Universidade de Brasília

Departamento de Estatística

Trabalho de amostragem - Grupo 3

Autores:

Bruno Gondim Toledo 15/0167636

Giulia

Dail

Guilherme

Brasília

10 de novembro de 2023

Conteúdo

1 Resumo

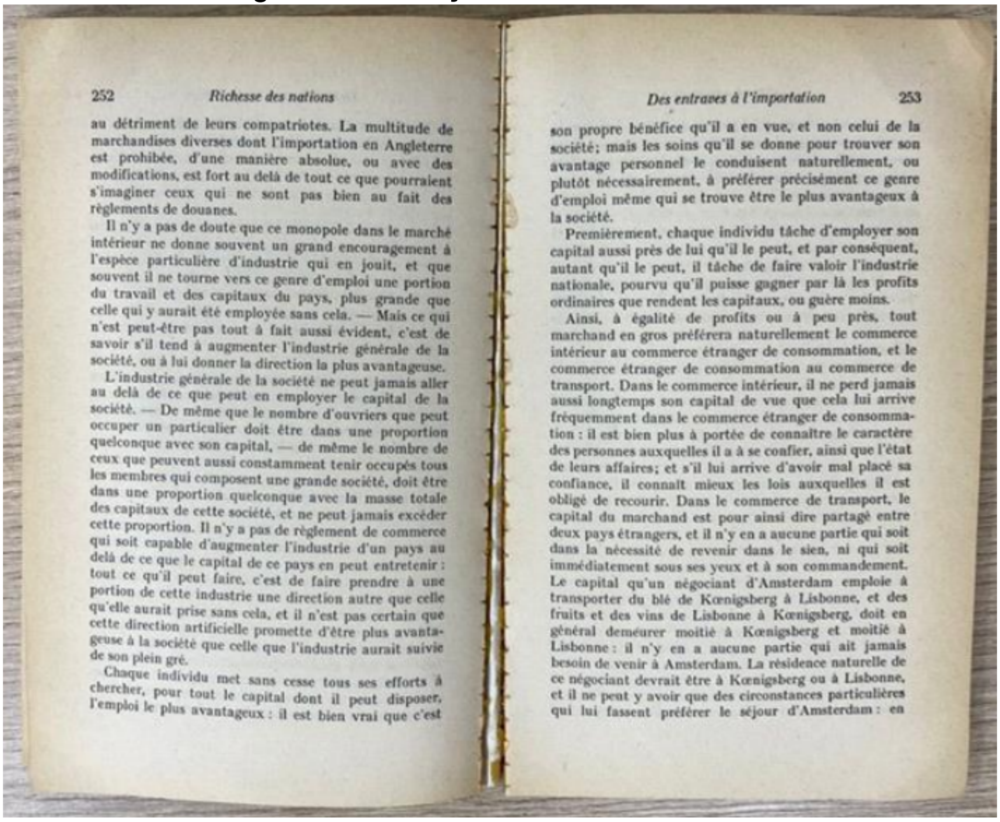
Este projeto é um desdobramento do trabalho de amostragem “Estudo sobre a qualidade física dos livros da BCE” realizado no primeiro semestre de 2023, na disciplina Técnicas de Amostragem, pelos alunos Lucas Coelho Christo Fernandes, Luiz Gustavo Jordão Graciano e Raissa Alvim Teixeira.

2 Metodologia

Seguindo as orientações dos autores citados no Resumo, a avaliação do estado dos livros será feita com base em 3 critérios: o estado da capa; a oxidação das páginas e/ou costura do livro aparente; e o uso de marca textos ou canetas ou lápis. Assim, o livro será classificado com “avarias” (ou codificado como 1) se apresentar qualquer um dos critérios acima, e será classificado como “sem avarias” (ou codificado como 0), caso contrário. Como referência para essa avaliação, verificar as Figuras abaixo:

Figura 1: Capa com avaria

Figura 2: Oxidação/Costura com avaria



252 *Richesse des nations*

au détriment de leurs compatriotes. La multitude de marchandises diverses dont l'importation en Angleterre est prohibée, d'une manière absolue, ou avec des modifications, est fort au delà de tout ce que pourraient s'imaginer ceux qui ne sont pas bien au fait des règlements de douanes.

Il n'y a pas de doute que ce monopole dans le marché intérieur ne donne souvent un grand encouragement à l'espèce particulière d'industrie qui en jouit, et que souvent il ne tourne vers ce genre d'emploi une portion du travail et des capitaux du pays, plus grande que celle qui y aurait été employée sans cela. — Mais ce qui n'est peut-être pas tout à fait aussi évident, c'est de savoir s'il tend à augmenter l'industrie générale de la société, ou à lui donner la direction la plus avantageuse.

L'industrie générale de la société ne peut jamais aller au delà de ce que peut en employer le capital de la société. — De même que le nombre d'ouvriers que peut occuper un particulier doit être dans une proportion quelconque avec son capital, — de même le nombre de ceux que peuvent aussi constamment tenir occupés tous les membres qui composent une grande société, doit être dans une proportion quelconque avec la masse totale des capitaux de cette société, et ne peut jamais excéder cette proportion. Il n'y a pas de règlement de commerce qui soit capable d'augmenter l'industrie d'un pays au delà de ce que le capital de ce pays en peut entretenir : tout ce qu'il peut faire, c'est de faire prendre à une portion de cette industrie une direction autre que celle qu'elle aurait prise sans cela, et il n'est pas certain que cette direction artificielle promette d'être plus avantageuse à la société que celle que l'industrie aurait suivie de son plein gré.

Chaque individu met sans cesse tous ses efforts à chercher, pour tout le capital dont il peut disposer, l'emploi le plus avantageux : il est bien vrai que c'est

