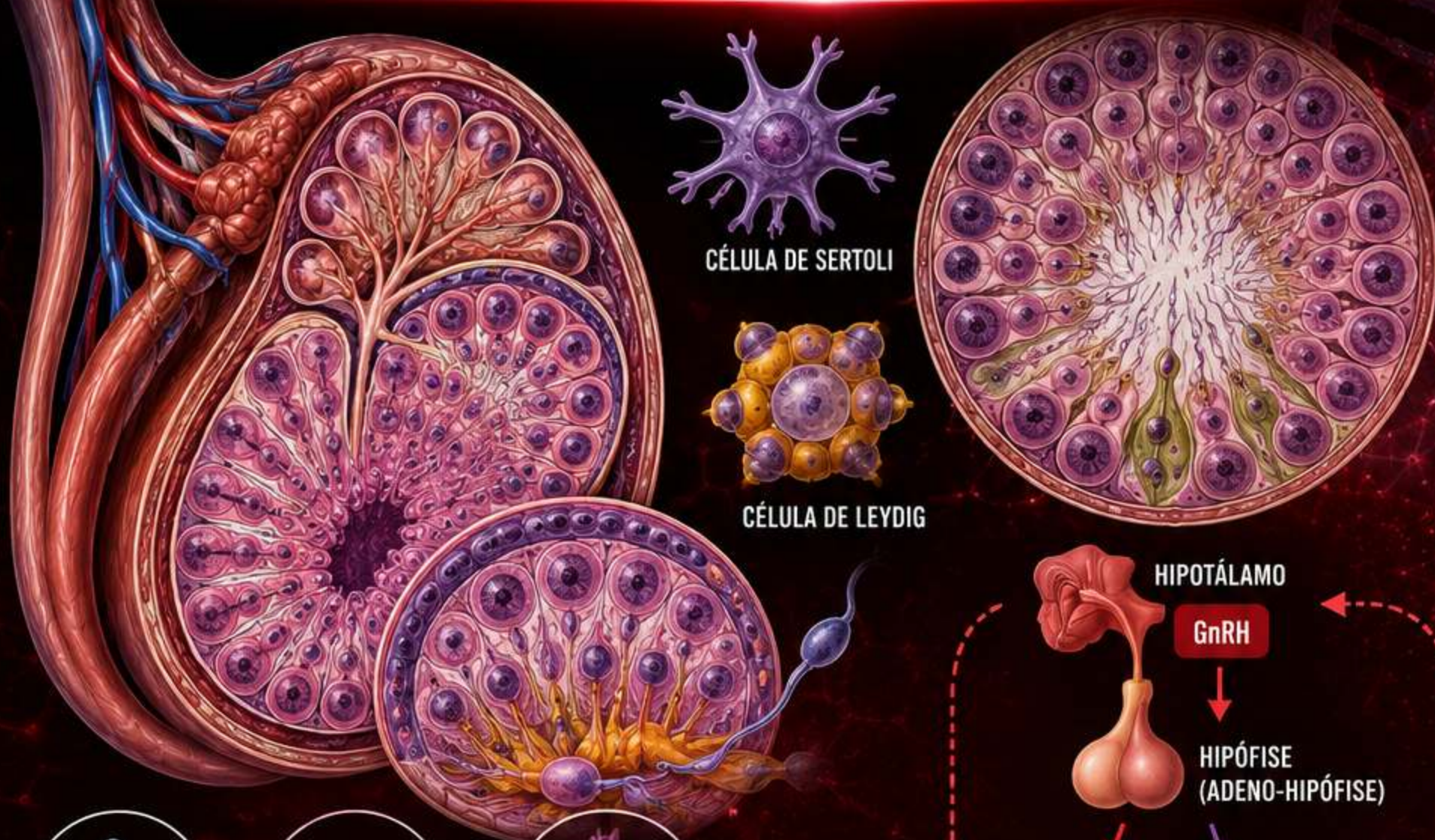


FISIOLOGIA DO SISTEMA REPRODUTOR



CÉLULA DE SERTOLI

CÉLULA DE LEYDIG



TEMPERATURA TESTICULAR ADEQUADA



MATURAÇÃO E ARMAZENAMENTO NO EPIDÍDIMO



GLÂNDULAS ACESSÓRIAS E PLASMA SEMINAL



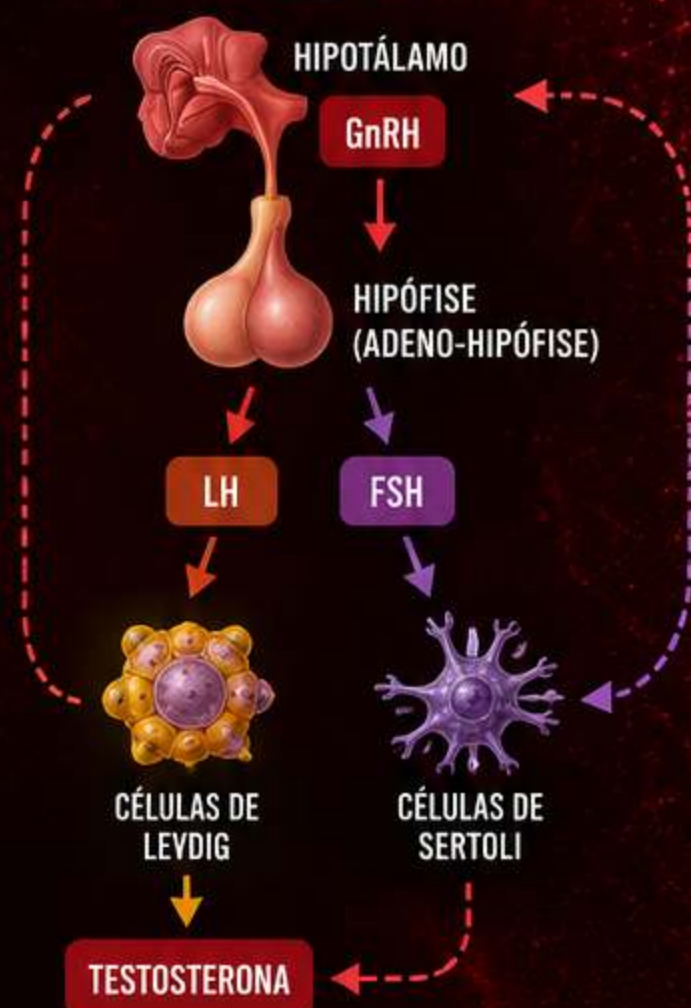
CONTROLE NERVOSO E ENDOCRINO



EMIÇÃO E EJACULAÇÃO



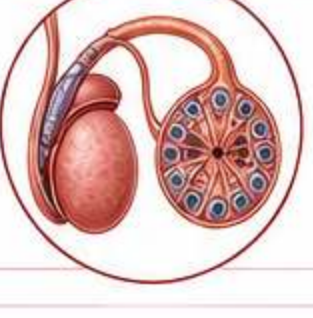
ESPERMATOGÊNESE E QUALIDADE SEMINAL





SUMÁRIO



1		INTRODUÇÃO À FISILOGIA DO SISTEMA REPRODUTOR	1
2		CICLO OVARIANO	8
3		CICLOS REPRODUTIVOS	13
4		FECUNDAÇÃO, GESTAÇÃO E PARTO	19
5		GLÂNDULA MAMÁRIA: PRODUÇÃO DE COLOSTRO E LACTAÇÃO	25
6		SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO	29



Este sumário apresenta os principais tópicos abordados neste material sobre a fisiologia do sistema reprodutor.





SISTEMA REPRODUTOR



FUNÇÃO PRINCIPAL

Produzir gametas, possibilitar a cópula, a fecundação e, nas fêmeas, o desenvolvimento do conceito.

ESTRUTURA, FUNÇÕES E DESENVOLVIMENTO



INTRODUÇÃO

De forma geral, o sistema reprodutor é formado por órgãos especializados na produção de células reprodutivas, chamadas gametas. Nos machos, essas células são os espermatozoides, produzidos nos testículos. Nas fêmeas, são os ovócitos, produzidos nos ovários.

Além das **gônadas**, existem **ductos**, **glândulas**, **órgãos copuladores** e **estruturas externas** que participam do transporte dos gametas, da cópula, da fecundação e, no caso das fêmeas, do desenvolvimento do conceito.

Então, quando falamos em sistema reprodutor, estamos falando de um **conjunto de órgãos** que trabalha de forma integrada e que depende diretamente de **controle endócrino**.

COMPONENTES DO SISTEMA REPRODUTOR



GÔNADAS

Produção de gametas e hormônios sexuais (testículos e ovários).



DUCTOS

Transporte dos gametas (epidídimo, ducto deferente, oviduto, útero, vagina, etc.).



GLÂNDULAS ACESSÓRIAS

Produzem secreções que nutrem e protegem os gametas (vesículas seminais, próstata, glândulas vestibulares, etc.).



ÓRGÃOS COPULADORES

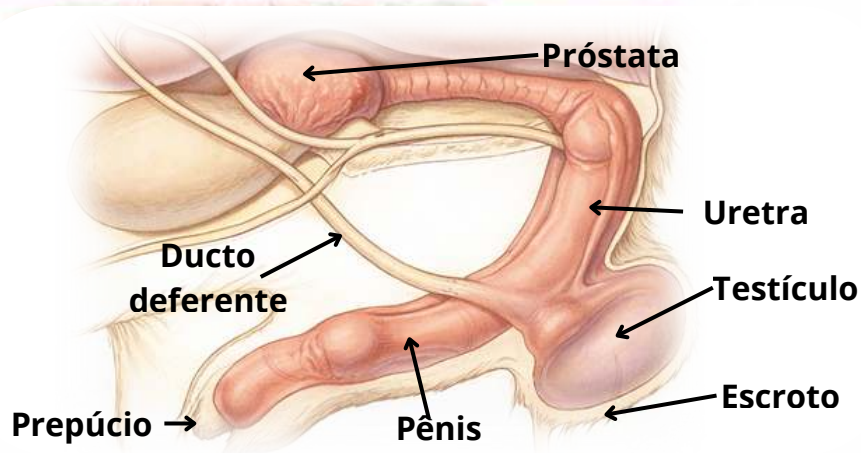
Participam da cópula e da deposição dos gametas (pênis, bulbo do pênis, clitóris, vestibulo, etc.).



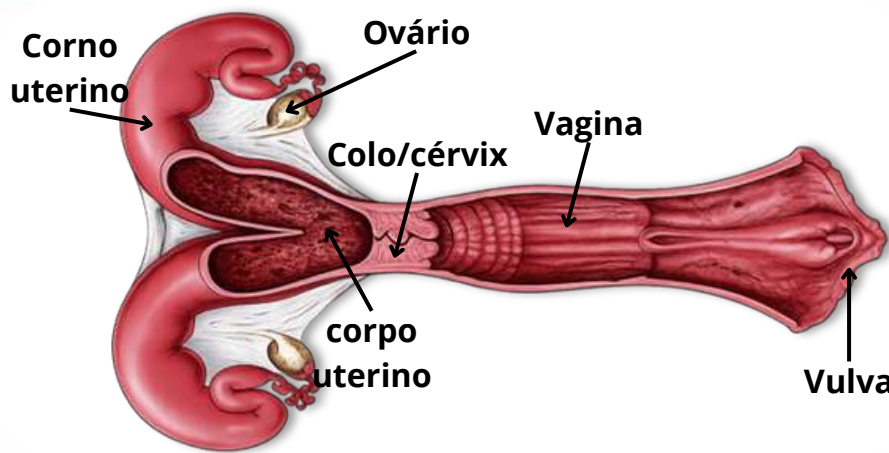
ESTRUTURAS EXTERNAS

Proteção, feromônios e participação no comportamento reprodutivo (prepúcio, escroto, vulva, mamas, etc.).

SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO (ex.: cão)



SISTEMA REPRODUTOR FEMININO (ex.: gata)



DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DAS GÔNADAS

Durante o desenvolvimento embrionário, as gônadas começam de uma forma indiferenciada. Isso significa que, no início, a estrutura embrionária que dará origem ao ovário ou ao testículo ainda não apresenta características claramente masculinas ou femininas. As células germinativas primordiais migram para uma região chamada **crista genital**, onde irão participar da formação da gônada. A partir daí, dependendo do controle genético e hormonal, essa gônada indiferenciada poderá seguir o caminho de desenvolvimento ovariano ou testicular.

CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO

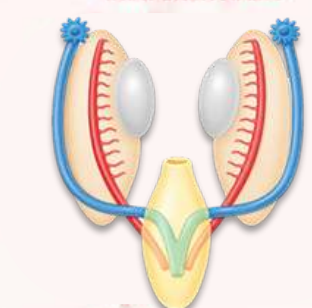


Fatores genéticos (cromossomos sexuais, genes SRY, WNT4, DAX1, SOX9, etc.)



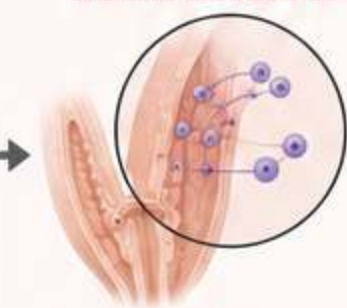
Fatores hormonais (AMH, testosterona, estrógenos, inibinas, entre outros)

1 GÔNADA INDIFERENCIADA



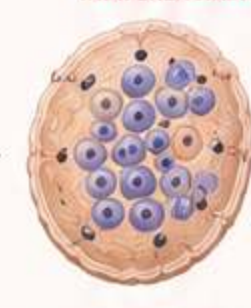
Gônada bipotencial com células germinativas primordiais migrando para a crista genital.

2 MIGRAÇÃO DAS CÉLULAS GERMINATIVAS PRIMORDIAIS



As células germinativas migram pelo mesentério dorsal até a crista genital.

3 GÔNADA INDIFERENCIADA



Formação das células de Sertoli e da granulosa (potencial para testículo ou ovário).

Com SRY e testosterona

Sem SRY (predomínio de estrógenos e WNT4)

DESENVOLVIMENTO TESTICULAR



Estruturas masculinas

DESENVOLVIMENTO OVARIANO



Estruturas femininas



RESUMO VISUAL



Gônadas produzem gametas e hormônios



Ductos transportam os gametas



Glândulas acessórias secretam substâncias



Órgãos copuladores permitem a cópula e deposição dos gametas



Nas fêmeas, ocorre a fecundação e o desenvolvimento do conceito

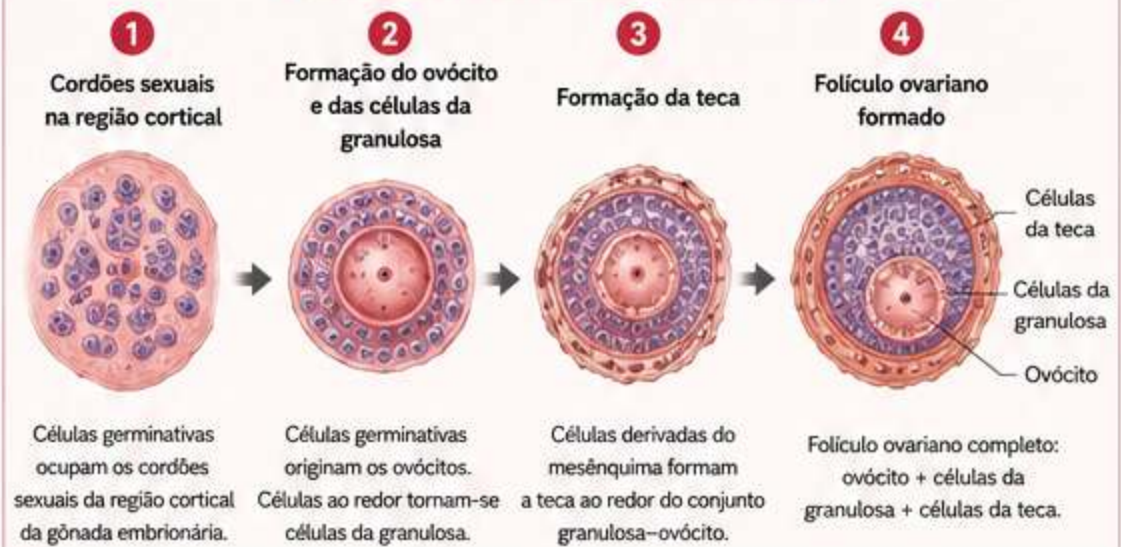


DESENVOLVIMENTO OVARIANO

Nas fêmeas, ocorre o desenvolvimento do ovário. As células germinativas passam a ocupar cordões sexuais localizados principalmente na região cortical da gônada embrionária. Essas células irão originar os ovócitos, enquanto outras células ao redor formarão as células foliculares, que posteriormente serão chamadas de células da granulosa. Ao redor desse conjunto, células derivadas do mesênquima formarão a teca.

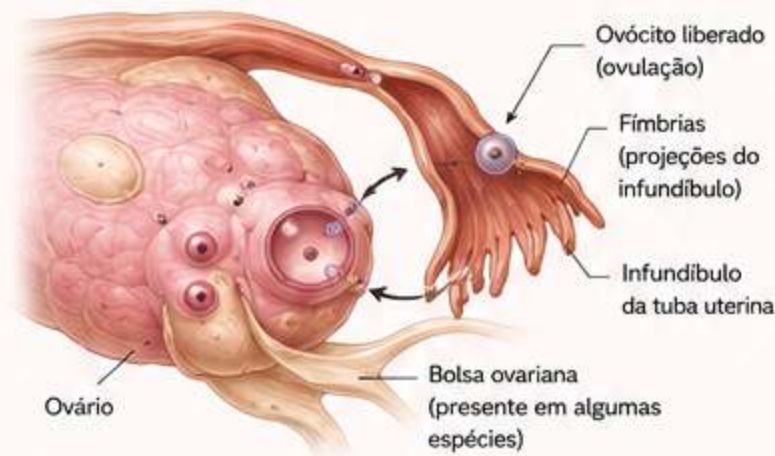
O resultado é a formação do **folículo ovariano**, que é composto pelo ovócito, pelas células da granulosa e pelas células da teca. Essa organização é fundamental, porque o folículo não é apenas uma estrutura que abriga o ovócito; ele também tem intensa atividade hormonal, principalmente na produção de estrógenos.

FORMAÇÃO DO FOLÍCULO OVARIANO



OVULAÇÃO E CAPTAÇÃO DO OVÓCITO

Nas fêmeas, não existe conexão direta entre o ovócito e a tuba uterina. Quando ocorre a ovulação, o ovócito é liberado pela **superfície do ovário** e precisa ser captado pelo infundíbulo da tuba uterina.



DIFERENÇAS ENTRE FÊMEAS E MACHOS

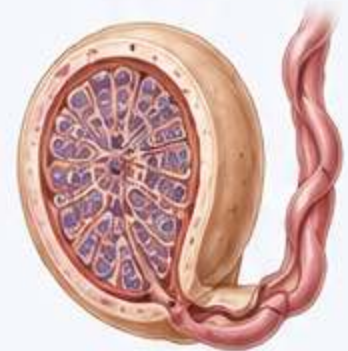
FÊMEAS

O ovócito é liberado do ovário e captado pela tuba uterina (infundíbulo com fimbrias).



MACHOS

As células germinativas seguem por um sistema tubular contínuo (ductos seminíferos).



DESENVOLVIMENTO TESTICULAR

Nos machos, o desenvolvimento embrionário do testículo também começa com a migração das células germinativas para gônada embrionária. A diferença é que os cordões sexuais se aprofundam em direção à medula da gônada embrionária e passam a se conectar com estruturas derivadas do mesonefro, que é uma estrutura embrionária relacionada ao rim primitivo.

As células dos cordões sexuais originam as células de Sertoli, enquanto o mesênquima origina as células de Leydig.

As células de Sertoli terão papel fundamental no suporte da espermatogênese e na produção do hormônio antimülleriano. Já as células de Leydig serão responsáveis pela produção de **testosterona**.

DIFERENCIAÇÃO DAS CÉLULAS TESTICULARES

CÉLULAS DE SERTOLI



- Originadas dos cordões sexuais
- Suporte à espermatogênese
- Produção do hormônio antimülleriano (AMH)

CÉLULAS DE LEYDIG



- Originadas do mesênquima
- Produção de testosterona

ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO TESTICULAR



VISÃO GERAL TESTICULAR



RESUMO VISUAL



Nas fêmeas: formação do folículo ovariano (ovócito + células da granulosa + células da teca).



O ovócito é liberado na ovulação e captado pelo infundíbulo da tuba uterina.



Nos machos: cordões sexuais originam células de Sertoli; mesênquima origina células de Leydig.



Células de Sertoli: suporte à espermatogênese e produção de AMH.
Células de Leydig: produção de testosterona.



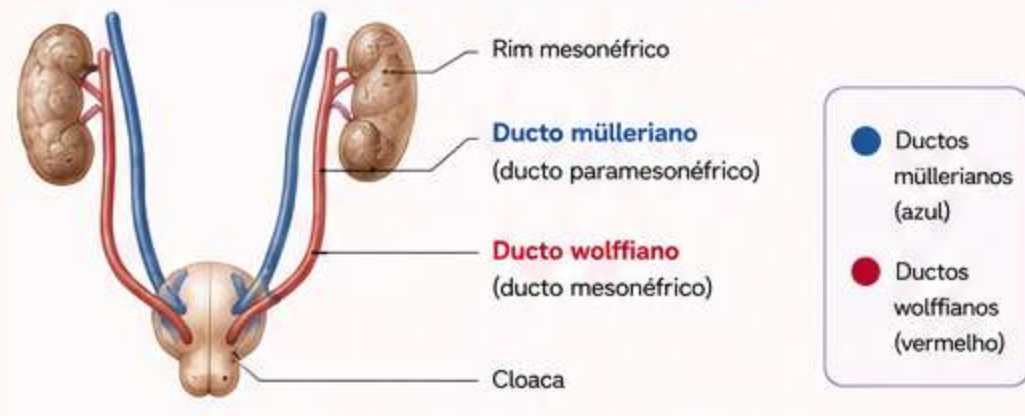
Outro conceito essencial é a **diferenciação sexual**.

A formação dos órgãos genitais internos e externos depende da presença ou ausência de hormônios produzidos pela gônada em desenvolvimento.

Repare que nas estruturas indiferenciadas, existem os ductos müllerianos na cor azul, também chamados de ductos paramesonéfricos, e os ductos wolffianos, na cor vermelha, também chamados de ductos mesonéfricos.

O desenvolvimento do sistema reprodutor segue dois caminhos dependendo do tipo de gônada que se forma: **ovário** ou **testículo**.

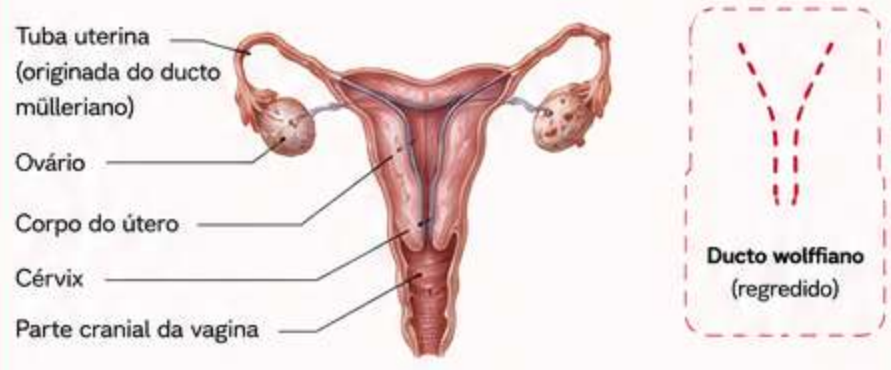
ESTRUTURA INDIFERENCIADA (EMBRIÃO)



DESENVOLVIMENTO FEMININO (OVÁRIO)

Quando a gônada se desenvolve como **ovário**, não há produção significativa de testosterona durante essa fase embrionária.

- Os ductos müllerianos se desenvolvem e originam estruturas do trato reprodutor feminino.
- Os ductos wolffianos regredem.



ESTRUTURAS ORIGINADAS DO DUCTO MÜLLERIANO



DESENVOLVIMENTO MASCULINO (TESTÍCULO)

Quando a gônada se desenvolve como **testículo**, o processo é diferente.

- As células de Sertoli produzem o hormônio antimülleriano (AMH), que causa regressão dos ductos müllerianos.
- As células de Leydig produzem testosterona, que mantém os ductos wolffianos e permite a formação de estruturas do trato reprodutor masculino.



ESTRUTURAS ORIGINADAS DO DUCTO WOLFFIANO



Portanto, o desenvolvimento masculino exige uma **ação ativa dos testículos**, por meio da produção hormonal. Na ausência dessa ação testicular, o padrão de desenvolvimento tende a seguir a via feminina.

DESENVOLVIMENTO DA GENITÁLIA EXTERNA

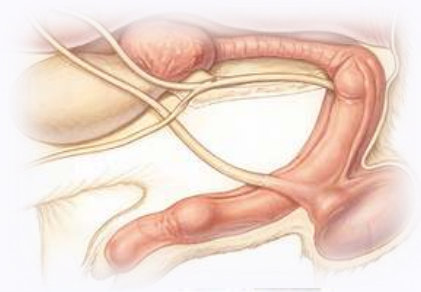
A testosterona também é importante para o desenvolvimento da genitália externa masculina. Em muitos tecidos, ela precisa ser convertida em di-hidrotestosterona (DHT) por uma enzima chamada 5-alfa-redutase. A di-hidrotestosterona tem ação mais potente na masculinização dos tecidos.



PRESENÇA DE ANDRÓGENOS (TESTOSTERONA)



A DHT promove a masculinização da genitália externa.



ESTRUTURAS QUE SE DESENVOLVEM

- Pênis
- Prepúcio
- Escroto
- Abertura uretral no pênis



AUSÊNCIA DE ANDRÓGENOS

Na ausência de testosterona/DHT, ocorre o desenvolvimento da genitália externa feminina.



ESTRUTURAS QUE SE DESENVOLVEM

- Vulva
- Lábios (maiores e menores)
- Clitóris
- Abertura uretral na vulva



Gônada indiferenciada com ductos müllerianos (azul) e wolffianos (vermelho).



Ovário: não há testosterona significativa → ductos müllerianos se desenvolvem e ductos wolffianos regredem.



Testículo: AMH faz regredir os ductos müllerianos e a testosterona mantém os ductos wolffianos.



Testosterona → DHT: forma pênis e escroto. Ausência de andrógenos: forma vulva, lábios e clitóris.



CONTROLE HORMONAL DA REPRODUÇÃO

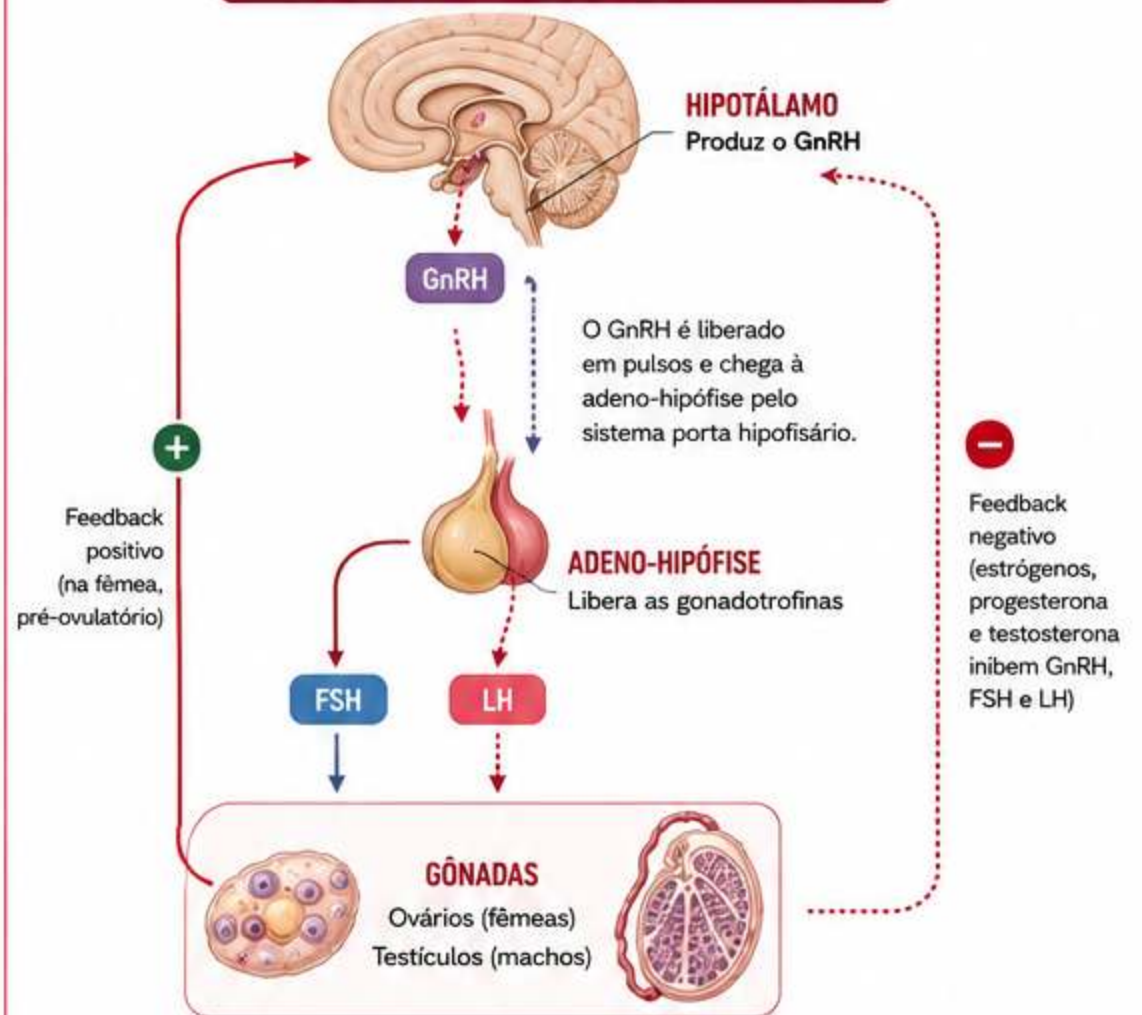
Depois de entender a formação inicial dos órgãos, precisamos falar sobre o controle hormonal da reprodução.

