

# Estudo do Efeito “Stroop” Utilizando Testes de Hipóteses

Páblo Dias Vieira

24 de maio de 2017

## Descrição do experimento

O chamado "efeito Stroop" é estabelecido através de uma série de palavras as quais se testam a nomeação cromática em palavras para cores escritas com letras em cores que podiam concordar (Congruentes) ou não com a denotação das palavras (Incongruentes).

O experimento tem duas condições avaliadas. A primeira em relação ao tempo de resposta ao grupo de palavras Congruentes, sendo que este grupo é composto por palavras do tipo: LARANJA, AZUL, VERMELHO. Note que estas palavras são escritas em conformidade com a coloração da fonte. A segunda condição é composta pelo tempo de resposta às palavras Incongruentes, sendo então que neste grupo contém palavras na seguinte forma: LARANJA, AZUL, VERMELHO. Note agora que as cores das palavras não se comparam com a escrita das mesmas.

O experimento consiste em fazer com que cada participante responda em voz alta as cores das palavras. A quantidade de tempo até resposta é computada por participante e esse tempo é medido para cada grupo de palavras.

## Variáveis contidas no experimento

Como o experimento trata-se da quantidade de tempo necessária de resposta aos grupos de palavras apresentadas, podemos considerar então que esta será nossa variável dependente, sendo assim esta variável será “influenciada” pelos dois grupos de palavras (Congruentes e Incongruentes) que não tem ligação entre si, ou seja, são independentes.

## Objetivos e hipóteses estatísticas relacionadas

Levando-se em conta os tipos de variáveis que obtemos no experimento, queremos então verificar se as diferentes condições em que as palavras são apresentadas influencia no resultado do indivíduo. Para a consecução do objetivo proposto, utilizaremos então as seguintes hipóteses:

$$H_0: \mu_C = \mu_I$$

*Os grupos de palavras Congruentes e Incongruentes apresentam tempos de conclusão iguais*

$$H_1: \mu_C \neq \mu_I$$

### *Os grupos de palavras Congruentes e Incongruentes não apresentam tempos de conclusão iguais*

Onde  $\mu_C$  representa a média populacional da condição congruente e  $\mu_I$  a média populacional da condição incongruente. Observe que serão utilizados os parâmetros populacionais  $\mu$ , pois a partir de uma amostra com dados limitados faremos inferências sobre as populações. As hipóteses Nula ( $H_0$ ) e Alternativa ( $H_a$ ) testarão, respectivamente, se as médias populacionais dos grupos não diferem estatisticamente entre si, ou se a diferença pode ser considerada estatisticamente significativa entre si.

### Conjunto de dados e teste estatístico recomendado

Este trabalho utiliza uma amostra de 24 participantes aos quais participaram do teste do "efeito Stroop". Para isso foram mensurados os tempos de respostas aos grupos de palavras Congruentes e Incongruentes. A amostra utilizada contém 24 observações divididas em 2 colunas. Foi utilizado o *Software Livre R* para realização da análise e apresentação de dados via Rmarkdown, o código utilizado será disponibilizado ao fim do documento com link de acesso ao repositório GitHub.

Os dados do experimento estão contidos em tabela, na seguinte forma:

Congruentes	Incongruentes
12.079	19.278
16.791	18.741
9.564	21.214
8.630	15.687
14.669	22.803
12.238	20.878
14.692	24.572
8.987	17.394
9.401	20.762
14.480	26.282
22.328	24.524
15.298	18.644
15.073	17.510
16.929	20.330
18.200	35.255
12.130	22.158
18.495	25.139
10.639	20.429
11.344	17.425

