

# Seleção natural

Bio 0208 - 2016

Diogo Meyer

Departamento de Genética e Biologia Evolutiva  
Universidade de São Paulo

Leitura básica: Ridley 5.6, 5.7, 5.10, 5.12

*Lembremos o quão complexas e ajustadas são as relações mútuas dos seres vivos uns aos outros e às suas condições físicas de vida. Seria então, improvável, pensar que variações úteis de algum modo a cada ser na grande e complexa batalha da vida, devam às vezes surgir ao longo de milhares de gerações? E se isso ocorre, podemos duvidar (lembrando que mais indivíduos nascem do que podem possivelmente sobreviver) que indivíduos com qualquer vantagem, por mais sutil que seja, sobre os outros, teriam uma melhor chance de sobreviver e procriar? Por outro lado, podemos ter certeza que qualquer variação minimamente prejudicial seria rigidamente rejeitada. Essa preservação das variações favoráveis e a rejeição das prejudiciais eu chamo de Seleção Natural.*

**Charles Darwin, em *A origem das espécies*, 1859**

# Visão contemporânea

- se há variação na população
- se essa variação contribui para a sobrevivência e reprodução diferencial
- se essa variação é herdável

Haverá seleção natural

# Quando há seleção natural?

Genótipo	AA	Aa	aa
ao nascimento	150	210	140
entre adultos	75	105	70
sobrevivência	50%	50%	50%

**Não há seleção:** probabilidade de sobrevivência é igual para todos genótipos

# Quando há seleção natural?

Genótipo	AA	Aa	aa
ao nascimento	150	210	140
entre adultos	100	140	70
sobrevivência	2/3	2/3	1/2
sobrevivência <u>normalizada</u>	1	1	3/4

Nesse exemplo:

- **Valores adaptativos**  $W_{AA} = 1$ ;  $W_{Aa} = 1$ ;  $W_{aa} = 3/4$
- **Coeficiente seletivo** é  $s=0,25$
- “s” Mede decréscimo de sobrevivência devido a seleção.

# Um modelo populacional para seleção natural (agora em proporções)

Genótipo	AA	Aa	aa
Valor adaptativo	$W_{AA}$	$W_{Aa}$	$W_{aa}$
Valor adaptativo relativo	$W_{AA}/W_{AA}$	$W_{Aa}/W_{AA}$	$W_{aa}/W_{AA}$
Em função de "s"	1	1	1-s

Nesse exemplo:

- **Valores adaptativos**  $W_{AA} = 1$ ;  $W_{Aa} = 1$ ;  $W_{aa} = 3/4$
- **Coeficiente seletivo** é  $s=0,25$
- “s” Mede decréscimo de sobrevivência devido a seleção.

# O modelo genético de seleção

<b>Parâmetro do modelo evolutivo</b>	<b>No modelo de seleção</b>
Tamanho da população	Infinitamente grande
Cruzamento	aleatório
Sobrevivência e reprodução dos genótipos	Diferente entre genótipos
mutação e migração	Não há

