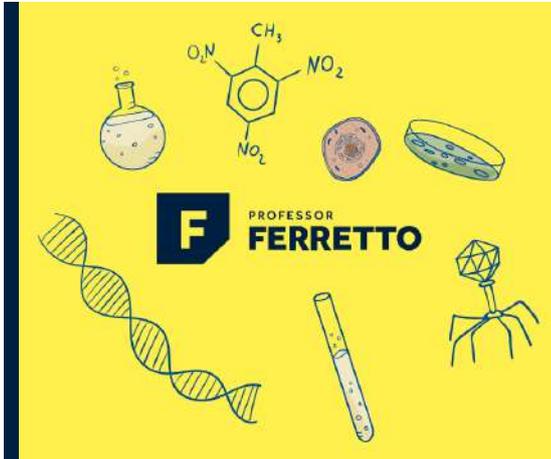


# Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



## ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Sistema endócrino](#)
- [Hormônios](#)
- [Glândulas endócrinas](#)
- [Glândula pituitária ou hipófise](#)
- [Glândula pineal ou epífise](#)
- [Timo](#)

## SISTEMA ENDÓCRINO PARTE 1

Assim o sistema nervoso e o sistema sensorial, o **sistema endócrino** é um dos sistemas integradores, permitindo a interação das várias células do corpo entre si e com o meio ambiente. O sistema endócrino corresponde ao conjunto de **glândulas endócrinas**, relacionadas à produção de mensageiros químicos transportados pelo sangue, os **hormônios**.

## HORMÔNIOS

Os **hormônios** (do grego *hormon*, 'excitar') são substâncias lançadas no sangue que controlam diversas atividades no organismo. Cada hormônio age como mensageiro químico, atuando em determinados tecidos do corpo, os tecidos-alvo. Eles só agem nos tecidos-alvo porque estes são os únicos cujas células possuem receptores adequados para os respectivos hormônios. Apesar do hormônio estar espalhado por todo o corpo devido ao sangue, e ele só age em receptores específicos.

Cada hormônio atua de modo diferente de acordo com sua natureza química.

## NATUREZA QUÍMICA DOS HORMÔNIOS

Quimicamente, os hormônios podem ser de três tipos:

- **Proteicos**, correspondendo a polipeptídios, como a insulina e o glucagon, ou oligopeptídios, como o ADH e a ocitocina.
- **Esteroides**, correspondendo a lipídios derivados do colesterol, como os hormônios do córtex suprarrenal e hormônios sexuais.
- **Fenólicos**, correspondendo a derivados de aminoácidos modificados, principalmente do aminoácido fenilalanina e do aminoácido tirosina (quimicamente derivado da fenilalanina), ambos dotados de grupos funcionais fenil, como os hormônios tireoidianos e adrenalina.

Os hormônios proteicos são incapazes de atravessar a membrana plasmática, tanto pelo seu grande tamanho como por sua natureza polar (sendo insolúveis na bicamada lipídica). Assim, eles se ligam a receptores específicos na membrana plasmática das células-alvo, o que leva à ativação da enzima adenilato-ciclase na membrana. Esta produzirá, do lado intracelular da membrana, a partir de ATP, um composto denominado AMPcíclico (AMPc), um nucleotídeo que ativará enzimas para que haja a função hormonal.

Como exemplo, o AMPc produzido a partir da ação do glucagon ativará a enzima fosforilase do glicogênio (glicogenase) para quebrar glicogênio em glicose nas células-alvo, ou seja, nos hepatócitos. O AMPc é chamado de 2º mensageiro da ação hormonal, uma vez que ele transfere às enzimas intracelularmente a mensagem inicialmente trazida pelo hormônio. Outros exemplos de 2os mensageiros são o GMPc e íons cálcio.

