

# UNIDADE 1

## Reprodução e manipulação da fertilidade

### Questão central

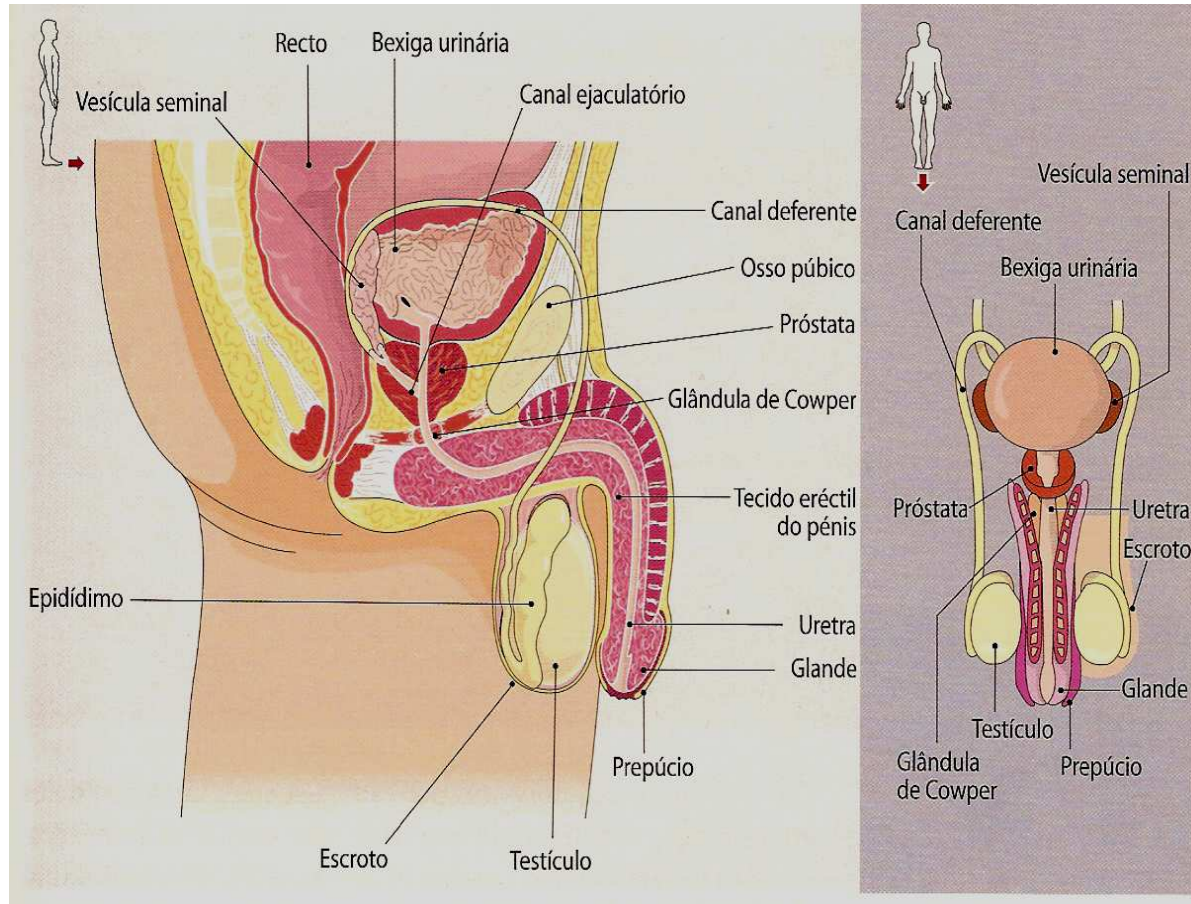


O que pode ser feito ao nível dos processos reprodutivos para melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?

# 1. Reprodução humana

## 1.1.1 Gametogénese

### Morfofisiologia do aparelho reprodutor humano masculino



#### Órgãos reprodutores externos:

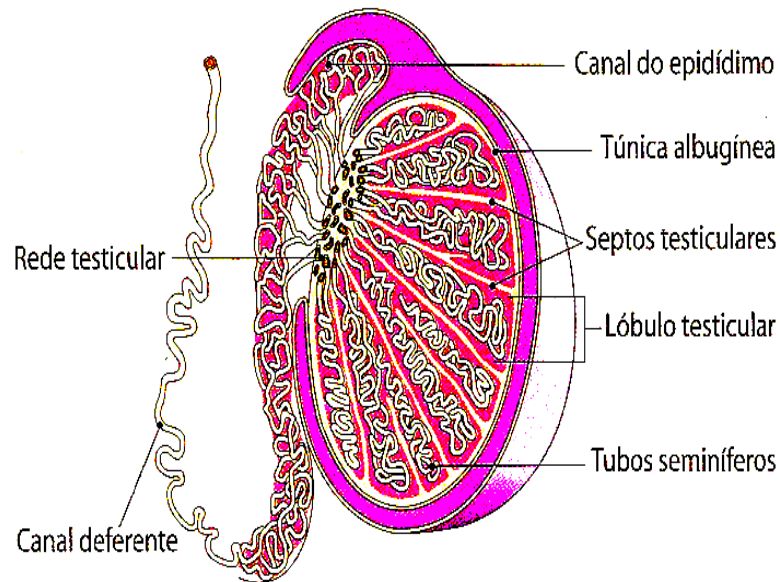
- Escroto
- Pênis

#### Órgãos reprodutores internos:

- Gónadas (produzem gâmetas e hormonas - testículos)
- Glândulas acessórias (secretam produtos essenciais para o movimento dos gâmetas – vesículas seminais, próstata e glândulas de Cowper)
- Vias genitais (onde circulam os gâmetas e as secreções glandulares – epidídimos, canais deferentes e uretra)

