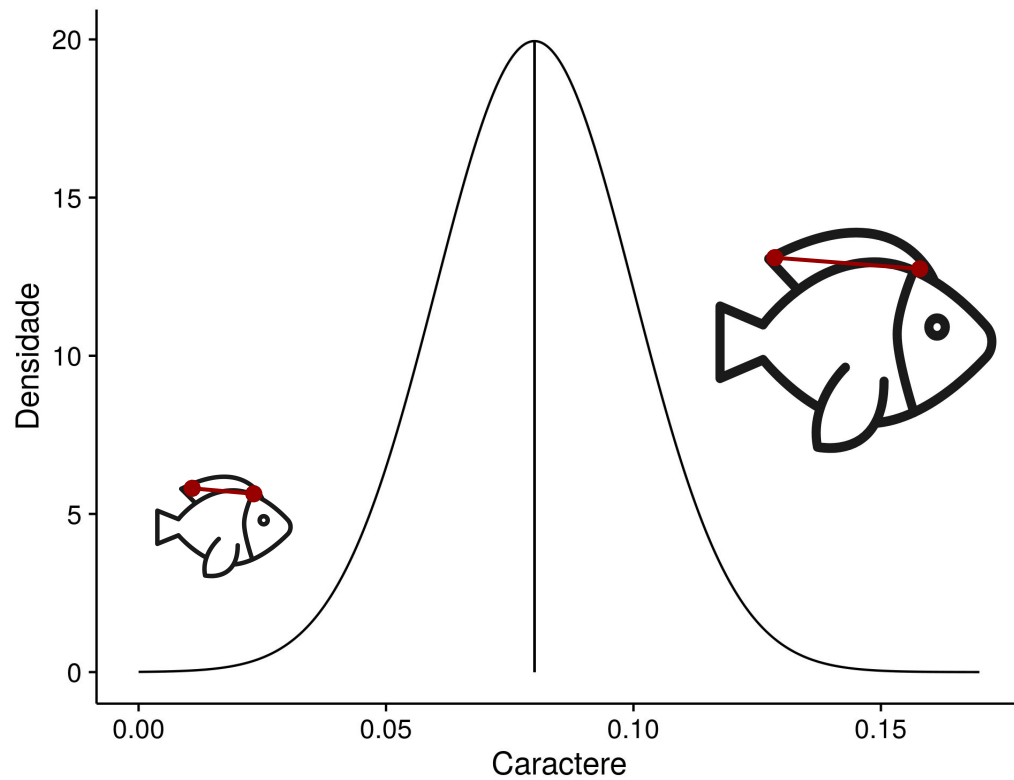


Evolução em várias dimensões

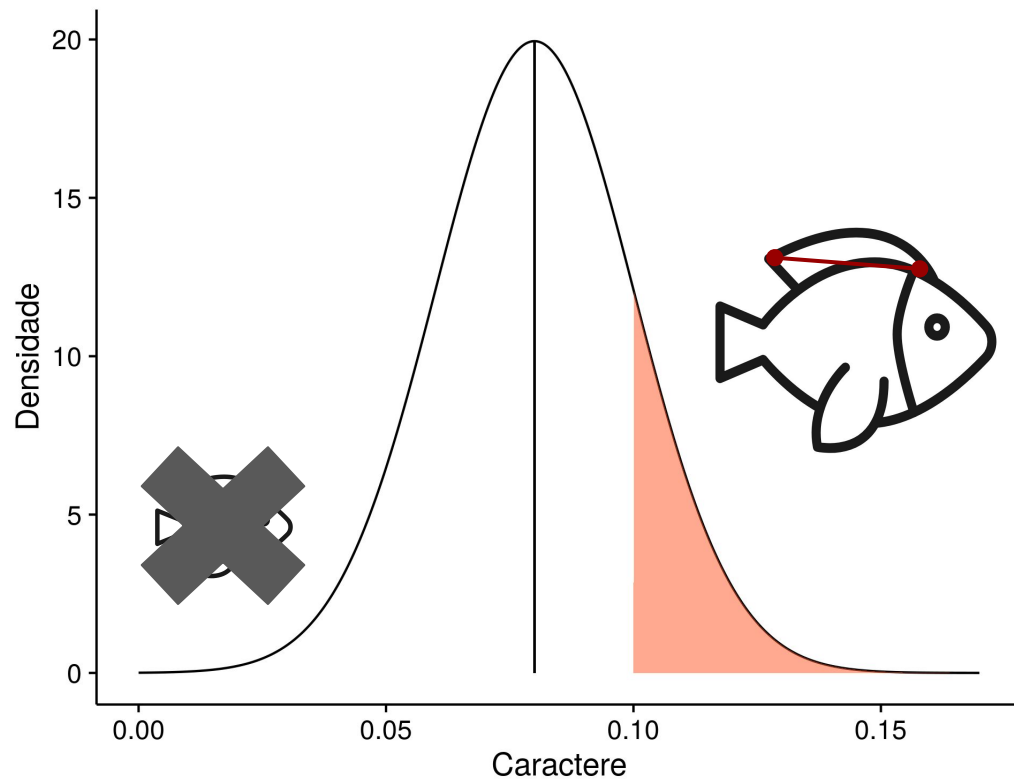
Seleção e covariação

Diogo Melo
diogro@gmail.com
LEM-USP

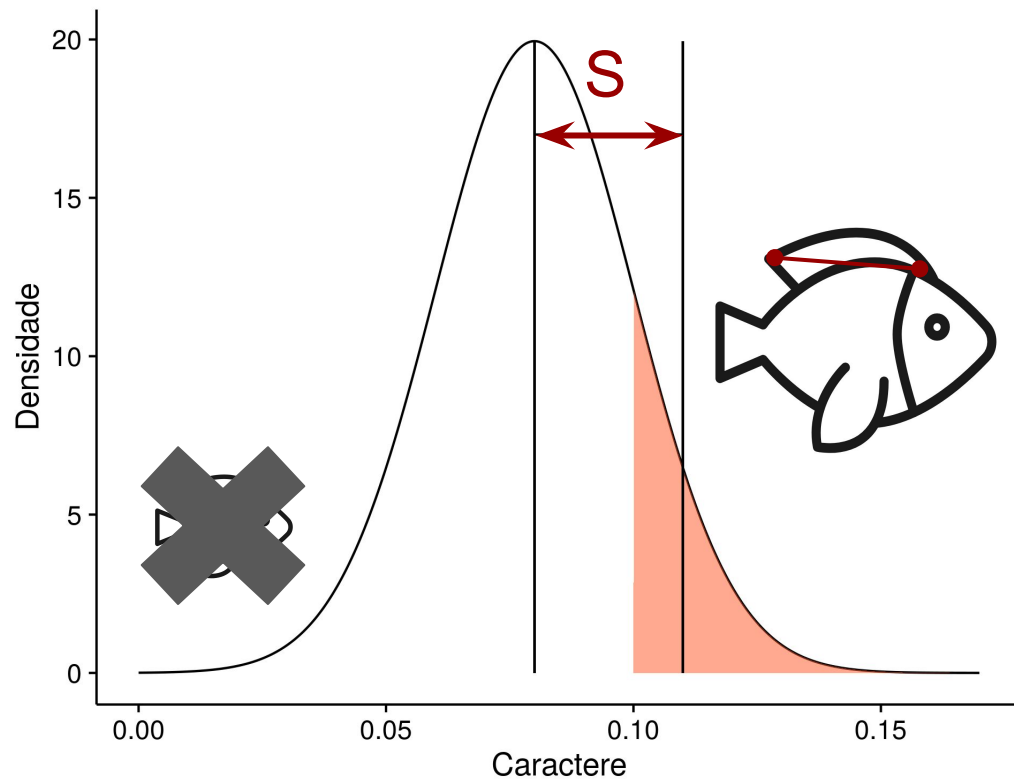
Variação e seleção



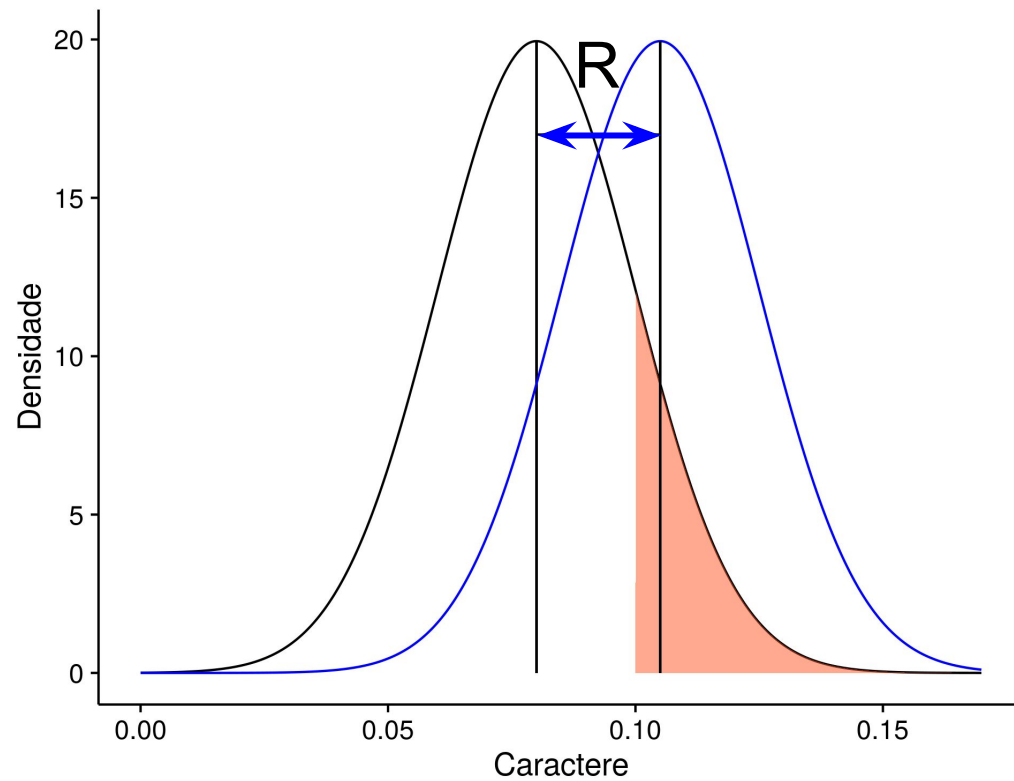
Variação e seleção



Diferencial de seleção

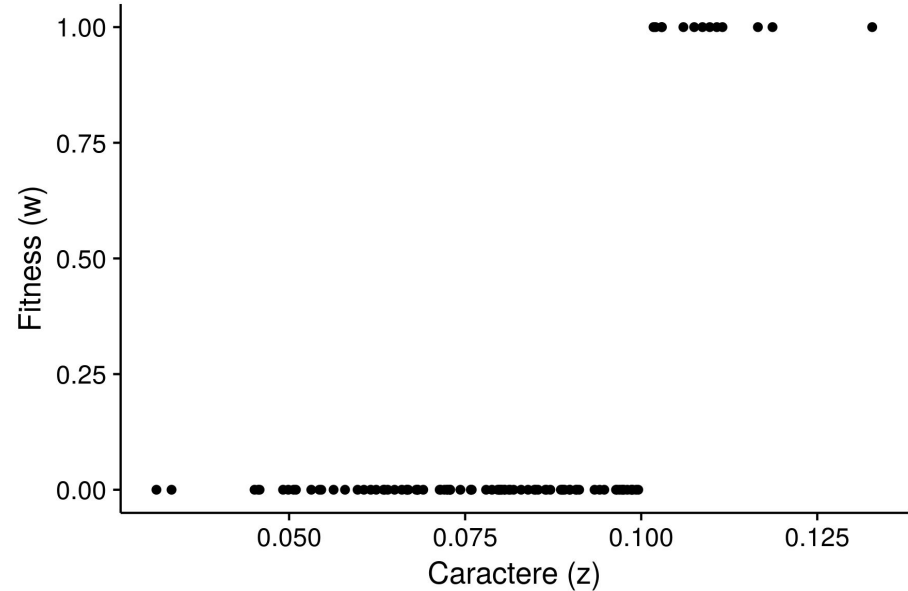


Resposta à seleção



Seleção em genética quantitativa

- Separação entre seleção e resposta à seleção
 - Seleção é a relação entre caracteres e fitness (aptidão)
 - Processo ecológico
- Resposta à seleção é a mudança na próxima geração, ligada à herança

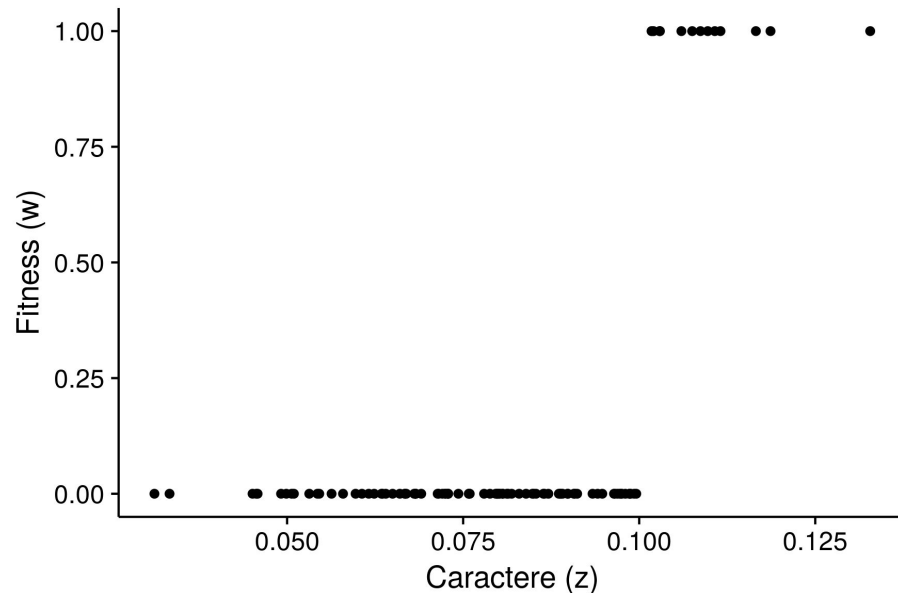


Seleção em genética quantitativa

- Separação entre seleção e resposta à seleção
 - Seleção é a relação entre caracteres e fitness (aptidão)
 - Processo ecologico
- Resposta à seleção é a mudança na próxima geração, ligada à herança

Equação de Price

$$S_z = cov(\omega, z)$$

