

---

---

# Comparação de desempenho de operadores em um algoritmo de otimização

— Davi Viana, Douglas Silva, Letícia Diniz,  
Paulo Cirino e Priscila Pires —

---

---

# Agenda

- Introdução
- Planejamento do Experimento
- Cálculo do tamanho amostral
- Coleta dos dados
- Experimento Estatístico
- Conclusões

# Introdução

- Influência do operador de recombinação no desempenho do algoritmo
- Algoritmo de Evolução Diferencial com problema de minimização
- Encontrar melhor Operador de Recombinação
  - Operador 1: Recombinação aritmética
  - Operador 2: Recombinação binomial
  - Operador 3: Recombinação *“Blend Alpha Beta”*
  - Operador 4: Recombinação baseada em um vetor de prioridades (Eigen)

# Planejamento do Experimento

- Experimento aleatorizado
- Poder de processamento do computador
- Modelo com efeitos fixos
- Um fator e quatro níveis ou tratamentos do fator
- Conclusões obtidas não podem ser estendidas para operadores similares que não tenham sido considerados

# Cálculo do Tamanho Amostral

Proposição: Para o tamanho do efeito existem dois níveis simétricos em relação à média geral e outros dois iguais a zero:

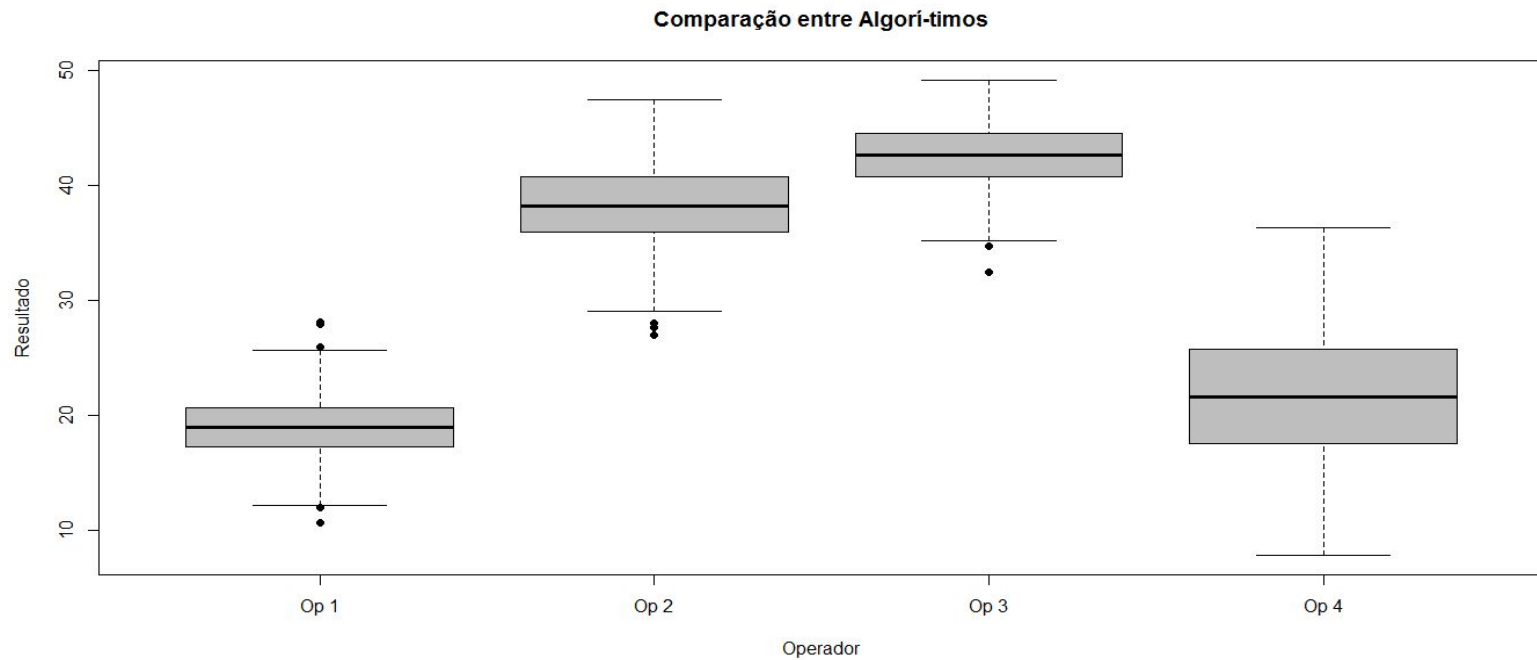
$$\tau = \left\{ -\frac{\delta^*}{2}, \frac{\delta^*}{2}, 0, 0 \right\}$$



