

# Genética de Populações para mais de um gene

Diogo Meyer

Bio 0208 -- 2015

Ridley Capítulo

8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.9, 8.10  
(desequilíbrio de ligação)

# Panorama geral do que vimos

- genética de populações para **genes individuais**
  - **HW**
  - **Deriva**
  - **Seleção**
  - **Migração**

# Teoria evolutiva para mais de um locus

cromossomo	gene 1	gene 2
1	A	B
2	A	B
3	A	B
4	A	B
5	A	B
6	A	B
7	A	B
8	A	b
9	a	b
10	a	b

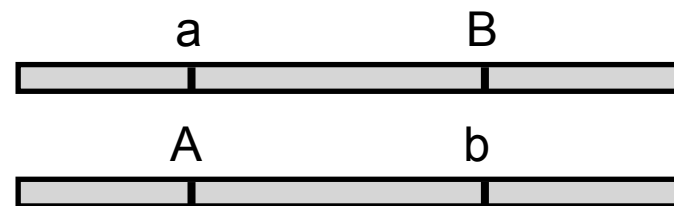
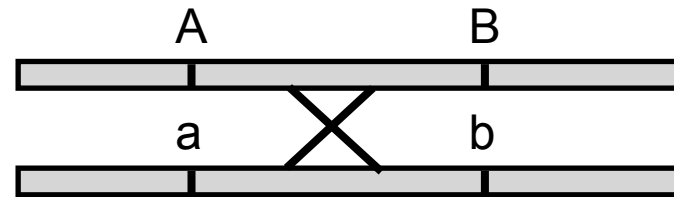
## Vamos calcular

- **frequências haplotípicas**  $p_{AB}$ ,  $p_{aB}$ ,  $p_{aB}$ ,  $p_{ab}$
- **frequências alélicas**  $p_A$ ,  $p_a$ ,  $p_B$ ,  $p_b$
- **frequências esperadas sob independência**

# Teoria evolutiva para mais de um locus

cromossomo	gene 1	gene 2
1	A	B
2	A	B
3	A	B
4	A	B
5	A	B
6	A	B
7	A	B
8	A	b
9	a	b
10	a	b

