

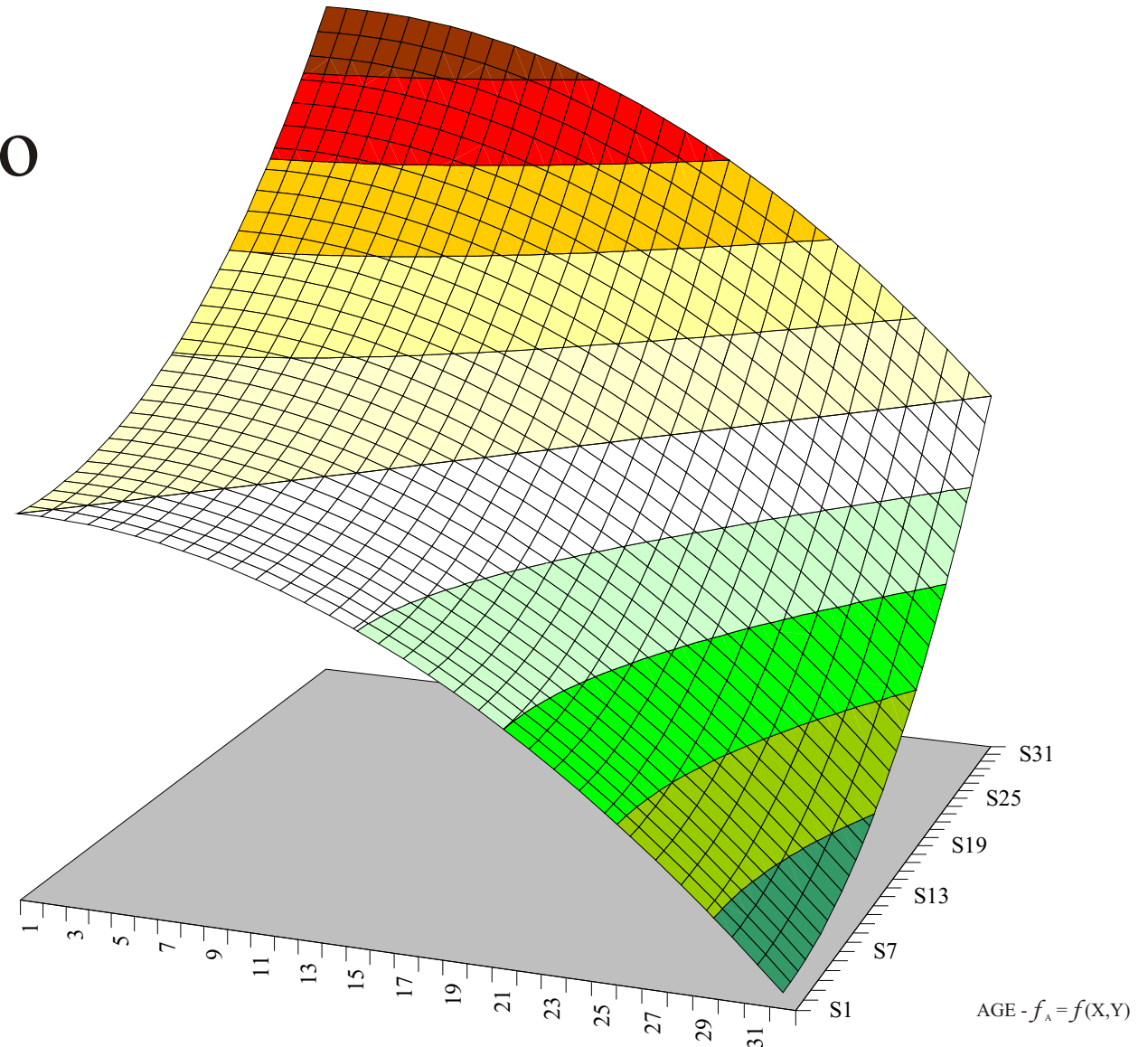
# PROBLEMA:

Maximização da função  $f(X,Y) = X^2 - Y^2 + 1000$

Espaço de resolução  
do problema:

$$X \in [0; 31]$$

$$Y \in [0; 31]$$



A representação do problema será feita através de cromossomas com 2 genes de 5 *bits*; um gene para cada uma das variáveis, X e Y.

