# Morgan e Herança Não Mendeliana — Leitura de Figuras

12.º Ano | Biologia | 4 páginas | 12 exercícios

**Competências que desenvolve:** Ler mapas de ligação genética, heredogramas de transmissão ligada ao X e a árvore de alelos ABO/Rh, ligando distâncias em centimorgans à percentagem de recombinação.

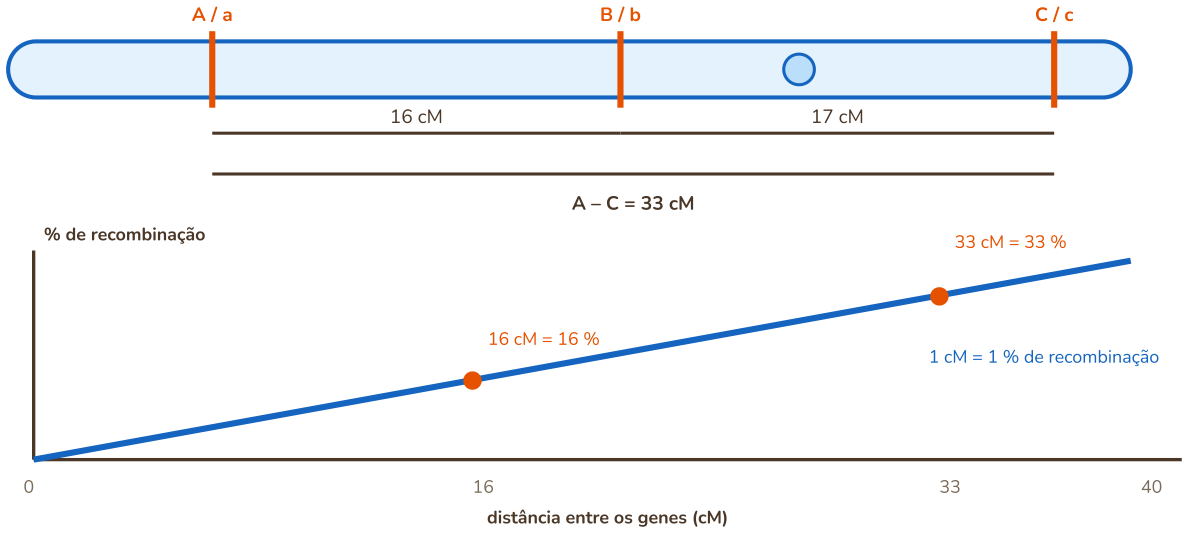



Figura 9 — Mapa de ligação de três genes e a correspondência entre distância (cM) e recombinação.

## Exercícios

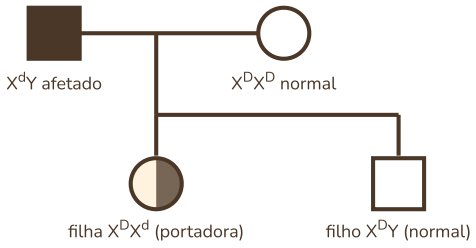
**1. Leitura do mapa (Figura 9): a) que distância separa A de B e B de C? b) qual a distância A – C? c) quantos por cento de recombinação se esperam entre A e C?**

**2. Leitura do gráfico: a) que percentagem corresponde ao ponto marcado a 16 cM? b) se dois genes estivessem a 5 cM, que % de recombinação teriam? c) o que mostra a linha reta?**

**3. Conceito (com a Figura 9): porquê é que os descendentes recombinantes nunca ultrapassam 50 %, mesmo para genes muito afastados no mesmo cromossoma? E o que se passa com os progenitores quando essa barreira é atingida?**

© 2026 Estudantices

**Pai afetado ($X^dY$) × mãe normal ($X^DX^D$)**

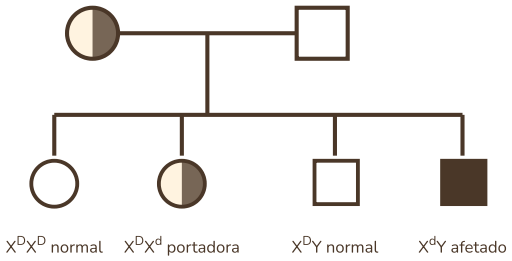



o pai transmite o X só às filhas — e o Y só aos filhos

**todas as filhas portadoras · todos os filhos normais**

círculo a meios = portadora · quadrado preenchido = afetado

**Mãe portadora ($X^DX^d$) × pai normal ($X^DY$)**




a mãe transmite o $X^d$ a metade dos filhos

**transmissão em cruz: só os homens ficam afetados**

Figura 10 — Herança ligada ao X recessiva nos dois cruzamentos clássicos.