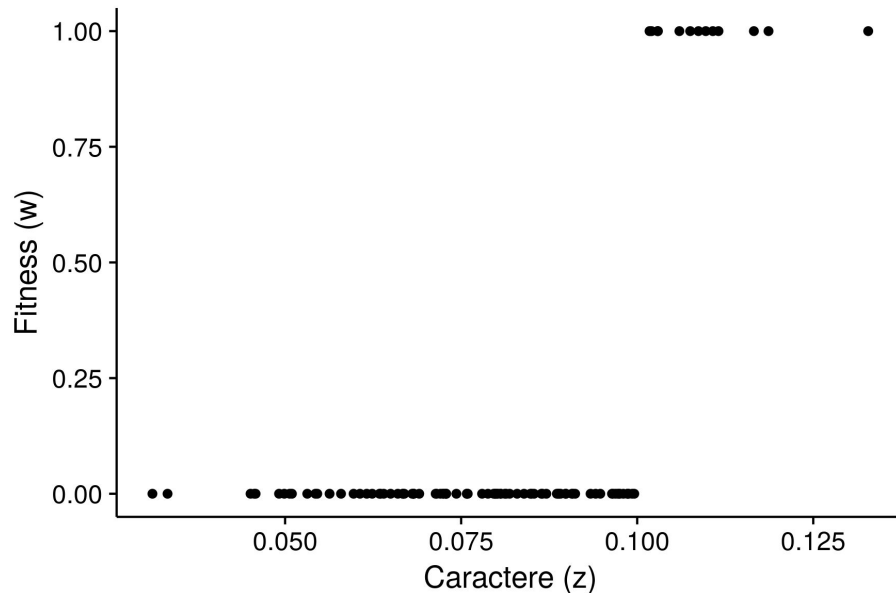


Fitness

- Seleção depende de diferenças de aptidão
- Aptidão pode ser definida como o número de indivíduos descendentes na próxima geração
 - Ou algo do genero...
- Fitness relativo é a quantidade importante:

$$\omega = \frac{W}{\bar{W}}$$

- Nós raramente temos acesso ao fitness



Relação entre S e R

Equação do criador (breeder, não Nosso Senhor)

$$R = h^2 S$$

The diagram illustrates the components of the breeder's equation. Three arrows point upwards towards the equation $R = h^2 S$. The first arrow, from the left, points to R and is labeled 'Resposta'. The second arrow, from the bottom center, points to h^2 and is labeled 'Variação herdável: Regressão entre pais e filhos'. The third arrow, from the right, points to S and is labeled 'Seleção'.

Resposta

Variação herdável:
Regressão entre
pais e filhos

Seleção

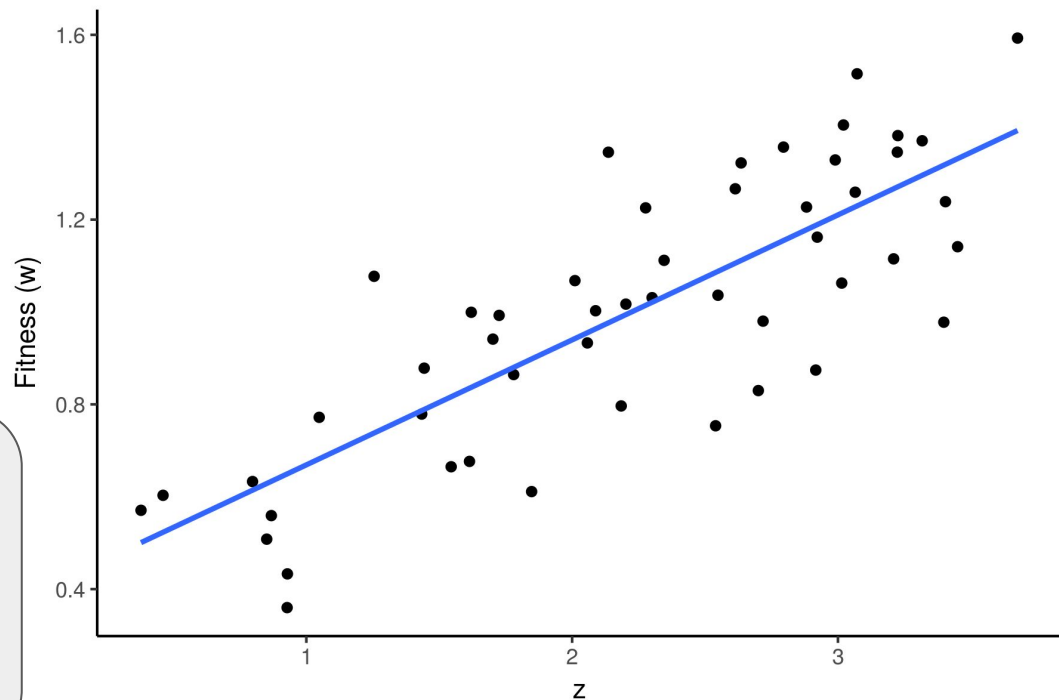
- S funciona bem em uma dimensão

Gradiente de seleção (β)