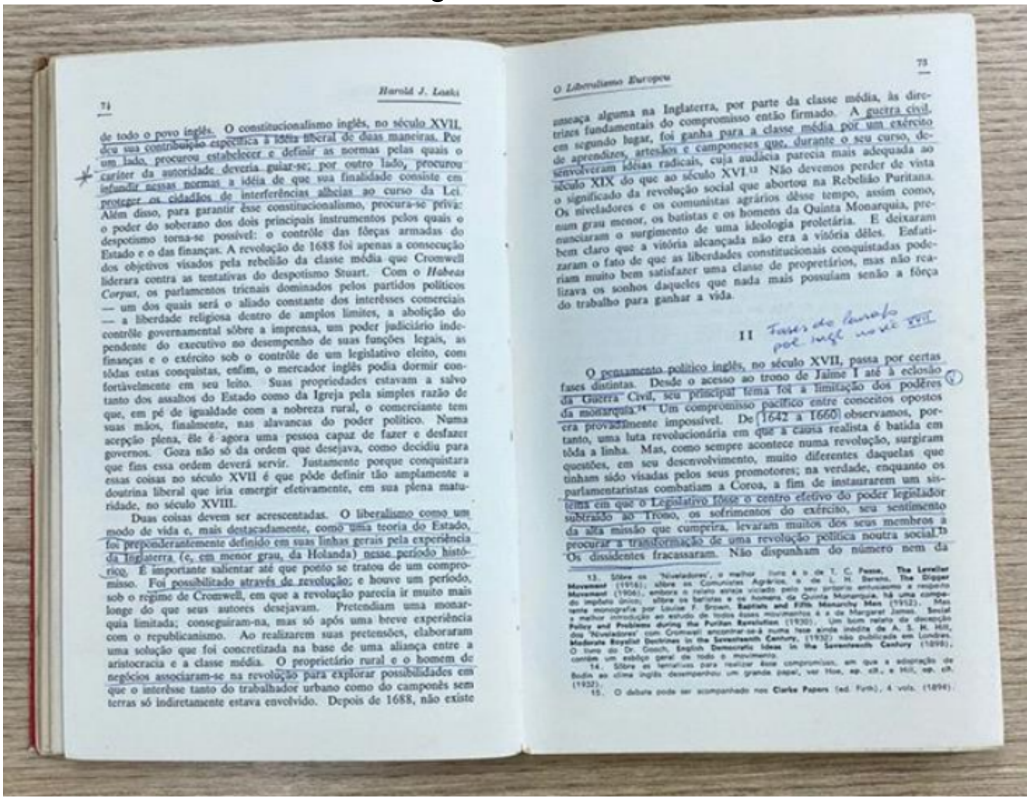
Des entraves à l'importation 253

son propre bénéfice qu'il a en vue, et non celui de la société; mais les soins qu'il se donne pour trouver son avantage personnel le conduisent naturellement, ou plutôt nécessairement, à préférer précisément ce genre d'emploi même qui se trouve être le plus avantageux à la société.

Premièrement, chaque individu tâche d'employer son capital aussi près de lui qu'il le peut, et par conséquent, autant qu'il le peut, il tâche de faire valoir l'industrie nationale, pourvu qu'il puisse gagner par là les profits ordinaires que rendent les capitaux, ou guère moins.

Ainsi, à égalité de profits ou à peu près, tout marchand en gros préférera naturellement le commerce intérieur au commerce étranger de consommation, et le commerce étranger de consommation au commerce de transport. Dans le commerce intérieur, il ne perd jamais aussi longtemps son capital de vue que cela lui arrive fréquemment dans le commerce étranger de consommation : il est bien plus à portée de connaître le caractère des personnes auxquelles il a à se confier, ainsi que l'état de leurs affaires; et s'il lui arrive d'avoir mal placé sa confiance, il connaît mieux les lois auxquelles il est obligé de recourir. Dans le commerce de transport, le capital du marchand est pour ainsi dire partagé entre deux pays étrangers, et il n'y en a aucune partie qui soit dans la nécessité de revenir dans le sien, ni qui soit immédiatement sous ses yeux et à son commandement. Le capital qu'un négociant d'Amsterdam emploie à transporter du blé de Kœnigsberg à Lisbonne, et des fruits et des vins de Lisbonne à Kœnigsberg, doit en général demeurer moitié à Kœnigsberg et moitié à Lisbonne : il n'y en a aucune partie qui ait jamais besoin de venir à Amsterdam. La résidence naturelle de ce négociant devrait être à Kœnigsberg ou à Lisbonne, et il ne peut y avoir que des circonstances particulières qui lui fassent préférer le séjour d'Amsterdam : en

Figura 3: Riscos



74 *Harold J. Laski*

de todo o povo inglês. O constitucionalismo inglês, no século XVII, deu sua contribuição específica à idéia liberal de duas maneiras. Por um lado, procurou estabelecer e definir as normas pelas quais o caráter da autoridade deveria guiar-se; por outro lado, procurou infundir nessas normas a idéia de que sua finalidade consiste em proteger os cidadãos de interferências alheias ao curso da Lei. Além disso, para garantir êsse constitucionalismo, procura-se privar o poder do soberano dos dois principais instrumentos pelos quais o despotismo torna-se possível: o contrôle das fôrças armadas do Estado e o das finanças. A revolução de 1688 foi apenas a consecução dos objetivos visados pela rebelião da classe média que Cromwell liderara contra as tentativas do despotismo Stuart. Com o *Habeas Corpus*, os parlamentos trienais dominados pelos partidos políticos — um dos quais será o aliado constante dos interêsses comerciais — a liberdade religiosa dentro de amplos limites, a abolição do contrôle governamental sôbre a imprensa, um poder judiciário independente do executivo no desempenho de suas funções legais, as finanças e o exército sob o contrôle de um legislativo eleito, com tôdas estas conquistas, enfim, o mercador inglês podia dormir confortàvelmente em seu leito. Suas propriedades estavam a salvo tanto dos assaltos do Estado como da Igreja pela simples razão de que, em pé de igualdade com a nobreza rural, o comerciante tem suas mãos, finalmente, nas alavancas do poder político. Numa acepção plena, êle é agora uma pessoa capaz de fazer e desfazer governos. Goza não só da ordem que desejava, como decidiu para que fins essa ordem deverá servir. Justamente porque conquistara essas coisas no século XVII é que pôde definir tão amplamente a doutrina liberal que iria emergir efetivamente, em sua plena maturidade, no século XVIII.

Duas coisas devem ser acrescentadas. O liberalismo como um modo de vida e, mais destacadamente, como uma teoria do Estado, foi preponderantemente definido em suas linhas gerais pela experiência da Inglaterra (e, em menor grau, da Holanda) nesse período histórico. É importante salientar até que ponto se tratou de um compromisso. Foi possibilitado através de revolução; e houve um período, sob o regime de Cromwell, em que a revolução parecia ir muito mais longe do que seus autores desejavam. Pretendiam uma monarquia limitada; conseguiram-na, mas só após uma breve experiência com o republicanismo. Ao realizarem suas pretensões, elaboraram uma solução que foi concretizada na base de uma aliança entre a aristocracia e a classe média. O proprietário rural e o homem de negócios associaram-se na revolução para explorar possibilidades em que o interêsse tanto do trabalhador urbano como do camponês sem terras só indiretamente estava envolvido. Depois de 1688, não existe

O Liberalismo Europeu 75

ameaça alguma na Inglaterra, por parte da classe média, às diretrizes fundamentais do compromisso então firmado. A guerra civil, em segundo lugar, foi ganha para a classe média por um exército de aprendizes, artesãos e camponeses que, durante o seu curso, desenvolveram idéias radicais, cuja audácia parecia mais adequada ao século XIX do que ao século XVI.[13] Não devemos perder de vista o significado da revolução social que abortou na Rebelião Puritana. Os niveladores e os comunistas agrários dêsse tempo, assim como, num grau menor, os batistas e os homens da Quinta Monarquia, prenunciaram o surgimento de uma ideologia proletária. E deixaram bem claro que a vitória alcançada não era a vitória dêles. Enfatizaram o fato de que as liberdades constitucionais conquistadas poderiam muito bem satisfazer uma classe de propretários, mas não realizava os sonhos daqueles que nada mais possuíam senão a fôrça do trabalho para ganhar a vida.