# Um modelo populacional para seleção natural

Genótipo	AA	Aa	aa
Valor adaptativo	1	1	1-s



# Um modelo populacional para seleção natural

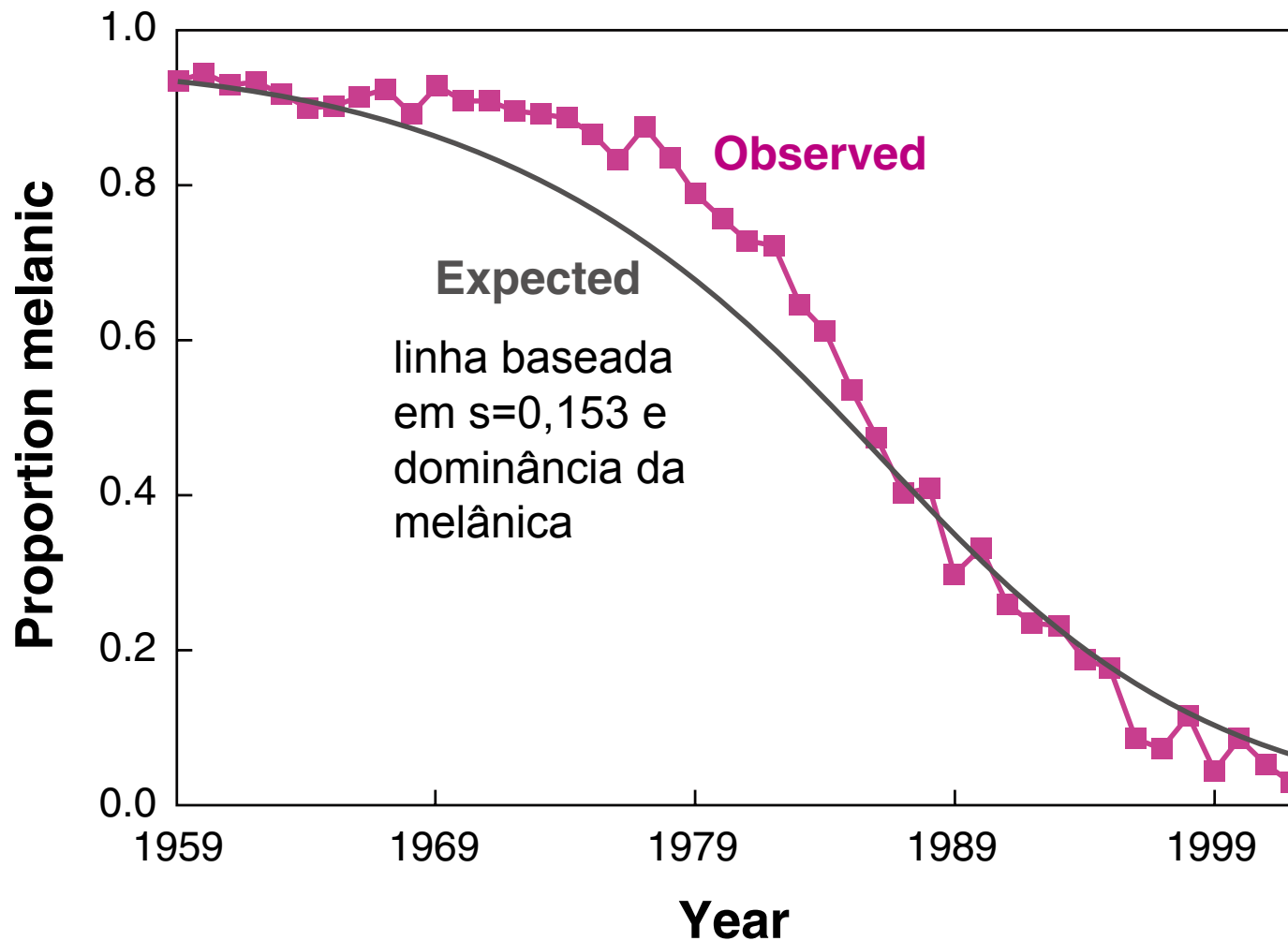
Genótipo	AA	Aa	aa
nascimento	$p^2$	$2pq$	$q^2$
Aptidão	1	1	$1-s$
adultos	$p^2$	$2pq$	$q^2 (1-s)$

como calcular:

$$p \rightarrow p'$$

# Exemplo de seleção

Redução de forma melânica de biston betularia em regiões sem poluição, na Inglaterra.



# Um modelo populacional para seleção natural

	AA	Aa	aa
Ao nascimento	$p^2$	$2pq$	$q^2$
Valor adaptativo	$W_{AA}$	$W_{Aa}$	$W_{aa}$
Entre adultos	$p^2 W_{AA}$	$2pq W_{Aa}$	$q^2 W_{aa}$
Entre adultos normalizado	$\frac{p^2 W_{AA}}{\bar{W}}$	$\frac{2pq W_{Aa}}{\bar{W}}$	$\frac{q^2 W_{aa}}{\bar{W}}$