# Coleta dos Dados

- Execução de chamadas sucessivas do método ExpDE
- Ordem aleatória
- Dados armazenados para repetição do teste
- Linguagem R

# Diagrama de Caixa





# Formulação das Hipóteses e Parâmetros

$$\begin{cases} H_0: \tau_i = 0 \forall i \in \{1,2,3,4\} \\ H_1 = \exists \tau_i \neq 0 \end{cases}$$

- Mínima diferença de importância prática entre qualquer par de algoritmos (padronizada):  $(d^* = \sigma^*/\sigma) = 0,25$
- Nível de confiança do teste de 95% ( $\alpha = 0,05$ )
- Potência mínima desejada (para o caso  $d=d^*$ ): 85% ( $B = 0,15$ )

# Teste das Hipóteses

- Teste ANOVA
  - Comparações múltiplas
  - Usada para inferir sobre as diferenças entre as médias dos grupos, utilizando uma análise das variâncias

# Resultados - Teste de Hipóteses

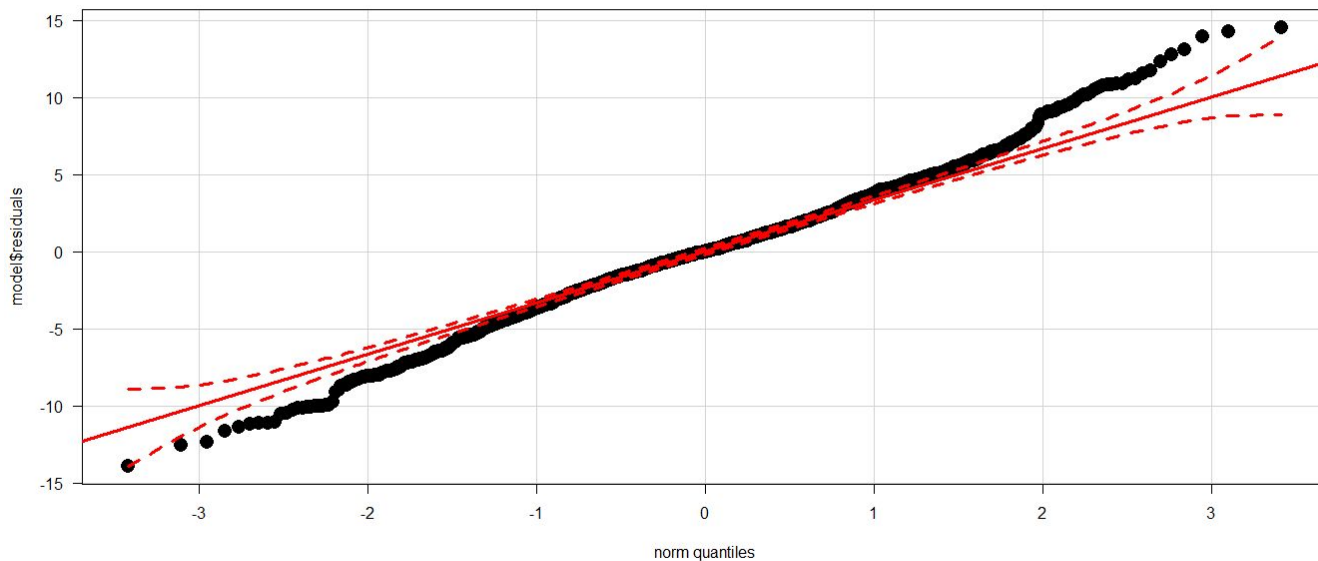
|   | Graus de Liberdade | Soma Quadrática | Média Quadrática | F_crítico | Valor P   |
|---|--------------------|-----------------|------------------|-----------|-----------|
| Operador  | 3                  | 161918          | 53973            | 3506      | <2e-16*** |
| Erro  | 1576               | 24260           | 15               |           |           |
| Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 |                    |                 |                  |           |           |

