

# Análise Quantitativa de Dados em Linguística

Interação

---

**Ronaldo Lima Jr.**

`ronaldojr@letras.ufc.br`

`ronaldolimajr.github.io`

Universidade Federal do Ceará

# Interação

---

# Interação (entre variáveis preditoras)

Duas variáveis previsoras podem ter um efeito **aditivo** sobre a variável resposta, ou podem **interagir** entre elas

- **Efeito aditivo:** adoçar o café com açúcar e adoçar o café com mel sobre o grau de doçura do café
  - quanto mais de qualquer um dos dois, mais doce o café
- **Efeito com interação:** colocar açúcar no café e mexer o café sobre o grau de doçura do café
  - nenhum dos dois sozinho tem efeito sobre a doçura do café, apenas os dois combinados

“A variável  $x$  afeta o resultado  $y$ ?”

→ Se a resposta for “depende de (outra variável  $x_2$ )”, é porque  $x$  e  $x_2$  interagem

- Ex.:

*Colocar açúcar no café adoça o café?*

Depende. Só se mexer o café também.

*Mexer o café adoça o café?*

Depende. Só se colocar açúcar também.

Há interação entre *predisposição genética para diabetes tipo II* e *padrão de dieta ocidental*.

→ *O padrão de dieta ocidental aumenta o risco de diabetes tipo II?*

Depende. Aumenta apenas para pessoas com risco genético alto, mas não para as outras.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Interaction\\_\(statistics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Interaction_(statistics))

# Interação – exemplos

Há interação entre *educação* e *orientação política* sobre a aceitação de que existe aquecimento global.

→ *O nível de educação afeta a aceitação de que há aquecimento global?*

Depende. Há mais aceitação com o aumento da educação apenas entre liberais e moderados, mas a aceitação diminui com o aumento da educação entre os mais conservadores.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Interaction\\_\(statistics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Interaction_(statistics))

# Interação – exemplo 1

Imagine o seguinte estudo:

- **Objetivo:** determinar qual complemento de comida produz o maior grau de satisfação
- Experimento com duas comidas (cachorro quente e sorvete) e dois complementos (calda de chocolate e mostarda)
- Participantes provam cada uma das quatro combinações e dão uma nota de *satisfação* para cada uma

<https://statisticsbyjim.com/regression/interaction-effects/>

# Interação – exemplo 1

- Perguntas de pesquisa:

- Qual complemento de comida produz o maior grau de satisfação, calda de chocolate ou mostarda?
- O que interfere mais com o grau de satisfação, a comida ou o complemento?

- Claramente, **depende!**

Quando há interação entre as variáveis previsoras, não é possível falar do efeito (*main effect*) de uma sem considerar a outra (e o *interaction effect*)

<https://statisticsbyjim.com/regression/interaction-effects/>



# Interação – exemplo 1

## Modelo sem interação

```
1 m = lm(Enjoyment ~ Food + Condiment, data = tasting)
2 summary(m)

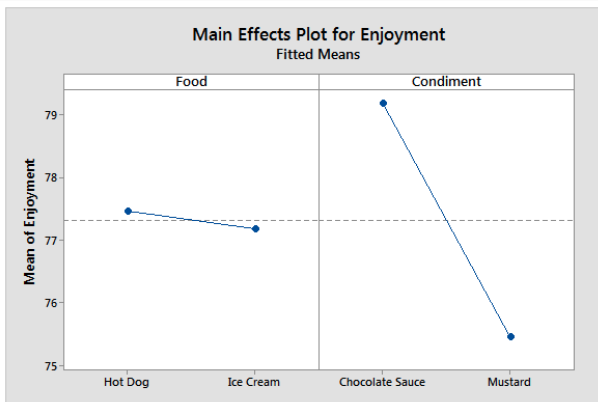
3 Coefficients:
4             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
5 (Intercept)    79.3237     2.9278  27.093  <2e-16 ***
6 FoodIce Cream  -0.2826     3.3807  -0.084    0.934
7 CondimentMustard -3.7251     3.3807  -1.102    0.274
8 ---
9 Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

10 Residual standard error: 15.12 on 77 degrees of freedom
11 Multiple R-squared:  0.01561,    Adjusted R-squared:  -0.009958
12 F-statistic: 0.6105 on 2 and 77 DF,  p-value: 0.5457
```

<https://statisticsbyjim.com/regression/interaction-effects/>

# Interação – exemplo 1

Main effects **sem** incluir o termo de interação



O modelo estima cachorro quente com calda de chocolate como proporcionando maior grau de satisfação (porém com  $ps > 0.05$  e  $R^2 = 0.02$ )