# Estrutura dos testículos e espermatogénese

## Corte histológico de testículo e respectiva representação esquemática



### Funções dos testículos:

- produção de espermatozóides
- produção de hormonas sexuais

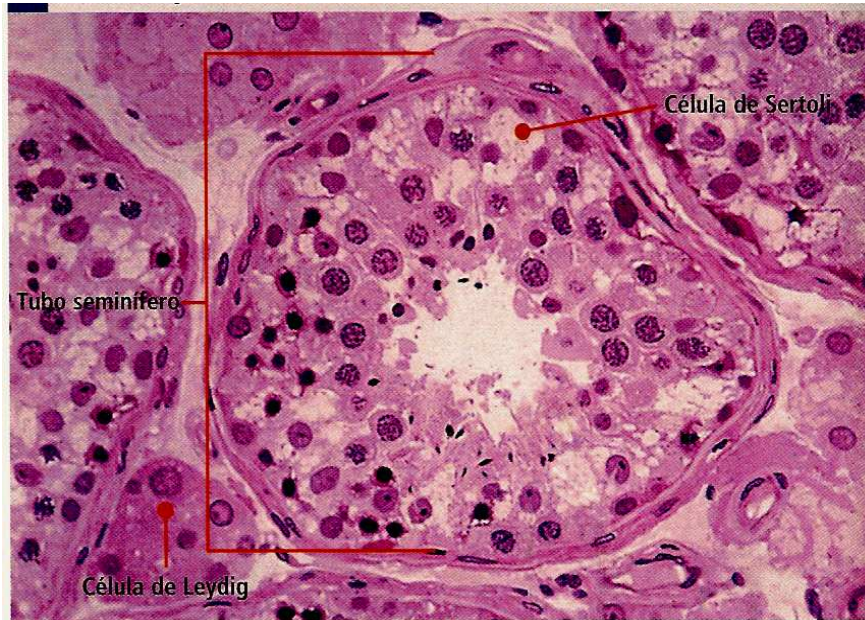
Cada testículo contém um número elevado de túbulos:

– **túbulos seminíferos**

Os tubos seminíferos estão enrolados e rodeados por várias camadas de tecido conjuntivo – **a túnica albugínea** – que dá origem a vários septos, dividindo os testículos em vários lóbulos. Cada lóbulo testicular contém dois ou três tubos seminíferos enovelados, nos quais ocorre a produção de espermatozóides. Os tubos seminíferos convergem para a zona posterior dos testículos formando a rede testicular, de onde saem cerca de 15 canais que se vão ligar ao epidídimo.

# Estrutura dos testículos e espermatogénese

## Corte histológico de tubo seminífero



Histologicamente, é possível distinguir, no epitélio dos tubos seminíferos, grandes células somáticas:

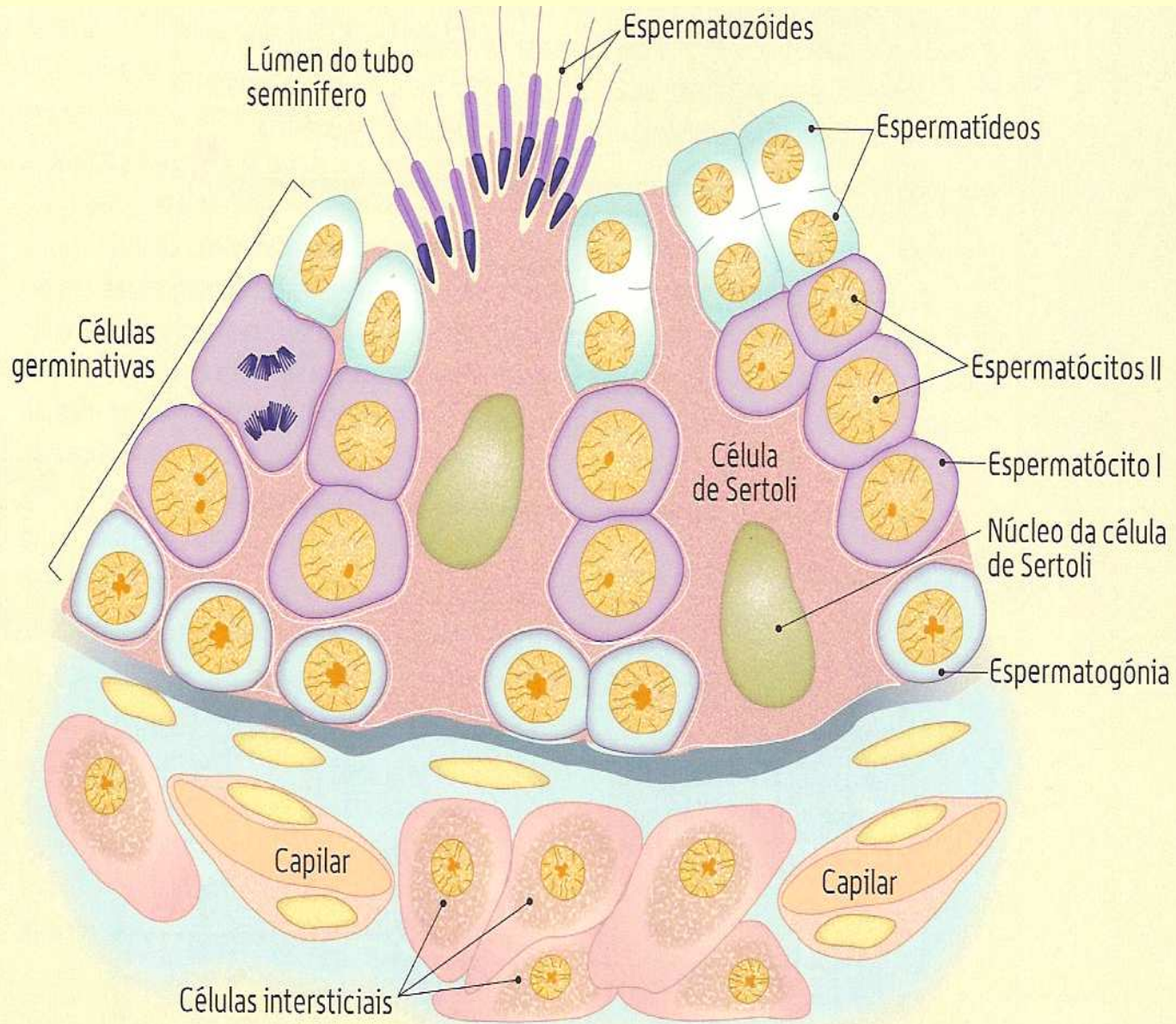
- **Células de Sertoli** – responsáveis pela nutrição e sustentação dos espermatozoides. Estas células ocupam a maior parte do volume dos túbulos, formando uma camada que estabelece o contacto entre os espaços intersticiais e o lúmen. Esta distribuição é essencial para controlar

os fluxos de substâncias, facilitando a sua estreita relação com as células que se encontram nos diferentes estádios de espermatogénese.