**Cromossoma**

Gene X

Gene Y



Universidade do Minho

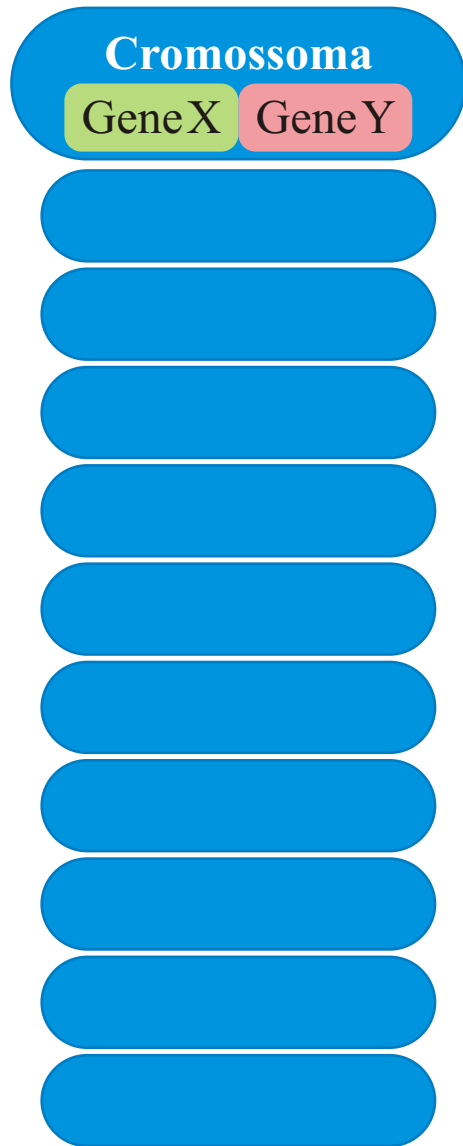
Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves

**AGE - Identidade**

(2)

AGE -  $f_{\lambda} = f(X, Y)$

A população será constituída por 10 cromossomas.



Universidade do Minho

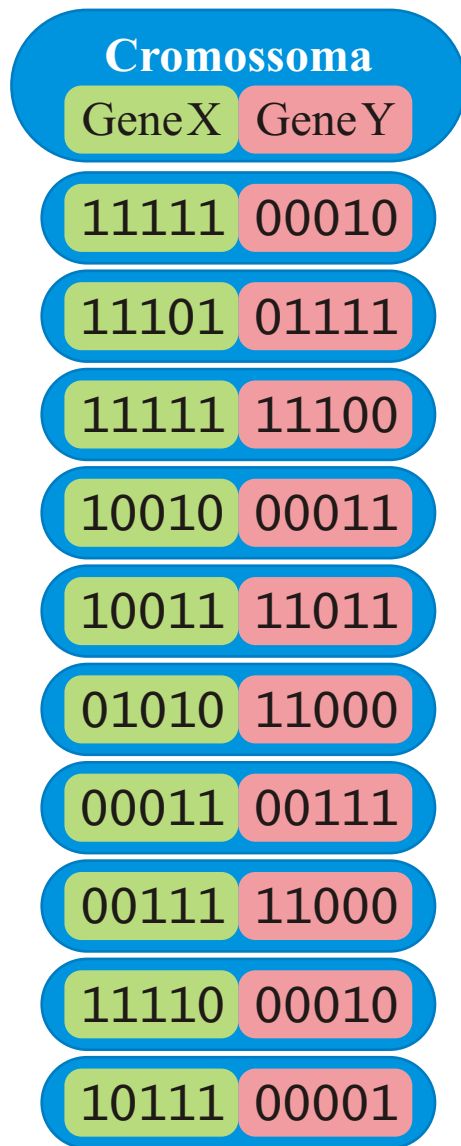
Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves

**AGE - Identidade**

(3)

$$AGE - f_{\lambda} = f(X, Y)$$

A população inicial é determinada aleatoriamente.



