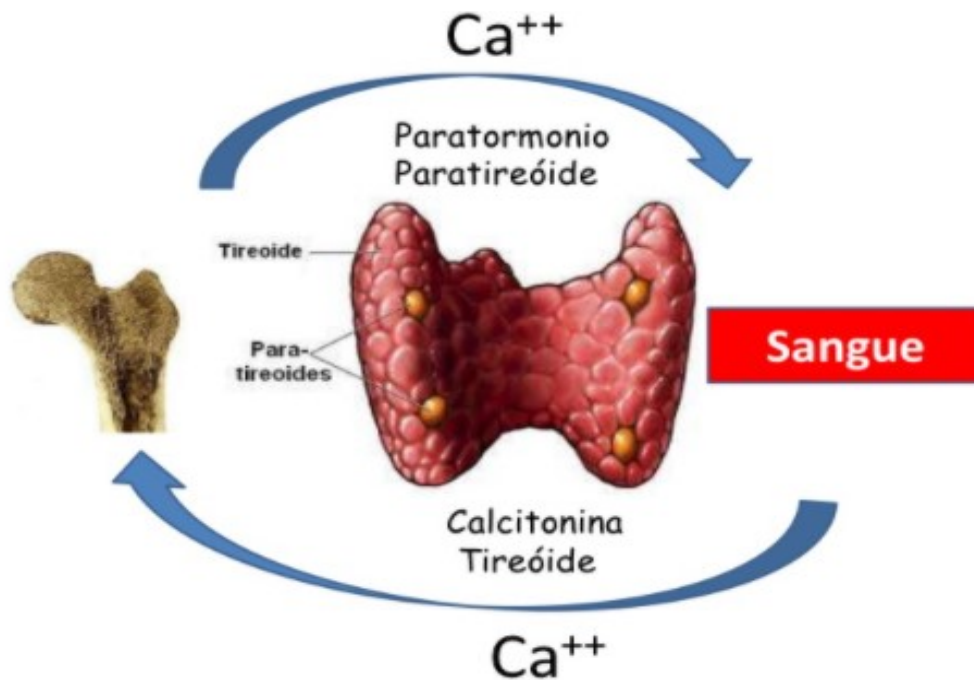
### **PARATORMÔNIO E CALCITONINA**

O paratormônio (PTH) é um hormônio biologicamente ativo produzido pelas glândulas paratireóides e secretado na circulação sanguínea. É um dos principais hormônios que controlam os níveis sanguíneos do cálcio e do fósforo. Esse hormônio peptídico é geralmente o grande responsável por causar hipercalcemia e hipofosfatemia, tais fenômenos ocorrem porque o PTH participa ativamente da regulação dos níveis de cálcio no sangue (aumentando) e dos níveis de fósforo (diminuindo). Já a Calcitonina é um hormônio produzido na tireoide, cuja função é controlar a quantidade de cálcio que circula na corrente sanguínea, através de efeitos como impedir a reabsorção de cálcio dos ossos, diminuir a absorção de cálcio pelos intestinos e aumentar a excreção pelos rins. Em síntese, a calcitonina tem como principal objetivo diminuir a concentração de cálcio no sangue, diminuir a absorção de cálcio pelos intestinos e impedir a atividade dos osteoclastos.

O paratormônio PTH e calcitonina são hormônios reguladores das concentrações de cálcio na corrente sanguínea. Apresentando uma relação antagônica o PTH é responsável por retirar concentrações de Cálcio dos ossos

para o sangue, podendo ocasionar Hipercalcemia, de forma justamente contrária a Calcitonina devolve o Cálcio do sangue para a matriz óssea, sendo assim, um hormônio importante para a prevenção de Osteoporose, embora possa provocar hipocalcemia.

**Figura 4- Esquema descritivo da relação hormonal de Paratormônio e Calcitonina**



## HORMÔNIOS SEXUAIS

Os hormônios sexuais são substâncias químicas sintetizadas nos órgãos sexuais como nas gônadas, testosterona nos testículos (em indivíduos do gênero masculino) e progesterona e estrógeno nos ovários (em indivíduos do gênero feminino). A **testosterona** é o principal hormônio masculino. Em literaturas anteriores acreditava-se que a produção de Testosterona se apresentava linearmente durante toda a vida dos homens, entretanto, a descrição da Andropausa destituiu essa teoria. Este hormônio contribui para o desenvolvimento dos órgãos genitais, a descida dos testículos para a bolsa escrotal e o aparecimento das características sexuais secundárias masculinas,

como a distribuição de pelos pelo corpo, engrossamento da voz, desenvolvimento dos músculos e dos ossos, entre outras.

Os principais hormônios sexuais femininos são o **estrógeno (ou estrogênio)** e a **progesterona**. O estrógeno é produzido pelos folículos do ovário, ou seja, pelos óvulos em formação. É responsável pelo desenvolvimento das características sexuais secundárias femininas e pelo controle do ciclo menstrual.

O estrogênio é produzido prioritariamente pelos ovários e placenta, e em menor quantidade pelas glândulas suprarrenais e testículos. Nas mulheres, a produção do estrogênio é intimamente relacionada com o ciclo menstrual. A síntese de estrogênio é regulada por outros dois hormônios chamados de gonadotrofinas, o FSH (hormônio folículo estimulante) e LH (hormônio luteinizante), secretados pela hipófise.