- **Células de Leydig** – produzem testosterona, responsável pelo aparecimento dos caracteres sexuais secundários do homem (encontram-se nos espaços intersticiais, entre os túbulos seminíferos).

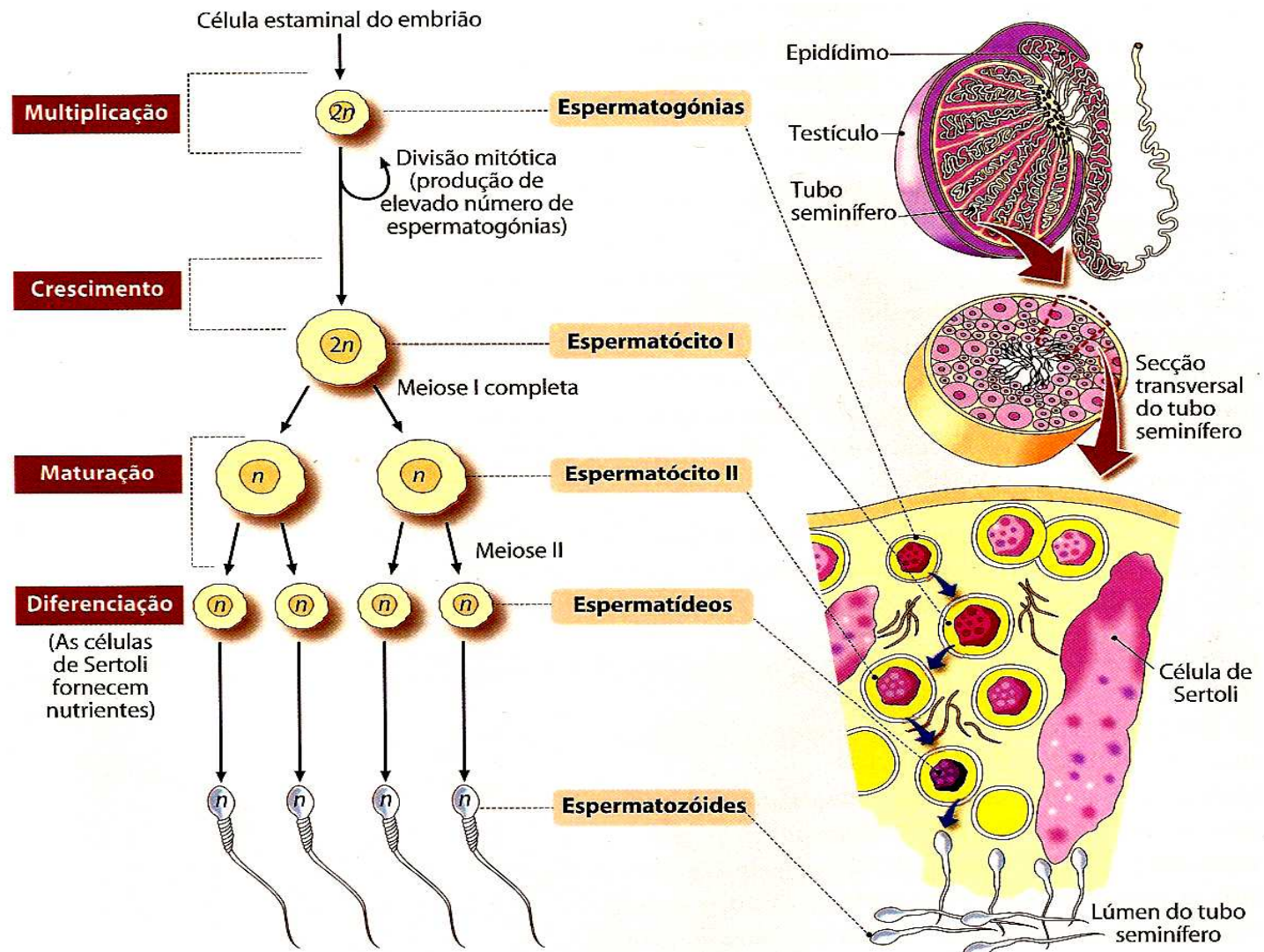
O espaço intersticial também contém **linfa, sangue, fibras nervosas e tecido conjuntivo.**

# Espermatogénese



# Espermatogénese

A espermatogénese é o processo de formação de espermatozóides maduros. Inicia-se na puberdade e ocorre, de modo contínuo, durante o resto da vida do homem.



# Espermatogénese

A espermatogénese ocorre nos tubos seminíferos dos testículos, de forma centrípeta e compreende quatro fases sucessivas:

**multiplicação, crescimento, maturação e diferenciação.**

- **Multiplicação**

Nesta fase, as células estaminais que irão dar origem aos espermatozóides – espermatogónias – estão localizadas na periferia dos tubos seminíferos. Desde a puberdade, estas células entram em proliferação constante, dividindo-se, por mitoses sucessivas.

- **Crescimento**

Nesta fase, as espermatogónias aumentam de volume, devido à síntese e acumulação de substâncias de reserva, originando os espermatócitos I (ou espermatócitos de 1ª ordem).

