**Integrantes:** João Gilberto Soares Oliveira, Vinicius de Brites Bandeira  
  
**a)** Os cromossomos foram codificados da mesma maneira que o exercícios anterior de algoritmos genéticos, onde cada variável da função representa um número de 1 a 7 e um binário de 000 até 111, porém, como no exercício anterior existiam apenas duas variáveis (x e y) os cromossomos possuíam 6 genes, agora com quatro variáveis (mais w e z) os cromossomos passam a ter 12 genes.

**b)** Para a função de aptidão foi utilizada a mesma apresentada na equação, que seria:  
  
 

A combinação dos genes perfeita é a que apresenta o resultado 185.  
  
**c)** A seleção dos pais para o cruzamento implica em cromossomos com resultados maiores e menores que 185, então, para que fosse feito um equilíbrio, são selecionados quatro cromossomos que cheguem mais próximos do resultado perfeito, dois deles cujo resultado seja menor que 185, e outros dois com resultados maiores que 185. Em caso de haver apenas resultados maiores que 185 (ou apenas menores) trabalhasse apenas com os 2 melhores resultados.  
  
**d)** Na parte de cruzamento, é escolhido um ponto aleatório no cromossomo, que gerará duas partes. Os dois cromossomos (ou apenas um, como no caso especificado na explicação anterior) que obtiveram o resultado mais próximo de 185, gerarão 4 filhos cada (ou 8 filhos), enquanto que os outros dois cromossomos que seriam os “segundos colocados” gerarão apenas 1 filho cada. Para a mutação temos uma variável que dita a probabilidade dessa mutação acontecer, ela pode ser alterada, mas inicialmente está setada para 0.2. A mutação ocorre como no exercício anterior, onde é escolhido um gene aleatoriamente e alterado seu valor.  
  
**e,** **f)** Em 10 testes, podemos considerar a média de gerações entre 250 e 300, tendo um caso onde a população que encontrou o resultado perfeito foi da geração 763, e o menor na geração 13 (apresentado abaixo). É possível observar que muitas populações não apresentam os quatro melhores cromossomos (dois com resultado menor que 185 e dois com resultado maior que 185). Também vale citar que por trabalhar com cromossomos de 12 genes precisamos de muito mais gerações para chegar no resultado perfeito, além de que como a população possui apenas 10 indivíduos, as chances de possuir casos onde não se tem cromossomos tanto maiores quanto menores que o resultado perfeito é alta, fazendo com que o algoritmo fique empacado muitas vezes em apenas números menores ou apenas números maiores.

*Populacao: 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0*

*1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*0 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0*

*0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1*

*1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1*

*0 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 0*

*0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1*

*0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 0 0*

*1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1*

*Geracao 1*

*Populacao: 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0*

*Pontuacao: 262*

*1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0*

*Pontuacao: 262*

*Geracao 2*

*Populacao: 1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 264*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 264*

*Geracao 3*

*Populacao: 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 259*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 259*

*Geracao 4*

*Populacao: 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 259*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 259*

*Geracao 5*

*Populacao: 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 259*

*1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 259*

*Geracao 6*

*Populacao: 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 256*

*1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0*

*Pontuacao: 256*

*Geracao 7*

*Populacao: 1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*Pontuacao: 257*

*1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0*

*Pontuacao: 257*

*Geracao 8*

*Populacao: 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*Melhores:*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*Pontuacao: 248*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0*

*Pontuacao: 248*

*Geracao 9*

*Populacao: 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1*

*Melhores:*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*Pontuacao: 247*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*Pontuacao: 247*

*Geracao 10*

*Populacao: 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1*

*Melhores:*

*1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1*

*Pontuacao: 48*

*1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1*

*Pontuacao: 374*

*Geracao 11*

*Populacao: 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1*

*1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1*

*1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1*

*1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 1*

*1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*Melhores:*

*1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1*

*Pontuacao: 155*

*1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1*

*Pontuacao: 49*

*Geracao 12*

*Populacao: 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*Melhores:*

*1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*Pontuacao: 181*

*0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1*

*Pontuacao: 137*

*Geracao 13*

*Populacao: 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1*

*0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1*

*Melhores:*

*0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1*

*Pontuacao: 185*

*0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1*

*Pontuacao: 161*

Curiosidade: houve uma situação em que a população inicial já possuía o resultado perfeito, e outra onde nem em 1000 gerações foi encontrado o resultado perfeito!