

EEE933- PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE EXPERIMENTOS

COMPARAÇÃO DE ALGORITMOS EM UM PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO DE ROTEIROS DE VIAGEM

GRUPO 4: ALESSANDRO CARDOSO
BERNARDO MARQUES
DANNY TONIDANDEL
GUSTAVO VIEIRA

PROBLEMA: PLANEJAMENTO DE VIAGENS



■ PLANEJAMENTO DE VIAGENS

- Problema: dado um conjunto de destinos a serem visitados, encontrar a melhor combinação de voos e hotéis para a viagem
- Melhor combinação:

PREÇO + TEMPO DE VIAGEM



FERRAMENTAS EXISTENTES

- Skyscanner, Hipmunk, Booking.com, Decolar.com, etc.
 - Necessário buscar cada trecho da viagem separadamente
 - Não considera flexibilidade na ordem dos destinos
- Usuário gasta mais tempo e não obtém todo o conjunto de melhores opções



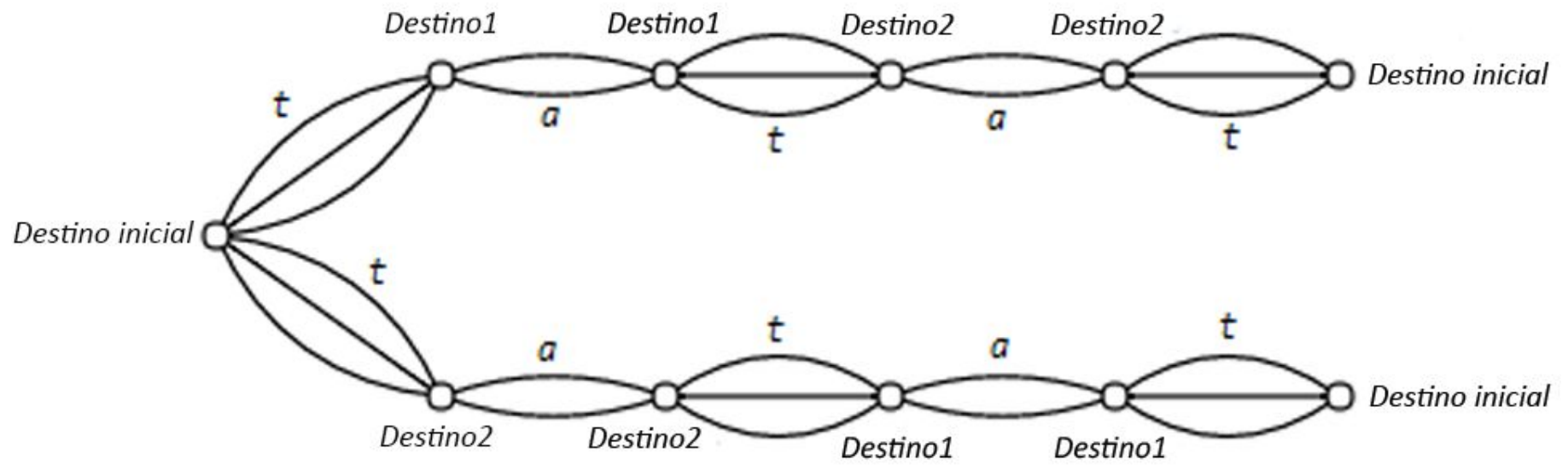
SOLUÇÃO



Sistema automático de otimização de rota

■ ALGORITMOS DE OTIMIZAÇÃO

- Algoritmo utilizado: colônia de formigas
- Melhoria proposta usando busca local em conjunto com o algoritmo original
- Necessário comparar as duas opções



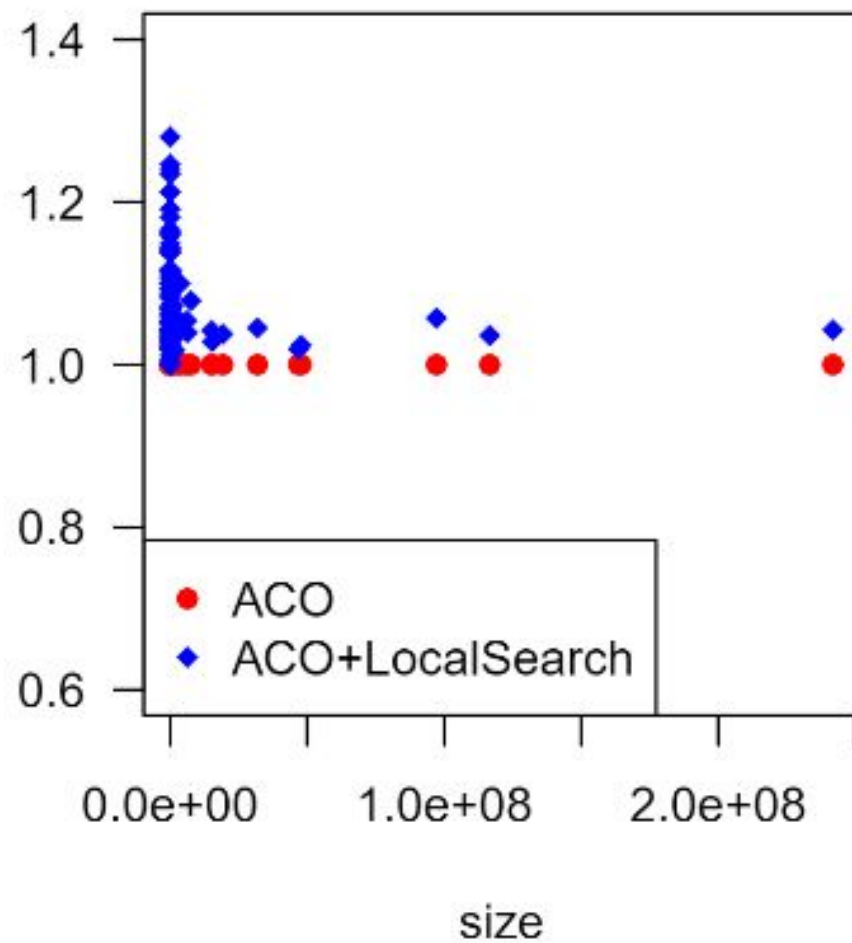
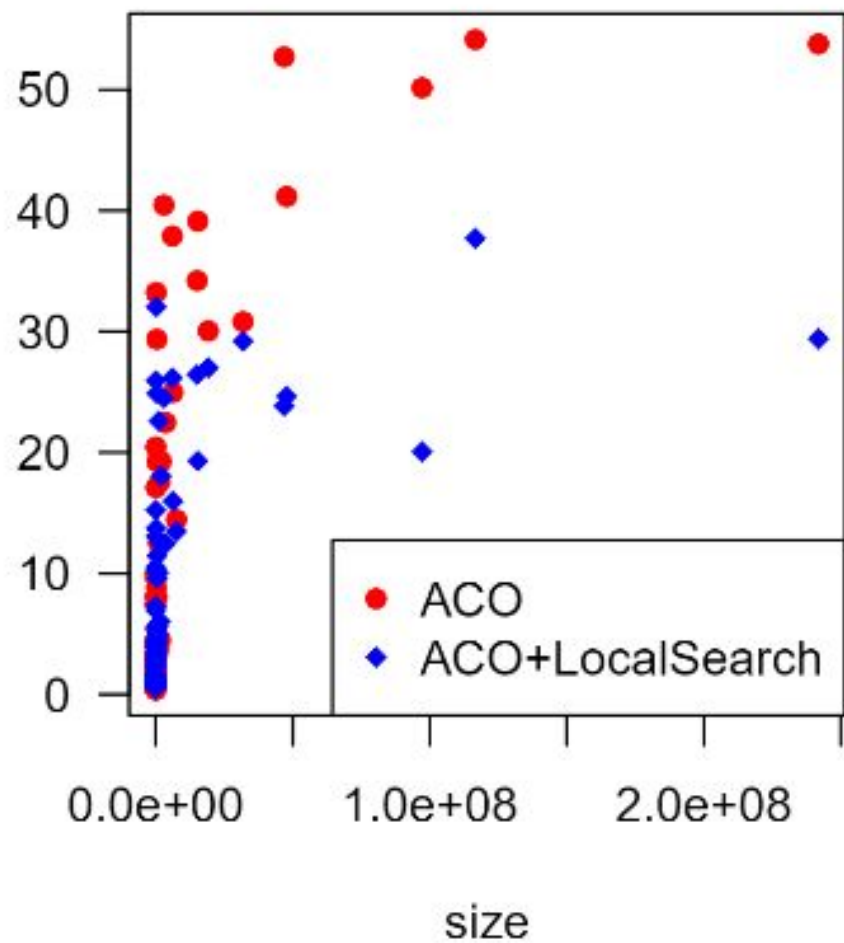
■ COLETA DE DADOS

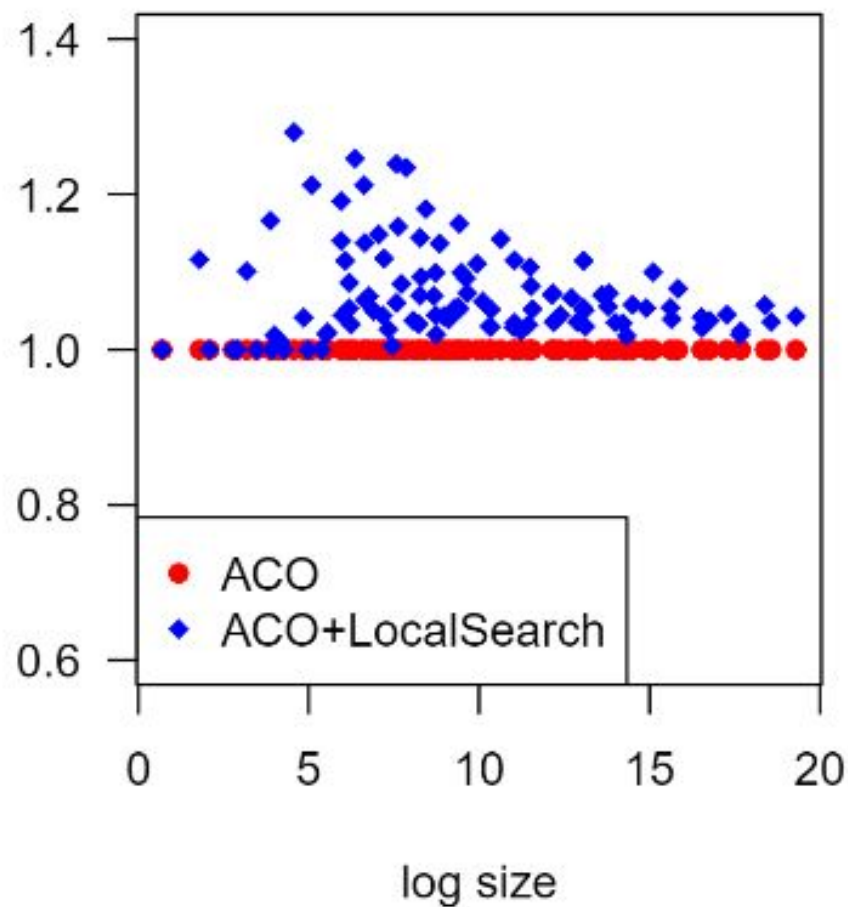
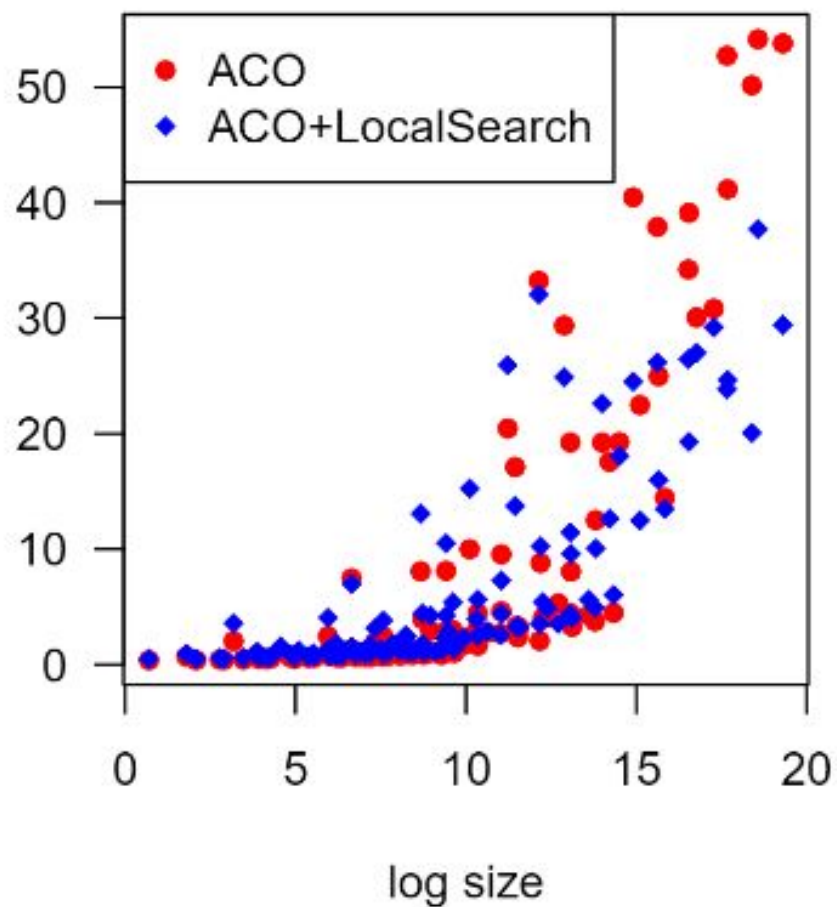
- Variáveis de resposta:
 - Tempo de execução
 - Qualidade relativa das soluções
- Simulação: geração de instâncias diferentes, nas quais cada algoritmo é avaliado

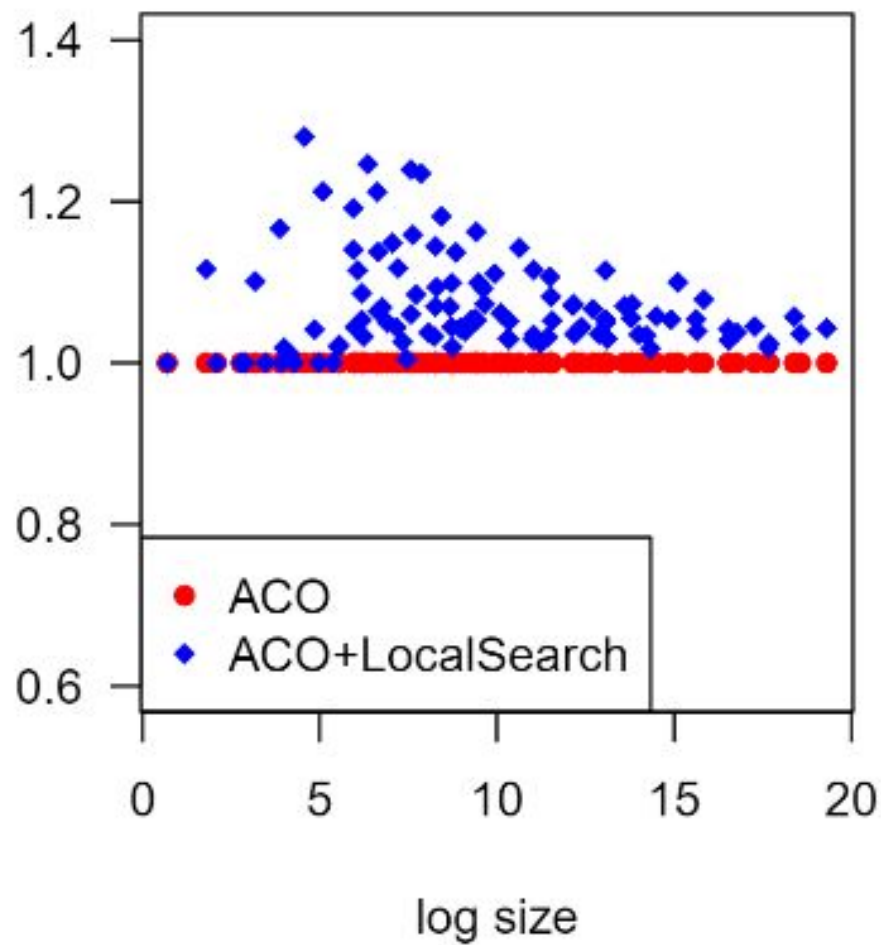
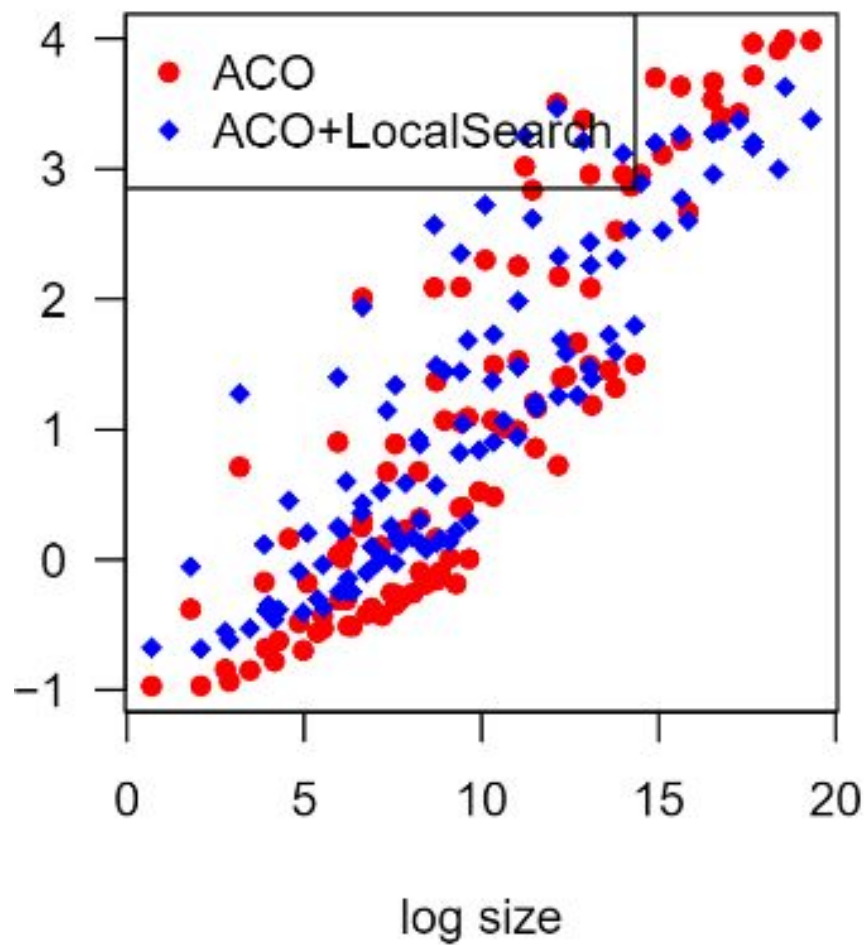
■ COMPARAÇÃO DE ALGORITMOS

- Tamanho da instância afeta o resultado: covariável
- Para comparar os algoritmos, é necessário bloquear esse efeito
- Ferramentas: ANOVA com blocagem, Análise de Covariância (ANCOVA)

ANÁLISE EXPLORATÓRIA







ANÁLISE ESTATÍSTICA

ANOVA COM BLOCAGEM

- Cada tamanho de problema é um bloco

$$\begin{aligned} SS_T &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 \\ &= \underbrace{b \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2}_{SS_{\text{levels}}} + \underbrace{a \sum_{j=1}^b (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})^2}_{SS_{\text{blocks}}} + \underbrace{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..})^2}_{SS_E} \end{aligned}$$

- Permite observar o efeito da variável de interesse (algoritmo)

ANOVA COM BLOCAGEM:

TEMPO

- Sem considerar o efeito do tamanho:

| ## | | Df | Sum Sq | Mean Sq | F | value | Pr(>F) |
|----|-----------|-----|--------|---------|-------|-------|--------|
| ## | algorithm | 1 | 1.3 | 1.308 | 0.706 | 0.402 | |
| ## | Residuals | 214 | 396.6 | 1.853 | | | |

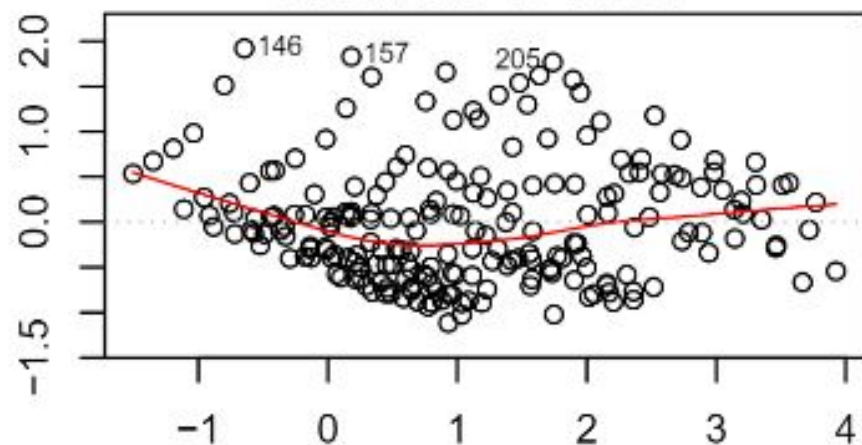
ANOVA COM BLOCAGEM:

TEMPO

- Considerando o efeito do tamanho:

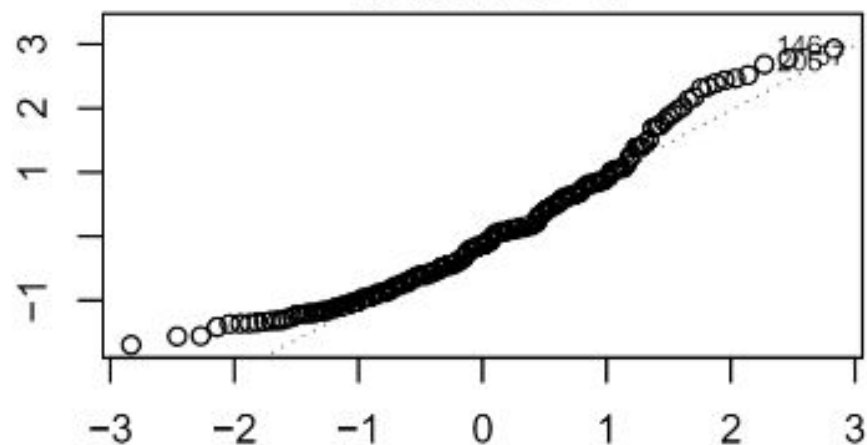
```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## algorithm    1   1.31    1.31    2.995  0.085 .
## log(size)     1 303.60  303.60 695.041 <2e-16 ***
## Residuals   213   93.04    0.44
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residuals vs Fitted



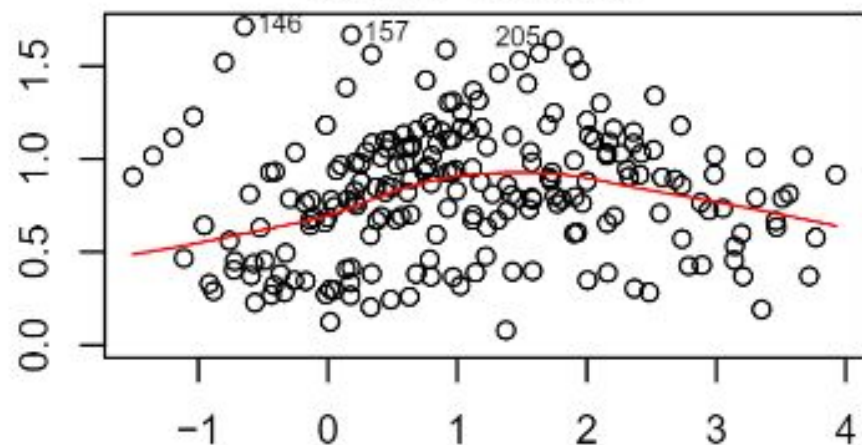
Fitted values

Normal Q-Q



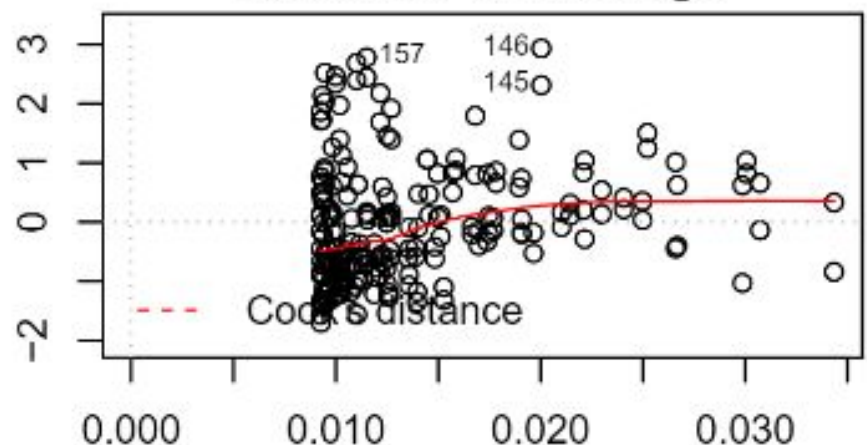
Theoretical Quantiles

Scale-Location



Fitted values

Residuals vs Leverage



Leverage

ANOVA COM BLOCAGEM:

TEMPO

- Considerando efeitos de interação entre tamanho e algoritmo:

```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## algorithm      1   1.31    1.31    3.072 0.0811 .
## log(size)      1 303.60   303.60  712.948 <2e-16 ***
## algorithm:log(size) 1   2.76    2.76    6.488 0.0116 *
## Residuals     212  90.28    0.43
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

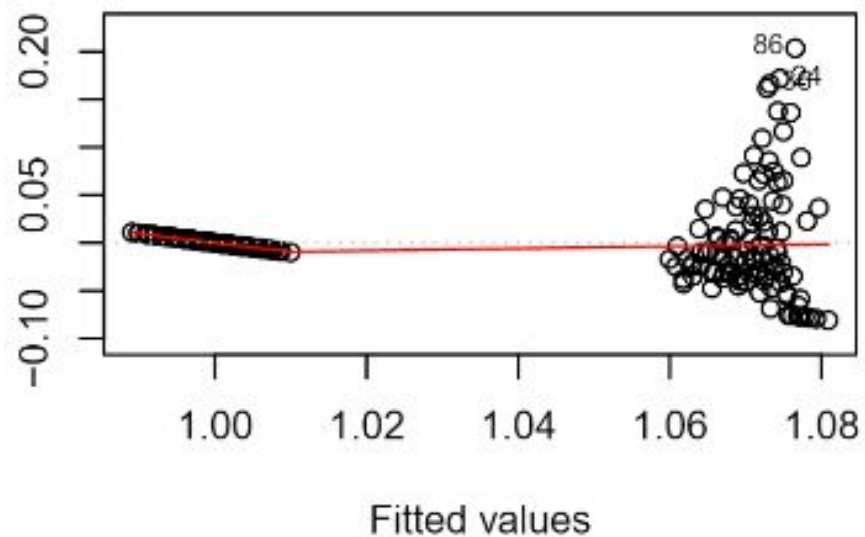
ANOVA COM BLOCAGEM:

QUALIDADE

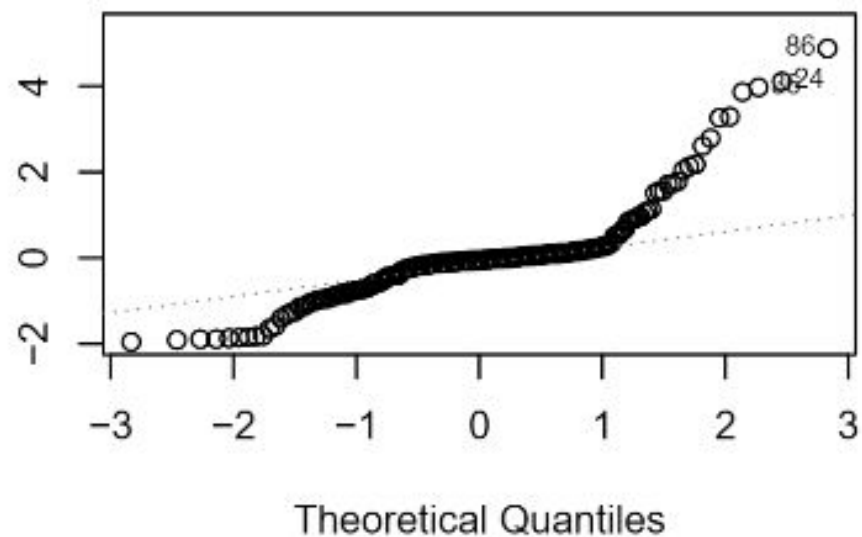
- Considerando o efeito do tamanho:

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## algorithm      1 0.2716 0.27159 153.372 <2e-16 ***
## log(size)      1 0.0048 0.00479   2.705  0.101
## Residuals    213 0.3772 0.00177
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

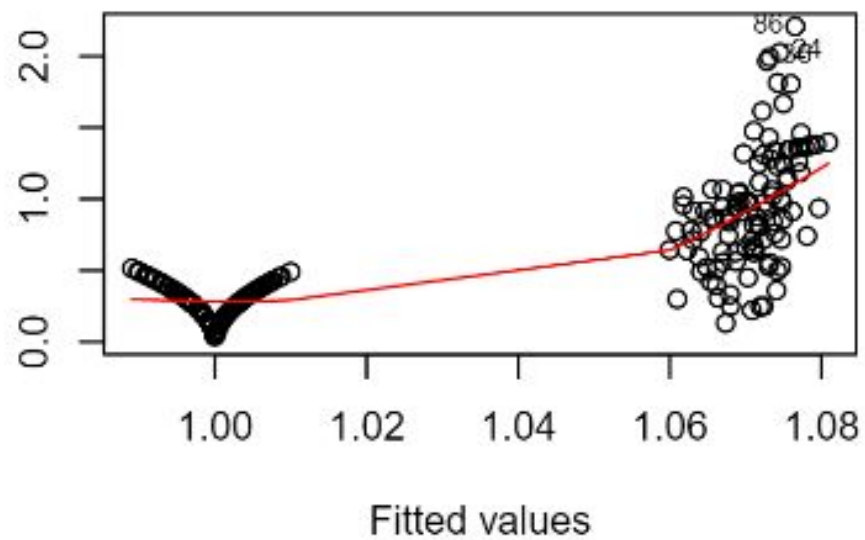
Residuals vs Fitted



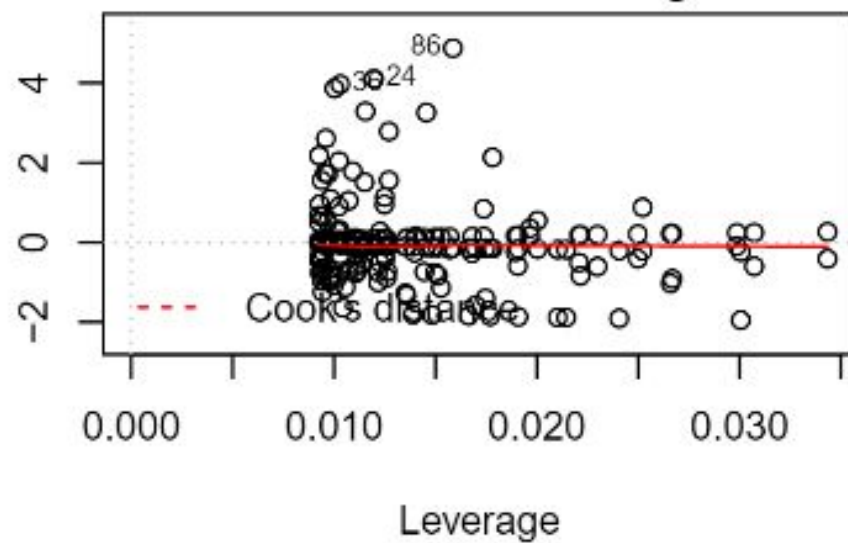
Normal Q-Q



Scale-Location



Residuals vs Leverage



ANOVA COM BLOCAGEM: QUALIDADE

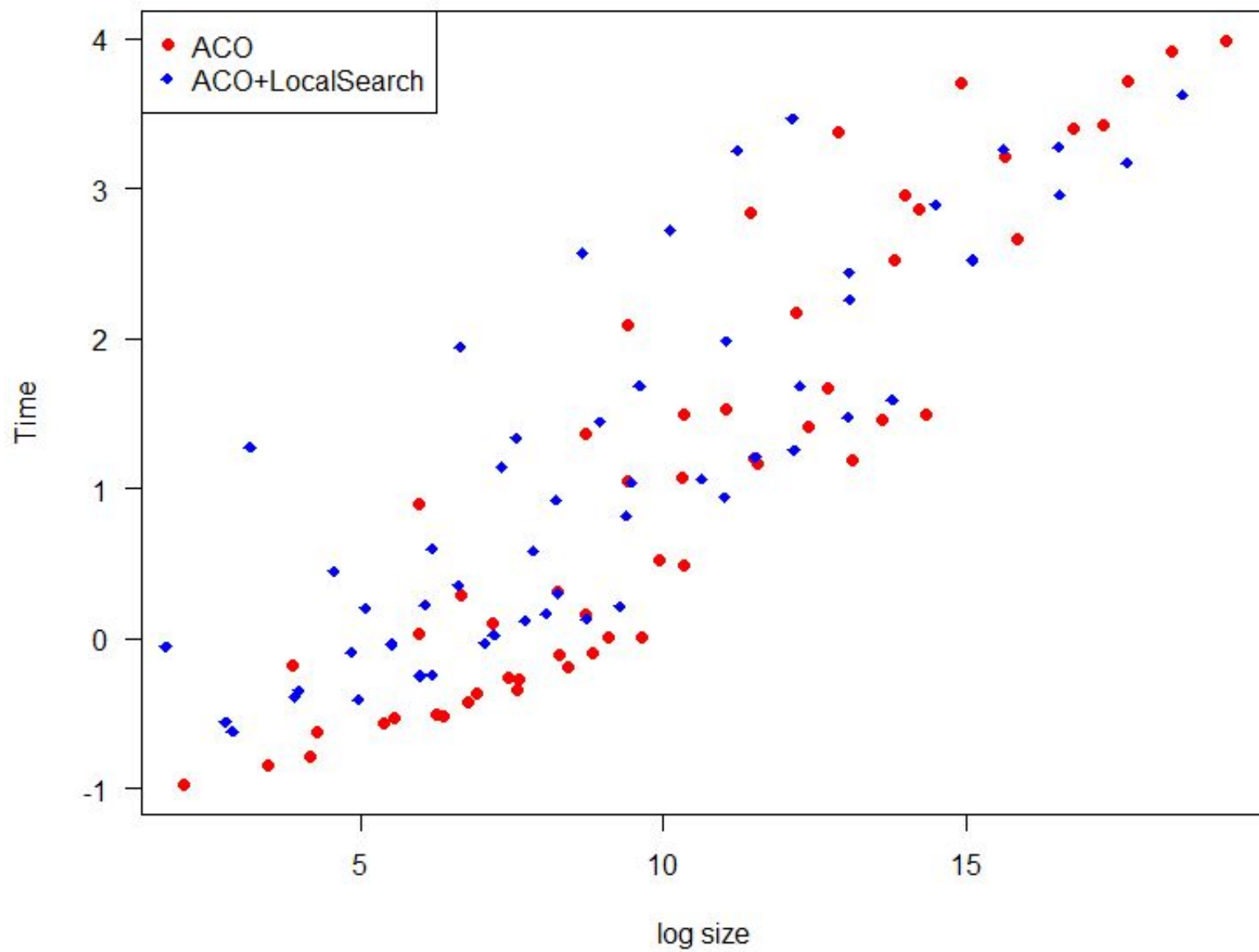
- Teste-t rejeita a hipótese de que qualidade do algoritmo proposto é menor ou igual ao algoritmo original;
- Resultado: no quesito qualidade, o algoritmo proposto é melhor, independente do tamanho do problema;

ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ANCOVA

- Aplicada em situações onde a covariável não é controlável
 - Não é possível ter blocos de mesmo valor
- Análise da covariância entre variável de resposta e covariável contínua
- Robusta a violações de normalidade e homocedasticidade

ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: ANCOVA

- Dados ajustados para simular situação real onde há valores diferentes da covariável em cada observação



ANÁLISE DE COVARIÂNCIA:

TEMPO

- Modelo 1: algoritmo como variável independente

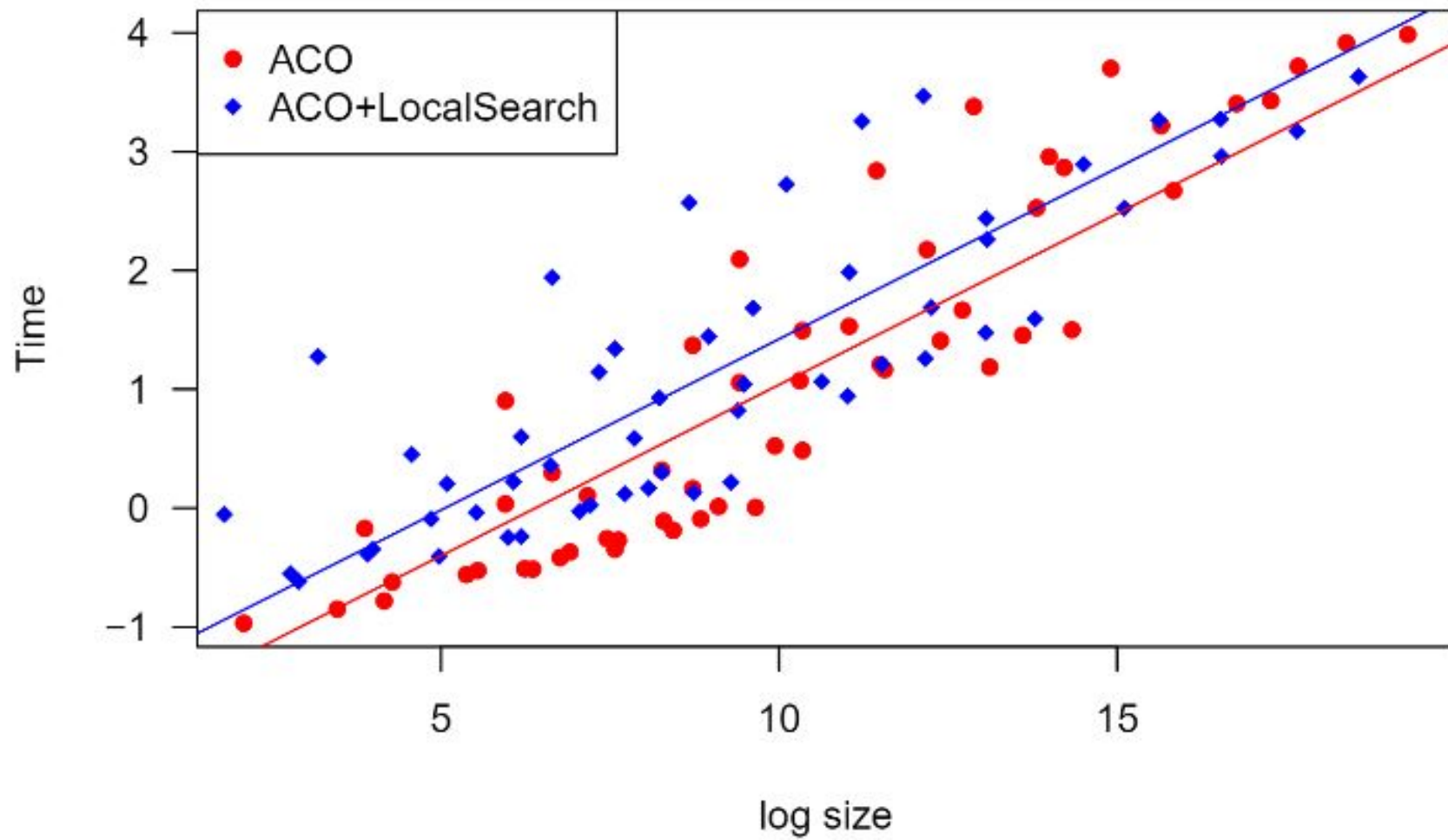
```
##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## algorithm    1    0.07    0.07    0.154  0.695
## log(size)    1 153.64  153.64 353.305 <2e-16 ***
```

ANÁLISE DE COVARIÂNCIA:

TEMPO

- Modelo 2: algoritmo como variável dependente do tamanho

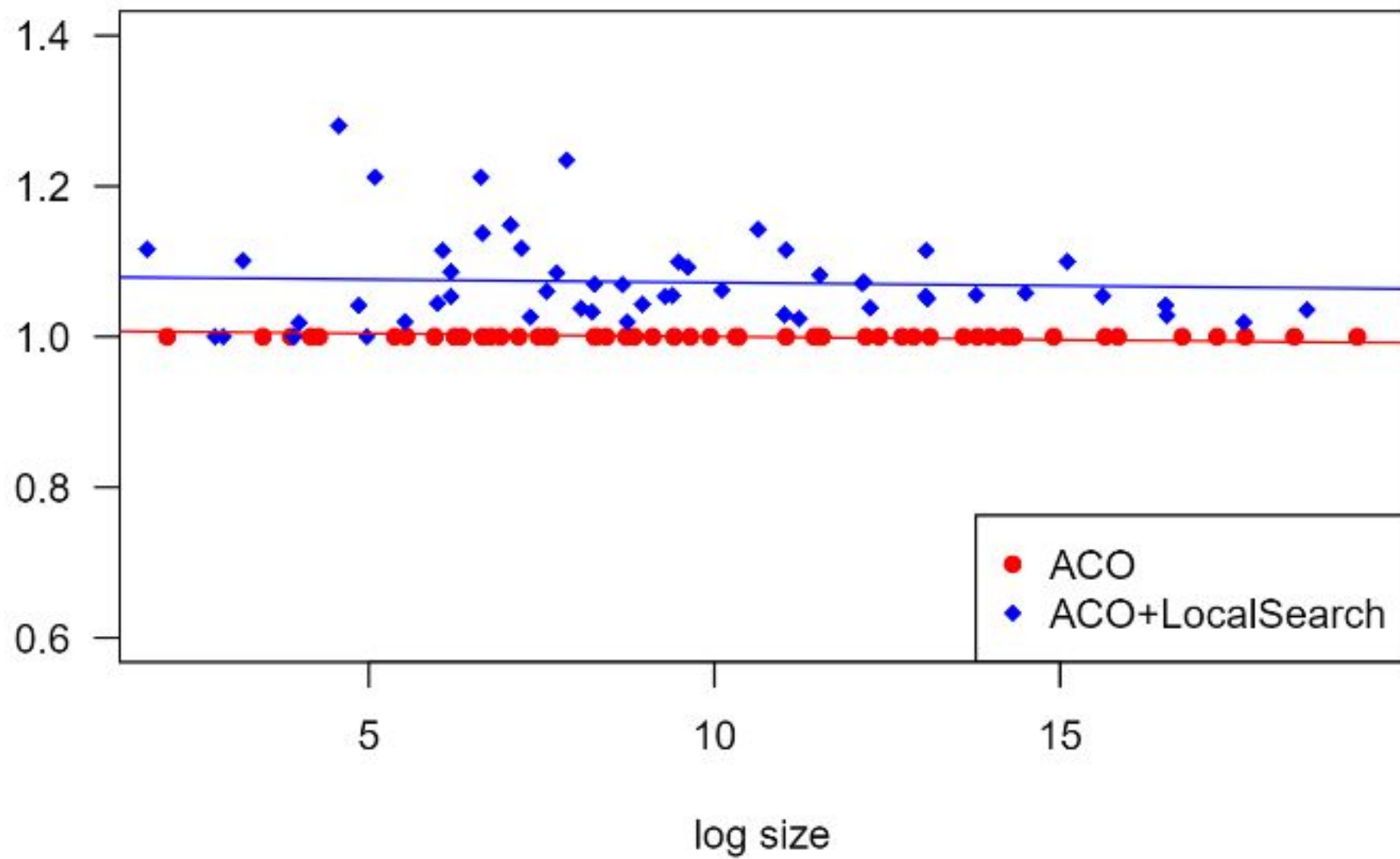
```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
## log(size)      1 149.79   149.79 344.452 < 2e-16 ***
## algorithm      1   3.92    3.92   9.007 0.00336 **
## Residuals    105  45.66    0.43
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



ANÁLISE DE COVARIÂNCIA: QUALIDADE

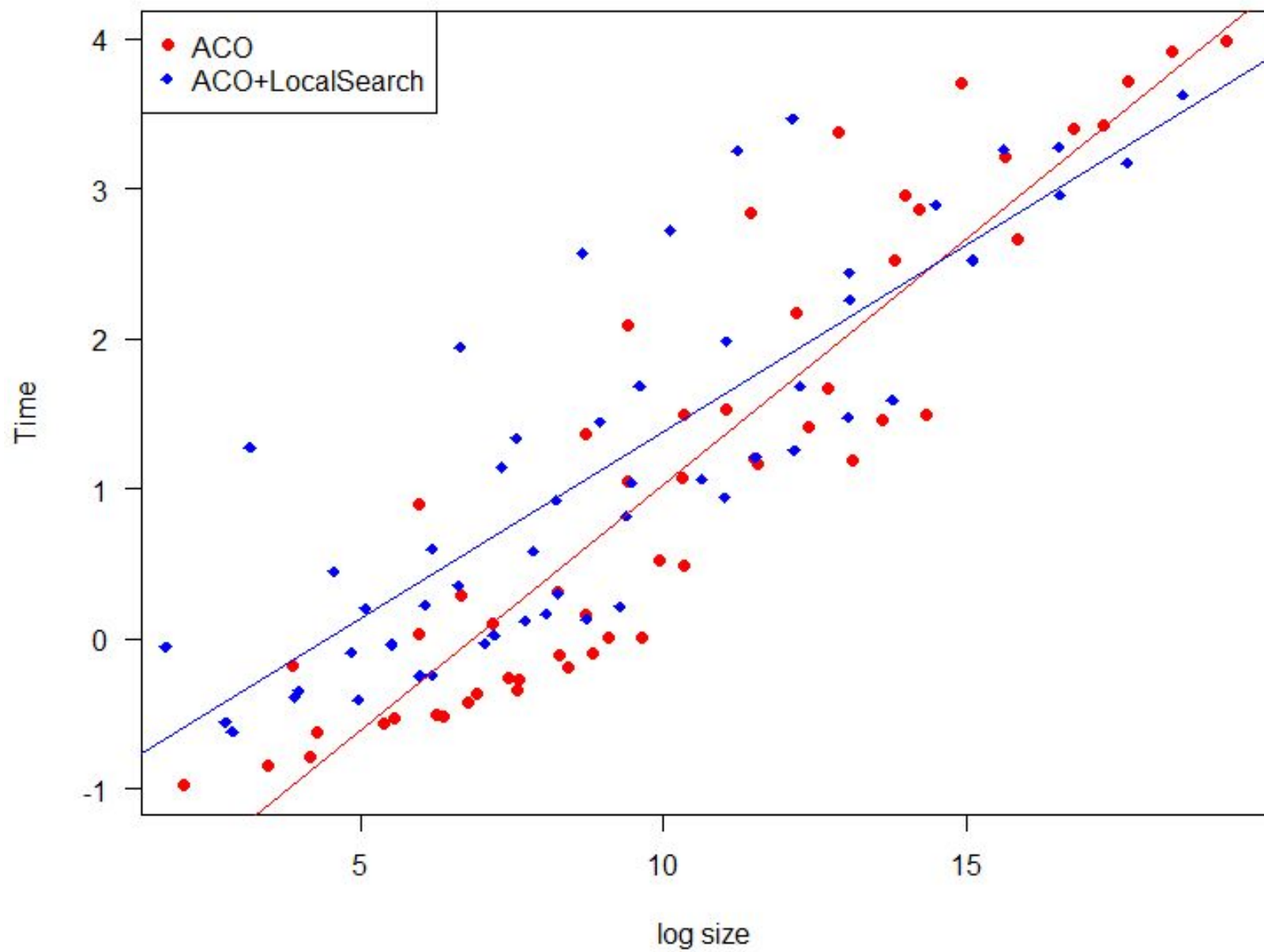
- Modelo: algoritmo como variável independente

```
##              Df  Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
## algorithm      1 0.14276 0.14276   78.049 2.5e-14 ***
## log(size)      1 0.00129 0.00129    0.705   0.403
## Residuals    105 0.19205 0.00183
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



REGRESSÃO LINEAR

- ANCOVA depende da premissa de que o coeficiente de regressão é igual para ambos os modelos
- Foi verificado termo de interdependência significativo entre variáveis: premissa violada



CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

- Algoritmo proposto apresenta qualidade relativa melhor que algoritmo original, considerando tamanho de efeito de 5%
- Qualidade da solução **relativa entre algoritmos** independe do tamanho do problema (no universo considerado)

CONCLUSÕES

- Análise de variância não indica efeito significativo no tempo de execução decorrente do algoritmo utilizado
- Regressão linear sugere que algoritmo proposto pode apresentar menor tempo de execução para problemas maiores
 - Necessário outro experimento para investigar

Perguntas?