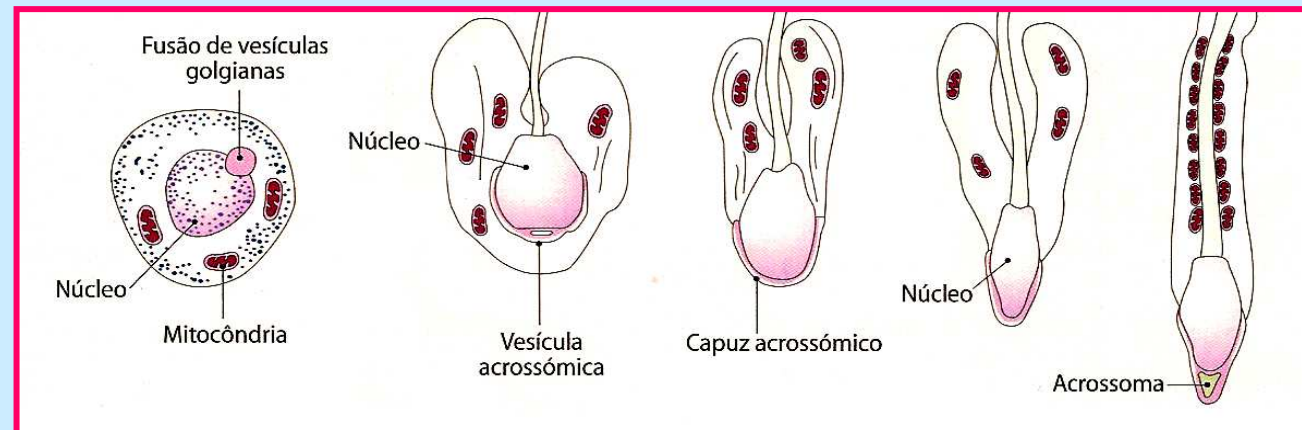
# Espermatogênese

## • Maturação

Nesta fase, cada espermatócito I divide-se por meiose. Da primeira divisão meiótica, resultam dois espermatócitos II (ou de 2ª ordem). Nos espermatócitos II, ocorre a segunda divisão meiótica, originando-se, assim, quatro espermatídeos.

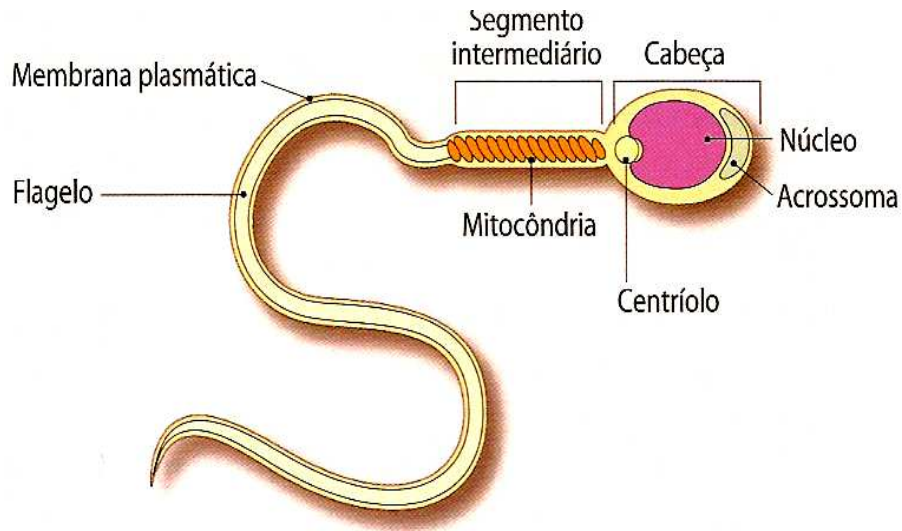
## • Diferenciação

Na fase de diferenciação, ou espermiogênese, os espermatídeos sofrem um processo de transformação em espermatozóides. As transformações sofridas incluem a perda de grande parte do citoplasma, a reorganização dos organelos citoplasmáticos e a diferenciação de um flagelo, a partir dos centríolos.



# Espermatogénese

## Espermatozóide



Os espermatozóides são células altamente especializadas, perfeitamente adaptadas à sua função:

-movem-se em direcção a um gâmeta feminino

-e

- fecundam-no.

A cabeça de forma oval, é quase toda ocupada por um núcleo haplóide e termina numa estrutura denominada acrossoma, ou capuz cefálico. O acrossoma é resultante da fusão de vesículas do aparelho de Golgi e contém enzimas hidrolíticas que permitem ao espermatozóide penetrar no gâmeta feminino.

O segmento intermediário contém grandes mitocôndrias, de forma helicoidal, que fornecem energia, sob a forma de ATP, para o movimento do flagelo.

O flagelo produz o movimento necessário à deslocação do espermatozóide.

# Espermatogénese

## Divisões mitóticas durante a espermatogénese

As células germinativas encontram-se no bordo da membrana dos tubos seminíferos. Após uma divisão mitótica, seguida de uma diferenciação, estas células originam as **espermatogónias** – 1º estágio celular da espermatogénese.

As **espermatogónias**, tal como as outras células corporais humanas, são diplóides e contêm 46 cromossomas (**23 de origem materna e 23 de origem paterna**). Antes de ocorrer a divisão, os cromossomas replicam-se, de modo que, quando a célula se divide, cada uma das células-filhas recebe uma cópia dos 46 cromossomas presentes na célula que lhe deu origem.



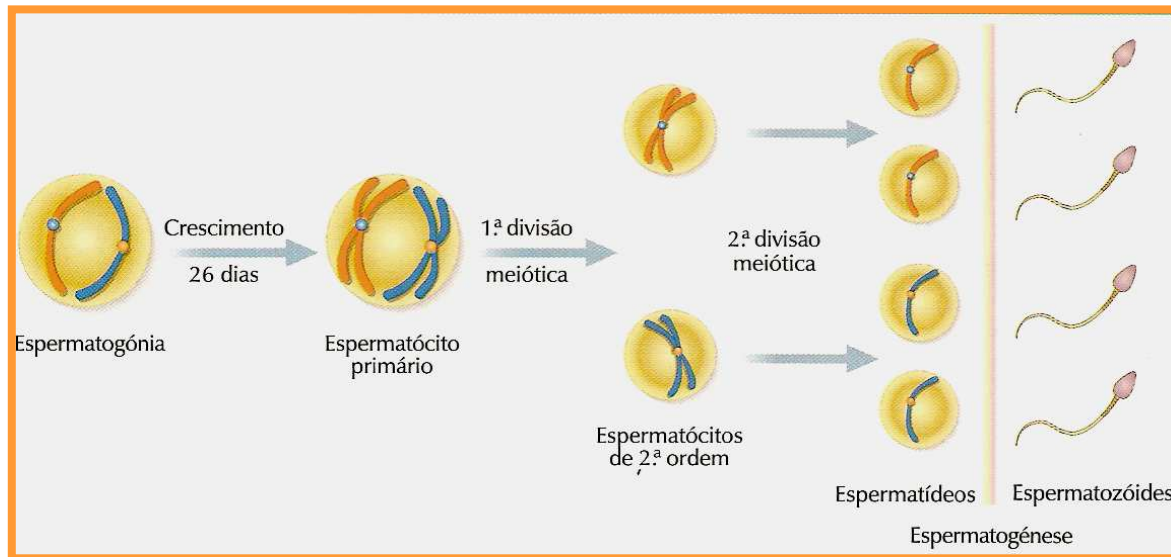
A **espermatogénese** inicia-se com o aumento do volume celular, seguido de uma diferenciação, que origina **espermatócitos primários**, que se deslocam para o interior dos túbulos seminíferos.