$$\bar{W} = p^2 W_{AA} + 2pq W_{Aa} + q^2 W_{aa}$$

$$p' = \frac{p^2 W_{AA} + pq W_{Aa}}{\bar{W}}$$

$$q' = \frac{q^2 W_{aa} + pq W_{Aa}}{\bar{W}}$$

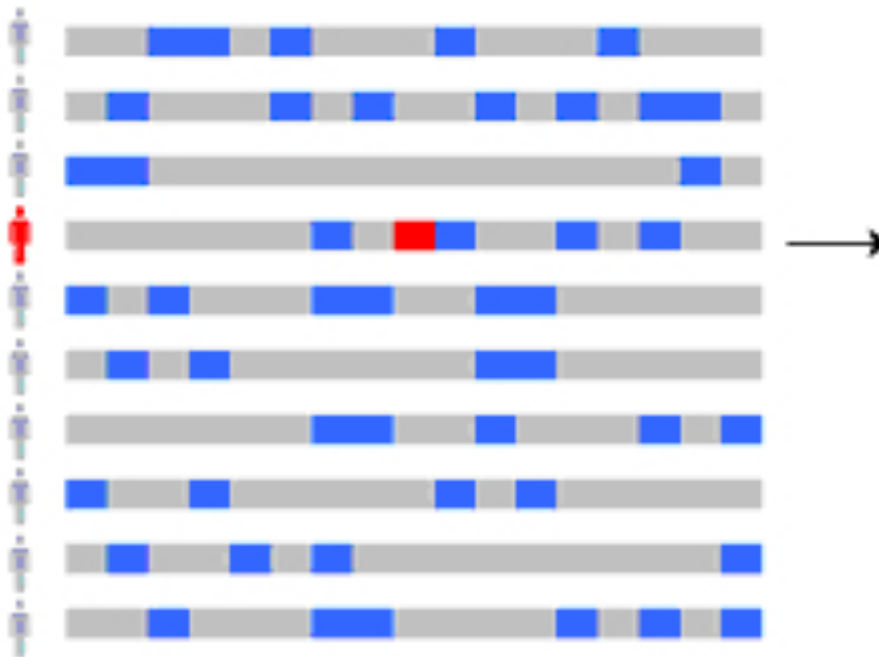
# Diversos regimes seletivos

AA	Aa	aa	
1	1	1-s	dominância
1	1-s	1-s	recessividade
1	1-(s/2)	1-s	aditivo
1-s	1	1-t	vantagem do heterozigoto

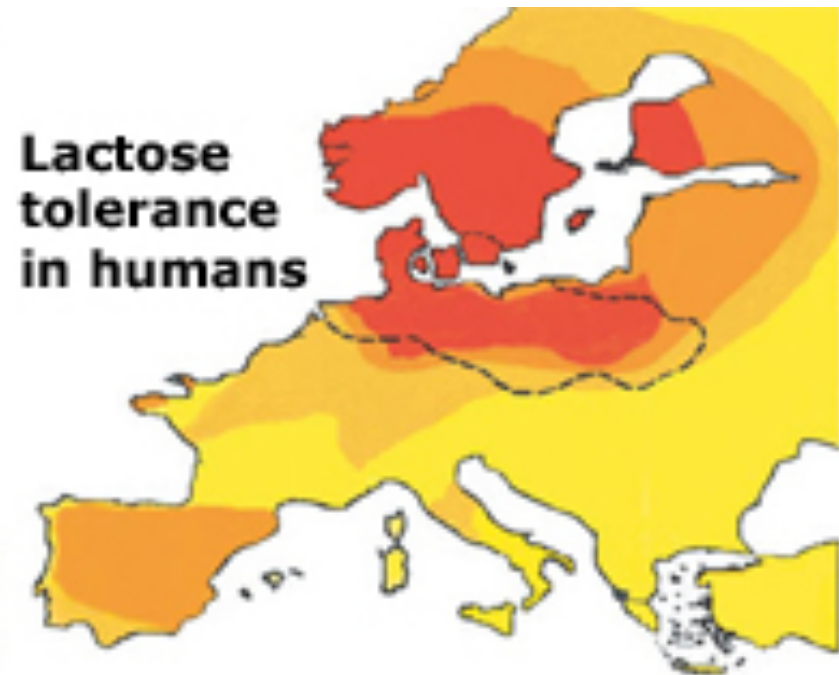
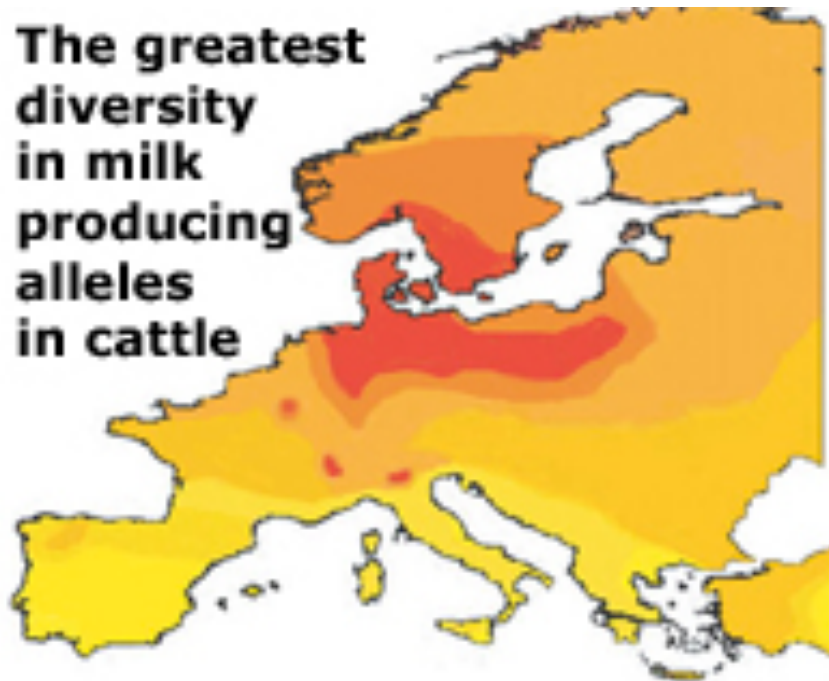
# Exemplos de seleção natural

