



Departamento de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, UFPel
Profª Judith Viégas
Mecanismos de determinação do sexo



MECANISMOS DE DETERMINAÇÃO DO SEXO



SEXO (substantivo masculino)

- **Zoologia**. Conjunto de caracteres, estruturais e funcionais, segundo os quais um ser vivo é classificado como macho ou fêmea.
- **Botânica**. Caráter ou estrutura das plantas ou de seus órgãos de reprodução, que as diferencia em masculinas e femininas.
- Conjunto de pessoas que têm a mesma organização anátomo-fisiológica no que se refere à geração: sexo masculino, sexo feminino.
- Instinto genésico, atração sexual ou sua manifestação na vida e na conduta: problemas do sexo.
- Conjunto de qualidades físicas que despertam o apetite sexual.
- Os órgãos sexuais.



SEXO (substantivo masculino)

- No ser humano ➔ conformação física, orgânica, celular, particular que permite distinguir o homem e a mulher, atribuindo-lhes um papel específico na reprodução.
- Nos animais ➔ conjunto das características corporais que diferenciam, numa espécie, os machos e as fêmeas e que lhes permitem reproduzir-se.
- Nos vegetais ➔ conjunto de características que distinguem os órgãos reprodutores femininos e masculinos.
- Conjunto das pessoas que pertencem ao mesmo sexo.
- Derivação (por extensão de sentido) ➔ sensualidade, lubricidade, volúpia, sexualidade.
- Regionalismo (Brasil) ➔ os órgãos sexuais externos.



SEXO (substantivo masculino)

- **Conformação particular que distingue o macho da fêmea, nos animais e nos vegetais, atribuindo-lhes um papel determinado na geração e conferindo-lhes certas características distintivas.**
- **O conjunto das pessoas que possuem o mesmo sexo.**
- **Sensualidade, volúpia, lubricidade; sexualidade.**
- **Os órgão genitais externos.**
- **Relações sexuais; cópula.**



Sexo

→→→ reprodução

→→→ recombinação e segregação gênicas

→→→ variabilidade genética



1. Determinação ambiental

Orquídea *Catasetum fimbriatum*

↑↑↑ luz (pleno sol) = ↑↑↑ desidratação

flores femininas

↓↓↓ luz (sombra) = ↓↓↓ desidratação

flores masculinas



<http://www.botanicus.org/page/441754>



Mecanismo genético-ambiental

Fatores ambientais

ativam } genes
desativam }



Catasetum fimbriatum

© 1996 Greg Allikas



incubação dos ovos

= ↓ 30°C: fêmeas

= ↑ 33°C: machos



2. Determinação gênica

Asparagus officinalis (aspargo)