As restantes espermatogónias continuam a dividir-se mitoticamente e a produzir outras células, que ao longo do tempo originarão espermatócitos primários, permitindo uma produção contínua de espermatozóides.

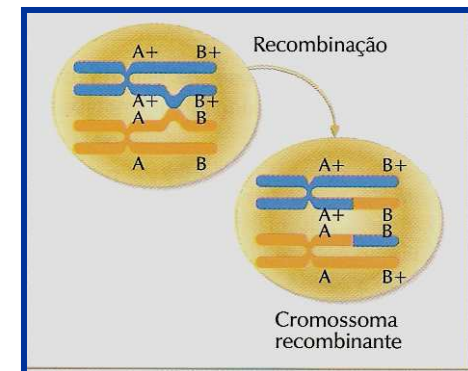
# Espermatogênese

## Divisões meióticas durante a espermatogênese

O **espermatócito primário**, que contém 23 pares de cromossomas, sofre a primeira divisão da meiose (divisão I), originando dois espermatócitos secundários com 23 cromossomas. Esta divisão permite reduzir para metade o número de cromossomas.



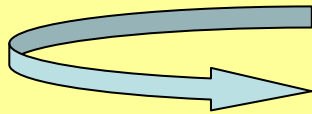
Para além disso, permite a introdução de variabilidade genética, dado que durante a primeira divisão meiótica ocorre recombinação do material genético por fenómenos de crossing-over.



# Espermatogénese

## Divisões meióticas durante a espermatogénese

Cada **espermatócito secundário**, sofre uma segunda divisão meiótica (divisão II), originando dois **espermatídeos**, cada contendo 23 cromossomas, formados por um cromatídeo apenas. Esta divisão permite reduzir para metade o número de cromatídeos.



Da divisão I e II da meiose formam-se quatro espermatídeos, geneticamente diferentes, a partir de cada espermatócito primário.

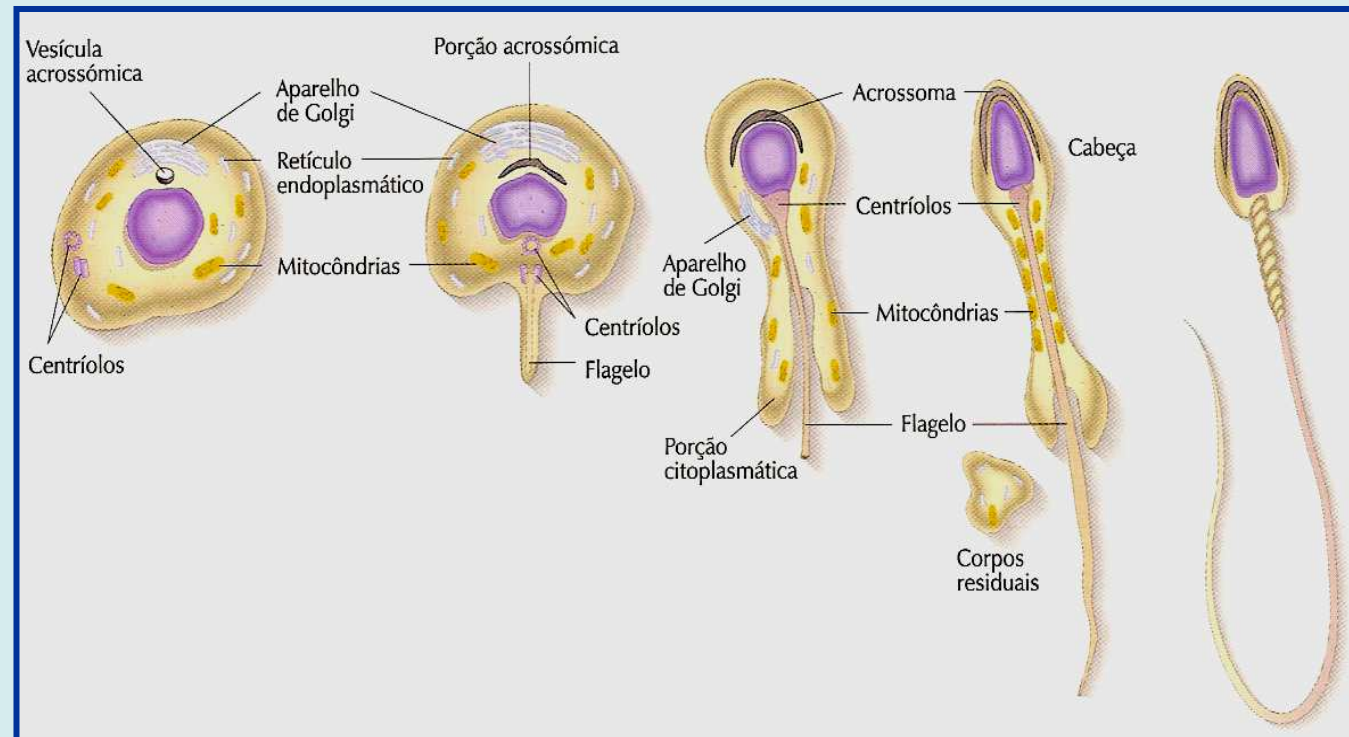
A espermatogénese demora 70 a 80 dias e é constante, sendo possível encontrar células em diferentes estádios de desenvolvimento ao longo dos túbulos seminíferos. Qualquer problema ou modificação temporária das condições de espermatogénese pode, assim originar problemas de fertilidade por um período de dois a três meses.