Universidade do Minho

Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves

AGE - Identidade

(4)

$$\text{AGE} - f_{\lambda} = f(X, Y)$$

# Descodificação dos cromossomas, em termos das variáveis do problema.

Cromossoma		$X_{10}$	$Y_{10}$
Gene X	Gene Y		
11111	00010	31	2
11101	01111	29	15
11111	11100	31	28
10010	00011	18	3
10011	11011	19	27
01010	11000	10	24
00011	00111	3	7
00111	11000	7	24
11110	00010	30	2
10111	00001	23	1



Universidade do Minho

Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves

AGE - Identidade

(5)

$$AGE - f_{\lambda} = f(X, Y)$$

Cálculo do valor de cada indivíduo da população, por aplicação da função  $f(X,Y) = X^2 - Y^2 + 1000$ .

Cromossoma		$X_{10}$	$Y_{10}$	$f(X,Y)$
Gene X	Gene Y			
11111	00010	31	2	1 957
11101	01111	29	15	1 616
11111	11100	31	28	1 177
10010	00011	18	3	1 315
10011	11011	19	27	632
01010	11000	10	24	524
00011	00111	3	7	960
00111	11000	7	24	473
11110	00010	30	2	1 896
10111	00001	23	1	1 528



Universidade do Minho

Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves

AGE - Identidade

(6)

AGE -  $f_{\lambda} = f(X,Y)$

Medida do desempenho de cada indivíduo da população, adoptando uma função de adaptação,  $f_A$ , igual a  $f(X,Y)$ .

Cromossoma					
Gene X	Gene Y	$X_{10}$	$Y_{10}$	$f(X,Y)$	$f_A = f(X,Y)$
11111	00010	31	2	1 957	1 957
11101	01111	29	15	1 616	1 616
11111	11100	31	28	1 177	1 177
10010	00011	18	3	1 315	1 315
10011	11011	19	27	632	632
01010	11000	10	24	524	524
00011	00111	3	7	960	960
00111	11000	7	24	473	473
11110	00010	30	2	1 896	1 896
10111	00001	23	1	1 528	1 528

Média  $f_A = 1\,208$

# Aplicação do método de selecção baseado no cálculo do valor de contagem esperada (outro exemplo, método da roleta).

Cromossoma		$X_{10}$	$Y_{10}$	$f(X,Y)$	$f_A = f(X,Y)$	Contagem Esperada
Gene X	Gene Y					
11111	00010	31	2	1 957	1 957	1.62
11101	01111	29	15	1 616	1 616	1.34
11111	11100	31	28	1 177	1 177	0.97
10010	00011	18	3	1 315	1 315	1.09
10011	11011	19	27	632	632	0.52
01010	11000	10	24	524	524	0.43
00011	00111	3	7	960	960	0.79
00111	11000	7	24	473	473	0.39
11110	00010	30	2	1 896	1 896	1.57
10111	00001	23	1	1 528	1 528	1.27

Média  $f_A = 1\ 208$



Universidade do Minho

Cesar Analide, Paulo Novais, José Neves

AGE - Identidade  
(8)

AGE -  $f_A = f(X,Y)$



Determinação do número de cópias a reproduzir, para a população seguinte, em função do valor esperado de cada indivíduo.