II

O pensamento político inglês, no século XVII, passa por certas fases distintas. Desde o acesso ao trono de Jaime I até à eclosão da Guerra Civil, seu principal tema foi a limitação dos podêres da monarquia.[14] Um compromisso pacífico entre conceitos opostos era provàvelmente impossível. De 1642 a 1660 observamos, portanto, uma luta revolucionária em que a causa realista é batida em tôda a linha. Mas, como sempre acontece numa revolução, surgiram questões, em seu desenvolvimento, muito diferentes daquelas que tinham sido visadas pelos seus promotores; na verdade, enquanto os parlamentaristas combatiam a Coroa, a fim de instaurarem um sistema em que o Legislativo fôsse o centro efetivo do poder legislador subtraído ao Trono, os sofrimentos do exército, seu sentimento da alta missão que cumprira, levaram muitos dos seus membros a procurar a transformação de uma revolução política noutra social.[15] Os dissidentes fracassaram. Não dispunham do número nem da

Sendo este o grupo 3, ficamos responsáveis pela Classe 2 — Religião — da Biblioteca Central da Universidade de Brasília (**BCE**).

Sem o cadastro de livros a serem pesquisados, o plano amostral mais indicado seria o conglomerado em dois estágios [1], mas o trabalho foi feito como se fosse um plano aleatório simples ou estratificado, seguindo o esquema a seguir:

Fomos à biblioteca verificar primeiramente quantas estantes existem em sua classe correspondente. No caso, haviam apenas duas estantes para esta classe, a qual dividimos em 4 (frente e verso). A seguir, usando os números aleatórios de uma página específica recebida do livro “A Million Random Digits with 100000 Normal Deviates” [2], cada componente do grupo selecionou 1 (uma) estante a ser pesquisada. Os membros do grupo garantiram que a mesma estante não foi utilizada mais de uma vez.

Como o tamanho das prateleiras era diferente para cada membro do grupo, utilizou-se critérios específicos para estimar o número total de livros para antes de realizar o sorteio. Para a prateleira 4, a menor de todas, a medida adotada foi de contar o número total de livros para obter o parâmetro, que é $N = 196$; e posteriormente sortear deste N total um $n = 25$ amostras, sorteadas segundo a tabela de números aleatórios [2] na página 265, linha 13.225.

3 Referencial teórico

A amostragem é uma técnica estatística que permite conseguir resultados aproximados para a população a partir de uma quantidade menor de informações, ou seja, por meio de observações de apenas um ”pedaço” dessa população. Dessa forma, consegue-se, com um intervalo de confiança, reduzir os custos e otimizar o tempo de coleta de informações sem perder a credibilidade para o estudo em questão.

3.1 Amostragem Aleatória Simples

Na amostragem aleatória simples, cada componente da população tem a mesma probabilidade de ser selecionado para fazer parte da amostra, ou seja, dada uma população com N indivíduos, cada um possui probabilidade igual a $\frac{1}{N}$ de ser selecionado. Além disso, é necessário que a seleção de indivíduos seja feita de forma aleatória.

Quando a amostra é relativamente grande, o Teorema do Limite Central garante que a média amostral ($\bar{X}$) aproxima-se de uma distribuição normal com média μ e variância σ^2/n, e o tamanho necessário de amostra (n'), para um determinado erro ε, nível de confiança γ e população infinita, é dado pela seguinte expressão:

$$n' = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \times s^2}{\varepsilon^2}$$

Com:

- $z_{\frac{\alpha}{2}}$: quantil da distribuição normal padrão e aproximadamente igual a 1,96 para α = 5% e 1,64 para α = 10%
- α: nível de significância, equivale a $1 - \gamma$
- s^2: variância amostral da variável analisada
- ε: erro sobre a estimativa do parâmetro populacional
- μ: média populacional da variável analisada
- σ^2: variância populacional da variável analisada

O erro ε significa que, se fosse possível construir uma grande quantidade de intervalos de confiança da forma $\bar{X} - \varepsilon \leq \mu \leq \bar{X} + \varepsilon$, todos baseados em amostras independentes de tamanho n', $100 \times \gamma$% (em geral, 90% ou 95%) conteriam o parâmetro populacional μ.

Quando se conhece o tamanho da população (N), o valor de n' pode ser corrigido para se reduzir o tamanho necessário de amostra para:

$$n = \frac{n'N}{N + n'}$$

É importante ressaltar que, como a proporção pode ser escrita como a média de variáveis indicadoras, os resultados apresentados acima também são válidos. Além disso, caso não se conheça o valor verdadeiro da variância, pode-se utilizar uma cota superior de 0,25, pois este é o valor máximo da variância de uma variável indicadora. [1]

3.1.1 Estimativa de parâmetros

A média amostral é dada por:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

A média amostral é um estimador não viesado para a média populacional (FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1])

A variância para uma amostra aleatória simples com reposição (AAS_c) é dada por (FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1]):

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{X})^2}{N}$$

Ainda segundo FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1], a variância para uma amostra aleatória simples sem reposição (AAS_s) é dada por:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{X})^2}{N-1}$$

Sendo assim, definem-se as variâncias da média $\bar{x}$ como (FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1]):

$$Var_{AAS_c}(\bar{x}) = \frac{S^2}{n}\frac{(N-n)}{N} = \frac{S^2}{n}(1-f)$$

onde f é dado por $\frac{n}{N}$.

Essa proporção inserida na fórmula é conhecida como fator de Correção para População Finita (CPF), ou do inglês Finite Population Correction (FPC) (FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1]).

É válido observar que para o cálculo dessa variância é preciso conhecer previamente alguns parâmetros populacionais tais como seu tamanho e a média de seus valores. Na prática, tais parâmetros não podem ser conhecidos, mas podem ser estimados a partir dos dados amostrais (FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1]).