# Espermatogênese

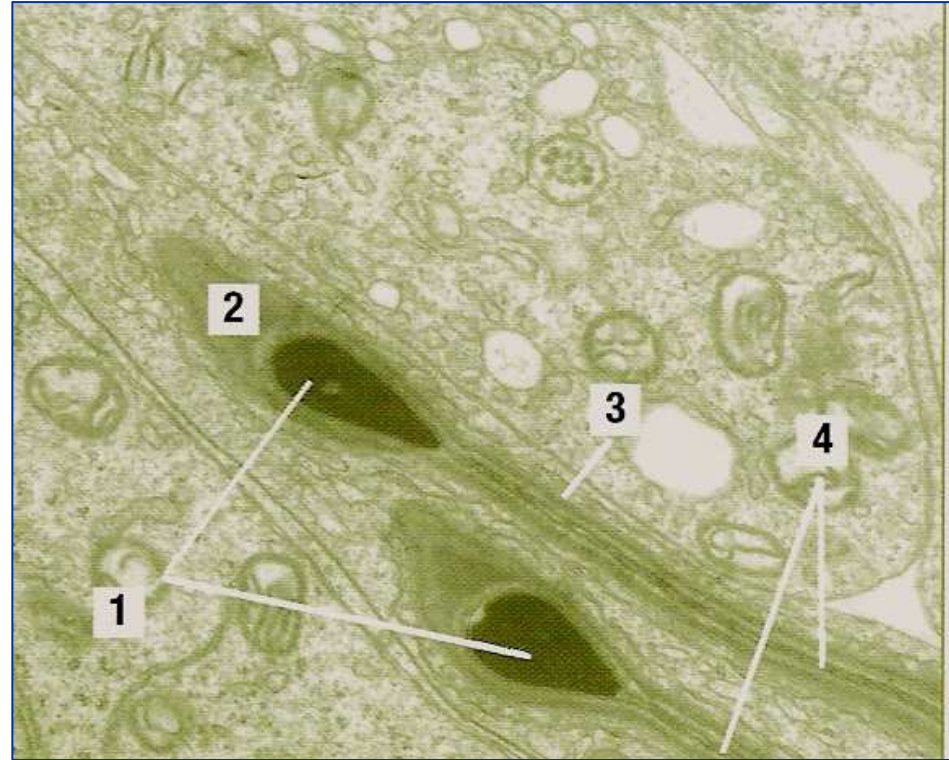
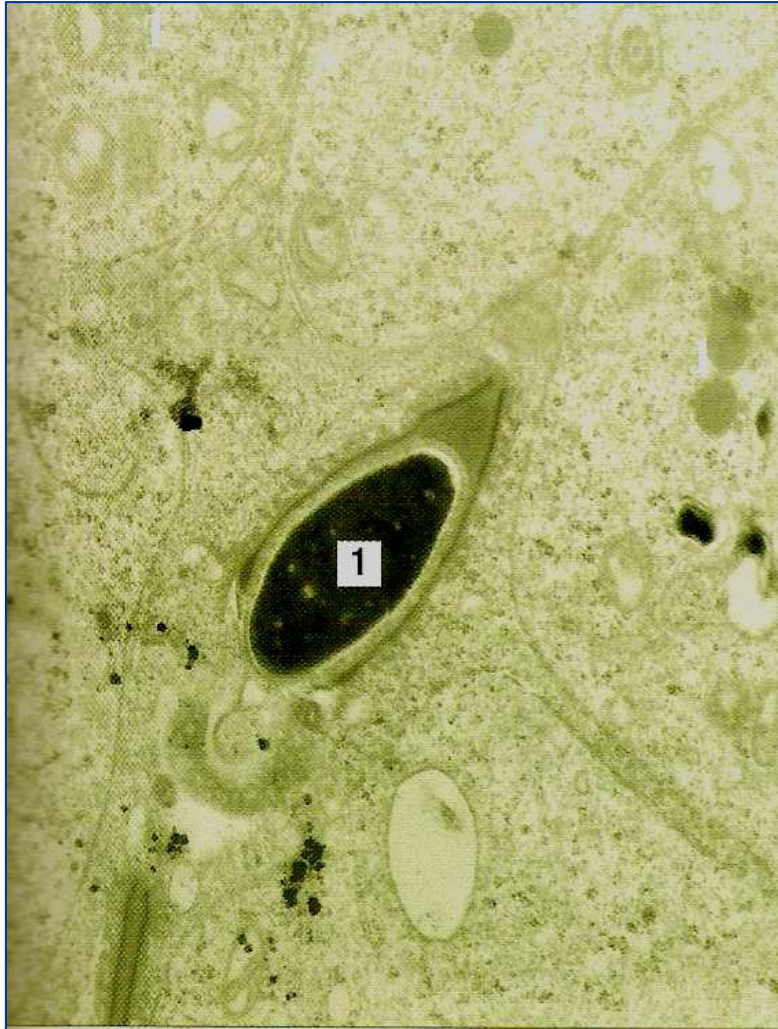
## Diferenciação dos espermatozóides

Após se terem formado, os **espermátídeos** deslocam-se para o lúmen dos túbulos seminíferos. Na proximidade do centro dos túbulos, sofrem a etapa final da espermatogênese, denominada **espermio gênese**, durante a qual ocorrem apenas alterações citológicas, originando os espermatozóides.

Estas modificações visam a sua adequação à deslocação para alcançarem o oócito II e o fecundarem.