Cromossoma		$X_{10}$	$Y_{10}$	$f(X,Y)$	$f_A = f(X,Y)$	Contagem Esperada	Cópias
Gene X	Gene Y						
11111	00010	31	2	1 957	1 957	1.62	2
11101	01111	29	15	1 616	1 616	1.34	1
11111	11100	31	28	1 177	1 177	0.97	1
10010	00011	18	3	1 315	1 315	1.09	1
10011	11011	19	27	632	632	0.52	1
01010	11000	10	24	524	524	0.43	0
00011	00111	3	7	960	960	0.79	1
00111	11000	7	24	473	473	0.39	0
11110	00010	30	2	1 896	1 896	1.57	2
10111	00001	23	1	1 528	1 528	1.27	1

Média  $f_A = 1\,208$

# Determinação dos indivíduos da população, após a aplicação dos operadores de Avaliação e de Selecção (Reprodução).

Cromossoma		$X_{10}$	$Y_{10}$	$f(X,Y)$	$f_A = f(X,Y)$	Contagem Esperada	Cópias	População após REPRODUÇÃO
Gene X	Gene Y							
11111	00010	31	2	1 957	1 957	1.62	2	11111 00010
11101	01111	29	15	1 616	1 616	1.34	1	11111 00010
11111	11100	31	28	1 177	1 177	0.97	1	11101 01111
10010	00011	18	3	1 315	1 315	1.09	1	11111 11100
10011	11011	19	27	632	632	0.52	1	10010 00011
01010	11000	10	24	524	524	0.43	0	10011 11011
00011	00111	3	7	960	960	0.79	1	00011 00111
00111	11000	7	24	473	473	0.39	0	11110 00010
11110	00010	30	2	1 896	1 896	1.57	2	11110 00010
10111	00001	23	1	1 528	1 528	1.27	1	10111 00001

Média  $f_A = 1\ 208$

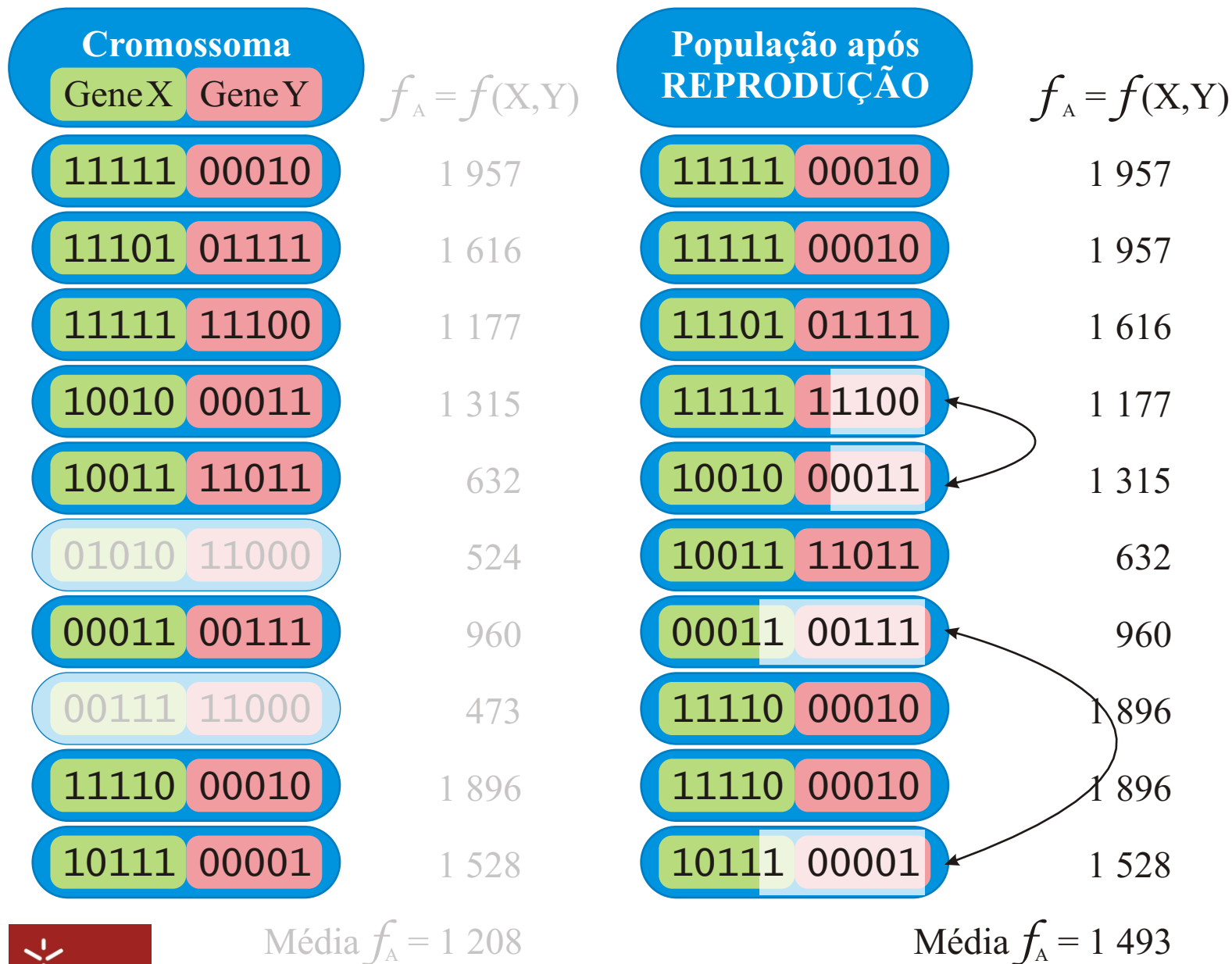
# Cálculo (indicativo) do valor de adaptação da população, após a reprodução.

