

OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO

APRESENTAÇÃO: TRABALHO FINAL

Fábio Pereira de Souza



28 de junho de 2021

Prof. Dr. Allysson Steve Mota Lacerda

- ▶ DTLZ1
- ▶ DTLZ2
- ▶ DTLZ3
- ▶ DTLZ4

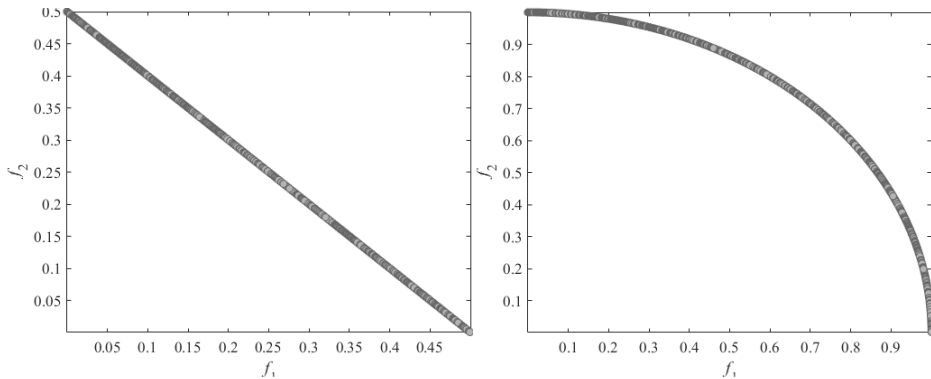


FIGURA: Fronteira Pareto dos problemas DTLZ1 e DTLZ3 com 2 objetivos.

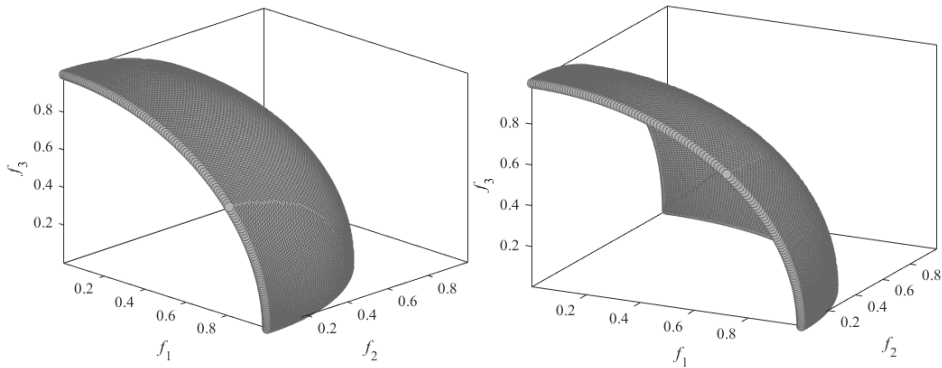


FIGURA: Fronteira Pareto dos problemas DTLZ2 e DTLZ4 com 3 objetivos.

- ▶ NSGAII, NSGAII^a, NSGAII^b, NSGAII^c;
- ▶ MOEA/D, MOEA/D^a, MOEA/D^b, MOEA/D^c;
- ▶ MOEA/D-DE, MOEA/D-DE^a, MOEA/D-DE^b, MOEA/D-DE^c

- ▶ NSGAI:
- ▶ Método: baseado em dominância Nondominated Sort e Crowding Distance;
- ▶ Algoritmo: SBX;
- ▶ Indicadores de qualidade: Inverted Generational Distance(IGD) e Hipervolume (HV).
- ▶ MOEA/D:
- ▶ Método: baseado em decomposição Weighted Tchebycheff (TE);
- ▶ Algoritmo: SBX;
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.
- ▶ MOEA/D-DE:
- ▶ Método: TE;
- ▶ Algoritmo: DE;
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV;