# Efeito da seleção num locus: homogeneidade

Antes da seleção



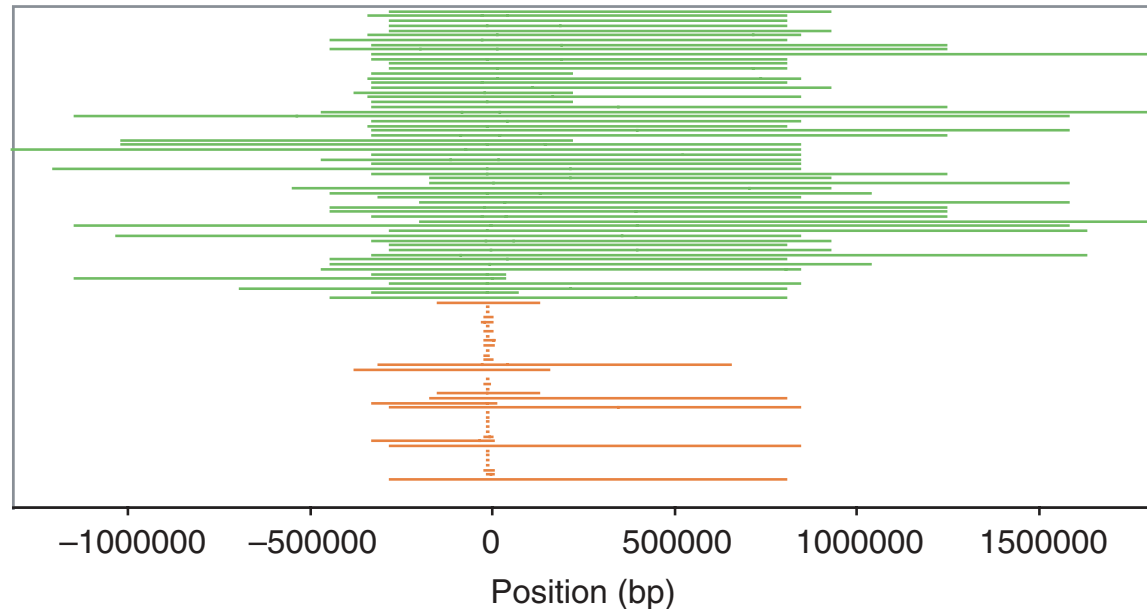
# Um exemplo de homogeneidade: lactase em humanos