A atividade reprodutiva não depende apenas das gônadas. Ela é controlada por um eixo endócrino formado pelo hipotálamo, pela hipófise e pelas gônadas. Esse eixo é chamado de **eixo hipotálamo-hipófise-gonadal**.

O hipotálamo produz o **GnRH**, que é o hormônio liberador de gonadotrofinas. Esse hormônio chega até a adeno-hipófise por meio do sistema porta hipofisário e estimula a liberação de duas gonadotrofinas muito importantes: o **FSH** e o **LH**.

Então, apesar de os mesmos hormônios existirem nos dois sexos, suas funções variam de acordo com a organização do sistema reprodutor.

EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-GONADAL



AÇÕES DO FSH E DO LH



FÊMEAS (OVÁRIO)

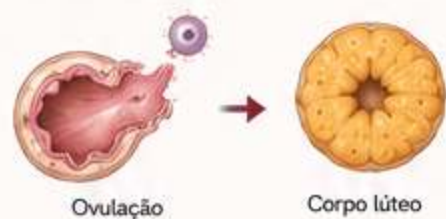
FSH

- Estimula o crescimento e o desenvolvimento dos folículos ovarianos.



LH

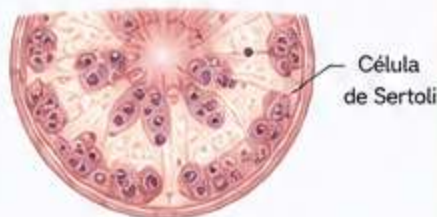
- Atua na fase final de maturação folicular.
- Desencadeia a ovulação.
- Promove a luteinização do folículo e a formação do corpo lúteo.



MACHOS (TESTÍCULO)

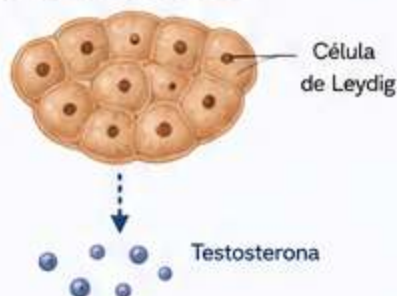
FSH

- Atua junto às células de Sertoli, participando do suporte à espermatogênese.



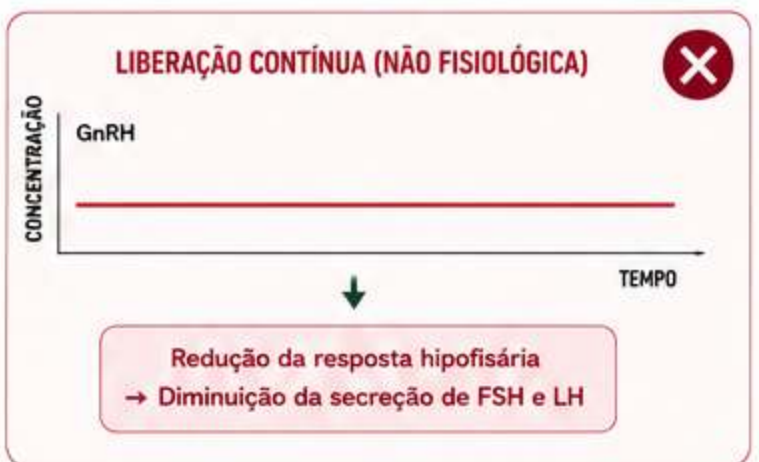
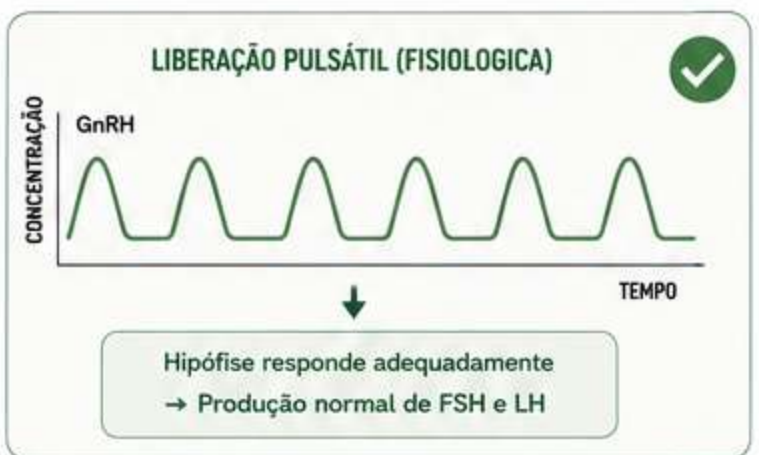
LH

- Estimula as células de Leydig a produzirem testosterona.



LIBERAÇÃO PULSÁTIL DO GnRH

Um detalhe muito importante é que o GnRH não deve ser liberado de forma contínua, mas sim em **pulsos**.



RESUMINDO AS FUNÇÕES

- Hipotálamo: produz GnRH em pulsos.
- Adeno-hipófise: libera FSH e LH.
- FSH: estimula folículos ovarianos (fêmeas) e atua nas células de Sertoli (machos).
- LH: promove ovulação e formação do corpo lúteo (fêmeas) e estimula células de Leydig a produzir testosterona (machos).
- Gônadas produzem hormônios sexuais (estrógenos, progesterona e testosterona) que exercem feedback sobre o hipotálamo e a hipófise.



RESUMO VISUAL



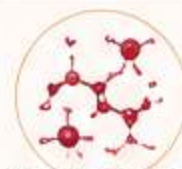
Hipotálamo libera GnRH em pulsos



Adeno-hipófise libera FSH e LH



FSH e LH agem sobre ovários ou testículos



Gônadas produzem hormônios sexuais (estrógenos, progesterona e testosterona)



Hormônios sexuais exercem feedback negativo (na maioria das situações)

Nas fêmeas, a liberação de **FSH e LH** muda ao longo do **ciclo estral**, acompanhando as fases de desenvolvimento dos folículos e do corpo lúteo.

Durante a **fase folicular**, os folículos em crescimento produzem **estrógenos**, e esses hormônios ajudam a regular a atividade do hipotálamo e da hipófise.

Na maior parte do tempo, em baixas concentrações, o estrógeno atua como um sinal de controle, geralmente dando **feedback negativo** e evitando uma liberação exagerada de gonadotrofinas.

Porém, quando o folículo dominante está bem desenvolvido e pronto para ovular, ele passa a produzir estrógeno em quantidade maior e de forma sustentada. Nesse momento, o organismo interpreta esse aumento como um sinal de que o folículo atingiu a maturidade, ou seja, ocorre **feedback positivo**.

A resposta do eixo hipotálamo-hipófise é liberar uma grande quantidade de LH, formando o chamado **pico pré-ovulatório de LH**. Esse pico é o estímulo que provoca as alterações finais no folículo e permite a ovulação.

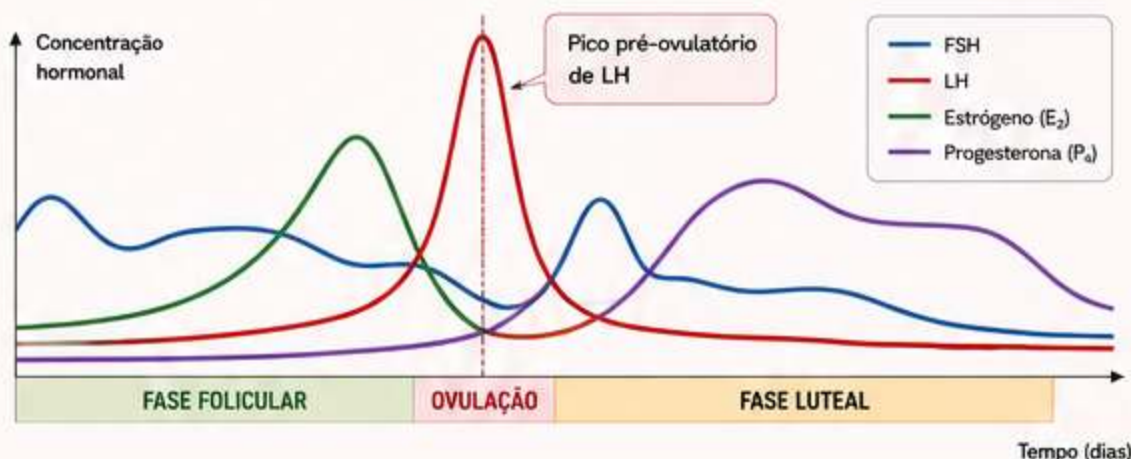
Portanto, a ovulação não acontece de forma isolada ou por acaso; ela é resultado de uma sequência hormonal bem coordenada, em que o próprio folículo sinaliza que está pronto para liberar o ovócito.

CICLO ESTRAL: DINÂMICA HORMONAL E OVARIANA

Sequência dos eventos ovarianos

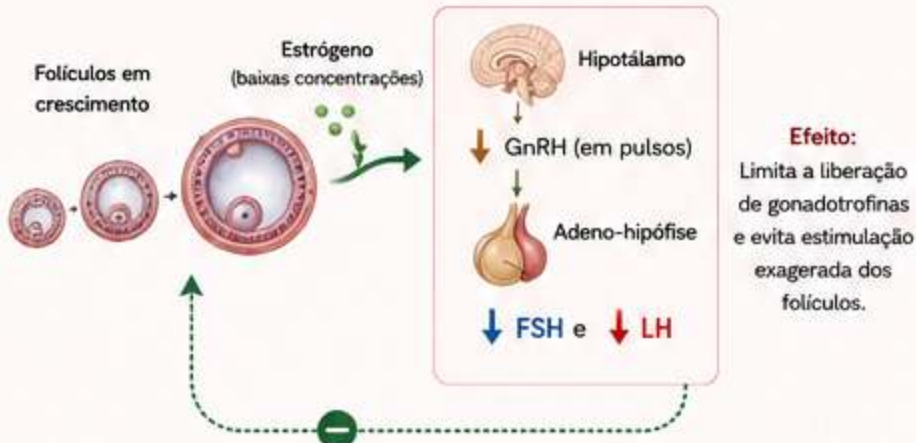


Variação dos hormônios ao longo do ciclo estral (esquema geral)



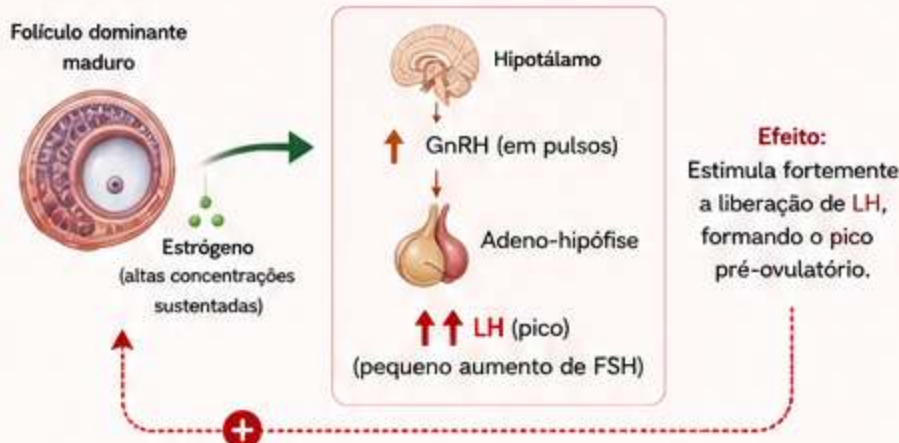
FEEDBACK NEGATIVO (maior parte do ciclo)

Baixas concentrações de estrógeno exercem feedback negativo sobre o eixo hipotálamo-hipófise.



FEEDBACK POSITIVO (pré-ovulação)

Altas concentrações sustentadas de estrógeno exercem feedback positivo sobre o eixo hipotálamo-hipófise.



PICO PRÉ-OVULATÓRIO DE LH → OVULAÇÃO



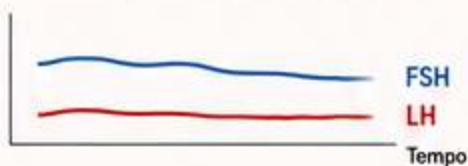
FASE LUTEAL



Após a ovulação, o **corpo lúteo** produz principalmente progesterona.

Progesterona exerce feedback negativo sobre o hipotálamo e a hipófise.

Isso mantém as concentrações de FSH e LH baixas, evita novas ovulações e estabiliza o ambiente uterino.



IMPORTANTE

A ovulação é resultado de uma sequência hormonal bem coordenada, na qual o folículo dominante, ao produzir altas concentrações sustentadas de estrógeno, sinaliza que está pronto para liberar o ovócito.



O pico pré-ovulatório de LH é o gatilho essencial para que a ovulação ocorra.



RESUMO VISUAL

Hipotálamo libera GnRH em pulsos

Adeno-hipófise libera FSH e LH

Folículos produzem estrógeno

Baixas [E₂] = feedback negativo (↓ FSH e LH)

Altas [E₂] sustentadas = feedback positivo

Pico de LH

Ovulação

FASE LÚTEA: CORPO LÚTEO E PROGESTERONA

Depois da ovulação, forma-se o **corpo lúteo**, uma estrutura ovariana temporária responsável pela produção de progesterona.

A **progesterona** é o hormônio predominante da fase lútea e tem papel fundamental na preparação e manutenção do ambiente uterino para uma possível gestação.

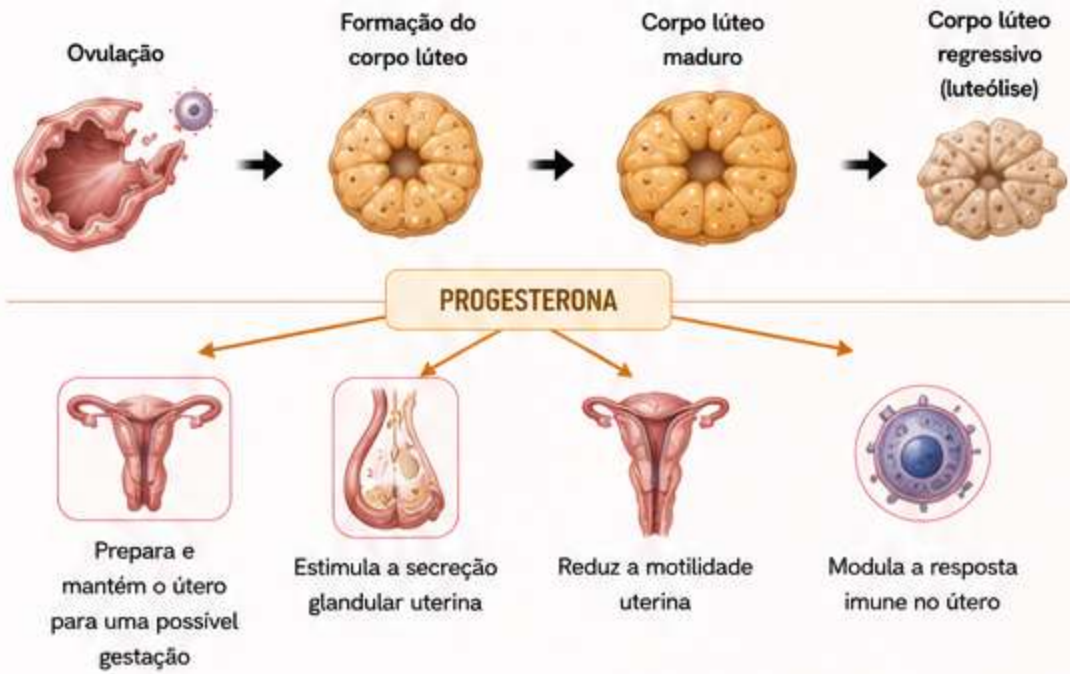
Ela também exerce **feedback negativo** sobre o eixo hipotálamo-hipófise, reduzindo a frequência dos pulsos de **GnRH** e, consequentemente, modulando a secreção de **FSH** e **LH**.

Isso impede que novos eventos ovulatórios ocorram de forma desorganizada durante a fase lútea.



Em outras aulas vamos nos aprofundar no processo de ovulação.

FORMAÇÃO E FUNÇÃO DO CORPO LÚTEO



FEEDBACK NEGATIVO DA PROGESTERONA



PERFIL HORMONAL AO LONGO DO CICLO ESTRAL

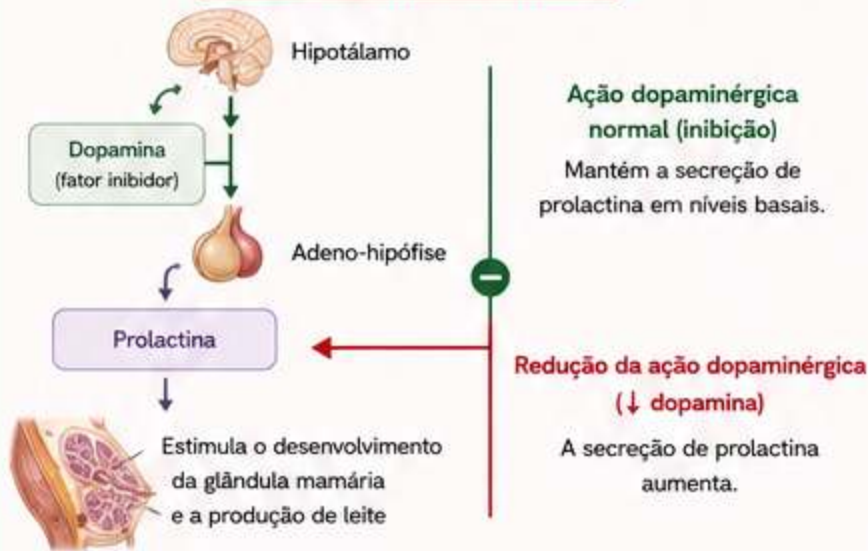


PROLACTINA: PRODUÇÃO, CONTROLE E FUNÇÕES

Outro hormônio importante na reprodução é a **prolactina**. Ela é produzida pela adeno-hipófise e está muito associada ao desenvolvimento da glândula mamária e à lactação.

Diferente de muitos outros hormônios hipofisários, a prolactina sofre um **controle inibitório** muito importante pelo hipotálamo.

CONTROLE DA PROLACTINA



FUNÇÕES DA PROLACTINA

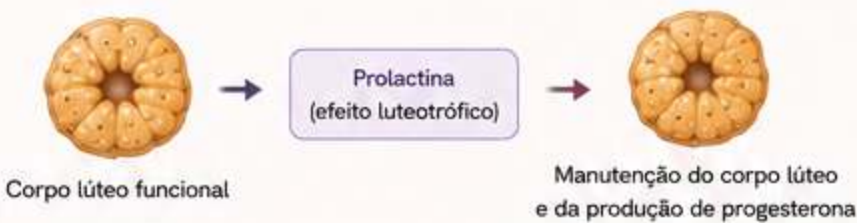
1 Desenvolvimento da glândula mamária e lactação



Estimula o crescimento e o desenvolvimento da glândula mamária e a **produção de leite** após o parto.

2 Função luteotrófica (em algumas espécies)

A prolactina pode auxiliar na manutenção do corpo lúteo, prolongando sua atividade e a produção de progesterona.



RESUMO VISUAL



♂ CONTROLE HORMONAL NOS MACHOS

Nos machos, o controle hormonal segue a mesma lógica geral do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, mas com uma diferença importante: **não há necessidade de um pico hormonal** para romper a superfície de uma gônada, como acontece nas fêmeas.

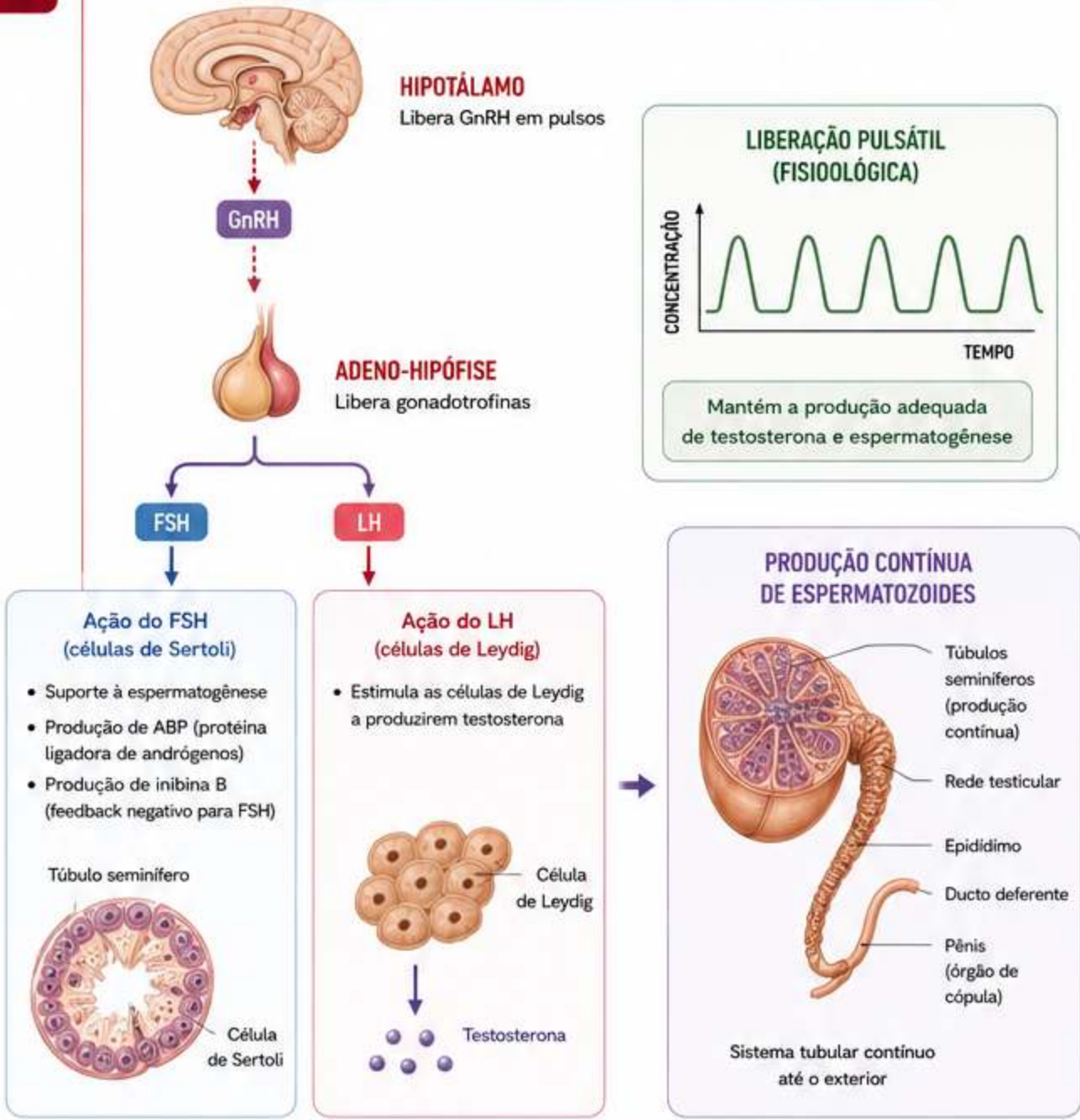
A produção de espermatozoides ocorre **continuamente** nos túbulos seminíferos, e esses gametas seguem por um sistema tubular até o exterior.

Assim, a secreção de GnRH, FSH, LH e testosterona também ocorre de forma **pulsátil**, mas sem a necessidade de um pico ovulatório.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS NO MACHO

- ✓ Produção contínua de espermatozoides
- ✓ Sistema tubular contínuo até o exterior
- ✓ Secreção pulsátil de GnRH, FSH, LH e testosterona
- ✓ Não há pico ovulatório

EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-GONADAL NO MACHO



Resumindo

O sistema reprodutor é um sistema anatômico, funcional e endócrino, que envolve órgãos especializados, células germinativas, ductos, estruturas externas e uma regulação hormonal precisa.

1. DESENVOLVIMENTO SEXUAL

- Gônadas indiferenciadas originam ovários ou testículos.
- Testículo: células de Sertoli (AMH) e células de Leydig (testosterona).
- Ovário: formação dos folículos (ovócito, células da granulosa e da teca).
- Diferenciação dos ductos (müllerianos e wolffianos) e da genitália externa depende da presença ou ausência de hormônios.

2. ATIVIDADE REPRODUTIVA (APÓS A PUBERDADE)

- Controlada pelo eixo hipotálamo-hipófise-gonadal.
- GnRH (pulsátil) → FSH e LH.
- **Fêmeas:**
 - Fase folicular: FSH estimula folículos e produção de estrógeno.
 - Pico de LH → ovulação.
 - Fase lútea: corpo lúteo produz progesterona (feedback negativo).
- **Machos:**
 - Produção contínua de espermatozoides.
 - FSH (Sertoli) e LH (Leydig) → testosterona.

3. PRINCIPAIS HORMÔNIOS ENVOLVIDOS

- GnRH: liberado pelo hipotálamo em pulsos.
- FSH: desenvolvimento folicular (fêmeas) e suporte à espermatogênese (machos).
- LH: ovulação e corpo lúteo (fêmeas); estimula células de Leydig (machos).
- Estrógeno: crescimento folicular e feedback (negativo e positivo).
- Progesterona: prepara e mantém o útero; feedback negativo.
- Testosterona: espermatogênese, manutenção das características sexuais e comportamento.
- Prolactina: desenvolvimento mamário, lactação e função luteotrófica (em algumas espécies).
- Inibina: produzida pelas células de Sertoli e granulosa; inibe FSH.

4. IDEIAS-CHAVE

- ✓ A reprodução depende da integração entre sistema nervoso e endócrino.
- ✓ O padrão de liberação hormonal (pulsátil) é essencial para a função reprodutiva.
- ✓ Nas fêmeas, o folículo sinaliza sua maturidade com o aumento sustentado de estrógeno, provocando o pico de LH e a ovulação.
- ✓ Nos machos, não há pico ovulatório; a produção de espermatozoides é contínua.
- ✓ Hormônios regulam o desenvolvimento, a atividade reprodutiva e a manutenção das funções reprodutivas.

DIFERENÇAS ENTRE ESPÉCIES (EXEMPLOS)

 BOVINOS Ciclo estral com corpo lúteo estável. Importância da progesterona para manutenção gestacional.	 EQUINOS Ovulação induzida pelo pico de LH. Corpo lúteo grande e persistente.	 OVINOS Ciclo estral sazonal (curto dia). Corpo lúteo pode ser mais variável.	 CÃES Ciclo estral monoestral. Ovulação induzida pelo pico de LH.	 SUÍNOS Poliéstricas contínuas. Corpo lúteo funcional até o dia 12-14 da gestação.	 AVES Não possuem ciclo estral. Ovulação hierárquica em sequência.
---	--	--	--	---	---

 Nos próximos capítulos, VAMOS APROFUNDAR O ESTUDO DA FISIOLÓGIA DO SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO E FEMININO, COM FOCO NOS ÓRGÃOS, SUAS FUNÇÕES, AS DIFERENÇAS ENTRE AS ESPÉCIES DOMÉSTICAS E A IMPORTÂNCIA CLÍNICA DESSAS ESTRUTURAS.

O CICLO OVARIANO

O ciclo ovariano pode ser entendido como o intervalo entre duas ovulações sucessivas em uma fêmea não gestante. Esse ciclo é dividido em duas grandes fases: a **fase folicular** e a **fase lútea**. A **ovulação** é o evento que separa essas duas fases.



Para entender esse ciclo, precisamos lembrar que o ovário não é uma estrutura estática. Ele está em constante transformação.

ANTES DA OVULAÇÃO
Predomina a atividade dos folículos ovarianos, principalmente com produção de **estrógeno**.



DEPOIS DA OVULAÇÃO
Predomina a atividade do corpo lúteo, com produção de **progesterona**.

- ✓ Folículos crescem
- ✓ Alguns regredem
- ✓ Um ou mais podem se tornar dominantes
- ✓ Ocorre ovulação
- ✓ Forma-se o corpo lúteo
- ✓ E, se não houver gestação, esse corpo lúteo regride



Então, ao longo do ciclo, o ovário muda tanto do ponto de vista anatômico quanto funcional e hormonal.

VISÃO GERAL DAS TRANSFORMAÇÕES OVARIANAS



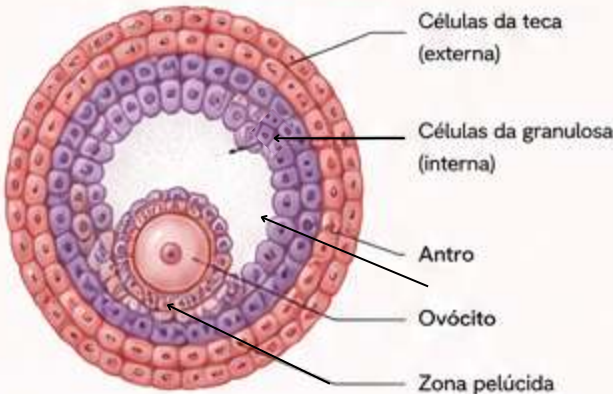
1ª FASE: FASE FOLICULAR

Nessa fase, ocorre o crescimento dos folículos ovarianos. A gente pode encontrar folículos em diversos estágios diferentes de maturação.