Tabela 1 – Resultados DTLZ: melhor IGD e (média) nas 30 execuções

| Problema (m) | NSGA-II | MOEA/D | MOEA/D-DE |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| DTLZ1 (2) | 7,69E-03 (6,30E-01) | 1,79E-03 (1,89E-03) | 1,78E-03 (1,83E-03) |
| DTLZ2 (2) | 5,09E-03 (6,14E-03) | 4,72E-03 (4,72E-03) | 4,76E-03 (4,79E-03) |
| DTLZ3 (2) | 7,12E+00 (1,18E+01) | 4,22E-03 (4,40E-03) | 4,25E-03 (4,77E-03) |
| DTLZ4 (2) | 5,38E-03 (6,10E-03) | 4,21E-03 (5,05E-01) | 4,23E-03 (4,24E-03) |
| DTLZ1 (3) | 6,94E-01 (1,88E+00) | 3,19E-02 (3,26E-02) | 3,16E-02 (4,24E-02) |
| DTLZ2 (3) | 1,04E-01 (1,17E-01) | 7,17E-02 (7,29E-02) | 7,26E-02 (7,44E-02) |
| DTLZ3 (3) | 1,06E+01 (1,88E+01) | 7,40E-02 (7,47E-02) | 7,38E-02 (1,11E-01) |
| DTLZ4 (3) | 8,41E-02 (9,71E-02) | 5,93E-02 (2,64E-01) | 5,21E-02 (6,14E-02) |

Tabela 2 – Resultados DTLZ: melhor HV e média nas 30 execuções

| Problema (m) | NSGA-II | MOEA/D | MOEA/D-DE |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| DTLZ1 (2) | 4,93E-01 (4,60E-02) | 5,15E-01 (5,14E-01) | 5,15E-01 (5,15E-01) |
| DTLZ2 (2) | 2,28E-01 (2,25E-01) | 2,30E-01 (2,30E-01) | 2,30E-01 (2,30E-01) |
| DTLZ3 (2) | 0,00E+00 (0,00E+00) | 2,30E-01 (2,29E-01) | 2,30E-01 (2,28E-01) |
| DTLZ4 (2) | 2,28E-01 (2,27E-01) | 2,30E-01 (1,13E-01) | 2,30E-01 (2,30E-01) |
| DTLZ1 (3) | 0,00E+00 (0,00E+00) | 1,01E+00 (1,00E+00) | 1,00E+00 (9,59E-01) |
| DTLZ2 (3) | 5,40E-01 (5,01E-01) | 6,46E-01 (6,42E-01) | 6,45E-01 (6,38E-01) |
| DTLZ3 (3) | 0,00E+00 (0,00E+00) | 6,43E-01 (6,35E-01) | 6,43E-01 (6,09E-01) |
| DTLZ4 (3) | 5,60E-01 (5,38E-01) | 6,40E-01 (3,35E-01) | 6,39E-01 (6,16E-01) |

- ▶ NSGAII^a:
 - ▶ Parâmetro n : $n = 10$ para $n = 100$;
 - ▶ Probabilidade de Mutação: $pMUT = 0.2$ para $pMUT = 0.02$;
 - ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.
- ▶ MOEA/D^a:
 - ▶ Método: manteve o padrão TE ;
 - ▶ Algoritmo: do padrão SBX para DE ;
 - ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.
- ▶ MOEA/DD-E^a:
 - ▶ Método: manteve o padrão TE ;
 - ▶ Algoritmo: do padrão DE para SBX .
 - ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

Tabela 3 – Resultados DTLZ: melhor IGD com 1 (uma) execução

| Problema (m) | NSGA-II ^a | MOEA/D ^a | MOEA/D-DE ^a |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| DTLZ1 (2) | 6.19E-01 | 1.78E-03 | 1.84E-03 |
| DTLZ2 (2) | 1.13E-02 | 4.72E-03 | 4.72E-03 |
| DTLZ3 (2) | 1.14E+00 | 4.22E-03 | 4.70E-03 |
| DTLZ4 (2) | 6.59E-03 | 4.21E-03 | 4.21E-03 |
| DTLZ1 (3) | 9.15E-01 | 3.26E-02 | 3.30E-02 |
| DTLZ2 (3) | 1.14E-01 | 7.35E-02 | 7.29E-02 |
| DTLZ3 (3) | 6.30E+00 | 7.42E-02 | 7.43E-02 |
| DTLZ4 (3) | 8.35E-02 | 8.12E-02 | 4.20E-01 |