# Um exemplo de homogeneidade: lactase em humanos

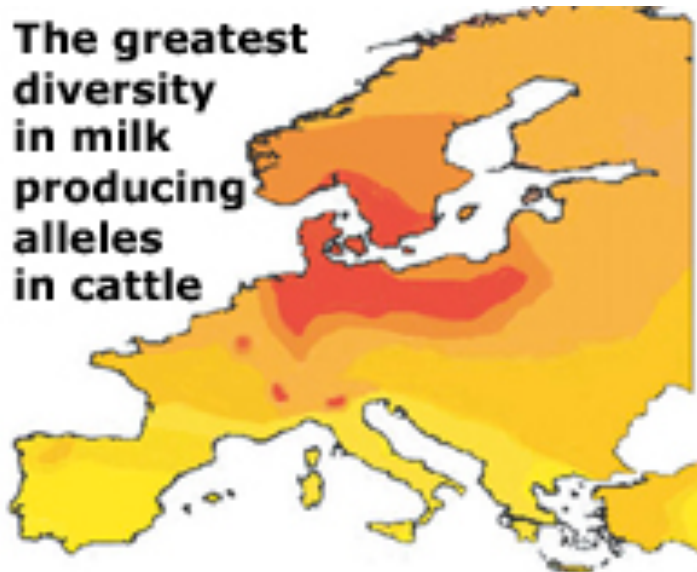
b

Eurasian C/T-13910

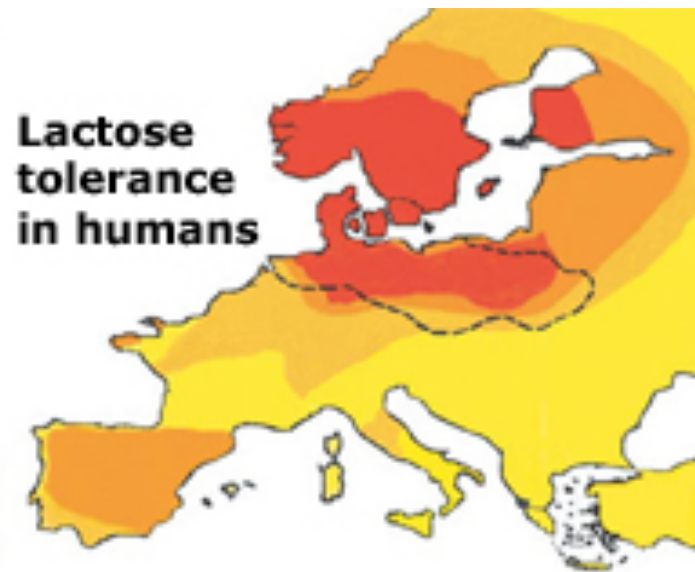


verde: alelo de persistência de lactase.

laranja: alelo de não-persistência.



**The greatest diversity in milk producing alleles in cattle**



**Lactose tolerance in humans**



# Seleção natural em populações humanas

- Comparando Tibetanos e Chineses:

Gene EPAS1:

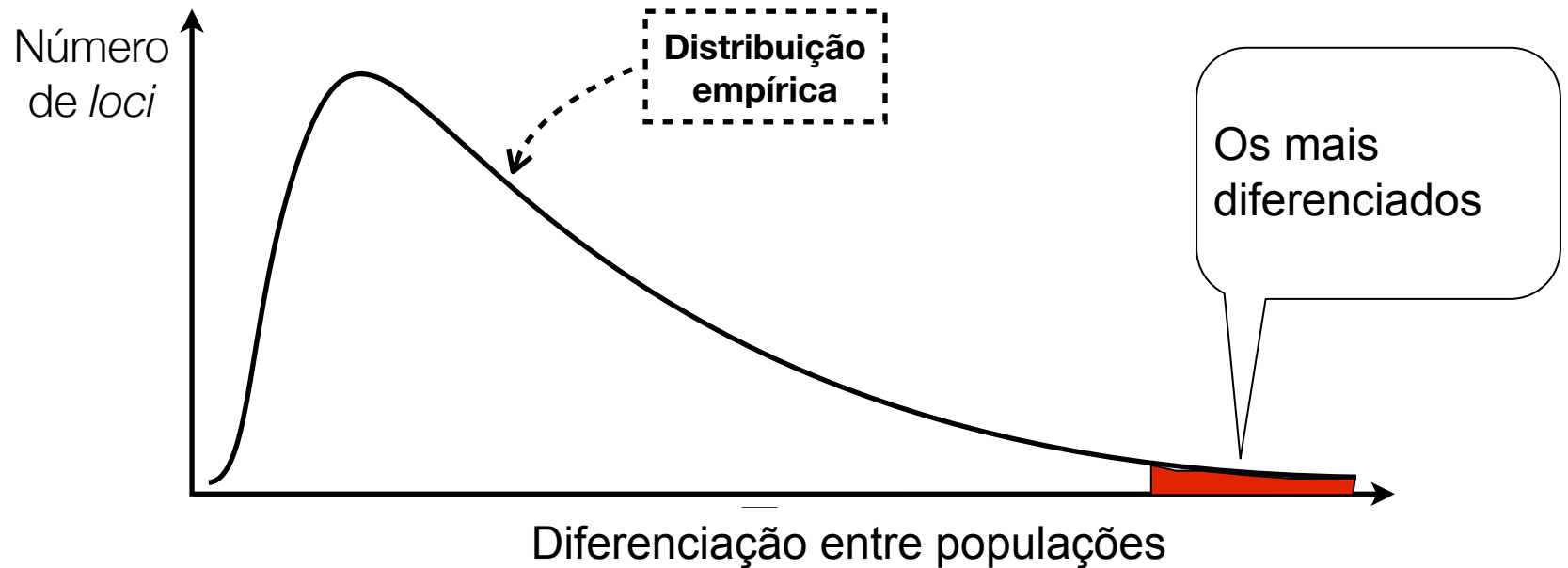
Frequência do alelo A em Chineses: 10 %

Frequência do alelo A em Tibetanos: 90%

Como saber se diferença resulta de seleção?



# Detectando seleção: diferenciação



# Seleção natural em populações humanas

- Comparando Tibetanos e Chineses:

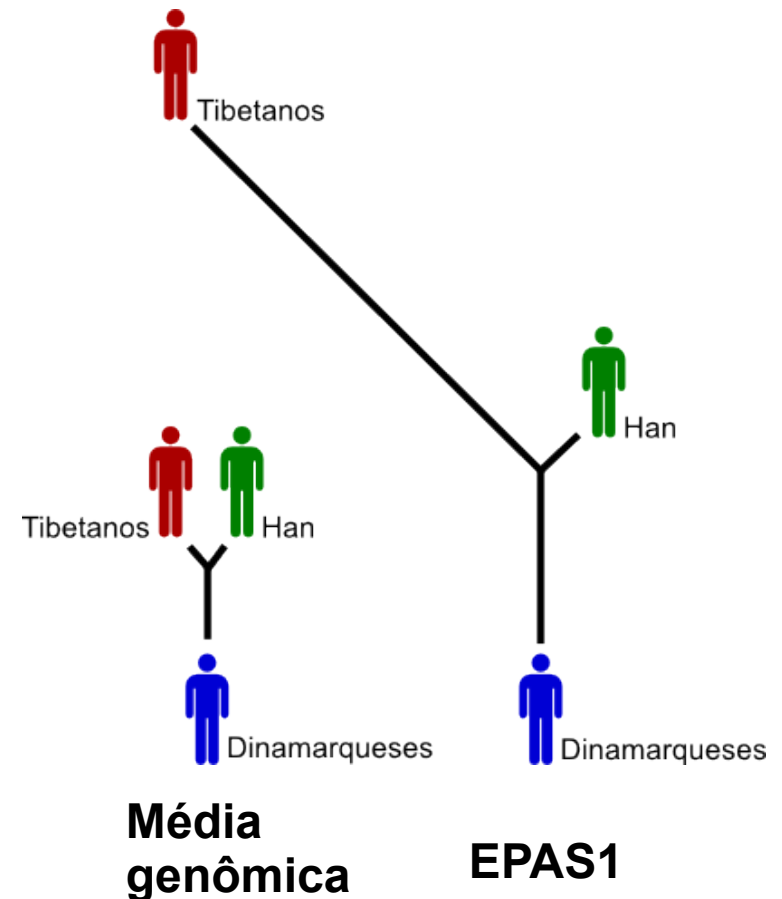
Gene EPAS1:

Frequência do alelo A em Chineses: 10 %

Frequência do alelo A em Tibetanos: 90%

Como saber se diferença resulta de seleção?

→ ver se deriva explicaria tamanha diferença



# Alta diferenciação: gene SLC24A5



Alta diferenciação: evidência de evolução adaptativa da **pigmentação** (Northon et al., 2007). Nesse caso o alelo comum na Europa e parte da Ásia contribui para a pigmentação cara, e foi favorecido nessas regiões.