$$F_0 = \frac{MS_{Level}}{MS_E} = \frac{53973}{15} \approx 3598 |$$

**Rejeição da Hipótese Nula**

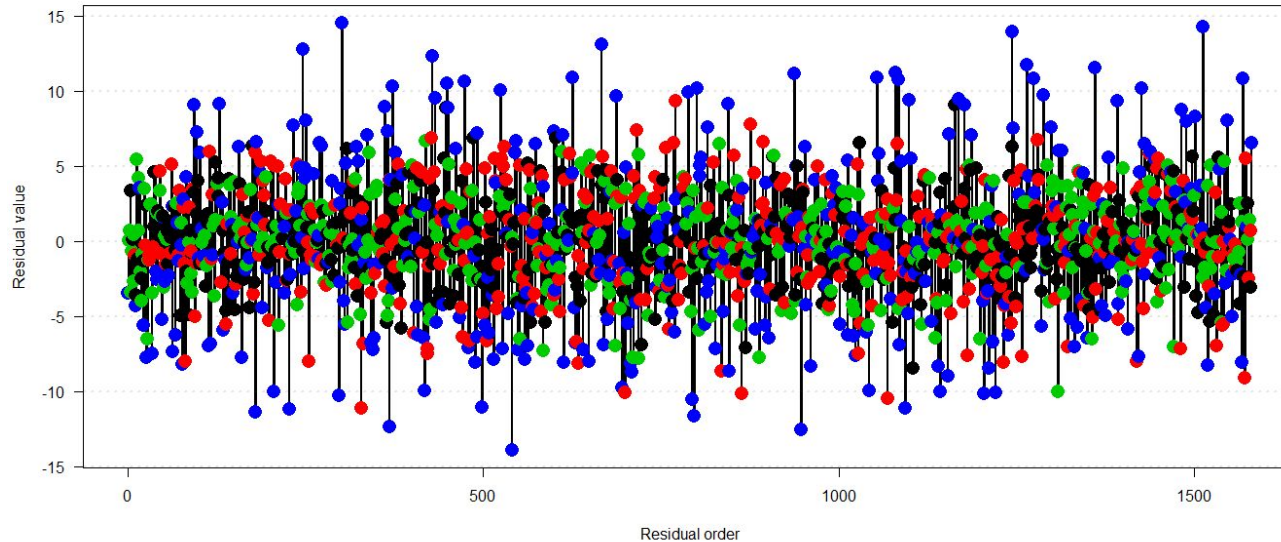
# Premissas do Teste

Normalidade (*Teste de Shapiro Wilk*)



# Premissas do Teste

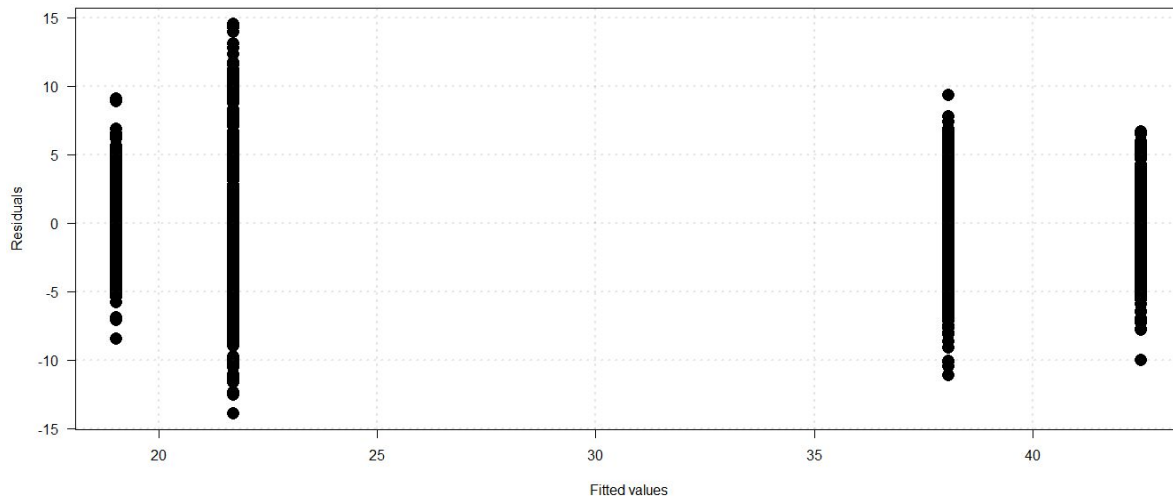
Interdependência entre as amostras  
(*Teste Durbin-Watson*)



