

Nesse trabalho escolhi como características do algoritmo de ES mutar de forma não correlacionada com apenas um sigma por cromossomo; o método de seleção foi realizado de forma (30+210), sendo que cada pai produz 6 filhos por mutação e 1 por combinação; o método de combinação feito foi de escolha de 2 pais fixos e o filho produzido é a média de ambos os pais.

O algoritmo de DE foi feito conforme com a descrição do artigo *FSDE-Forced Strategy Differential Evolution used for data clustering*, com a única diferença que a taxa Cr para crossover é fixa e igual 0,66. Com isso, se um número escolhido de forma aleatória entre 0 e 1, se for menor que 0,66, o filho recebe o gene do pai mutado, caso contrário recebe o gene do pai original.

Uma das métricas utilizadas nesse trabalho foi a soma dos erros quadráticos (*sum of squared errors* – SSE) dado pela fórmula abaixo:

$$SSE = \sum_{i=1}^K \sum_{x_j \in C_i} \|x_j - m_i\|^2$$

onde m_i é o centroide do cluster C_i e x_j é um vetor de característica pertencente ao cluster C_i .

Abaixo é apresentado uma tabela apresentando a média seguida da variância dos valores SSE dos algoritmos DE, ES e suas respectivas versões hibridizadas com K-means. Esses valores foram obtidos após 10 execuções de cada algoritmo.

	ES	DE	ES-K-means	DE-K-Means
Iris	117,79 ± 15,3	90,55 ± 14,51	78,94 ± 0,0	78,94 ± 0,0
Breast - cancer	36154,95 ± 5783,25	19753,36 ± 53,13	19718,39 ± 0,0	19718,39 ± 0,0
Wine	2397663,97 ± 43401,03	2489018,58 ± 45283,47	2370689,69 ± 0,0	2370689,69 ± 0,0

Uma outra métrica utilizada nesse foi a distância entre os clusters (inter cluster distance – ICE) dado pela fórmula abaixo:

$$ICE = \min (c_i - c_j)^2$$

onde c_i e c_j são centroides de um cluster e $i \neq j$.

Abaixo é apresentado uma tabela apresentando a média seguida da variância dos valores ICE dos algoritmos DE, ES e suas respectivas versões hibridizadas com K-means. Esses valores foram obtidos após 10 execuções de cada algoritmo.

	ES	DE	ES-K-means	DE-K-Means
Iris	3,81± 2,26	2,95± 0,42	4,55 ± 2,93	3,22 ± 0,0
Breast - cancer	134,74 ± 43,12	189,07± 2,29	109,57 ± 40,86	189,26 ± 0,0
Wine	35504,66± 30725,24	76570,81± 14282,76	72008,18 ± 80595,65	73087,79 ± 0,0

As versões hibridizadas com uso do K-means tanto DE e do ES, apresentaram melhores resultados no SSE do que suas versões normais, já que o valor do SSE é menor nas suas versões hibridizadas do que nas suas versões normais. Já para a métrica do ICE, as versões híbridizadas com uso do K-means tanto DE e do ES, apresentaram bons resultados, pois para as versões hibridizadas foram melhores em 2 datasets do que suas respectivas versões normais, já que apresentaram maiores resultados para o ICE.