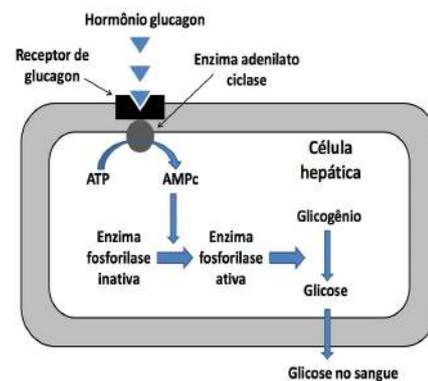
O efeito deste tipo de hormônio é bastante rápido, uma vez que as enzimas responsáveis pelo seu efeito já estão previamente formadas, bastando ativá-las ou desativá-las.

## AÇÃO DOS HORMÔNIOS PROTEICOS

Os **hormônios proteicos** são incapazes de atravessar a membrana plasmática, tanto pelo seu grande tamanho como por sua natureza polar (sendo insolúveis na bicamada lipídica). Assim, eles se ligam a **receptores específicos na membrana plasmática das células-alvo**, o que leva à ativação da **enzima adenilato-ciclase** na membrana. Esta produzirá, do lado intracelular da membrana, a partir de ATP, um composto denominado **AMPcíclico (AMPc)**, um nucleotídeo que ativará enzimas para que haja a função hormonal.

Como exemplo, o AMPc produzido a partir da ação do glucagon ativará a enzima fosforilase do glicogênio (glicogenase) para quebrar glicogênio em glicose nas células-alvo, ou seja, nos hepatócitos. O AMPc é chamado de **2º mensageiro da ação hormonal**, uma vez que ele transfere às enzimas intracelularmente a mensagem inicialmente trazida pelo hormônio. Outros exemplos de 2os mensageiros são o GMPc e íons cálcio.

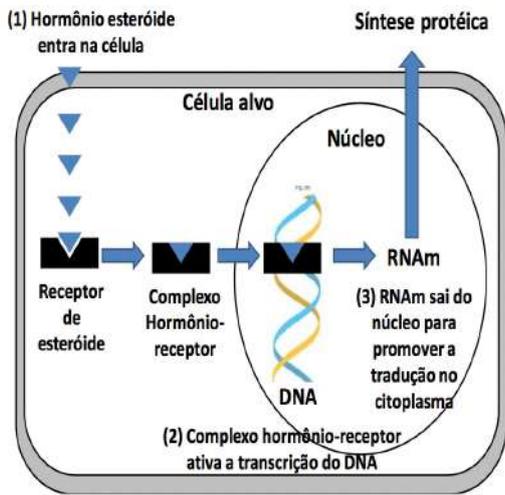
O efeito deste tipo de hormônio é bastante rápido, uma vez que as enzimas responsáveis pelo seu efeito já estão previamente formadas, bastando ativá-las ou desativá-las.



## AÇÃO DOS HORMÔNIOS ESTEROIDES

Os hormônios esteroides são capazes de atravessar a membrana plasmática, uma vez que são apolares, e se ligam a receptores específicos dentro da célula-alvo, formando complexos hormônio-receptor que agem diretamente no material genético do indivíduo, induzindo a

ativação ou inativação de genes, para que se produza ou interrompa a produção de determinada enzima. Como agem dentro da célula de maneira direta, não há a necessidade de um 2º mensageiro. O efeito deste tipo de hormônio é mais demorado, uma vez que as enzimas responsáveis pelo seu efeito ainda terão de ser produzidas ou deixadas de serem produzidas.



Mecanismo de ação de hormônio esteróide: ativação do DNA promovendo transcrição e tradução.