**4. Painel A (Figura 10): a) porquê é que todas as filhas saem portadoras? b) porquê é que nenhum filho é afetado? c) que gene é que o pai passa aos filhos?**

**5. Painel B (Figura 10): a) que proporção dos filhos homens é afetada? b) e das filhas? c) porque é que o efeito só aparece nos homens?**

**6. Escolha múltipla (Figura 10): a) pai daltónico × mãe normal dá: 1) filhos daltónicos e filhas normais · 2) filhas todas portadoras e filhos normais · 3) tudo normal. b) O daltonismo afeta mais os homens porque: 1) é dominante · 2) o homem é hemizigótico · 3) os homens têm dois X.**

**7. Aplicação: uma mulher portadora de hemofilia (ligada ao X) tem filhos com homem normal. Indica as quatro combinações possíveis dos filhos e a probabilidade de um filho hemofílico.**

© 2026 Estudantices

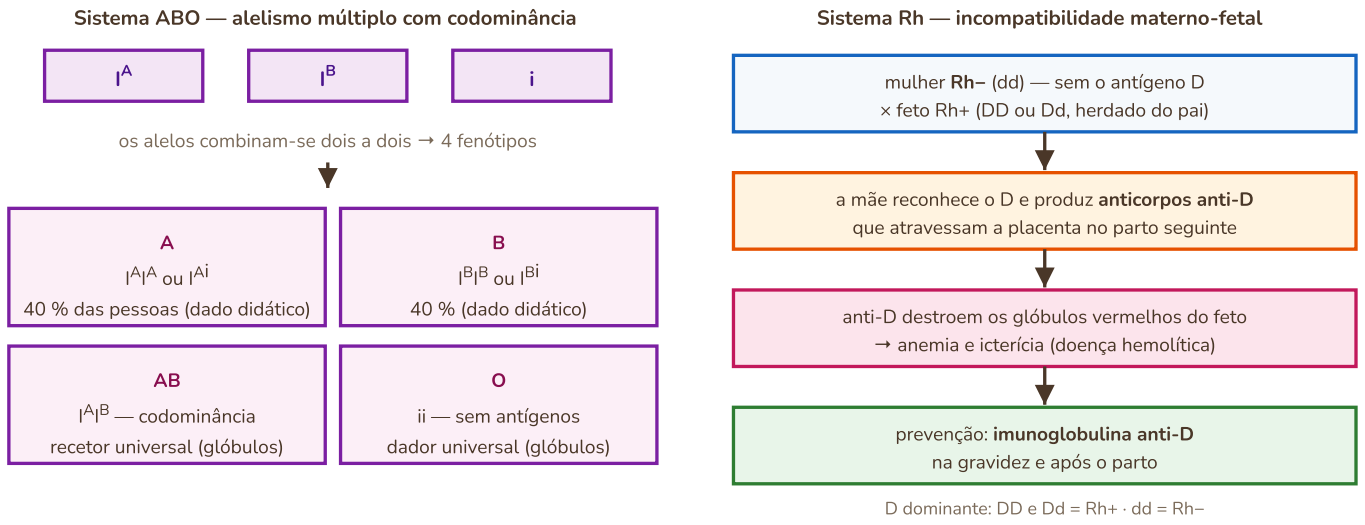



Figura 11 — Árvore de alelos ABO e sequência da incompatibilidade Rh.

