

# Resultados dos Problemas de Otimização - Método Gradiente Espelhado Otimizado (Norma-p (adaptativo))

Análise Computacional

16 de setembro de 2025

## 1 Problemas de Otimização

A tabela 1 apresenta os problemas de otimização não-linear resolvidos usando o método Gradiente Espelhado Otimizado (Norma-p (adaptativo)) e o número de variáveis de cada problema.

Tabela 1: Problemas de otimização e número de variáveis

| Problema               | Número de Variáveis |
|------------------------|---------------------|
| ROSENBROCK             | 100                 |
| PENALTY                | 100                 |
| TRIGONOMETRIC          | 100                 |
| EXTENDED ROSENBROCK    | 100                 |
| EXTENDED POWELL        | 100                 |
| QOR                    | 50                  |
| GOR                    | 50                  |
| PSP                    | 50                  |
| TRIDIAGONAL            | 100                 |
| ENGGVAL1               | 100                 |
| LINEAR MINIMUM SURFACE | 36                  |
| SQUARE ROOT 1          | 36                  |
| SQUARE ROOT 2          | 36                  |
| FREUDENTHAL ROTH       | 100                 |
| SPARSE MATRIX SQRT     | 16                  |
| ULTS0                  | 64                  |

## 2 Resultados de Convergência

A tabela 2 apresenta os resultados de convergência para cada problema, incluindo o número de iterações necessárias, o valor mínimo da função objetivo encontrado e a precisão da solução (norma do gradiente).

## 3 Soluções Encontradas (Primeiras 5 Variáveis)

A tabela 3 apresenta as primeiras 5 variáveis da solução encontrada para cada problema. Para problemas com menos de 5 variáveis, apenas as variáveis disponíveis são mostradas.

Tabela 2: Resultados de convergência dos problemas de otimização

| <b>Problema</b>        | <b>Iterações</b> | <b>Valor Mínimo</b> | <b>Precisão (<math>  \nabla f(x^*)  </math>)</b> | <b>Tempo (s)</b> |
|------------------------|------------------|---------------------|--|------------------|
| ROSENBROCK             | 1                | 9.604e-01           | 1.958e+00  | 0.000s           |
| PENALTY                | 1                | 9.604e+01           | 1.960e+01  | 0.013s           |
| TRIGONOMETRIC          | 1                | 9.428e-05           | 1.904e-02  | 0.000s           |
| EXTENDED ROSENBROCK    | 1                | 4.802e+01           | 1.385e+01  | 0.008s           |
| EXTENDED POWELL        | 1                | 0.000e+00           | 0.000e+00  | 0.009s           |
| QOR                    | 1                | 1.963e+03           | 1.556e+02  | 0.007s           |
| GOR                    | 1                | 3.023e+03           | 2.036e+02  | 0.009s           |
| PSP                    | 1                | 1.712e+03           | 1.046e+02  | 0.007s           |
| TRIDIAGONAL            | 1                | 9.493e+01           | 1.984e+01  | 0.002s           |
| ENGGVAL1               | 1                | 2.812e+02           | 3.979e+01  | 0.012s           |
| LINEAR MINIMUM SURFACE | 1                | 2.137e+01           | 1.107e+00  | 0.003s           |
| SQUARE ROOT 1          | 1                | 2.868e+01           | 7.207e+00  | 0.001s           |
| SQUARE ROOT 2          | 1                | 2.845e+01           | 7.448e+00  | 0.001s           |
| FREUDENTHAL ROTH       | 13               | 6.225e+04           | 1.790e+04  | 0.427s           |
| SPARSE MATRIX SQRT     | 1                | 1.374e+01           | 4.395e+00  | 0.000s           |
| ULTS0                  | 82               | 5.941e+04           | 2.066e+06  | 0.966s           |

Tabela 3: Primeiras 5 variáveis das soluções encontradas

| Problema               | x1            | x2            | x3            | x4            | x5            |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ROSENBROCK             | 2.000000e-02  | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  |
| PENALTY                | 2.000000e-02  | 2.000000e-02  | 2.000000e-02  | 2.000000e-02  | 2.000000e-02  |
| TRIGONOMETRIC          | 9.805973e-03  | —             | —             | —             | —             |
| EXTENDED ROSENBROCK    | 2.000000e-02  | 0.000000e+00  | 2.000000e-02  | 0.000000e+00  | 2.000000e-02  |
| EXTENDED POWELL        | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  | 0.000000e+00  |
| QOR                    | 5.000000e-02  | -5.000000e-02 | 3.900000e-01  | -9.500000e-02 | 4.400000e-01  |
| GOR                    | -1.104213e-01 | 1.155132e+00  | -2.127931e-01 | 1.265553e+00  | 4.193572e-01  |
| PSP                    | 1.252000e-01  | 1.402296e-01  | 2.402400e-01  | 1.400296e-01  | 1.747433e-01  |
| TRIDIAGONAL            | 1.020000e+00  | 9.800000e-01  | 9.800000e-01  | 9.800000e-01  | 9.800000e-01  |
| ENGGVAL1               | 4.000000e-02  | 4.000000e-02  | 4.000000e-02  | 4.000000e-02  | 4.000000e-02  |
| LINEAR MINIMUM SURFACE | 9.989217e-01  | 2.598394e+00  | 4.197971e+00  | 5.797983e+00  | 7.399252e+00  |
| SQUARE ROOT 1          | 1.863720e-01  | -1.658399e-01 | 7.007494e-02  | -4.671494e-02 | -3.585987e-02 |
| SQUARE ROOT 2          | 1.862514e-01  | -1.711598e-01 | 6.661757e-02  | -4.463637e-02 | -3.491873e-02 |
| FREUDENTHAL ROTH       | 2.372408e-01  | -2.202950e+00 | -2.202950e+00 | -2.202950e+00 | -2.202950e+00 |
| SPARSE MATRIX SQRT     | 1.724330e-01  | -1.518297e-01 | 8.359796e-02  | -6.055943e-02 | -2.936013e-02 |
| ULTS0                  | 4.054365e-02  | 5.338975e-02  | -1.174733e-01 | 4.611805e-02  | -2.899394e-02 |

## 4 Observações

- O método L-BFGS-B foi configurado com tolerância de convergência de  $10^{-6}$ .
- Para problemas que falharam, verifique a mensagem de erro específica.
- A precisão é medida pela norma do gradiente ( $\|\nabla f(x^*)\|$ ) calculada numericamente.
- Valores de precisão menores indicam soluções mais próximas de pontos estacionários.
- Para problemas irrestritos,  $\|\nabla f(x^*)\| \approx 0$  indica convergência para um mínimo local.
- Problemas que falharam são marcados com “—” nas colunas de resultados.
- A terceira tabela mostra as primeiras 5 variáveis da solução encontrada.
- Para problemas com menos de 5 variáveis, as colunas extras são marcadas como “—”.
- A terceira tabela é apresentada em formato paisagem para melhor visualização.