Tome nota:

### ACÇÃO DOS HORMÔNIOS FENÓLICOS

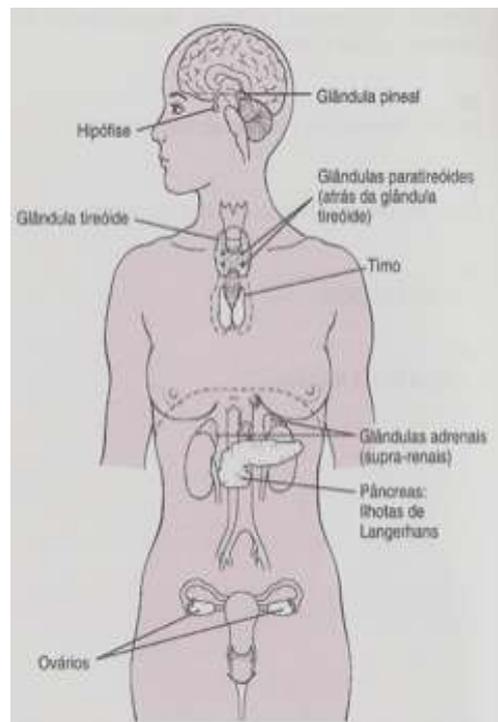
A **adrenalina** não pode entrar na célula-alvo, e por isso se comporta como os hormônios proteicos, mas os **hormônios tireoidianos** podem entrar na célula-alvo e por isso agem como os hormônios esteróides.

## GLÂNDULAS ENDÓCRINAS

Alguns hormônios são fabricados por células isoladas em determinados órgãos, como ocorre com a gastrina nas células do estômago ou a enterogastrona no duodeno ou ainda os neurormônios ou neurotransmissores nos neurônios. A maior parte dos hormônios, entretanto, é fabricada por agrupamentos de células epiteliais, as glândulas endócrinas.

Ao contrário das glândulas exócrinas, que possuem ductos secretores para eliminar suas secreções numa determinada cavidade corporal ou no meio externo, as glândulas endócrinas lançam suas secreções, denominadas hormônios, direto no sangue, uma vez que não possuem esses ductos secretores.

As principais glândulas endócrinas e seus respectivos hormônios produzidos são analisadas a seguir.

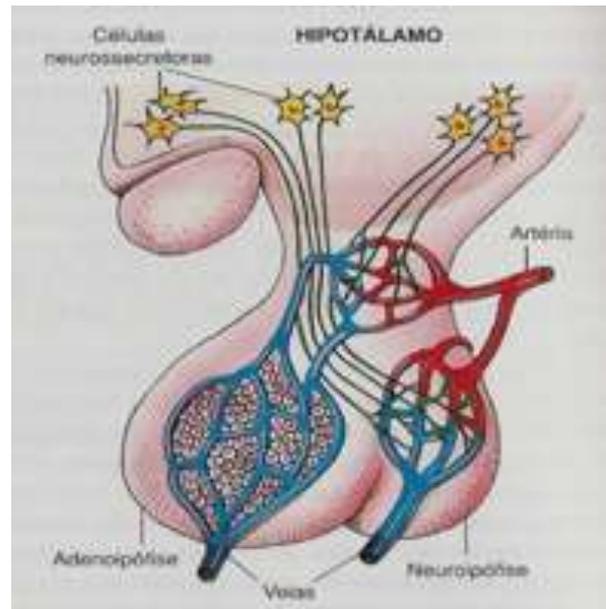


Localização anatômica das principais glândulas endócrinas em mulheres; em homens, ocorrem testículos ao invés de ovários.

# 1. GLÂNDULA PITUITÁRIA OU HIPÓFISE

O hipotálamo é a região do sistema nervoso que controla a ação hormonal no corpo humano. Ele se localiza na base do encéfalo e encontra-se anatomicamente ligado à hipófise, localizada imediatamente abaixo dele. A hipófise se encontra abrigada numa cavidade óssea, a cela túrcica do osso esfenoide, na base do crânio.