- genes para masculinidade
- genes para feminilidade

✓ Mm = planta masculina

✓ mm = planta feminina

✓

Mm



flores masculinas e hermafroditas

Autopolinização flores hermafroditas

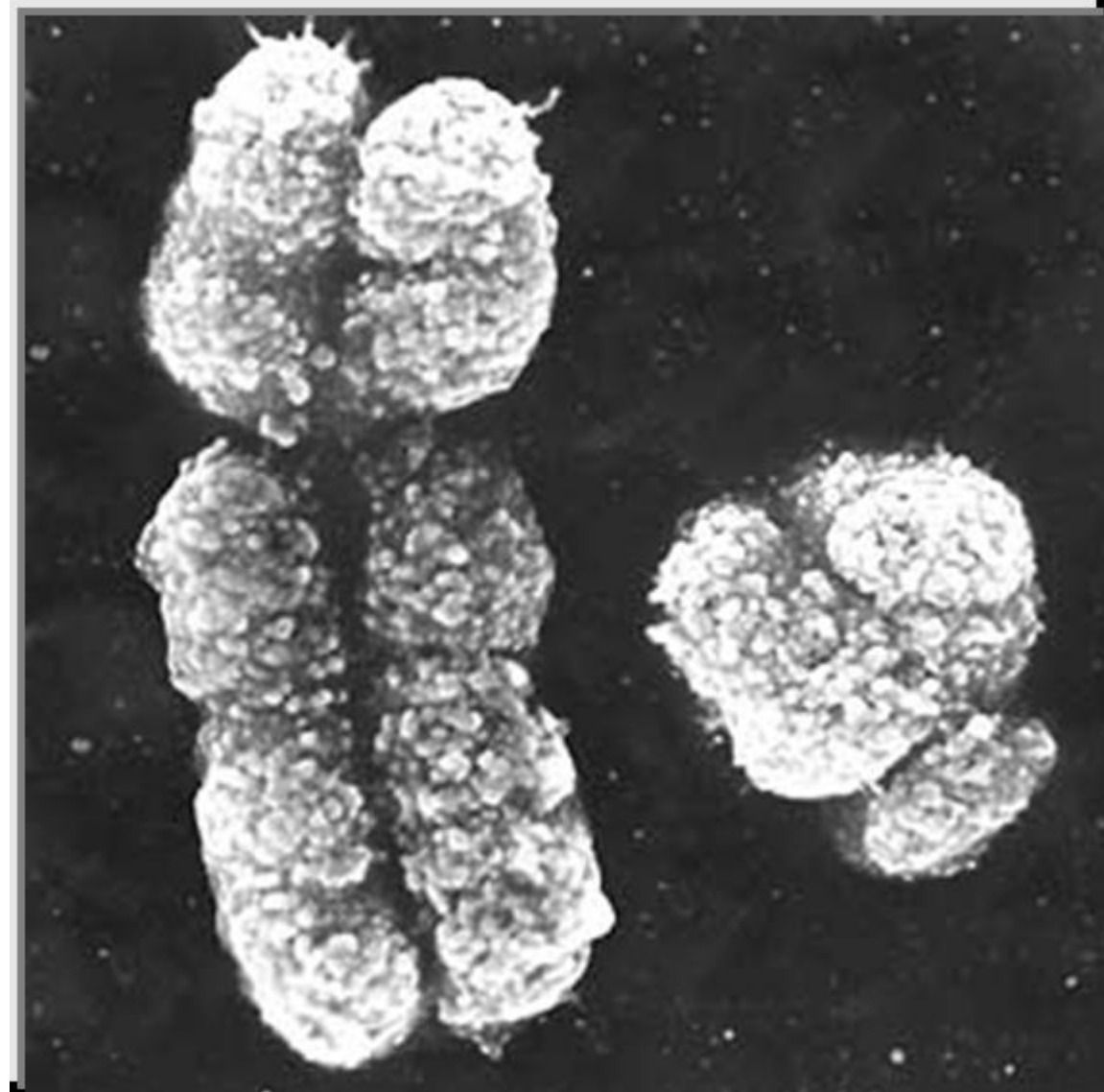


MM = planta supermacho





3. Determinação Cromossômica



Courtesy of Indigo Instruments

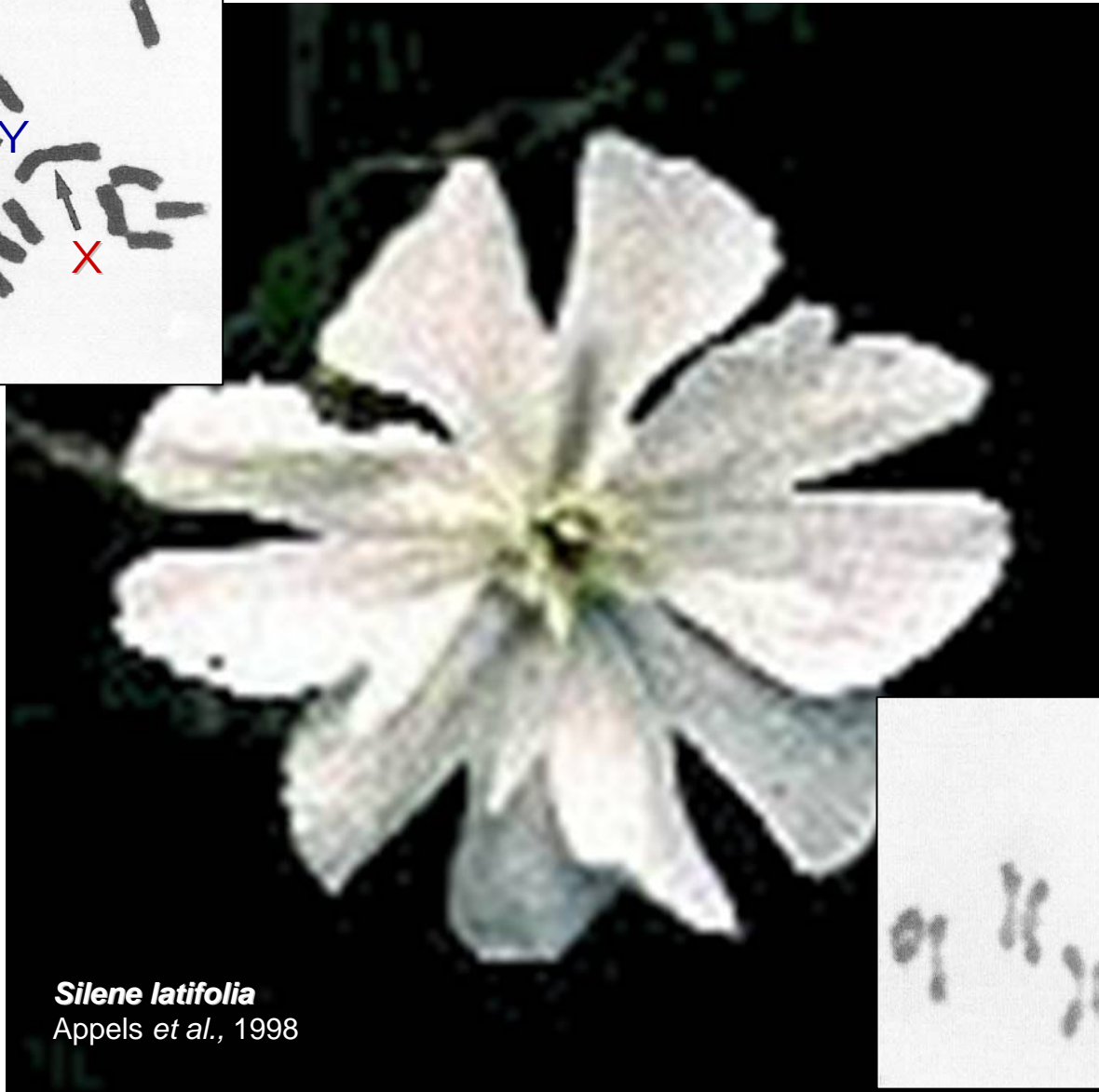
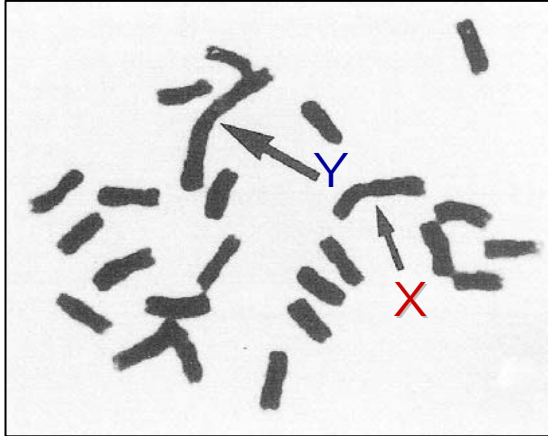


Sistemas simples de determinação cromossômica do sexo

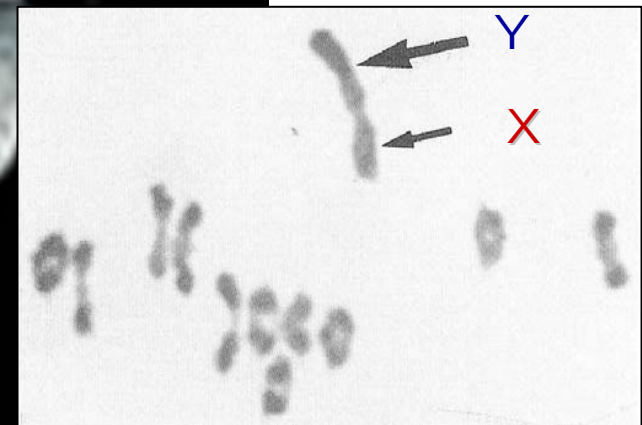
	Fêmea	Macho	Exemplos
	XX	XY	Na maioria dos organismos, principalmente dípteros, mamíferos e a maioria das plantas que apresentam cromossomos sexuais
Macho heterogamético	XX	XO	Em algumas aranhas e na maioria dos insetos, especialmente odonatas, ortópteros, hemípteros e heterópteros
Fêmea heterogamética	ZW	ZZ	Em esquistossomos e na maioria dos répteis, aves e lepidópteros
	ZO	ZZ	Em algumas espécies de mariposas e alguns outros insetos