- Outra medida de seleção
- Funciona melhor que o diferencial em mais dimensões

Regressão linear entre
fitness e o caráter

$$w = \mu + \beta z$$



Equação do criador com β

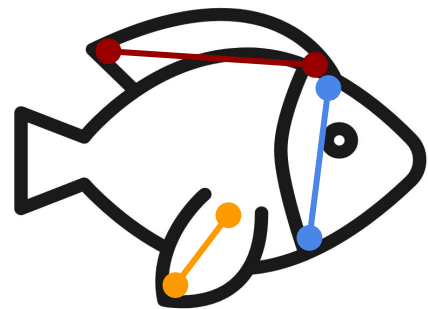
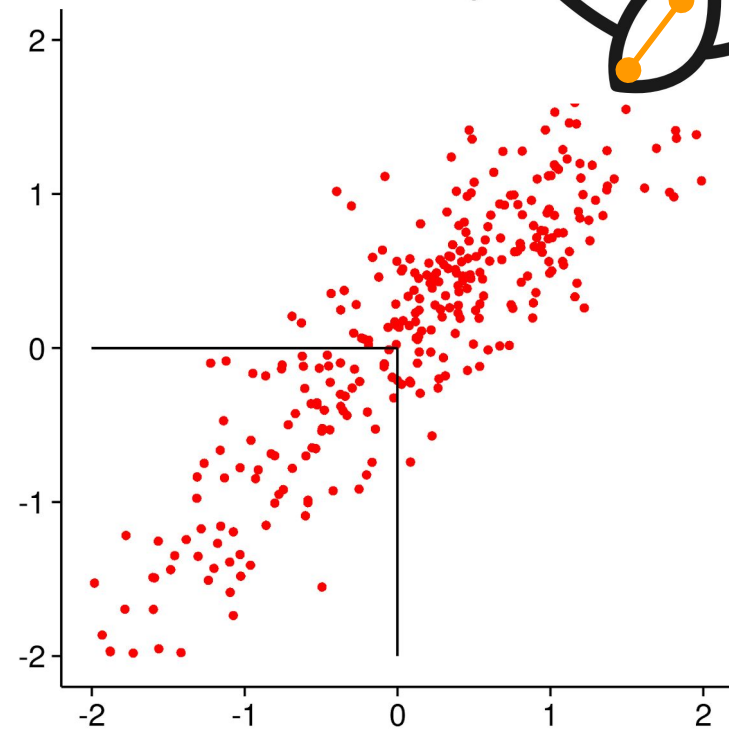
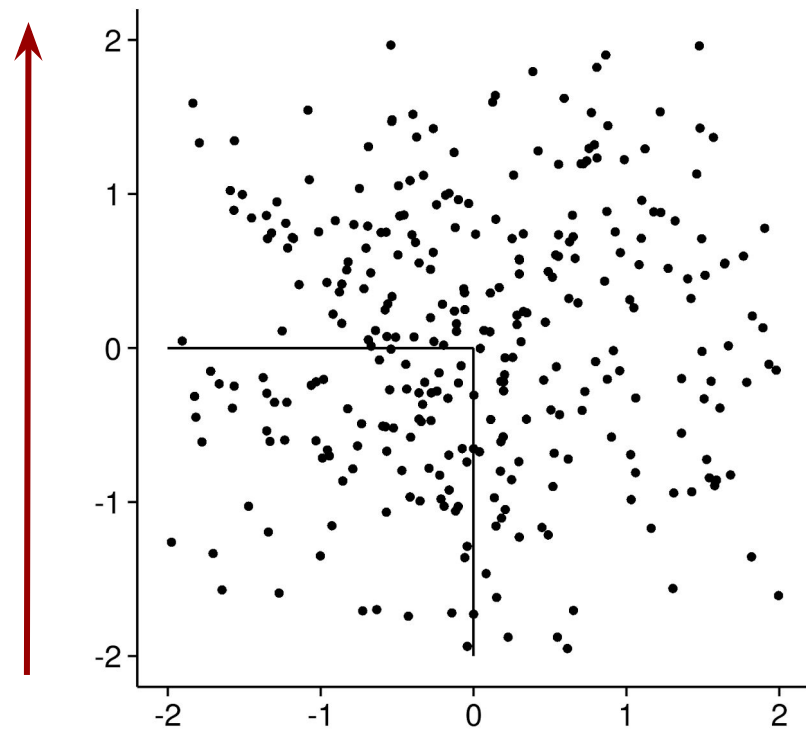
$$\Delta \bar{z} = cov(z^o, z) \beta_{\omega, z}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

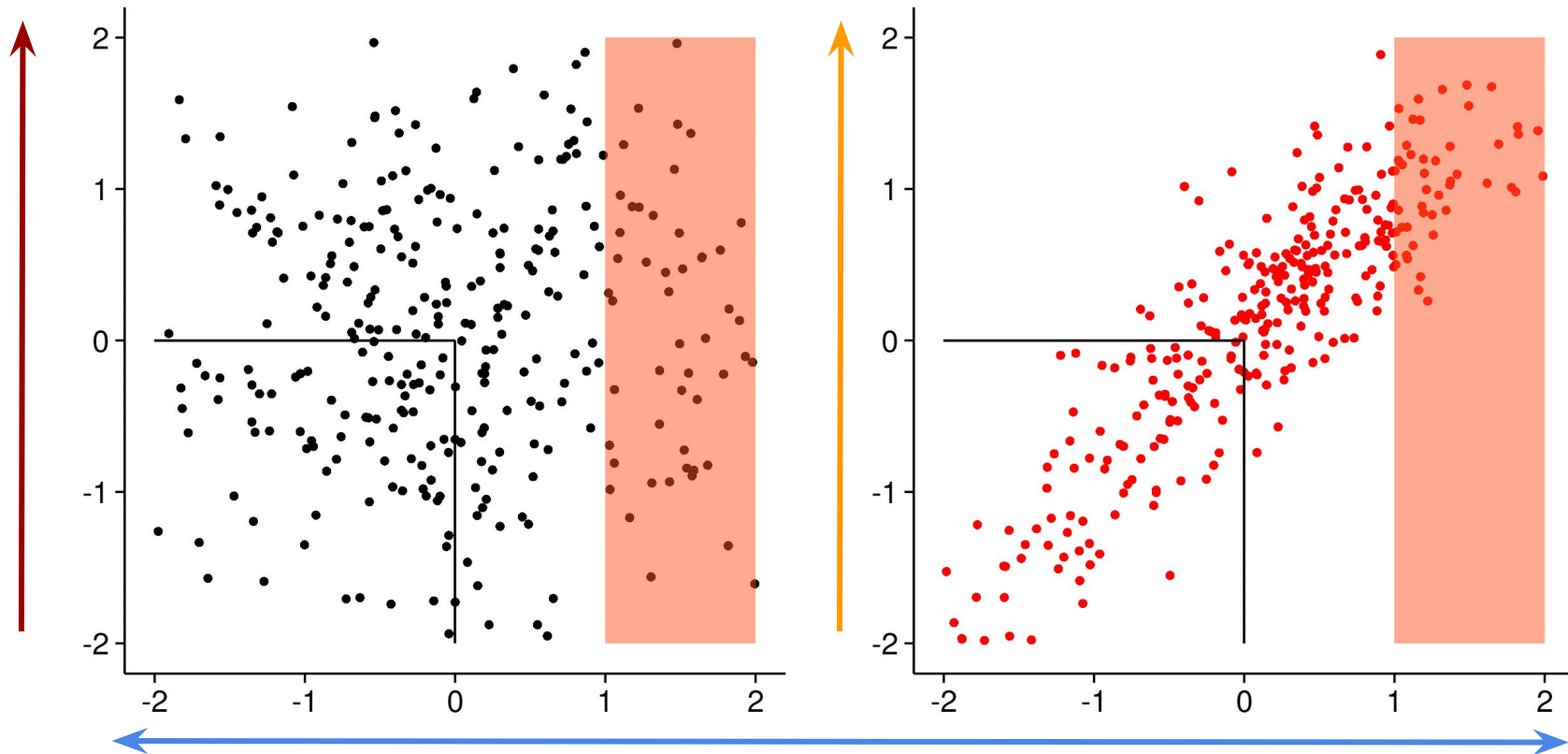
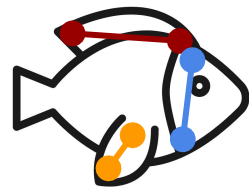
Variação herdável:
Covariância entre
pais e filhos