12.369	34.288
12.944	23.894
14.233	17.960
19.710	22.058
16.004	21.157

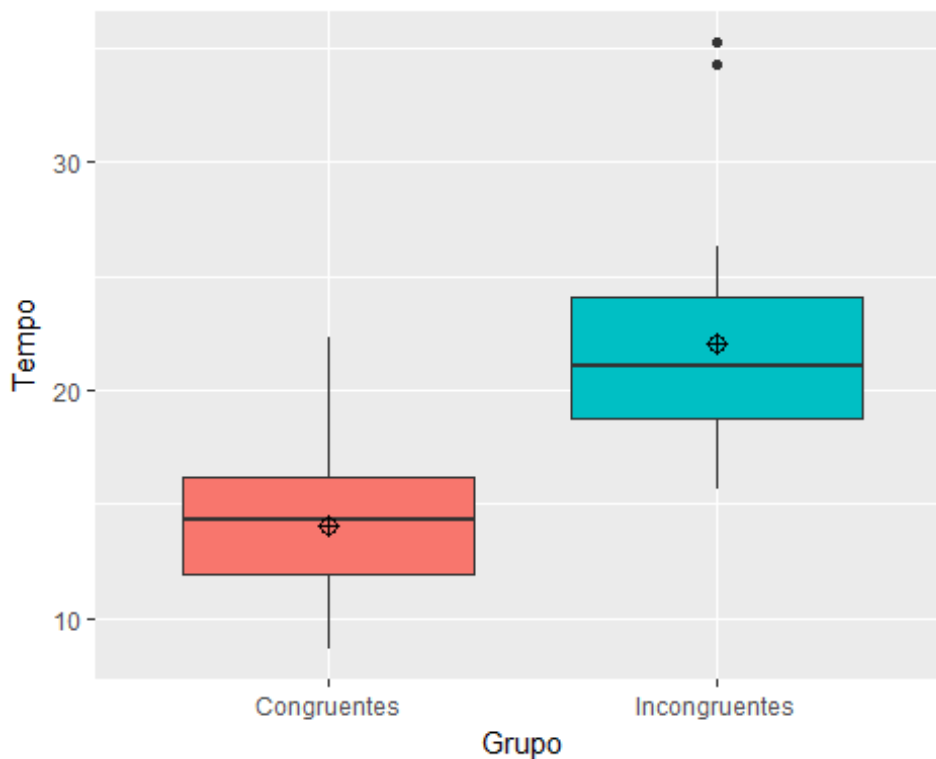
Para a escolha do método estatístico é necessário considerar que a amostra é pareada, ou seja, experimento realizado a partir de duas medidas na mesma unidade amostral, e que esta amostra é pequena, de apenas 24 observações. A partir disto podemos utilizar o teste t para amostras pareadas. Visto o caso que a amostra não é maior do que 30 observações, o teste t para amostras pareadas é recomendado em vez de um teste z. Este último recomendado para amostras maiores que 30 observações.

Então o teste t pareado terá a função de testar se existe ou não influência nos tempos de reposta entres os grupos de palavras Congruentes e Incongruentes.