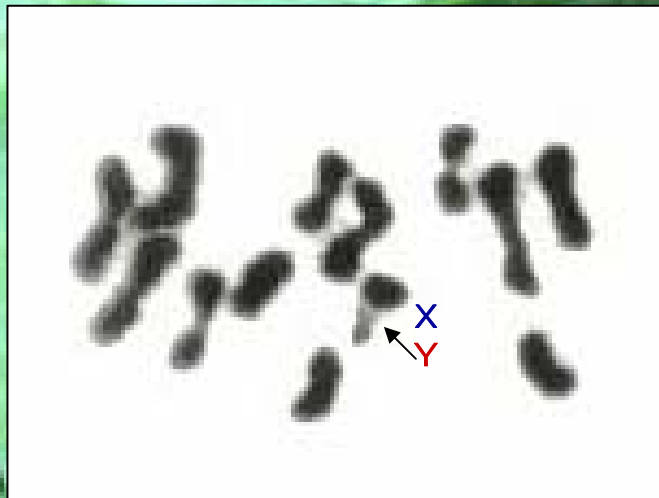
Departamento de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, UFPel
Profª Judith Viégas
Mecanismos de determinação do sexo



Silene latifolia
Appels et al., 1998



Microtecha semilaevis
(praga de hortaliças, em especial a couve chinesa)



Fotos cedidas pela Dr^a Marisa dos Santos Colares

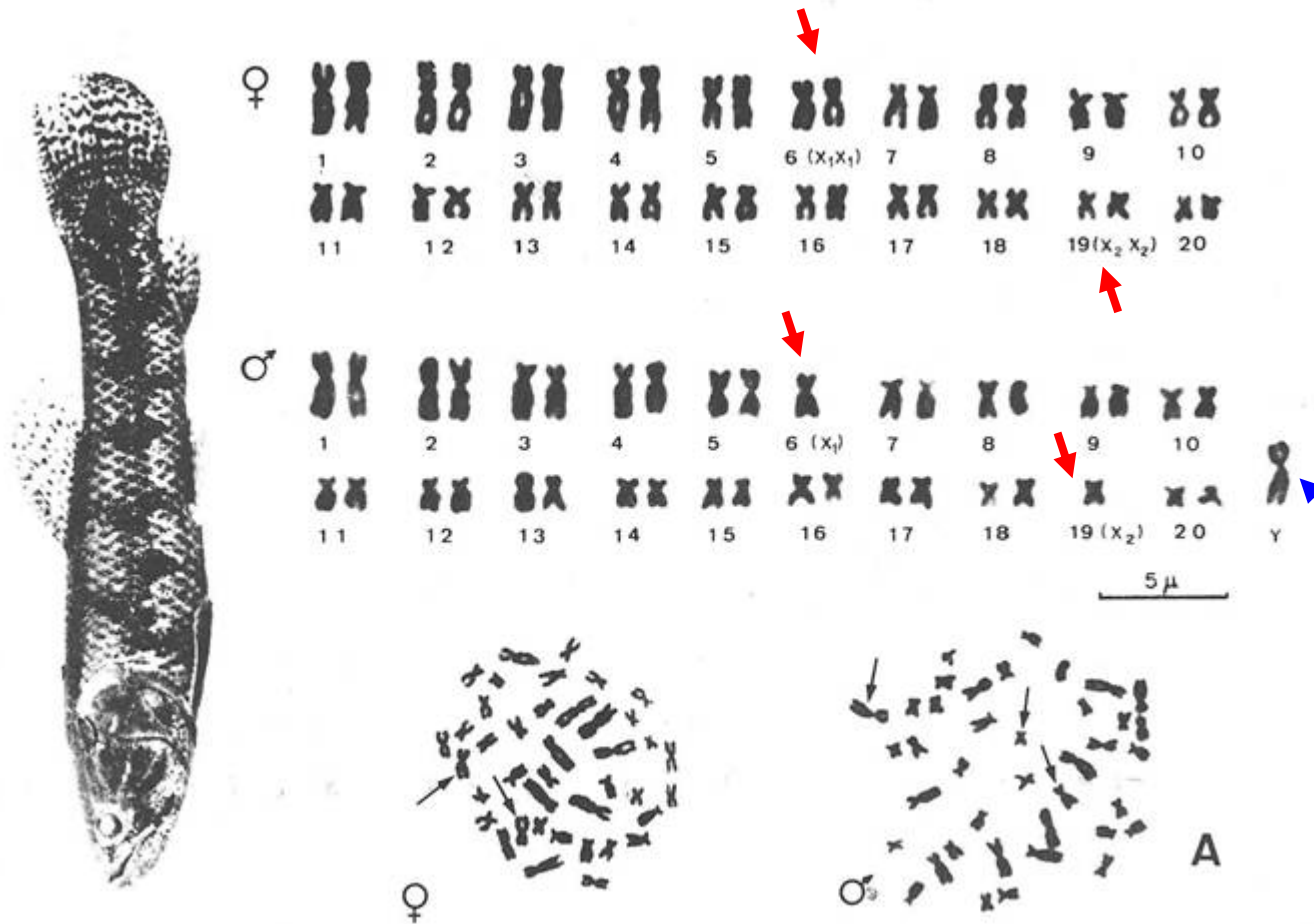
Pareamento de X e Y em pára-queadas



Sistemas múltiplos de determinação cromossômica do sexo

B. *Sistemas Múltiplos*

	Fêmea	Macho	Exemplos
Macho heterogamético	$X_1X_1X_2X_2$	X_1X_2Y	Em alguns vertebrados e, em especial, nos mamíferos
	$X_1X_1X_2X_2$	X_1X_2O	Na maioria das espécies de aranhas
	XX	XY_1Y_2	Em morcegos da família <i>Phyllostomatidae</i> e alguns outros vertebrados
Fêmea heterogamética	ZW_1W_2	ZZ	Algumas espécies de serpentes
	Z_1Z_2W	$Z_1Z_1Z_2Z_2$	



Sistema múltiplo de determinação cromossômica do sexo
 Traíra (*Hoplias* sp.)