Esses folículos contêm o **ovócito** e são formados por células da **granulosa** e **células da teca**.

Como vimos na aula anterior, essas células trabalham juntas na **produção de estrógenos**.

FOLÍCULO OVARIANO ANTRAL



CÉLULAS DA TECA

Sob influência do LH, produzem **andrógenos**.

CÉLULAS DA GRANULOSA

Sob influência do FSH, convertem andrógenos em **estrógenos**.

Esse é o chamado **mecanismo de duas células para produção de estrógeno**.

O MECANISMO DE DUAS CÉLULAS PARA PRODUÇÃO DE ESTRÓGENO

1 CÉLULAS DA TECA — ação do LH

As células da teca ficam mais externamente no folículo e respondem principalmente ao **LH**.

Quando o LH age sobre essas células, ele estimula a produção de **andrógenos**, como:

- Androstenediona
- Testosterona



ANDRÓGENOS
(matéria-prima)

Os andrógenos difundem-se através da membrana basal para as células da granulosa.

2 CÉLULAS DA GRANULOSA — ação do FSH

As células da granulosa ficam mais próximas do ovócito e respondem principalmente ao **FSH**.

Sob ação do FSH, essas células passam a expressar a enzima **450 aromatase (CYP19A1)**, que converte os andrógenos em **estrógenos**, principalmente em:

- Estradiol (E₂)

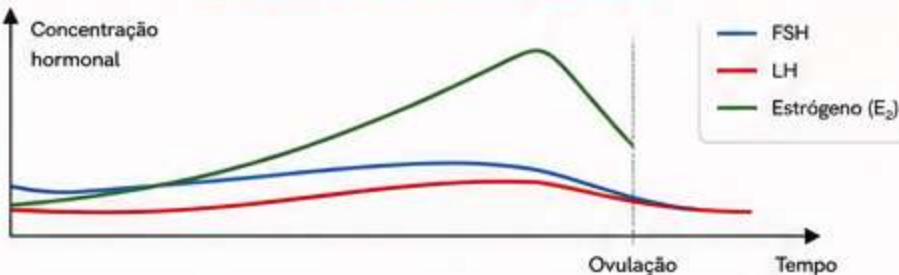


ESTRÓGENOS
(produto final)



A **teca** fornece a matéria-prima (andrógenos) e a **granulosa** transforma essa matéria-prima em estrógeno. Por isso esse processo é chamado de **mecanismo de duas células**, porque uma célula sozinha não realiza todo o processo; a produção de estrógeno depende da ação conjunta da teca e da granulosa, sob controle de **dois hormônios: LH e FSH**.

VARIAÇÃO HORMONAL NA FASE FOLICULAR



Durante a fase folicular, o estrógeno aumenta gradualmente até atingir níveis suficientes para desencadear o pico pré-ovulatório de LH.

PONTOS-CHAVE DA FASE FOLICULAR



Crescimento e seleção do folículo dominante



Produção crescente de estrógeno pelas células da granulosa



Estrógeno promove proliferação do endométrio e feedback negativo sobre o eixo hipotálamo-hipófise (reduz pulsos de GnRH, FSH e LH)

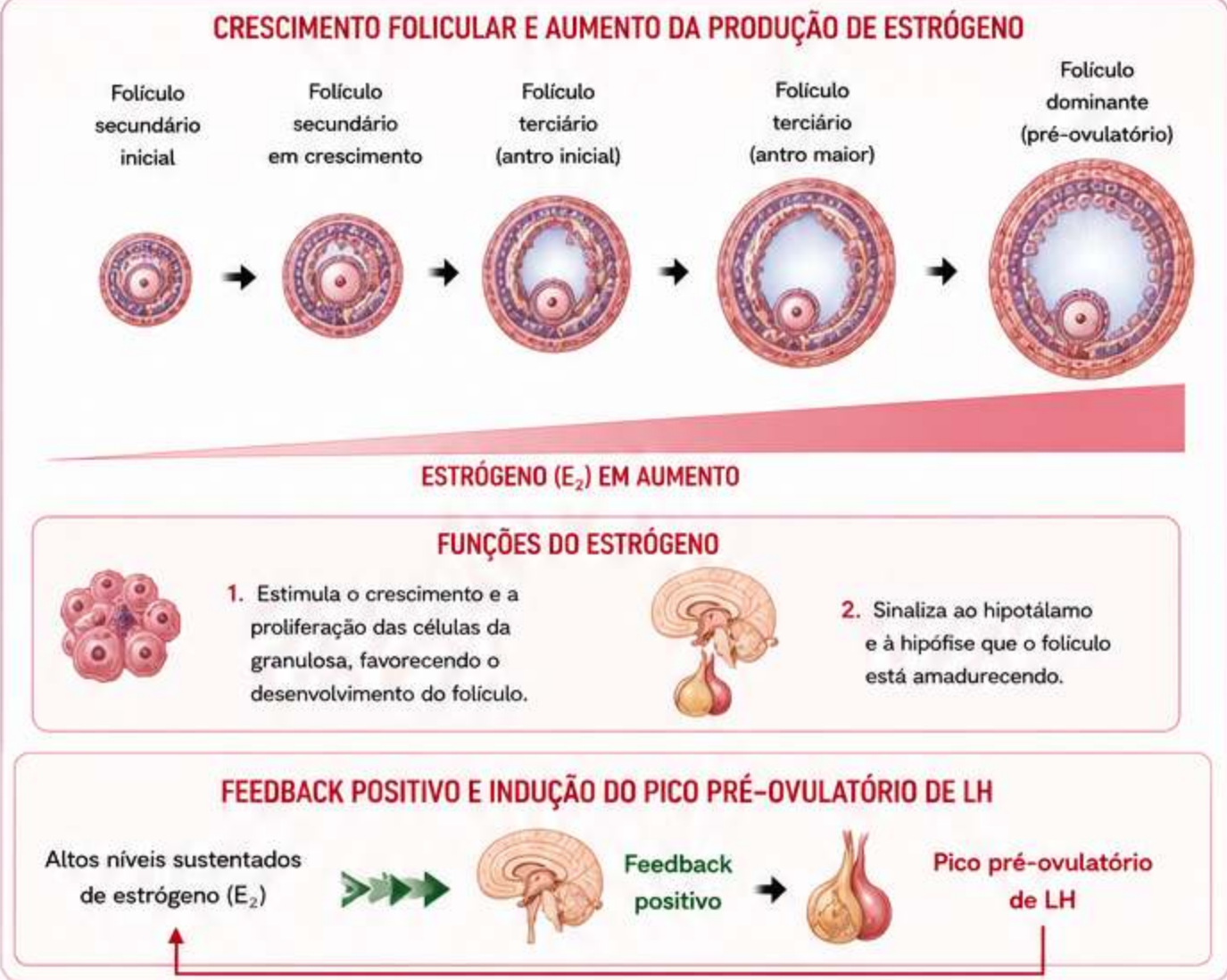


Quando o estrógeno atinge níveis altos e sustentados, ocorre **feedback positivo** e induz o pico de LH que provoca a ovulação.

Conforme o folículo cresce, ele passa a produzir quantidades cada vez maiores de estrógeno. Esse estrógeno tem funções importantes.

- ✓ **Primeiro**, ele estimula o crescimento e a proliferação das células da granulosa, favorecendo o desenvolvimento do próprio folículo.
- ✓ **Segundo**, ele sinaliza ao hipotálamo e à hipófise que aquele folículo está amadurecendo.

Quando o folículo atinge um estágio avançado de maturação e a produção de estrógeno se mantém elevada por um período suficiente, ocorre o **feedback positivo**, que induz o pico pré-ovulatório de LH.



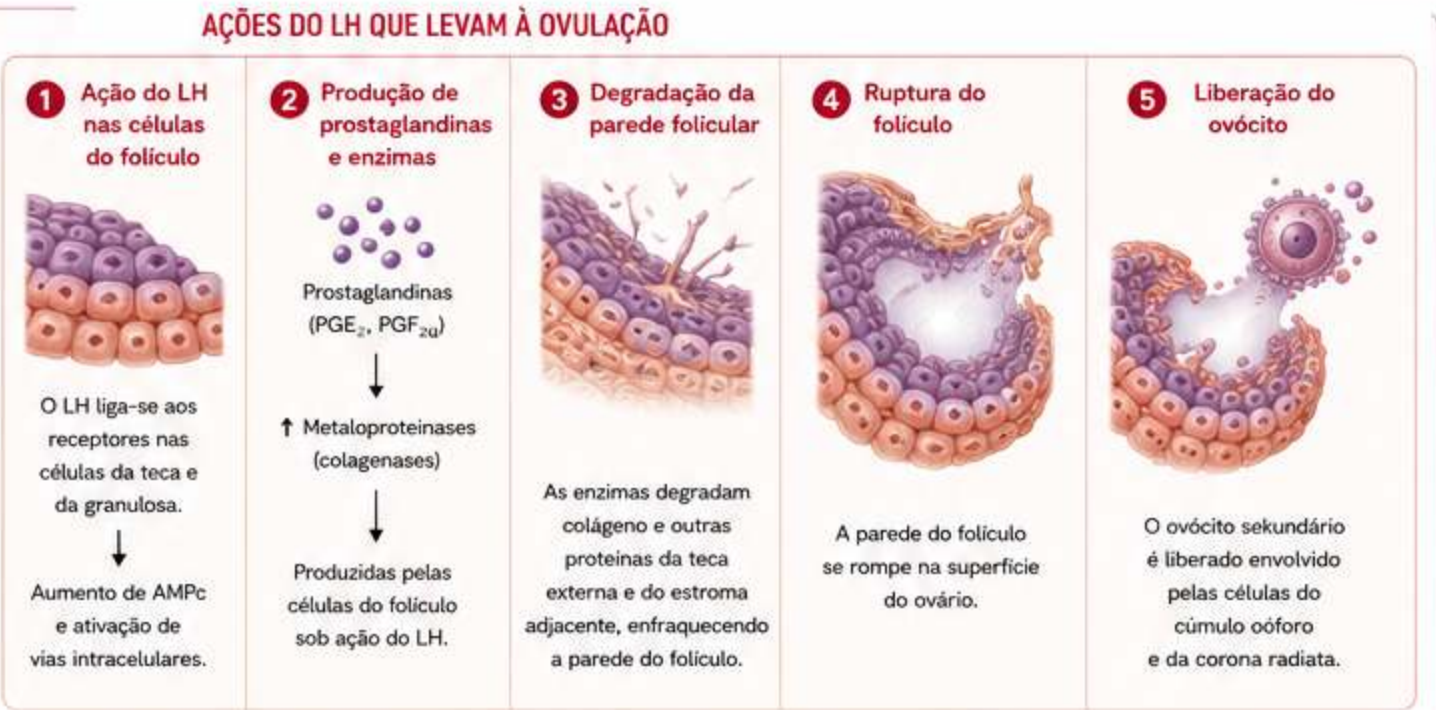
O pico de LH funciona como o sinal final para o folículo ovular. Esse hormônio age nas células do folículo e desencadeia várias mudanças ao mesmo tempo, que já vamos conversar melhor sobre elas.



Uma dessas mudanças é o estímulo da produção de substâncias como prostaglandinas e enzimas que enfraquecem a parede do folículo, degradando parte do tecido conjuntivo ao redor.

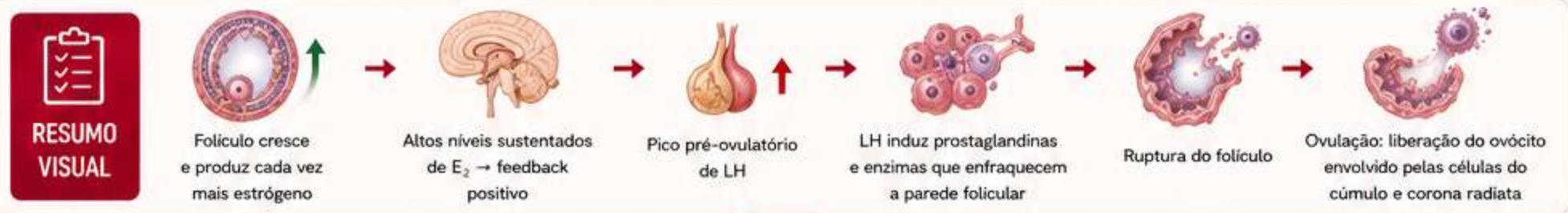
Com essa região mais frágil, o folículo se rompe na superfície do ovário e libera o ovócito, envolvido pelas células que o acompanham.

Portanto, o LH não “empurra” simplesmente o ovócito para fora; ele coordena uma série de alterações hormonais, celulares e teciduais que tornam a parede folicular capaz de se romper e permitir a ovulação.



! IMPORTANTE

A ovulação é o resultado de um processo coordenado pelo LH que envolve mudanças hormonais, celulares e teciduais.



Na maioria das espécies domésticas, como vacas, cabras, ovelhas, porcas, cadelas e outras, esse pico de LH começa aproximadamente **24 horas** antes da ovulação.

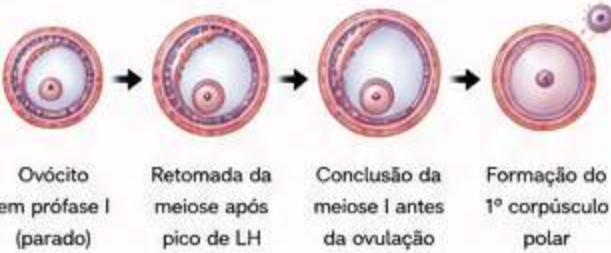
Como falado, esse hormônio desencadeia uma série de mudanças dentro do folículo antes mesmo do processo de ovulação.



O QUE ACONTECE NO FOLÍCULO ANTES DA OVULAÇÃO: AÇÃO DO PICO DE LH

1 RETOMADA DA MEIOSE PELO OVÓCITO

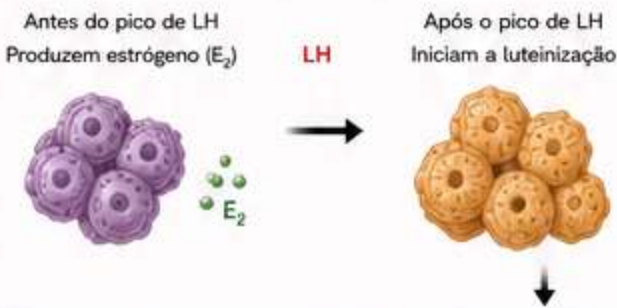
O ovócito estava parado em uma fase do processo meiótico (geralmente em diplóteno da prófase I). Com o estímulo do LH, ele retoma a meiose.



Em muitas espécies, a primeira divisão meiótica é completada antes da ovulação, preparando o ovócito para uma possível fecundação.

2 ALTERAÇÕES NAS CÉLULAS DA GRANULOSA

Até o estímulo do LH, as células da granulosa estão muito envolvidas na produção de estrógeno.



LUTEINIZAÇÃO

Transformação das células foliculares (granulosa e teca interna) em células luteais, que passam a produzir progesterona. Esse processo começa antes da ovulação e se intensifica após a ruptura do folículo.

RESUMO DAS PRINCIPAIS MUDANÇAS INDUZIDAS PELO PICO DE LH



O LH não “empurra” simplesmente o ovócito para fora; ele coordena uma série de alterações hormonais, celulares e teciduais que tornam a parede folicular capaz de se romper e permitir a ovulação.

2ª FASE: FASE LÚTEA

Depois da ovulação, entramos na segunda grande fase do ciclo ovariano: a **fase lútea**.

Nessa fase, o folículo que se rompeu se transforma em **corpo lúteo**, uma estrutura ovariana temporária, mas extremamente importante.

FORMAÇÃO DO CORPO LÚTEO



FUNÇÕES DA PROGESTERONA NA FASE LÚTEA

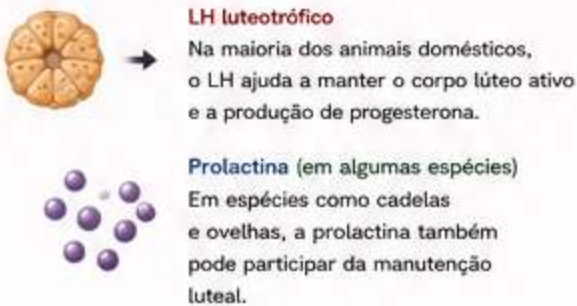
- ✓ Prepara o endométrio para uma possível gestação (aumenta secreções uterinas).
- ✓ Reduz a contratilidade uterina.
- ✓ Cria condições favoráveis para a sobrevivência inicial do embrião.
- ✓ Exerce feedback negativo sobre o eixo hipotálamo-hipófise (reduz pulsos de GnRH, FSH e LH), impedindo nova ovulação imediata.

FEEDBACK NEGATIVO DA PROGESTERONA



MANUTENÇÃO DO CORPO LÚTEO

Para que o corpo lúteo se mantenha funcional, ele precisa de suporte hormonal.



O QUE ACONTECE SE NÃO HOUVER GESTAÇÃO?



Com a queda da progesterona, cessa o feedback negativo, os pulsos de GnRH, FSH e LH aumentam e um novo ciclo ovariano pode recomeçar.

RESUMO VISUAL DO CICLO OVARIANO

FASE FOLICULAR



OVULAÇÃO



FASE LÚTEA



REGRESSÃO



Se houver **gestação**, o corpo lúteo precisa ser mantido, porque a **progesterona** é fundamental para a manutenção do ambiente uterino.

Mas, se não houver gestação, o corpo lúteo precisa regredir para que a fêmea possa iniciar um novo ciclo e ter uma nova oportunidade reprodutiva.

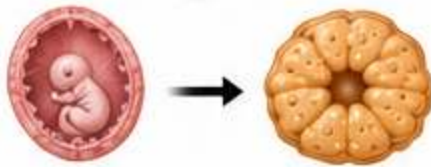
Esse processo de regressão do corpo lúteo é chamado de **luteólise**.



Em grandes animais domésticos (vacas, éguas, cabras, ovelhas e porcas), a luteólise é controlada principalmente pelo útero. O endométrio produz **prostaglandina F_{2α}**, que atua causando regressão do corpo lúteo.

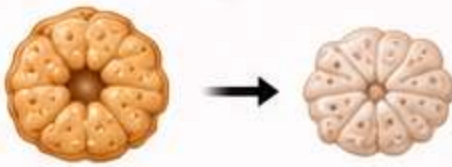
DESTINO DO CORPO LÚTEO

HÁ GESTAÇÃO



Corpo lúteo mantido
↓
Progesterona elevada
↓
Manutenção do ambiente uterino e da gestação

NÃO HÁ GESTAÇÃO



Corpo lúteo regredir (luteólise)
↓
Progesterona cai
↓
Retorno à atividade do eixo e início de um novo ciclo

MECANISMO DA LUTEÓLISE (EM GRANDES ANIMAIS DOMÉSTICOS)



Endométrio uterino produz prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α})



PGF_{2α} chega ao ovário via circulação (veia uterina)



PGF_{2α} age no corpo lúteo e desencadeia a luteólise (regressão)



Redução da produção de progesterona pelo corpo lúteo



Diminui o bloqueio sobre o eixo hipotálamo-hipófise

↑ Pulsos de GnRH
↓
↑ Secreção de FSH e LH
↓
Nova fase folicular pode se estabelecer



Com isso, a produção de progesterona cai, o bloqueio hormonal sobre o eixo hipotálamo-hipófise diminui, a frequência dos pulsos de GnRH aumenta, e consequentemente o FSH e LH também, permitindo o retorno da atividade ovariana.

IMPORTÂNCIA PRÁTICA: USO DA PROSTAGLANDINA F_{2α} NO MANEJO REPRODUTIVO

- ✓ Em espécies como bovinos e pequenos ruminantes, a PGF_{2α} é usada para **induzir luteólise e sincronizar** o ciclo estral.
- ✓ Quando existe um corpo lúteo funcional, a aplicação de PGF_{2α} causa sua regressão, reduz a progesterona e permite que o animal retorne à fase folicular.
- ✓ Isso depende da presença de um corpo lúteo responsivo.
- ✓ O conhecimento do ciclo ovariano é essencial para usar essas ferramentas corretamente.



ESPÉCIES EM QUE A PGF_{2α} É AMPLAMENTE UTILIZADA



BOVINOS



EQUINOS



CAPRINOS



OVINOS



SUÍNOS



A PGF_{2α} só é eficaz na presença de um corpo lúteo funcional (geralmente a partir de 5-6 dias após a ovulação).

ETAPAS DA LUTEÓLISE

1. CORPO LÚTEO FUNCIONAL (fase lútea)



Alta produção de progesterona. Estrutura bem vascularizada e ativa.

2. CORPO LÚTEO EM REGRESSÃO INICIAL



PGF_{2α} induz a regressão. Células luteais reduzem a produção de progesterona e iniciam degeneração. A vascularização começa a diminuir.

3. CORPO LÚTEO EM REGRESSÃO AVANÇADA



Degeneração progressiva das células luteais. Redução acentuada da vascularização.

4. CORPO LÚTEO FIBROSO (CICATRICAL)



O tecido luteal ativo é substituído por tecido conjuntivo fibroso. Estrutura pouco vascularizada.

5. CORPO ALBICANS (CICATRIZ)



Pequena cicatriz esbranquiçada que permanece no ovário. Vestígio final de um corpo lúteo que perdeu sua função hormonal.



Com a queda da progesterona, o eixo hipotálamo-hipófise é novamente ativado e uma nova onda folicular pode se iniciar, dando início a um novo ciclo ovariano.



RESUMO VISUAL



Endométrio produz PGF_{2α}



PGF_{2α} chega ao ovário e causa luteólise



Progesterona cai



Aumentam pulsos de GnRH e a secreção de FSH e LH (FSH em azul, LH em vermelho)



Nova fase folicular começa



Nova ovulação e início de um novo ciclo

Outro ponto importante é que, em grandes animais domésticos, a fase lútea dura em torno de **14 dias** na ausência de gestação. Isso permite que muitas dessas espécies tenham ciclos relativamente curtos, em torno de três semanas.

DURAÇÃO DA FASE LÚTEA (NA AUSÊNCIA DE GESTAÇÃO)



Grandes animais domésticos (vacas, éguas, cabras, ovelhas, porcas): aproximadamente **14 dias**

Cães e gatos: muito mais longa (ex.: cadela ~ **2 meses**)

Já em cães e gatos, o controle da regressão luteal é diferente. A prostaglandina $F_{2\alpha}$ não tem o mesmo papel fisiológico natural na regressão do corpo lúteo dessas espécies. Por isso, a duração da fase lútea pode ser muito mais longa, especialmente na cadela, em que o **diestro** pode durar cerca de **dois meses**, mesmo sem gestação.

COMPARAÇÃO DA DURAÇÃO DO CICLO E DA FASE LÚTEA

GRANDES ANIMAIS DOMÉSTICOS

Ciclo estral em torno de 21 dias



CÃES E GATOS

Fase lútea muito mais longa



FASE FOLICULAR E FASE LÚTEA NÃO SÃO COMPLETAMENTE SEPARADAS (EM MUITOS ANIMAIS DOMÉSTICOS)

Durante muito tempo, acreditava-se que a fase folicular e a fase lútea fossem momentos completamente separados. Hoje, sabemos que isso não é verdade para muitos animais domésticos.

Em grandes animais, os folículos podem crescer durante a fase lútea.

ONDAS FOLICULARES EM BOVINOS (exemplo)



COMO ACONTECE



Isso explica por que, nas fêmeas domésticas, o **intervalo entre a luteólise e a ovulação costuma ser relativamente curto**. Como parte do desenvolvimento folicular já ocorreu durante a fase lútea, quando a progesterona cai, o folículo dominante pode rapidamente completar seu desenvolvimento, produzir estrógeno, desencadear o pico de LH e ovular.

COMPARAÇÃO: ANIMAIS DOMÉSTICOS x PRIMATAS

ANIMAIS DOMÉSTICOS (ex.: bovinos, suínos, ovinos, caprinos)

Sobreposição das fases



PRIMATAS (ex.: humanos)

Separação clara das fases



CICLOS REPRODUTIVOS, ESTRAL E MENSTRUAL



Existem dois tipos principais de ciclos reprodutivos: o **ciclo estral** e o **ciclo menstrual**.

O **ciclo estral** é o ciclo típico dos animais domésticos, como cadelas, gatas, vacas, éguas, ovelhas, cabras e porcas.

O **ciclo menstrual** é típico dos primatas, incluindo os seres humanos, chimpanzés, gorilas e orangotangos.

A diferença entre eles não está apenas no nome. Ela envolve o padrão de receptividade sexual, o comportamento da fêmea, a relação com a ovulação e o que acontece com o endométrio quando não há gestação.

DIFERENÇAS PRINCIPAIS



Padrão de receptividade sexual



Comportamento da fêmea



Relação com a ovulação



O que acontece com o endométrio na ausência de gestação

CICLO ESTRAL (ANIMAIS DOMÉSTICOS)

Nos animais domésticos, a fêmea aceita a cópula apenas em um período limitado do ciclo. Esse período é chamado de **estro ou cio**.



O ciclo recebe o nome de **ciclo estral** porque o momento de receptividade sexual (**estro/cio**) ocorre em um período restrito.

CICLO ESTRAL: RELAÇÃO COM A OVULAÇÃO



A fêmea se torna receptiva justamente quando há maior chance de fecundação (próximo à ovulação).



O comportamento sexual fica sincronizado com os eventos ovarianos.

EXEMPLOS DE ESPÉCIES COM CICLO ESTRAL



CADELAS

GATAS

VACAS

ÉGUAS

OVELHAS

CABRAS

PORCAS

CICLO MENSTRUAL (PRIMATAS)

Nos primatas, a receptividade sexual pode ocorrer durante grande parte do ciclo reprodutor.



O evento externo que marca o início do ciclo é a **menstruação**, que ocorre quando não há gestação.

CICLO MENSTRUAL: MARCADO PELA MENSTRUAÇÃO



Não há um período restrito de receptividade sexual.



A menstruação ocorre quando não há gestação e parte do endométrio é eliminada.

EXEMPLOS DE ESPÉCIES COM CICLO MENSTRUAL



HUMANOS

CHIMPANZÉS

GORILAS

ORANGOTANGOS

PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE OS CICLOS

CICLO ESTRAL (ANIMAIS DOMÉSTICOS)

CICLO MENSTRUAL (PRIMATAS)



Receptividade sexual

Apenas em um período limitado (estro/cio).

Pode ocorrer durante grande parte do ciclo.



Comportamento da fêmea

A fêmea demonstra receptividade apenas no estro/cio.

Não há restrição clara de receptividade sexual.



Relação com a ovulação

O estro/cio ocorre próximo da ovulação.

A ovulação não está associada a um sinal externo de comportamento.



Evento que marca o ciclo

Início do ciclo não é marcado por sangramento.

A menstruação marca o início do ciclo.



Se não houver gestação

Não ocorre menstruação verdadeira. O endométrio permanece e é reabsorvido.

Ocorre menstruação: descamação do endométrio e eliminação de sangue e tecido.



RESUMINDO: O ciclo **estral** é caracterizado pelo **estro** (receptividade sexual em período restrito) e pela ausência de menstruação. O ciclo menstrual é caracterizado pela menstruação e pela possibilidade de receptividade sexual ao longo de todo o ciclo.

No ciclo estral, o início do ciclo é classicamente marcado pelo **proestro**.

O proestro é a fase em que ocorre desenvolvimento folicular após a regressão do corpo lúteo, é a fase folicular que estudamos na aula anterior.

Nessa fase, a **progesterona cai** e os folículos passam a produzir quantidades crescentes de **estrógeno**.

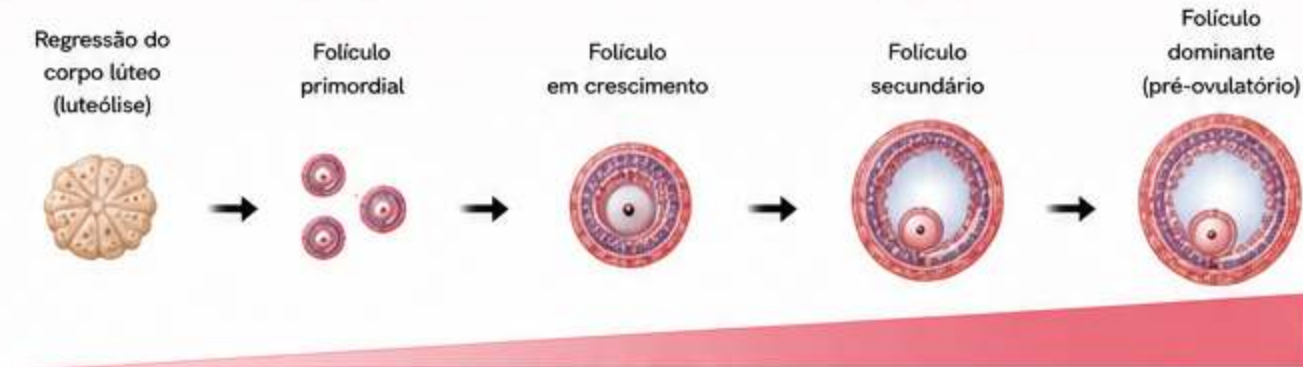
O aumento da produção de estrógeno pelos folículos em crescimento promove as alterações como edema vulvar, aumento da vascularização do trato reprodutor, proliferação do endométrio, cornificação do epitélio vaginal.

Essas mudanças preparam o organismo para o estro, fase em que a fêmea se torna receptiva à cópula.

Em algumas espécies, a fêmea já começa a atrair o macho, mas ainda não aceita a cópula.

1) PROESTRO – FASE FOLICULAR

Início do ciclo estral: desenvolvimento folicular após a regressão do corpo lúteo.



