

EEE933: Estudo de Caso 02 - Avaliação e comparação do retorno médio de ações

Bernardo Bacha
bernardobr@ufmg.br

Gustavo Reis
augustogustavo94@gmail.com

Marília Melo
mariliamacedomelo@gmail.com

Introdução

Neste estudo deseja-se comparar a rentabilidade de cinco ações da bolsa de valores, selecionadas por um investidor através de estudos de mercado e carteiras recomendadas. O investidor possui um montante financeiro disponível e deseja investir todo este capital em uma única ação da bolsa de valores visando a maior rentabilidade para o próximo mês.

O objetivo do teste é atingir:

- Nível de significância (alfa): 0.05
- Poder de teste: 0.8

Projeto Experimental

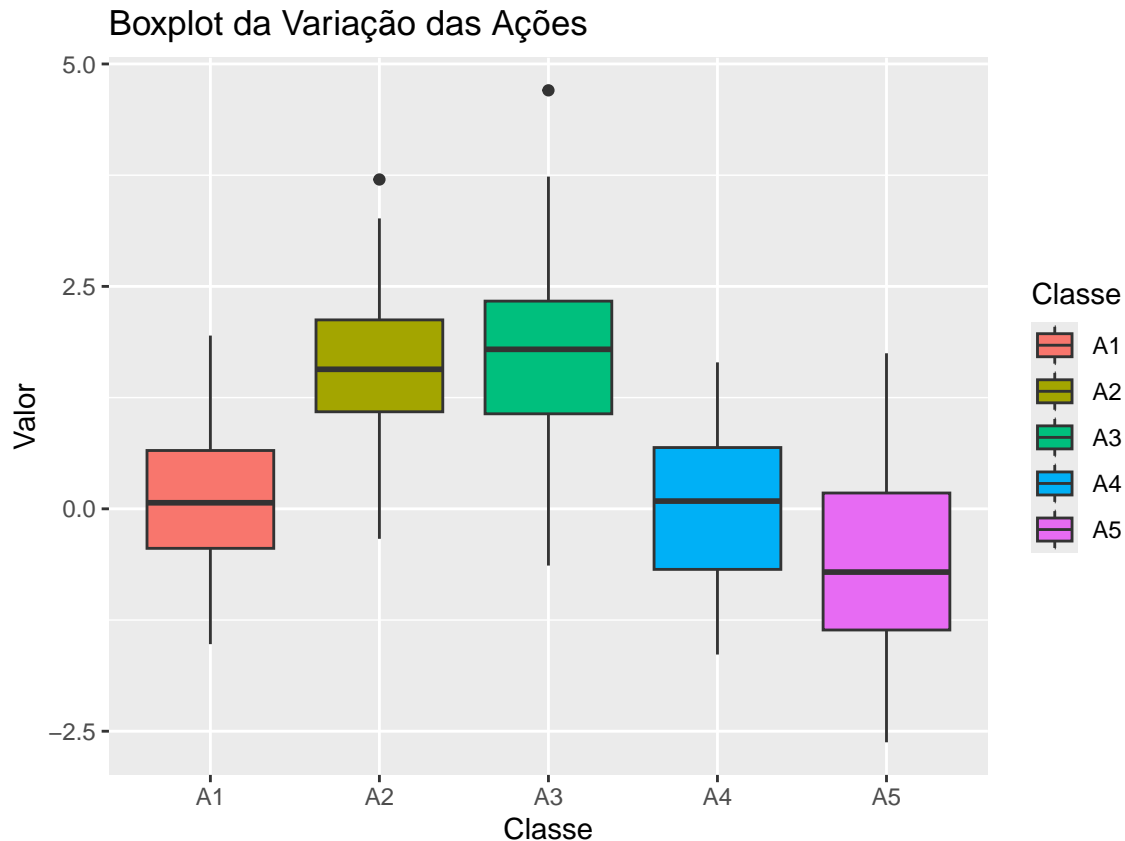
O objetivo deste estudo é encontrar a ação de maior potencial de rentabilidade dentre cinco ações diferentes da bolsa de valores, a partir de dados históricos do desempenho de tais ações nos últimos 36 meses. O estudo inicia com as seguintes hipóteses:

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

A hipótese nula indica que não há uma diferença significativa entre as rentabilidades das ações. A hipótese alternativa sugere que existe uma diferença nas rentabilidades das ações, ou seja, pelo menos uma das ações tem uma rentabilidade diferente de zero (ou de outras ações). Caso hipótese nula seja rejeitada, realiza-se uma comparação múltipla para identificar a ação que possuiu o maior potencial de retorno mensal para o investidor.

Análise Exploratória de Dados

Calcula-se o ganho de cada ação mês a mês, considerando que o preço de abertura de um dado mês é idêntico ao preço de fechamento da mesma ação no mês anterior.



Análise Estatística

Resultados do Experimento 1

Aplica-se a Análise de Variância (ANOVA) para verificar se existem diferenças significativas nas médias das variações percentuais mensais das cinco ações da bolsa de valores.

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Classe      4  151.3   37.83  40.75 <2e-16 ***
## Residuals  170   157.8    0.93
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

A tabela do teste ANOVA fornece, além das informações das fontes de variabilidade (níveis e erro aleatório) com seus respectivos graus de liberdade, soma dos quadrados e quadrados médios, o valor da estatística de teste F_0 e o seu p-valor correspondente.

O valor F é a razão entre os quadrados médios dos grupos e dos resíduos:

$$F_0 = \frac{\text{Mean Sq (Classe)}}{\text{Mean Sq (Residuals)}} = \frac{37.83}{0.93} = 40.68$$

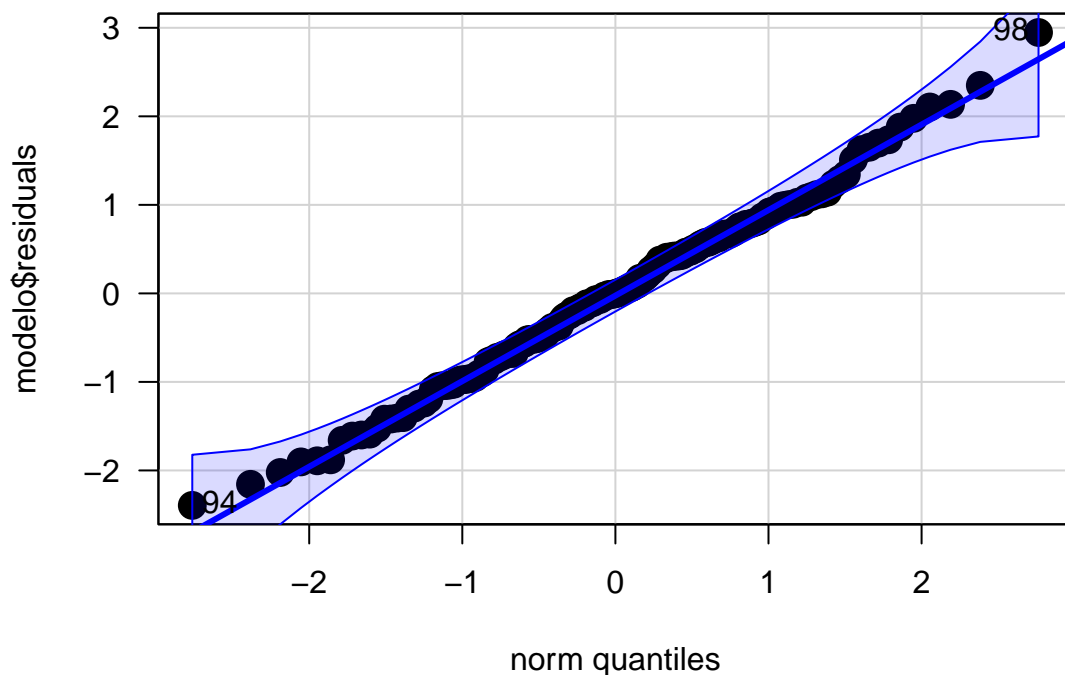
O valor F de 40.68 indica que a variabilidade entre as ações é 40.68 vezes maior do que a variabilidade dentro de cada ação, ou seja, resultados significantemente distintos entre si. E o p-valor ($<2e-16$) é menor do que o nível de significância padrão de 0.05, rejeitando a hipótese nula.

Validação das Premissas

É necessário verificar três premissas: 1. Normalidade; 2. Homoscedasticidade, i.e., igualdade da variância entre os grupos; 3. Independência.

Para validar a premissa de normalidade da população, utiliza-se o teste Shapiro-Wilk.

```
##  
## Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data:  modelo$residuals  
## W = 0.99562, p-value = 0.8924
```

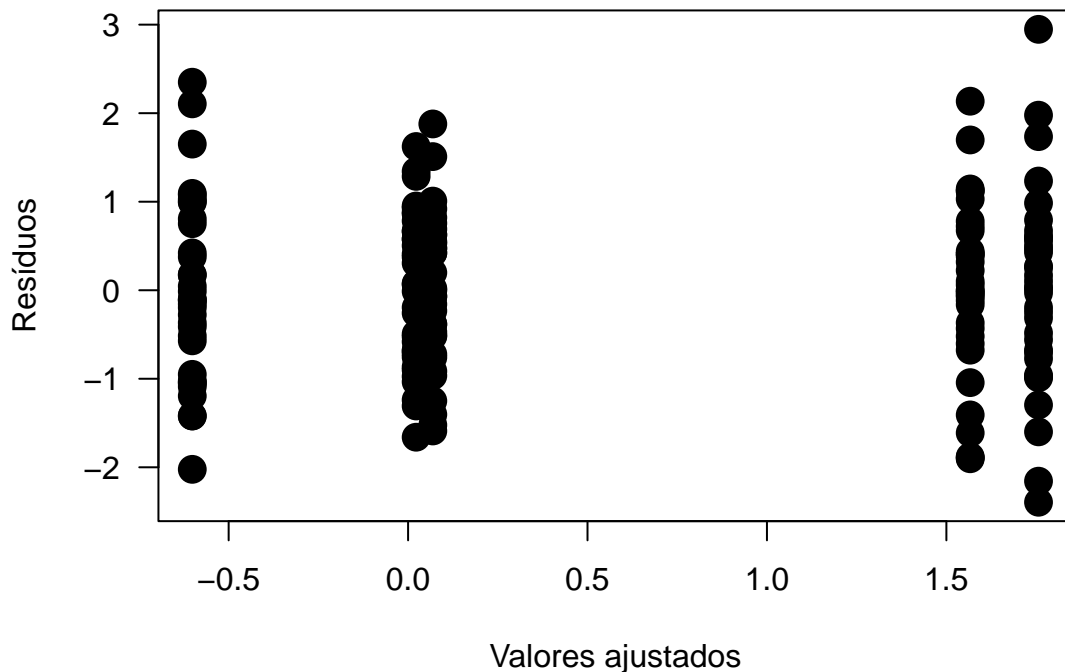


```
## [1] 98 94
```

A estatística W de 0.99562 (próxima a 1), combinada ao p-valor de 0.8924 (superior a 0.05) indicam forte aderência à normalidade.

A premissa de homoscedasticidade pode ser verificada pelo teste de Fligner-Killen.

```
##  
## Fligner-Killeen test of homogeneity of variances  
##  
## data:  Valor by Classe  
## Fligner-Killeen:med chi-squared = 1.3362, df = 4, p-value = 0.8552
```



O p-valor é igual a 0.8552 (superior a 0.05) sugere que a homogeneidade das variâncias foi atendida, ou seja, a hipótese de homoscedasticidade é mantida.

O teste de Durbin-Watson da autocorrelação é utilizado então para validar a premissa de independência das amostras. Esta premissa refere-se à independência entre as observações, de forma que o valor de uma observação ou amostra não deve ser influenciado pelas outras.

```
## lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
## 1      0.03150792      1.925964    0.452
## Alternative hypothesis: rho != 0
```

A correlação entre as observações atuais e as passadas é de 0.031, o valor da estatística de Durbin-Watson (1.925964) é muito próximo de 2 e que o p-valor (0.382) é superior ao nível de significância de 0.05. Tais valores sugerem que os resíduos do modelo são independentes.

Assim, as premissas de ANOVA de normalidade, homoscedasticidade e independência dos dados foram atendidas.

O power.t.test determina o número de amostras necessário alcançar o poder de teste desejado.

```
## Número de amostras necessárias para poder de 80%: 29.61813
## Poder real do teste com o número atual de amostras: 0.1288945
```

O número de amostras necessárias para alcançar o poder de teste desejado é de aproximadamente 38, ou seja, 3 amostras a mais em cada um dos grupos.

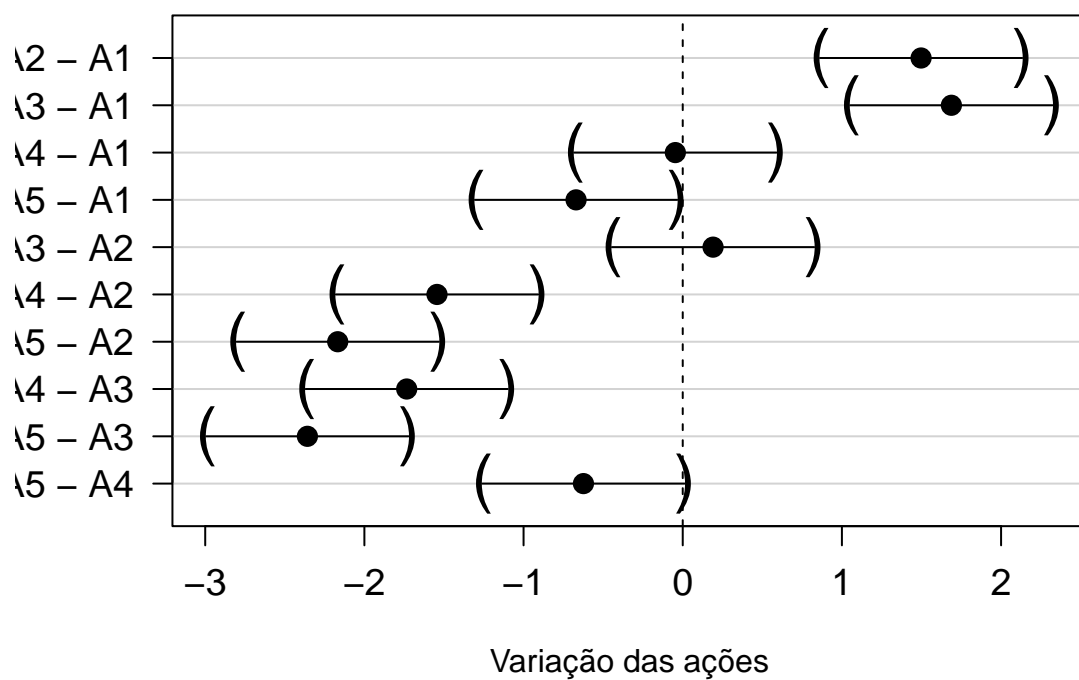
O poder desejado é 0.8 (ou 80%) e o poder alcançado foi de aproximadamente 0.1289 (ou 12.89%). Os resultados indicam que é necessário aguardar mais 3 meses para atingir um poder de teste de 80%.

Resultados do Experimento

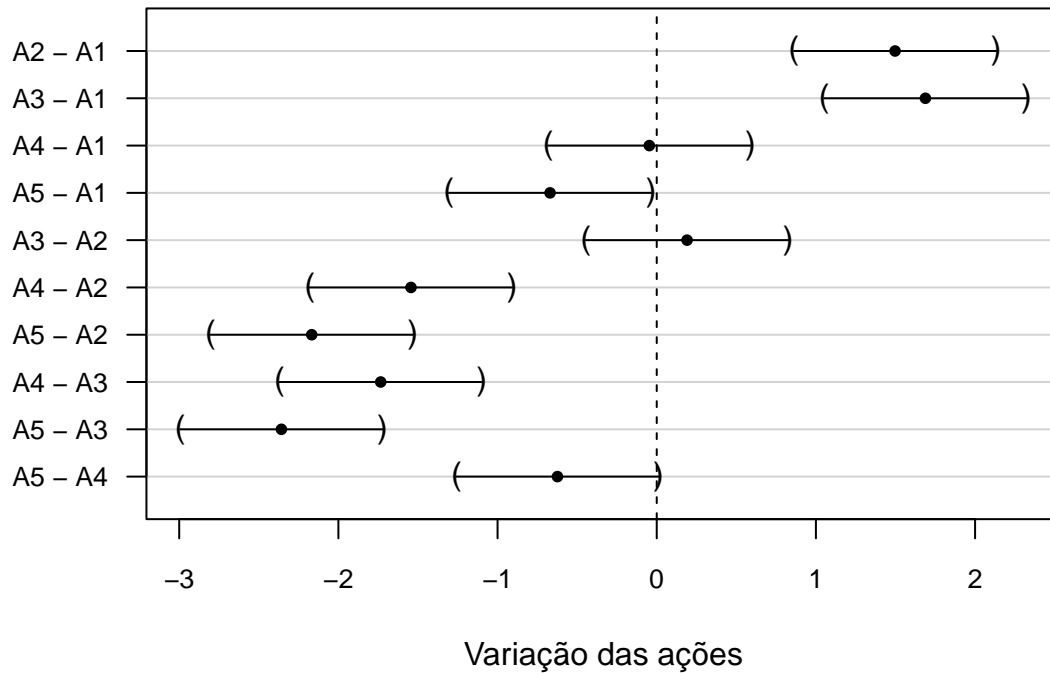
Uma vez que a hipótese nula foi rejeitada e o teste de ANOVA obteve sucesso, é possível iniciar a análise de qual ação melhor se adequa aos critérios do investidor. Realizam-se então comparações múltiplas. Neste estudo são feitas comparações do tipo todos contra todos através da abordagem de Diferença Significativa Honesta (HSD - Honest Significant Difference) de Tukey. O método de comparação do tipo todos contra um (Teste de Dunnett) não é recomendado para o presente estudo, pois não há grupo de controle - nenhuma ação será considerada como padrão de referência para as demais.

```
##
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses
##
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
##
##
## Fit: aov(formula = Valor ~ Classe, data = acoes_long)
##
## Linear Hypotheses:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## A2 - A1 == 0  1.49743    0.23033   6.501  <0.001 ***
## A3 - A1 == 0  1.68781    0.23033   7.328  <0.001 ***
## A4 - A1 == 0 -0.04643    0.23033  -0.202   0.9996
## A5 - A1 == 0 -0.67021    0.23033  -2.910   0.0330 *
## A3 - A2 == 0  0.19038    0.23033   0.827   0.9221
## A4 - A2 == 0 -1.54386    0.23033  -6.703  <0.001 ***
## A5 - A2 == 0 -2.16764    0.23033  -9.411  <0.001 ***
## A4 - A3 == 0 -1.73424    0.23033  -7.529  <0.001 ***
## A5 - A3 == 0 -2.35802    0.23033 -10.237  <0.001 ***
## A5 - A4 == 0 -0.62378    0.23033  -2.708   0.0569 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
## (Adjusted p values reported -- single-step method)
```

95% family-wise confidence level



95% family-wise confidence level



Os intervalos calculados ajudam a interpretar as diferenças entre os pares de grupos. Quando o intervalo não contém 0 é uma indicação de que há uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Considerando que as ações A2 e A3 se destacam por apresentarem os maiores estimates, utiliza-se como apoio o Bloxplot das ações para compará-las. A ação A2 possui o maior valor mínimo dentre todas ações; A3 apresenta o maior preço de fechamento e também maior variação, logo maior volatilidade; as extensões da caixa de A2 são menores, logo menor variação.

Assim, considera-se que a ação A3 deve ser escolhida pelo investidor.

Conclusões e Recomendações

Neste estudo foram comparadas cinco ações diferentes a partir da análise histórica das mesmas ao longo de três anos consecutivos, com o objetivo de determinar aquela de maior rendimento mensal. O teste de ANOVA foi utilizado para verificar a diferença significativa entre os diferentes as ações e em seguida realizou-se o teste de Tukey, de comparação do tipo todos contra todos. As ações A2 e A3 foram as que apresentaram melhores resultados e como o investidor quer a maior rentabilidade para o próximo mês, sugerindo um perfil de acionista arrojado, a ação A3 é recomendada.

O teste ANOVA apresentou poder abaixo do esperado. Para atingir o poder de 80% desejado, é sugerido que o aguarde mais três meses.

Papéis desempenhados

Marília Melo: Metodologia, Pesquisa, Design da apresentação de dados, Desenvolvimento, Redação original; **Gustavo Reis:** Metodologia, Supervisão, Validação de dados e experimentos, Redação - revisão; **Bernardo Bacha:** Análise de dados, Metodologia, implementação e teste de software, Redação - revisão;

Referências

[1] [2]