



## EPC 8

**Data de Entrega: 10/12/2020**

De acordo com Coello et al. (2007), um *Problema de Otimização Multiobjetivo (PMO)* consiste em procurar um vetor de variáveis de decisão que satisfaz certas restrições e otimiza um vetor, cujos elementos são funções objetivo. Tais funções fornecem uma descrição matemática dos critérios de desempenho que usualmente são conflitantes.

Um PMO pode ser definido como (Deb 2001):

$$\begin{array}{lll} \text{maximizar/minimizar} & f_m(x) & m = 1, 2, \dots, M \\ \text{restrita a} & g_j(x) \geq 0 & j = 1, 2, \dots, J \\ & h_k(x) = 0 & k = 1, 2, \dots, K \\ & x_i^{(L)} \leq x_i \leq x_i^{(U)} & i = 1, 2, \dots, n \end{array}$$

onde  $f_m(x)$  é a  $m$ -ésima função objetivo do vetor de funções objetivo,  $f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)]^T$ ,  $x$  é o vetor das variáveis de decisão,  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ . Os valores de  $x_i^{(L)}$  e  $x_i^{(U)}$  representam os limites inferior e superior, respectivamente, para a variável  $x_i$ . Esses limites definem o *espaço de variáveis* ou *espaço de decisão*. As funções  $g_j(x)$  e  $h_k(x)$  são chamadas de funções de restrição. Uma solução  $x$  factível satisfaz as restrições de desigualdades ( $g_j(x)$ ) e igualdades ( $h_k(x)$ ), e os limites inferiores e superiores. Caso contrário, a solução não será factível. O conjunto de todas as soluções factíveis formam a *região factível* ou *espaço de busca*.

Neste EPC, você irá aplicar o NSGA-II para a resolução de um problema de otimização multiobjetivo bem conhecido, o ZDT, mais precisamente para o ZDT1, ZDT2 e ZDT3. Para cada problema, será considerado apenas duas variáveis:  $x_1$  e  $x_2$ . Deve-se minimizar  $f_1$  e  $f_2$ .

ZDT1	ZDT2	ZDT3
$f_1(x) = x_1$ $f_2(x) = g(x) \cdot h(f_1(x), g(x))$ $g(x) = 1 + \frac{9}{m-1} \sum_{i=2}^m x_i$ $h(f_1, g) = 1 - \sqrt{\frac{f_1}{g}}$ $0 \leq x_1 \leq 1$	$f_1(x) = x_1$ $f_2(x) = g(x) \cdot h(f_1(x), g(x))$ $g(x) = 1 + \frac{9}{m-1} \sum_{i=2}^m x_i$ $h(f_1, g) = 1 - \left(\frac{f_1}{g}\right)^2$ $0 \leq x_1 \leq 1$	$f_1(x) = x_1$ $f_2(x) = g(x) \cdot h(f_1(x), g(x))$ $g(x) = 1 + \frac{9}{m-1} \sum_{i=2}^m x_i$ $h(f_1, g) = 1 - \sqrt{\frac{f_1}{g}} - \left(\frac{f_1}{g}\right) \sin(10\pi f_1)$ $0 \leq x_1 \leq 1$

### Parâmetros do NSGA-II

Tamanho da população	100
Número de gerações	250
Cruzamento	Simulated Binary Crossover (SBX)
Mutação	Polynomial Mutation
Taxa de cruzamento	0,9
Taxa de mutação	0,5



Para analisar a qualidade das soluções encontradas pelo NSGA-II, deve-se imprimir a Fronteira Pareto-Ótima do problema e a Fronteira Pareto-Ótima do algoritmo genético, lado a lado, para permitir uma comparação visual. Além disso, deve-se calcular duas medidas: *Inverted Generational Distance* (IGD) e *Hypervolume* (HV), e preencher a seguinte tabela:

Problema	IGD	HV
ZDT1		
ZDT2		
ZDT3		

## REFERÊNCIAS

**COELLO et al. (2007).** Carlos A. Coello Coello, Gary B. Lamont, David A. Van Veldhuizen. **Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems**, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer, 2007.

**DEB (2001).** Kalyanmoy Deb. **Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms**, 1<sup>st</sup> Edition, John Wiley, 2001.

## OBSERVAÇÕES

1. O EPC deve ser realizado individualmente.
2. Pode ser utilizado bibliotecas para a implementação dos algoritmos genéticos.
3. **ATENÇÃO:** Este EPC será enviado somente via CLASSROOM, portanto, o código-fonte e o relatório devem estar em somente UM ARQUIVO ZIPADO, com o seguinte nome: **EPC08-SeuNome.zip**