Fêmea: $X_1X_1X_2X_2$; Macho: X_1X_2Y



Departamento de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, UFPel
Profª Judith Viégas
Mecanismos de determinação do sexo

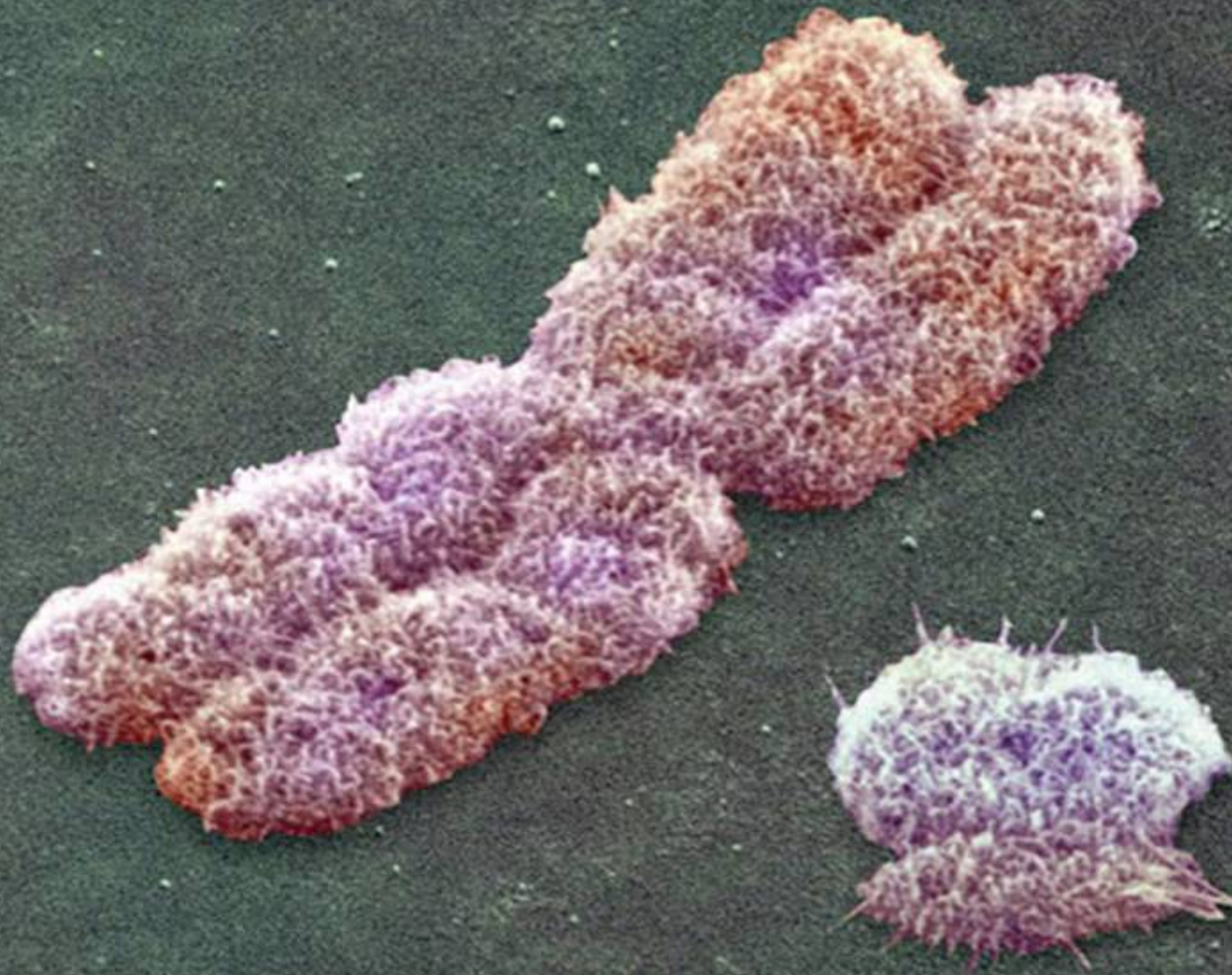


Balanço Gênico

nº cromossomos X : nº conjuntos cromossomos autossômicos

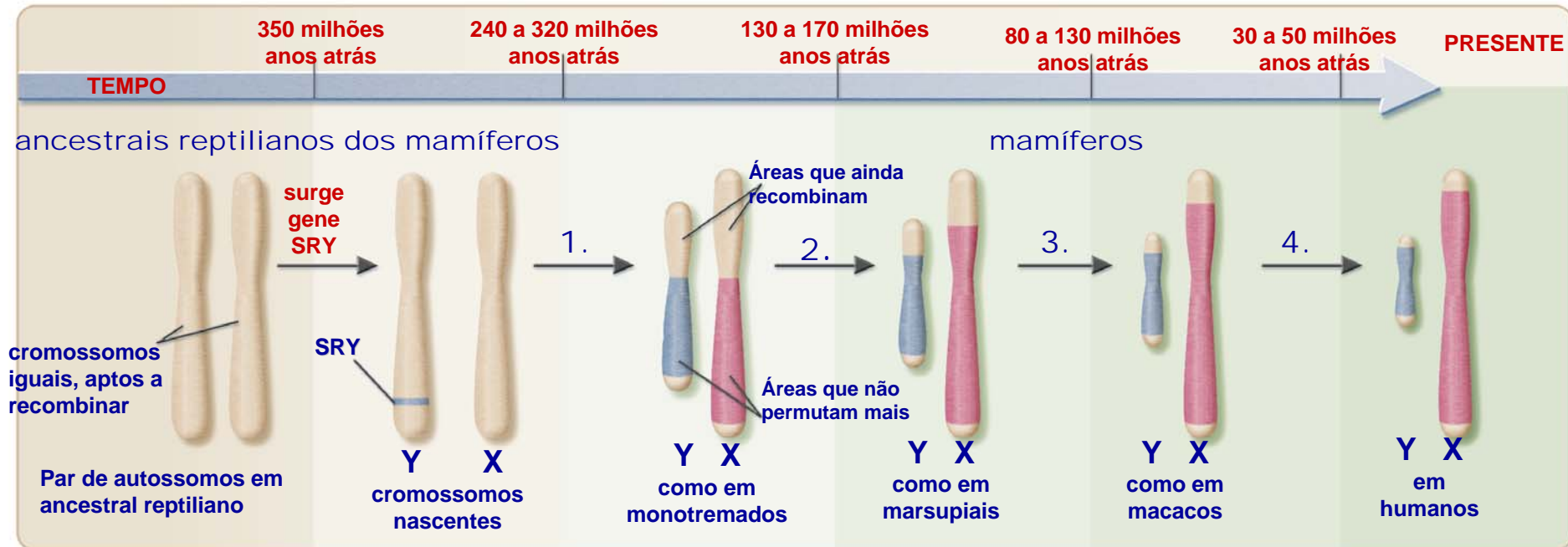
Razões <u>X</u> : <u>Autossomos</u> em diferentes fenótipos sexuais de <i>Drosophila melanogaster</i>			
<u>X</u>	<u>A</u>	<u>X : A</u>	<u>Sexo</u>
3	2	1,50	Metafêmea
4	3	1,33	Metafêmea
4	4	1,00	Fêmea normal
3	3	1,00	Fêmea normal
2	2	1,00	Fêmea normal
2	3	0,66	Intersexo
1	2	0,50	Macho normal
1	3	0,33	Metamacho

Cromossomos X e Y humanos



© Andrew Syred 2001

Evolução do cromossomo Y de mamíferos



1. Supressão da recombinação
2. Degeneração funcional na região heteromórfica
3. Deleção/condensação do Y
4. Aumento da inatividade meiótica do Y

Conseqüências: perda de genes e diminuição de tamanho do Y
 especialização genes restantes → masculinizantes

(Machos de gafanhotos e nematodas são XO, devido à completa degeneração do cromossomo Y)