De acordo com Cochran (FALCÃO,2013,p.5 [3] apud COCHRAN,1977 [1])), um estimador não viciado da variância populacional estimada S^2 ou σ^2 é dado por:

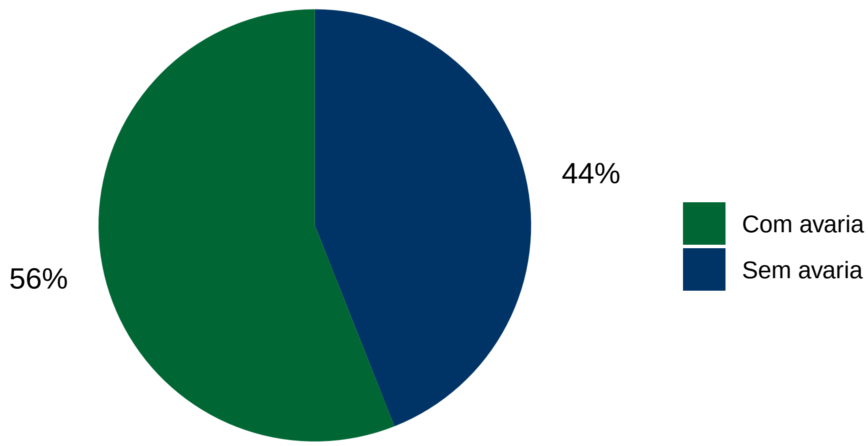
$$\widehat{Var}(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_1 - \bar{x})^2}{n-1} = s^2$$

4 Análises

4.1 Análise exploratória

4.1.1 Avaria

Figura 4: Gráfico de setores da proporção de livros avariados



4.1.2 Avaria por prateleira

Figura 5: Gráfico de barras da quantidade de avaria pela prateleira

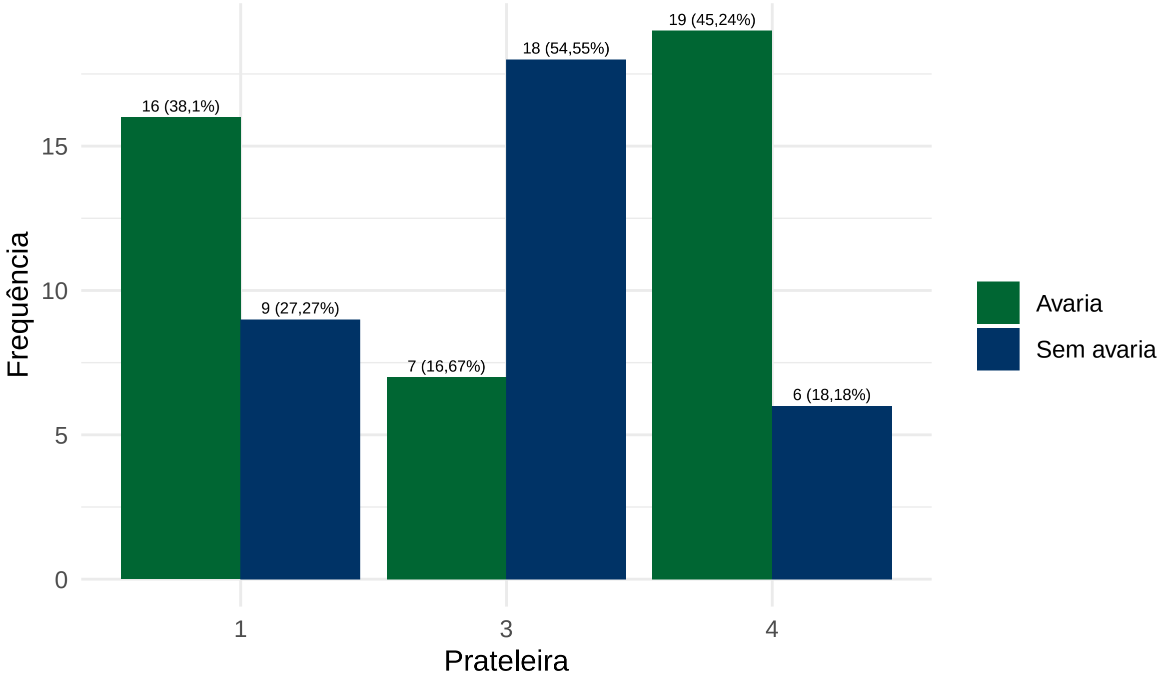


Figura 6: Diagrama de Sankey da proporção de livros avariados pela prateleiras

Testaremos a hipótese de que a quantidade de avarias difere entre as prateleiras.

$$\begin{cases} H_0 : \text{As médias de livros avariados das prateleiras são iguais} \\ H_1 : \text{Existe pelo menos uma prateleira com média diferente} \end{cases}$$

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Estatística F	P-valor
Prateleiras	2	3,12	1,56	7,31	0,0013
Resíduos	72	15,36	0,21		
Total	74	18,48			

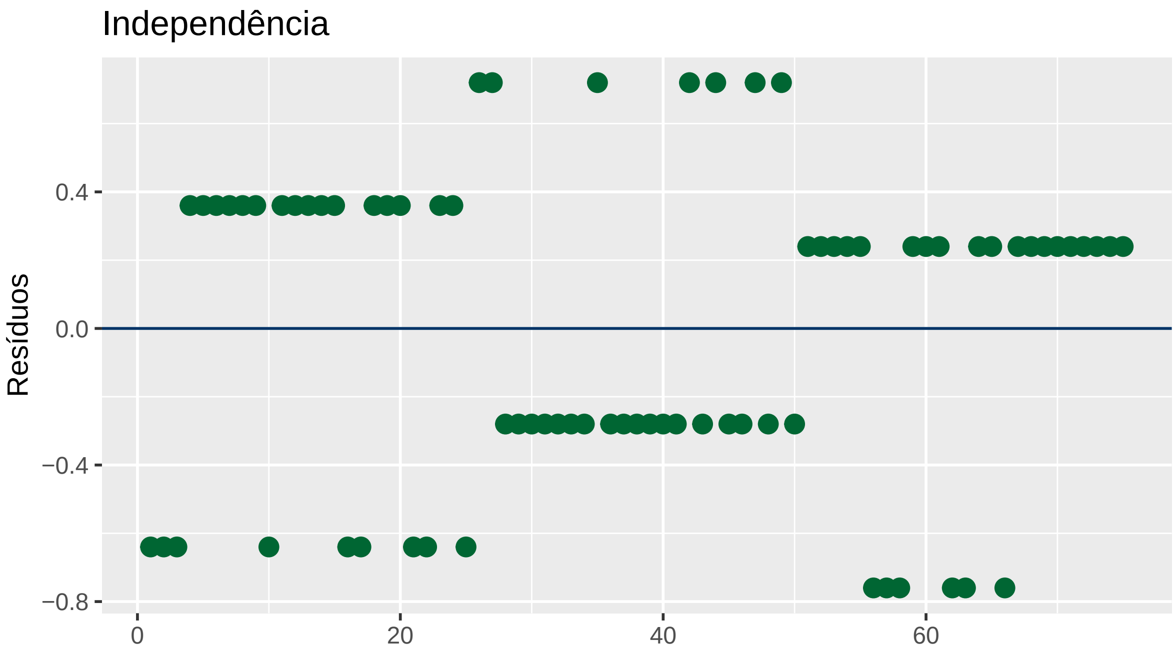
Sob um nível de significância $\alpha = 5\%$, rejeitamos a hipótese nula H_0 de igualdade de médias de avarias nas prateleiras. Ou seja, ao menos uma prateleira difere em relação a quantidade de livros avariados.