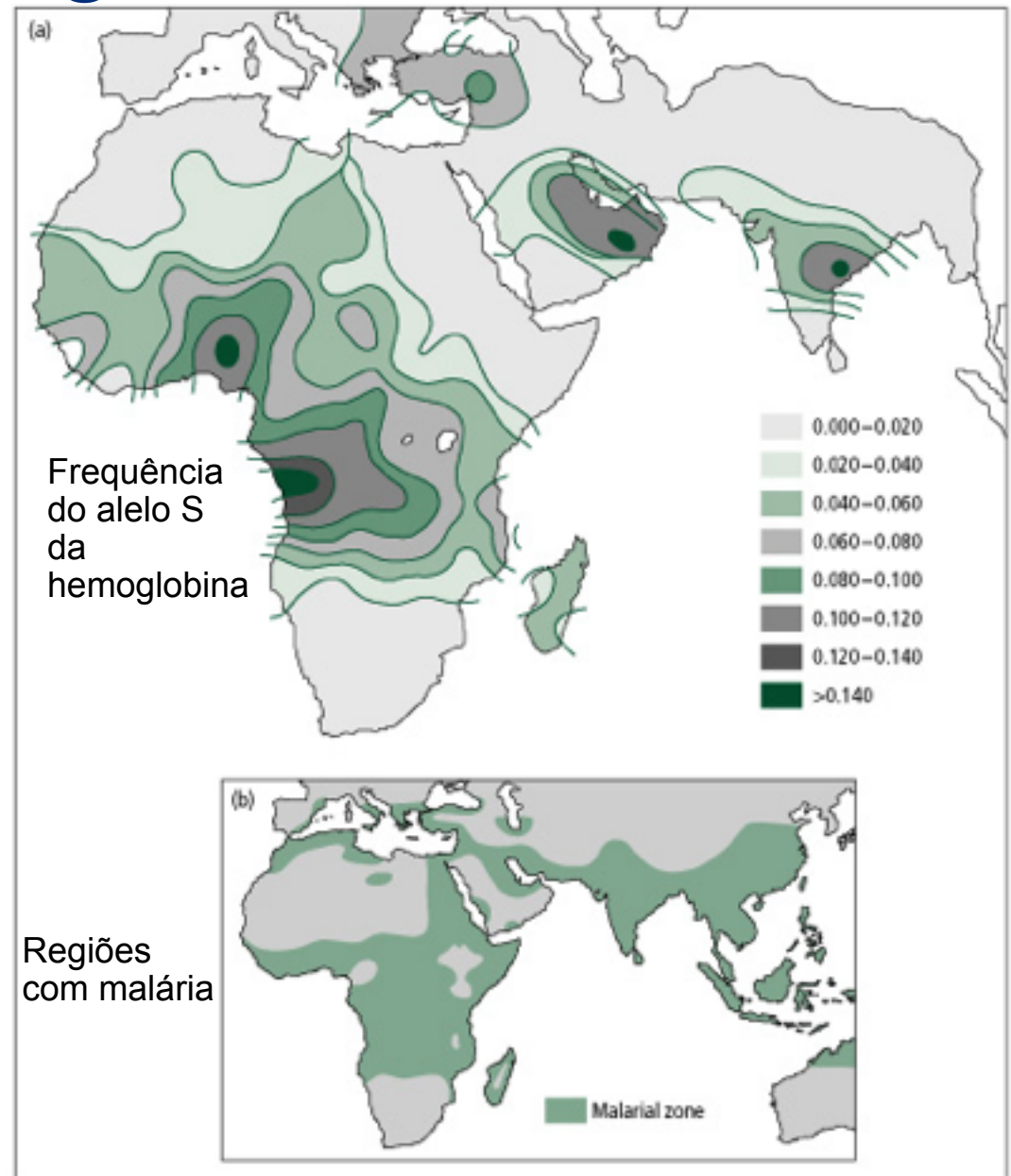
# Detectando seleção: distribuição geográfica

Valor adaptativo em zonas de malária

$$W_{AA} = 0,88$$

$$W_{SS} = 0,14$$

$$W_{AS} = 1,00$$



# Conceitos chave

- **Há diferentes tipos de seleção:**
  - direcional (com diferentes graus de dominância)
  - vantagem de heterozigoto
- Podemos estabelecer um model determinístico de seleção, que prevê **mudança de  $p$**
- Usamos **várias abordagens** para detectar seleção