ESTRÓGENO (E₂) EM AUMENTO

PROGESTERONA

↓

ESTRÓGENO (E₂)

↑

AUMENTO DO ESTRÓGENO PROMOVE:

Edema vulvar

Aumento da vascularização do trato reprodutor

Proliferação do endométrio

Cornificação do epitélio vaginal

i Essas alterações preparam o organismo para o estro (cio), fase em que a fêmea se torna receptiva à cópula. Em algumas espécies, a fêmea já atrai o macho, mas ainda não aceita a cópula.

- SINAIS COMUNS NO PROESTRO**
- Inchaço vulvar
 - Secreção vaginal (geralmente serosa ou sanguinolenta)
 - Aumento da atividade e da interação com machos

Depois do proestro vem o **estro**.

O estro é o período de receptividade sexual, o que chamamos de **cio**. É quando a fêmea aceita o macho.

Nessa fase, os níveis de estrógeno estão elevados ou começam a declinar, e ocorre o **pico de LH**, que está relacionado à **ovulação**.

Em muitas espécies domésticas, o estro é um bom indicativo de que a ovulação tá próxima, o que é muito útil no manejo reprodutor. Por isso, em bovinos, equinos, suínos e pequenos ruminantes, a observação do estro tem importância prática para determinar o momento adequado de cobertura ou inseminação.

Nessa fase, o **trato reprodutor** encontra-se **totalmente preparado** pra a reprodução. A cervix fica mais relaxada, as secreções genitais favorecem a sobrevivência e o transporte dos espermatozoides. Essas alterações aumentam as chances de fecundação durante o período fértil.

2) ESTRO (CIO) – PERÍODO DE RECEPTIVIDADE SEXUAL

A fêmea aceita o macho.

Níveis de estrógeno elevados ou começando a declinar → **pico de LH** → ovulação.

PERFIL HORMONAL NO ESTRO (EXEMPLO)

RELAÇÃO COM A OVULAÇÃO

O estro é um bom indicativo de que a ovulação está próxima.

TRATO REPRODUTOR TOTALMENTE PREPARADO

Cervix mais relaxada

Secreções genitais favoráveis

Sobrevivência e transporte dos espermatozoides facilitados

Maior chance de fecundação no período fértil

IMPORTÂNCIA NO MANEJO REPRODUTIVO

A observação do estro é essencial para determinar o momento adequado de cobertura ou inseminação.

Bovinos, equinos, suínos e pequenos ruminantes

DIFERENÇAS ENTRE ESPÉCIES

VACAS E ÉGUAS

A ovulação ocorre espontaneamente próxima ao final do estro.

GATAS

A ovulação é induzida pela cópula.

CADELAS

A ovulação ocorre durante o estro, porém os ovócitos ainda necessitam de um período adicional para completar sua maturação.

RUMINANTES E SUÍNOS

A duração do estro, os sinais comportamentais e as alterações do trato reprodutor diferem entre as espécies, refletindo adaptações reprodutivas específicas.

CARACTERÍSTICAS COMUNS DO ESTRO (CIO)

- ✓ Receptividade à cópula (a fêmea aceita o macho)
 - ✓ Comportamento de atração ao macho
 - ✓ Vulva edemaciada
 - ✓ Secreção vaginal clara/muçosa
-
- ✓ Útero preparado para receber espermatozoides e possível gestação
 - ✓ Ovulação próxima (exceto em gatas e cadelas, com particularidades)
 - ✓ Período fértil

! O estro (cio) é o coração do ciclo estral: é quando a fêmea se torna receptiva e ocorre a maior chance de fecundação.

Após o estro, vem o **metaestro**.

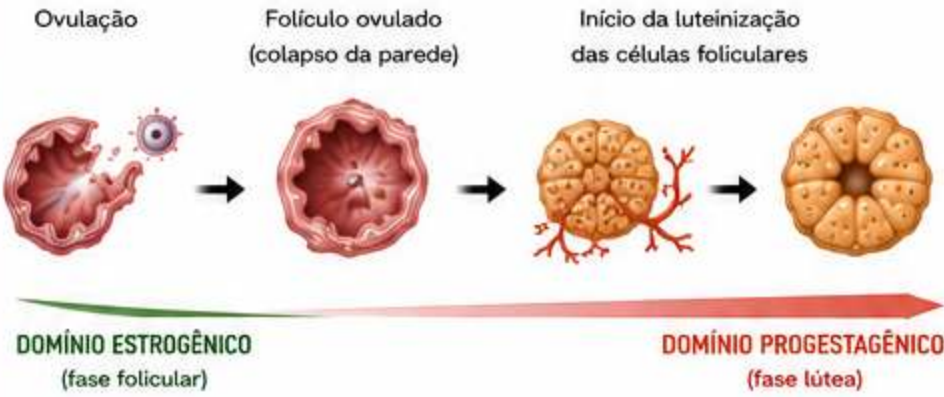
O metaestro corresponde ao período inicial de formação do corpo lúteo.

Nessa fase, o folículo já ovulou, as células foliculares estão passando por luteinização e a produção de progesterona começa a aumentar.

É uma fase de transição entre o domínio estrogênico da fase folicular e o domínio progestagênico da fase lútea.

3) METAESTRO – FASE DE TRANSIÇÃO

Formação inicial do corpo lúteo e início do aumento da progesterona.



CARACTERÍSTICAS DO METAESTRO

- ✓ Folículo já ovulado.
- ✓ Células da granulosa e da teca interna sofrem luteinização.
- ✓ Início do aumento da progesterona.
- ✓ Fase de transição entre o domínio do estrogênio e o da progesterona.



O corpo lúteo ainda é jovem e sua produção de progesterona está aumentando, preparando o organismo para a fase lútea propriamente dita (diestro).

Em seguida, temos o **diestro**.

O diestro é a fase em que o corpo lúteo tá maduro e funcional, secretando grandes quantidades de progesterona.

O útero tá sob influência da progesterona e se prepara para uma possível gestação.

Se houver embrião, mecanismos de reconhecimento materno da gestação irão manter o corpo lúteo.

Se não houver gestação, nas grandes espécies domésticas, o útero libera **prostaglandina F_{2α}**, causando **luteólise**.

Com a regressão do corpo lúteo, a progesterona cai e um novo ciclo pode começar.

4) DIESTRO – FASE LÚTEA

Corpo lúteo maduro e funcional → alta produção de progesterona.

CORPO LÚTEO MADURO



AÇÕES DA PROGESTERONA NO ÚTERO



- ✓ Endométrio mais espesso e secretor
- ✓ Glândulas uterinas mais ativas
- ✓ Reduz a contratilidade uterina
- ✓ Cérvix fechada e firme
- ✓ Ambiente favorável para implantação e desenvolvimento inicial do embrião

DESTINO DO CORPO LÚTEO

SE HOUVER GESTAÇÃO



Reconhecimento materno da gestação mantém o corpo lúteo ativo.

SE NÃO HOUVER GESTAÇÃO

(em grandes espécies domésticas)



Útero libera PGF_{2α} → luteólise → regressão do corpo lúteo → queda da progesterona → início de um novo ciclo



Durante o diestro, os níveis de progesterona são altos, inibindo GnRH, FSH e LH e impedindo nova ovulação.

LUTEÓLISE NAS GRANDES ESPÉCIES DOMÉSTICAS (EX.: BOVINOS, EQUINOS, OVINOS, CAPRINOS, SUÍNOS)



IMPORTÂNCIA PRÁTICA



A PGF_{2α} é usada para induzir luteólise e sincronizar o ciclo estral em bovinos e pequenos ruminantes.

Algumas espécies apresentam ainda uma fase chamada **anestro**.

O anestro é um período de inatividade reprodutiva aparente, no qual não ocorre ciclo estral regular.

Ele pode ter relação com sazonalidade, lactação, estado nutricional ou características próprias da espécie.

A cadela, por exemplo, apresenta um **anestro** bem evidente entre o diestro e o próximo **proestro**.

Isso faz com que o intervalo entre osaios na cadela seja muito maior do que em espécies como bovinos, ovinos e caprinos.

5) ANESTRO – PERÍODO DE INATIVIDADE REPRODUTIVA

Não ocorre ciclo estral regular. O ovário permanece quiescente ou com baixa atividade folicular.

POSSÍVEIS CAUSAS



Sazonalidade (fotoperíodo)



Lactação



Estado nutricional (baixo escore corporal)

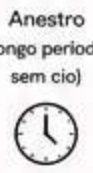


Características próprias da espécie

EXEMPLO CLÍNICO: CADELA



Diestro



Anestro (longo período sem cio)



Proestro (início de um novo ciclo)

Na cadela, o anestro pode durar vários meses, tornando o intervalo entre osaios muito maior do que em bovinos, ovinos e caprinos.



RESUMO VISUAL DO CICLO ESTRAL

PROESTRO (FASE FOLICULAR)

Dias variáveis

↑ Estrógeno (E₂)



Desenvolvimento folicular e preparo do trato reprodutor.

ESTRO (CIO)

Horas a dias (depende da espécie)

↑ E₂ → Pico de LH



Fêmea receptiva e aceita o macho. Ovulação próxima.

METAESTRO

1–3 dias (aprox.)

↑ Progesterona



Formação inicial do corpo lúteo e transição hormonal.

DIESTRO (FASE LÚTEA)

~ 12–16 dias (média 14 dias em muitas espécies)

↑ ↑ Progesterona (P₄)



Corpo lúteo maduro, útero preparado para gestação.

LUTEÓLISE

(se não houver gestação)

Dia – 14 (média)

PGF_{2α} do útero



Regressão do corpo lúteo, queda da progesterona.

NOVO CICLO

Início da nova fase folicular

↑ FSH e LH



Novo desenvolvimento folicular começa.

ANESTRO

(se presente na espécie)

Período variável



Sem atividade cíclica aparente.

A forma de descrever o ciclo pode variar conforme a espécie e conforme o objetivo.

Podemos descrever o ciclo com base no **comportamento**, separando a fêmea em estro ou fora do estro.

Também podemos descrever com base na **atividade ovariana**, separando em fase folicular e fase lútea.

Em bovinos, por exemplo, é possível avaliar o ovário por palpação retal ou ultrassonografia e identificar estruturas como folículos e corpo lúteo.

A égua tem uma particularidade interessante, porque o comportamento sexual é muito usado para classificar o ciclo. Como o corpo lúteo equino pode ser mais difícil de identificar apenas por palpação em algumas situações, é comum falar em **égua em estro** ou **fora do estro**.

Já na cadela e na gata, exames como **citologia vaginal e dosagem de progesterona** ajudam muito a determinar a fase do ciclo.

COMO DESCREVER O CICLO ESTRAL CONFORME A ESPÉCIE E O OBJETIVO

FORMAS DE DESCRIÇÃO DO CICLO

Com base no **COMPORTAMENTO**



- Classifica a fêmea em:
- Estro (receptiva)
 - Fora do estro (não receptiva)

Com base na **ATIVIDADE OVARIANA**



- Classifica a fêmea em:
- Fase folicular
 - Fase lútea

APLICAÇÃO PRÁTICA EM ALGUMAS ESPÉCIES



BOVINOS



Avaliação do ovário por palpação retal ou ultrassonografia. Identificação de folículos e corpo lúteo.



ÉGUAS



O comportamento sexual é muito utilizado para classificação do ciclo: égua em estro ou fora do estro.



CADELAS



Citologia vaginal e dosagem de progesterona são ferramentas importantes para determinar a fase do ciclo.



GATAS

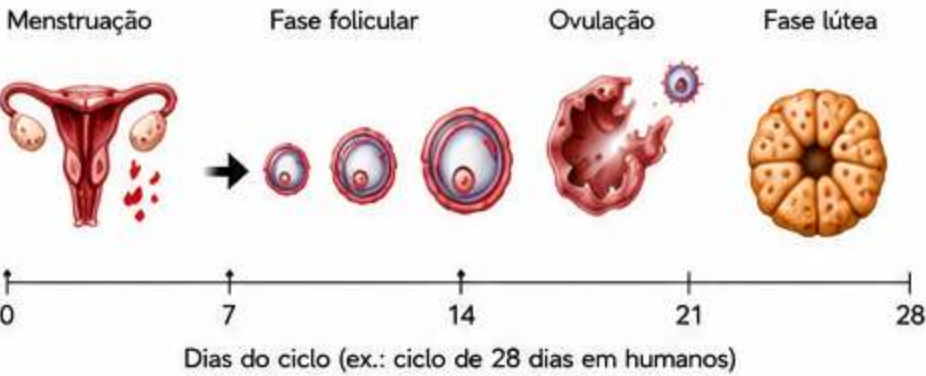


A escolha da forma de descrever o ciclo depende da espécie e do objetivo (clínico, manejo reprodutivo, pesquisa, etc.). O importante é entender o que está acontecendo com o ovário e com o comportamento da fêmea.

COMPARAÇÃO: CICLO ESTRAL (ANIMAIS DOMÉSTICOS) × CICLO MENSTRUAL (PRIMATAS)

CICLO MENSTRUAL (PRIMATAS)

- Fases folicular e lútea são mais separadas.
- Após o fim da fase lútea, ocorre a menstruação.
- Somente depois o desenvolvimento folicular ganha força até chegar à ovulação.
- A ovulação ocorre muitos dias após o início da menstruação.



Exemplo em humanos (ciclo médio de 28 dias): ovulação ocorre em torno do 14º dia.

CICLO ESTRAL (ANIMAIS DOMÉSTICOS)

- Não há separação entre as fases; há crescimento folicular durante a fase lútea.
- Quando o corpo lúteo regride, já pode existir um folículo em estágio avançado de desenvolvimento.
- A ovulação acontece relativamente mais cedo em relação ao início do ciclo estral.



Exemplo em bovinos (ciclo médio de 21 dias): a ovulação ocorre pouco tempo após a luteólise (geralmente 24–60 horas depois).



Por que os ciclos dos animais domésticos são mais curtos?

Porque há desenvolvimento folicular durante a fase lútea. Assim, quando o corpo lúteo regride, já existe um folículo dominante pronto para completar sua maturação, produzir estrógeno, desencadear o pico de LH e ovular rapidamente.

PRINCIPAIS DIFERENÇAS

- ✓ Nos primatas: menstruação separa as fases.
- ✓ Nos animais domésticos: não há menstruação verdadeira e as fases se sobrepõem.



Entender as características e a dinâmica do ciclo estral é fundamental para o manejo reprodutivo eficiente, permitindo identificar o melhor momento para cobertura, inseminação, uso de hormônios e demais intervenções.

Outra diferença importante é o **destino do endométrio**.

No ciclo menstrual, quando não há gestação, ocorre descamação de parte do endométrio, gerando a menstruação.

Já no ciclo estral dos animais domésticos, o endométrio não é eliminado dessa forma.

Ele sofre alterações ao longo do ciclo, mas é reabsorvido e remodelado sem uma menstruação típica.

Por isso, não devemos confundir sangramento vaginal com menstruação em animais domésticos.

Na cadela, por exemplo, o sangramento observado no proestro não é menstruação; ele ocorre antes da ovulação e está associado à ação do estrógeno sobre o trato reprodutor.

Também precisamos diferenciar animais de **ovulação espontânea** e animais de **ovulação induzida**.

A maioria dos animais domésticos de produção, como vacas, éguas, ovelhas, cabras e porcas, são ovuladores espontâneos.

Isso significa que a ovulação é desencadeada por mecanismos internos, principalmente pelo aumento sustentado de estrógeno e pelo pico de LH, como já vimos na aula anterior.

Já algumas espécies, como **gatas**, coelhas e furões, são **ovuladoras induzidas**.

Nessas espécies, a cópula é um estímulo importante para induzir a liberação de gonadotrofinas e desencadear a ovulação.

Na gata, por exemplo, se houver crescimento folicular e comportamento de estro, mas não ocorrer cópula ou estímulo suficiente, pode não ocorrer ovulação. Os folículos podem regredir e, depois de um intervalo, uma nova onda folicular pode surgir.

Se houver cópula com macho infértil, pode ocorrer ovulação, formação de corpo lúteo e pseudogestação.

Isso mostra que o padrão do ciclo pode mudar bastante conforme a espécie e conforme o tipo de ovulação.

DESTINO DO ENDOMÉTRIO: CICLO ESTRAL × CICLO MENSTRUAL

CICLO MENSTRUAL (PRIMATAS)

Se não houver gestação:

Endométrio espesso e vascularizado → Descamação do endométrio → Menstruação: saída de sangue e tecido pela via vaginal

Ocorre menstruação verdadeira: eliminação de parte do endométrio.

CICLO ESTRAL (ANIMAIS DOMÉSTICOS)

Se não houver gestação:

Endométrio sofre alterações ao longo do ciclo → Reabsorção do endométrio → Remodelação e preparo para o próximo ciclo

Não ocorre menstruação: o endométrio é reabsorvido e remodelado, sem eliminação pela via vaginal.

EXEMPLO: CADELA

PROESTRO (sangramento) → **ESTRO** (ovulação próxima) → **METAESTRO** (formação do CL) → **DIESTRO** (CL funcional) → **LUTEÓLISE** → **NOVO CICLO** (proestro)

O sangramento do proestro não é menstruação. Ele ocorre antes da ovulação e é causado pelo estrógeno.

OVULAÇÃO ESPONTÂNEA × OVULAÇÃO INDUZIDA

1) OVULAÇÃO ESPONTÂNEA

(ovuladores espontâneos)

A ovulação ocorre por mecanismos internos, desencadeada pelo aumento de estrógeno e pelo pico de LH.

MECANISMO HORMONAL

Concentração hormonal vs Tempo. Estrógeno (E₂) and Pico de LH.

Ovulação espontânea

Exemplos de espécies:

VACAS ÉGUAS OVELHAS

CABRAS PORCAS

Não depende da cópula para ocorrer a ovulação.

2) OVULAÇÃO INDUZIDA

(ovuladores induzidos)

A cópula é o estímulo necessário para induzir a liberação de gonadotrofinas e desencadear a ovulação.

ESTÍMULO DA CÓPULA

Estimulação nervosa (liberação de GnRH) → Liberação de LH → Ovulação

EXEMPLOS DE ESPÉCIES

VATAS COELHAS FURÕES

PARTICULARIDADES (EX.: GATA)

- ✓ Crescimento folicular e comportamento de estro podem ocorrer.
- ✓ Sem cópula ou estímulo suficiente: pode não ocorrer ovulação.
- ✓ Folículos podem regredir e nova onda folicular pode surgir.
- ✓ Cópula com macho infértil: pode ocorrer ovulação, formação de corpo lúteo e pseudogestação.

Entender o tipo de ovulação da espécie é essencial para interpretar o ciclo reprodutivo e aplicar corretamente as estratégias de manejo e reprodução.

17

O comportamento sexual também é regulado pelos **hormônios**.

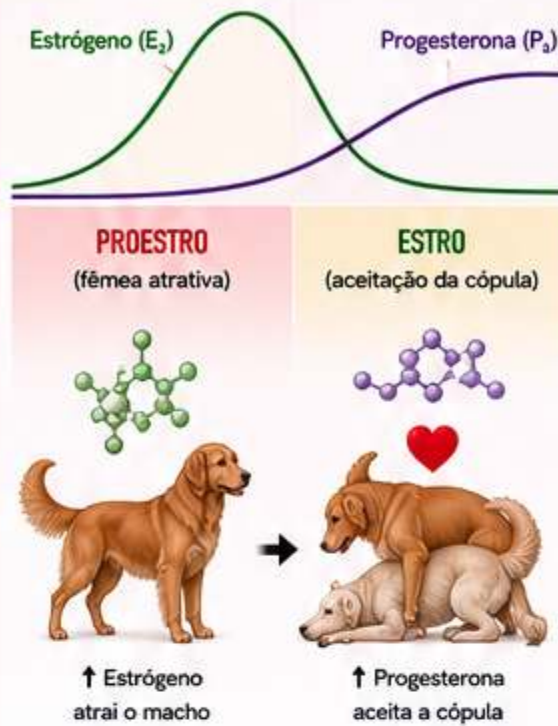
O estrógeno é o principal hormônio associado à receptividade sexual na maioria das fêmeas domésticas.

Na cadela, a receptividade depende de uma **sequência hormonal** específica: primeiro ação do **estrógeno** (proestro, fêmea atrativa) e depois aumento da **progesterona** (estro, aceitação da cópula). Isso é diferente da maioria das espécies, nas quais a progesterona tende a inibir o comportamento estral.

Em ovelhas e cabras, a exposição prévia à progesterona é importante para o estro adequado. No início da estação reprodutiva pode ocorrer uma primeira ovulação sem cio evidente.

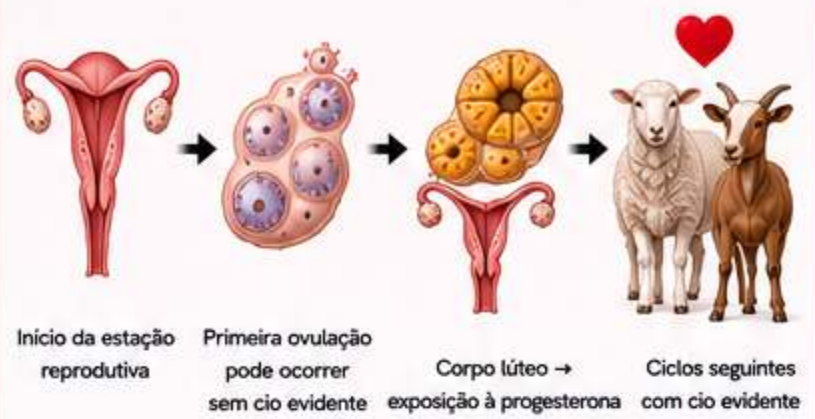
CONTROLE HORMONAL DO COMPORTAMENTO SEXUAL

CADELA – SEQUÊNCIA HORMONAL



! Diferente da maioria das espécies, onde a progesterona inibe o cio.

VELHAS E CABRAS – PAPEL DA PROGESTERONA



FUNÇÃO DA PROGESTERONA

- ✓ Prepara o sistema nervoso e o trato reprodutor para o comportamento estral.
- ✓ Melhora a expressão comportamental do cio.



Além dos hormônios internos, **fatores externos** também influenciam os ciclos reprodutivos.

O fotoperíodo é muito importante em espécies sazonais.

Éguas e gatas ciclam com **aumento da luminosidade** (dias longos).

Ovelhas e cabras ciclam com **redução da luminosidade** (dias curtos).

FATORES EXTERNOS – FOTOPERÍODO

AUMENTO DA LUMINOSIDADE (DIAS LONGOS)



REDUÇÃO DA LUMINOSIDADE (DIAS CURTOS)



IMPORTÂNCIA NO MANEJO



Permite entender a estação reprodutiva e planejar a cobertura ou inseminação.

A **lactação** e a **nutrição** também impactam a atividade ovariana.

A lactação pode suprimir o ciclo (Porcas), atrasar o retorno da ciclicidade (vacas de corte) ou permitir ovulação precoce (éguas – cio do potro).

A nutrição e a condição corporal são decisivas para manutenção da atividade ovariana normal.

LACTAÇÃO E CICLO ESTRAL

PORCAS



Lactação suprime a atividade ovariana.



Retorno do estro após o desmame.

VACAS DE CORTE



Lactação pode atrasar o retorno da ciclicidade no pós-parto.

ÉGUAS (CIO DO POTRO)



Lactação não impede ovulação precoce no pós-parto.

Pode ocorrer "cio do potro".

NUTRIÇÃO E CONDIÇÃO CORPORAL



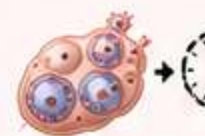
BALANÇO ENERGÉTICO ADEQUADO

Condição corporal boa → ciclicidade normal.

BALANÇO ENERGÉTICO NEGATIVO

Atividade ovariana atrasada ou prejudicada.

VACAS LEITEIRAS (pós-parto)



Início da lactação pode gerar balanço energético negativo.



Atividade ovariana pode ser atrasada.



A reprodução depende de uma integração entre hormônios, ambiente, manejo, nutrição e condição corporal. Entender essas interações é fundamental para o sucesso reprodutivo nas diferentes espécies.

FECUNDAÇÃO, GESTAÇÃO E PARTO

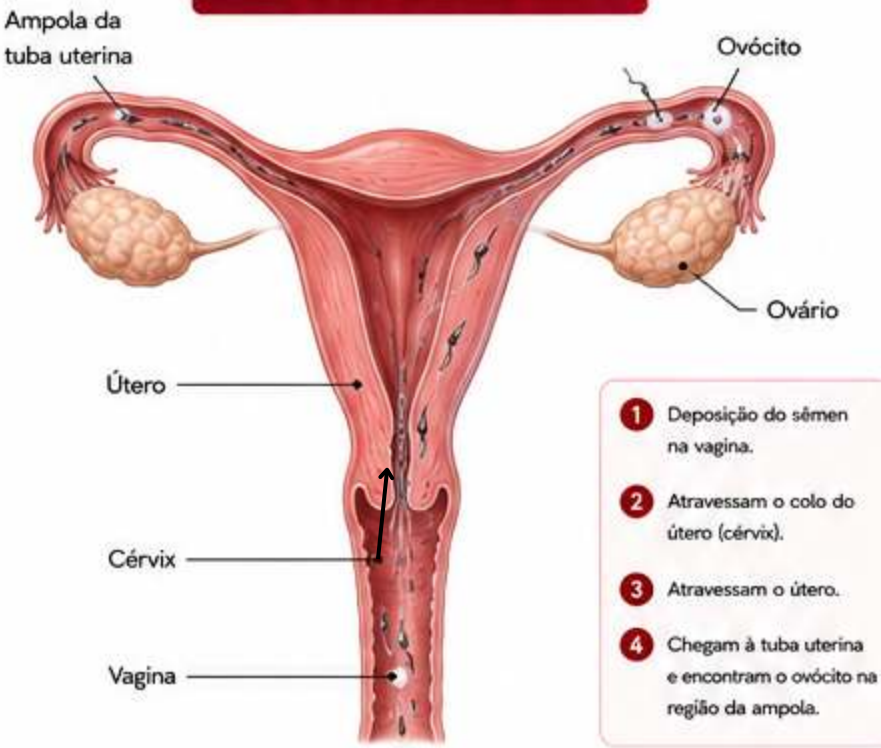
A **fecundação** é a união entre o gameta masculino e o gameta feminino.

Na maioria dos mamíferos domésticos, ela ocorre na tuba uterina, principalmente na região da ampola.

Para isso, os espermatozoides precisam ser depositados no trato reprodutor da fêmea, atravessar o útero, chegar à tuba uterina e encontrar o ovócito no momento adequado.

Esse transporte depende do movimento da cauda do espermatozoide, mas também é auxiliado pelas contrações do trato genital feminino, pelas características do muco cervical e pela presença de reservatórios espermáticos.

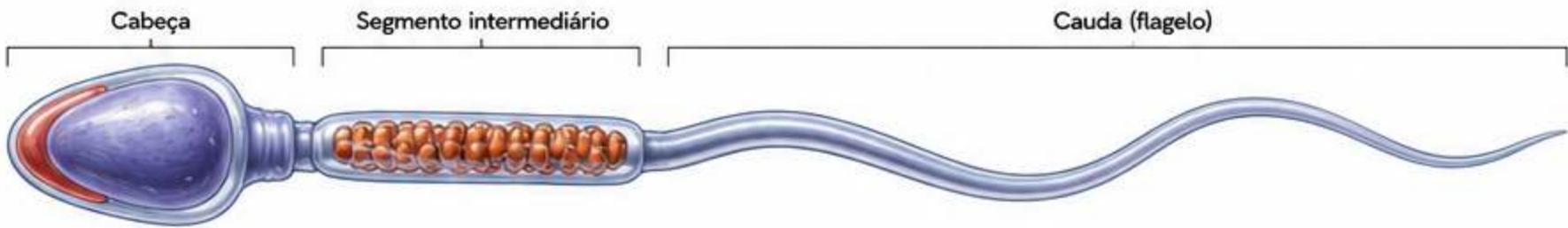
TRAJETO DOS ESPERMATOZOIDES



ANTES DE ENTENDER O PROCESSO DE FECUNDAÇÃO, VAMOS ENTENDER A ESTRUTURA DOS GAMETAS.

ESPERMATOZOIDE

Gameta masculino



CABEÇA

Contém o **núcleo**, que possui o material genético haploide, e o **acrossomo**, uma vesícula rica em enzimas que auxiliam na penetração das camadas que envolvem o ovócito.

SEGMENTO INTERMEDIÁRIO

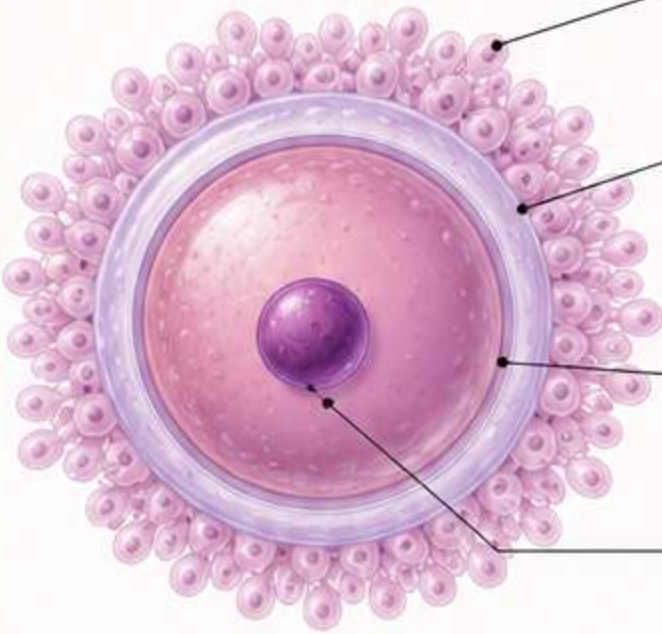
Contém numerosas **mitocôndrias** responsáveis pela produção de energia para a motilidade.