Tabela 4 – Resultados DTLZ: melhor HV com 1 (uma) execução

| Problema (m) | NSGA-II ^a | MOEA/D ^a | MOEA/D-DE ^a |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| DTLZ1 (2) | 0.00E+00 | 5.15E-01 | 5.14E-01 |
| DTLZ2 (2) | 2.15E-01 | 2.30E-01 | 2.30E-01 |
| DTLZ3 (2) | 0.00E+00 | 2.30E-01 | 2.28E-01 |
| DTLZ4 (2) | 2.26E-01 | 2.30E-01 | 2.30E-01 |
| DTLZ1 (3) | 0.00E+00 | 1.00E+00 | 9.97E-01 |
| DTLZ2 (3) | 5.06E-01 | 6.42E-01 | 6.40E-01 |
| DTLZ3 (3) | 0.00E+00 | 6.42E-01 | 6.41E-01 |
| DTLZ4 (3) | 5.66E-01 | 6.30E-01 | 9.78E-02 |

▶ NSGAII^b:

- ▶ Parâmetro n : $n = 10$ para $n = 100$;
- ▶ Probabilidade de Mutação: $pMUT = 0.2$ para $pMUT = 0.02$;
- ▶ Alteração para o $u \leq 0.5$ foi mudado para $if(u \leq 0.99)$;
- ▶ Alteração para o $rand \leq 0.5$ foi mudado para $if(rand \leq 0.01)$;
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

▶ MOEA/D^b:

- ▶ Método: alterado de TE para PBI ;
- ▶ Algoritmo: manteve-se o padrão SBX ;
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

▶ MOEA/DD-E^b:

- ▶ Método: alteração de TE para PBI ;
- ▶ Algoritmo: manteve-se o original DE .
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

Tabela 5 – Resultados DTLZ: melhor IGD de 1 (uma) execução

| Problema (m) | NSGA-II ^b | MOEA/D ^b | MOEA/D-DE ^b |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| DTLZ1 (2) | 7.19E-01 | 2.71E-03 | 3.14E-03 |
| DTLZ2 (2) | 8.73E-03 | 4.72E-03 | 5.60E-03 |
| DTLZ3 (2) | 3.30E-01 | 4.28E-03 | 6.53E-03 |
| DTLZ4 (2) | 6.58E-03 | 4.21E-03 | 4.73E-03 |
| DTLZ1 (3) | 9.21E-01 | 2.03E-02 | 3.13E-02 |
| DTLZ2 (3) | 1.20E-01 | 5.51E-02 | 8.07E-02 |
| DTLZ3 (3) | 2.83E+00 | 5.71E-02 | 1.15E-01 |
| DTLZ4 (3) | 1.15E-01 | 4.20E-01 | 4.69E-02 |

Tabela 6 – Resultados DTLZ: melhor HV de 1 (uma) execução

| Problema (m) | NSGA-II ^b | MOEA/D ^b | MOEA/D-DE ^b |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| DTLZ1 (2) | 0.00E+00 | 5.10E-01 | 5.08E-01 |
| DTLZ2 (2) | 2.20E-01 | 2.30E-01 | 2.26E-01 |
| DTLZ3 (2) | 1.40E-02 | 2.29E-01 | 2.22E-01 |
| DTLZ4 (2) | 2.27E-01 | 2.30E-01 | 2.28E-01 |
| DTLZ1 (3) | 0.00E+00 | 1.05E+00 | 1.01E+00 |
| DTLZ2 (3) | 4.56E-01 | 6.84E-01 | 5.90E-01 |
| DTLZ3 (3) | 0.00E+00 | 6.75E-01 | 5.03E-01 |
| DTLZ4 (3) | 5.45E-01 | 9.78E-02 | 6.08E-01 |

▶ NSGAIIC:

- ▶ Parâmetro n : $n = 10$ para $n = 100$;
- ▶ Probabilidade de Mutação: $pMUT = 0.2$ para $pMUT = 0.02$;
- ▶ Pequena alteração na mutação:
 $POPn(i, d) = POPn(i, d) + 0.5 * (rand - 0.5) * (xmax(d) - xmin(d))$;
- ▶ Alteração para o $u \leq 0.5$ foi mudado para $if(u \leq 0.99)$;
- ▶ Alteração para o $rand \leq 0.5$ foi mudado para $if(rand \leq 0.01)$;
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

▶ MOEA/D^c:

- ▶ Método: o padrão TE foi modificado para PBI ;
- ▶ Algoritmo: o padrão SBX para DE ;
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

▶ MOEA/DD-E^c:

- ▶ Método: o padrão TE foi alterado para PBI
- ▶ Algoritmo: o padrão TE para SBX .
- ▶ Indicadores de qualidade: IGD e HV.

Tabela 7 – Resultados DTLZ: melhor IGD e média nas 30 execuções

| Problema (m) | NSGA-II ^c | MOEA/D ^c | MOEA/D-DE ^c |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| DTLZ1 (2) | 4,16E-03 (3,50E-01) | 1,78E-03 (1,78E-03) | 1,81E-03 (1,98E-03) |
| DTLZ2 (2) | 6,26E-03 (8,08E-03) | 4,72E-03 (4,72E-03) | 4,72E-03 (4,72E-03) |
| DTLZ3 (2) | 6,82E-02 (3,13E-01) | 4,21E-03 (4,21E-03) | 4,23E-03 (4,70E-03) |
| DTLZ4 (2) | 6,05E-03 (4,12E-01) | 4,21E-03 (3,17E-01) | 4,21E-03 (2,54E-01) |
| DTLZ1 (3) | 9,67E-01 (2,31E+00) | 2,04E-02 (2,06E-02) | 2,03E-02 (2,07E-02) |
| DTLZ2 (3) | 1,02E-01 (1,15E-01) | 5,52E-02 (5,53E-02) | 5,50E-02 (5,51E-02) |
| DTLZ3 (3) | 3,77E+00 (7,55E+00) | 5,66E-02 (1,75E+00) | 5,66E-02 (5,72E-02) |
| DTLZ4 (3) | 4,74E-02 (8,28E-02) | 3,62E-02 (8,73E-02) | 3,63E-02 (9,55E-02) |

Tabela 8 – Resultados DTLZ: melhor HV e média nas 30 execuções

| Problema (m) | NSGA-II ^c | MOEA/D ^c | MOEA/D-DE ^c |
|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| DTLZ1 (2) | 5,06E-01 (1,58E-01) | 5,15E-01 (5,15E-01) | 5,15E-01 (5,13E-01) |
| DTLZ2 (2) | 2,25E-01 (2,22E-01) | 2,30E-01 (2,30E-01) | 2,30E-01 (2,30E-01) |
| DTLZ3 (2) | 1,47E-01 (5,80E-02) | 2,30E-01 (2,30E-01) | 2,30E-01 (2,28E-01) |
| DTLZ4 (2) | 2,28E-01 (1,33E-01) | 2,30E-01 (1,57E-01) | 2,30E-01 (1,72E-01) |
| DTLZ1 (3) | 0,00E+00 (0,00E+00) | 1,05E+00 (1,05E+00) | 1,05E+00 (1,05E+00) |
| DTLZ2 (3) | 5,35E-01 (5,08E-01) | 6,81E-01 (6,80E-01) | 6,85E-01 (6,84E-01) |
| DTLZ3 (3) | 0,00E+00 (0,00E+00) | 6,85E-01 (5,39E-01) | 6,85E-01 (6,76E-01) |
| DTLZ4 (3) | 5,85E-01 (5,44E-01) | 6,72E-01 (5,96E-01) | 6,72E-01 (5,79E-01) |

Obrigado!
Fábio Pereira de Souza
Email: fapers.ppgmcs@gmail.com