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

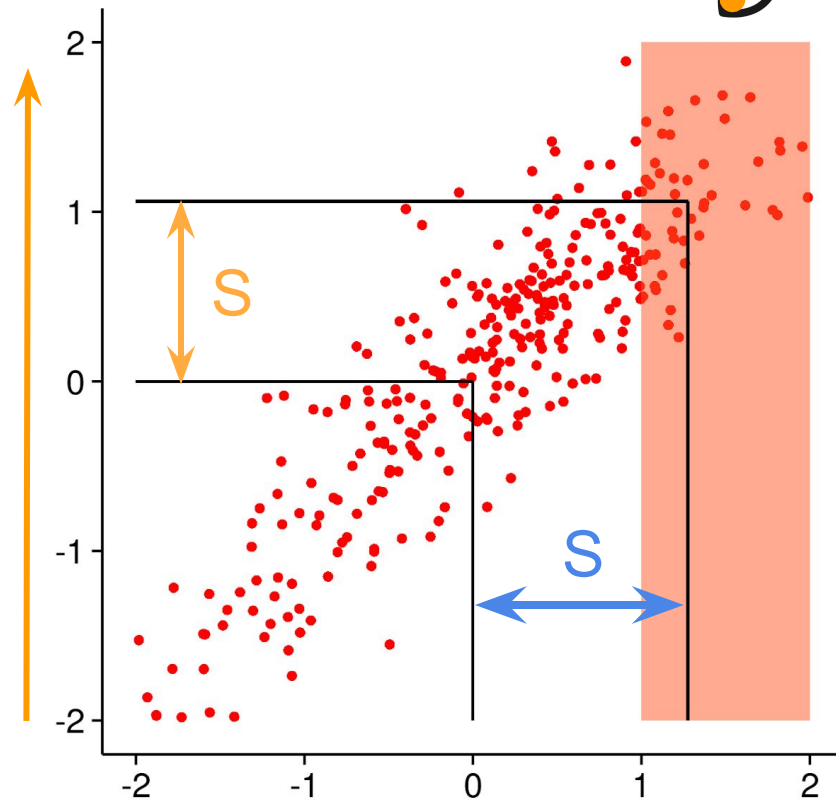
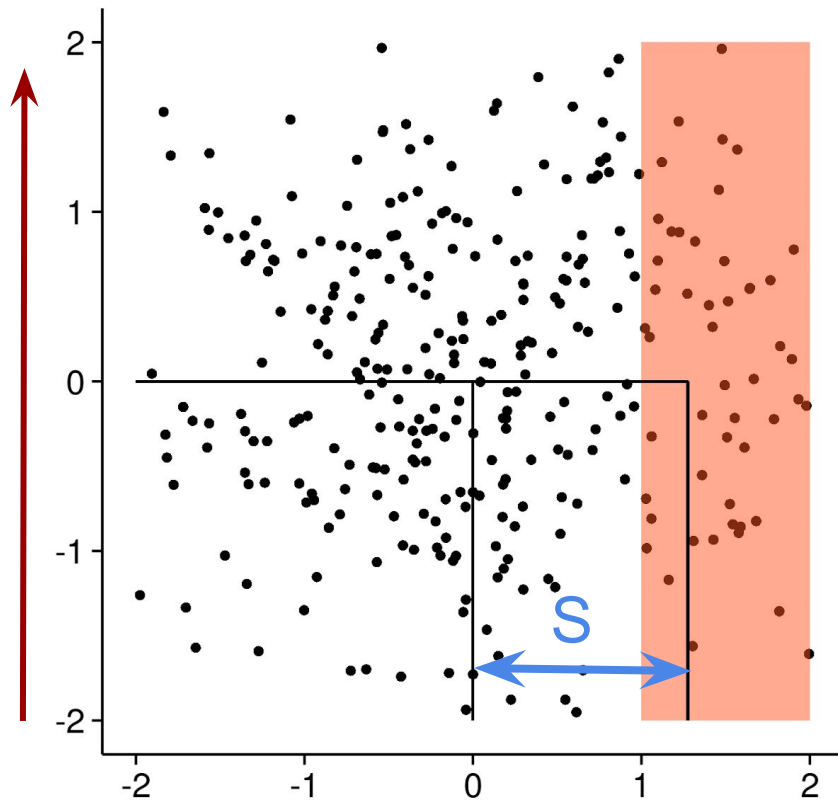
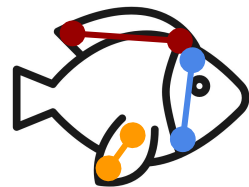
Seleção em várias dimensões



Diferencial em várias dimensões



Diferencial em várias dimensões

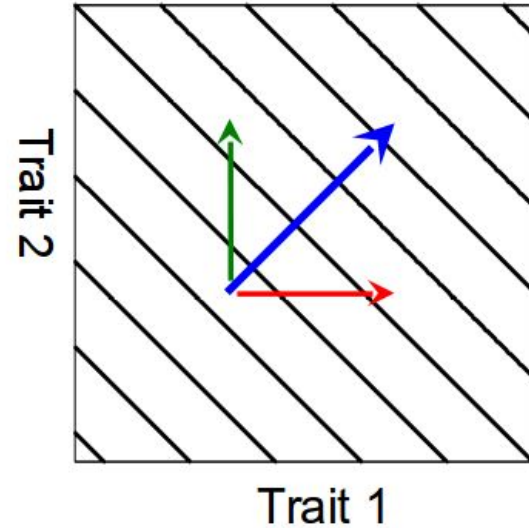
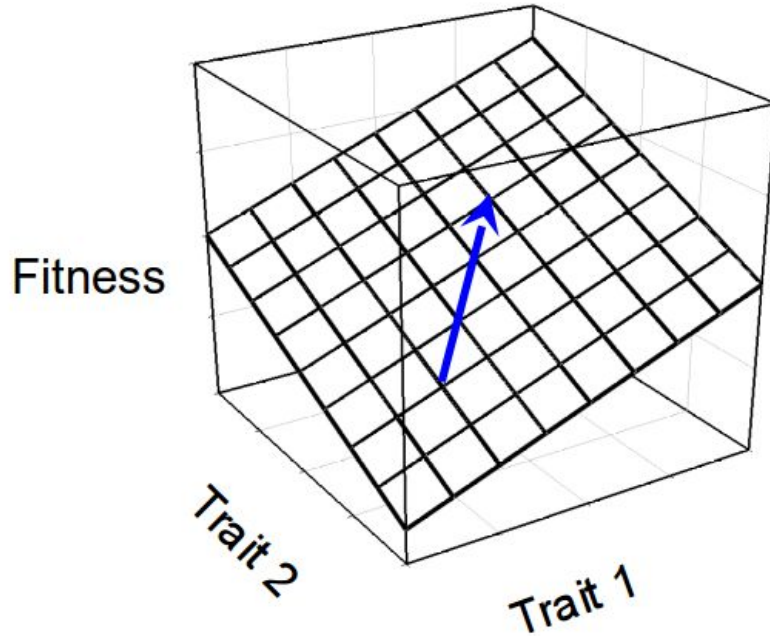


Relação entre S e β

- **Gradientes de seleção** expressam a relação entre caracteres individuais e o fitness
- **Diferenciais de seleção** descrevem como a média de cada carácter muda com a seleção
- O problema dos diferenciais é que eles podem ser não nulos mesmo quando a seleção em um determinado carácter é nula

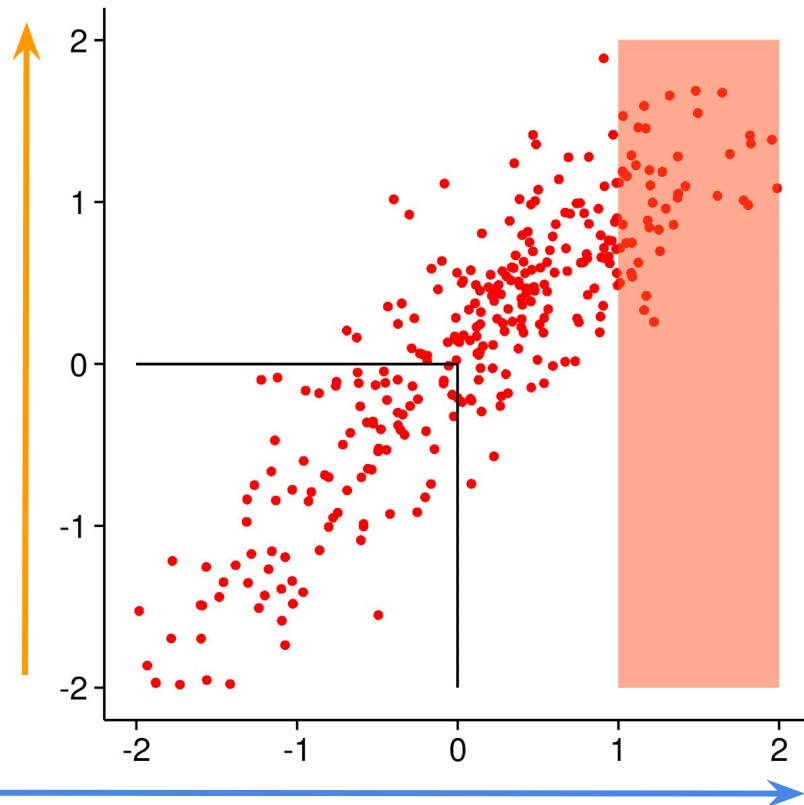
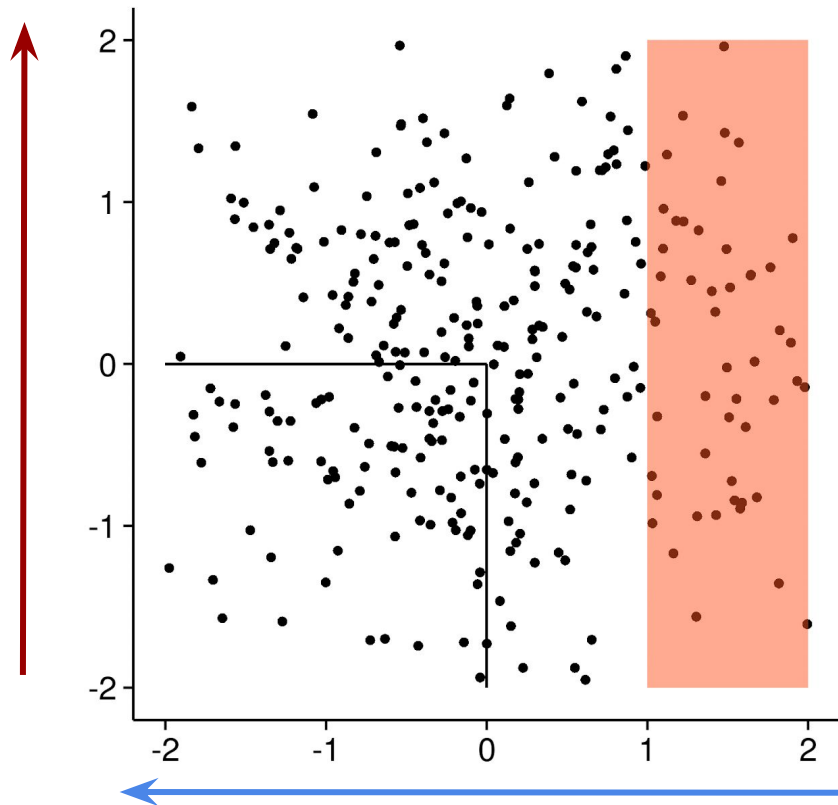
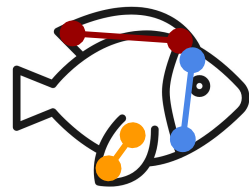
$$S_1 = \sigma_1^2 \beta_1 + \sigma_{12} \beta_2$$