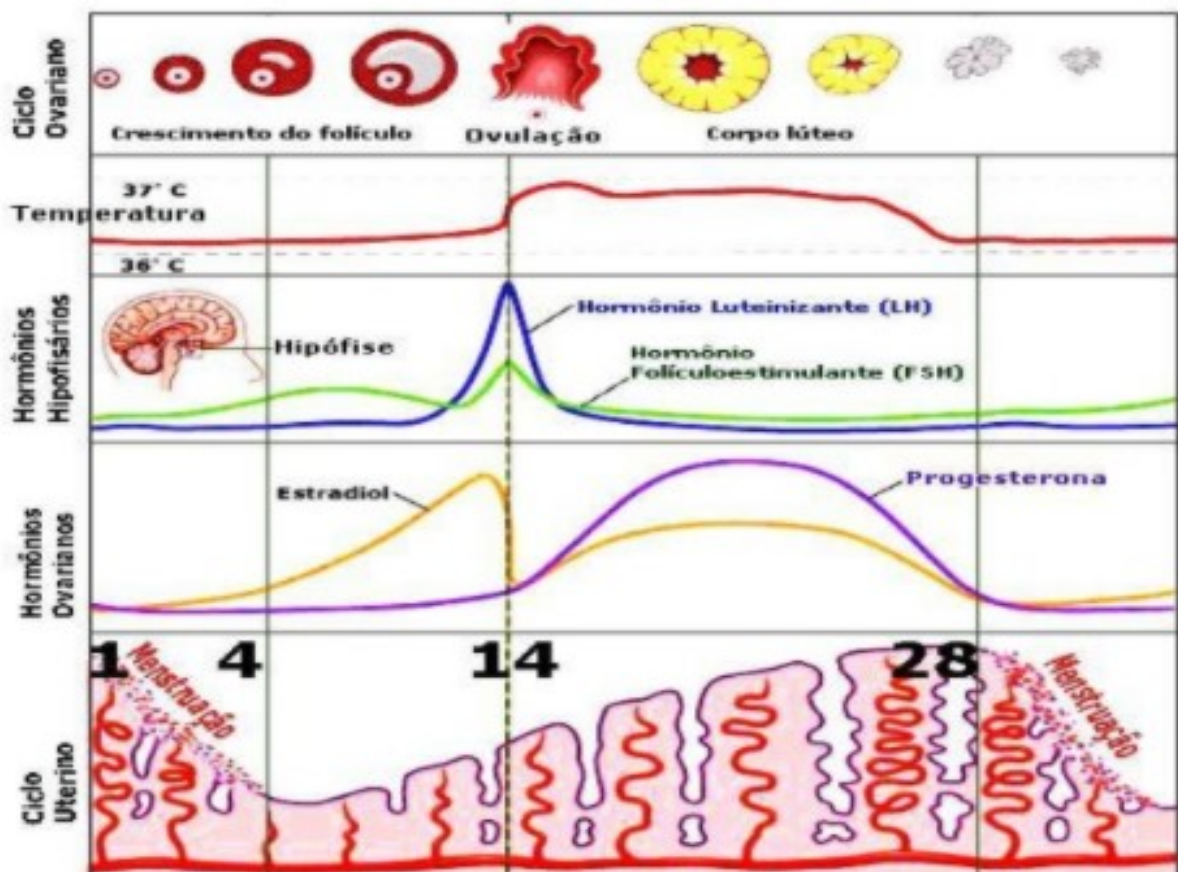
Na fase folicular, início do ciclo menstrual, ocorre liberação de FSH, o que irá promover o amadurecimento dos folículos ovarianos para permitir a ovulação. Com isso, o ovário aumenta a produção de estrogênio com objetivo de preparar o útero para uma possível gravidez. Durante a fase ovulatória, o estrogênio estimula a liberação do hormônio LH pela hipófise, responsável por selecionar o óvulo mais maduro durante a ovulação. Em geral, isso ocorre até o 14º dia do ciclo menstrual.

A fase lútea é a última fase do ciclo e se inicia por volta dos 12 últimos dias, caracterizada pela predominância do hormônio progesterona. Até esse momento, as ações dos hormônios ainda estão voltadas para preparar o útero para a gravidez. Existe ainda a produção moderada de estrogênio. Caso tenha ocorrido fecundação, os níveis de progesterona e estrogênio se mantêm elevados para garantir o revestimento do útero até a formação da placenta.

A progesterona é um hormônio, produzido pelos ovários, que tem um papel muito importante no período gestacional promovendo o revestimento do útero (endométrio) para receber o ovo fertilizado por um espermatozoide para uma possível gravidez. Quando a fecundação ocorre de forma exitosa os níveis de

progesterona continuam altos para garantir a completa nidação (fixação do óvulo ao endométrio). Todavia, não ocorrendo fecundação, os níveis de progesterona caem drasticamente, o que provoca o início da menstruação.

**Figura 5-Gráfico representativo do ciclo menstrual e os picos hormonais envolvidos.**



#### 4- OUTROS HORMÔNIOS E SUAS FUNÇÕES

Além dos hormônios descritos anteriormente, o organismo humano produz ainda uma série de outros hormônios que possuem atuações distintas de acordo com a sua especificidade. Dentre os principais, podemos citar hormônio do crescimento, chamado GH, folículo estimulante, ou FSH, luteinizante, ou LH prolactina, adrenalina, noradrenalina, melatonina, dopamina, serotonina, ocitocina, HCG e antidiurético. O quadro baixo descreve objetivamente as funções de cada um:

**Figura 6-Tabela de outros hormônios importantes para a regulação do organismo humano e as respectivas funções.**

Hormônio	Glândula	Função
GH	Hipófise	Hormônio de crescimento
OCITOCINA	Hipotálamo	Parto, amamentação
HCG	Placenta	Marcador de gravidez
ADH	Hipotálamo	Ação antidiurética
PROLACTINA	Hipófise	Produção de Leite
HORMÔNIO LUTEINIZANTE (LH)	Hipófise	Ovulação
HORMÔNIO FOLÍCULO-ESTIMULANTE (FSH)	Hipófise	Maturação de óvulos

# **CAPÍTULO VII**

## **FISIOLOGIA MASTIGATÓRIA: INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DA MASTIGAÇÃO, ETAPAS DA MASTIGAÇÃO MECÂNICA, ETAPAS DA MASTIGAÇÃO QUÍMICA, MECANISMO DA MASTIGAÇÃO, PROCESSO DE DEGLUTIÇÃO, PROCESSO DIGESTÓRIO**

### **1- INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DA MASTIGAÇÃO**

O processo de mastigação é compreendido por um conjunto de fenômenos estomatognáticos que visam a degradação mecânica dos alimentos. O papel fundamental da mastigação é degradar o alimento em moléculas pequenas, absorvíveis pelas células, que são usadas no desenvolvimento e na manutenção do organismo e nas suas necessidades energéticas. Embora, a mastigação seja a primeira etapa do processo digestório, podemos considerar que a digestão por completa é dividida nas seguintes etapas: Ingestão (mastigação e deglutição), digestão, absorção e eliminação dos metabólitos. A mastigação pode ser dividida em 2 etapas: mastigação mecânica e mastigação química.

A mastigação mecânica tem como principal função reduzir o tamanho das partículas de alimentos, aumentando a superfície de contato e assim facilitando a digestão. O processo de Mastigação mecânica é compreendido pelas etapas: Incisão, Trituração e pulverização.

### **2-ETAPAS DA MASTIGAÇÃO MECÂNICA**

- Incisão–apreensão do alimento obtida através da elevação da mandíbula em protrusão. A língua e as bochechas, posiciona o alimento entre as superfícies oclusais dos dentes pré-molares e molares, preparando as etapas seguintes.