Papel dos cromossomos sexuais nos mamíferos

Cromossomo Y = fortemente masculinizante

Embrião com Y \Rightarrow masculino

Embrião sem Y \Rightarrow feminino

Rota padrão (*default*) \rightarrow feminina



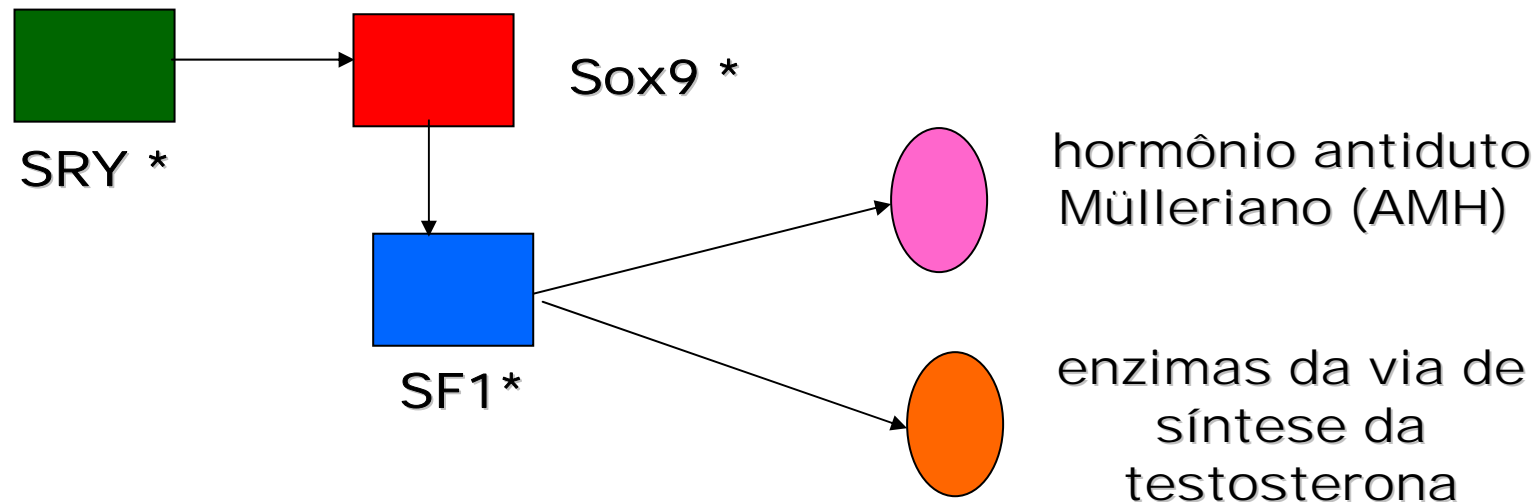
Cromossomo Y



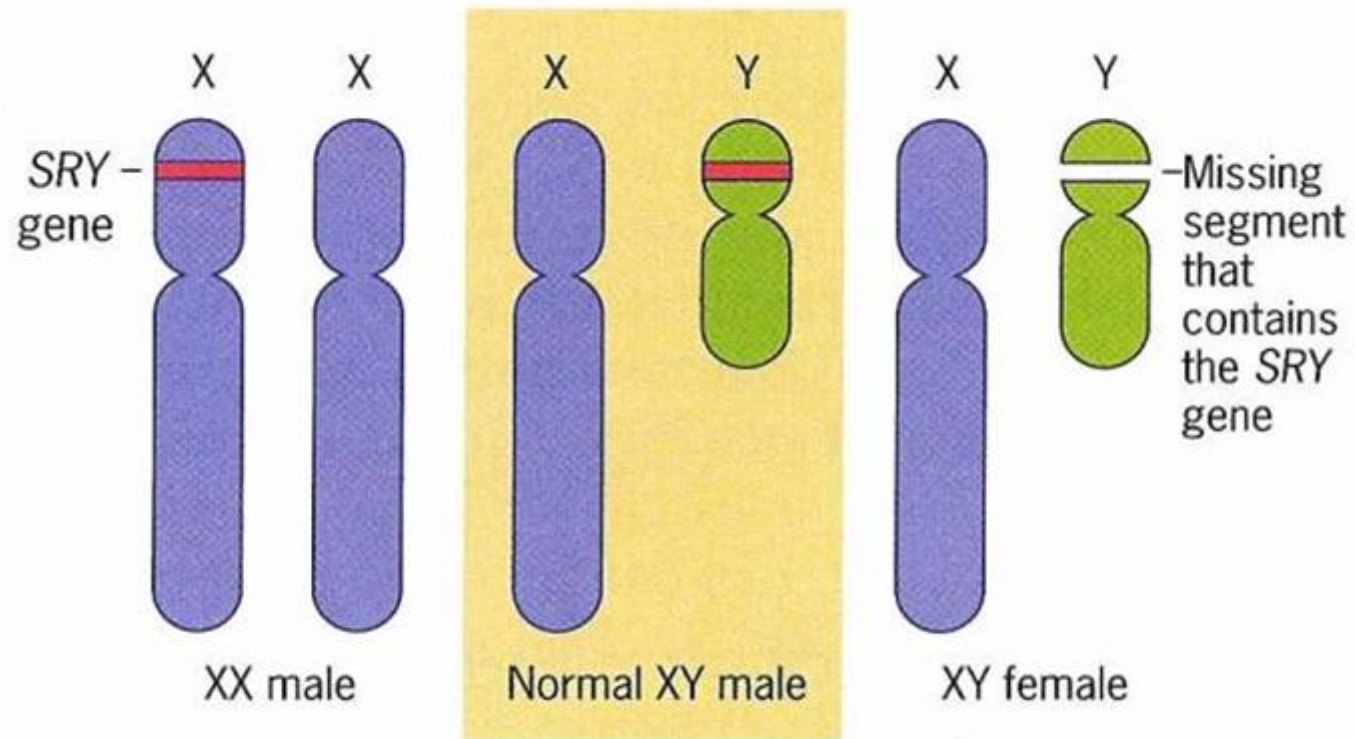
gene SRY (*Sex-determining region of the Y chromosome*)



desenvolvimento de características masculinas



* Fatores de transcrição



Efeitos de deleção ou translocação do gene SRY
Segundo Snustad & Simmons, 2003



CROMOSSOMO Y

Região homóloga ou região pseudo-autossômica
(5% tamanho Y)



pareamento com X



região de recombinação entre X e Y



região mais rica em genes do que o restante do Y



muitos genes desta região do Y
tem homólogos no X



genes gametólogos



estes genes refletem a origem evolutiva comum do X e do Y



CROMOSSOMO Y