Superficie de fitness individual

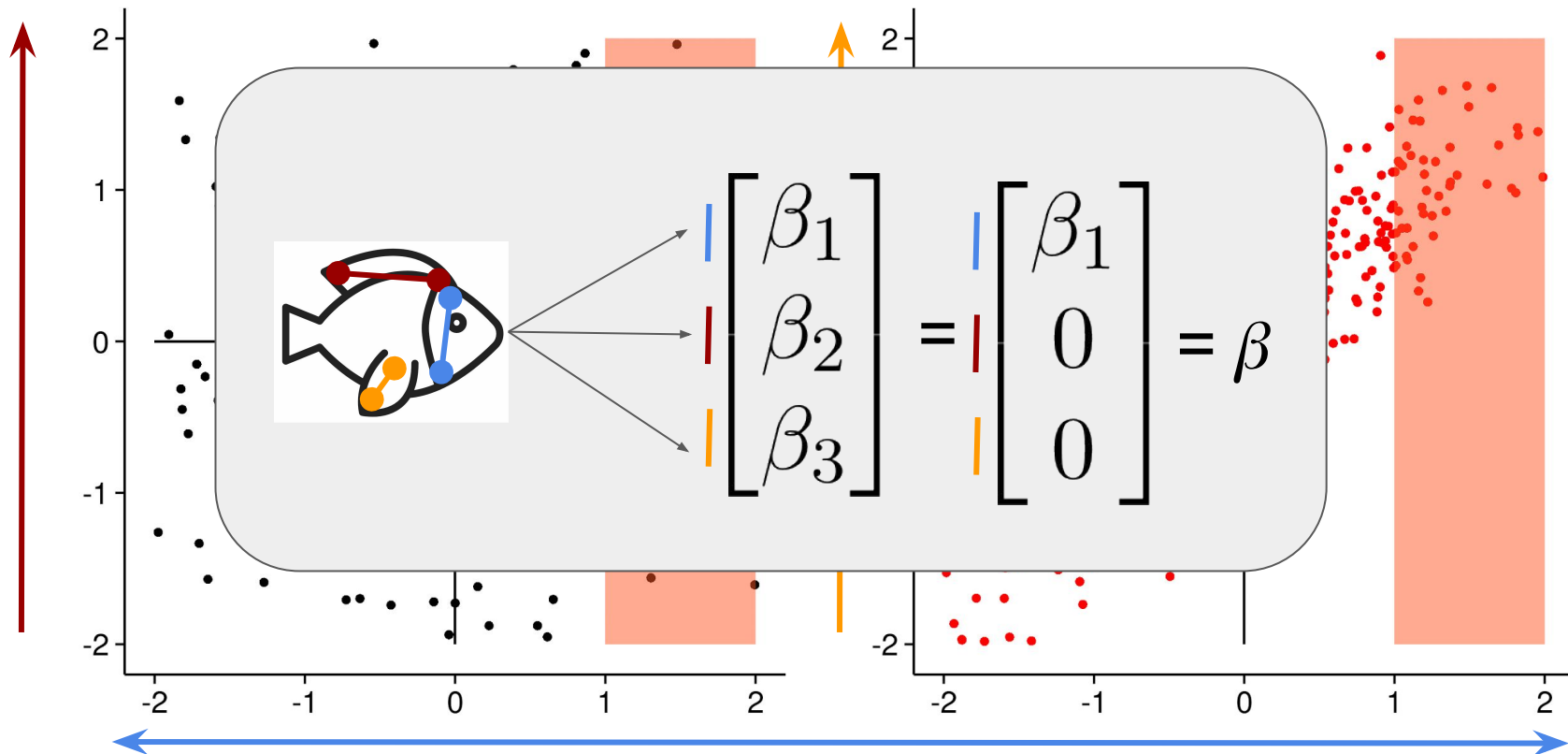
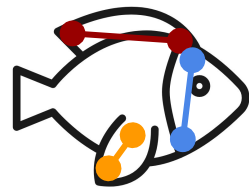


$$\omega = \mu + \beta_1 z_1 + \beta_2 z_2$$

Gradiente de seleção



Gradiente de seleção



Resposta à seleção multivariada

$$\Delta \bar{z} = cov(z^o, z) \beta_{\omega, z}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Covariância entre
pais e filhos

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Resposta à seleção multivariada

$$\begin{bmatrix} \Delta \bar{z}_1 \\ \Delta \bar{z}_2 \\ \Delta \bar{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{21} & C_{31} \\ C_{12} & C_{22} & C_{32} \\ C_{13} & C_{23} & C_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Covariância entre
pais e filhos

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Equação de Lande

$$\begin{bmatrix} \Delta \bar{z}_1 \\ \Delta \bar{z}_2 \\ \Delta \bar{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{21} & G_{31} \\ G_{12} & G_{22} & G_{32} \\ G_{13} & G_{23} & G_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix}$$

Resposta:
Mudança na média
entre gerações

Variação herdável:
Matriz de covariância
genética aditiva

Seleção:
Regressão entre fenótipo
dos pais e fitness

Resposta

$$\Delta \bar{z}_1 = G_{11}\beta_1 + G_{12}\beta_2 + G_{13}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_2 = G_{21}\beta_1 + G_{22}\beta_2 + G_{23}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_3 = G_{31}\beta_1 + G_{32}\beta_2 + G_{33}\beta_3$$

Seleção direta!

$$\Delta \bar{z}_1 = \boxed{G_{11}\beta_1} + G_{12}\beta_2 + G_{13}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_2 = G_{21}\beta_1 + \boxed{G_{22}\beta_2} + G_{23}\beta_3$$

$$\Delta \bar{z}_3 = G_{31}\beta_1 + G_{32}\beta_2 + \boxed{G_{33}\beta_3}$$

Seleção direta!

$$\begin{aligned}\Delta \bar{z}_1 &= \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + G_{13}\beta_3 \\ \Delta \bar{z}_2 &= \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + G_{23}\beta_3 \\ \Delta \bar{z}_3 &= \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} + G_{33}\beta_3\end{aligned}$$