Anatomicamente falando, a hipófise se divide em três regiões:

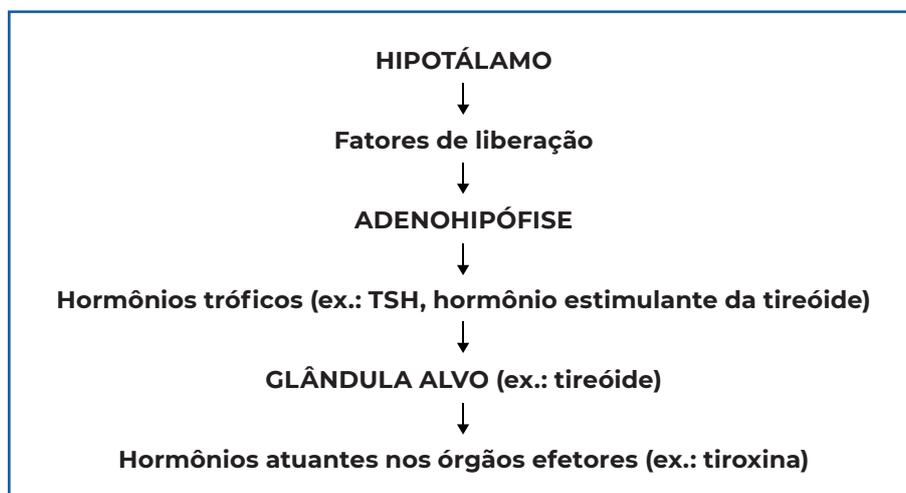


Relação entre hipotálamo e hipófise.

- **Adenohipófise ou hipófise anterior ou lobo anterior da hipófise**, que produz hormônios tróficos, que estimulam outras glândulas; sua liberação está condicionada ao controle do hipotálamo, que produz fatores de liberação ou RF (*releasing factors*) específicos para cada hormônio da adenohipófise;
- **Hipófise intermediária ou lobo intermediário da hipófise**, que produz um único hormônio, que é o hormônio melanotrófico ou intermedina, em alguns vertebrados inferiores.
- **Neurohipófise ou hipófise posterior ou lobo posterior da hipófise**, que não produz hormônios próprios, mas armazena hormônios produzidos pelas células neurosecretoras do hipotálamo.

## 1.1 ADENOHIPÓFISE

O eixo hipotálamo-hipófise justifica como o hipotálamo controla a atividade hormonal no organismo. O hipotálamo produz fatores de liberação que agem sobre a adenohipófise para que esta libere os hormônios que produz, ditos hormônios tróficos. Os hormônios tróficos, como já mencionado, estimulam as outras glândulas para que liberem seus hormônios.



Os hormônios estimulados pelos hormônios tróficos têm efeito de feedback (ou retroalimentação) sobre o hipotálamo.

- Caso haja concentrações exageradas de um determinado hormônio no sangue, há um **feedback negativo** sobre o hipotálamo, diminuindo a liberação do fator de liberação correspondente, o que leva à diminuição na produção do hormônio tráfico correspondente, e, por fim, diminuindo a produção do hormônio que inicialmente estava em altas concentrações.

- Caso haja concentrações insuficientes de um determinado hormônio no sangue, há um **feedback positivo** sobre o hipotálamo, aumentando a liberação do fator de liberação correspondente, o que leva ao aumento na produção do hormônio tráfico correspondente, e, por fim, aumentando a produção do hormônio que inicialmente estava em baixas concentrações.

Os hormônios tróficos da adenohipófise são:

### Hormônios gonadotróficos ou gonadotrofinas

Os hormônios gonadotróficos ou gonadotrofinas estimulam as gônadas, sendo de dois tipos, FSH ou hormônio folículo-estimulante, e LH ou hormônio luteinizante. O LH pode ser chamado nos homens de ICSH ou hormônio estimulante das células intersticiais de Leydig. Sua atuação é descrita durante a análise do ciclo menstrual.

### TSH ou hormônio tireotrófico

O **TSH ou hormônio tireotrófico ou hormônio estimulante da tireoide ou tireotrofina** estimula a tireoide a produzir tiroxina.

### ACTH ou hormônio adrenocorticotrófico

O **ACTH ou hormônio adrenocorticotrófico ou hormônio estimulante do córtex das adrenais ou adrenocorticotrofina** estimula o córtex das adrenais (supra-renais) a produzir corticoides.