## Visualização dos dados do experimento

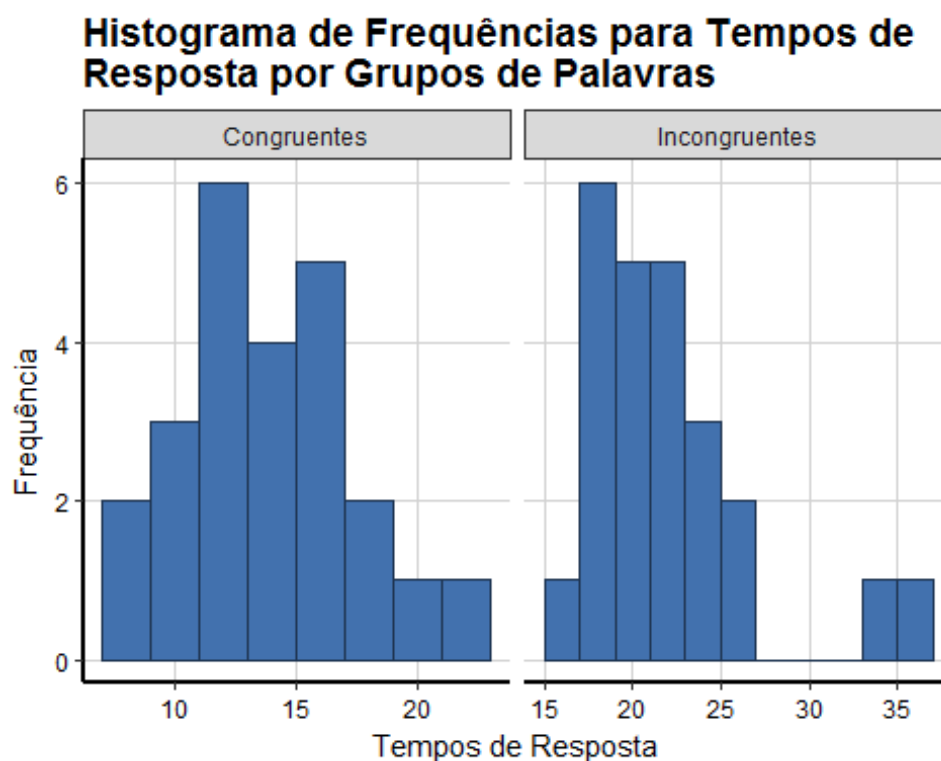
Observe abaixo o comportamento dos participantes do estudo. A princípio está exposto a figura de um Boxplot para a amostra, comparando os resultados entre os dois grupos.

**Boxplot dos dados do experimento**



Observando a figura acima, percebe-se que os tempos de resposta ao grupo de palavras Incongruentes é maior que grupo de Congruentes. Nota-se que a média dos dois grupos estão distanciadas entre si. Ainda sobre a média, podemos verificar que a do grupo Incongruentes fica próxima ao limite superior do boxplot ou 4º quartil do grupo das Congruentes. Tem-se também alguns valores discrepantes no grupo de Incongruentes, o que pode significar uma dificuldade para alguns indivíduos em responder corretamente a cor da palavra.

Agora observe os histogramas para os grupos de palavras em relação a nossa amostra.



A princípio, comparando os grupos vemos que a maior frequência de ocorrência de tempos de resposta para as palavras Congruentes é entre 11 e 13 e, analogamente no grupo Incongruentes a maior frequência registrada é entre 17 e 19. Além disso maior parte da distribuição dos tempos de resposta do grupo Congruente fica no intervalo de 11 a 17, enquanto o grupo Incongruente fica em torno de 17 e 23.

No geral os histogramas acima apontam para uma distribuição entre 7 e 23 no grupo Congruentes e entre 15 a 37 no grupo Incongruentes. Ou seja, o tempo para resposta aumenta consideravelmente quando o indivíduo é submetido a uma condição Incongruente, ou seja, quando a cor é diferente da palavra exibida.

Notamos diferenças consideráveis graficamente, mas agora passaremos para a parte inferencial afim de constatar as significâncias.

## Análise exploratória

Como forma de apresentação das estatísticas do conjunto de dados deste estudo, está contido em tabela os resultados.

	Congruentes	Incongruentes	Diferença
Nobs	24.00	24.00	24.00
NAs	0.00	0.00	0.00
Mínimo	8.63	15.69	-21.92
Máximo	22.33	35.26	-1.95
1. Quartil	11.90	18.72	-10.26
3. Quartil	16.20	24.05	-3.65
Média	14.05	22.02	-7.96
Mediana	14.36	21.02	-7.67
Soma	337.23	528.38	-191.16
Erro Médio	0.73	0.98	0.99
ICinf Média	12.55	19.99	-10.02
ICsup Média	15.55	24.04	-5.91
Variância	12.67	23.01	23.67
DP	3.56	4.80	4.86
Skewness	0.37	1.36	-0.94
Kurtose	-0.62	1.52	0.80

Verificamos que o tempo médio de resposta para o grupo de palavras *Congruentes* é de 14.5 segundos e para o grupo de palavras *Incongruentes* este tempo aumenta para 22.02. Logo, o tempo médio de resposta para a amostra de 24 indivíduos submetidos ao experimento do grupo de Incongruente é superior em 7.96 segundos em relação ao grupo Congruente.