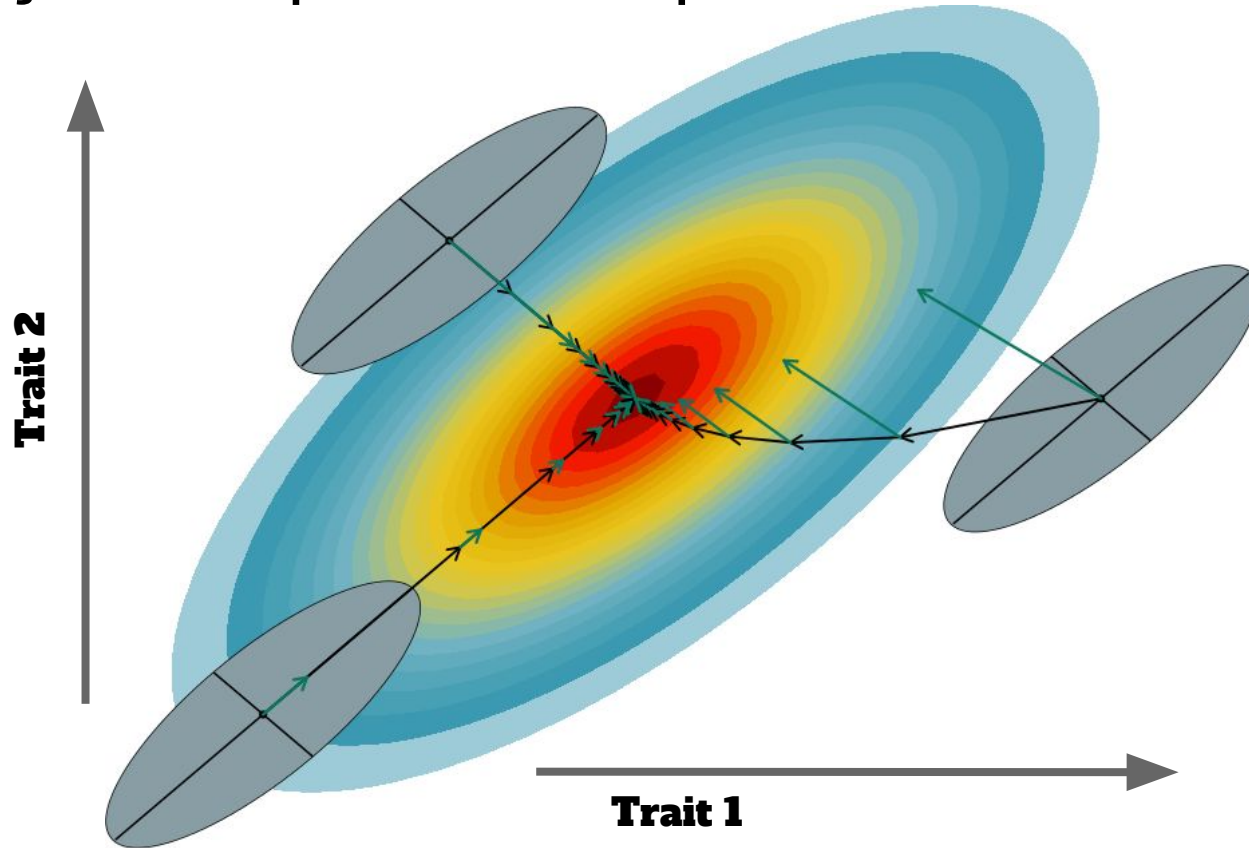
Resposta esperada

$$\Delta \bar{z}_1 = G_{11} \beta_1$$

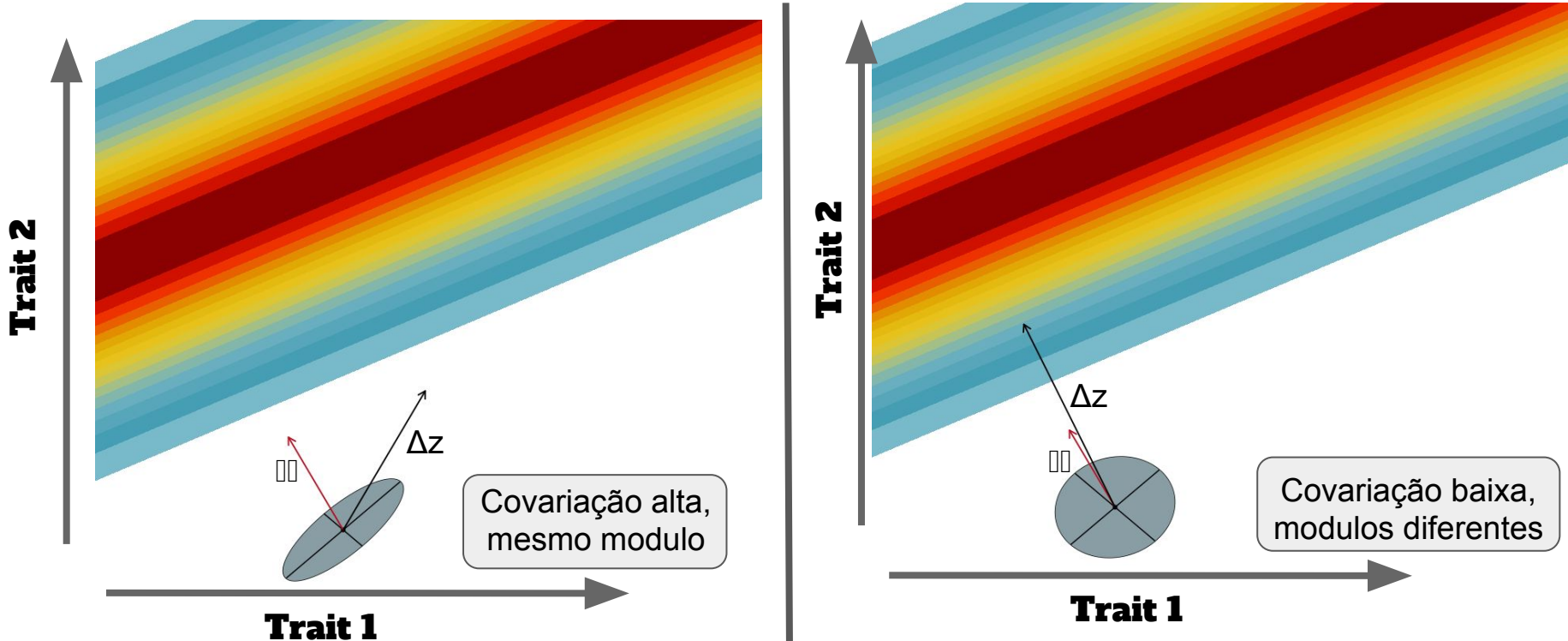
$$\Delta \bar{z}_2 = G_{21} \beta_1$$

$$\Delta \bar{z}_3 = G_{31} \beta_1$$

Covariação e superfície adaptativa



Modularidade e a resposta



Autovetores e seleção

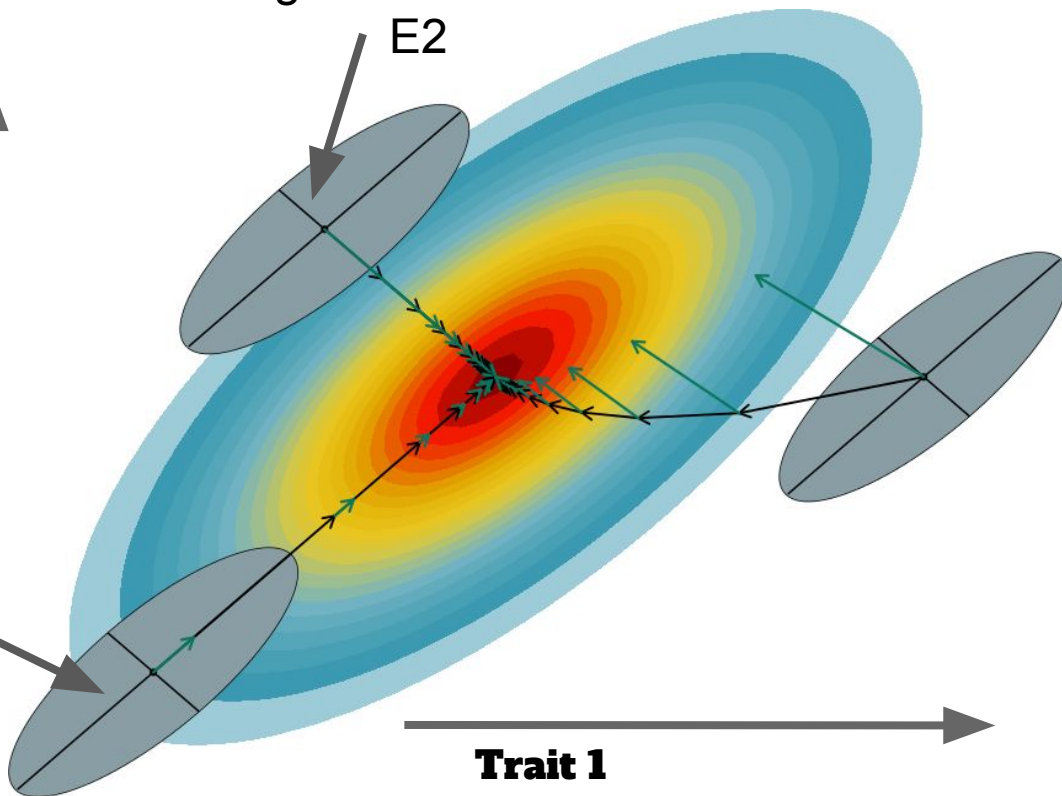
Segundo autovetor

E2

Trait 2

Primeiro autovetor
E1

Trait 1

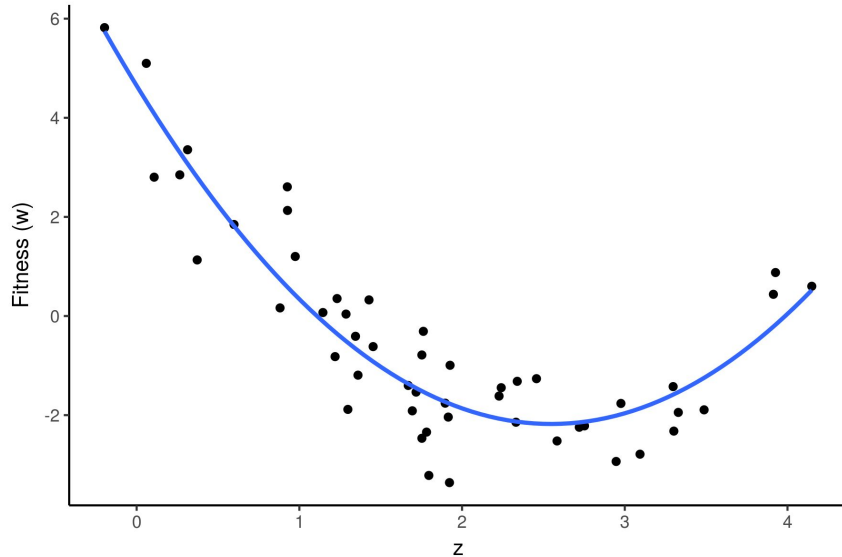


Seleção não-linear

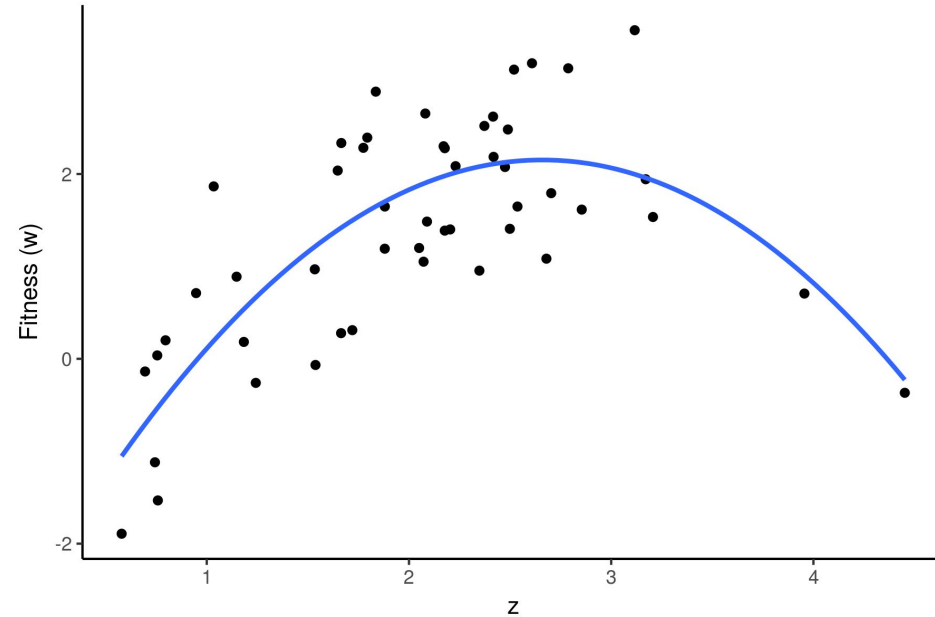
- Diferenciais e gradientes de seleção são informativos em relação à mudanças na média dos caracteres
- Mas seleção também pode alterar os padrões de variação e covariação
- Esses componentes de seleção são os componentes não lineares
- Relacionados à curvatura da superfície de seleção