### Prolactina ou hormônio mameotrófico

A prolactina ou hormônio mameotrófico tem importante papel na estimulação da produção de leite pelas glândulas mamárias pelas mulheres após o parto, mas sua função ainda é desconhecida no homem; em aves, estimula a produção do leite-de-pombo pelo papo desses animais quando há crias.

A prolactina, por feedback negativo, inibe a liberação de gonadotrofinas na mulher que amamenta, inibindo a ovulação e impedindo que engravide nos primeiros meses de vida da criança. Esse é um método anticoncepcional que pode ser usado, desde que a criança se alimente exclusivamente de leite materno nos primeiros meses de vida, sendo conhecido como amenorreia da lactação.

### STH ou hormônio somatotrófico ou hormônio do crescimento ou hGH

O **STH ou hormônio somatotrófico ou somatotrofina ou hormônio do crescimento ou hGH (*human growing hormone*)** estimula o crescimento do indivíduo de várias maneiras.

Primeiro, o STH induz a gliconeogênese, ou seja, a quebra de gordura e proteínas para a produção de derivados glicídicos. Desse modo, há a disponibilização de maior quantidade de nutrientes no sangue para que se forneça energia para o crescimento. Como o indivíduo passa a utilizar maior quantidade de gordura e proteínas em detrimento dos açúcares, esse efeito é conhecido como “efeito poupador de glicose” ou “efeito diabotogênico” do STH, uma vez que a glicose do sangue não é diretamente utilizada e ocorre um aumento de glicemia. A lipólise, ou seja, a queima de gordura que ocorre na gliconeogênese explica por que o emagrecimento rápido da maioria das crianças em crescimento.

Segundo, o STH age no fígado, e em menor grau nos rins, acredita-se, para estimular a produção do **hormônio somatomedina**, que age no crescimento direto de cartilagens.

Exercícios físicos em geral promovem queda de glicemia, o que leva à liberação de hormônio do crescimento para promover gliconeogênese, o que acaba também proporcionando um estímulo

ao crescimento. Além disso, a maior parte do hormônio do crescimento é liberada durante o sono do indivíduo, quando, devido ao longo período de jejum do sono, os níveis de glicemia caem e a função do STH de estímulo à gliconeogênese é requerida.

Uma curiosidade: durante a noite, quando o indivíduo está deitado, diminui a pressão do peso do corpo sobre as vértebras, e o espaço entre ela aumenta, deixando o indivíduo um pouco maior quando acorda (poucos centímetros). Ao passar o dia todo em pé ou sentado, as vértebras voltam a ser comprimidas e o indivíduo volta a diminuir um pouco.

### Excesso de STH: Gigantismo Hipofisário e Acromegalia

O excesso de STH antes da soldadura das epífises, e portanto na infância, causa o **gigantismo hipofisário**. Após a soldadura das epífises, e portanto na idade adulta, já que os ossos não apresentam mais crescimento em comprimento, o excesso de STH promove o crescimento de cartilagens, como nariz e orelhas, e dos ossos em espessura, causando alongamento dos dedos e projeção do queixo para frente. Esse crescimento das extremidades é exatamente o significado da palavra **acromegalia**.

## 1.2 ADENOHIPÓFISE

Certos vertebrados possuem na hipófise uma região denominada lobo intermediário. Esta região é bastante rudimentar na espécie humana, mas também está presente nela. O lobo intermediário produz o **MSH ou hormônio estimulante dos melanócitos ou intermedina**. Esse hormônio regula a atividade de produção de melanina em melanócitos.

Em vertebrados inferiores, como peixes e répteis, o lobo intermediário é muito desenvolvido e secreta grande quantidade de MSH. Essa secreção é regulada, independentemente, pelo hipotálamo, em resposta à quantidade de luz à qual o animal é exposto, ou em resposta a outros fatores ambientais. Nesses casos o MSH atua determinando mudanças de pigmentação na pele, sobretudo na época de reprodução, estando essas alterações relacionadas ao aumento na atração sexual.

