

Estudo de caso 4: Comparação das configurações de perfuração de Risers

Ana Paula de Souza e Wendy Yadira Herrera

May 15, 2015

Resumo

Esse trabalho avaliou a média de tempo de falha de três grupos de risers comparados com um grupo de controle. O objetivo é verificar se esses grupos possuem diferenças significativas e se um dos grupos é melhor do que o grupo de controle. Foi feito um teste de hipóteses com nível de significância $\alpha = 0.1$, uma potência $(1 - \beta)$ de 0.8 e tamanho de efeito $\delta^* = 0.25$. Para obter a potência requerida, o número de amostras necessário, para cada grupo, foi de 63. Com os testes feitos verificamos que os dados são normais, possuem homogeneidade de variâncias e são independentes. O teste de hipóteses mostra que não há evidências conclusivas para rejeitar a hipótese nula, não havendo diferenças significativas entre os tempos de falha dos grupos.

Modelagem do experimento

Risers são tubos utilizados para transportar petróleo do fundo do oceano para a superfície. Um pesquisador deseja avaliar o tempo médio de falha de grupos de risers, a fim de identificar o grupo que apresenta a menor probabilidade de falha em um período de 20 anos. Para sua análise, o pesquisador possui um grupo controle (Riser1), o qual deseja comparar com outros três grupos, verificando o grupo que proporciona o menor tempo médio de falha (MTTF). Dessa forma, para verificar se alguma configuração de riser é melhor do que a configuração padrão, definiu-se um teste com os seguintes parâmetros: nível de significância $\alpha = 0.1$, uma potência $(1 - \beta)$ de 0.8 e tamanho de efeito $\delta^* = 0.25$. O teste de hipóteses adotado é

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

Descrição do banco de dados

Com o objetivo de reduzir os custos, foram utilizados dados históricos para o Riser1 (10 amostras), coletados com o protocolo previsto para os demais grupos de análise. Todas as amostras são apresentadas na forma de log-normal. Para determinar o número de amostras de cada grupo, foi utilizado o teste de potência ANOVA. Para obter a variância entre os grupos utilizou-se

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

Essa escolha foi feita baseando-se na potência requerida para o teste.

```
a      <- 4
alpha  <- 0.1
sigma  <- 0.47
delta  <- 0.25
beta   <- 0.2
tau <- c(-delta/2, delta/2, rep(0, a-2))
```

```
vartau <- var(tau)
power.anova.test(groups = 4,between.var = vartau,
                  within.var = sigma^2,sig.level = alpha,power = 1-beta)
```

```
##
##      Balanced one-way analysis of variance power calculation
##
##      groups = 4
##      n = 62.9785
##      between.var = 0.01041667
##      within.var = 0.2209
##      sig.level = 0.1
##      power = 0.8
##
## NOTE: n is number in each group
```

Coleta de dados

Após calcularmos o valor de **n**, obtivemos as amostras de cada grupo no aplicativo sugerido [Risers Configurations](#).

```
yriser <- read.table("dados3.txt",header = TRUE)
```

Análise Estatística

Analisando a Figura 1, podemos observar que os tempos médios dos grupos são próximos do grupo controle.

```
boxplot(LogTTF~Riser, data = yriser,xlab = "Riser",ylab = "LogTTF",
        main = "Configurações dos Risers", pch = 16,col = "gray")
```

Com a análise ANOVA, podemos observar que o p-valor é elevado, logo não existem diferenças significativas entre os grupos que permitem a rejeição da hipótese nula.

```
model <- aov(LogTTF~Riser,data = yriser)
summary.aov(model)
```

```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Riser          3   0.33   0.1108   0.439  0.725
## Residuals    248  62.51   0.2521
```

Análise e validação

O teste de Shapiro-Wilk e a análise gráfica, demonstram que os dados tem comportamento normal.

```
shapiro.test(model$residuals)
```

```
##
##      Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  model$residuals
## W = 0.9963, p-value = 0.8241
```

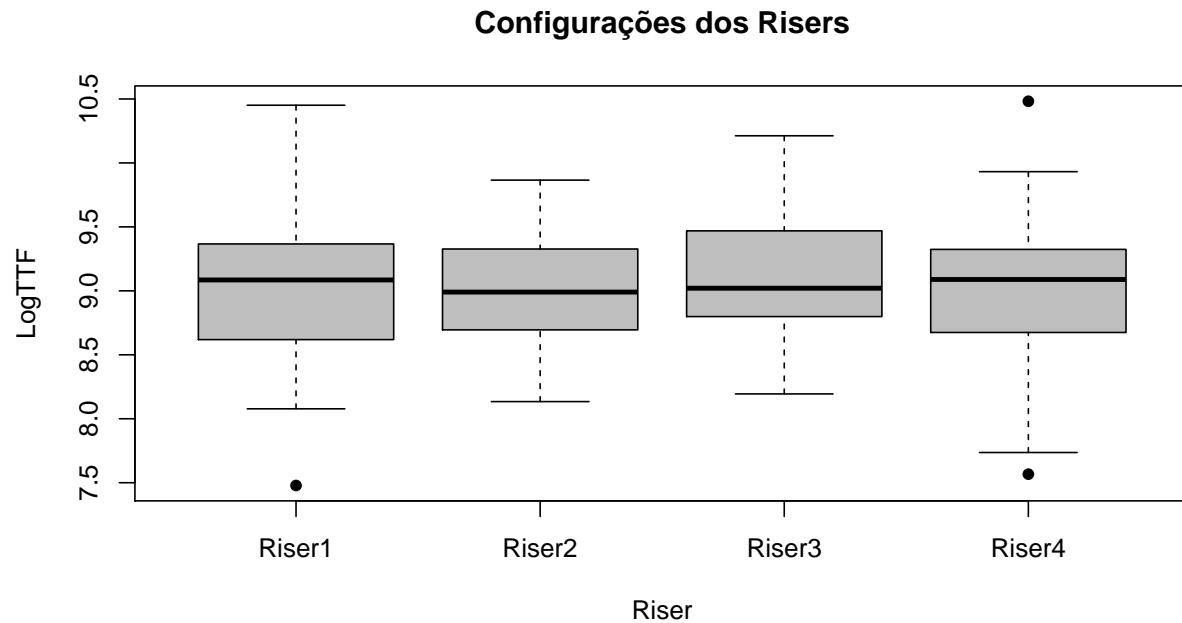


Figure 1: Configurações dos Risers

```
library(car)
qqPlot(model$residuals,pch = 16,lwd = 4,cex = 0.5,las = 1)
```

O teste de Fligner-Killeen mostra que o p-valor é superior ao nível de significância, logo podemos considerar que existe homogeneidade de variâncias.

```
fligner.test(LogTTF~Riser,data = yriser)
```

```
##
## Fligner-Killeen test of homogeneity of variances
##
## data: LogTTF by Riser
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 1.2787, df = 3, p-value = 0.7342
```

O teste de Durbin-Watson mostra que o p-valor é superior ao nível de significância, o que caracteriza a independência dos dados. Na Figura 2 também verificamos que a distribuição dos resíduos não mostra dependência.

```
durbinWatsonTest(model)
```

```
## lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
## 1 -0.01781178 2.034959 0.972
## Alternative hypothesis: rho != 0
```

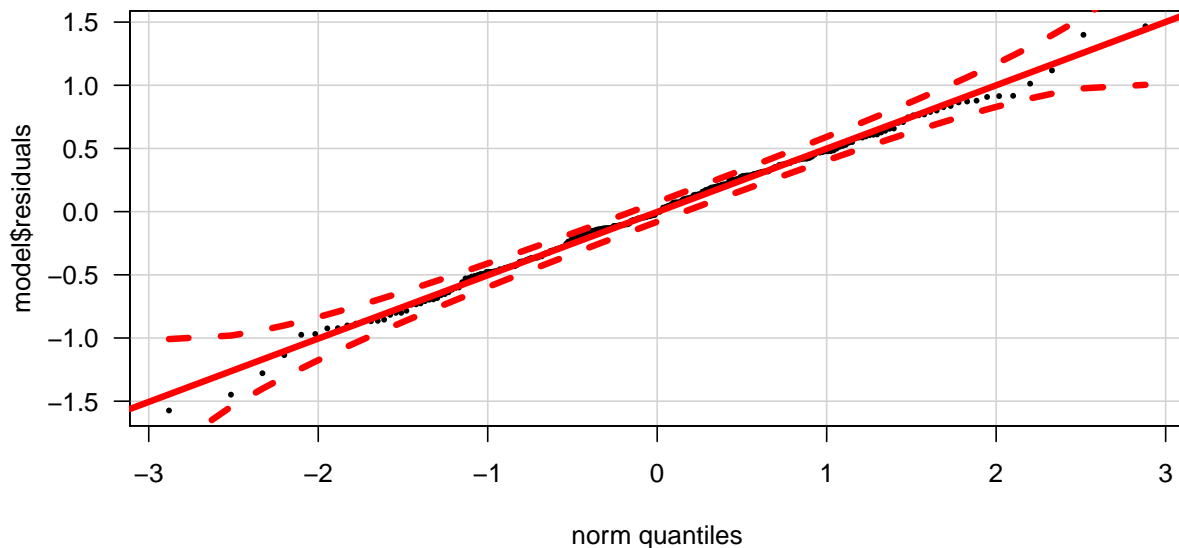


Figure 2: teste normalidade

```
plot(x = seq_along(model$residuals), y = model$residuals, type = "l",
     las = 1, lwd = 2, lty = 1, xlab = "Ordem dos resíduos", ylab = "Valores Residuais")
points(x = seq_along(model$residuals), y = model$residuals, type = "p",
       cex = 0.8, pch = 16, col = as.numeric(yriser[, 1]))
grid(NA, NULL, lwd = 2, col = "#44444422")
```

Analisando o teste de Dunnett podemos verificar que não há diferenças significativas entre os grupos, como mostra a Figura 3.

```
library(multcomp)
yriser$Riser = releve(yriser$Riser, ref = "Riser1")
model2 = aov(LogTTF ~ Riser, data = yriser)
yriser_dunnett = glht(model2, linfct = mcp(Riser = "Dunnett"))
yriser_dunnett_CI = confint(yriser_dunnett, level = 0.90)
plot(yriser_dunnett_CI, xlab = "LogTTF", sub = "- Dados Riser -", main = "Nível de confiança de 90%", cex.axis =
```

Conclusões e recomendações

Com os resultados podemos concluir que não existem indícios que evidenciam a rejeição da hipótese nula, com nível de significância de 10%, potência de 20% e tamanho de efeito de 0.25. Dessa forma, utilizando a análise ANOVA, não há diferenças significativas entre o tempo médio de falha registrado nos grupos (controle *versus* demais grupos). Para garantir a potência requerida, foram necessárias 63 amostras para cada grupo, o que gerou um custo de **US\$6050000**. Sendo assim, de acordo com a análise, é possível confiar nos dados do grupo controle.

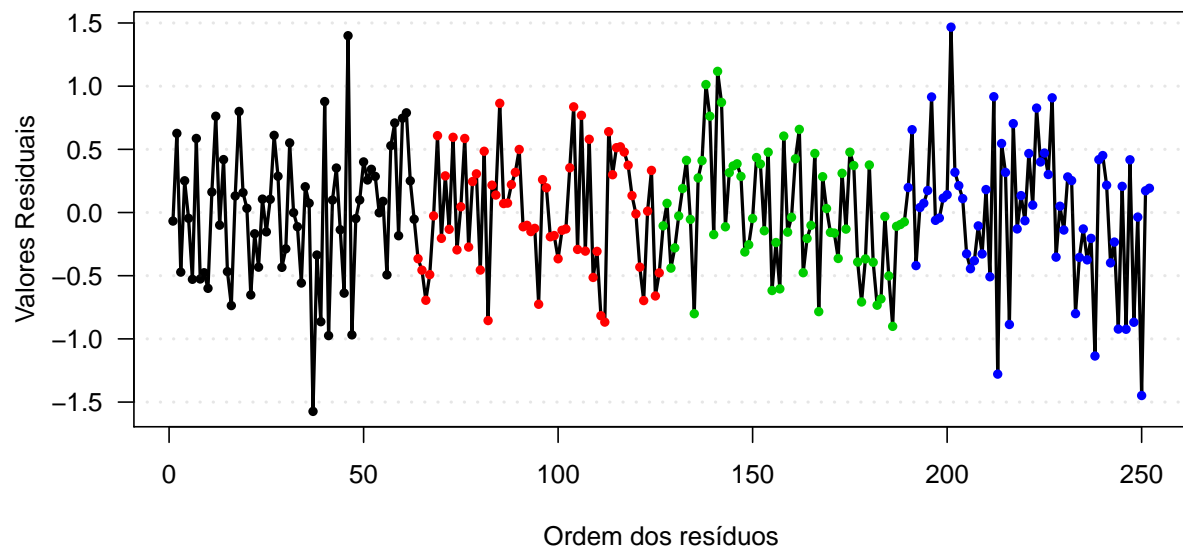


Figure 3: Teste de Independência

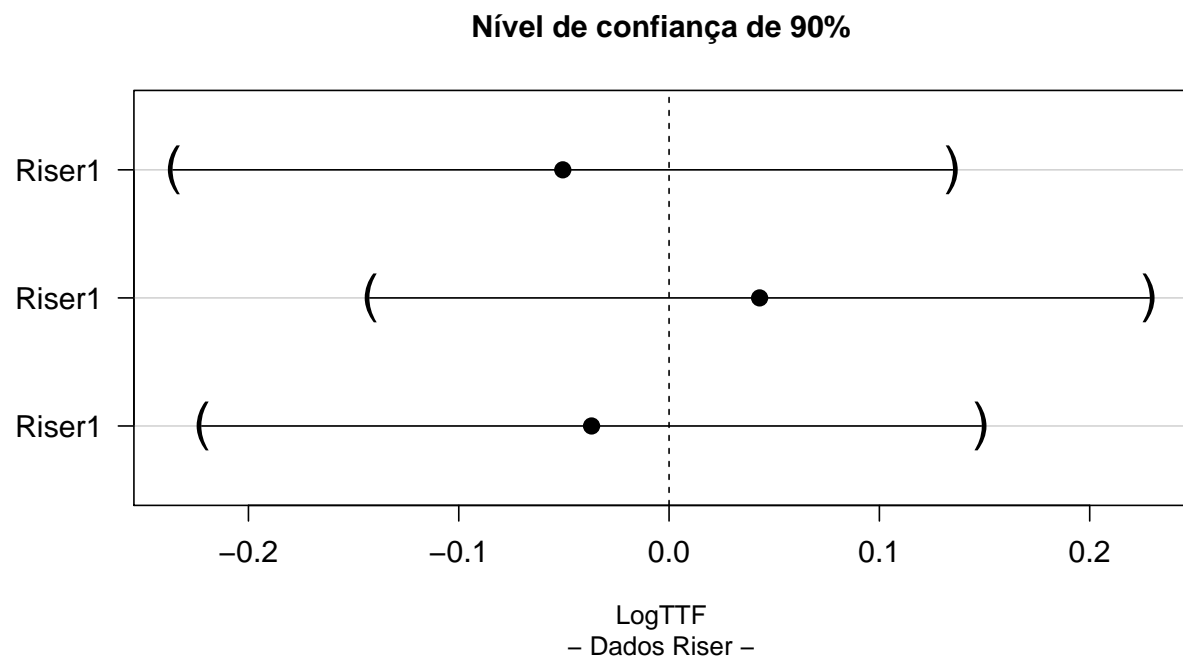


Figure 4: Análise um contra todos - verificação de igualdade entre os grupos.