- Trituração–transformação mecânica de partes grandes do alimento em partes menores.
- Pulverização–transforma o alimento em elementos tão reduzidos, com consistência ideal para a deglutição.

### 3-ETAPA QUÍMICA DA MASTIGAÇÃO

A mastigação química é dependente do processo de insalivação. A produção de saliva e as reações enzimáticas são imprescindíveis para este processo. Destaca-se principalmente a atuação da AMILASE que atua sobre o AMIDO convertendo a macromolécula em Maltose.

**Figura 1-Esquema descritivo da ação enzimática da Amilase no processo de mastigação química.**



A secreção de saliva, juntamente com as contrações musculares da face, bem como a atuação mecânica da língua promovem diversos benefícios para a saúde bucal. Portanto, uma mastigação eficiente é de suma importância para o êxito do processo digestório.

**Figura 2- Ilustração demonstrativa das principais funções da saliva**



A língua órgão de característica muscular que participa ativamente no auxílio aos processos de mastigação, deglutição, formação dos fonemas da fala e demais eventos. Dentre as principais funções da língua podemos citar: percepção gustativa, digestão de amido, remineralização, auto limpeza, lubrificação, ação antimicrobiana, entre outras.

#### **4- MECANISMO DE MASTIGAÇÃO:**

No intuito de construir uma descrição mais resumida e didática, estruturou-se em etapas o processo de mastigatório. Portanto, podemos afirmar que a mastigação é decorrente das seguintes etapas:

- Introdução de alimentos através da incisão
- Moagem dos alimentos através do masseter, temporal, pterigoideo e mandíbula
- Lubrificação e ação enzimática da Salivação
- A língua desliza os alimentos para os incisivos e os buccinadores empurram para os dentes



## 5- PROCESSO DE DEGLUTIÇÃO

A deglutição é um fenômeno que depende dos movimentos síncronos da boca, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe e laringe, e também de músculos do pescoço. Entende-se como deglutição o processo de encaminhamento do bolo alimentar para o estômago. É um processo contínuo, dividido, para fins didáticos, em três fases:

- 1- bolo alimentar é preparado e levado da boca à faringe
- 2- o alimento é transportado da faringe ao esôfago
- 3- é levado através do esôfago ao estomago

Alguns fatores podem ser configurados como interferentes nos processos de mastigação e deglutição. Portanto, o processo digestório de cada indivíduo é dependente de todos os fatores fisiológicos que o mesmo apresenta e principalmente o seu estado de saúde bucal.

Fatores de interferência na mastigação e deglutição: idade, Funcionamento muscular- trismo, Lesões bucais (aftas, cortes), Infecções, ATM-articulação temporomandibular.

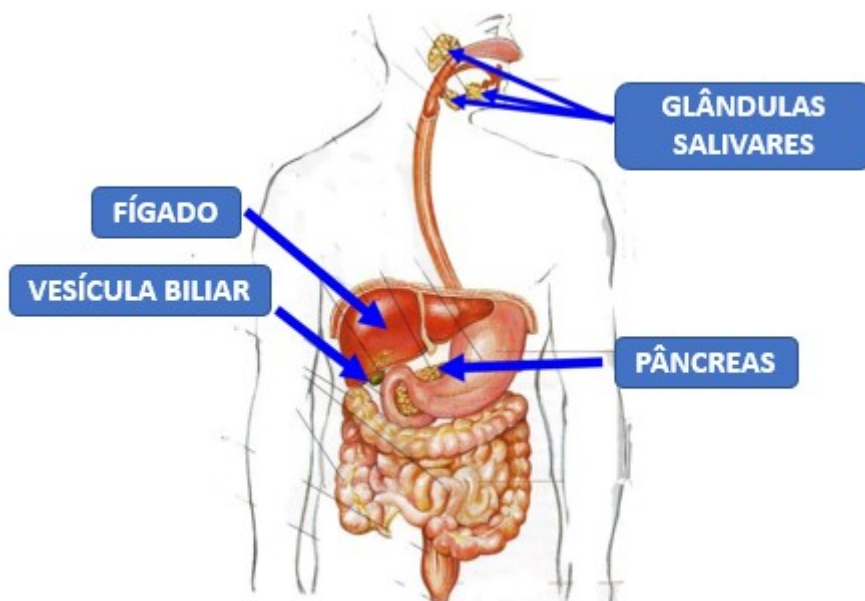
**Figura 3-Mecanismo de deglutição e destinação do bolo alimentar até o estômago.**



## 6- PROCESSO DIGESTÓRIO

O processo digestório envolve principalmente as estruturas: boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso, reto e ânus. Entretanto, compõe-se também a participação de estruturas acessórias como: Fígado (órgão responsável pela biotransformação de substâncias através de reações enzimáticas), vesícula biliar (armazena a bÍlis- emulsificadora de gorduras), pâncreas (produção de insulina e glucagon) e glândulas salivares (produção de saliva).

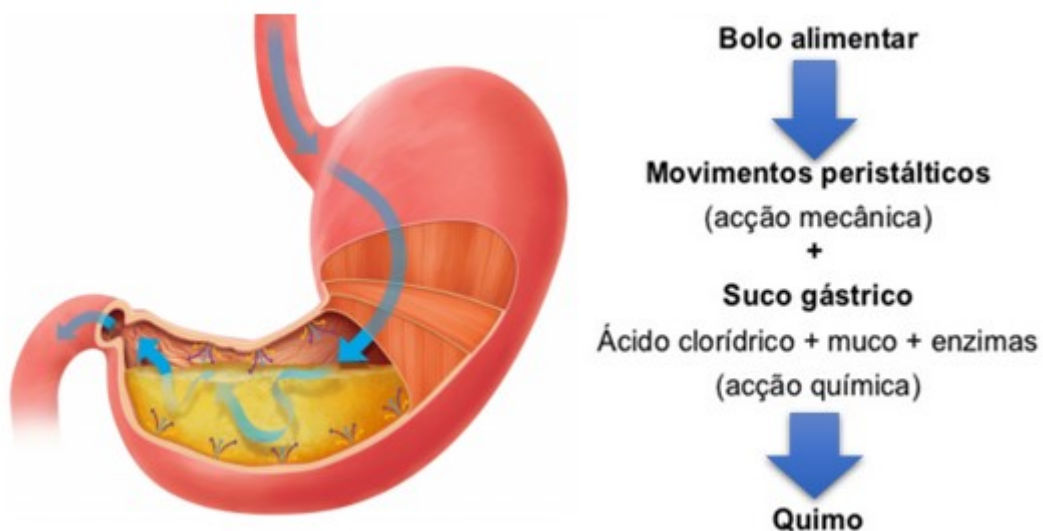
**Figura 4-Localização Anatômica das estruturas acessórias que compõem o sistema digestório**