Em vertebrados superiores, o MSH determina mudanças de pigmentação dos pelos sazonalmente, para possibilitar melhores condições de camuflagem, como é o caso de mamíferos que vivem no Ártico e tem pelos escuros no verão e brancos no inverno.

Na espécie humana, o MSH é na verdade derivado do ACTH, sendo pois produzido na adenohipófise. O MSH é produzido, entretanto, em tão pequenas concentrações em humanos que praticamente não tem efeito. O ACTH tem efeito sobre os melanócitos em intensidade bem menor, mas como sua concentração no sangue humano é bem maior, acaba sendo o principal responsável pela atividade de melanócitos, excetuando, é claro, o estímulo direto pelo sol.

Tome nota:

### 1.3 NEUROHIPÓFISE

Como já mencionado, a neurohipófise apenas armazena hormônios produzidos por neurônios especiais do hipotálamo, denominados células neurosecretoras. O hipotálamo controla também a liberação desses hormônios.

Os hormônios do hipotálamo armazenados na neurohipófise são:

#### Occitocina

A **occitocina** estimula as contrações uterinas que levam ao parto, tendo ação, pois, sobre a musculatura lisa do miométrio uterino.

Outro importante efeito da occitocina é o de estimular a ejeção do leite pelas glândulas mamárias após o parto. A sucção do mamilo é um dos principais estímulos à liberação de occitocina, levando o leite a ser liberado para a criança.

Mais recentemente, a occitocina passou a ser vista como promotora de efeitos neurológicos, no sentido de promover o surgimento de elos afetivos entre a mãe e a criança. Por esse motivo, e por ser também liberado durante o ato sexual, a occitocina tem sido apelidada nos últimos tempos de “hormônio do amor”.

Experimentos mostram que indivíduos com níveis mais elevados de occitocina no corpo estão mais propensos a criação de vínculos afetivos, inclusive no que diz respeito a aumentar os níveis de confiança nos indivíduos próximos.

#### ADH ou hormônio anti-diurético ou vasopressina

O **ADH ou hormônio anti-diurético ou vasopressina**, estimula a reabsorção de água nos túbulos renais, diminuindo a produção de urina.

De modo bem preciso, o ADH diminui o volume urinário aumentando a permeabilidade de duas regiões do néfron, o ramo ascendente da alça de Henle e a porção inicial do túbulo contorcido distal, normalmente impermeáveis à água. Assim, ocorre maior reabsorção de água dos rins para o sangue, resultando em diminuição na produção de urina e em aumento da volemia, volume de água no sangue. Esse aumento de volemia, por sua vez, leva a um aumento na pressão arterial no indivíduo.

Em dias quentes, a intensa perda de água através do suor faz com que o organismo libere ADH para reduzir a produção de urina, o que levaria a uma excessiva desidratação. Por outro lado, em dias frios, a pequena produção de suor faz com que sobrem mais excretas para serem liberadas pela urina. Além disso, o aumento no metabolismo necessário para aumentar a produção de calor corporal e compensar o frio do ambiente leva à produção de mais excretas. Desse modo, o indivíduo urina mais em dias mais frios.

Quando se ingere bebida alcoólica, observa-se que há um aumento do volume de urina. Isso ocorre porque o álcool inibe a liberação do ADH pela neurohipófise. Devido à liberação inibida de ADH, aumenta a diurese, o que leva o indivíduo à desidratação. Essa desidratação, por sua vez, leva à sede e dor de cabeça características da ressaca. Ainda vai beber, vai?

#### Deficiência de ADH: Diabetes Insipidus

Na deficiência de ADH, ocorre um aumento na diurese e uma redução na volemia. Essa redução no volume de água no sangue conduz a um aumento na glicemia. Perceba que a **quantidade de glicose não se altera**, mas com um menor volume de água no sangue, **umenta a concentração de glicose**. Esse quadro é denominado **diabetes insipidus**, e nele não há eliminação de glicose na urina, como na diabetes mellitus.