Cromossoma		$f_A = f(X,Y)$	População após REPRODUÇÃO		$f_A = f(X,Y)$
Gene X	Gene Y				
11111	00010	1 957	11111	00010	1 957
11101	01111	1 616	11111	00010	1 957
11111	11100	1 177	11101	01111	1 616
10010	00011	1 315	11111	11100	1 177
10011	11011	632	10010	00011	1 315
01010	11000	524	10011	11011	632
00011	00111	960	00011	00111	960
00111	11000	473	11110	00010	1 896
11110	00010	1 896	11110	00010	1 896
10111	00001	1 528	10111	00001	1 528

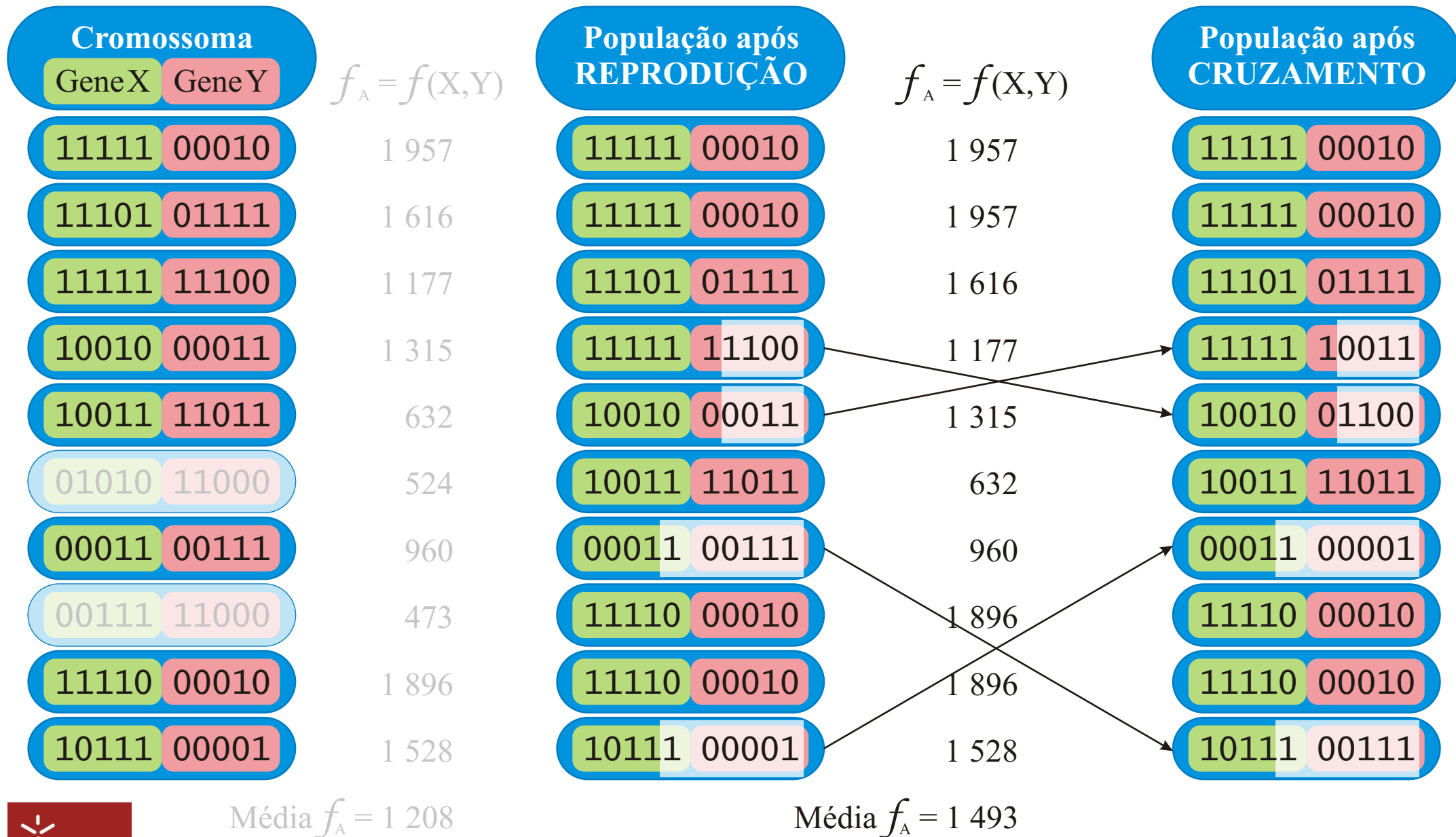
Média  $f_A = 1\,208$

Média  $f_A = 1\,493$

# Escolha dos cromossomas a utilizar no cruzamento e do ponto de cruzamento.



# Determinação dos indivíduos da população, após a aplicação do operador de Cruzamento.



# Cálculo (indicativo) do valor de adaptação da população, após o cruzamento.

Cromossoma Gene X Gene Y	População após REPRODUÇÃO	População após CRUZAMENTO	$f_A = f(X,Y)$
11111 00010	11111 00010	11111 00010	1 957
11101 01111	11111 00010	11111 00010	1 957
11111 11100	11101 01111	11101 01111	1 616
10010 00011	11111 11100	11111 10011	1 600
10011 11011	10010 00011	10010 01100	1 180
01010 11000	10011 11011	10011 11011	632
00011 00111	00011 00111	00011 00001	1 008
00111 11000	11110 00010	11110 00010	1 896
11110 00010	11110 00010	11110 00010	1 896
10111 00001	10111 00001	10111 00111	1 480