CAUDA (FLAGELO)

Promove os movimentos necessários para o deslocamento do espermatozoide pelo trato reprodutor feminino.

OVÓCITO

Gameta feminino



CORONA RADIATA

Camada de células foliculares que fornecem suporte e proteção ao gameta feminino.

ZONA PELÚCIDA

Camada glicoproteica importante para o reconhecimento e ligação dos espermatozoides.

MEMBRANA PLASMÁTICA

Envolve o ovócito e regula as trocas com o meio externo.

NÚCLEO

Contém o material genético haploide.

EM RESUMO



Espermatozoides são depositados no trato reprodutor da fêmea.



Atravessam o colo do útero (cérvix) e o útero.



Chegam à tuba uterina, principalmente na região da ampola.



Encontram o ovócito no momento adequado.



Ocorre a união dos gametas: fecundação.

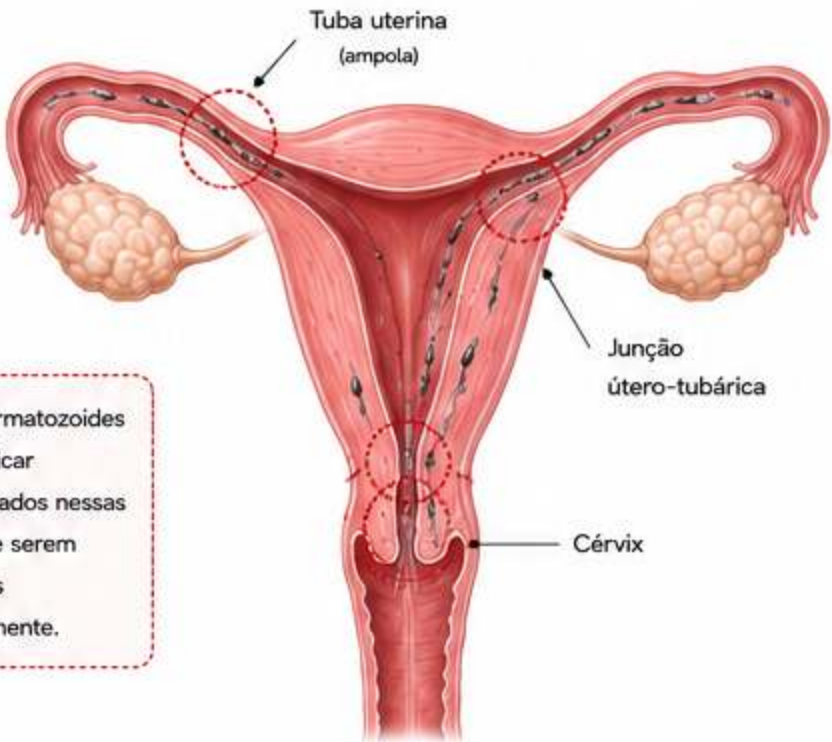
Sob influência do estrógeno, o muco cervical se torna mais favorável à passagem dos espermatozoides.

Mesmo assim, o trato genital feminino não é um ambiente totalmente simples pra essas células, porque os espermatozoides são reconhecidos como estruturas estranhas e podem estimular uma resposta inflamatória.

Por isso, em algumas regiões, como a **cérvis**, a **junção útero-tubárica** e a **tuba uterina**, podem existir **reservatórios espermáticos**.

Esses reservatórios ajudam a conservar espermatozoides viáveis e liberá-los gradualmente, aumentando a chance de que estejam disponíveis no momento certo para a fecundação.

RESERVATÓRIOS ESPERMÁTICOS



Os espermatozoides podem ficar armazenados nessas regiões e serem liberados gradualmente.

O QUE ACONTECE DEPOIS? A CAPACITAÇÃO ESPERMÁTICA

Antes de fecundar o ovócito, o espermatozoide precisa passar por um processo chamado **capacitação**.

1 CAPACITAÇÃO

Ocorre dentro do trato reprodutor da fêmea. Envolve alterações na membrana do espermatozoide, preparando essa célula para interagir com o ovócito.

2 ALTERAÇÕES NA MEMBRANA

Remoção de colesterol e de proteínas estabilizadoras da membrana do espermatozoide, tornando-a mais fluida.

3 ENTRADA DE ÍONS (Ca²⁺)

Isso favorece a entrada de íons, principalmente cálcio (Ca²⁺), que ativam vias de sinalização intracelular.

4 HIPERATIVAÇÃO E RECONHECIMENTO

O espermatozoide desenvolve uma motilidade mais intensa (hiperativação) e adquire a capacidade de reconhecer o ovócito.

5 REAÇÃO ACROSSÔMICA E FUSÃO

Liga-se na zona pelúcida e ocorre a reação acrossômica, em que o acrossomo libera enzimas que ajudam a atravessar as camadas de células e a zona pelúcida. Assim, o espermatozoide se aproxima da membrana do ovócito e ocorre a fusão dos gametas.



A capacitação é essencial para que o espermatozoide possa fecundar o ovócito.

O MOMENTO DA COBERTURA OU INSEMINAÇÃO É MUITO IMPORTANTE

Em condições naturais, muitas vezes é vantajoso que os espermatozoides sejam depositados antes da ovulação, porque eles ainda precisam passar pela capacitação.

CONDIÇÕES NATURAIS

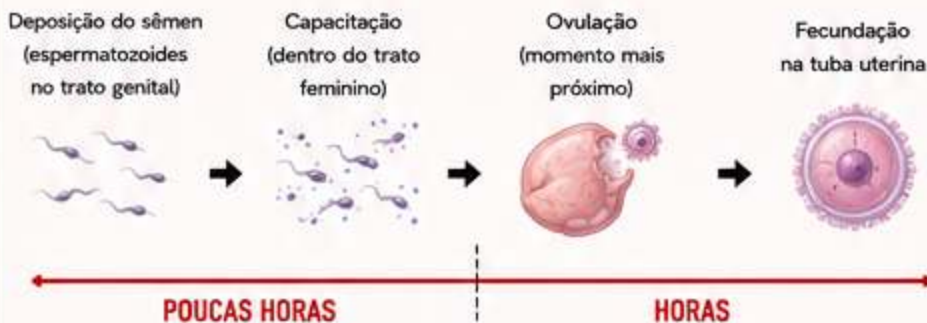
Inseminação / cobertura antes da ovulação



Quando o ovócito chega à tuba uterina, já existem espermatozoides preparados para fecundá-lo.

SÊMEN REFRIGERADO OU CONGELADO

Inseminação próxima da ovulação



Como o sêmen processado tem menor tempo de sobrevivência, a inseminação deve ocorrer mais próxima da ovulação ou do momento em que o ovócito está apto à fecundação.

Após a fecundação, forma-se o **embrião**. Inicialmente, esse embrião permanece na tuba uterina e passa por divisões celulares sucessivas.

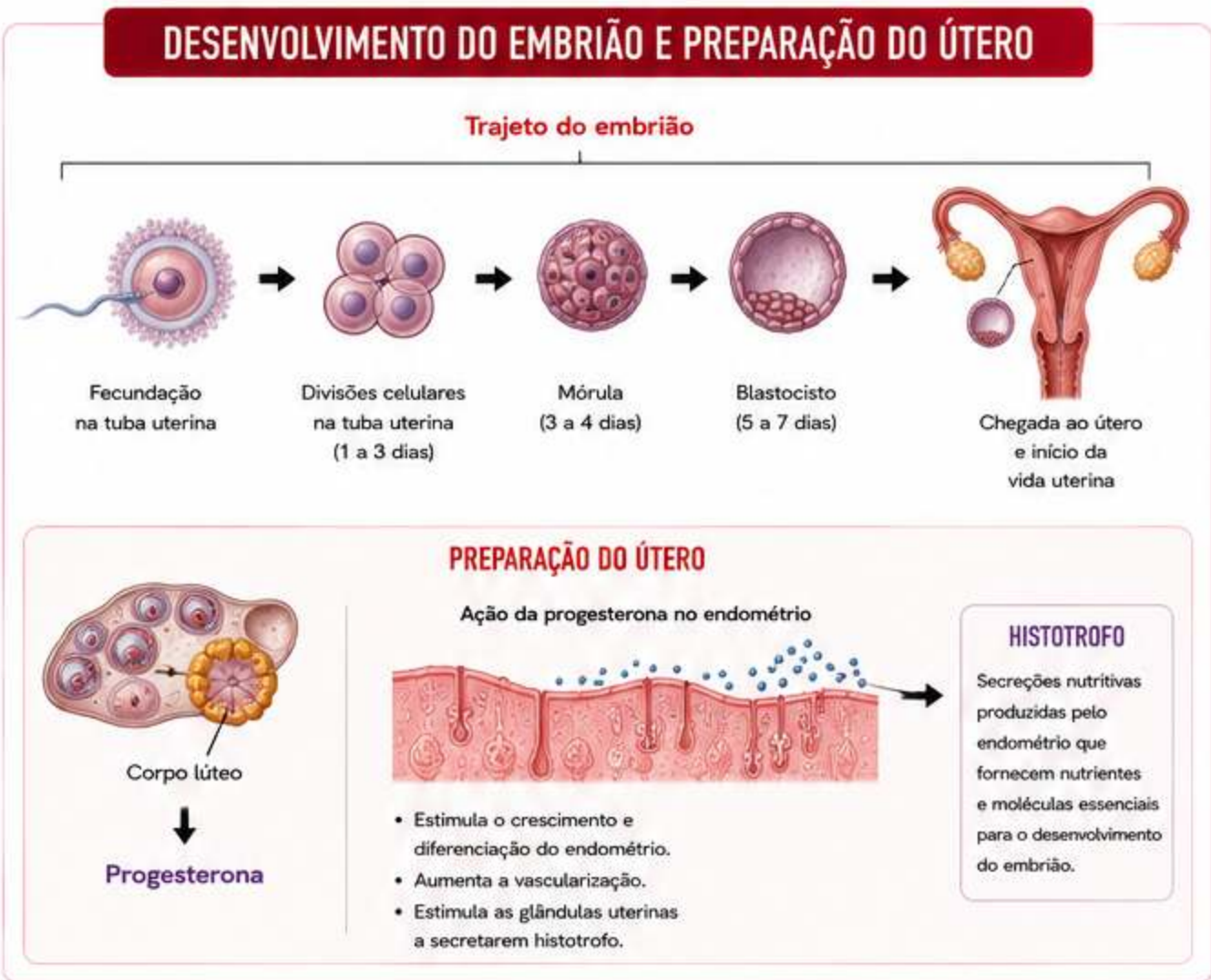
Depois de alguns dias, ele chega ao útero, onde continuará seu desenvolvimento.

Nesse momento, o útero precisa estar preparado para recebê-lo. Essa preparação depende principalmente da **progesterona**, produzida pelo **corpo lúteo**.

A progesterona estimula o endométrio a secretar substâncias nutritivas importantes para o embrião, chamadas de **histotrofo**.



Portanto, não basta haver fecundação. O embrião precisa chegar ao útero no momento adequado, e o ambiente uterino precisa estar sob influência hormonal correta.



O embrião precisa chegar ao útero no momento adequado e encontrar um ambiente preparado pela progesterona para que possa se desenvolver.

RECONHECIMENTO MATERNO DA GESTAÇÃO

É o processo pelo qual o embrião sinaliza para o organismo da fêmea que está presente. Essa sinalização varia de espécie para espécie e é essencial para evitar a luteólise (regressão do corpo lúteo) e manter a produção de progesterona.

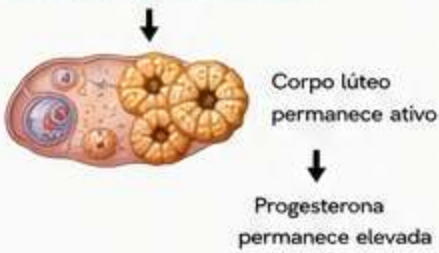
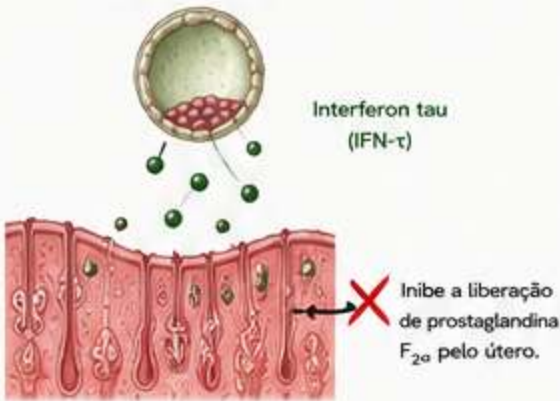


Se não houver gestação, o útero libera prostaglandina $F_{2\alpha}$, que causa luteólise (regressão do corpo lúteo). A queda da progesterona leva à perda da gestação.

RUMINANTES

(vacas, ovelhas e cabras)

O embrião produz interferon tau ($IFN-\tau$), também chamado de trofoblastina.



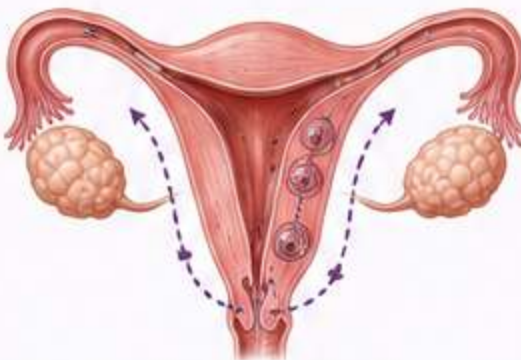
Gestação mantida



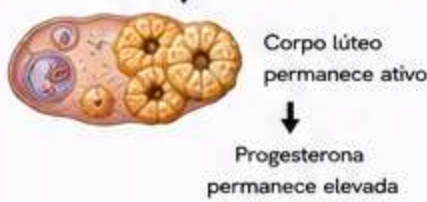
O $IFN-\tau$ impede que o útero libere o sinal luteolítico de prostaglandina $F_{2\alpha}$. Assim, o corpo lúteo continua ativo e a progesterona permanece elevada.

ÉGUA

O reconhecimento materno da gestação envolve a movimentação do embrião pelo útero antes da fixação.



Esse movimento ajuda a sinalizar sua presença para o endométrio, evitando a liberação de prostaglandina $F_{2\alpha}$.



Gestação mantida



O movimento do embrião pelo útero antes da fixação é essencial para o reconhecimento da gestação na égua.

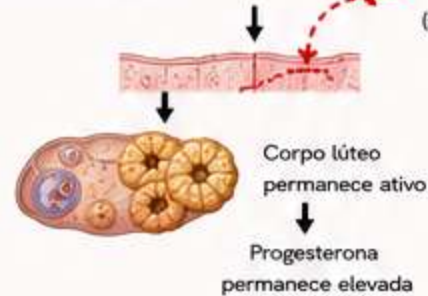
PORCA

É necessário um número mínimo de embriões distribuídos pelo útero para que o sinal de reconhecimento seja eficiente.



São necessários pelo menos 4 embriões viáveis distribuídos (2 em cada corno).

Esses embriões produzem estrógeno, que atua desviando a secreção de prostaglandina $F_{2\alpha}$ do endométrio para o lúmen uterino.



Gestação mantida



O estrógeno produzido pelos embriões desvia a secreção de prostaglandina $F_{2\alpha}$, evitando a luteólise e mantendo a gestação.



O reconhecimento materno da gestação impede a luteólise, mantém o corpo lúteo funcional e garante a produção de progesterona, essencial para a manutenção e o desenvolvimento da gestação.

PARTICULARIDADES DA FASE LÚTEA EM CADELAS E GATAS

Em cadelas e gatas, a fase lútea tem algumas particularidades.

Na **gata**, o corpo lúteo pode durar várias semanas após a ovulação, mesmo sem gestação.

Na **cadela**, a fase lútea da fêmea gestante e da não gestante é muito parecida em duração.

Por isso, a cadela pode apresentar **pseudogestação**, com alterações comportamentais e mamárias, mesmo sem estar prenhe.

Por conta dessa fase lútea prolongada, **não há necessidade de um mecanismo complexo para impedir uma luteólise precoce**, como acontece em ruminantes, suínos ou equinos.

GATA



Corpo lúteo pode durar várias semanas após a ovulação, mesmo sem gestação.

CADELA



Fase lútea da fêmea gestante e da não gestante é muito parecida em duração.

PSEUDOGESTÇÃO NA CADELA

- Alterações comportamentais (ninho, cuidado com objetos, etc.).
- Aumento das mamas e possível produção de leite.
- Sintomas semelhantes aos da gestação, mesmo sem fêmea prenhe.



FASE LÚTEA PROLONGADA EM CADELAS E GATAS



Corpo lúteo funcional por longos períodos



Alta produção de progesterona



Manutenção do endométrio em ambiente adequado para o embrião (se houver) ou para a pseudogestação (na cadela)



Não há necessidade de um mecanismo complexo para impedir luteólise precoce.



Diferente de ruminantes, suínos ou equinos, cadelas e gatas não dependem de um sinal específico do embrião para evitar a luteólise, pois o corpo lúteo permanece ativo por um período naturalmente prolongado.

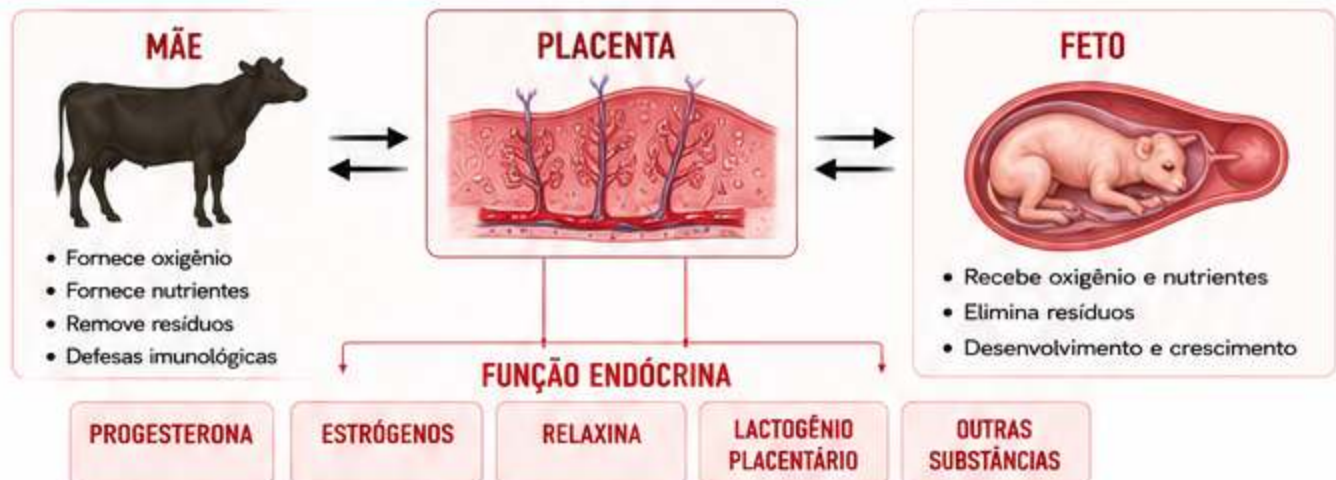
A PLACENTA: MAIS QUE TROCAS, UM ÓRGÃO ENDÓCRINO

Conforme a gestação avança, a placenta passa a ter papel cada vez mais importante.

Ela não serve apenas para trocas de gases, nutrientes e resíduos entre mãe e feto.

A **placenta também funciona como órgão endócrino**.

Dependendo da espécie, ela pode produzir:



Essas substâncias ajudam a manter a gestação, estimular o crescimento fetal, preparar a glândula mamária e participar da preparação para o parto.

TIPOS DE PLACENTA

A placenta pode ser classificada de acordo com a distribuição das áreas de contato entre os tecidos maternos e fetais.

PLACENTA DIFUSA

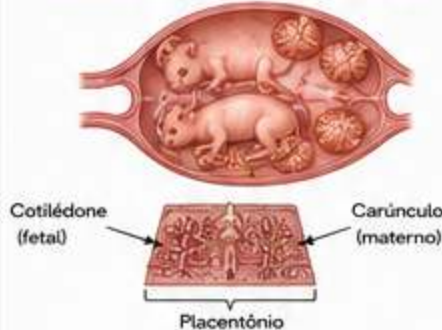
Égua e porca



- Vilosidades coriônicas distribuídas por praticamente toda a superfície do córion.
- Área de troca ampla e difusa.

PLACENTA COTILEDONÁRIA

Ruminantes (vacas, ovelhas, cabras)



- Vilosidades agrupam-se em estruturas chamadas cotilédones.
- Cotilédones se unem aos carúnculos maternos formando placentônios.

PLACENTA ZONÁRIA

Cadela e gata



- Área de troca forma uma faixa ou cinturão ao redor do feto.
- As vilosidades distribuem-se em uma região circunferencial.

PLACENTA DISCOIDAL

Primatas e roedores



- Trocas materno-fetais ocorrem em uma ou duas regiões circulares bem epêitadas.
- Forma um disco placentário.

IMPORTÂNCIA DO CORPO LÚTEO E DA PLACENTA DURANTE A GESTAÇÃO

A importância do corpo lúteo e da placenta também muda conforme a espécie.

Em algumas espécies, a placenta consegue assumir parte importante da produção hormonal durante a gestação.

Em outras, como vacas, cabras, porcas e cadelas, o corpo lúteo continua sendo essencial para manter níveis adequados de progesterona.

Isso é importante na prática, porque a **regressão precoce do corpo lúteo pode comprometer a manutenção da gestação em espécies dependentes da progesterona luteal**.



PLACENTA ASSUME PAPEL HORMONAL IMPORTANTE

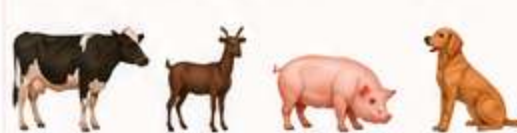


Égua Porca

- A placenta produz quantidades significativas de progesterona e/ou estrógenos.
- Menor dependência do corpo lúteo no decorrer da gestação.



CORPO LÚTEO ESSENCIAL (DEPENDÊNCIA DA PROGESTERONA LUTEAL)



Vaca Cabra Porca Cadela

- A placenta produz pouca progesterona.
- O corpo lúteo mantém níveis adequados de progesterona.
- Luteólise precoce → queda da progesterona → risco de perda da gestação.



ATENÇÃO NA PRÁTICA



A regressão precoce do corpo lúteo pode comprometer a gestação em espécies dependentes da progesterona luteal. O manejo adequado é essencial para o sucesso reprodutivo.

No final da gestação, o organismo da fêmea começa a se preparar para o parto.

Durante a maior parte da gestação, a **progesterona** mantém o útero relativamente quieto, reduzindo a contratilidade do miométrio e ajudando a manter a **cérvix fechada**.

Mas, próximo ao parto, esse equilíbrio começa a mudar.

Em muitas espécies, o próprio feto participa do início desse processo por meio da ativação do seu eixo hipotálamo-hipófise-adrenal.

A adrenal fetal passa a produzir **cortisol**, e esse cortisol fetal é um dos principais sinais de maturidade fetal.

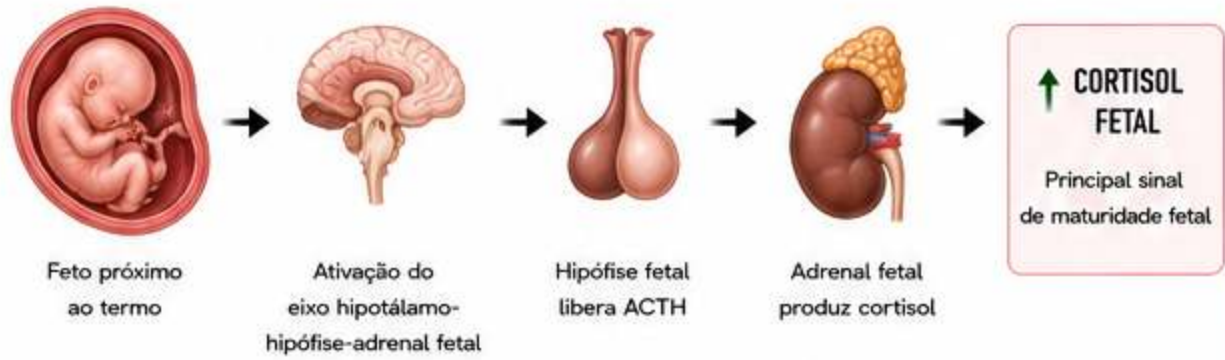
O aumento do cortisol fetal estimula alterações na placenta e favorece o aumento de **estrógenos e prostaglandinas**.

Os estrógenos aumentam a capacidade de contração do útero e tornam o miométrio mais sensível aos estímulos contráteis.

As prostaglandinas, principalmente a **prostaglandina F_{2α}**, estimulam contrações uterinas e, em algumas espécies, provocam **luteólise**, reduzindo a progesterona.

Com isso, o útero deixa de ser um órgão predominantemente quiescente e passa a se preparar para expulsar o feto.

ATIVAÇÃO DO EIXO FETAL E INÍCIO DAS MUDANÇAS PARA O PARTO



EFEITOS DO CORTISOL FETAL NA PLACENTA



- Estimula alterações na placenta
- Aumenta a produção de:

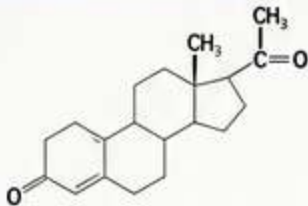
↑ ESTRÓGENOS

↑ PROTAGLANDINAS (Principalmente F_{2α})

MUDANÇAS HORMONAIS E SEUS EFEITOS

DURANTE A MAIOR PARTE DA GESTAÇÃO

PROGESTERONA ALTA



- ✓ Reduz a contratilidade do miométrio
- ✓ Mantém o útero relativamente quiescente
- ✓ Mantém a **cérvix fechada**
- ✓ Inibe a produção de prostaglandinas
- ✓ Evita contrações uterinas

PRÓXIMO AO PARTO

↑ ESTRÓGENOS

- Aumentam a capacidade de contração do útero
- Tornam o miométrio mais sensível aos estímulos contráteis

↑ PROTAGLANDINAS (Principalmente F_{2α})

- Estimulam contrações uterinas
- Promovem luteólise (em muitas espécies)
- Reduzem a produção de progesterona



ÚTERO ATIVO

Contrações uterinas mais intensas e coordenadas

RESULTADO FINAL



O útero deixa de ser quiescente e se prepara para expulsar o feto.

MODIFICAÇÕES CERVICAIS PARA O PARTO

A **cérvix** também precisa se modificar.

Durante a gestação, ela funciona como uma barreira protetora, mas no parto precisa relaxar e dilatar.

Prostaglandinas e relaxina participam desse processo, promovendo alterações no tecido conjuntivo cervical e nos tecidos associados ao canal pélvico.

A relaxina ajuda a tornar essas estruturas mais flexíveis, facilitando a passagem do feto.

DURANTE A GESTAÇÃO

Cérvix fechada



- Alta progesterona
- Poucas prostaglandinas
- Pouca relaxina

Cérvix firme e fechada, canal pélvico menos complacente.

PRÓXIMO AO PARTO

Cérvix em modificação

↑ PROTAGLANDINAS (F_{2α})

↑ RELAXINA

- Degradação do colágeno
- Aumento da hidratação
- Maior elasticidade do tecido cervical e do canal pélvico

Cérvix relaxada e dilatada, canal pélvico mais complacente.

INÍCIO DO PARTO

Dilatação cervical



Em resumo:

O parto é resultado de uma sequência de eventos iniciada pelo feto (cortisol), que leva ao aumento de estrógenos e prostaglandinas, à redução da progesterona e às mudanças no útero e na **cérvix**, permitindo a expulsão do feto.

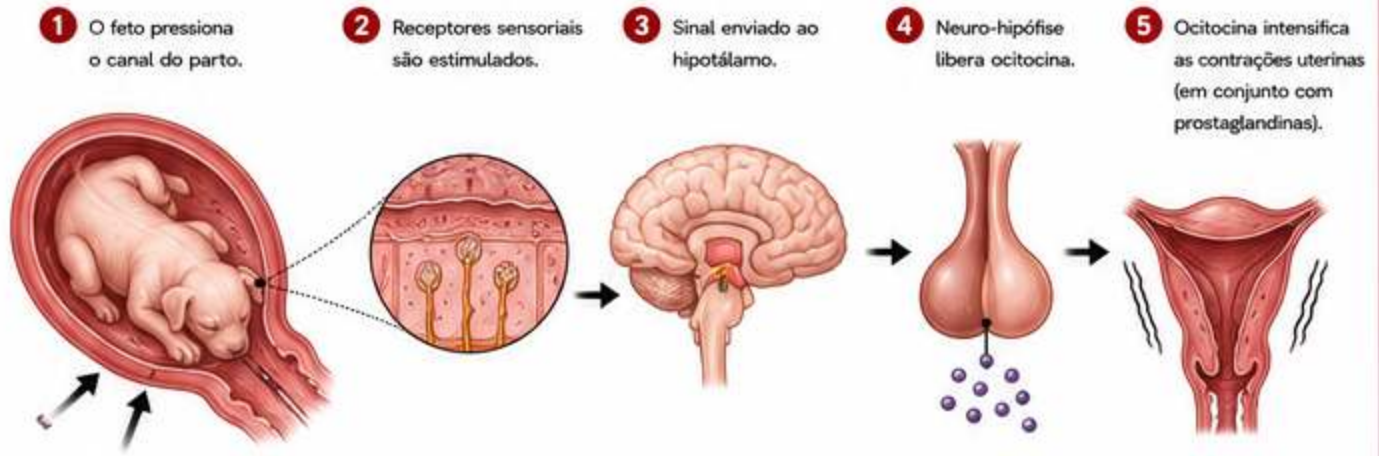
A **ocitocina** entra de forma mais intensa quando o parto já está em andamento.