Devemos verificar os pressupostos do teste ANOVA.

4.1.2.1 Independência

Testaremos a independência pelo gráfico de dispersão dos resíduos.

Figura 7: Gráfico dos resíduos da ANOVA



Por este gráfico, não podemos concluir pela independência dos resíduos, pois estes formam padrões lineares no gráfico de dispersão.

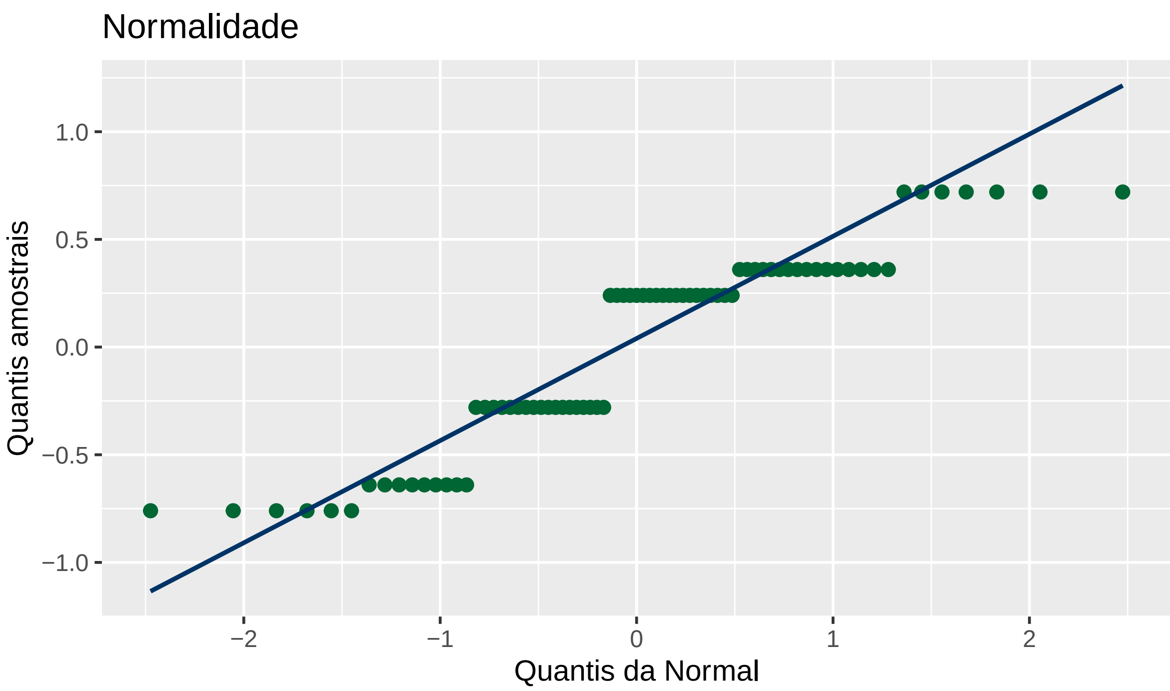
4.1.2.2 Normalidade

$$\begin{cases} H_0 : \text{Os resíduos seguem distribuição normal} \\ H_1 : \text{Os resíduos não seguem distribuição normal} \end{cases}$$

Quadro 1: P-valor do teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos

Variável	**Teste Shapiro-Wilk**	**Decisão do teste**
Resíduos ANOVA	<0,001	Rejeita H_0

Figura 8: Gráfico Q-Q dos resíduos da ANOVA



Pelo teste de Shapiro-Wilk e pelo Gráfico Q-Q, concluímos que os resíduos não seguem distribuição normal

4.1.2.3 Homocedasticidade

Como os resíduos não seguem distribuição normal, faremos o teste de Levene para homocedasticidade, em detrimento do teste de Bartlett, este muito sensível a normalidade.

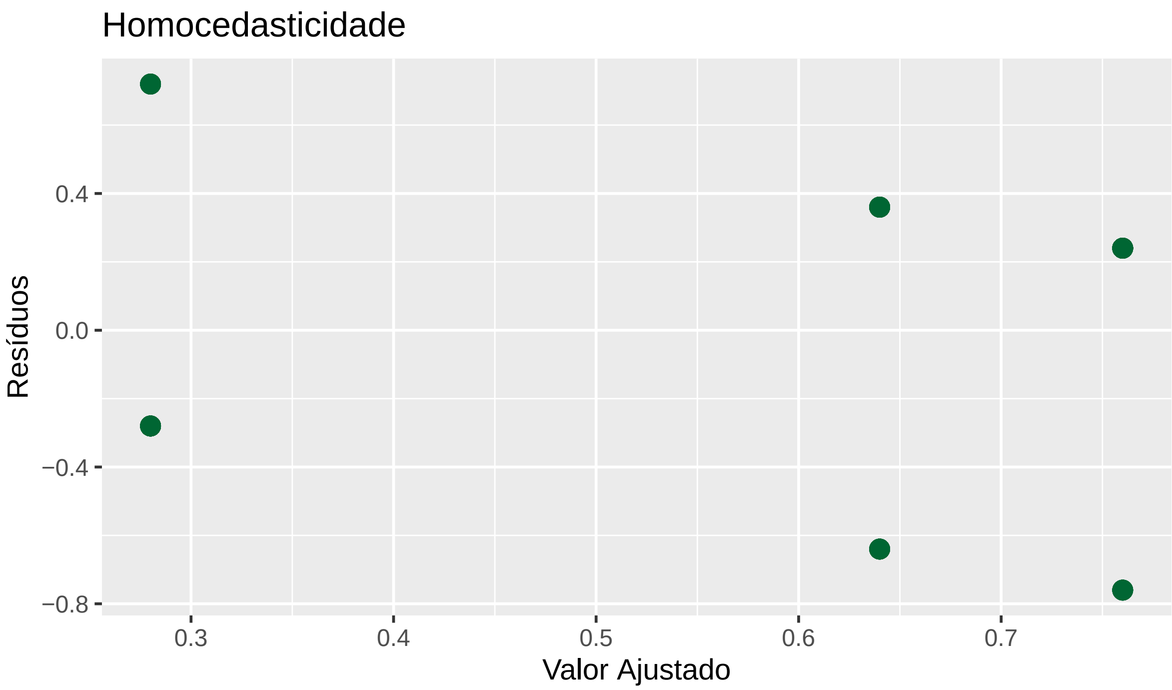
$$\begin{cases} H_0 : \text{As variâncias das prateleiras são homogêneas} \\ H_1 : \text{Ao menos uma prateleira contém variância heterogênea} \end{cases}$$

Quadro 2: P-valor do teste de Levene para homocedasticidade

Variável	Teste de Levene	Decisão do teste
Variâncias das prateleiras	0,647	Não rejeita H_0

Pelo teste de Levene e Gráfico dos resíduos pelos valores ajustados, concluímos pela não rejeição de H_0, ou seja, as variâncias são homogêneas.