Região não homóloga do Y



genes sem homologia no X



sem pareamento com o X



sem recombinação entre X e Y



genes para fertilidade masculina



CROMOSSOMO Y

$\frac{1}{4}$ da região não homóloga do Y



8 famílias de seqüências nucleotídicas
praticamente idênticas



incluem cópias de genes importantes



regiões palindrômicas



proporcionam recombinação interna
entre genes similares do próprio Y



processo de conversão gênica



importante na detecção e reparo
de mutações gênicas do Y



CROMOSSOMO Y

Genes específicos do cromossomo Y



gene SRY (*sex determinig region Y*)



braço curto do Y próximo à região pseudo-autossômica
(região determinante do sexo do cromossomo Y)



é o fator de determinação testicular



é um fator de transcrição



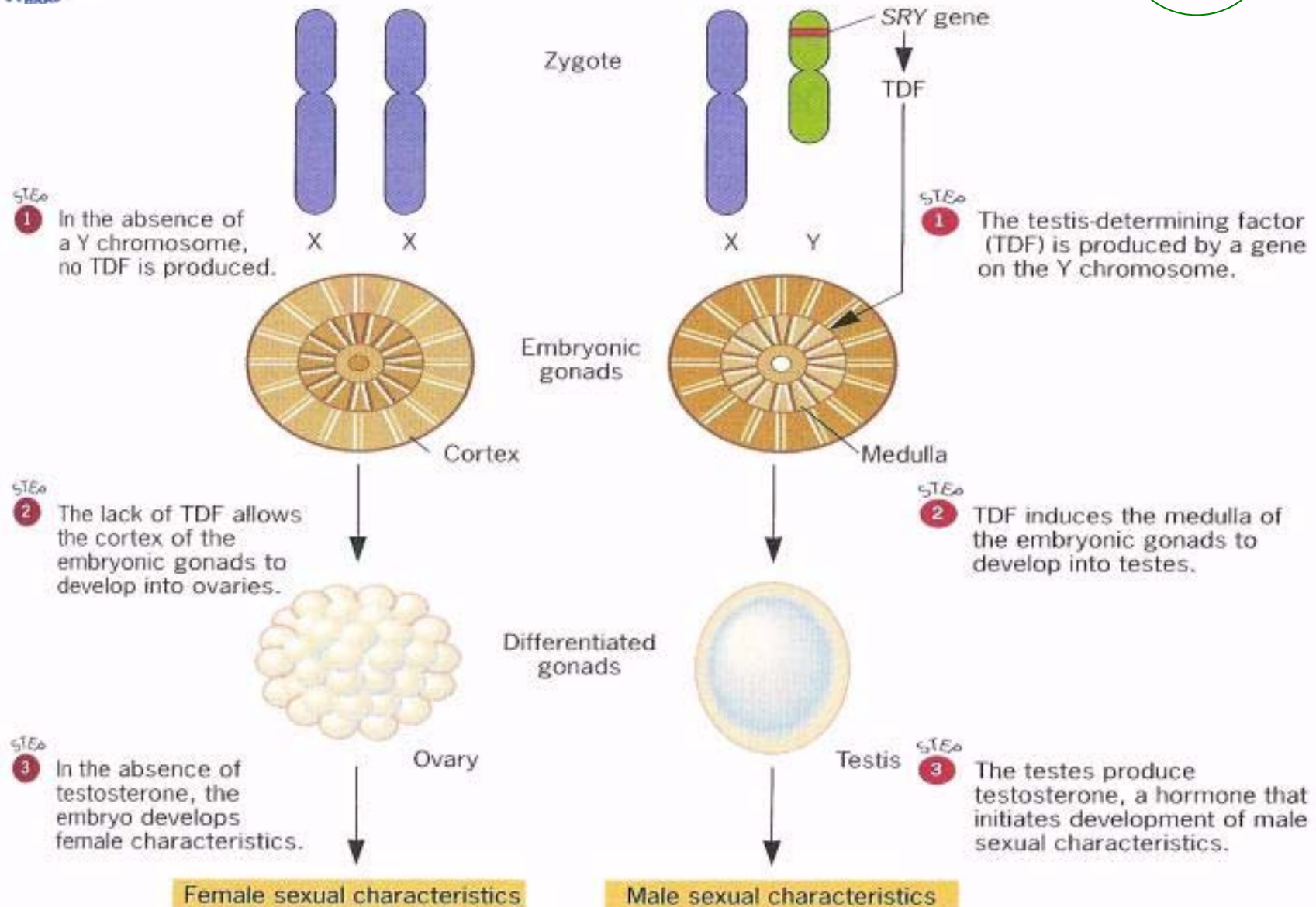
desencadeia cascata que resultará na formação testículos