Seleção não-linear em uma dimensão

Seleção disruptiva



Seleção estabilizadora

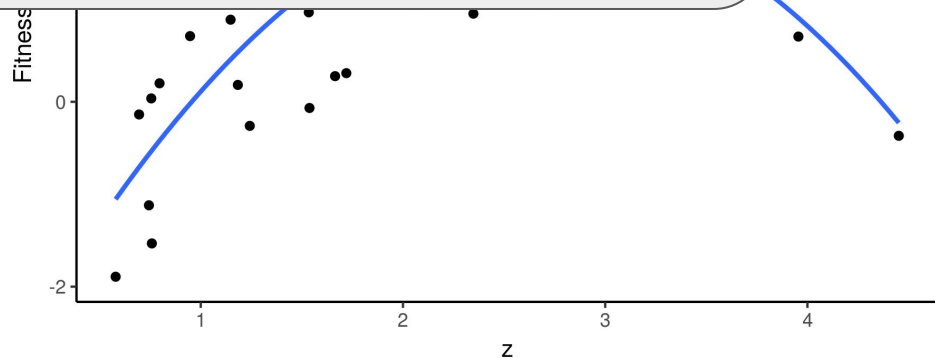
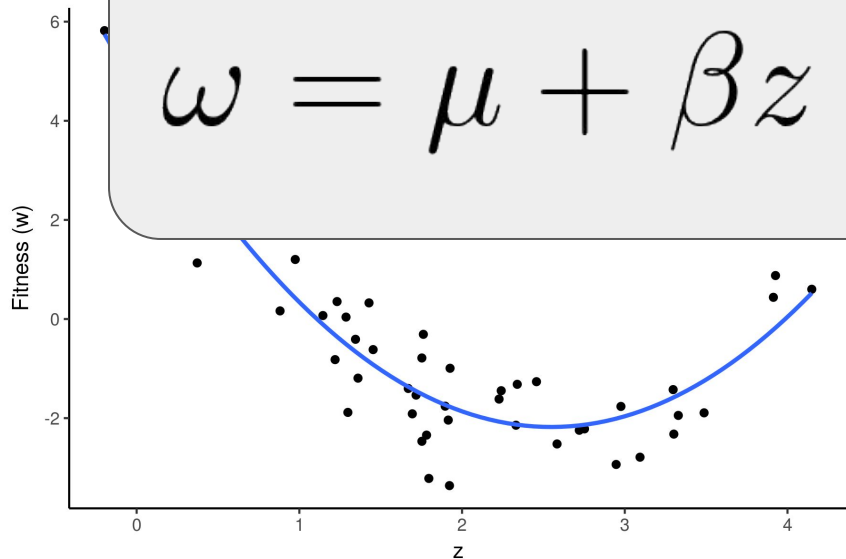


Seleção não-linear em uma dimensão

Seleção disruptiva

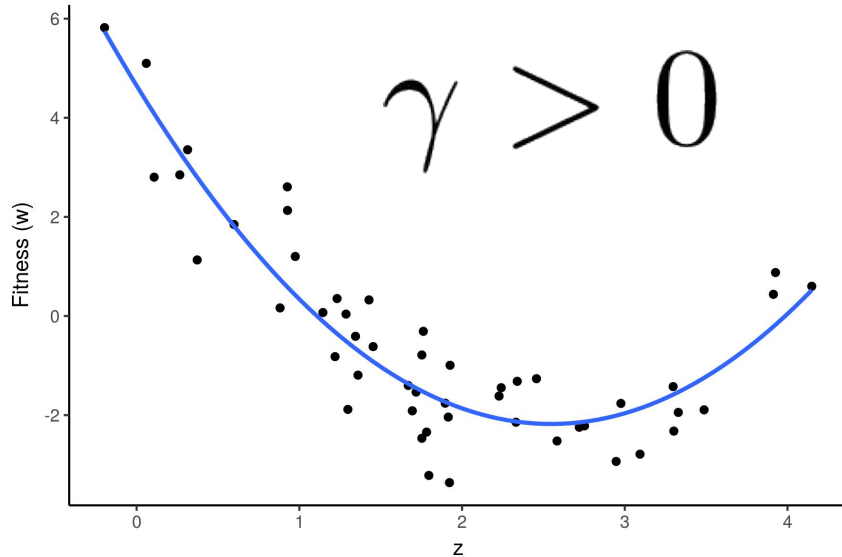
Seleção estabilizadora

$$\omega = \mu + \beta z + \frac{1}{2}\gamma(z - \bar{z})^2$$

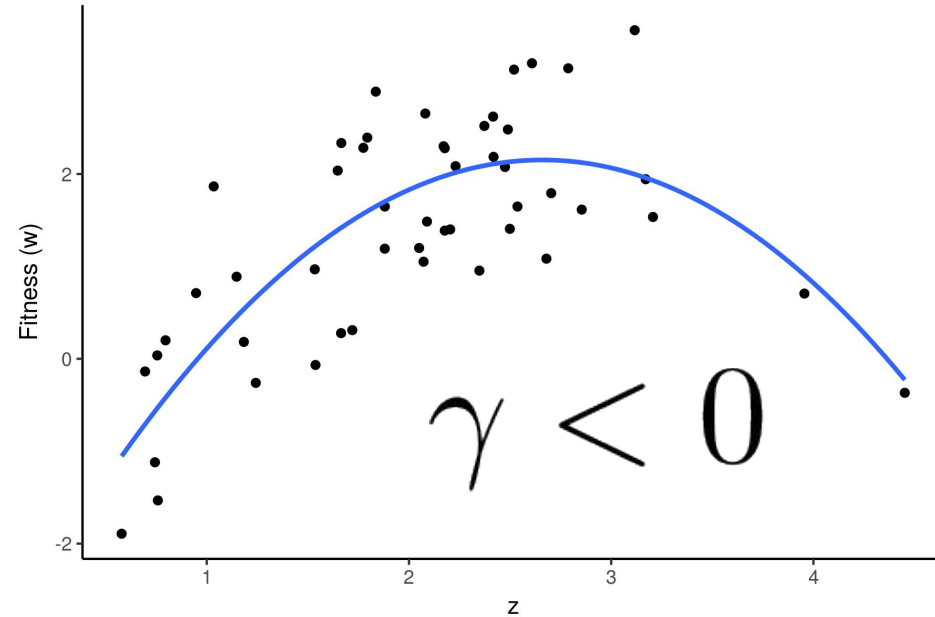


Seleção não-linear

Seleção disruptiva



Seleção estabilizadora



Superfície de fitness não-linear

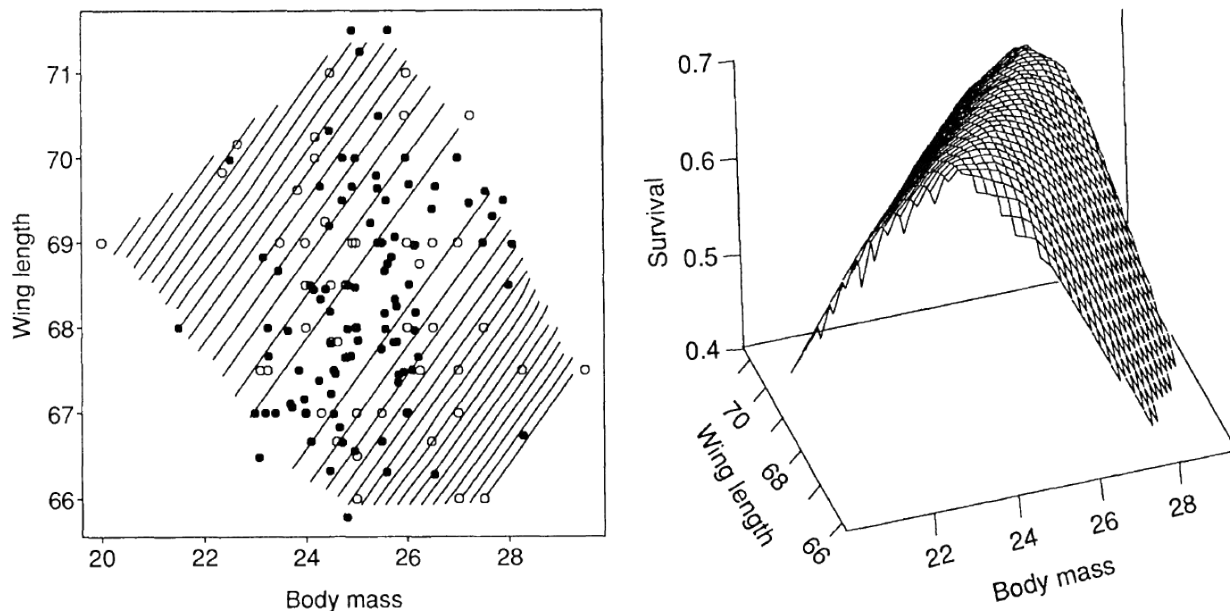


FIG. 3.—Survival (recruitment) of juvenile male song sparrows in relation to wing length and body mass. Symbols on *left panel* indicate measurements of individuals and whether they survived (*filled*) or disappeared (*open*). Fitness contours describe a ridge oriented from lower left to upper right, with survival decreasing to either side. *Right panel* gives a three-dimensional perspective of the surface. $\ln(\lambda) = -6$; $n = 152$.