Figura 9: Gráfico dos resíduos pelos resíduos ajustados da ANOVA



Rejeitados alguns dos pressupostos, devemos portanto utilizar uma abordagem não paramétrica para testar a hipótese da diferença das médias de avarias nas prateleiras. Utilizaremos o teste de Kruskall-Wallis.

$$\begin{cases} H_0 : \text{As medianas de livros avariados das prateleiras são iguais} \\ H_1 : \text{Existe pelo menos uma prateleira com mediana diferente} \end{cases}$$

Quadro 3: P-valor do teste de Kruskall-Wallis

Variável	**Teste Kruskall-Wallis**	**Decisão do teste**
Resíduos ANOVA	0.002	Rejeita H_0

Pelo teste de Kruskall-Wallis, concluímos que existem diferenças entre as medianas de avarias nas prateleiras.

4.1.3 Tipos de avaria

Figura 10: Gráfico de setores do tipo de avaria

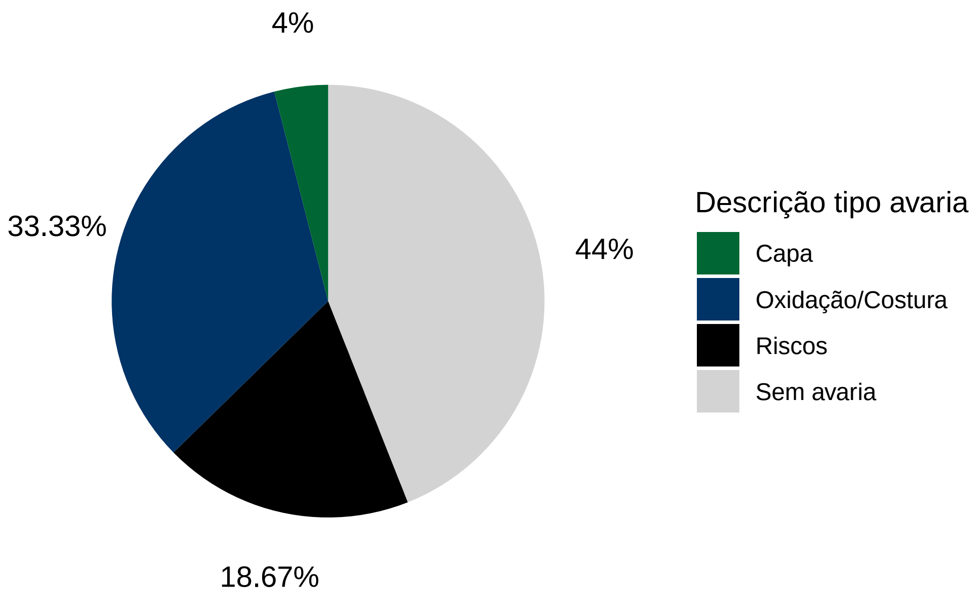
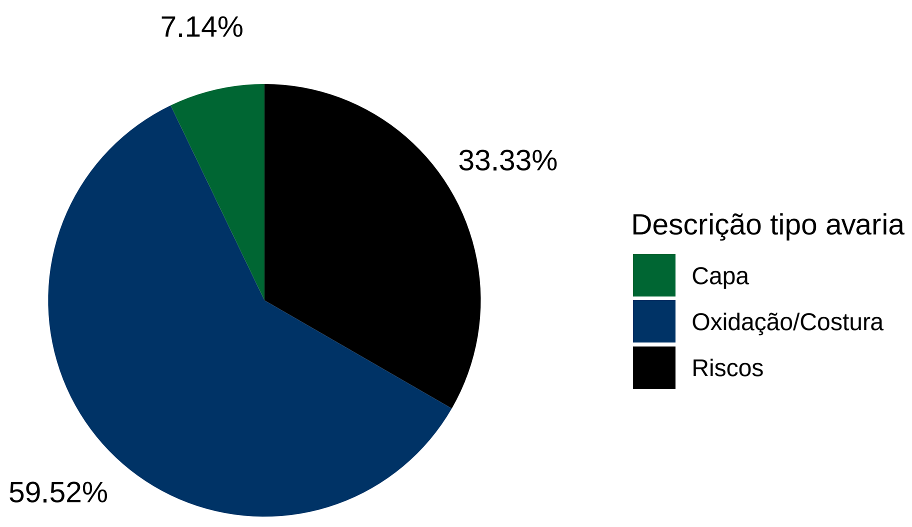