# Espermatozóides



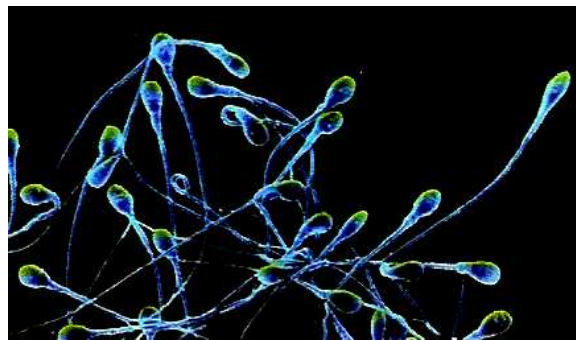
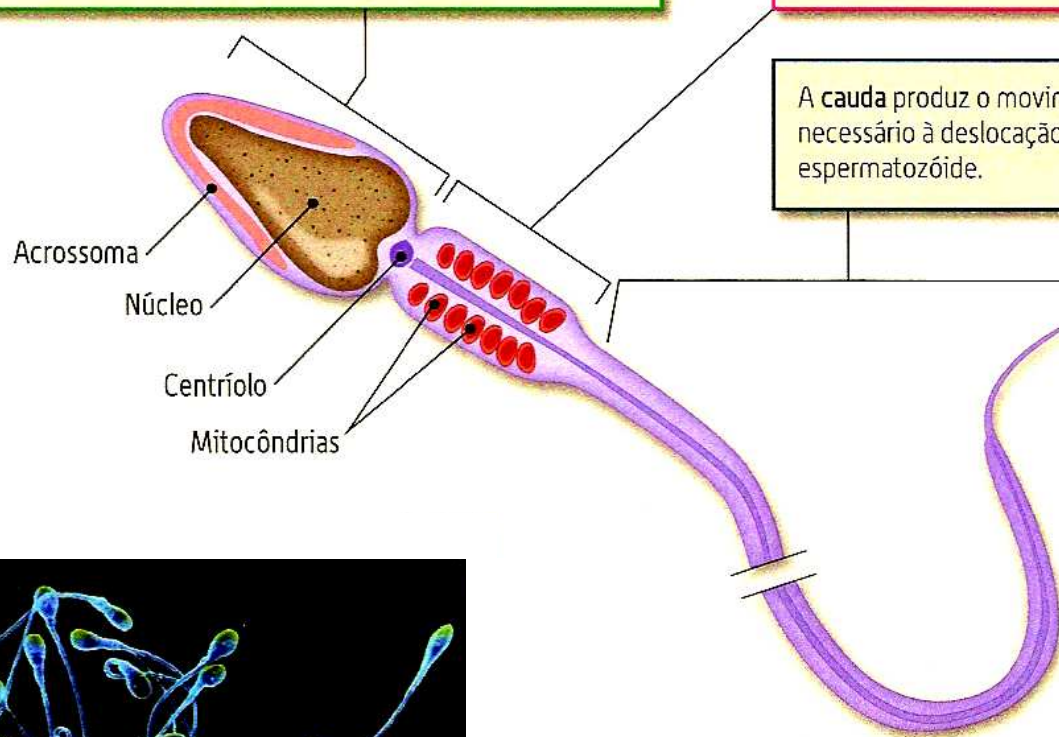
Fotografias microscópicas de espermatozóides, evidenciando as principais estruturas, nomeadamente o núcleo (1), o acrossoma (2), a peça intermédia (3) e o flagelo (4).

# Constituição de um Espermatozóide

A **cabeça**, de forma oval, é quase toda ocupada por um núcleo haplóide e termina numa estrutura denominada acrossoma ou capuz cefálico. O acrossoma resulta da fusão de vesículas do aparelho de Golgi e contém enzimas hidrolíticas que permitem ao espermatozóide penetrar no gâmeta feminino.

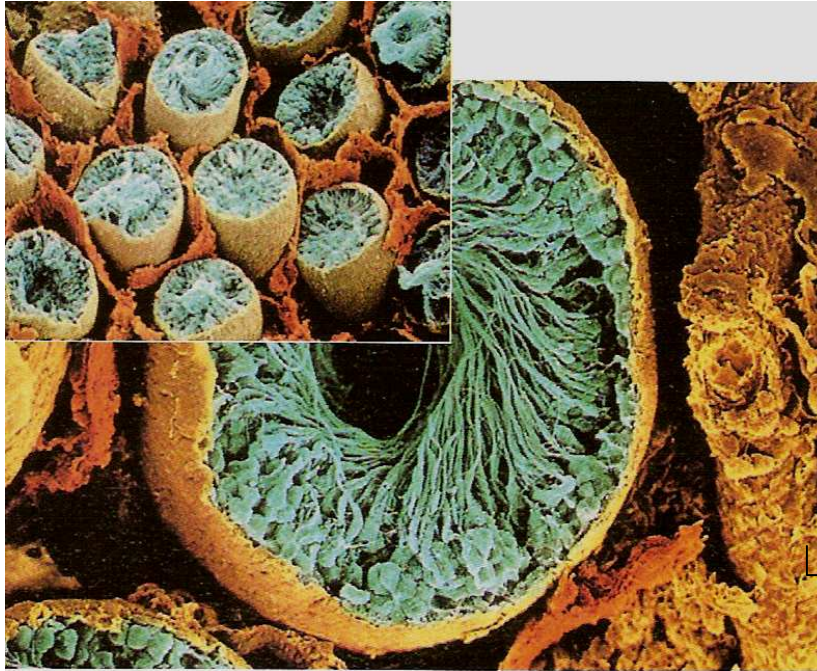
O **segmento intermediário** contém mitocôndrias, de forma helicoidal, que fornecem energia, sob a forma de ATP, para o movimento do flagelo.

A **cauda** produz o movimento necessário à deslocação do espermatozóide.



## Maturação dos espermatozóides

### A maturação dos espermatozóides ocorre nos epidídimos



A contínua produção de fluidos nos túbulos seminíferos gera um gradiente de pressão que encaminha os espermatozóides para os epidídimos, onde o excesso de fluido é absorvido.