<https://statisticsbyjim.com/regression/interaction-effects/>

# Interação – exemplo 1

## Modelo com interação

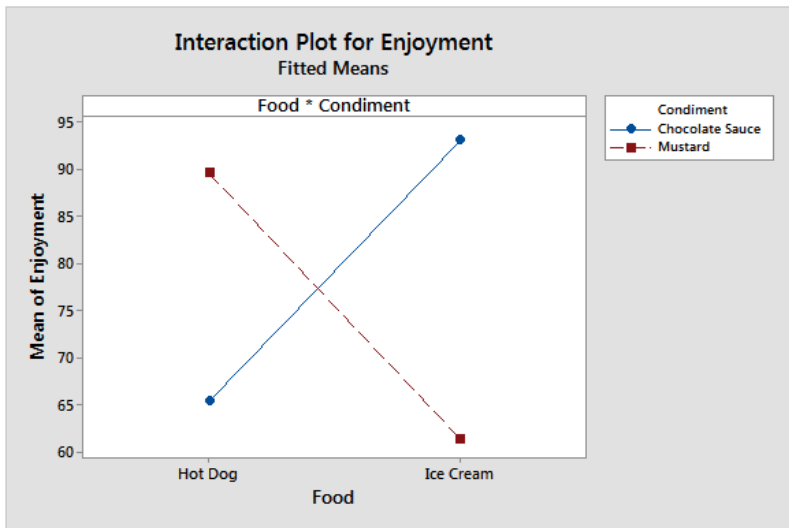
```
1 m1 = lm(Enjoyment ~ Food * Condiment, data = tasting)
2 summary(m1)

3 Coefficients:
4
5             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
6 (Intercept)      65.317      1.120   58.34 <2e-16 ***
7 FoodIce Cream     27.731      1.583   17.52 <2e-16 ***
8 CondimentMustard  24.289      1.583   15.34 <2e-16 ***
9 FoodIce Cream:CondimentMustard -56.028      2.239  -25.02 <2e-16 ***
10 ---
11 Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

12 Residual standard error: 5.007 on 76 degrees of freedom
13 Multiple R-squared:  0.8935,    Adjusted R-squared:  0.8892
14 F-statistic: 212.4 on 3 and 76 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

<https://statisticsbyjim.com/regression/interaction-effects/>

# Interação – exemplo 1



# Interação – exemplo 1

## Modelo com interação

1	Coefficients:					
2		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
3	(Intercept)	65.317	1.120	58.34	<2e-16	***
4	FoodIce Cream	27.731	1.583	17.52	<2e-16	***
5	CondimentMustard	24.289	1.583	15.34	<2e-16	***
6	FoodIce Cream:CondimentMustard	-56.028	2.239	-25.02	<2e-16	***

→ Este modelo estima ( $R^2 = 0.89$ ) grau de satisfação =  
93 para sorvete com cobertura de chocolate  
90 para cachorro quente com mostarda  
65 para cachorro quente com cobertura de chocolate  
61 para sorvete com mostarda

<https://statisticsbyjim.com/regression/interaction-effects/>

## Interação – exemplo 2 (Gries, Stefan Th 2013)

- 80 alunos de alunos alemães de inglês-L2
- 2 turmas (CLASS) com 40 alunos em cada
- Fizeram um ditado em inglês (L2) e em alemão (L1)
- Erros foram contados (GERMAN e ENGLISH) para verificar se é possível prever erros na L2 com base nos erros na L1

## Interação – exemplo 2 (Gries, Stefan Th 2013)

- 1 English ~ German + Class
- 2 English ~ German \* Class

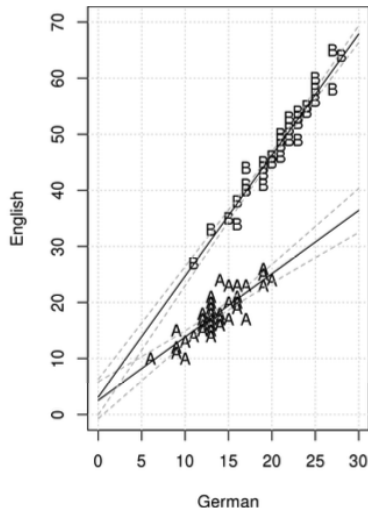
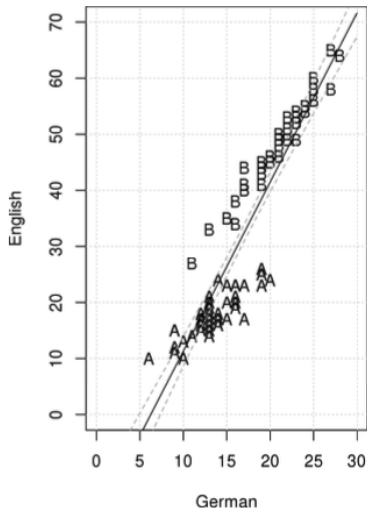
*Table 44.* The results of the linear model in (57)

	SumSq	Estimate	Std. error	<i>t</i>	<i>p</i>
Intercept	23.61	2.75	1.52	1.8	0.08
GERMAN	2931.69	<b>1.75</b>	0.09	<b>20.1</b>	<0.001
CLASS	3010.30	<b>-8.72</b>	0.43	-20.37	<0.001
Residual var.	<b>558.68</b>				
overall $R^2 / p$	mult. $R^2=$ 0.974	adj. $R^2=$ 0.973		$F_{2, 77}=$ 1416	$p<0.001$

*Table 45.* The results of the linear model in (58)

	SumSq	Estimate	Std. error	<i>t</i>	<i>p</i>
Intercept	24.9	2.82	1.15	2.44	0.017
GERMAN	2461.42	<b>1.64</b>	0.07	<b>24.29</b>	<0.001
CLASS	0.25	<b>-0.28</b>	1.15	-0.25	0.807
GERMAN:CLASS	241.73	-0.515	0.07	-7.61	<0.001
Residual var.	<b>316.95</b>				
overall $R^2 / p$	mult. $R^2=$ 0.985	adj. $R^2=$ 0.984		$F_{3, 76}=$ 1661	$p<0.001$

## Interação – exemplo 2 (Gries, Stefan Th 2013)





## Interação – conclusão

- Será errôneo (e pode ser perigoso) interpretar os *main effects* de variáveis que interagem sem incluir a interação
- Nem todas as interações são tão óbvias como a do colocar açúcar e mexer a colher para adoçar o café ou como a do experimento com comidas e condimentos
- Infelizmente, nenhum software ou modelo informa automaticamente se duas variáveis previsoras interagem. Cabe ao pesquisador prever possíveis casos de interação, tentar visualizá-los em gráficos exploratórios e testá-los nos modelos estatísticos

**RStudio**