Figura 11: Gráfico de setores do tipo de avaria



4.1.4 Tipo de avaria por prateleira

Figura 12: Gráfico de barras do tipo de avaria pela prateleira

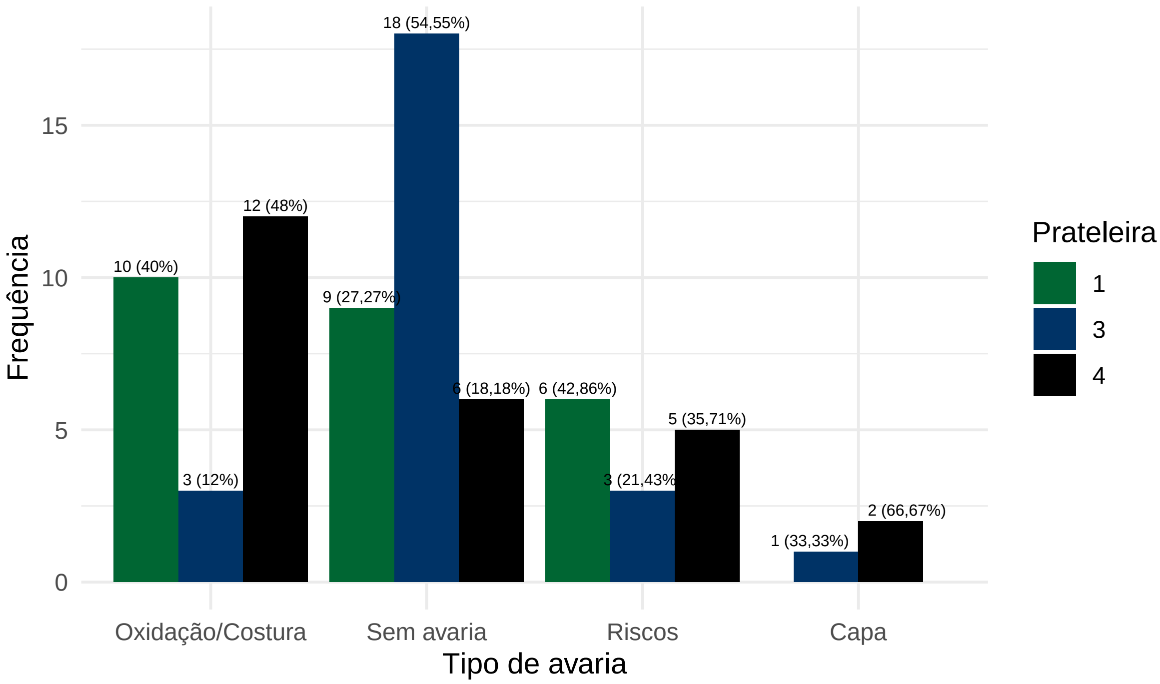


Tabela 1: Frequências dos tipos de avaria pela prateleira

Tipos de avaria	**Prateleira 1**	**Prateleira 3**	**Prateleira 4**	**Total**
Capa	0	1	2	3
Oxidação/Costura	10	3	12	25
Riscos	6	3	5	14
Total	16	7	19	42

Faremos um teste para testar a hipótese do tipo de avaria ter relação com a prateleira no qual o livro se encontra.

$$\begin{cases} H_0 : \text{O tipo de avaria é independente da prateleira ao qual o livro se encontra} \\ H_1 : \text{Existe dependência do tipo de avaria à prateleira em que o livro se encontra} \end{cases}$$

Quadro 4: P-valor do teste Qui-Quadrado de independência

Variável	**Teste Qui-quadrado**	**Decisão do teste**
Tipo de avaria	0,576	Não rejeita H_0

Pelo teste Qui-quadrado, concluímos que não existe relação entre o tipo de avaria e a prateleira em que o livro se encontra.

4.2 Amostragem

Com base nas fórmulas referenciadas no referencial teórico, estimamos a verdadeira proporção de livros avariados na população.

Com estatística pontual $p = 0,56$ e erro padrão $EP = 0,0573$, inferimos sobre o intervalo de confiança $\alpha = 5$% assintótico para a proporção em:

Quadro 5: Intervalo de confiança para a proporção de livros avariados na população

Estatística pontual	Intervalo de Confiança (95%)
0,56	$0,4477 \quad 0,6723$

Aqui, não estamos fazendo correção de população finita, que deve ser posteriormente realizado caso o parâmetro N seja conhecido.