Microfotografia electrónica de tubo seminífero com espermatozóides

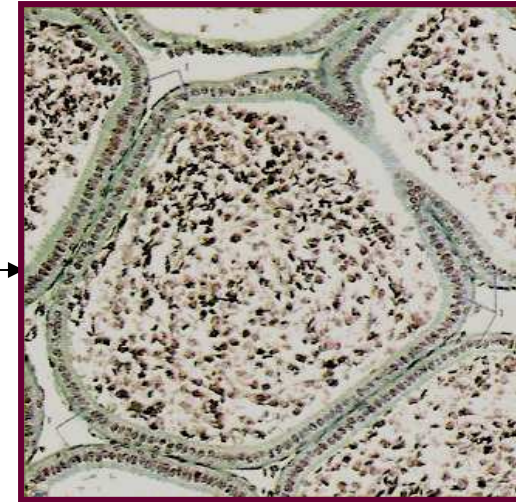
Os epidídimos são também responsáveis pela síntese de diversos nutrientes, hormonas e enzimas que auxiliam a maturação dos espermatozóides.

Quando os espermatozóides chegam aos epidídimos, ainda se encontram imaturos e incapazes de fecundar um oócito II, pois apresentam uma reduzida mobilidade.

## Maturação dos espermatozóides

### A maturação dos espermatozóides ocorre nos epidídimos

Os epidídimos podem apresentar 5 m de comprimento, encontrando-se altamente compactados e enrolados, de modo a ocuparem um espaço muito reduzido.



Corte histológico de epidídimos de rato

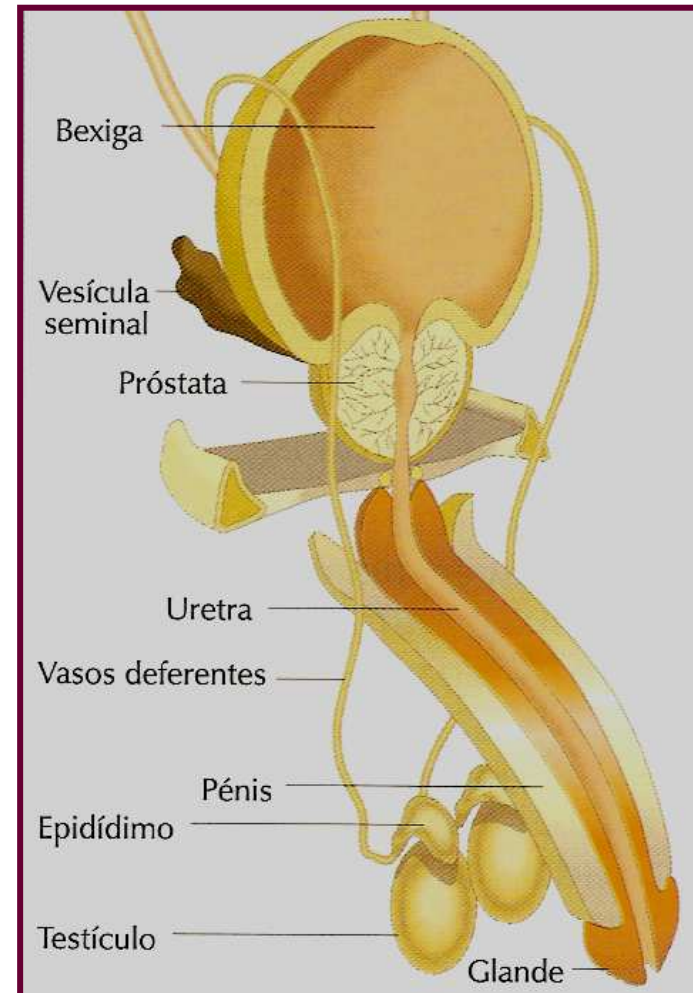
Os espermatozóides permanecem pelo menos entre uma e duas semanas nos epidídimos, tornando-se mais resistentes às variações de temperatura e pH.

## Condução dos espermatozóides até ao exterior

### Os espermatozóides são conduzidos ao longo das vias genitais masculinas

Caso ocorra uma estimulação do pênis, podem ocorrer contracções rítmicas dos músculos dos epidídimos, permitindo o transporte dos espermatozóides até ao sistema de **vasos deferentes**. Estes são constituídos por longos ductos, que vão do escroto para a cavidade abdominal, circundam a bexiga e despejam o seu conteúdo na **uretra**.

A **uretra** tem origem na bexiga, segue pelo pênis e abre na sua extremidade, servindo de canal comum aos sistema urinário e reprodutor.



Vias genitais e glândulas do sist. rep. masculino

# Condução dos espermatozóides até ao exterior

## Glândulas anexas do sistema reprodutor masculino

Além de espermatozóides, o esperma é constituído por secreções de glândulas anexas:

**Vesículas seminais** (situadas uma de cada lado da bexiga) produzem o líquido seminal, constituindo cerca de 60% do volume de esperma ejaculado. Este líquido contém muco e proteínas, que lhe conferem uma consistência espessa. Também contém frutose, uma fonte energética para o espermatozóide. Além disso, possui prostaglandinas, que estimulam as contracções rítmicas no sist. reprodutor feminino.

**Próstata** (rodeia completamente a uretra a partir da bexiga) produz um líquido pouco espesso de aspecto leitoso, constituindo um terço do volume do esperma, que contém ácido cítrico, cálcio, enzimas e prostaglandinas. É um líquido com pH de 6,5, sendo mais básico do que as secreções vaginais, sendo importante na protecção dos espermatozóides até à fecundação (neutraliza o pH das secreções vaginais). Além deste líquido, esta glândula produz uma enzima de coagulação que actua nas proteínas do líquido seminal, convertendo o esperma numa massa gelatinosa.

## Condução dos espermatozóides até ao exterior

### Glândulas anexas do sistema reprodutor masculino

A glândula prostática contém um sistema elaborado de válvulas. Durante a ejaculação, a válvula da próstata abre-se e o esperma é impulsionado para a uretra. Um esfíncter da próstata contrai-se durante a ejaculação, bloqueando a saída da bexiga, impedindo a passagem de urina para a uretra, evitando a mistura de urina com esperma.

**Glândulas de Cowper** (situadas em cada um dos lados da uretra) **produzem um volume muito pequeno de uma solução alcalina e mucóide, que tem como funções neutralizar a acidez da uretra e lubrificar a extremidade do pénis. O esperma quando passa pelo interior da uretra, durante a ejaculação, junta-se com as secreções destas glândulas (bulbo-uretrais).**