No estômago, o bolo alimentar inicia a digestão através de processos mecânicos oriundo do peristaltismo, porém a principal etapa é a digestão química. A digestão química é o processo onde ocorre produção de suco gástrico, o pepsinogênio, em meio ácido (presença de ácido clorídrico) é convertido em pepsina (outra enzima) que é responsável pela degradação das proteínas. São liberados também secreções pelas células mucosas (formação de muco para proteção), células principais (liberação de enzimas) e células parietais (produtoras de ácido clorídrico). Portanto, o suco gástrico é o resultado das secreções de ácido clorídrico, muco e enzimas. Do estômago, o produto final da

digestão estomacal denominado QUIMO passa ao intestino delgado, onde será banhado por sucos digestivos produzidos pelo pâncreas, pelo fígado e pela parede do intestino. Uma observação interessante está relacionado ao processo digestório em recém-nascidos. Os recém-nascidos produzem grande quantidade de Renina no Estômago com o objetivo de promover coagulação da CASEÍNA (proteínas do leite), facilitando assim a digestão, pois a caseína é facilmente degradada.

**Figura 5- Mecanismo de digestão no estômago com a ação do suco gástrico e formação do Quimo.**

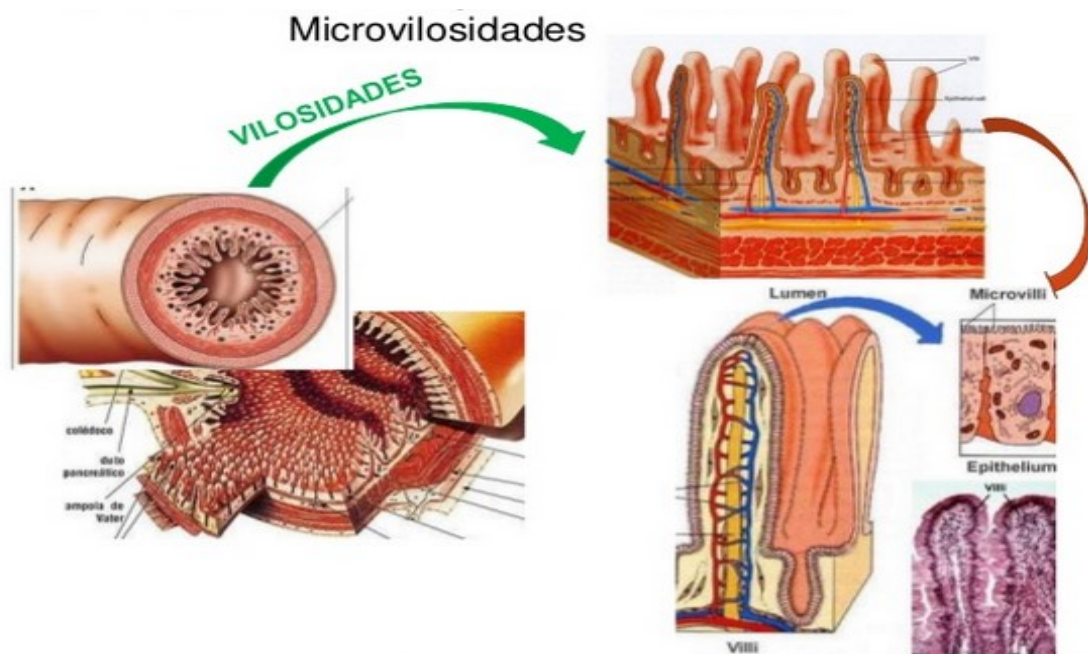


No intestino delgado na porção do íleo ocorre a atuação de diversas enzimas compreendidas nas 3 secreções denominadas: Suco Entérico, Suco pancreático e Sais biliares. Dentre as principais enzimas destaca-se: Maltase, Sacarase, lactase, peptidases, Nucleases, Amilase pancreática, lipases, enteroquinases, Quimiotripsina e Bicarbonato de cálcio. O bicarbonato de cálcio é liberado pelo suco pancreático e possui o importante papel de tornar o QUIMO alcalino (básico), elevando o pH=8,0. Os sais biliares são importantes para emulsificar gorduras e facilitar a digestão.

Na parte intestinal do jejuno e duodeno ocorre maior parte da absorção dos nutrientes, o Quimo agora básico é absorvido por um epitélio fenestrado

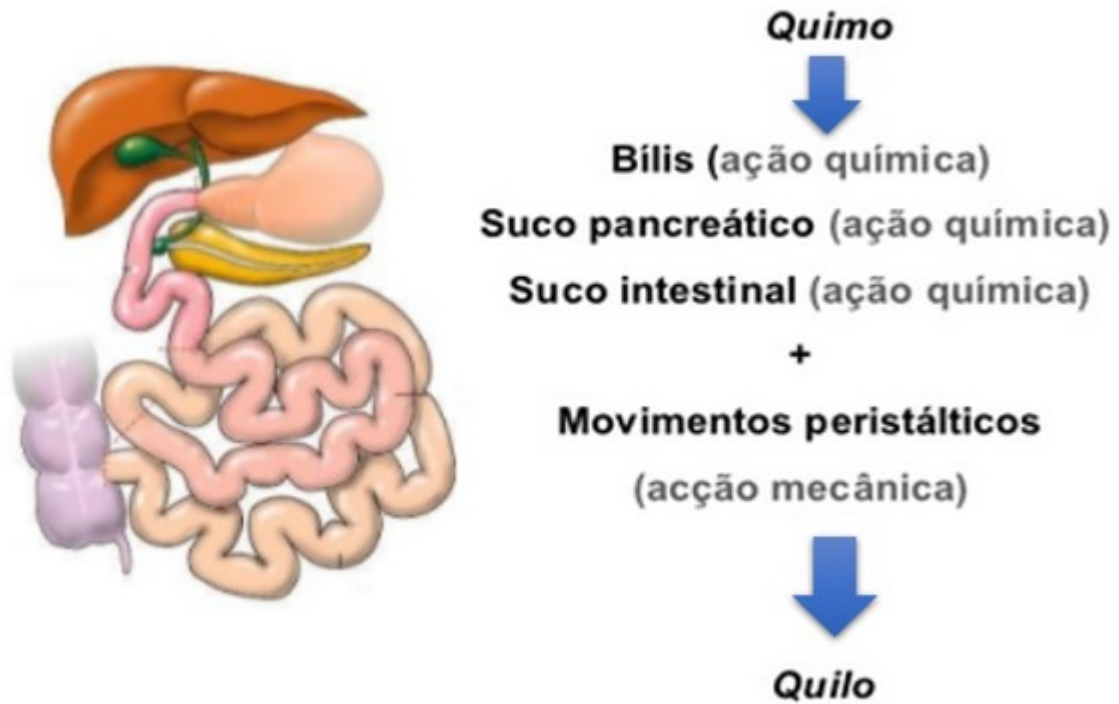
composto por diversas microvilosidades que aumentam a superfície de contato com as moléculas facilitando absorção.