Matriz γ

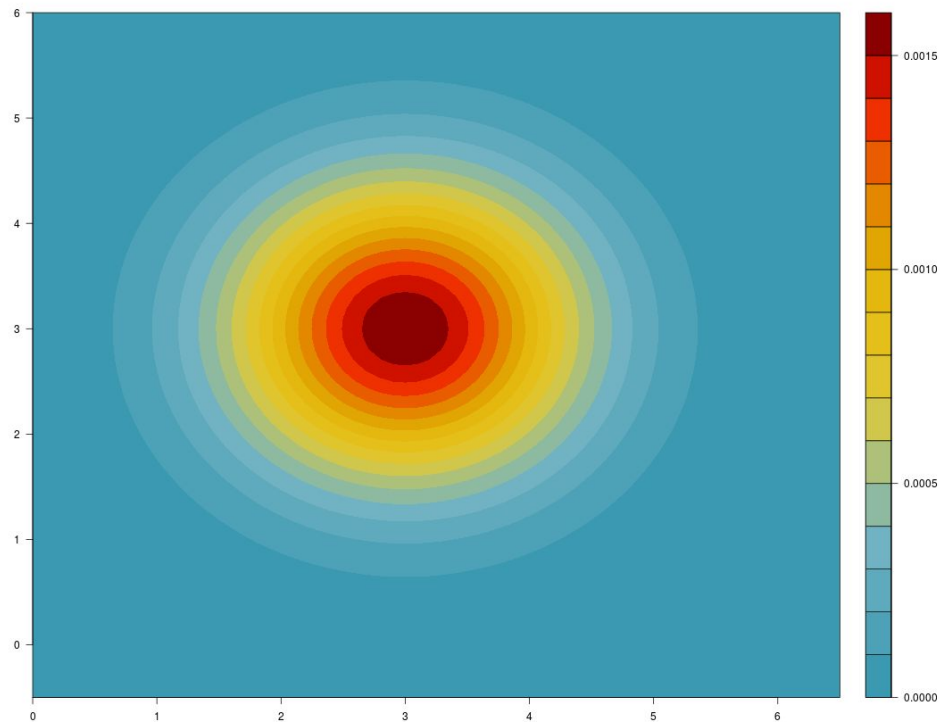
$$\gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}$$

Estabilizadora e estabilizadora

$$\gamma_{11} < 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$

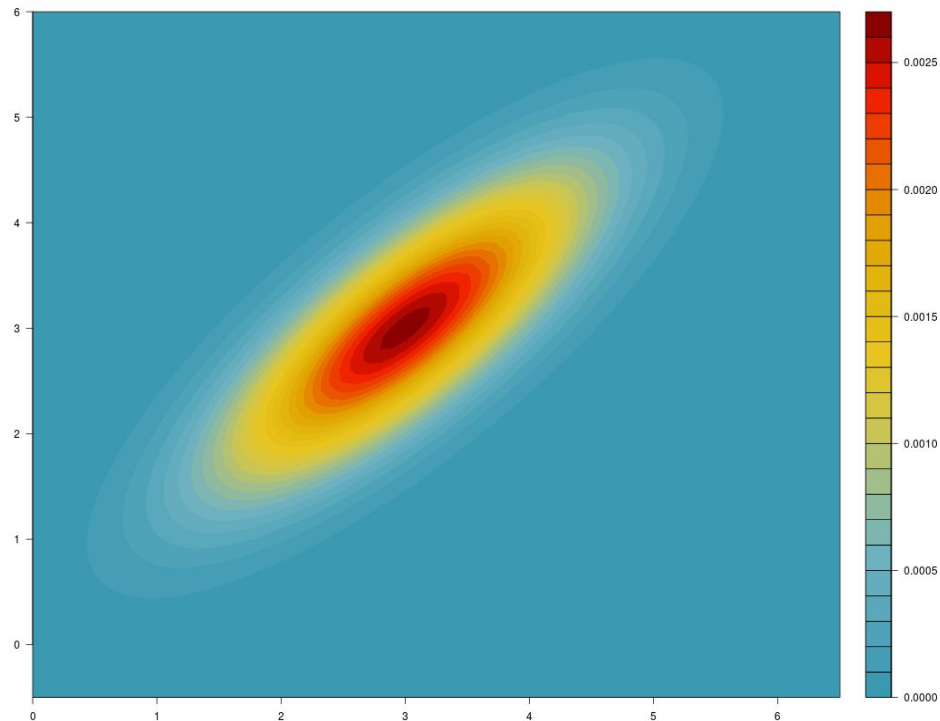


Estabilizadora correlacionada

$$\gamma_{11} < 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} < 0$$

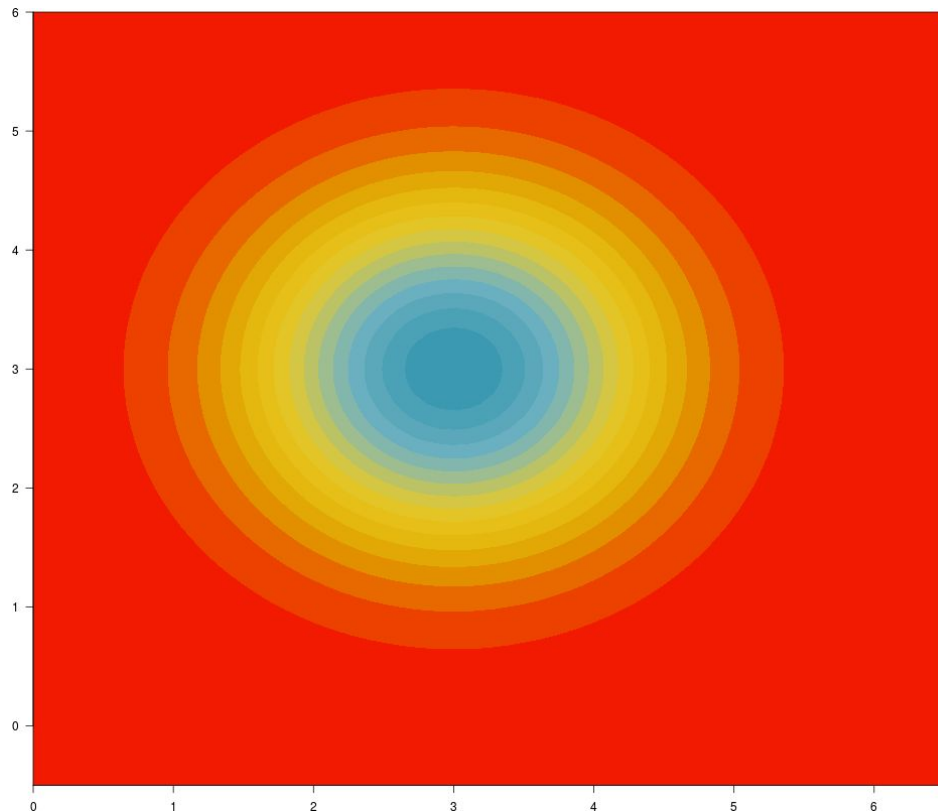


Disruptiva e disruptiva

$$\gamma_{11} > 0$$

$$\gamma_{22} > 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$

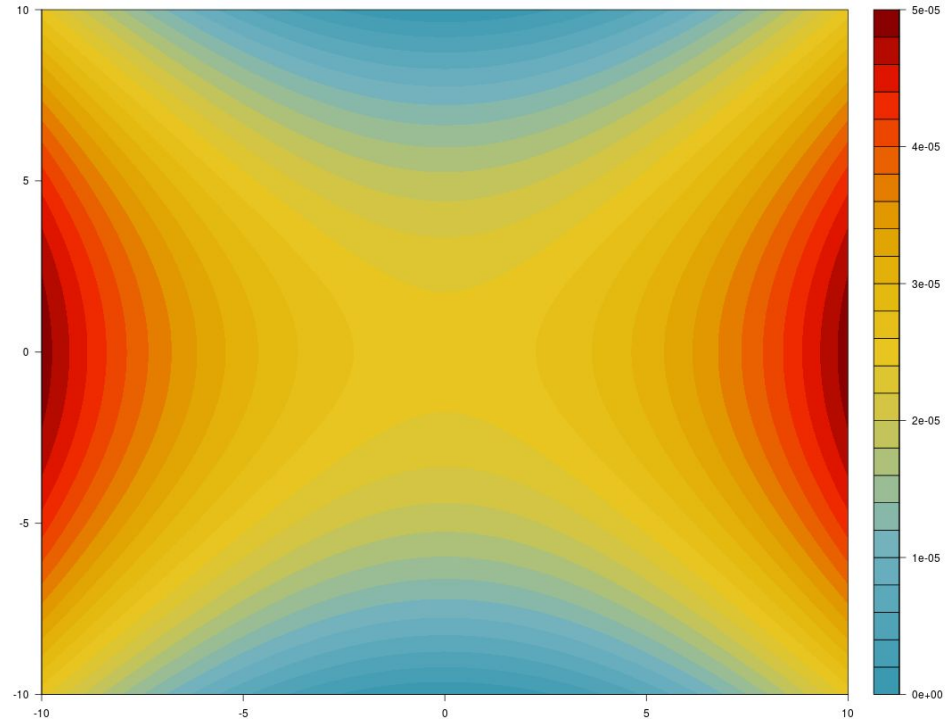


Estabilizadora e disruptiva

$$\gamma_{11} > 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$



Estabilizadora e disruptiva

$$\gamma_{11} > 0$$

$$\gamma_{22} < 0$$

$$\gamma_{12} = 0$$