## 2. GLÂNDULA PINEAL OU EPÍFISE

A **glândula pineal** ou **epífise** se situa entre os dois hemisférios cerebrais, num ponto posterior à localização da hipófise. A glândula pineal atua na produção do **hormônio melatonina**, que regula o ritmo circadiano ou relógio biológico, principalmente na regulação dos ciclos de sono e vigília.

A diminuição da luminosidade durante a noite leva à produção de melatonina, promovendo o relaxamento no indivíduo e predispondo o mesmo ao sono. De maneira contrária, o aumento da luminosidade pela manhã leva à interrupção na

produção de melatonina, predispondo o indivíduo a acordar. (Nas manhãs de chuva, a maior dificuldade em acordar parece se dar pelo fato de o céu nublado dificultar a passagem dos raios de sol, de modo que, para uma certa hora da manhã, a luminosidade é mais fraca do que seria de se esperar, e os níveis de melatonina circulantes mais altos...)

*O jet lag* é uma condição que ocorre em viajantes submetidos a mudanças muito violentas de fuso horário em curtos períodos de tempo, o que não tem relação com a duração total da viagem, mas sim com o deslocamento no sentido de longitude, leste-oeste. Uma vez que o relógio biológico do indivíduo está adaptado ao fuso horário (e condições de luminosidade) de seu lugar de origem, a adaptação ao novo fuso horário pode fazer com que o indivíduo tenha dificuldade de dormir durante a noite, se mantendo acordado, e dificuldade de dormir durante o dia, com intensa sonolência. Estima-se que, em média, a adequação ao novo fuso horário, com regulação da produção de melatonina em função das novas condições de luminosidade se dê à razão de um dia para cada hora diferente de fuso horário. Assim, para uma diferença de fuso de 8 horas, deve demorar algo em torno de 8 dias para a completa adequação ao novo fuso horário.

Em países localizados em grandes latitudes, o pequeno número de horas de luminosidade por dia nos períodos de inverno leva ao aumento nos níveis médios de melatonina, com efeito depressor sobre o sistema nervoso central. Além de se dormir mais horas por dia nessa época, a ocorrência de episódios de depressão se torna bem mais comum, num fenômeno conhecido como **depressão sazonal**. Por outro lado, o pequeno número de horas de luminosidade por dia nos períodos de verão leva à diminuição nos níveis médios de melatonina, de modo a se dormir menos horas por dia nessa época.

Em alguns mamíferos, chamados **fotoperiódicos**, a reprodução ocorrendo em apenas uma determinada época do ano está condicionada ao período diário de iluminação, que influencia diretamente a produção de melatonina. Como a escuridão estimula a produção de melatonina, sua quantidade no sangue é maior no inverno havendo efeito inibidor sobre os hormônios go-

nadotróficos hipofisários, levando os animais a não se reproduzir nessa época, o que traz a vantagem adaptativa de evitar que os filhotes nasçam numa época com reduzida disponibilidade de alimento. Nos períodos de verão, a maior luminosidade média diminui as quantidades de melatonina no sangue, cessando a inibição sobre os hormônios gonadotróficos hipofisários e permitindo a reprodução nesse período.

### 3. TIMO

O **timo** se situa na região mediana do tórax, à frente do coração e entre os dois pulmões, sendo um órgão linfóide, ou seja, formado por tecido conjuntivo hematopoiético linfóide e relacionado à produção de células de defesa do grupo dos linfócitos.

O principal papel do timo está na produção dos **linfócitos T**, principais células de defesa do sistema imune específico. Acredita-se que todos os linfócitos T do corpo são derivados de células oriundas do timo, dele tendo saído para colonizar o sangue, a medula óssea e os gânglios linfáticos. Existem indícios de que o timo produz o **hormônio timosina**, que estimula a maturação dos linfócitos em todos os órgãos linfóides.

Tome nota: