# Estudo de Caso 02: Comparação do IMC médio de alunos do PPGEE-UFMG ao longo de dois semestres

Diego Pontes, Elias Vieira, Matheus Bitarães

Janeiro, 2021

## Descrição do problema

Neste estudo, deseja-se comparar o IMC médio de duas populações de alunos da pós-graduação da Engenharia Elétrica (PPGEE) da UFMG no segundo semestre de 2016 e de 2017. Para este estudo, foram disponibilizadas duas amostras, sendo uma para cada semestre em questão, onde serão feitas as análises para o estudo já mencionado.

## Introdução

Reconhecido internacionalmente pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o IMC indica o peso adequado para cada pessoa, fazendo uma relação entre sua massa corpórea (em kg) e sua altura (em m) [1], conforme a Equação 1, mostrada abaixo.

IMC = peso/ (altura * altura) (1) (transformar em fórmula)

Pode-se classificar o valor do IMC conforme listado abaixo [1]:

IMC abaixo de 18,5: Peso abaixo do normal;

IMC entre 18,5 e 24,9: São pesos considerados normais pela OMS;

IMC entre 25 e 29,9: Peso em pré-obesidade ou acima do peso;

IMC entre 30 e 34,9: Este índice indica obesidade grau um;

IMC acima 35 e 39,9: Indica obesidade grau dois

IMC acima de 40: Indica obesidade grau três ou mórbida

## Design do Experimento

Como já mencionado, deseja-se comparar o IMC dos alunos do PPGEE-UFMG de dois semestres distintos, conforme amostradas recebidas. Para tal estudo, serão feitas duas análises e testes estatísticos independentes considerando duas subpopulações distintas, uma considerando somente o sexo masculino e outra para o sexo feminino.

As seguintes hipóteses estatísticas foram definidas:

1) Há evidências de que a média do IMC dos alunos do PPGEE-UFMG de 2/2016 é diferente da média do IMC dos alunos do PPGEE-UFMG de 2/2017? (subpopulação masculina)

2) Há evidências de que a mediana do IMC das alunas do PPGEE-UFMG de 2/2016 é diferente da mediana do IMC das alunas do PPGEE-UFMG de 2/2017? (subpopulação feminina)

No decorrer do estudo ficará claro o motivo pela qual foi utilizado média e mediana para a subpopulação masculina e feminina, respectivamente.

Dadas as hipóteses estatísticas descritas acima, podem-se definir as seguintes hipóteses de testes, em função da média e mediana do IMC dos alunos do sexo masculino e do sexo feminino, respectivamente:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_{m2016} = \mu_{m2017} \\ H_1 : \mu_{m2016} \neq \mu_{m2017} \end{cases}$$

$$\begin{cases} H_0 : \mu_{f2016} = \mu_{f2017} \\ H_1 : \mu_{f2016} \neq \mu_{f2017} \end{cases}$$

Além das hipóteses estatísticas acima, tem-se as seguintes definições:

1) Nível de significância (alfa) de 0,05. O nível de significância é a probabilidade de ocorrência de um falso positivo em qualquer procedimento de teste de hipótese [2].
2) Potência de teste = 1 - beta = 0,X. Onde beta é a probabilidade de ocorrência de um falso negativo em qualquer procedimento de teste de hipótese [2] e, portanto, a potência de teste quantifica a sensibilidade do teste à efeitos que violam sua hipótese nula [2].

## Análise Estatística

### Importação dos dados

Foram importados os arquivos *imc_20162.csv* e *CS01_20172.csv* para o estudo proposto.

```
# importação dos dados
raw_data_2016 <- read.csv(file = 'imc_20162.csv')
raw_data_2017 <- read.csv(file = 'CS01_20172.csv', sep=';')

head(raw_data_2016)
```

```
##   ID Course Gender Height.m Weight.kg
## 1  1  PPGEE      F     1.57      45.5
## 2  2  PPGEE      F     1.62      53.0
## 3  3  PPGEE      F     1.70      57.0
## 4  4  PPGEE      F     1.62      59.0
## 5  5  PPGEE      F     1.67      63.0
## 6  6  PPGEE      F     1.76      78.0
```

```
head(raw_data_2017)
```

```
##   Weight.kg height.m Sex Age.years
## 1      89.0     1.73   M        23
## 2      72.5     1.64   M        28
## 3      84.0     1.70   M        34
## 4      90.0     1.72   M        27
## 5      60.0     1.70   M        33
## 6      79.0     1.80   M        27
```

Como pode ser visto, há diferenças estruturais entre os arquivos, como colunas com nomes diferentes, além de dados de alunos que não pertencem ao PPGEE-UFMG no arquivo de dados de 2016. Portanto, estes dados foram tratados para que ficassem com mesma estrutura, conforme códigos abaixo.

```
# Filtra dados apenas de estudantes do ppgee (necessario apenas em 2016)
raw_data_2016 <- subset(raw_data_2016, Course=="PPGEE")

# renomeia coluna de 2016
names(raw_data_2016)[names(raw_data_2016) == "Gender"] <- "Sex"

# renomeia coluna de 2017
names(raw_data_2017)[names(raw_data_2017) == "height.m"] <- "Height.m"
```

Na sequência, deve-se criar uma nova coluna com o calculo do IMC e separar os dados entre masculino e feminino, conforme códigos abaixo.

```
# cria coluna com calculo do IMC
raw_data_2016$IMC = raw_data_2016$Weight.kg / (raw_data_2016$Height.m * raw_data_2016$Height.m)
raw_data_2017$IMC = raw_data_2017$Weight.kg / (raw_data_2017$Height.m * raw_data_2017$Height.m)

# separa entre masculino e feminino e armazena apenas o IMC
imc_m_2016 <- subset(raw_data_2016, Sex=="M")$IMC
imc_f_2016 <- subset(raw_data_2016, Sex=="F")$IMC
imc_m_2017 <- subset(raw_data_2017, Sex=="M")$IMC
imc_f_2017 <- subset(raw_data_2017, Sex=="F")$IMC
```

### Informação dos dados

Com as amostras tratadas e separadas conforme proposta inicial e em posse do IMC destas subpopulações, tem-se os seguintes dados estatísticos:

```
# imprime um sumario com as principais informações estatisticas dos IMCs
summary(imc_m_2016)
```

```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##   17.58   22.47   24.36   24.94   27.14   37.55
```

```
summary(imc_m_2017)
```

```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##   17.72   22.41   23.75   24.29   26.22   30.42
```

```
summary(imc_f_2016)
```

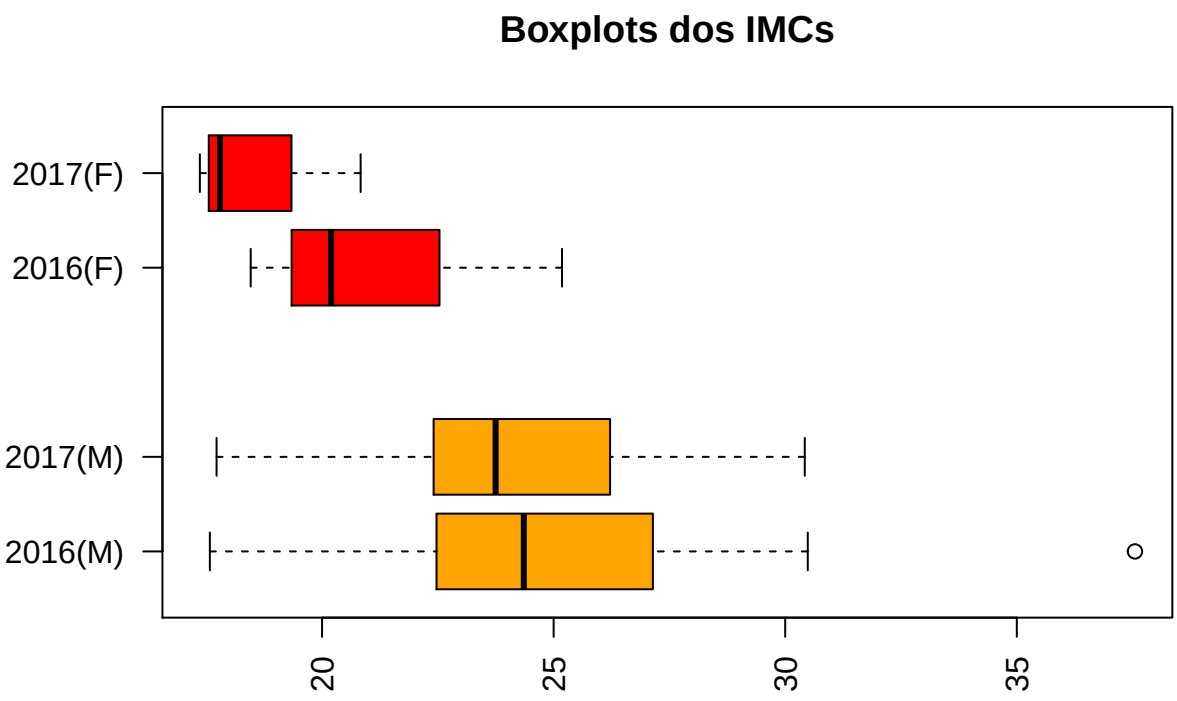
```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##   18.46   19.34   20.20   21.08   22.54   25.18
```

```
summary(imc_f_2017)
```

```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##   17.36   17.65   17.80   18.45   18.59   20.83
```

A fim de avaliar a distribuição empírica dos dados obtidos, foi feita uma análise gráfica a partir do boxplot das subpopulações separadas pelo ano.

```
# boxplot
boxplot(imc_m_2016, imc_m_2017, imc_f_2016, imc_f_2017,
main = "Boxplots dos IMCs",
at = c(1,2,4,5),
names = c("2016(M)", "2017(M)", "2016(F)", "2017(F)"),
las = 2,
col = c("orange","orange", "red", "red"),
horizontal = TRUE,
notch = FALSE
)
```




**OBS1: Necessário uma análise mais detalhada do boxplot(diego)**

**OBS2: tem muito pouca amostra feminina. Acredito que precisamos falar sobre o impacto disso nas analises (Matheus)**

**Opinião do diego sobre OBS2: Vamos falar, mas precisamos pensar a hora certa, pois até esta etapa são apenas dados. Acho que em algum momento dará uma discrepancia sei la, além do que podemos propor como (Discussão sobre possíveis formas de melhorar este experimento)**

Em uma análise visual, pode-se supor que os dados referentes a subpopulação masculina dos dois anos possuem uma distribuição normal, embora exista um outlier na distribuição de 2016. Em relação a subpopulação feminina, pode-se supor que a distribuição em 2016 é normal, enquanto a de 2017 não. No entanto, para uma avaliação estatística sobre a validação da hipótese de uma distribuiçã normal para as amostras, pode-se usar o teste Shapiro-Wilk.

```r
# teste de Shapiro-Wilk
shapiro.test(imc_m_2016)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  imc_m_2016
## W = 0.92833, p-value = 0.1275
```

```r
shapiro.test(imc_m_2017)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  imc_m_2017
## W = 0.96494, p-value = 0.6206
```

```r
shapiro.test(imc_f_2016)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  imc_f_2016
## W = 0.91974, p-value = 0.4674
```

```r
shapiro.test(imc_f_2017)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  imc_f_2017
## W = 0.7475, p-value = 0.03659
```

A hipótese nula do teste de Shapiro-Wilk é que a população possui distribuição normal. Portanto, um valor de $p < 0.05$ indica rejeição da hipótese nula, ou seja, os dados não possuem distribuição normal[3]. Portanto, analisando os resultados dos testes, tem-se uma confirmação das suposições de normalidade feitas anteriormente, com exceção da da subpopulação feminina de 2017, a qual não podemos assumir normalidade.

Com estas informações, justifica-se as hipóteses estatísticas definidas, pois a média é usada para distribuições numéricas normais, que têm uma baixa quantidade de valores discrepantes, enquanto a mediana é geralmente utilizada para retornar a tendência central para distribuições numéricas distorcidas[6]. **[matheus]não entendi este paragrafo**

Em posse dessas conclusões, o estudo será dividido em duas partes (masculino e feminino), devido às diferenças no processamento dos dados que ocorrerão.

### 1) Subpopulação masculina

Dados os resultados do teste de Shapiro-Wilk, podemos assumir normalidade para as amostras da subpopulação masculina de 2016 e 2017. Pretendemos utilizar o Teste T para comparação das amostras e, para isto, é necessário haver homocedasticidade (as variâncias poderem ser consideradas iguais). Para a análise da variância dos dados, pode-se usar o Teste F.

```r
# Teste F
var.test(imc_m_2016, imc_m_2017, alternative = "two.sided")
```

```
##
##  F test to compare two variances
##
## data:  imc_m_2016 and imc_m_2017
## F = 1.5839, num df = 20, denom df = 20, p-value = 0.3119
## alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
## 95 percent confidence interval:
##  0.6426853 3.9034665
## sample estimates:
## ratio of variances
##           1.583888
```

Analisando o p-valor, podemos concluir que não há evidência estatistica forte o suficiente que indique que as variâncias não são iguais. Iremos portanto considerar homocedasticidade entre as subpopulações.

Para a hipótese estatística proposta para as médias do IMC masculino, pode-se usar o teste t de student, visto que a distribuição normal dos valores já foi validada, assim como a variância constante dos erros experimentais para observações distintas. Neste teste, tem-se as seguintes hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : \mu 1 = \mu 2 \\ H_1 : \mu 1 \neq \mu 2 \end{cases}$$

```r
# teste t de student
t.test(imc_m_2016, imc_m_2017, var.equal=TRUE)
```

```
##
##  Two Sample t-test
##
## data:  imc_m_2016 and imc_m_2017
## t = 0.53979, df = 40, p-value = 0.5923
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  -1.784943  3.085836
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##  24.93595  24.28551
```

Como pode ser visto, o resultado do teste t de student retornou um p-valor igual a 0,5923, cujo valor é maior que o nível de significâcia adotado (0,05). Portanto, com 95% de confiança não é possível rejeitar a hipótese nula do estudo proposto de que as médias das populações masculinas dos dois anos são iguais.

Um outro teste pode ser feito para validação do resultado que é o Teste T de Welch. Percebe-se que ele também falhou em rejeitar a hipótese nula do estudo.

```r
# teste t de Welch
t.test(imc_m_2016, imc_m_2017, "two.sided", mu=0, conf.level = 0.95)
```

```
##
##  Welch Two Sample t-test
```

```
##
## data:  imc_m_2016 and imc_m_2017
## t = 0.53979, df = 38.057, p-value = 0.5925
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  -1.788823  3.089716
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##  24.93595  24.28551
```

**VER ONDE COLOCAR ESTA PARTE** Embora o nível de significância tenha sido definido inicialmente, é interessante encontrar o tamanho de efeito, sendo este a medida da importância prática dos resultados de eventuais diferenças encontradas entre duas ou mais médias ou variâncias [4]. Existem várias maneiras de se fazer isto tais como: o Teste de Cohen, Teste de Glass, Teste de Hedges, Teste Psi, dentre outros [4]. O Teste de Cohen, por exemplo, foi desenhado para ser utilizado quando os escores das duas populações que estão sendo comparadas são contínuos e de distribuição normal[5]. Como visto, temos um p-valor maior que o nível de significância e, por isso, não há evidências para rejeitar a hipótese nula, onde as variâncias são iguais. Portanto, dado a distribução normal e a igualdade de variâncias assumidas de acordo com os testes de Shapiro-Wilk e F, respectivamente, pode-se usar o d de Cohen como estimativa do tamanho de efeito dos dados masculinos.

**o cohen.d não funcionou no meu R. É como se a bliblioteca não estivesse instalada, mas tentei de tudo quanto é jeito e não foi**

```
# d de Cohen
```

Para se calcular a Potência do Teste, pode-se utilizar a função power.t.test.

**Precisamos entender como fazer e, pelo que vi, precisaremos do valor de d de cohen**

```
# Poder do Teste - Ainda não implementado
```

**2) Subpopulação feminina**

Diferente da subpopulaçõa masculina, não podemos tratar a amostra feminina em uma disitribuição normal. Quanta a análise da variância das amostras, o teste F não pode ser utilizado devido a não-normalidade da população. Uma alternativa é o teste ...

```
# teste de ??? - ainda não implementado
```

Como pode ser visto, ....

**análise do resultado do teste escolhido e escolha do teste para encontrarmos o Poder de Teste**

```
# Poder do Teste - ainda não implementado
```

Como pode ser visto, ....

**análise do resultado do teste escolhido**

Para a hipótese estatística proposta para as medianas do IMC feminino, pode-se usar o...

```
# Teste para a hipótese estatística - ainda não implementado
```

Como pode ser visto, ....

**análise do resultado do teste escolhido**

**Discussão e Conclusão**

**Lembrando que precisamos comentar ou incrementar o que foi comentado sobre:**

- **Derivação de conclusões e recomendações.**
- **Discussão sobre a potência do teste (se aplicável).**
- **Discussão sobre possíveis formas de melhorar este experimento.**

**Atividades dos membros**

...

**Referencias**


[1] https://www.unimedfortaleza.com.br/blog/cuidar-de-voce/como-calcular-imc

[2] Notas de aula

[3] https://rpubs.com/paternogbc/46768

[4] http://www.cpaqv.org/estatistica/tamanho_do_efeito.pdf

[5] https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/158388/000944613.pdf?sequence=1#:~:text=Cohen%20introduziu%

[6] https://support.zendesk.com/hc/pt-br/articles/228989407-M%C3%A9dia-versus-Mediana#:~:text=A%20m%C3%A9dia