Quando o feto pressiona o canal do parto, receptores sensoriais são estimulados, levando à liberação de ocitocina pela neuro-hipófise.

Esse mecanismo é chamado de **reflexo de Ferguson**.

A ocitocina intensifica as contrações uterinas e atua junto com as **prostaglandinas**, fortalecendo o processo de expulsão fetal.

REFLEXO DE FERGUSON



A ocitocina amplifica as contrações uterinas, e novas contrações estimulam ainda mais a liberação de ocitocina, criando um ciclo de retroalimentação positiva até a expulsão do feto.

AS TRÊS FASES DO PARTO

O parto pode ser dividido em três fases principais. Em espécies que têm vários filhotes (cadela, gatas, porcas), a segunda e a terceira fases se repetem a cada nascimento.

1 PREPARAÇÃO E DILATAÇÃO DA CÉRVIX



- Aumento da atividade uterina.
- Dilatação da cérvix.
- Mudanças comportamentais na fêmea: inquietação, procura de local adequado, panting, etc.

Objetivo: preparar o canal do parto para a expulsão do feto.

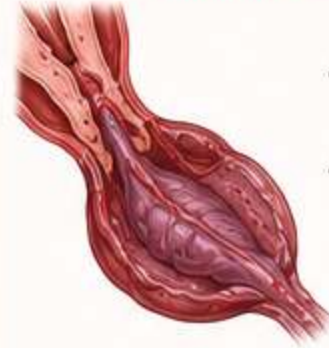
2 EXPULSÃO DO FETO



- Contrações uterinas fortes e coordenadas.
- Associação com a prensa abdominal (puxos).
- Em espécies com múltiplos filhotes, essa fase se repete a cada nascimento.

Objetivo: expulsar o feto para o ambiente externo.

3 ELIMINAÇÃO DAS MEMBRANAS FETAIS (PLACENTA E ANEXOS)



- Expulsão da placenta e seus anexos.
- Em geral, ocorre logo após o nascimento do filhote.

Objetivo: eliminar as membranas fetais e completar o parto.



PÓS-PARTO: INVOLUÇÃO UTERINA

Após o parto, o útero passa por involução uterina: reduz de tamanho gradualmente e elimina líquidos, coágulos e restos de membranas fetais.

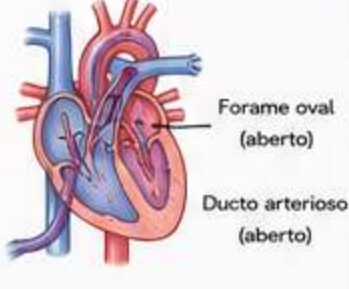
Principais características da involução uterina:

- Contrações uterinas ajudam a reduzir o tamanho do útero.
- Eliminação de lóquios (descarga pós-parto).
- Regeneração do endométrio e retorno à condição pré-gestacional.

ADAPTAÇÃO DO RECÉM-NASCIDO À VIDA EXTRAUTERINA

DURANTE A VIDA FETAL

Os pulmões não realizam as trocas gasosas principais, e parte da circulação passa por desvios.



- Oxigenação ocorre principalmente pela placenta.
- Forame oval permite passagem de sangue entre átrios.
- Ducto arterioso desvia o sangue da circulação pulmonar.

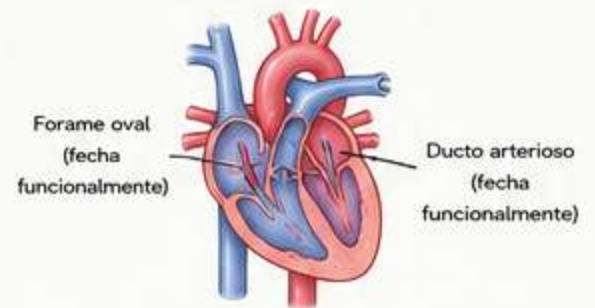
PRIMEIRA RESPIRAÇÃO



- Expansão dos pulmões.
- Entrada de ar e oxigenação do sangue.
- Início da respiração pulmonar.

APÓS A PRIMEIRA RESPIRAÇÃO

O neonato assume a respiração pulmonar.



- A resistência vascular pulmonar diminui.
- O sangue passa a circular pelos pulmões.
- Forame oval e ducto arterioso se fecham funcionalmente.



EM RESUMO

O parto é um processo coordenado por mudanças hormonais que envolvem feto, placenta e organismo materno. A ocitocina e as prostaglandinas promovem contrações uterinas eficazes e a dilatação cervical. Após o nascimento e a eliminação das membranas fetais, o útero involui. Paralelamente, o neonato se adapta à vida fora do útero, assumindo a respiração pulmonar e a circulação adequada.



GLÂNDULA MAMÁRIA: PRODUÇÃO DE COLOSTRO E LACTAÇÃO

Os mamíferos recebem esse nome justamente por causa das glândulas mamárias, estruturas especializadas na produção de leite. Essa característica representa uma **grande vantagem evolutiva**, porque permite que os filhotes sejam nutridos e protegidos no início da vida, mesmo antes de conseguirem se alimentar sozinhos.

Além disso, como o neonato não precisa nascer com dentes funcionais, a cabeça pode nascer com maxila e mandíbula ainda imaturas, facilitando o parto.

O desenvolvimento dos dentes ocorre depois, quando o animal passa a consumir alimentos além do leite.

VANTAGEM EVOLUTIVA DA LACTAÇÃO



Recém-nascido
(com maxila e mandíbula imaturas)



Animal adulto
(com dentes desenvolvidos)



O neonato nasce com estruturas craniofaciais imaturas, facilitando o parto. Os dentes se desenvolvem posteriormente.

ESTRUTURA DA GLÂNDULA MAMÁRIA

A unidade funcional da glândula mamária é o **alvéolo mamário**.

Os alvéolos são estruturas microscópicas formadas por células epiteliais secretoras, responsáveis pela produção do leite.

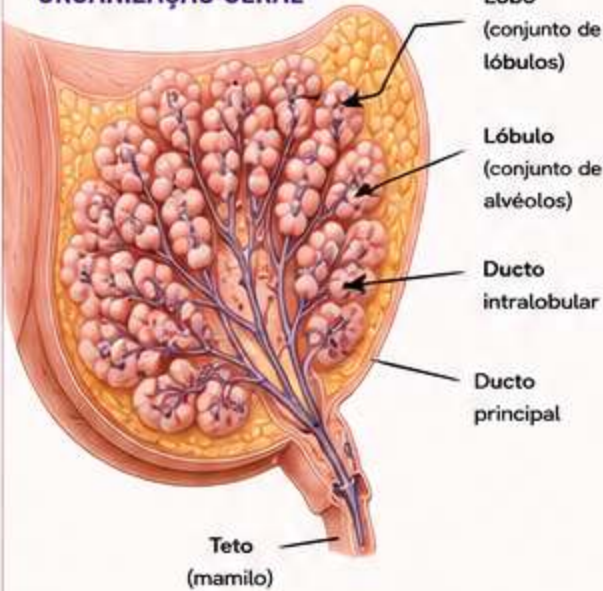
Ao redor desses alvéolos existem células mioepiteliais, que se contraem durante a ejeção do leite.

Vários alvéolos formam lóbulos, e vários lóbulos formam lobos, que ficam separados por tecido conjuntivo.

A glândula mamária é composta por:

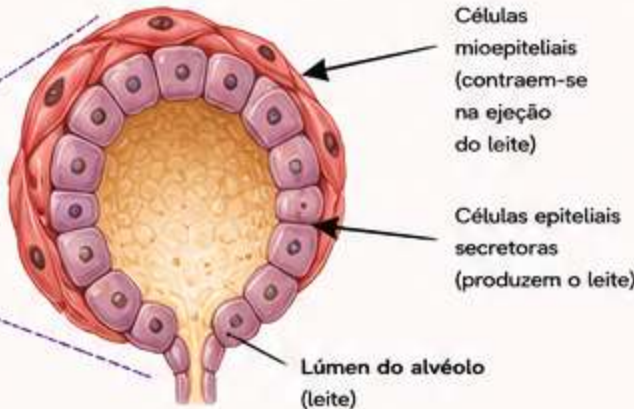
- **Parte secretora** – produção do leite
- **Sistema de ductos** – condução da secreção até o teto ou mamilo

ORGANIZAÇÃO GERAL



Lobo (conjunto de lóbulos)
Lóbulo (conjunto de alvéolos)
Ducto intralobular
Ducto principal
Teto (mamilo)

ALVÉOLO MAMÁRIO (UNIDADE FUNCIONAL)



Células mioepiteliais (contraem-se na ejeção do leite)
Células epiteliais secretoras (produzem o leite)
Lúmen do alvéolo (leite)

EJEÇÃO DO LEITE

A contração das células mioepiteliais, estimulada pela ocitocina, comprime os alvéolos e os ductos, promovendo a saída do leite até o teto.



VARIAÇÕES ANATÔMICAS ENTRE AS ESPÉCIES

A organização da glândula mamária varia entre as espécies quanto ao número de ductos principais e à abertura no teto (mamilo).

BOVINOS, CAPRINOS E OVINOS



Cada glândula geralmente apresenta 1 ducto principal que se abre em 1 único orifício no teto.

ÉGUA



Podem existir 2 ductos principais.

PORCA



Podem existir 2 ductos principais.

CADELA E GATA



O mamilo pode apresentar várias aberturas, cada uma relacionada a uma unidade glandular.

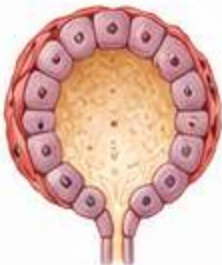
PRODUÇÃO DE COLOSTRO E LACTAÇÃO

COLOSTRO – O PRIMEIRO LEITE



- Produzido nos últimos dias de gestação e nas primeiras ordenhas/pesagens após o parto.
- Rico em imunoglobulinas (especialmente IgG), proteínas, vitaminas e minerais.
- Fundamental para a transferência de imunidade passiva ao neonato.
- Apresenta menor volume e maior concentração de sólidos em relação ao leite comum.

LACTAÇÃO – PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DO LEITE



- A produção de leite depende da sucção (estímulo mecânico) → liberação de prolactina (produção) e ocitocina (ejeção).
- A frequência da mamada/ordenha determina a quantidade de leite produzida.
- Com a redução da sucção ou retirada do estímulo, a produção de leite diminui gradualmente.

PRINCIPAIS HORMÔNIOS ENVOLVIDOS



PROLACTINA

Estimula a produção de leite pelas células epiteliais secretoras.



OCITOCINA

Provoca a contração das células mioepiteliais e a ejeção do leite.



EM RESUMO:



A glândula mamária permite nutrir e proteger os filhotes no início da vida, representando uma grande vantagem evolutiva dos mamíferos.



É formada por alvéolos (unidades secretoras) organizados em lóbulos e lobos, conectados a um sistema de ductos que conduz o leite.



A anatomia da glândula e o número de ductos principais variam entre as espécies, assim como o número de aberturas no mamilo.

VARIAÇÕES NO NÚMERO E NA POSIÇÃO DAS GLÂNDULAS MAMÁRIAS

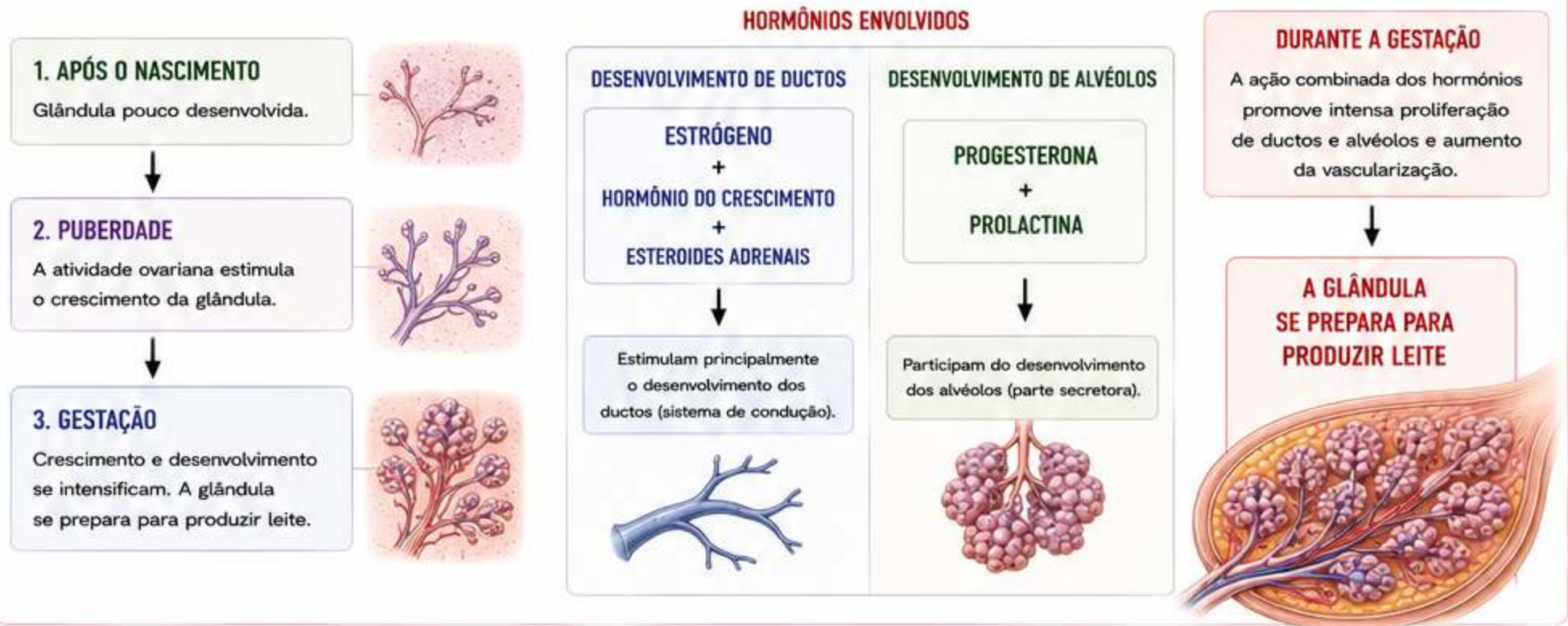
O número e a posição das glândulas também variam:

vacas têm quatro quartos formando o úbere,

cabras, ovelhas e éguas possuem um par de glândulas, enquanto **cadelas, gatas e porcas** apresentam várias glândulas distribuídas ao longo da região torácica, abdominal e inguinal.



DESENVOLVIMENTO DA GLÂNDULA MAMÁRIA – MAMOGÊNESE



COLOSTRO – A PRIMEIRA SECREÇÃO MAMÁRIA

No final da gestação, começa a formação do colostro.

O colostro é a primeira secreção mamária, produzida antes do parto e nas primeiras horas após o nascimento.

Ele é diferente do leite maduro, pois é mais concentrado, rico em proteínas, lipídios, vitamina A e imunoglobulinas.

Sua função não é apenas alimentar o neonato, mas também protegê-lo.

Em muitas espécies domésticas, a placenta não permite passagem eficiente de anticorpos para o feto. Por isso, o filhote nasce dependente da ingestão de colostro para adquirir **imunidade passiva**.

COMPOSIÇÃO DO COLOSTRO

- Rico em imunoglobulinas (principalmente IgG)
- Rico em proteínas, lipídios e vitamina A
- Contém substâncias antimicrobianas, como lactoferrina e lisozimas
- Menor teor de lactose em comparação ao leite maduro

IMPORTÂNCIA PARA O NEONATO

A imunidade passiva ocorre porque o neonato absorve anticorpos maternos presentes no colostro. Esses anticorpos ajudam na proteção contra microrganismos do ambiente, especialmente nos primeiros dias de vida.

ABSORÇÃO DAS IMUNOGLOBULINAS

O intestino do recém-nascido só consegue absorver essas proteínas grandes por pouco tempo.



JANELA DE ABSORÇÃO:
apenas nas primeiras 24 a 36 horas de vida.



Bezerros, potros, cordeiros, cabritos, leitões, filhotes de cães e gatos precisam mamar colostro o quanto antes.

FUNÇÕES DO COLOSTRO

- Fornece nutrientes concentrados.
- Protege contra infecções.
- Estimula o desenvolvimento do sistema imunológico.



TRANSIÇÃO PARA A LACTAÇÃO



EM RESUMO:

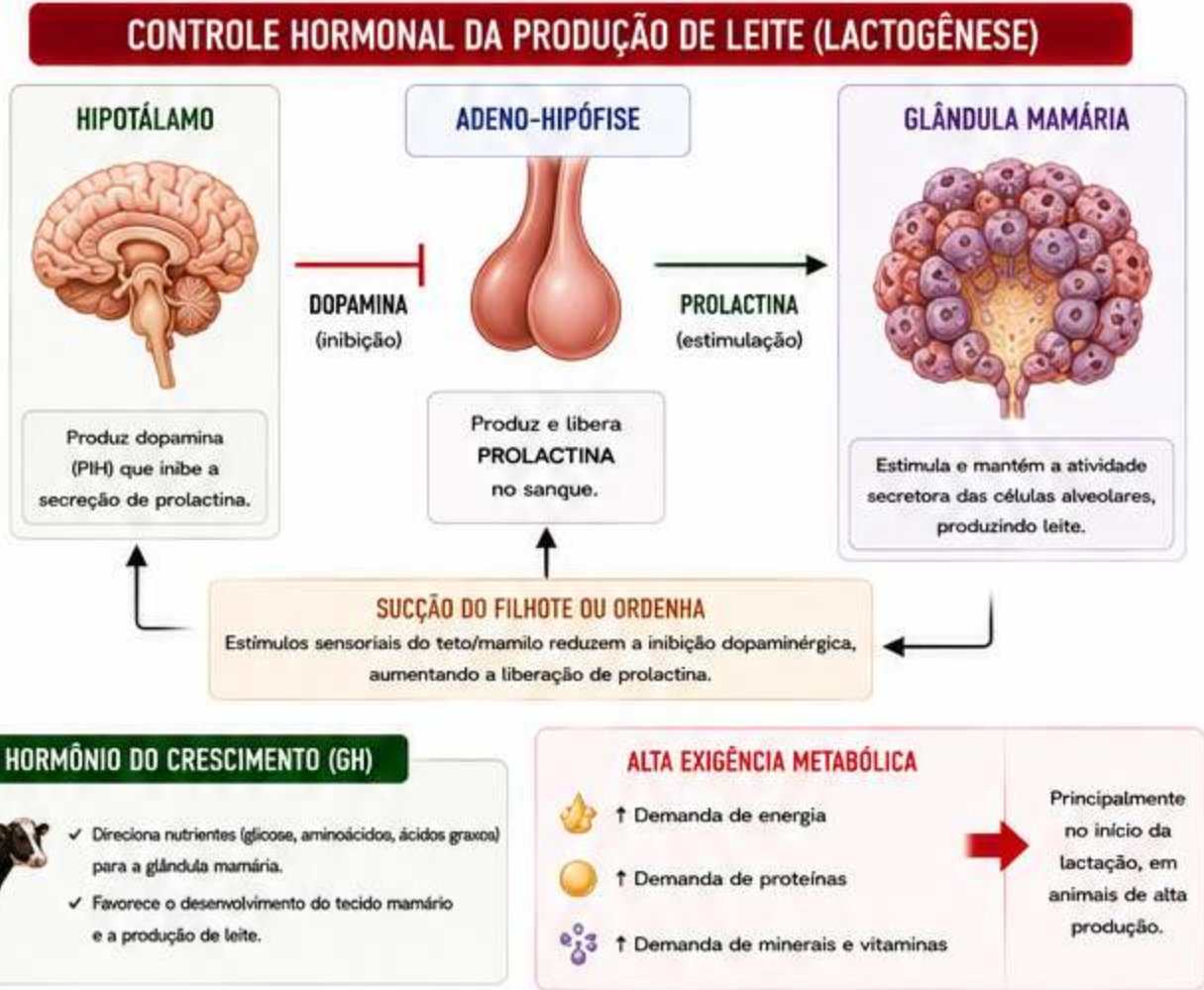
A glândula mamária é uma estrutura especializada na produção de leite, com organização que varia entre as espécies. O desenvolvimento da glândula depende de hormônios sexuais e se intensifica durante a gestação. O colostro, primeira secreção mamária, é essencial para nutrir e proteger o neonato, garantindo imunidade passiva nas primeiras horas de vida.

A produção de leite é chamada de **lactogênese**.
A **prolactina** é um dos principais hormônios envolvidos nesse processo. Ela é produzida pela adeno-hipófise e sua secreção é controlada pelo hipotálamo.

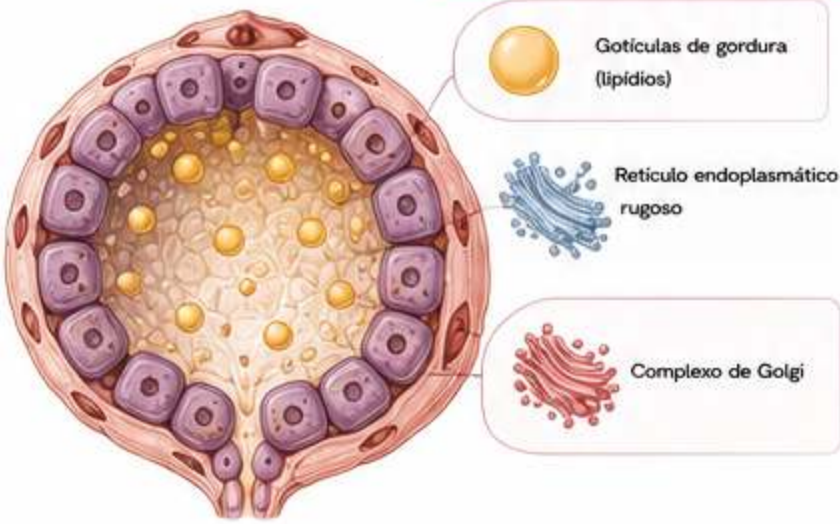
A dopamina inibe a liberação de prolactina. Durante a sucção ou ordenha, os estímulos sensoriais vindos do teto ou mamilo reduzem essa inibição dopaminérgica, permitindo aumento da prolactina. Com isso, a glândula mamária mantém sua atividade secretora.

Outro hormônio importante é o **hormônio do crescimento**, especialmente em ruminantes. Ele ajuda a direcionar nutrientes para a produção de leite.

Por isso, a lactação é uma fase de **alta exigência metabólica**. A fêmea precisa mobilizar energia, proteínas, minerais e outros nutrientes para sustentar a produção láctea. Em animais de alta produção, como vacas leiteiras, esse desafio metabólico é muito evidente no início da lactação.



SÍNTESE DOS COMPONENTES DO LEITE NAS CÉLULAS ALVEOLARES



GORDURA (LIPÍDIOS)

Sintetizada no retículo endoplasmático liso e liberada no lúmen do alvéolo em forma de gotículas de gordura.



PROTEÍNAS

Principalmente as caseínas. Produzidas no retículo endoplasmático rugoso, modificadas e empacotadas no complexo de Golgi e liberadas no lúmen do alvéolo.



LACTOSE

Sintetizada no complexo de Golgi. Tem papel importante na osmolaridade do leite, atraindo água para o lúmen alveolar e determinando o volume do leite produzido.



MINERAIS, VITAMINAS E ÁGUA

Transportados para o lúmen alveolar por diferentes mecanismos (ativos e passivos).

EJEÇÃO DO LEITE – REFLEXO DE DESCIDA DO LEITE (MEDIADO PELA OCITOCINA)

Depois de produzido, o leite precisa ser liberado.

Para o leite sair da glândula, é necessário o **reflexo de ejeção do leite**, mediado principalmente pela **ocitocina**.

Quando o filhote suga ou quando ocorre estímulo manual antes da ordenha, impulsos sensoriais chegam ao hipotálamo e estimulam a liberação de ocitocina pela neuro-hipófise.

A ocitocina age nas células mioepiteliais ao redor dos alvéolos e ductos, fazendo com que elas se contraiam e empurrem o leite em direção aos ductos, cisternas e teto. Esse processo é conhecido como **descida do leite**.

Ele ocorre rapidamente, mas dura poucos minutos. Por isso, em sistemas de ordenha, é importante que o manejo seja calmo e que a ordenha comece logo após a preparação do úbere.

Estresse, dor, medo e manejo inadequado podem prejudicar a liberação de ocitocina e reduzir a eficiência da ejeção do leite.

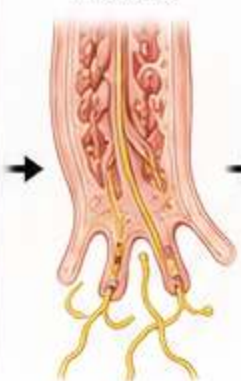
1 ESTÍMULO

Sucção do filhote ou estímulo manual (antes da ordenha).



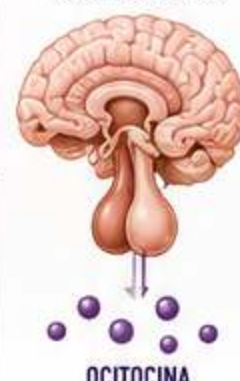
2 IMPULSOS SENSORIAIS

Receptores no teto/mamilo enviam impulsos ao hipotálamo.



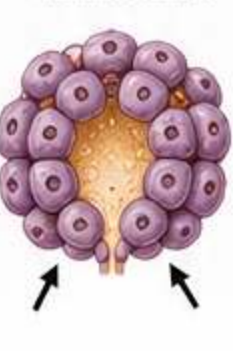
3 LIBERAÇÃO DE OCITOCINA

Hipotálamo estimula a neuro-hipófise a liberar ocitocina no sangue.



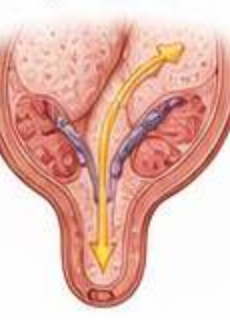
4 AÇÃO DA OCITOCINA

Ocitocina age nas células mioepiteliais ao redor de alvéolos e ductos, causando contração.



5 DESCIDA DO LEITE

O leite é empurrado para os ductos, cisternas e teto, ficando disponível para o filhote ou para a ordenha.



DURAÇÃO

Ocorre rapidamente e dura poucos minutos.

MANEJO ADEQUADO É FUNDAMENTAL

- Ambiente calmo e sem estresse
- Preparação do úbere antes da ordenha
- Início imediato da ordenha após o estímulo

FATORES QUE PREJUDICAM

- ✗ Estresse
- ✗ Dor
- ✗ Medo
- ✗ Manejo inadequado



EM RESUMO:

- ✓ A produção de leite (lactogênese) é controlada principalmente pela prolactina, com apoio do hormônio do crescimento.
- ✓ As células alveolares produzem gordura, proteínas, lactose, minerais, vitaminas e água, formando o leite.
- ✓ A ejeção do leite depende da ocitocina e do reflexo de descida do leite, desencadeado pela sucção ou estímulo manual.
- ✓ Manejo tranquilo e correto garante melhor liberação do leite e maior eficiência na ordenha.



O PRIMEIRO ALEITAMENTO VARIA ENTRE AS ESPÉCIES

O primeiro aleitamento é essencial para garantir energia, nutrientes e imunidade ao neonato.

ESPÉCIES COM 1 OU 2 FILHOTES

(vacas, éguas, cabras e ovelhas)

- O neonato normalmente precisa ficar em pé.
- Deve localizar a glândula mamária e o teto para conseguir mamar.



Exigem coordenação e força para mamar.

ESPÉCIES QUE PRODUZEM NINHADAS

(cadela, gatas e porcas)

- Os filhotes mamam mais rapidamente e em intervalos menores.
- Mais suscetíveis à hipoglicemia e à fraqueza neonatal.

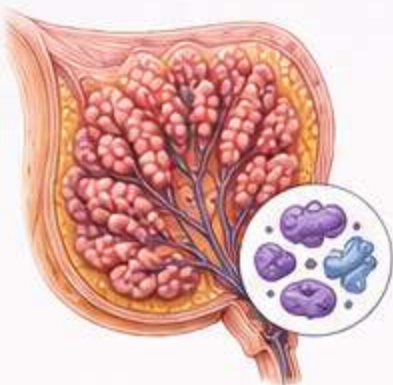


Mamadas frequentes garantem energia, calor e proteção.

DOENÇAS RELACIONADAS À GLÂNDULA MAMÁRIA

Algumas doenças afetam diretamente a glândula mamária e podem comprometer a saúde do animal e a produção de leite.

1. MASTITE – INFLAMAÇÃO DA GLÂNDULA MAMÁRIA



- Muito importante em vacas leiteiras e também observada em cadelas.
- Ocorre quando microrganismos entram pelo canal do teto ou mamilo.
- Causa inflamação do tecido secretor.
- Pode reduzir a produção de leite e alterar sua composição.
- Em casos graves, pode causar doença sistêmica.

SINAIS CLÍNICOS COMUNS

- 🌡️ Aumento de temperatura local
- 🐖 Inchaço, dor e endurecimento
- 🐖 Alterações no leite (grumos, sangue, pus, alterações de cor)
- ⚠️ Febre, apatia e perda de apetite (casos graves)

PREVENÇÃO E CONTROLE

- ✅ Higiene na ordenha
- ✅ Desinfecção dos tetos
- ✅ Correta rotina de manejo
- ✅ Tratamento precoce dos casos
- ✅ Boas condições de conforto e nutrição

2. NEOPLASIAS MAMÁRIAS (CÃES E GATOS)

- Tumores mamários são comuns em cadelas e gatas.
- Em cadelas, a exposição da glândula mamária aos hormônios ovarianos ao longo dos ciclos aumenta o risco de tumores.
- A castração precoce reduz significativamente a incidência dessas neoplasias.