# Premissas do Teste

## Homogeneidade na variância dos grupos

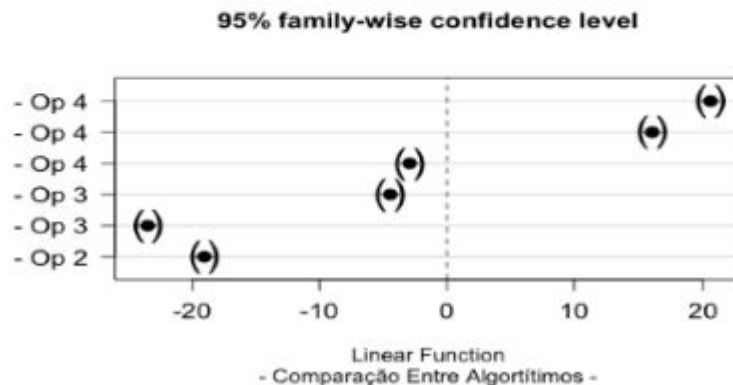
*Homogeneidade na variância dos grupos (Teste Fligner-Killeen)*



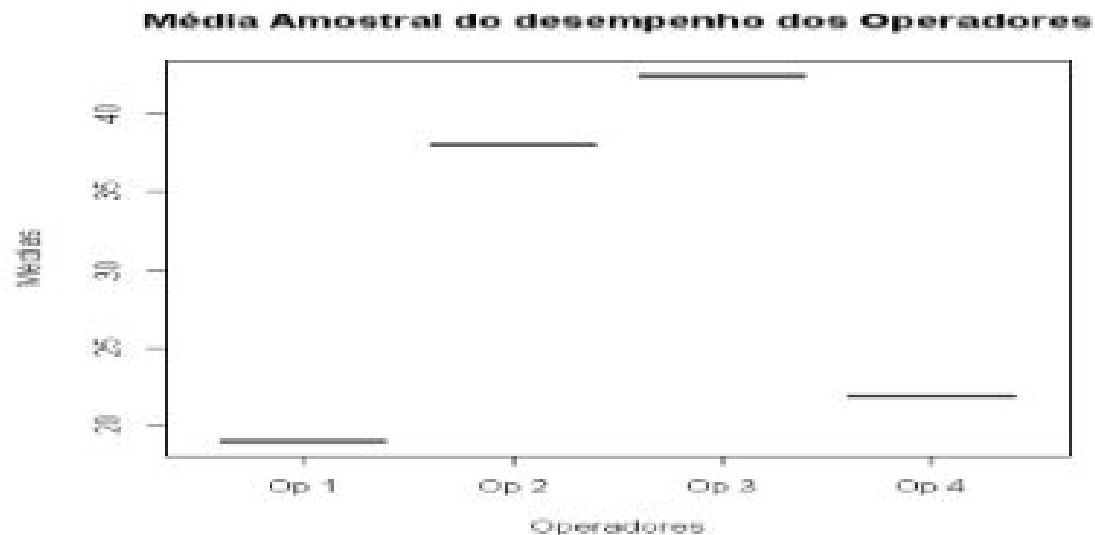
# Comparações Múltiplas

- Não inclui o zero
- Rejeita hipótese de dois operadores serem igualmente bons

|             | Estimado | Mínimo | Máximo |
|-------------|----------|--------|--------|
| Op 3 - Op 4 | 20.58    | 19.86  | 21.31  |
| Op 2 - Op 4 | 16.14    | 15.41  | 16.87  |
| Op 1 - Op 4 | -2.92    | -3.65  | -2.19  |
| Op 2 - Op 3 | -4.44    | -5.17  | -3.72  |
| Op 1 - Op 3 | -23.50   | -24.23 | -22.77 |
| Op 1 - Op 2 | -19.06   | -19.79 | -18.33 |



# Resultado Médio dos Operadores





# Conclusões

- Hipótese nula refutada com 95% de confiança
- Tamanho de efeito maior do que o intervalo de confiança
- Operador influencia no desempenho do algoritmo
- Potência do teste de 85%
- Melhor operador: Recombinação aritmética

# Possíveis aspectos de melhoria do teste

- Análise de outros problemas de otimização
- Análise fixando o operador de recombinação e variando outros
- Utilização de hardware específico, visando reduzir o ruído do poder de processamento do computador.

# Dúvidas?