**8. Figura 11, painel ABO: a) escreve os genótipos dos quatro fenótipos b) que alelos estão em codominância? c) porque é que o grupo O não apresenta antígenos?**

**9. Figura 11, painel Rh: a) que genótipos dão Rh+ e qual dá Rh−? b) em que momento a mãe fica sensibilizada? c) como se previne a doença hemolítica?**

**10. Transfusões (painel ABO): porque é que O− é dador universal de glóbulos vermelhos e AB+ é recetor universal? Justifica com a presença/ausência de antígenos e anticorpos.**

**11. Corrige os erros (com as figuras): a) «Morgan descobriu a segregação independente.» b) «Para genes muito afastados, a recombinação chega a 100 %.» c) «O grupo AB é um exemplo de dominância incompleta.»**

**12. Desenvolvimento (5–6 linhas). Explica porque é que as proporções de Mendel deixam de ser 9:3:3:1 quando dois genes estão no mesmo cromossoma, recorrendo ao mapa e ao gráfico da Figura 9.**

© 2026 Estudantices

# Soluções — Morgan e Herança Não Mendeliana

**1.** a) A – B = **16 cM** · B – C = **17 cM** b) **33 cM** c) **33 %** de descendentes recombinantes (1 cM = 1 %).

**2.** a) **16 %** b) **5 %** c) que a correspondência é proporcional — quanto mais afastados, maior a recombinação, à taxa de 1 cM = 1 %.

**3.** A recombinação máxima é de **50 %**: acima de certa distância, o *crossing-over* acontece tantas vezes que os dois alelos de um gene ficam estatisticamente independentes — os recombinantes e os não recombinantes são igualmente prováveis, como genes em cromossomas diferentes. A partir daí a ligação deixa de ser detetável, mas nunca passa de 50 %.

**4.** a) porque o pai só tem um X (o doente) e entrega-o a *todas* as filhas, que recebem também o X normal da mãe — saem $X^{D}X^{d}$ b) porque os filhos recebem o Y do pai e o X normal da mãe c) o gene do daltonismo — o Y não o leva.

**5.** a) **metade dos filhos homens** (1/4 de todos os filhos) b) metade das filhas são portadoras; *nenhuma* fica afetada c) porque o homem tem um só X (hemizigótico) — basta um $X^{d}$; a mulher precisa de dois.

**6.** a) **2)** filhas todas portadoras e filhos normais b) **2)** o homem é hemizigótico ($XY$).

**7.** $X^{h}X \times X^{H}Y$ → filhas $X^{H}X^{h}$ (portadoras) e $X^{H}X$ (normais) · filhos $X^{h}Y$ (hemofílicos) e $X^{H}Y$ (normais). Probabilidade de um filho hemofílico: **1/4 do total** (metade dos rapazes).

**8.** a) A = $I^{A}I^{A}$ ou $I^{A}i$ · B = $I^{B}I^{B}$ ou $I^{B}i$ · AB = $I^{A}I^{B}$ · O = $ii$ b) $I^{A}$ e $I^{B}$ — no grupo AB nenhum se mascara c) porque o alelo $i$ não produz antígeno e é recessivo: só se manifesta em dupla cópia.

**9.** a) $DD$ e $Dd$ = Rh+ · $dd$ = Rh− b) quando o feto Rh+ liberta glóbulos com D para a circulação materna, sobretudo no **parto** c) com **imunoglobulina anti-D** na gravidez e depois do parto, que elimina os glóbulos fetais antes de a mãe produzir os seus próprios anticorpos.

**10.** O− não tem antígenos A, B nem D — não reage com os anticorpos do recetor, por isso pode doar a qualquer grupo (glóbulos vermelhos). AB+ tem todos os antígenos e, por hipótese de tolerância, não produz anticorpos anti-A, anti-B nem anti-D — recebe de qualquer dador.

**11.** a) **F** — Mendel descreveu a segregação e a segregação independente; Morgan demonstrou a *ligação* e a recombinação b) **F** — a barreira é de 50 % c) **F** — AB é *codominância* (ambos se exprimem); dominância incompleta seria um fenótipo intermédio.

**12.** As leis de Mendel pressupõem genes em cromossomas diferentes, que se segregam independentemente e dão 9:3:3:1. Quando dois genes estão no mesmo cromossoma (ligação), viajam juntos e as proporções afastam-se das mendelianas — só o *crossing-over* origina recombinantes, à taxa de 1 % = 1 cM (Figura 9). Por isso, para genes muito próximos, a transmissão aproxima-se de 100 % conjunta e as figuras mendelianas deixam de servir.

© 2026 Estudantices