5 Conclusão

6 Códigos Computacionais

Confira na íntegra no Github.

```
if (!require("pacman")) install.packages("pacman")

pacman::p_load(
  tidyverse, data.table,
  readxl, readr, ggcorrplot, cowplot,
  RColorBrewer, scales, nortest, xlsx,
  skimr,xtable
  )

windowsFonts(Arial=windowsFont("sans"))

options(scipen=999)

# Definindo paleta de cores da UnB
cores_unb <- c("#006633", "#003366","#000000","lightgray")

percent <- function(absolute, digits = 2) {
  return(round(100 * absolute / sum(absolute), digits))
}

# Definindo função que retorna banco de dados com frequências
# relativas e absolutas de uma variável categórica
vector_frequencies <- function(vector) {
  frequency <- vector %>%
    table() %>%
    as_tibble() %>%
    mutate(
      rel = n %>%
```

```
        percent() %>%
        paste("%", sep = "")
    )
  colnames(frequency) <- c("groups", "absolute", "relative")
  return(frequency)
}

# 1.1 Dados ----
df <- read_excel("banco/grupo3.xlsx",
                    col_types = c("skip",
                                  "text", "text", "text","text",
                                  "text","text", "text", "text"))

# 1.2 ETL ----
colnames(df)
df$Classe <- factor(df$Classe)
df$Avaria <- as.numeric(df$Avaria)
df$Descrição_avaria <- factor(df$Descrição_avaria)
df$Tipo_avaria <- factor(df$Tipo_avaria)
df$Descrição_tipo_avaria <- factor(df$Descrição_tipo_avaria)
df$Prateleira <- factor(df$Prateleira)

# 2 Análises ----
# 2.0 Exploratória ----
# 2.0.1 Tabela completa em LaTeX ----
p_load(xtable)
xtable(df)

# 2.0.2 Tabela de contingência do tipo de avaria pela prateleira - LaTeX
xtable(table(df$Descrição_tipo_avaria, df$Prateleira))

# 2.0.3 Gráfico: Tipo de avaria pela prateleira ----
```

```
df$Descrição_tipo_avaria <- as.character(df$Descrição_tipo_avaria)
df %>%
  select(Descrição_tipo_avaria, Prateleira) %>%
  mutate(Descrição_tipo_avaria = ifelse(is.na(Descrição_tipo_avaria), "S
  group_by(Descrição_tipo_avaria, Prateleira) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  mutate(
    freq_relativa = freq %>% percent(),
    porcentagens = str_c(freq_relativa, "%") %>% str_replace("\\.", ",")
    legendas = str_squish(str_c(freq, " (", porcentagens, ")"))
    ) %>%
  ggplot() +
  aes(
    x = fct_reorder(Descrição_tipo_avaria, freq, .desc = T),
    y = freq,
    fill = Prateleira,
    label = legendas
    ) +
  geom_col(position = position_dodge2(preserve = "single", padding = 0)
  geom_text(
    position = position_dodge(width = .9),
    vjust = -0.5, hjust = 0.5,
    size = 2) +
  scale_fill_manual(values = cores_unb)+
  labs(x = "Tipo de avaria", y = "Frequência") +
  theme_minimal()
ggsave("resultados/grafico1.pdf", width = 158, height = 93, units = "mm


# 2.0.4 Proporção avaria ----

contagem2 <- df %>%
```

```
  mutate(Descrição_avaria = ifelse(Descrição_avaria == "Sem avaria", "Se
  group_by(Descrição_avaria) %>%
  summarise(Freq = n()) %>%
  mutate(Prop = round(100 * (Freq / sum(Freq)), 2)) %>%
  arrange(desc(Descrição_avaria)) %>%
  mutate(posicao = cumsum(Prop) - 0.5 * Prop,
         ymax = cumsum(Prop),
         ymin = c(0, head(ymax, n=-1)))

ggplot(contagem2) +
  aes(
    x = factor(""),
    y = Prop,
    fill = factor(Descrição_avaria)
  ) +
  geom_bar(width = 1, stat = "identity") +
  coord_polar(theta = "y") +
  scale_fill_manual(values = cores_unb,name = "") +
  theme_void() +
  geom_text(
    aes(x = 1.8, y = posicao, label = paste0(Prop, "%")),
    color = "black"
  )
ggsave("resultados/grafico2.pdf", width = 158, height = 93, units = "mm


# 2.0.5 Proporção tipo de avaria ----
contagem <- df %>%
  mutate(Descrição_tipo_avaria = ifelse(is.na(Descrição_tipo_avaria), "S
  group_by(Descrição_tipo_avaria) %>%
  summarise(Freq = n()) %>%
  mutate(Prop = round(100 * (Freq / sum(Freq)), 2)) %>%
```

```
  arrange(desc(Descrição_tipo_avaria)) %>%
  mutate(posicao = cumsum(Prop) - 0.5 * Prop,
         ymax = cumsum(Prop),
         ymin = c(0, head(ymax, n=-1)))

ggplot(contagem) +
  aes(
    x = factor(””),
    y = Prop,
    fill = factor(Descrição_tipo_avaria)
  ) +
  geom_bar(width = 1, stat = ”identity”) +
  coord_polar(theta = ”y”) +
  scale_fill_manual(values = cores_unb,name = ”Descrição tipo avaria”)
  theme_void() +
  geom_text(
    aes(x = 1.8, y = posicao, label = paste0(Prop, ”%”)),
    color = ”black”
  )
ggsave(”resultados/grafico3.pdf”, width = 158, height = 93, units = ”mm

# 2.0.6 Proporção tipo de avaria - tirando ”sem avaria” ----
contagem3 <- df %>%
  na.omit() %>%
  group_by(Descrição_tipo_avaria) %>%
  summarise(Freq = n()) %>%
  mutate(Prop = round(100 * (Freq / sum(Freq)), 2)) %>%
  arrange(desc(Descrição_tipo_avaria)) %>%
  mutate(posicao = cumsum(Prop) - 0.5 * Prop,
         ymax = cumsum(Prop),
         ymin = c(0, head(ymax, n=-1)))
```

```
ggplot(contagem3) +
  aes(
    x = factor(""),
    y = Prop,
    fill = factor(Descrição_tipo_avaria)
  ) +
  geom_bar(width = 1, stat = "identity") +
  coord_polar(theta = "y") +
  scale_fill_manual(values = cores_unb,name = "Descrição tipo avaria")
  theme_void() +
  geom_text(
    aes(x = 1.8, y = posicao, label = paste0(Prop, "%")),
    color = "black"
  )
ggsave("resultados/grafico4.pdf", width = 158, height = 93, units = "mm


# 2.1 Proporção estimada na população, com intervalo de confiança; esta
p_load(samplingbook)
Sprop(y=df$Avaria)

# 2.1.1 Mesmo, porém "chutando" um valor para N ----
# N = População de livros na Classe 2 - Religião - na BCE.
Sprop(y=df$Avaria,N=197+2*1500)

# 2.2.1 Verificando se a avaria pode ser explicada pelo tipo da avaria
summary(aov(Avaria ~ Tipo_avaria + Prateleira,data=df)) # Não significa

# 2.2.2 Verificando se a avaria pode ser explicada por qual prateleira
anova = aov(Avaria ~ Prateleira,data=df)
summary(anova) # O teste anova indica que a prateleira em que o livro f
# Pressupostos do teste
```

```
# 2.2.2.1 Normalidade dos resíduos ----
shapiro.test(anova$residuals) # Não são normais
qqnorm(anova$residuals)
qqline(anova$residuals)

# 2.2.2.2 Independência ----
plot(anova$residuals)
plot(anova$residuals~anova$fitted.values)
# Não aparentam ser independentes

# 2.2.2.3 Homocedasticidade ----
pacman::p_load(car)
leveneTest(y=df$Avaria,group=df$Prateleira)
# Variâncias homogêneas.

# 2.2.3 Teste não paramétrico - Kruskall-Wallis ----
kruskal.test(Avaria ~ Prateleira,data=df) # Pelo teste não paramétrico

# 2.2.4 Verificando se o tipo de avaria é homogêneo entre as prateleira
p_load(stats)
chisq.test(df$Tipo_avaria,df$Prateleira
#           , simulate.p.value = TRUE,B=10000
           )
# O teste qui-quadrado indica que O tipo de avaria é independente da pr

# 2.2.5 Diagrama de Sankey: Proporção de livros avariados/não avariados

p_load(ggalluvial)
prop <- df |>
  select(Descrição_avaria,Prateleira) |>
  count(Descrição_avaria, Prateleira) |>
```

```
  mutate(proptot = prop.table(n),
         Descrição_avaria = ifelse(Descrição_avaria == "Avaria","Com av

ggplot(as.data.frame(prop),
       aes(y = proptot, axis1 = factor(Descrição_avaria), axis2 = facto
  geom_alluvium(aes(fill = factor(Descrição_avaria)), width = 1/12,alpha
  geom_stratum(width = 1/12, fill = cores_unb[4], colour = cores_unb[3]
  geom_label(stat = "stratum", infer.label = TRUE) +
  scale_x_discrete(limits = c("Avaria", "Prateleira"),
                   expand = c(.05, .05),
                   labels = c("Avaria", "Prateleira")) +
  scale_fill_manual(values = cores_unb) +
  scale_y_continuous(labels = NULL,
                     name = NULL,
                     breaks = NULL) +
  theme_minimal()


# 2.2.6 Diagrama de Sankey: Tipo de avaria por cada prateleira ----

prop2 <- df |>
  select(Descrição_tipo_avaria,Prateleira) |>
  mutate(Descrição_tipo_avaria = ifelse(is.na(Descrição_tipo_avaria), "S
  count(Descrição_tipo_avaria, Prateleira) |>
  mutate(proptot = prop.table(n))

ggplot(as.data.frame(prop2),
       aes(y = proptot, axis1 = factor(Descrição_tipo_avaria), axis2 =
  geom_alluvium(aes(fill = factor(Descrição_tipo_avaria)), width = 1/12
  geom_stratum(width = 1/12, fill = cores_unb[4], colour = cores_unb[3]
  geom_label(stat = "stratum", infer.label = TRUE) +
  scale_x_discrete(limits = c("Avaria", "Prateleira"),
```

```
                  expand = c(.05, .05),
                  labels = c("Avaria", "Prateleira")) +
scale_fill_manual(values = rev(cores_unb)) +
scale_y_continuous(labels = NULL,
                   name = NULL,
                   breaks = NULL) +
theme_minimal()
```

Referências

[1] W.G. COCHRAN. *Sampling Techniques*. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley, 1977. ISBN: 9780471162407.

[2] Rand Corporation. *A Million Random Digits with 100,000 Normal Deviates*. Free Press, 1955. ISBN: 9780029257906.

[3] João Renato Falcão. *IMPLEMENTAÇÃO DE ALGORITMO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE DADOS AMOSTRAIS COMPLEXOS*. Relatório. Universidade de Brasília, 2013.