**Exemplo: os dois haplótipos mais comuns recombina**



Estava ausente e foi introduzido por recombinação

# Teoria evolutiva para mais de um lócus

**Recombinação embaralha alelos e reduz desequilíbrio de ligação:**

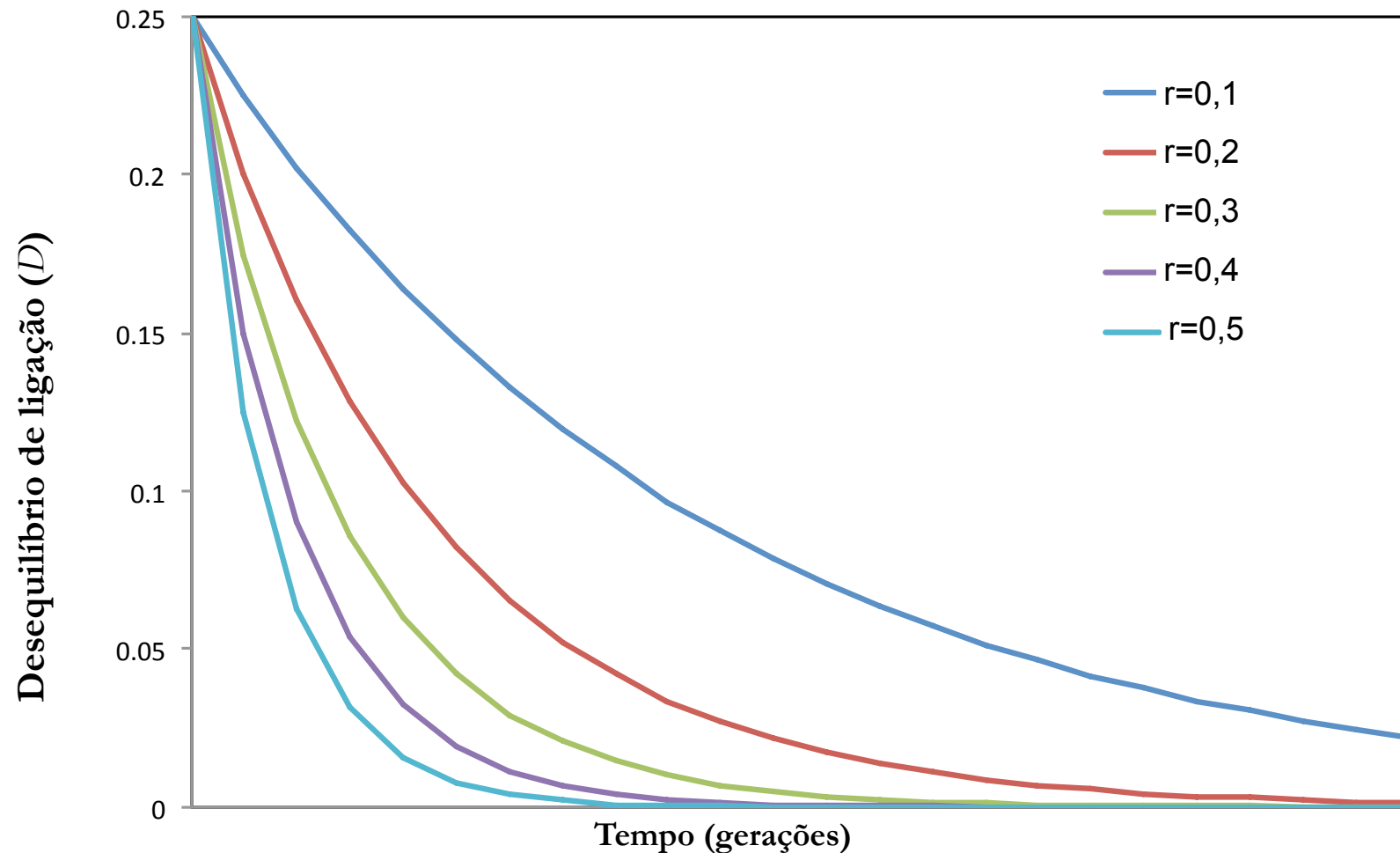
**Quantitativamente temos:**

$$D' = D (1 - r)$$

**Onde “r” é a taxa de recombinação entre os genes. Com recombinação baixa, a diminuição do desequilíbrio de ligação é lenta.**

# DL decai com recombinação

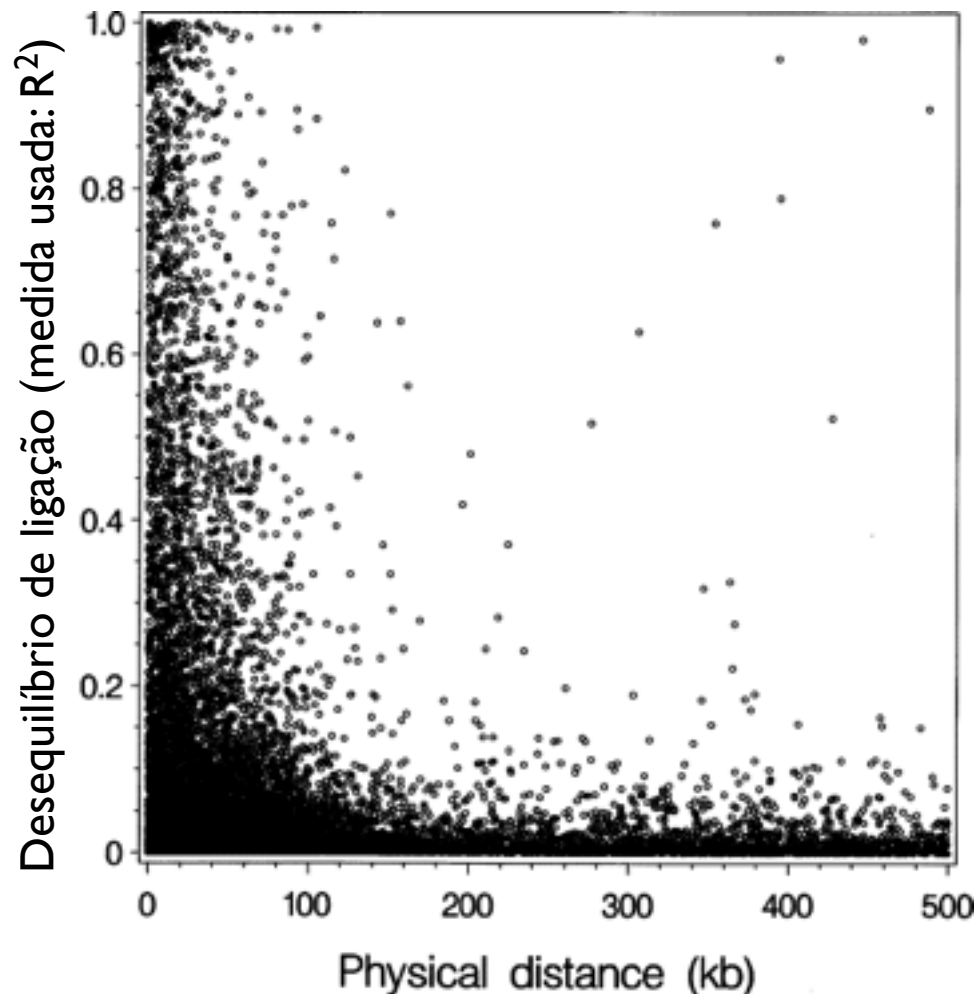
Quanto maior a taxa de recombinação, mais rápida é a queda.