Como discutido anteriormente menor valor do grupo Congruente é de aproximadamente 8.63 e de 15.69 para o grupo Incongruente. Vejamos também que o desvio padrão (DP) é menor no grupo Congruente.

## O teste

A realização do teste t para amostras pareadas, é feito utilizando 23 graus de liberdade (que corresponde a Nobs-1). A partir deste ponto testaremos a hipótese de nulidade anteriormente apresentada. A função no software R para realização é descrita a seguir:

```
t.test(dados$Congruentes, dados$Incongruentes, alternative = "two.sided",
paired = TRUE,
      conf.level = 0.95)

#
# Paired t-test
#
# data: dados$Congruentes and dados$Incongruentes
# t = -8.0207, df = 23, p-value = 4.103e-08
# alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
# 95 percent confidence interval:
# -10.019028 -5.910555
# sample estimates:
# mean of the differences
# -7.964792
```

Vemos que o teste retornou a estatística do teste (T) equivalente a -8,0207, onde este valor do teste é comparado como uma estatística T crítica, obtida em tabela específica para o teste t pareado. A decisão quanto a rejeição ou não da hipótese nula fica a critério. Neste caso a forma de decisão usada será a de comparação de p-valor.

O referido teste será comparado como um alfa de 0.05, ou 5% de significância, com o p-valor 4.103e-08. Vemos então que o p-valor do teste t pareado para a nossa amostra é menor que o nível de significância estabelecido.

Portanto, como o p-valor do teste se encontra na área de rejeição da distribuição de probabilidade estabelecida, rejeitamos a hipótese de nulidade de que os tempos de respostas seriam iguais.

## Conclusão

Podemos concluir ao nível de significância de 5% ou, de outra maneira, com 95% de confiança que os grupos de palavras Congruentes e Incongruentes não apresentam tempos de conclusão iguais.

Logo, através dos dados podemos verificar que, a condição em que o teste é realizado (Congruente ou Incongruente) influencia no resultado do indivíduo.

Com base nos dados podemos inferir também que a verdadeira diferença média entre os tempos de resposta entre os grupos de palavras se encontra no intervalo de 95% de confiança variando de -10.019028 a -5.910555 segundos.

## Enfim, como ocorre o efeito "Stroop"

Embasado na teoria apresentada por Stroop em 1935, percebemos que o processo de ler as palavras é consideravelmente mais rápido do que o efeito de denominar suas respectivas cores. Enfim, é necessário mais tempo para percebermos cores diferentes do que apenas lermos.

## Fontes

Os conhecimentos necessários para este levantamento podem ser encontrados nas seguintes URLs:

*Tópicos de Estatística utilizando R*

<https://cran.r-project.org/doc/contrib/Itano-descriptive-stats.pdf>

*Efeito stroop e rastreamento ocular no processamento de palavras*

<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/639>

*Por que usar um teste t pareado?*

<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/hypothesis-tests/tests-of-means/why-use-paired-t/>

*Studies of interference in serial verbal reactions*

<http://psychclassics.yorku.ca/Stroop/>

*Rmarkdown*

<http://rmarkdown.rstudio.com/>

*Teste T-Pareado*

<http://www.portalection.com.br/inferencia/58-teste-t-pareado>

## Anexo

O código referente ao R encontra-se anexado junto a este documento em formato de texto (.txt) e os dados do experimento podem ser obtidos pelo repositório GitHub (o link dos dados está contido no código).