produção hormônios masculinos
(testosterona e dihidrotestosterona)



genitália interna e externa masculinas



8ª SEMANA DE GESTAÇÃO

Embrião feminino XX
(rota padrão – default)

Desenvolvimento ductos de Müller
Involução ductos de Wolf
Genitália interna feminina

Embrião masculino XY

Células de Leydig (testículo)



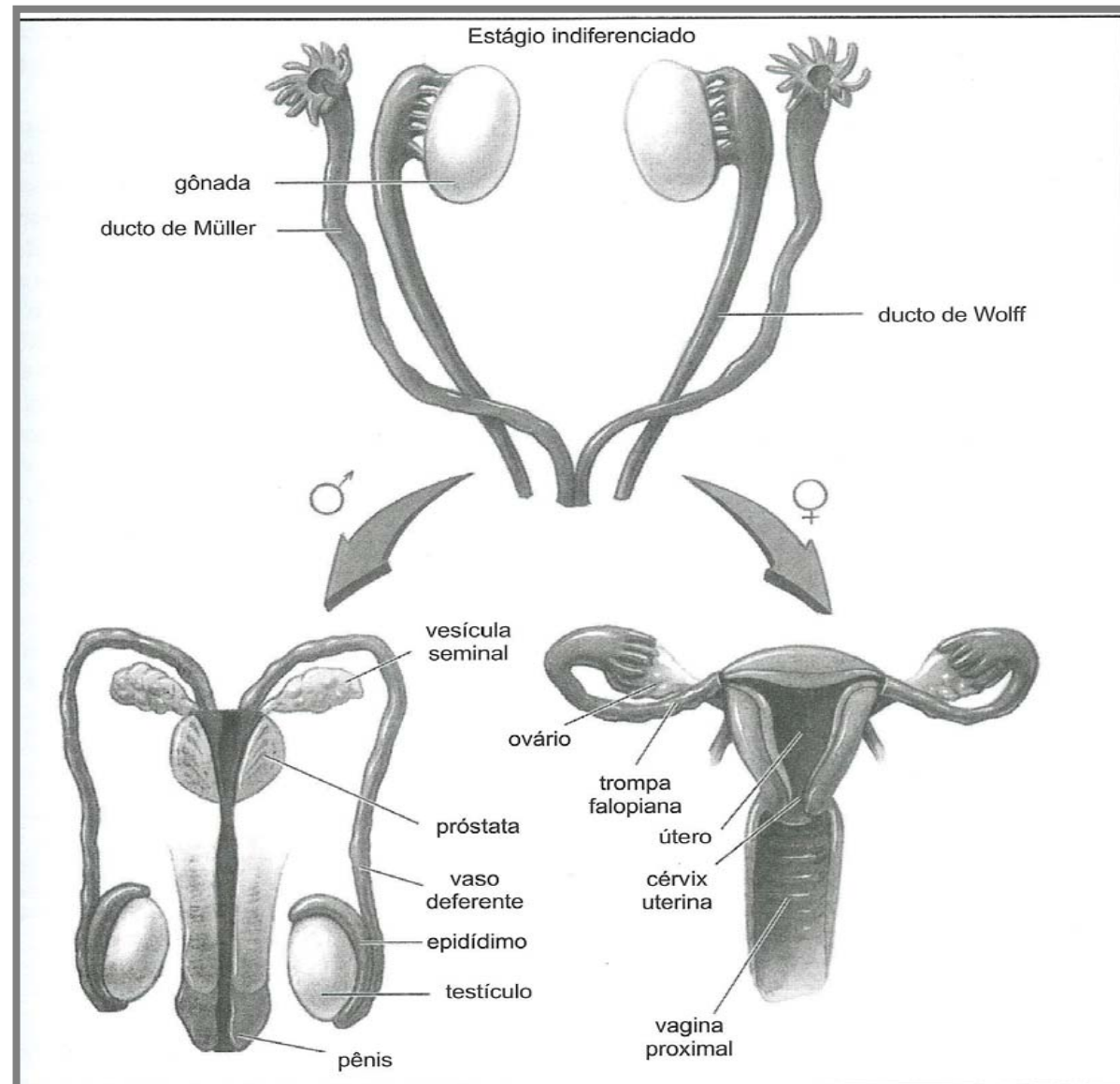
Hormônio antimülleriano (AMH)



Involução ductos de Müller
Desenvolvimento ductos Wolf
Genitália interna masculina