# Padrões empíricos de desequilíbrio de ligação (DL)

- Como varia em função da distância entre marcadores?
- Como varia ao longo do genoma?
- Como varia entre populações?

# DL diminui com distância entre marcadores

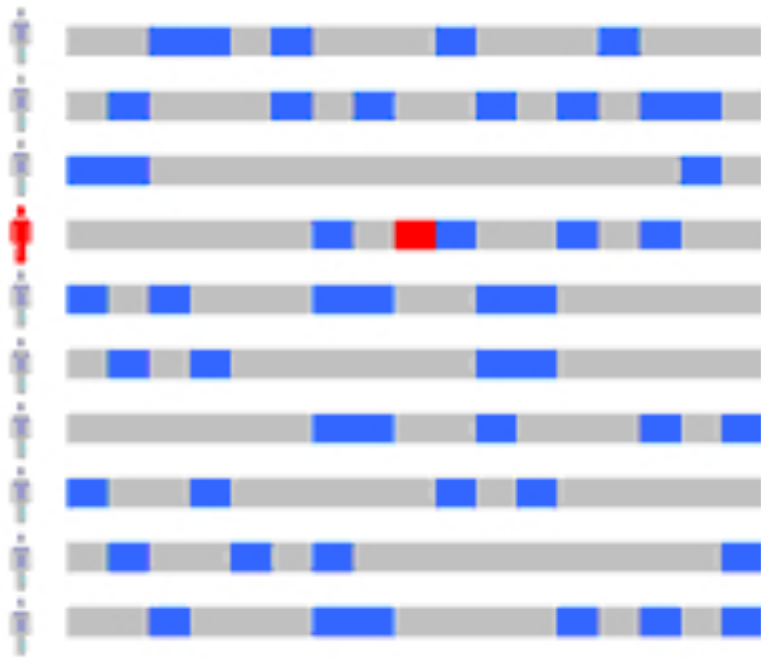


Padrão de  
DL no  
genoma  
humano

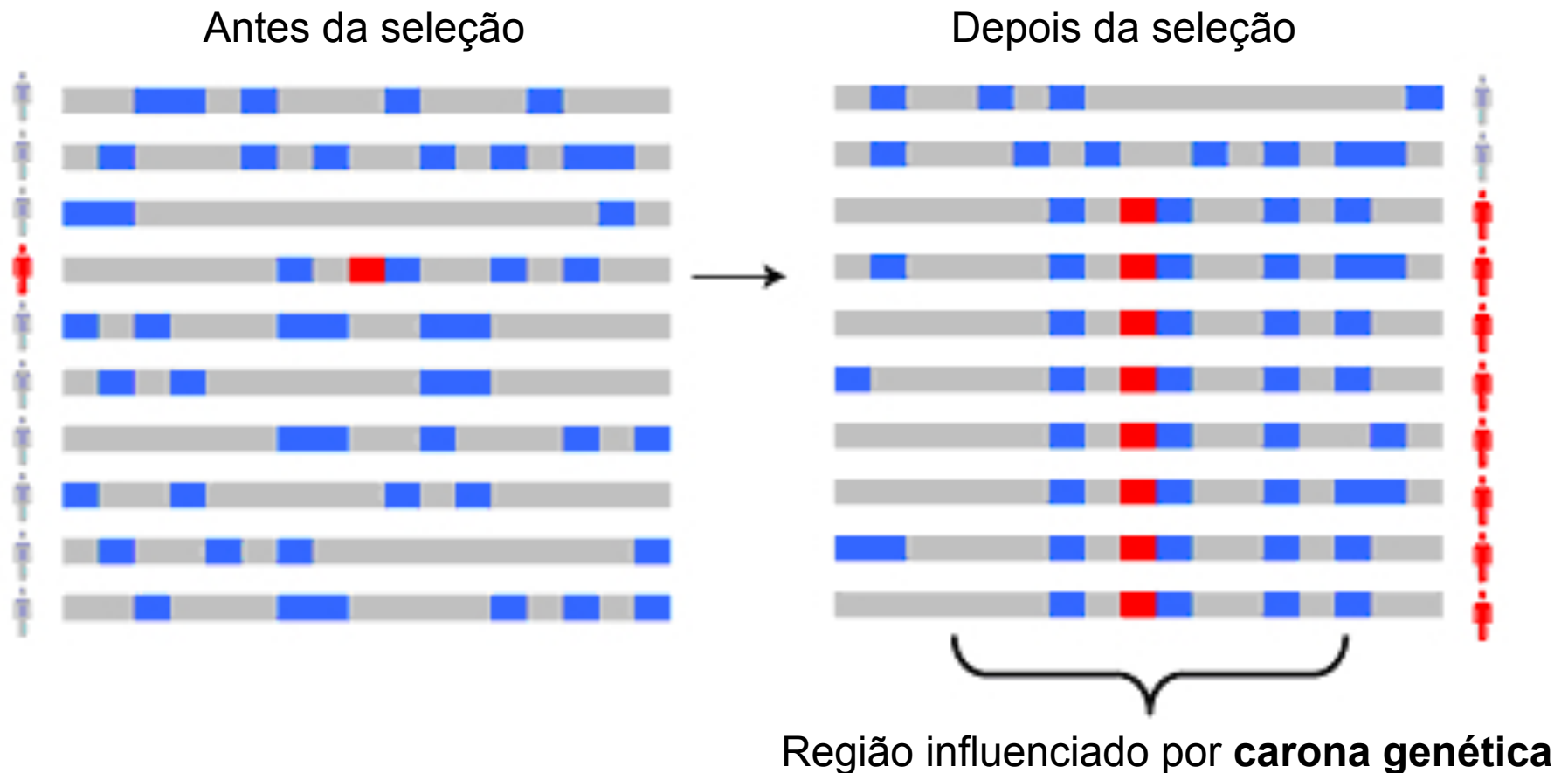


# O que explica a variação nos padrões de desequilíbrio de ligação?

Antes da seleção

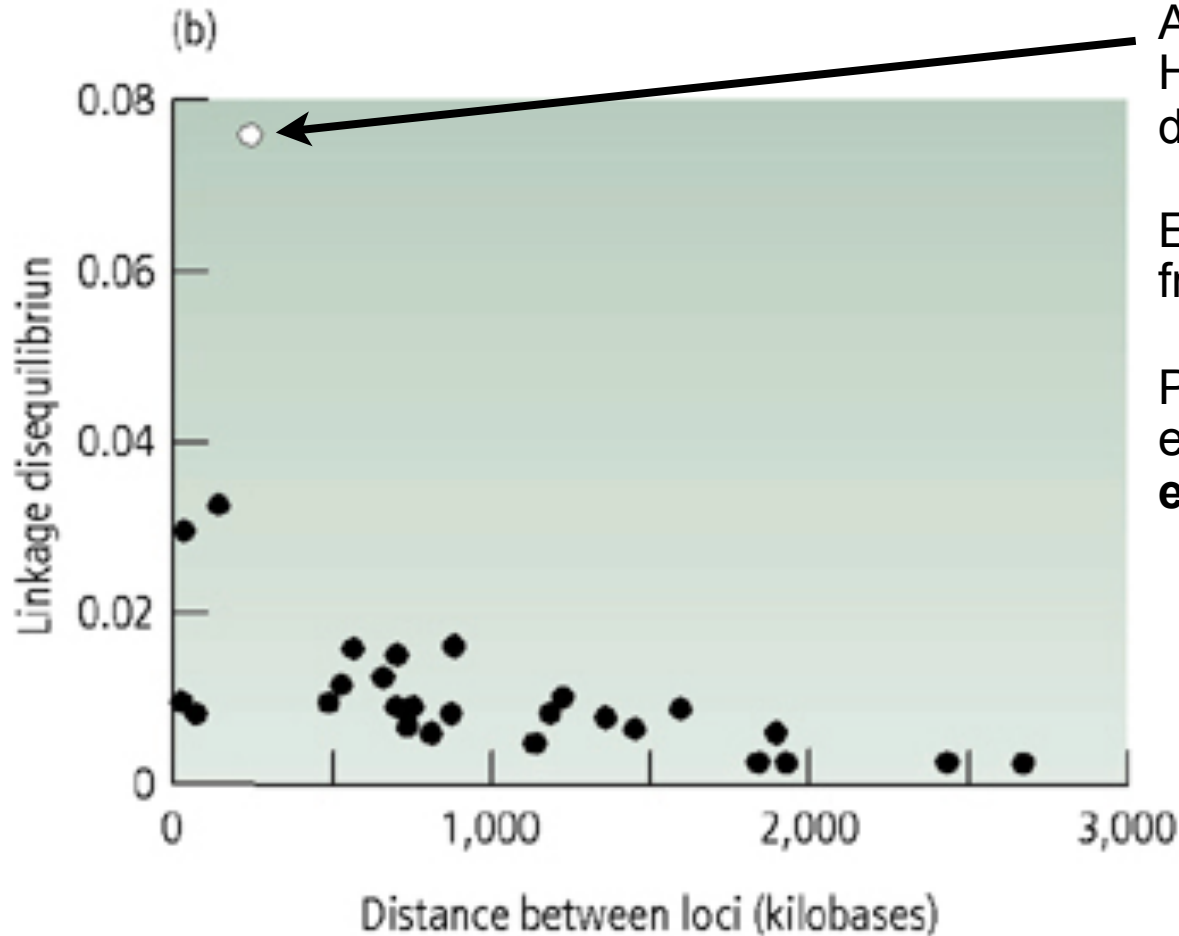