FATO IMPORTANTE



A castração antes do primeiro cio reduz em até 90% o risco de tumores mamários em cadelas.

SINAIS DE ALERTA

- ⚠️ Nódulos ou massas na mama
- ⚠️ Aumento assimétrico da glândula
- ⚠️ Ulcerações
- ⚠️ Secreções anormais

ALTERAÇÕES INDIRETAMENTE ASSOCIADAS À LACTAÇÃO

Algumas alterações não estão diretamente na glândula mamária, mas estão relacionadas à ingestão de colostro e às demandas metabólicas da lactação.



1. FALHA DE TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA (FTIP)

- Ocorre quando o neonato não ingere colostro suficiente ou não absorve adequadamente as imunoglobulinas.
- Resulta em maior suscetibilidade a infecções e maior mortalidade neonatal.



CAUSAS COMUNS

- ✅ Ingestão tardia de colostro
- ✅ Baixa qualidade do colostro
- ✅ Problemas de absorção intestinal
- ✅ Baixo volume ingerido



2. ISOERITRÓLISE NEONATAL (POTROS E GATOS)

- Anticorpos presentes no colostro materno atacam as hemácias do neonato.
- Pode causar anemia hemolítica, icterícia e fraqueza.
- Descrita principalmente em potros, e também em gatos.



SINAIS CLÍNICOS

- Fraqueza, apatia
- Icterícia (mucosas amareladas)
- Anemia, urina escura



3. HIPOCALCEMIA PUERPERAL (ECLÂMPSIA)

- Importante em vacas e cadelas.
- Causada pela grande demanda de cálcio no início da lactação.
- Queda do cálcio sanguíneo → fraqueza muscular e sinais neurológicos.



SINAIS CLÍNICOS

- Fraqueza, tremores
- Decúbito (não consegue se levantar)
- Temperatura corporal baixa
- Em casos graves, coma e morte



EM RESUMO:

- ✅ O primeiro aleitamento garante energia, nutrientes e imunidade ao neonato.
- ✅ A mastite pode comprometer a produção de leite e a saúde do animal.
- ✅ Neoplasias mamárias são importantes em cadelas e gatas, e a castração precoce é a melhor prevenção.
- ✅ Falha de transferência de imunidade, isoeritrólise neonatal e hipocalcemia puerperal são alterações associadas à lactação que exigem atenção do médico-veterinário.



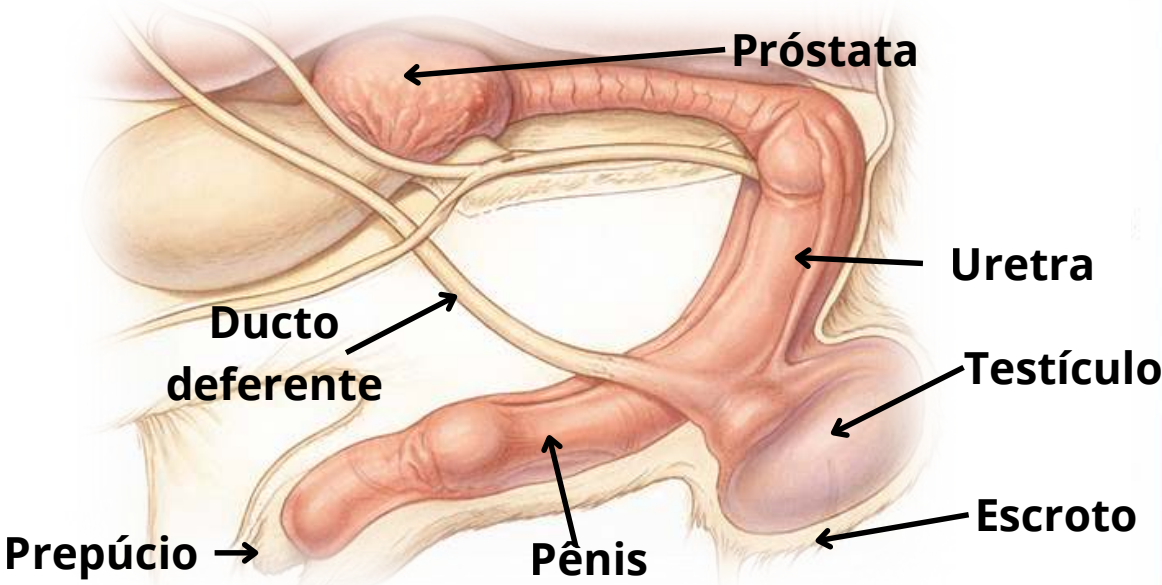
SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO

De forma geral, o sistema reprodutor masculino é formado pelos testículos, epidídimos, ductos deferentes, glândulas acessórias, uretra, pênis, prepúcio e escroto.

Mas, para esta aula, o mais importante não é decorar cada estrutura anatômica.

O mais importante é entender a função de cada uma dentro do processo reprodutor.

VISÃO ESQUEMÁTICA – CORTE SAGITAL DO APARELHO REPRODUTOR MASCULINO



TESTÍCULOS
Produzem espermatozoides e testosterona.



EPIDÍDIMOS
Promovem maturação e armazenamento dos espermatozoides.



DUCTOS DEFERENTES
Conduzem os espermatozoides até a uretra.



GLÂNDULAS ACESSÓRIAS
Produzem grande parte do fluido seminal.



PÊNIS
Permite a deposição do sêmen no trato genital feminino.

GLÂNDULAS ACESSÓRIAS E SUAS PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Vesículas seminais



Produzem a maior parte do plasma seminal; ricas em frutose, proteínas e prostaglandinas.

Próstata



Produz secreção levemente alcalina com enzimas que ajudam na motilidade e sobrevivência dos espermatozoides.

Glândulas bulbouretrais (Cowper)



Produzem muco que lubrifica a uretra e neutraliza resíduos ácidos antes da ejaculação.

A PRIMEIRA FUNÇÃO ESSENCIAL: ESPERMATOGÊNESE

A primeira função mais importante do sistema reprodutor do macho é a **espermatoxênese**, que é a produção de espermatozoides.

Esse processo ocorre dentro dos túbulos seminíferos, localizados nos testículos.

Ali, células germinativas primitivas passam por divisões celulares e diferenciação até formarem espermatozoides.

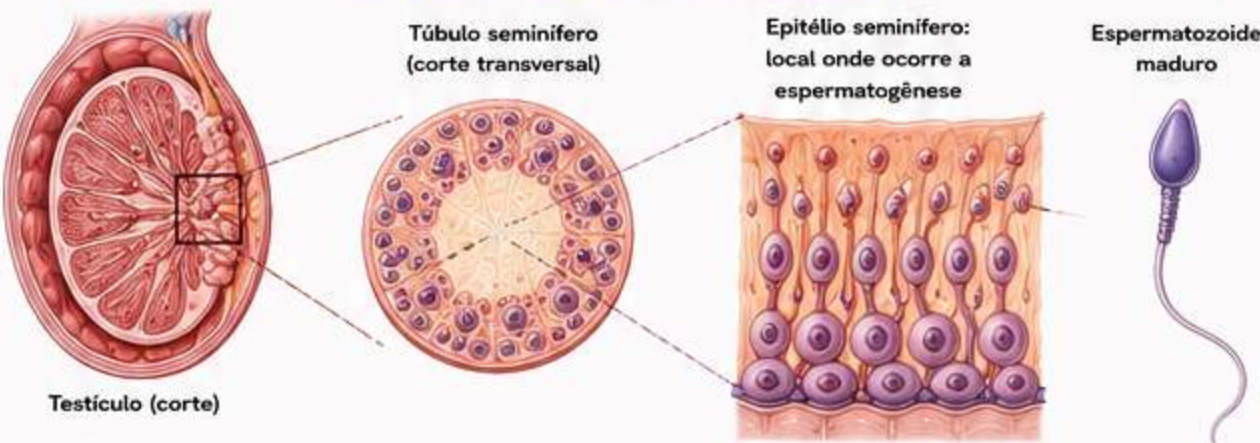


Esse processo não é rápido. Dependendo da espécie, entre o início da formação da célula germinativa e a presença de espermatozoides no ejaculado, podem se passar cerca de **50 a 70 dias**.



Por isso, quando um animal sofre febre, estresse térmico, trauma testicular, intoxicação ou qualquer agressão que afete os testículos, a queda na qualidade seminal pode aparecer **semanas depois**.

ONDE A ESPERMATOGÊNESE ACONTECE?



ETAPAS DA ESPERMATOGÊNESE



EM RESUMO:

- ✓ O sistema reprodutor masculino tem como função principal produzir e entregar espermatozoides viáveis ao trato genital feminino.
- ✓ A espermatogênese ocorre nos túbulos seminíferos e é um processo demorado e sensível a fatores ambientais e de saúde.
- ✓ A qualidade seminal refletirá condições atuais e passadas dos testículos.

A espermatogênese começa com células chamadas **espermatogônias**, que ficam próximas à membrana basal dos túbulos seminíferos.

Algumas espermatogônias permanecem como células de reserva, mantendo a capacidade contínua de produção espermática.

Outras entram no processo de divisão celular e vão fazendo **mitoses**.

Aqui ainda temos uma célula **2N**, ou seja, o número completo de cromossomos.

Então ela vai passando por essa diferenciação e originam espermátocitos.

Até aqui temos o espermátocito tipo I que ainda é 2N.

Depois eles passam pelo processo de **meiose**, que é a divisão celular responsável por reduzir o número de cromossomos pela metade e viram espermátocitos tipo 2.

Isso é fundamental porque o espermatozoide precisa ser uma célula haploide, para que, na fecundação, ao se unir ao ovócito, o número cromossômico normal da espécie seja restaurado.

Depois da meiose, surgem as **espermátides**. Essas células ainda não têm formato clássico de espermatozoide.

Elas precisam passar por uma etapa chamada **espermiogênese**.

Durante essa fase, a célula se remodela completamente. O núcleo se condensa, o acrossomo se forma, a cauda se desenvolve e grande parte do citoplasma é eliminada.

O resultado final é o **espermatozoide**, uma célula altamente especializada, formada por cabeça, peça intermediária e cauda.

A cabeça carrega o material genético, a peça intermediária contém mitocôndrias para geração de energia, e a cauda permite o movimento.

ETAPAS DA ESPERMATOGÊNESE NOS TÚBULOS SEMINÍFEROS

1 ESPERMATOGÔNIAS (MITOSES)

Localizadas próximas à membrana basal. Algumas permanecem como células de reserva (tronco). Outras entram em divisão por mitoses.

2 ESPERMATÓCITO PRIMÁRIO (2n)

Resultado das mitoses. Ainda possui o número completo de cromossomos (2N).

3 MEIOSE I

Ocorre a divisão reducional do número de cromossomos.

4 ESPERMATÓCITOS SECUNDÁRIOS (n)

Células haploides (n), resultado da meiose I.

5 MEIOSE II

Nova divisão mitótica que mantém o número haploide.

6 ESPERMÁTIDES (n)

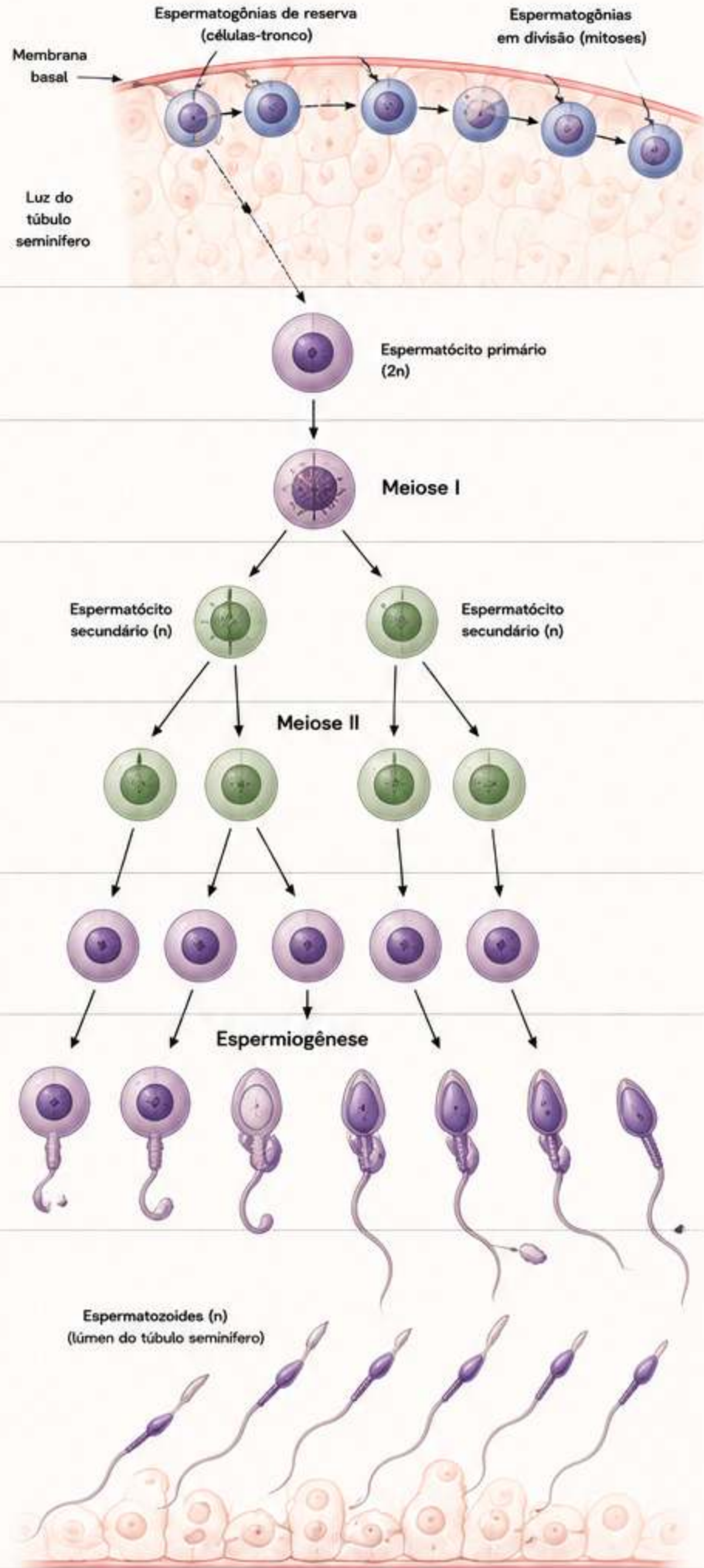
Células haploides imaturas, ainda arredondadas e sem características do espermatozoide.

7 ESPERMIOGÊNESE

Remodelação completa das espermátides, formando os espermatozoides.

8 ESPERMATOZOIDES (n)

Células haploides maduras, liberadas no lúmen do túbulo seminífero.



FASE DE PROLIFERAÇÃO (MITOSES)

FASE DE CRESCIMENTO

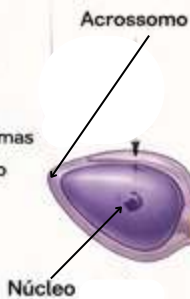
FASE DE MATUREZAÇÃO (MEIOSE)

FASE DE DIFERENCIAÇÃO (ESPERMIOGÊNESE)

ESTRUTURA DO ESPERMATOZOIDE

CABEÇA

- Contém o núcleo haploide com o material genético.
- O acrossomo possui enzimas que ajudam na penetração do ovócito.



PEÇA INTERMEDIÁRIA

- Rica em mitocôndrias dispostas em hélice ao redor do axonema.
- Responsável pela produção de energia (ATP) para o movimento.

CAUDA (FLAGELO)

- Formada pelo axonema (arranjo 9+2 de microtúbulos).
- Responsável pela motilidade e propulsão do espermatozoide.

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- ✓ Célula haploide (n)
- ✓ Altamente especializada
- ✓ Pequeno volume de citoplasma
- ✓ Alta motilidade
- ✓ Viável para fecundar o ovócito

EM RESUMO:

- ✓ A espermatogênese ocorre nos túbulos seminíferos dos testículos e dura, em média, 50 a 70 dias.
- ✓ O processo envolve mitoses (proliferação), meiose (maturação) e espermiogênese (diferenciação).
- ✓ O resultado final é o espermatozoide, célula haploide altamente especializada para fecundação.
- ✓ Fatores que afetam os testículos refletem na qualidade seminal semanas depois.

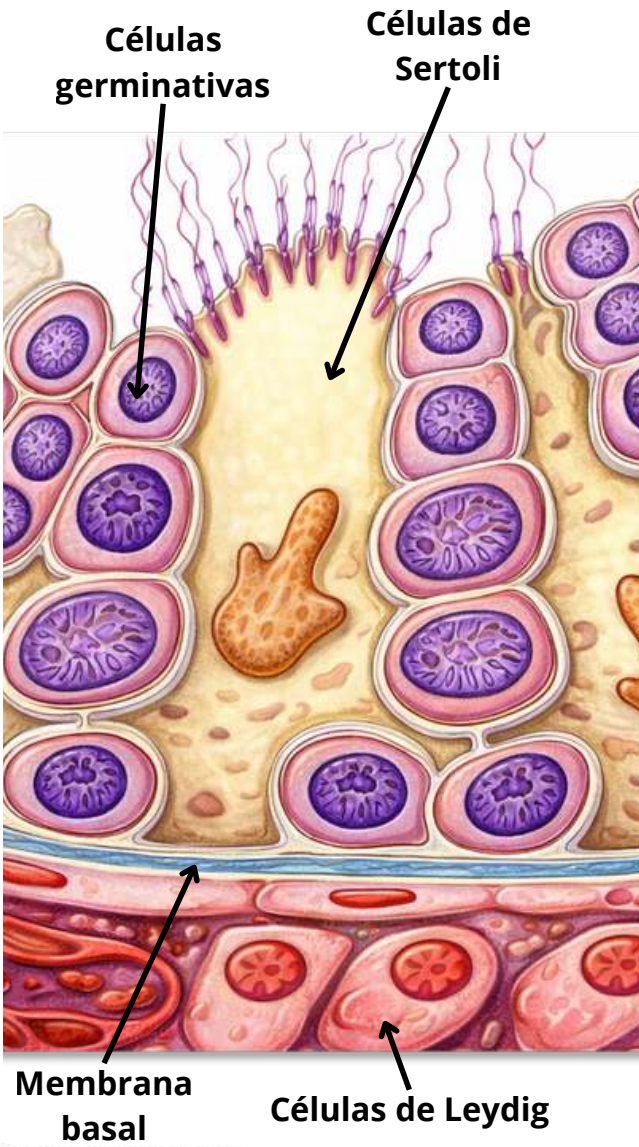


CÉLULAS DE SERTOLI: SUPORTE ESSENCIAL PARA A ESPERMATOGÊNESE

Dentro dos túbulos seminíferos, as células de Sertoli são essenciais para que a espermatogênese aconteça. Elas funcionam como células de suporte.

-  Nutrem as células germinativas, fornecendo substâncias essenciais para seu desenvolvimento.
-  Regulam o ambiente dos túbulos seminíferos, mantendo condições ideais para a formação dos espermatozoides.
-  Removem restos celulares (processo de fagocitose).
-  Produzem substâncias importantes para o controle hormonal do testículo, como inibina e AMH (na fase fetal).
-  Formam a barreira hematotesticular, que separa o sangue do compartimento onde as células germinativas mais avançadas estão se desenvolvendo.
-  Essa barreira protege as células germinativas avançadas, que possuem características antigênicas diferentes e poderiam ser reconhecidas pelo sistema imune como estranhas.

TÚBULO SEMINÍFERO – CORTE TRANSVERSAL



CÉLULAS DE LEYDIG: PRODUÇÃO DE TESTOSTERONA

As células de Leydig ficam no tecido intersticial, entre os túbulos seminíferos, e são responsáveis pela produção de testosterona.



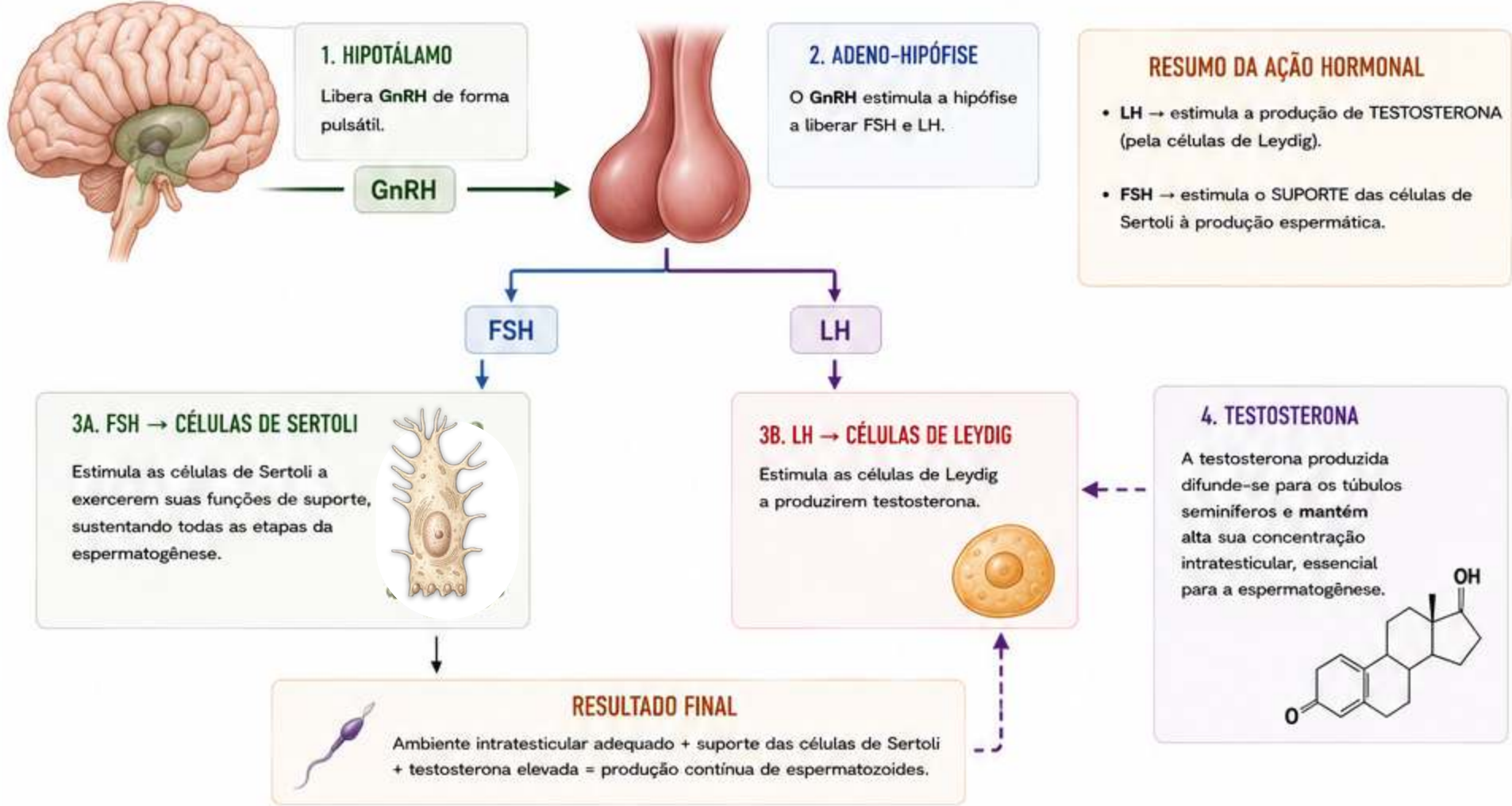
A testosterona participa de:

-  Desenvolvimento dos órgãos reprodutores.
-  Manutenção da espermatogênese.
-  Libido e comportamento sexual.
-  Função das glândulas acessórias (produção do fluido seminal).
-  Características sexuais secundárias (voz, musculatura, pilosidade, etc.).

 Para a espermatogênese, não basta ter testosterona circulante no sangue. É necessário manter alta concentração de testosterona dentro do testículo.

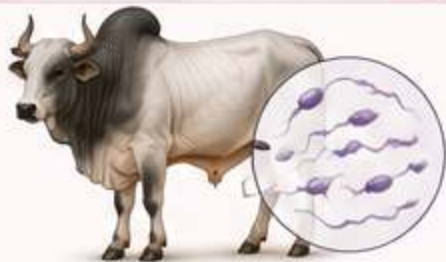
CONTROLE HORMONAL: EIXO HIPOTÁLAMO–HIPÓFISE–TESTICULAR

A produção de espermatozoides depende da ação coordenada de hormônios que atuam no testículo.



EM RESUMO:

-  A espermatogênese ocorre nos túbulos seminíferos e depende das células de Sertoli (suporte) e da testosterona (células de Leydig).
-  As células de Sertoli nutrem, protegem, regulam o ambiente, removem restos e formam a barreira hematotesticular.
-  As células de Leydig produzem testosterona, essencial para o desenvolvimento e a função reprodutiva do macho.
-  O eixo hipotálamo–hipófise–testicular (GnRH → FSH e LH) controla todo o processo.
-  LH = estimula testosterona; FSH = estimula o suporte das células de Sertoli.



PAPEL DAS CÉLULAS DE SERTOLI

As células de Sertoli têm funções essenciais para a espermatogênese e para o controle hormonal do testículo.



PRODUÇÃO DE ABP
(PROTEÍNA LIGADORA DE ANDRÓGENOS)

A ABP se liga à testosterona dentro dos túbulos seminíferos, mantendo alta concentração intratesticular de testosterona. Isso é essencial para o desenvolvimento dos espermatozoides.



PRODUÇÃO DE INIBINA

A inibina exerce feedback negativo sobre a hipófise, reduzindo principalmente a secreção de FSH.

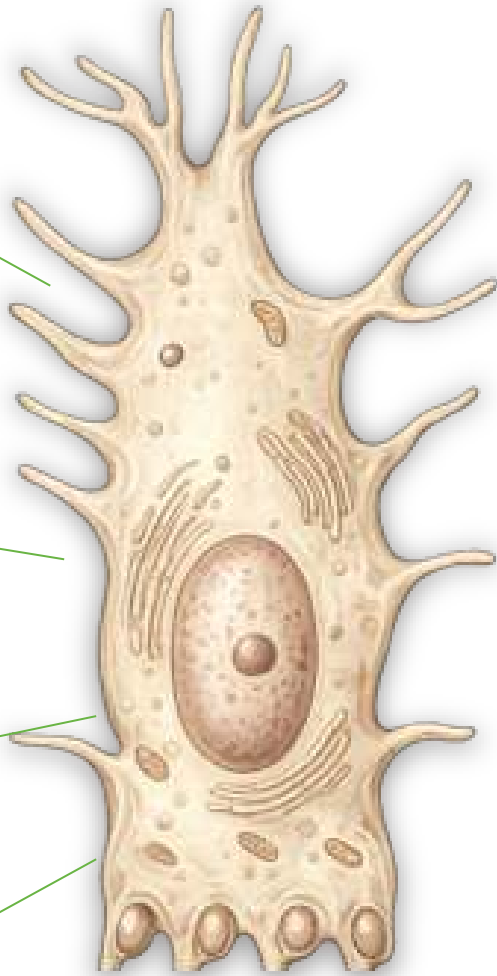


SUPOORTE E NUTRIÇÃO

Nutrem as células germinativas, regulam o ambiente dos túbulos seminíferos e participam da barreira hematotesticular.



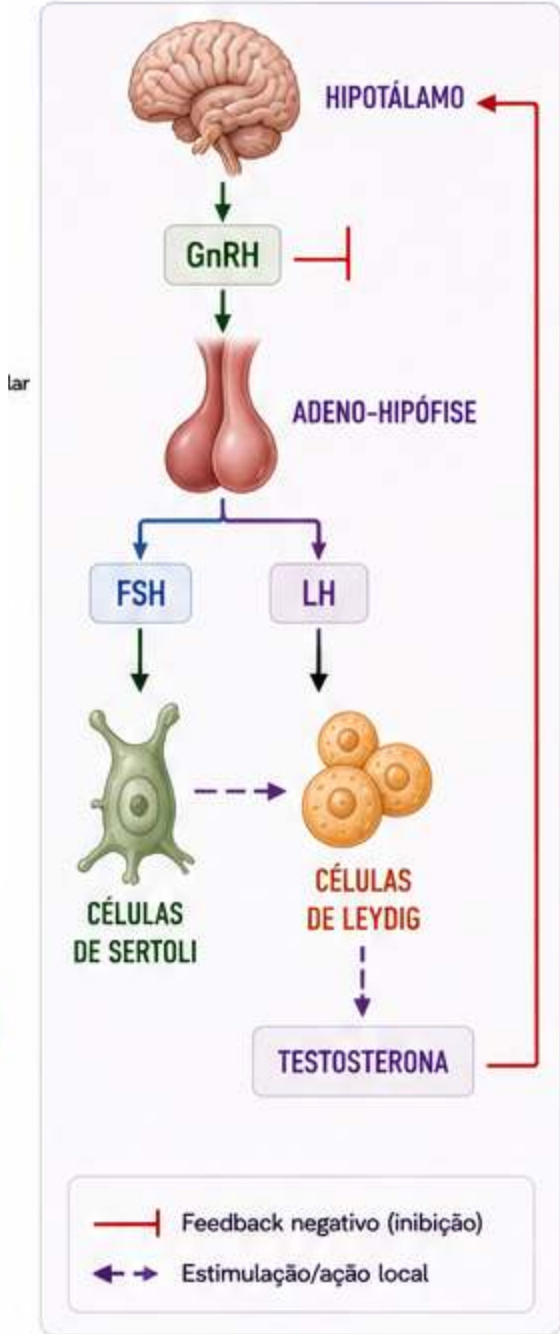
Sem as células de Sertoli, a espermatogênese não ocorre. Elas são indispensáveis para todo o processo.