**Figura 6- Ilustração representativa das microvilosidades intestinais.**



O intestino grosso é responsável pela reabsorção de água e sais minerais resultando na formação do bolo fecal. A matéria que chega ao intestino grosso é parte do Quimo que não foi possível ser absorvido no intestino delgado. Neste ambiente ocorre diversas reações enzimáticas promovidas pela ação de bactérias da microbiota normal, tais reações são imprescindíveis para a absorção de vitaminas. Após o processo de absorção intestinal o Quimo por interferência das reações enzimáticas promovidas gera um produto denominado QUILO. O Quilo é encaminhado ao receptáculo retal para que o SORETE seja eliminado pelo ânus.

**Figura 7- Mecanismo de digestão no intestino com a ação do suco gástrico, suco pancreático, suco intestinal e bilis para a formação do Quilo.**



# **CAPÍTULO VIII**

**FISIOLOGIA RESPIRATÓRIA: INTRODUÇÃO, ESTRUTURAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO, HEMATOSE, MECANISMO DE INSPIRAÇÃO E EXPIRAÇÃO, O TRANSPORTE DE GASES PELAS CÉLULAS SANGUÍNEAS, A CONCENTRAÇÃO DE GÁS CARBÔNICO E O CONTROLE DE pH SANGUÍNEO. PROBLEMAS RESPIRATÓRIOS RELACIONADOS À POLUIÇÃO AMBIENTAL E AR RAREFEITO**

## **1- INTRODUÇÃO À FISIOLOGIA DA RESPIRAÇÃO**

A fisiologia da respiração é um processo fundamental para a sobrevivência do organismo. Toda a produção e energia celular depende do processo de respiração através das mitocôndrias que por sua vez, necessita da eficiência respiratória para seu dinamismo. Os processos fisiológicos da respiração são diretamente associados à fisiologia cardiovascular, pois dentre os principais objetivos do sistema respiratório, elenca-se o transporte de Oxigênio.

A Respiração possui diversas outras funções além de captar oxigênio e eliminar gás carbônico. Descrevemos como funções importantes da respiração: Realizar o processo de Hematose (trocas gasosas), Manter a homeostase do pH sanguíneo, proteção através da retirada de partículas sólidas, interfere no processo de vocalização (nariz entupido, fanho e etc) e no processo de Termorregulação.

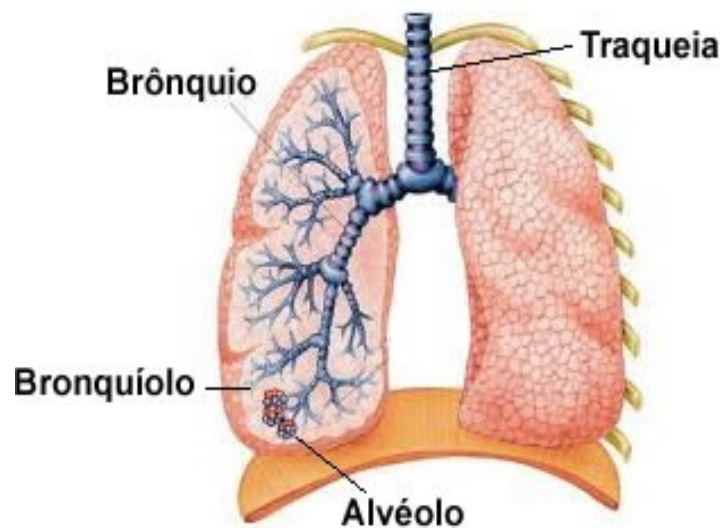
## **2- ESTRUTURAS DO SISTEMA RESPIRATÓRIO**

A divisão anatomo-fisiológica da respiração é composta por diversas estruturas: CAVIDADES NASAIS que permite a entrada do Ar (filtrado e aquecido- muco e pelos) através da vascularização; FARINGE- Leva o ar até a Laringe; possui pregas vocais que emitem som (VOZ), a emissão do Som é

proveniente da junção da cavidade oral, DENTES e cavidades nasais, além da EPIGLOTE que atuam como uma válvula para a traqueia no momento de deglutição.

A TRAQUÉIA é um canal cartilaginoso responsável por levar o ar até os brônquios. A estrutura é composta por anéis cartilagosos, possui epitélio com cílios que participam do reflexo de tosse e produzir secreção catarral com a produção de muco. São funções da traqueia: filtrar, umedecer e aquecer o ar para conduzi-lo aos pulmões A ÁRVORE BRONQUICA é uma ramificação da traquéia composta por Brônquios, Bronquíolos (ramificações dos brônquios) e os alvéolos composto pelos sacos alveolares (onde ocorre a hematose).

**Figura 1- Imagem ilustrativa das principais estruturas do sistema respiratório.**

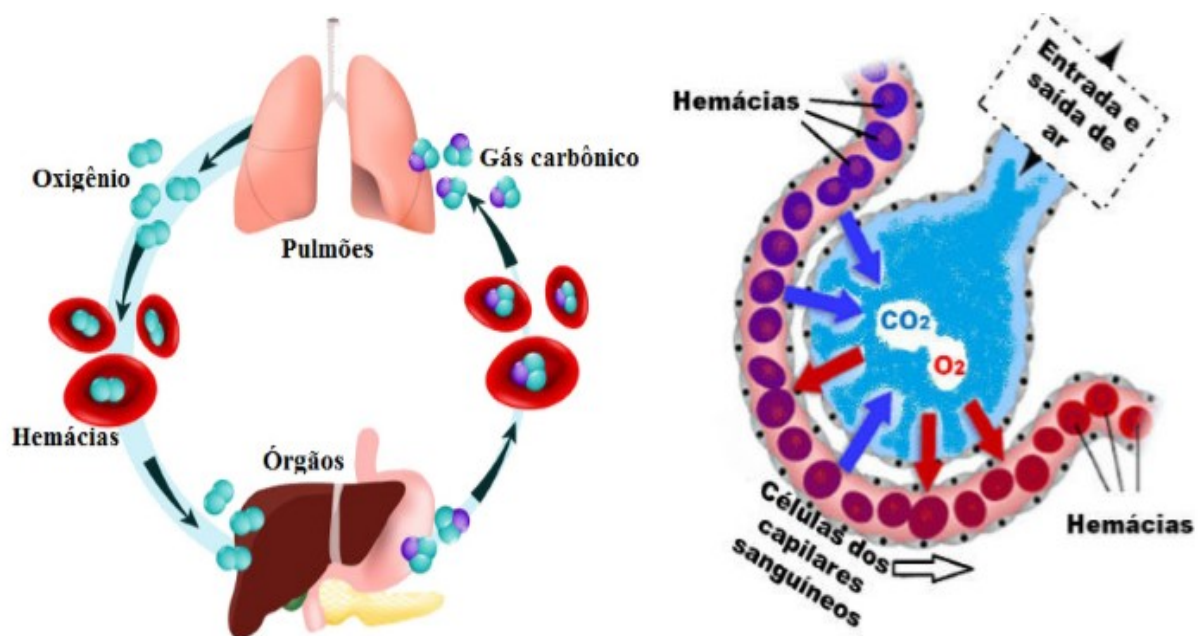


### 3-HEMATOSE

A **Hematose** é o nome dado à transformação do sangue venoso em sangue arterial que ocorre nos pulmões, através de uma troca de gases que ocorre devido à diferença de concentração de oxigênio e gás carbônico por um processo conhecido como **difusão**.

A difusão é a passagem de substâncias de uma área onde estão em maior concentração para uma área em que estão em menor concentração (sangue arterial para venoso). Como nos alvéolos a concentração de oxigênio está maior, ele se difunde para o sangue que fica nos pulmões. E como no sangue que chegou nos pulmões a concentração de gás carbônico era maior, este se difunde dos capilares para os alvéolos. Essa transformação do sangue rico em gás carbônico em sangue rico em oxigênio é conhecida como hematose

**Figura 2- Esquema representativo do processo de Hematose.**



#### 4-MECANISMO DE INSPIRAÇÃO E EXPIRAÇÃO

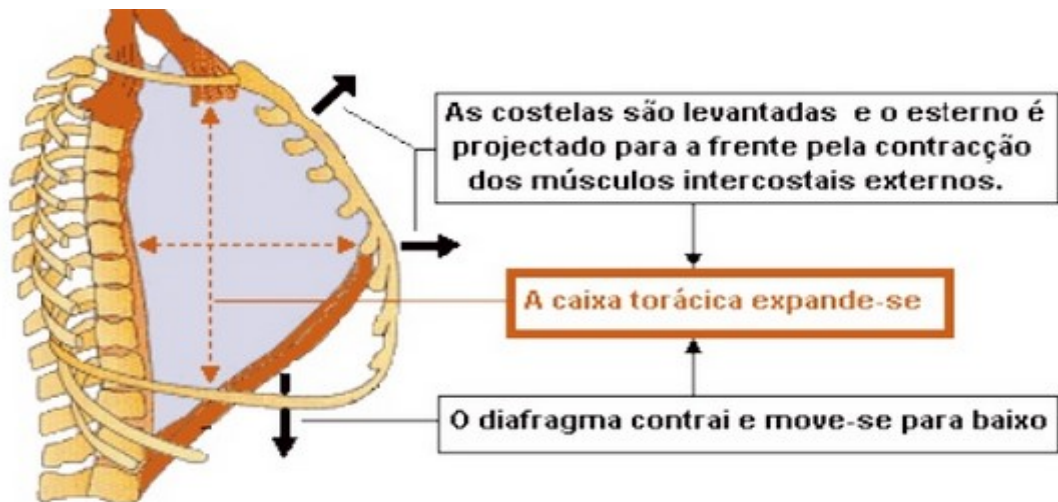
Os pulmões são as principais estruturas do sistema respiratório pois é através deste órgão que ocorrerá a hematose. A anatomia pulmonar não é simétrica, apresentando o pulmão esquerdo em menor tamanho com apenas 2 lobos e o pulmão direito apresenta 3 lobos. São nos pulmões que ocorrem a Ventilação Pulmonar caracterizada pelos processos de INSPIRAÇÃO e EXPIRAÇÃO.

A **inspiração**, que promove a entrada de ar nos pulmões, dá-se pela contração da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais. O diafragma



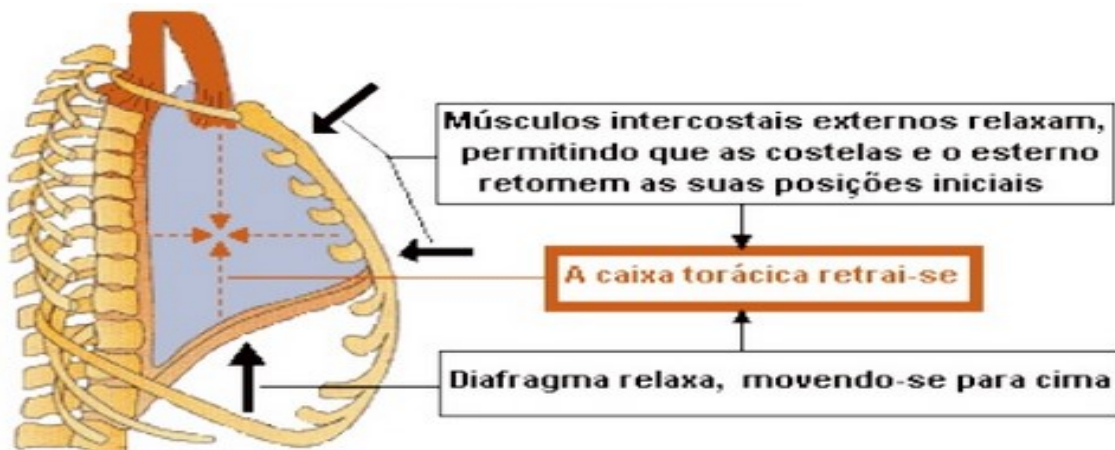
abaixa e as costelas elevam-se, promovendo o aumento da caixa torácica, com consequente redução da pressão interna (em relação à externa), forçando o ar a entrar nos pulmões.

**Figura 3- Ilustração esquemática do processo mecânico da Inspiração.**



A **expiração**, que promove a saída de ar dos pulmões, dá-se pelo relaxamento da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais. O diafragma eleva-se e as costelas abaixam, o que diminui o volume da caixa torácica, com consequente aumento da pressão interna, forçando o ar a sair dos pulmões.

**Figura 4- Ilustração esquemática do processo mecânico da Expiração.**

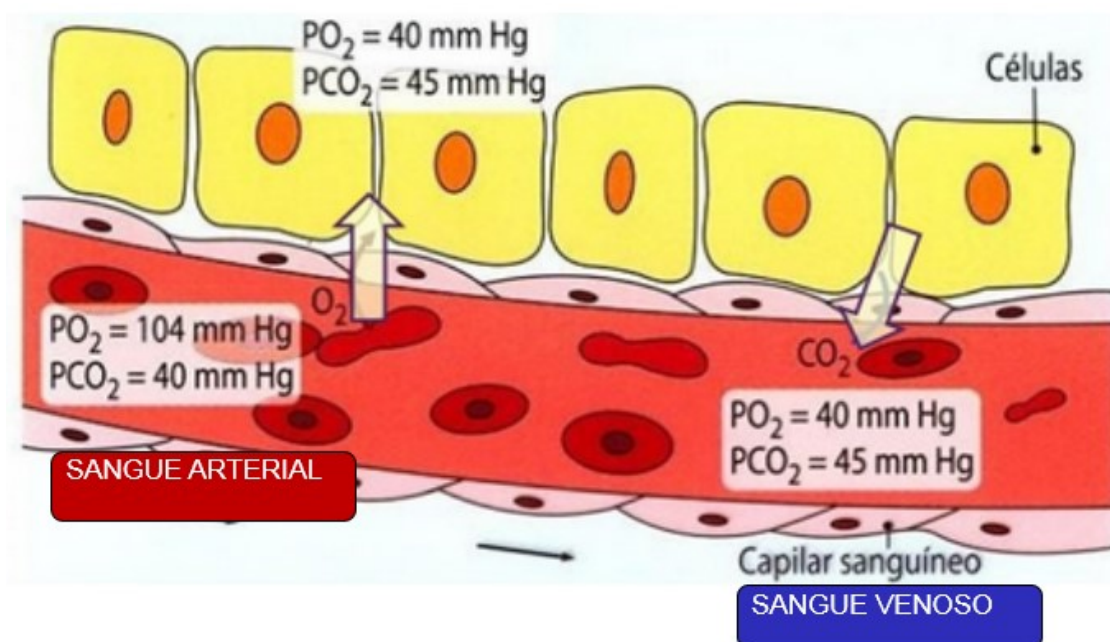


## 5-O TRANSPORTE DE GASES PELAS CÉLULAS SANGUÍNEAS

O transporte de gás **oxigênio** está a cargo da **hemoglobina**, proteína presente nas hemácias. Cada molécula de hemoglobina combina-se com 4 moléculas de gás oxigênio, formando a **oxihemoglobina**.

Nos tecidos ocorre um processo inverso: o gás oxigênio dissocia-se da hemoglobina e difunde-se pelo líquido tissular, atingindo as células. A maior parte do gás carbônico (cerca de 75%) liberado pelas células no líquido tissular penetra nas hemácias e reage com a água, formando o ácido carbônico, que logo se dissocia e dá origem a íons  $H^+$  e bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), difundindo-se para o plasma sanguíneo, onde ajudam a manter o pH do sangue. Cerca de 25% do **gás carbônico** liberado pelos tecidos associam-se à própria hemoglobina, formando a **carboxihemoglobina**. O restante dissolve-se no plasma.

**Figura 5- Relação de diferentes valores de pressão entre  $O_2$  e  $CO_2$  e a dispensação dos gases pela corrente sanguínea às células.**



## 6-A CONCENTRAÇÃO DE GÁS CARBÔNICO E O CONTROLE DE pH SANGUÍNEO.

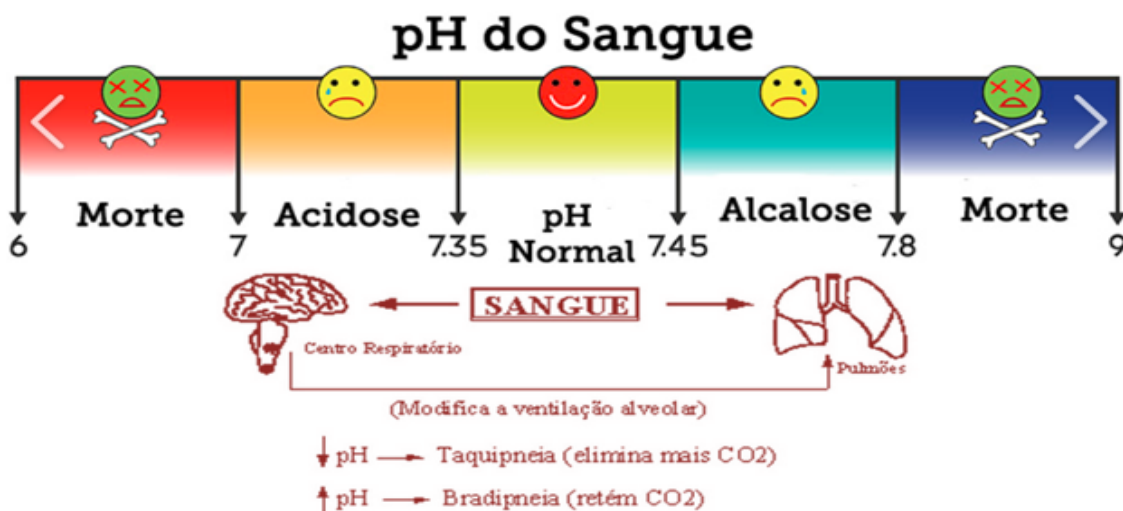
O aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  no sangue provoca aumento de íons  $\text{H}^+$  e o plasma tende ao pH ácido. Se a concentração de  $\text{CO}_2$  diminui, o pH do plasma sanguíneo tende a se tornar mais básico (ou alcalino).

Em determinadas situações onde o pH está **abaixo** do normal (**acidose**), o centro respiratório através do BULBO é excitado, aumentando a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios. O aumento da ventilação pulmonar determina eliminação de maior quantidade de  $\text{CO}_2$ , o que eleva o pH do plasma ao seu valor normal.

Entretanto, ocorrem situações contrárias onde o pH do plasma apresenta-se acima do normal (**alcalose**), o centro respiratório é **deprimido**, diminuindo a frequência e a amplitude dos movimentos respiratórios. Com a diminuição na ventilação pulmonar, há retenção de  $\text{CO}_2$  e maior produção de íons  $\text{H}^+$ , o que determina queda no pH plasmático até seus valores normais.

A ansiedade e os estados ansiosos promovem liberação de adrenalina que, frequentemente levam também à hiperventilação, algumas vezes de tal intensidade que o indivíduo torna seus líquidos orgânicos alcalóticos (básicos), eliminando grande quantidade de dióxido de carbono, precipitando, assim, contrações dos músculos de todo o corpo.

Figura 6- Escala de pH sanguíneo e dinâmica de controle através da respiração.



## 7-PROBLEMAS RESPIRATÓRIOS RELACIONADOS À POLUIÇÃO AMBIENTAL E AR RAREFEITO

O monóxido de carbono, liberado pela “queima” incompleta de combustíveis fósseis e pela fumaça dos cigarros entre outros, combina-se com a hemoglobina de uma maneira mais estável do que o oxigênio, formando o carboxihemoglobina. Dessa forma, a hemoglobina fica impossibilitada de transportar o oxigênio, podendo levar à morte por asfixia.

O ar rarefeito é um gás pouco denso que circula em regiões de baixa pressão atmosférica. Essa redução da pressão do ar, ocasionada pelo aumento gradual da altitude, causa dificuldade na respiração, provocando aumento da frequência respiratória. Ao nível do mar, por exemplo, o ar é mais pesado e possui pressão de 1 kg por metro cúbico. A três mil metros de altura, os números já mudam bastante: 700 gramas por metro cúbico. Os nativos são adaptados a esta realidade e possuem maior número de hemácias. Diante desse processo os rins são estimulados a produzir EPO (Eritropoietina), que aumenta a produção de glóbulos vermelhos na corrente sanguínea e a capacidade muscular. Essa redução também causa uma queda na quantidade de oxigênio no ar. O que causa alguns sintomas como: Cansaço, taquicardia, falta de ar, náuseas, sede, cãimbra,

cefaleia, entre outros. Esse conjunto de sintomas pode ser caracterizado como: mal de altitude ou mal da montanha.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, M. M. Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- BACILA, M. Bioquímica Veterinária. Ed. Robe, São Paulo. 2003. 583p.
- BERNE, R. M.; LEVY, M. N. Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- BESTES, T. As Bases Fisiológicas Da Prática Médica. 11 Ed. Rj. Guanabara Koogan, 1990.
- DOUGLAS, C. R. Tratado De Fisiologia Aplicada As Ciências Da Saúde. 5 Ed. Sp. Robe Ed Belman Ed. Imp. Exp. 2002.
- CAMPBELL, M. K. Bioquímica. Ed. Artes Médicas Sul, Porto Alegre. 2000. 751p.
- CAMPBELL, M. K.; FARREL, S.O. Bioquímica. Bioquímica Básica 1. Ed. Thomson S.Paulo. 2006. 263p.
- CAMPBELL, M. K.; FARREL, S.O. Bioquímica. Bioquímica Metabólica 3. Ed. Thomson S.Paulo. 2007. 332p.
- CHAMPE, P.C. Bioquímica Ilustrada. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- COSTANZO, L. S. Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- DANGELO, J G. Anatomia Humana Básica. Atheneu. 2ª Ed., 2002.
- DANGELO-FATTINI – Anatomia Humana Sistêmica e Aplicada – 2ª Edição – Atheneu – 2002 Gray Anatomia – 36ª Edição – Guanabara Koogan - 2000
- DI DIO LJA. Tratado de anatomia sistêmica aplicada. 2a. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.
- DOSE, KLAUS. Bioquímica. São Paulo: EPU, 1982.
- FENEIS H, DAUBER W. Atlas de bolso de anatomia humana: baseado na terminologia anatômica internacional. 4a. ed. São Paulo: Manole, 2002.

- GANONG, W. F. Fisiologia médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.
- GLENAN SINGI. Fisiologia Para Odontologia. 2 Ed. Guanabara Koogan, 2005.
- GUYTON, A. Tratado de fisiologia médica. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara. Koogan, 2002.
- GUYTON, A.C., Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- HERSHOF RAFF, Segredos Em Fisiologia. Artmed, 2000.
- HOWLEY, E. T.; POWERS, S. K. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo: Manole, 2000.
- JOHNSON, LEONARD R. Fundamentos De Fisiologia Medica. 2 . Ed. Rj. Guanabara Koogan, 2000.
- KAWAMOTO, E.E. Anatomia e fisiologia humana. São Paulo: EPU, 2003.
- KÖPF-MAIER P, WOLF-HEIDEGGER. Atlas de anatomia humana. 5a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- LEHNINGER, A. L. Princípios de Bioquímica. Ed. Sarvier, 1990, 725p.
- LEHNINGER, A., NELSON, D. & COX, M.M. Princípios de Bioquímica. Ed. Sarvier, 3a . ed., 2002, 975p.
- MACHADO ABM. Neuroanatomia funcional. 2a. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.
- MARZZOCO, Anita. Bioquímica Básica. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- MCARDLE, W. D; KATCH, F. I ; KATCH, V L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- MCELROY, W.D.. Fisiologia e bioquímica da célula. São Paulo: E. Blücher. 1988.
- MOFFET, DAVID F. Fisiología Humana. Rj. Guanbara Koogan, 1993.

MOORE KL, DALLEY AF. Anatomia orientada para a clínica. 4a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

MOURÃO JÚNIOR, C.A.; Abramov, D.M. Fisiologia essencial. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

NETTER FH. Atlas de anatomia humana. 3a. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2004 Pabst R, Putz RV, Sobotta J. Sobotta: atlas de anatomia humana. 21a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

RYAN, J. P.; TUMA, R. F. Fisiologia. São Paulo: Manole, 2000.

SADLER TW. Langman: embriologia médica. 9a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

SCOTT K. POWERS, EDWARDS T. HOWLEY Fisiopatologia Do Exercício. 3 Ed. Manole.

SOBOTTA, J . Atlas de Anatomia Humana - 2 Vols. - 22ª Ed. 2006.

STRYER, LUBERT. Bioquímica. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

TOROTRA GRABOWSKI Principios de Anatomia e Fisiología, 9 Ed. Guanabara Koogan, 2002.

TORTORA, G. Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VAN DE GRAAFF KM. Anatomia humana. 6a. ed. São Paulo: Manole, 2003.

VOET, D; Voet, J.G.; Pratt, C.W. Fundamentos de Bioquímica. Porto Alegre: Artmed, 2002.