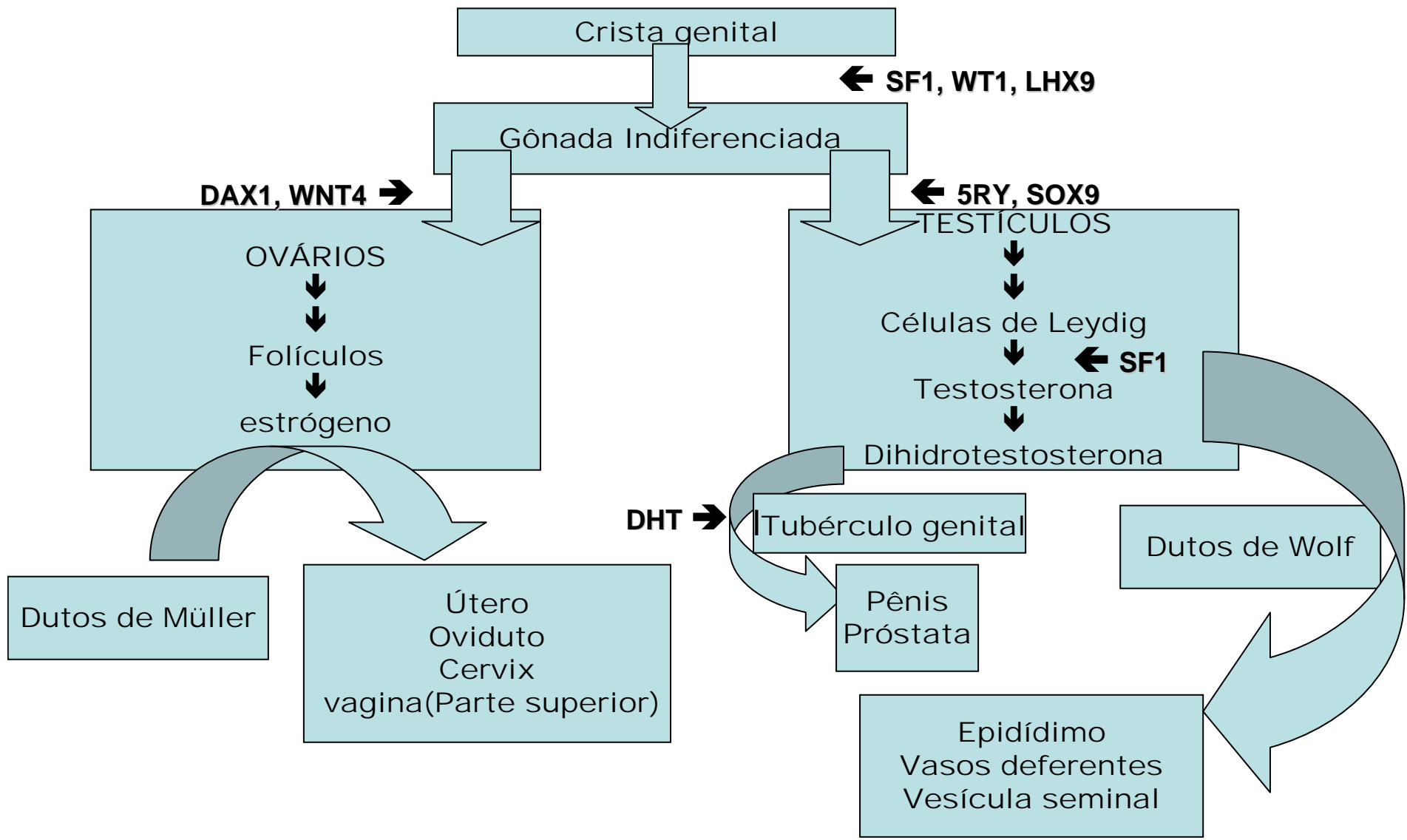
12ª SEMANA DE GESTAÇÃO

Diferenciação sexual quase completa





Nível	Eventos	Período
Celular (cromossômico/ Ggênico)	XX = feminino XY = masculino	Fertilização
Gonadal	sem SRY = ovário com SRY = testículo	A partir da 6ª semana de vida pré-natal
Genital (genitália interna e externa)	com testosterona = genitália interna masculina com 5 α dihidrotestosterona = genitália externa masculina	Após a 7ª semana de vida pré-natal
Criação	Dependente da genitália externa: menino ou menina	Ao nascimento
Psicológico ou comportamental	Desenvolvimento da identidade de gênero (fatores biológicos, socioculturais, psicológicos): homem ou mulher	Desde a infância



Referências bibliográficas

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. **Molecular Biology of the Cell**, Garland Science, New York, 2002, 1.463 p.
- Andrew Syred© 2001 **Human chromosomes** www.microscopix.co.uk/chromosomes/16306.gif
- Annenberg Media Learner.org. **Biology of Sex and Gender. Redescoving Biology.** http://www.learner.org/courses/biology/pdf/11_gender.pdf
- Appels, R., Morris, R., Gill, B.S., May, C.E. **Chromosome Biology**, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998, 401 p.
- Bonato, M.C.M. 2003 **Determinando o sexo: as surpresas que a natureza nos reserva**, Departamento de Biologia Molecular, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, <http://www.biologianaweb/biomural/divulga/sexo/chris3.html>
- Borges-Osório, M.R., Robinson, W.M. **Genética Médica**, Editora Artes Médicas, Porto Alegre, 2001, 459 p.
- Greg Allikas©, **The Orchid Photo Page**, www.orchidworks.com
- Griffiths, A.J.F., Miller, J.H., Suzuki, D.T., Lewontin, R.C., Gelbart, W.M. **Introdução à Genética**, Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2002, 794 p.
- Guerra, M. **Introdução à Citogenética Geral**, Editora Guanabara Koogan Ltda, Rio de Janeiro, 1988, 142 p.
- Ingraham, H. Page, D. Vilain, E. **Biology of Sex and Gender**, In: **Redescoving biology: Molecular to Global Perspectives**, Annenberg Media, Learner.Org <http://www.learner.org/channel/courses/biology/index.html>
- Newman.edu, 2004, **Cell Division**: Cap. 8, www.newman.edu.hk/.../images/A10802.jpg
- Scubagrl's Themes n'Dreams©, 2004 [www.scubagrl.net/ Mozarts_Cat.jpg](http://www.scubagrl.net/Mozarts_Cat.jpg) ; www.scubagrl.net/Cats_Dogs.htm
- Snustad, D.P., Simmons, M.J. **Principles of Genetics**, John Wiley & Sons, New York, 2003, 840 p.
- Spargelhof Kisters, **Gemeiner spargel**. 2002. www.spargeltreff.de
- Wolpert, L., Beddington, R., Brockes, J., Jessell, T., Lawrence, P., Meyerowitz, E. **Princípios de Biologia do Desenvolvimento**, Editora Artes Médicas, Porto Alegre, 2000, 484 p.