Média  $f_A = 1\,208$

Média  $f_A = 1\,493$

Média  $f_A = 1\,522$

# Escolha dos cromossomas a utilizar na mutação e do ponto de mutação.

Cromossoma Gene X Gene Y	População após REPRODUÇÃO	População após CRUZAMENTO	$f_A = f(X,Y)$
11111 00010	11111 00010	11111 00010	1 957
11101 01111	11111 00010	11111 00010	1 957
11111 11100	11101 01111	11101 01111	1 616
10010 00011	11111 11100	11111 10011	1 600
10011 11011	10010 00011	10010 01100	1 180
01010 11000	10011 11011	10011 11011	632
00011 00111	00011 00111	00011 00001	1 008
00111 11000	11110 00010	11110 00010	1 896
11110 00010	11110 00010	11110 00010	1 896
10111 00001	10111 00001	10111 00111	1 480

Média  $f_A = 1\,208$

Média  $f_A = 1\,493$

Média  $f_A = 1\,522$

# Determinação dos indivíduos da população, após a aplicação do operador de Mutação.

Cromossoma Gene X Gene Y	População após REPRODUÇÃO	População após CRUZAMENTO	$f_A = f(X,Y)$	População após MUTAÇÃO
11111 00010	11111 00010	11111 00010	1 957	11111 01010
11101 01111	11111 00010	11111 00010	1 957	11111 00010
11111 11100	11101 01111	11101 01111	1 616	11101 01111
10010 00011	11111 11100	11111 10011	1 600	11111 10011
10011 11011	10010 00011	10010 01100	1 180	10010 01100
01010 11000	10011 11011	10011 11011	632	10011 11011
00011 00111	00011 00111	00011 00001	1 008	00011 00001
00111 11000	11110 00010	11110 00010	1 896	11110 00010
11110 00010	11110 00010	11110 00010	1 896	11100 00010
10111 00001	10111 00001	10111 00111	1 480	10111 00111

Média  $f_A = 1\ 208$

Média  $f_A = 1\ 493$

Média  $f_A = 1\ 522$



# Cálculo do valor de adaptação da população, após a mutação.

Cromossoma Gene X Gene Y	População após REPRODUÇÃO	População após CRUZAMENTO	População após MUTAÇÃO	$f_A = f(X,Y)$
11111 00010	11111 00010	11111 00010	11111 01010	1 861
11101 01111	11111 00010	11111 00010	11111 00010	1 957
11111 11100	11101 01111	11101 01111	11101 01111	1 616
10010 00011	11111 11100	11111 10011	11111 10011	1 600
10011 11011	10010 00011	10010 01100	10010 01100	1 180
01010 11000	10011 11011	10011 11011	10011 11011	632
00011 00111	00011 00111	00011 00001	00011 00001	1 008
00111 11000	11110 00010	11110 00010	11110 00010	1 896
11110 00010	11110 00010	11110 00010	11100 00010	1 780
10111 00001	10111 00001	10111 00111	10111 00111	1 480

Média  $f_A = 1\,208$

Média  $f_A = 1\,493$

Média  $f_A = 1\,522$

Média  $f_A = 1\,501$

Constituição da população seguinte, após a aplicação dos três operadores genéticos de Reprodução (Avaliação e Selecção), Cruzamento e Mutação.

Cromossoma Gene X Gene Y	População após REPRODUÇÃO	População após CRUZAMENTO	População após MUTAÇÃO	Próxima POPULAÇÃO
11111 00010	11111 00010	11111 00010	11111 01010	11111 01010
11101 01111	11111 00010	11111 00010	11111 00010	11111 00010
11111 11100	11101 01111	11101 01111	11101 01111	11101 01111
10010 00011	11111 11100	11111 10011	11111 10011	11111 10011
10011 11011	10010 00011	10010 01100	10010 01100	10010 01100
01010 11000	10011 11011	10011 11011	10011 11011	10011 11011
00011 00111	00011 00111	00011 00001	00011 00001	00011 00001
00111 11000	11110 00010	11110 00010	11110 00010	11110 00010
11110 00010	11110 00010	11110 00010	11100 00010	11100 00010
10111 00001	10111 00001	10111 00111	10111 00111	10111 00111