RESUMO DAS AÇÕES PRINCIPAIS		
CÉLULA	PRODUZ	AÇÃO PRINCIPAL
 SERTOLI	• ABP (proteína ligadora de andrógenos) • Inibina	• Mantém alta concentração de testosterona nos túbulos seminíferos • Inibe a secreção de FSH na hipófise
 LEYDIG	• Testosterona	• Mantém a espermatogênese • Desenvolve e mantém órgãos reprodutores e características sexuais masculinas • Feedback negativo sobre hipotálamo e hipófise (↓ GnRH e LH)

FEEDBACK HORMONAL: CONTROLE DA ESPERMATOGÊNESE

A testosterona, produzida pelas células de Leydig, exerce feedback negativo sobre o hipotálamo e a hipófise, controlando a liberação de GnRH e LH.



POR QUE O USO INDISCRIMINADO DE TESTOSTERONA OU ESTEROIDES ANABOLIZANTES PODE CAUSAR INFERTILIDADE?

Quando o animal recebe andrógenos externos, o organismo interpreta que já existe hormônio suficiente e reduz a liberação de GnRH, LH e FSH.

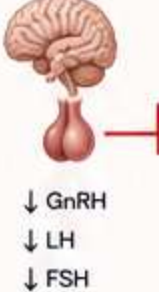


O resultado pode ser queda da espermatogênese, redução do tamanho testicular, piora da qualidade seminal e até degeneração testicular.

1 Andrógenos externos (ex.: testosterona ou esteroides)



2 Feedback negativo aumentado



3 Menos LH
Menos estímulo nas células de Leydig



↓ Produção intratesticular de testosterona

4 Menos FSH
Menos estímulo nas células de Sertoli



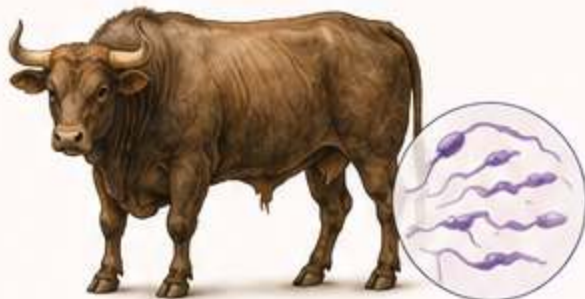
↓ Suporte à espermatogênese

5 Consequências

- Queda da espermatogênese
- Redução do tamanho testicular
- Piora da qualidade seminal
- Degeneração testicular
- Infertilidade

EM RESUMO

- As células de Sertoli produzem ABP, que mantém alta concentração de testosterona nos túbulos seminíferos.
- As células de Sertoli produzem inibina, que reduz a secreção de FSH.
- As células de Leydig produzem testosterona, que mantém a espermatogênese e exerce feedback negativo sobre o hipotálamo e a hipófise (↓ GnRH e LH).
- O equilíbrio hormonal do eixo hipotálamo-hipófise-testicular é essencial para a produção de espermatozoides.
- O uso indiscriminado de andrógenos externos interrompe esse equilíbrio e pode levar à infertilidade.



Outro ponto essencial da fisiologia masculina é a temperatura testicular.

Na maioria dos mamíferos domésticos, a espermatogênese normal exige que os testículos permaneçam alguns graus abaixo da temperatura corporal central. Por isso, os testículos ficam no escroto.

Essa localização não é um detalhe anatômico qualquer; ela é uma adaptação fisiológica para proteger a produção espermática.

Quando a temperatura testicular aumenta, a produção de espermatozoides é prejudicada, podendo haver **redução da concentração, queda de motilidade e aumento de defeitos morfológicos**.

TEMPERATURA IDEAL
A temperatura testicular ideal é de 2 a 6 °C abaixo da temperatura corporal central.

EFEITOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA TESTICULAR

- ↓ Produção de espermatozoides
- ↓ Concentração espermática
- ↓ Motilidade espermática
- ↑ Defeitos morfológicos
- Pode levar à infertilidade

TERMORREGULAÇÃO TESTICULAR

A termorregulação testicular depende de vários mecanismos.

Plexo pampiniforme

PELE ESCROTAL

- Fina, pigmentada e com poucas glândulas, favorece a perda de calor.

MÚSCULO DARTOS

- Contrai em temperaturas baixas, enrugando a pele escrotal e reduzindo a perda de calor.

MÚSCULO CREMASTER

- Eleva ou abaixa o testículo. Aproxima do corpo no frio e afasta no calor.

PLEXO PAMPINIFORME

- Sistema de troca de calor em contracorrente que resfria o sangue arterial antes de chegar ao testículo.

PLEXO PAMPINIFORME: TROCA DE CALOR EM CONTRACORRENTE

O plexo pampiniforme é uma rede de veias que envolve a artéria testicular no cordão espermático. Sua principal função é resfriar o sangue arterial que chega aos testículos.

Veias do plexo pampiniforme (sangue retornando dos testículos – mais frio)

Artéria testicular (sangue chegando do corpo – mais quente)

Troca de calor em contracorrente

POR QUE ISSO É IMPORTANTE?

- ✓ Mantém a temperatura testicular de 2 a 6 °C abaixo da temperatura corporal.
- ✓ Garante o ambiente ideal para a espermatogênese.
- ✓ Sem esse resfriamento, a produção espermática é prejudicada.

TEMPERATURA

Frio
Contração dos músculos dartos e cremaster

Calor
Relaxamento dos músculos dartos e cremaster

CRIPTORQUIDISMO: QUANDO O TESTÍCULO NÃO CHEGA AO ESCROTO

No criptorquidismo, um ou ambos os testículos não descem corretamente para o escroto.

O testículo retido, especialmente quando localizado no abdome, fica exposto a uma temperatura mais alta. Por isso, sua função espermatogênica fica comprometida.

TESTÍCULO NORMAL

Testículo dentro do escroto

Temperatura 2 a 6 °C abaixo da corporal (ideal para a espermatogênese)

CRIPTORQUIDISMO

Testículo retido no abdome ou região inguinal

Temperatura mais alta (prejudica a espermatogênese)

CONSEQUÊNCIAS DO CRIPTORQUIDISMO

- ↓ Produção de espermatozoides
- ↓ Concentração e motilidade
- ↑ Defeitos morfológicos
- ✗ Muitas vezes resulta em infertilidade
- ⚠ Maior risco de torção testicular
- ⚠ Maior risco de neoplasias testiculares

IMPORTANTE
Um macho com criptorquidismo bilateral geralmente é estéril, mas ainda pode produzir testosterona e apresentar comportamento sexual.

EM RESUMO

- ✓ A temperatura testicular deve ser 2 a 6 °C abaixo da corporal para que a espermatogênese ocorra normalmente.
- ✓ A termorregulação depende da pele escrotal, músculos dartos e cremaster e, principalmente, do plexo pampiniforme.
- ✓ O plexo pampiniforme atua como um trocador de calor em contracorrente, resfriando o sangue arterial.
- ✓ A elevação da temperatura testicular prejudica a produção e a qualidade dos espermatozoides.
- ✓ O criptorquidismo compromete a espermatogênese e aumenta o risco de torção e neoplasia.

Depois que os espermatozoides são produzidos nos testículos, eles ainda não estão completamente prontos para fecundar. Eles precisam passar pelo **epidídimo**.

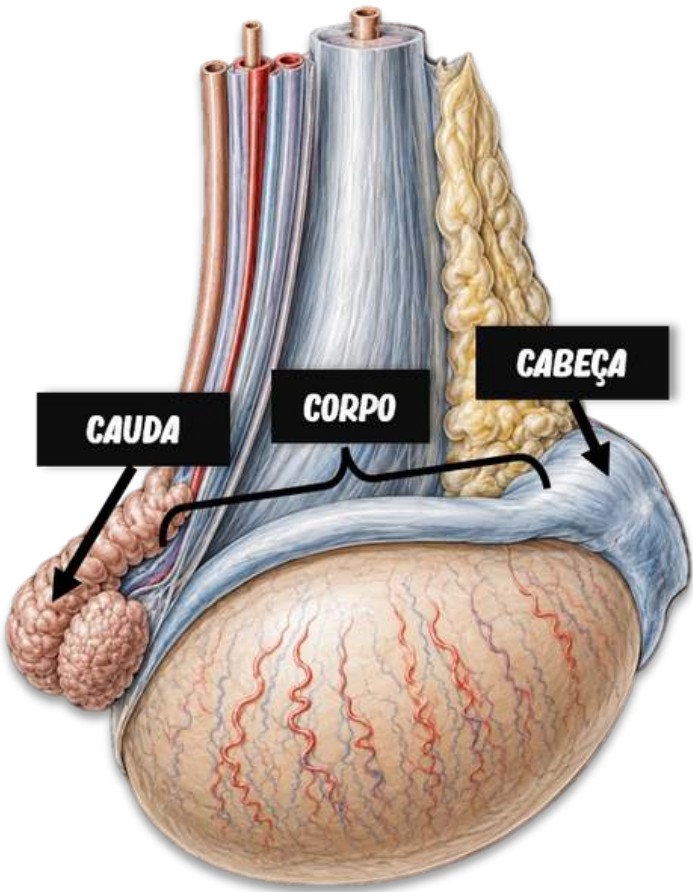
FUNÇÃO PRINCIPAL DO EPIDÍDIMO:

Maturação, armazenamento e transporte dos espermatozoides.

Ao entrar no epidídimo, o espermatozoide ainda tem baixa motilidade e capacidade fertilizante limitada. Durante a passagem pela cabeça e pelo corpo do epidídimo, ele sofre modificações na membrana, no metabolismo e na capacidade de movimento.

Ao chegar à cauda do epidídimo, já está **mais maduro e apto** a participar da fecundação, desde que também passe depois pelos processos necessários no trato reprodutor feminino.

EPIDÍDIMO – FUNÇÕES E MATURAÇÃO



CABEÇA

Espermatozoides com baixa motilidade e pouca capacidade fertilizante.

CORPO

Aumenta a motilidade, ocorrem alterações na membrana e no metabolismo.

CAUDA

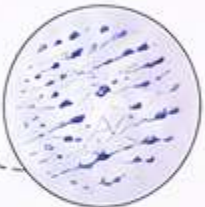
Espermatozoides maduros, com alta motilidade e aptos à fecundação.

ARMAZENAMENTO NA CAUDA DO EPIDÍDIMO



A cauda do epidídimo funciona como local de armazenamento dos espermatozoides maduros.

- ✓ Permite que o animal tenha uma reserva espermática disponível para a ejaculação.
- ✓ Em machos sexualmente ativos, essa reserva pode ser reduzida com ejaculações frequentes.
- ✓ Em animais sem atividade sexual por alguns dias, a reserva tende a aumentar.
- ✓ Armazenamento por tempo excessivo pode reduzir a qualidade espermática, dependendo da espécie, e da condição fisiológica.



ESTRUTURA DO EPIDÍDIMO

O epidídimo é formado por um único ducto altamente contorcido, revestido por epitélio pseudoestratificado com estereocílios.

As células epiteliais secretam substâncias que modificam o espermatozoide durante a maturação.



Modificação da membrana plasmática
Ganho de proteínas, remoção de componentes e aumento da estabilidade da membrana.



Aumento da motilidade
Aumento da atividade mitocondrial e organização estrutural do flagelo.



Aquisição da capacidade fertilizante
A espermatogênese completa apenas quando o espermatozoide passa pelo epidídimo e pelo trato feminino.



IMPORTANTE!

A maturação do espermatozoide deixa claro que ele não sai "pronto" do testículo.

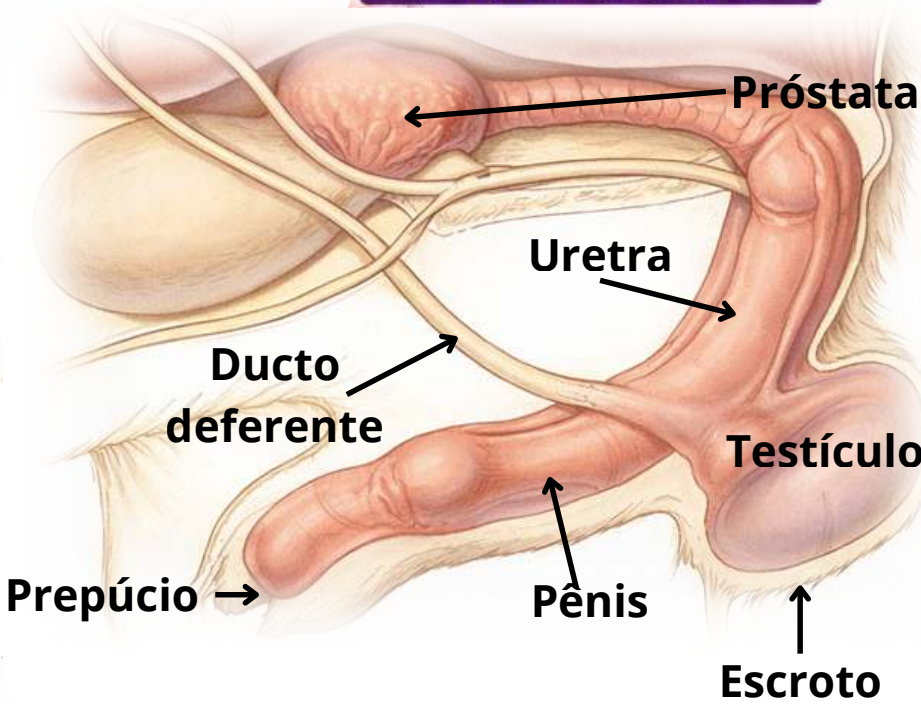


DURANTE A EJACULAÇÃO

Os espermatozoides saem da cauda do epidídimo e seguem pelo **ducto deferente** até a **uretra pélvica**.

Nesse caminho, eles se misturam às secreções das **glândulas genitais acessórias**.

Essas secreções formam o **plasma seminal**.



FUNÇÕES DO PLASMA SEMINAL



Aumenta o volume do ejaculado.



Fornece nutrientes (frutose, citrato, aminoácidos, minerais, entre outros).



Mantém o pH ideal e protege contra variações do ambiente.



Contém mucinas e outras substâncias que facilitam o transporte dos espermatozoides.



Possui fatores que melhoram a motilidade, a viabilidade e a sobrevivência dos espermatozoides no trato feminino.



Sem as secreções das glândulas acessórias, os espermatozoides teriam pouco volume de sêmen e menor chance de sobrevivência e fecundação.



EM RESUMO

- ✓ Os espermatozoides são produzidos nos testículos, mas só amadurecem no epidídimo.
- ✓ O epidídimo promove modificações na membrana, no metabolismo e na motilidade do espermatozoide.
- ✓ A cauda do epidídimo armazena espermatozoides maduros, formando a reserva espermática.
- ✓ Durante a ejaculação, os espermatozoides seguem pelo ducto deferente até a uretra pélvica.
- ✓ Eles se misturam às secreções das glândulas acessórias, formando o plasma seminal.
- ✓ O plasma seminal fornece volume, nutrientes, proteção e condições ideais para a sobrevivência espermática no trato reprodutor feminino.



GLÂNDULAS ACESSÓRIAS VARIAM ENTRE AS ESPÉCIES

De forma geral, incluem as glândulas vesiculares, a próstata, as glândulas bulbouretrais e, em algumas espécies, as ampolas dos ductos deferentes.

GLÂNDULA	ESPÉCIES				
	CÃO	GATO	RUMINANTES (BOVINOS, OVINOS, CAPRINOS)	EQUINOS	SUÍNOS
 Vesiculares	 Ausente	 Ausente	 Importante	 Importante	 Importante
 Próstata	 Muito desenvolvida	 Presente (menor)	 Presente (varia)	 Presente (varia)	 Presente (varia)
 Bulbouretrais (Cowper)	 Ausente	 Pequenas	 Presentes (pequenas)	 Presentes (pequenas)	 Muito desenvolvidas
 Ampolas dos ductos deferentes	 Presentes	 Presentes	 Presentes	 Presentes	 Presentes

Essas diferenças ajudam a explicar por que o volume e a composição do sêmen variam tanto entre as espécies.

SÊMEN: COMPOSIÇÃO E QUALIDADE

O sêmen é formado por:

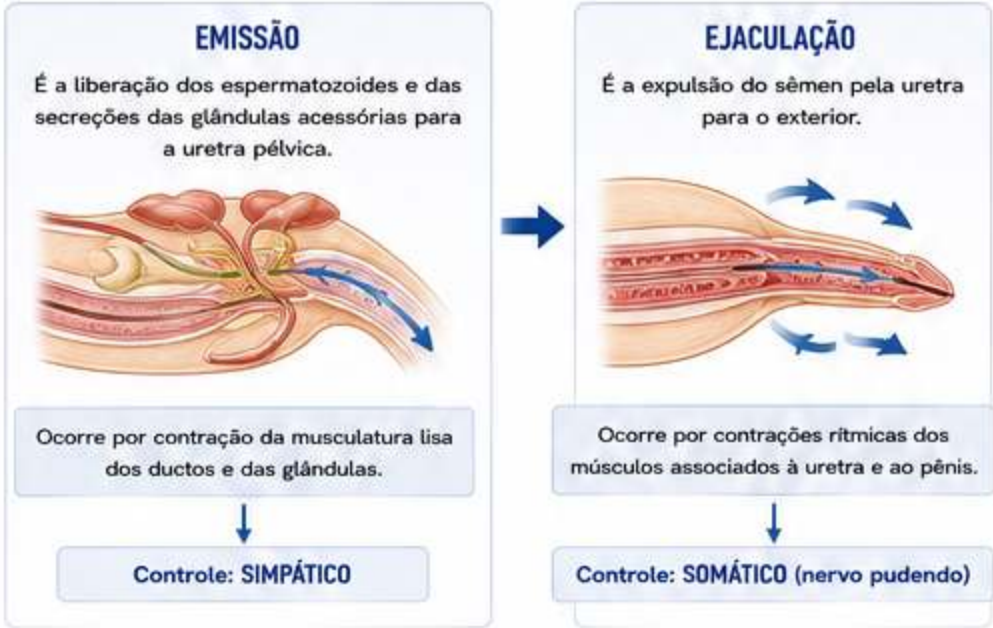


A qualidade do sêmen depende de:



Ao avaliar um macho reprodutor, não basta pensar apenas no testículo. Problemas no epidídimo, nos ductos, nas glândulas acessórias, na libido ou na ejaculação também podem comprometer a fertilidade.

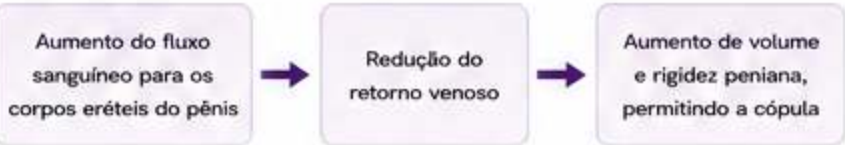
EMISSÃO E EJACULAÇÃO: DIFERENTES, MAS RELACIONADAS



Resumindo: emissão é colocar o conteúdo seminal na uretra; ejaculação é expulsar esse conteúdo para fora.

EREÇÃO: PROCESSO FISIOLÓGICO COMPLEXO

Depende da integração entre sistema nervoso, vasos sanguíneos, tecido erétil e estímulos hormonais e comportamentais.



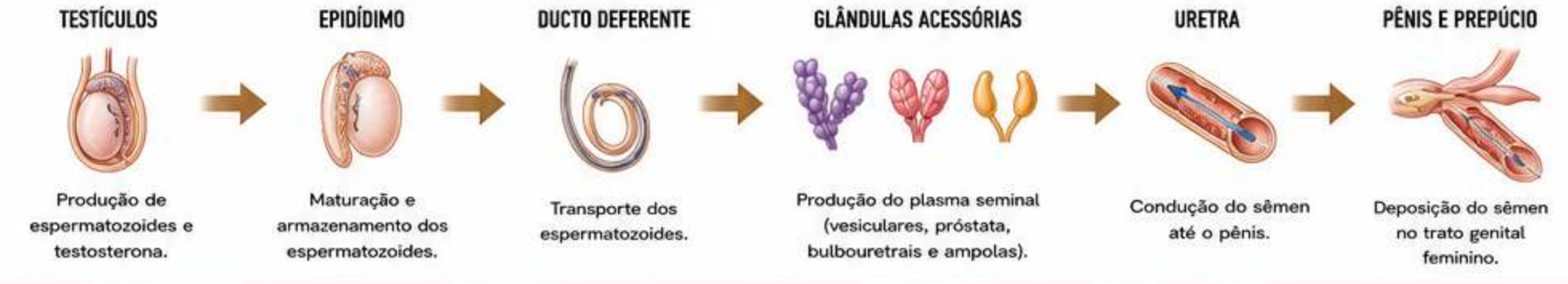
Controle principal: **PARASSIMPÁTICO**

A resposta completa depende de coordenação neurovascular complexa.

Em garanhões, cães e gatos, o aumento de volume do pênis durante a ereção é bastante evidente devido à grande quantidade de tecido erétil (tipo musculocavernoso).

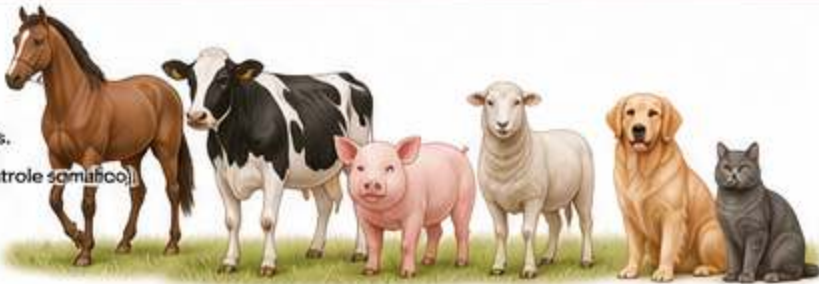
Em ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) e suínos, o pênis é do tipo fibroelástico. A ereção ocorre com menor aumento de volume, sendo caracterizada principalmente pelo relaxamento da flexura sigmoide e pelo alongamento do pênis para fora do prepúcio, permitindo a cópula.

RESUMO ESQUEMÁTICO DO SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO



EM RESUMO

- As glândulas acessórias variam entre as espécies, influenciando volume e composição do sêmen.
- O sêmen é formado por espermatozoides e plasma seminal, e sua qualidade depende de várias estruturas e funções.
- Emissão é a liberação do sêmen para a uretra pélvica (controle simpático); ejaculação é a expulsão para o exterior (controle somático).
- A ereção envolve aumento do fluxo sanguíneo e redução do retorno venoso, permitindo a cópula.
- Nos animais, o padrão de ereção pode ser do tipo musculocavernoso (cães, gatos, equinos) ou fibroelástico (ruminantes e suínos).



PUBERDADE E MATURIDADE SEXUAL NO MACHO

A puberdade é o momento em que o macho passa a produzir espermatozoides em quantidade suficiente para fertilizar uma fêmea.

PUBERDADE

O eixo hormonal já se tornou funcional o suficiente para iniciar a produção espermática fértil.

MATURIDADE SEXUAL

O potencial reprodutor máximo é atingido depois, com maior desenvolvimento testicular, maior reserva espermática, melhor qualidade seminal e maior estabilidade hormonal.

FATORES QUE INFLUENCIAM O INÍCIO DA PUBERDADE



Espécie e raça



Idade



Nutrição



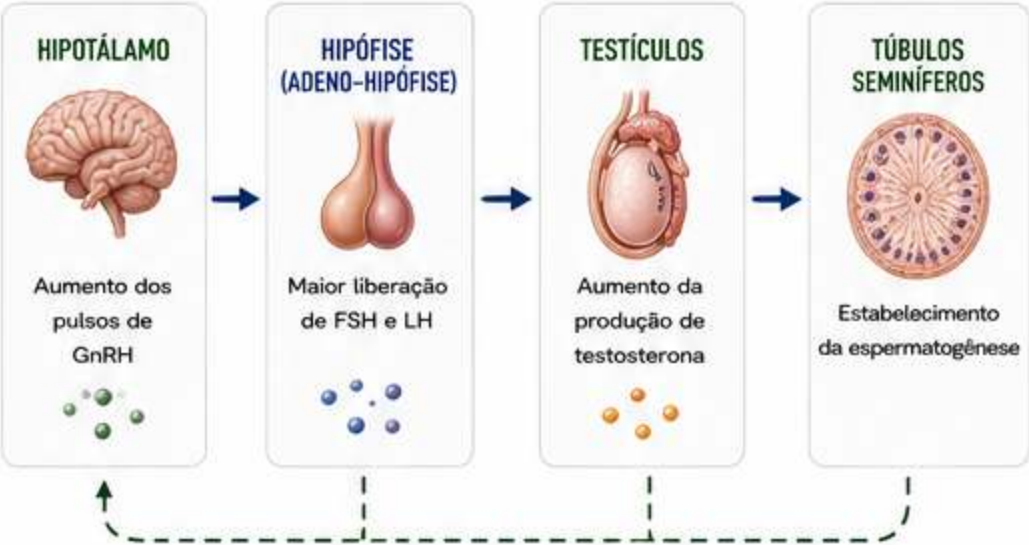
Estação do ano



Condição corporal

MATURAÇÃO DO EIXO HIPOTÁLAMO–HIPÓFISE–TESTICULAR

O início da puberdade depende do amadurecimento do eixo hipotálamo–hipófise–testicular.



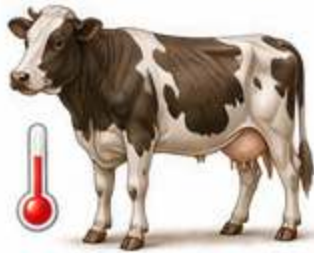
Com o desenvolvimento, a sensibilidade ao feedback negativo dos hormônios sexuais diminui.



Antes da puberdade, o sistema é mais sensível ao feedback negativo dos hormônios sexuais, mantendo baixa liberação de GnRH, FSH e LH. Esse processo é gradual e pode ser influenciado por espécie, raça, idade, nutrição, estação do ano e condição corporal.

APLICAÇÕES PRÁTICAS: SITUAÇÕES CLÍNICAS EXPLICADAS PELA FISIOLÓGIA

FEBRE E ESTRESSE TÉRMICO



Um macho com febre pode apresentar queda na qualidade seminal semanas depois.

CRIPTORQUIDISMO



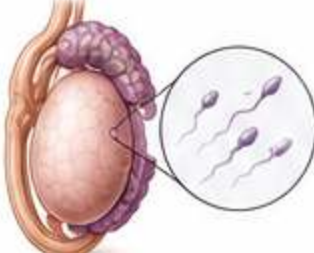
Um criptorquídico pode ter comportamento sexual, mas baixa ou nenhuma fertilidade.

USO DE ANABOLIZANTES



Um animal tratado com anabolizantes pode ter testículos menores e pior espermatogênese.

ALTERAÇÕES EPIDIDIMÁRIAS



Um macho com alteração epididimária pode produzir espermatozoides, mas não maturá-los corretamente.

OUTRAS ALTERAÇÕES

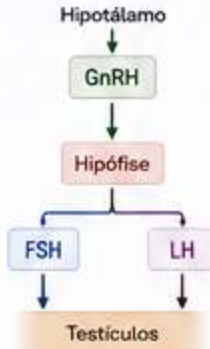
- Infecções testiculares
- Traumas
- Deficiências nutricionais
- Intoxicações
- Doenças sistêmicas

Podem comprometer a fertilidade em diferentes etapas do processo reprodutivo.

PILARES DA FISIOLÓGIA DO SISTEMA REPRODUTOR MASCULINO

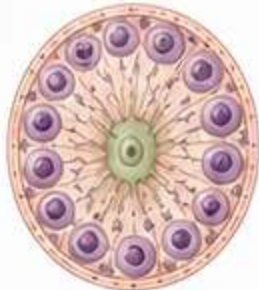
1 PRODUÇÃO HORMONAL

Eixo hipotálamo–hipófise–testicular funcionando adequadamente.



2 ESPERMATOGÊNESE

Produção de espermatozoides dentro dos túbulos seminíferos.



3 TEMPERATURA TESTICULAR ADEQUADA

Manutenção da temperatura alguns graus abaixo da temperatura corporal, essencial para a produção espermática.



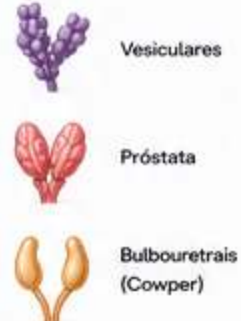
4 MATURAÇÃO E ARMAZENAMENTO

Maturação dos espermatozoides no epidídimo e formação da reserva espermática na cauda.



5 FORMAÇÃO DO PLASMA SEMINAL

Produção do plasma seminal pelas glândulas acessórias.



6 EREÇÃO, EMISSÃO E EJACULAÇÃO

Capacidade de ereção, emissão do sêmen para a uretra e ejaculação para o exterior.



EM RESUMO

- ✓ A fisiologia do sistema reprodutor masculino depende de vários processos integrados.
- ✓ Quando todos funcionam de forma coordenada, o macho consegue produzir, maturar, proteger e depositar gametas viáveis no trato reprodutor da fêmea.
- ✓ Entender a fisiologia é essencial para prevenir problemas e melhorar a eficiência reprodutiva.





AjudaVet

Veterinária descomplicada: do livro para a prática

Acesse este material no AjudaVet

Versão atualizada, artigos relacionados, quizzes e flashcards sobre este tema — direto na página do material.

ajuda-vet.com/materiais/fisiologia-sistema-reprodutor



Aponte a câmera do celular para abrir este material

Baixe outros materiais em ajuda-vet.com/materiais