# Seleção via carona genética pode produzir desequilíbrio de ligação



**Carona genética** produz desequilíbrio de ligação

# Interações entre genes pode favorecer desequilíbrio de ligação



Alelos “A1” e “B8” dos locos HLA-A e HLA-B, com alto valor de desequilíbrio de ligação.

Eles ocorrem juntos muito mais frequentemente do que esperado.

Possível explicação: a interação entre eles é vantajosa. Isso é uma forma de **epistasia**.

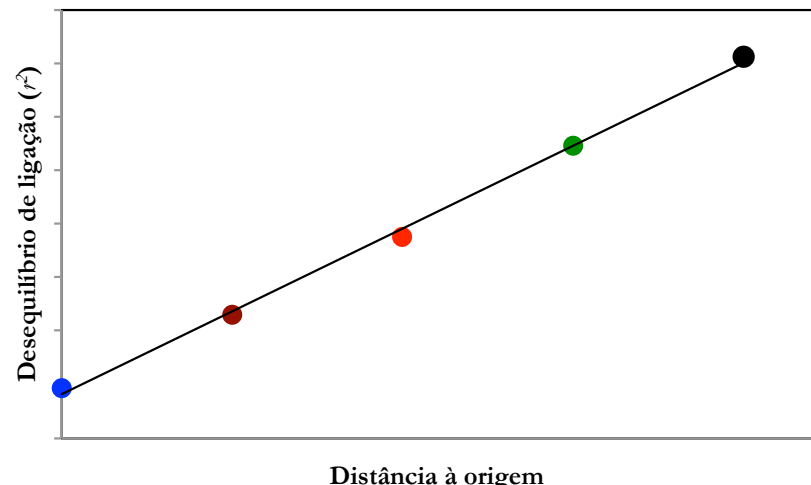
# Deriva genética pode produzir desequilíbrio de ligação

(a)



Haplótipos são “perdidos” devido a gargalos, e isso cria desequilíbrio de ligação.

(c)



# Principais pontos da aula

- Podemos descrever frequências haplotípicas para populações
- Podemos quantificar o grau de desequilíbrio de ligação (o quanto alelos de dois genes são independentes)
- Diversos processos determinam o nível de DL:
  - recombinação (diminui DL)
  - deriva
  - seleção (via carona ou epistasia)