

# **Métodos Multivariados de Análise de Dados\***

## **7ª Atividade**

Alberson da Silva Miranda

3 de dezembro de 2024

\*Código disponível em [https://github.com/albersonmiranda/analise\\_multivariada](https://github.com/albersonmiranda/analise_multivariada).

# Índice

## 1 Exercício: Regressões Multiníveis (HLM)

3

```
1 # importar dados
2 load("data-raw/lme/dados.RData")
3
4 # pacotes
5 library(lme4)
```

Loading required package: Matrix

```
1 library(lmerTest)
```

Attaching package: 'lmerTest'

The following object is masked from 'package:lme4':

lmer

The following object is masked from 'package:stats':

step

```
1 # visualizar dados
2 head(empresas_setores)
```

	Setor	Tamanho	Concorrencia	Inovacao	Idade	Desempenho
1	1	8.879049	4.004201	6.232594	19.24846	14.85495
2	1	9.539645	3.960045	7.355407	18.36121	15.70426
3	1	13.117417	4.982020	6.187616	12.75917	15.35364
4	1	10.141017	4.867825	8.828841	16.51358	14.66113
5	1	10.258575	2.450657	7.261204	32.99245	16.09875
6	1	13.430130	6.040573	6.077098	19.81292	18.04904

# 1 Exercício: Regressões Multiníveis (HLM)

Você foi contratado como analista para investigar os fatores que influenciam o desempenho das empresas em diferentes setores da economia. Para isso, dispõe de um conjunto de dados que inclui variáveis no nível das empresas (nível 1) e no nível dos setores (nível 2).

Descrição das variáveis:

1. Nível 1 (Empresa):

- Desempenho (variável dependente): Desempenho financeiro das empresas, medido como o lucro líquido em milhões de reais.
- Tamanho (variável independente): Tamanho da empresa, medido pelo número de funcionários.
- Idade (variável independente): Idade da empresa em anos.

2. Nível 2 (Setor):

- Concorrência (variável independente): Grau de concorrência no setor, medido em uma escala de 1 a 10.
- Inovação (variável independente): Percentual médio de empresas inovadoras no setor.

O objetivo é desenvolver os seguintes modelos multiníveis (formalizar): 1. Modelo nulo 2. Modelo com efeito aleatório no intercepto 3. Modelo com efeito aleatório no intercepto e no slope 4. Modelo com moderação no nível 2

Para o modelo nulo, temos que o desempenho médio é de 10.6, com desvio padrão intersetor de 3.

```
1 m_nulo <- lmer(Desempenho ~ 1 + (1 | Setor), data = empresas_setores)
2 summary(m_nulo)
```

```
Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method [
lmerModLmerTest]
```

```
Formula: Desempenho ~ 1 + (1 | Setor)
```

```
Data: empresas_setores
```

```
REML criterion at convergence: 3940.2
```

```
Scaled residuals:
```

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
```

```
-3.1578 -0.6508 -0.0469 0.6681 4.1838
```

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
Setor	(Intercept)	9.309	3.051
Residual		2.926	1.710

Number of obs: 1000, groups: Setor, 5

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
(Intercept)	10.599	1.366	4.000	7.762	0.00149 **

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Adicionando o efeito aleatório no intercepto, temos

```
1 m_random_1 <- lmer(desempenho ~ 1 + tamanho + idade + concorrência + inovacao + (tamanho + idade | setor), data = empresas_setores)
```

boundary (singular) fit: see help('isSingular')

```
1 summary(m_random_1)
```

Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method [lmerModLmerTest]

Formula: desempenho ~ 1 + tamanho + idade + concorrência + inovacao + (tamanho + idade | setor)

Data: empresas\_setores

REML criterion at convergence: 2555.3

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.1635	-0.6393	-0.0092	0.6690	3.4570

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
setor	(Intercept)	0.9846401	0.99229	
	tamanho	0.0761383	0.27593	0.37
	idade	0.0001333	0.01155	-0.96 -0.63
Residual		0.7054586	0.83992	

Number of obs: 1000, groups: setor, 5

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.65239	0.50707	4.85388	1.287	0.256180
tamanho	0.63251	0.12413	3.94956	5.095	0.007247 **
idade	0.03991	0.00747	5.11652	5.342	0.002876 **
concorrenci	-0.09087	0.02645	987.24071	-3.436	0.000616 ***
inovacao	0.46788	0.01820	987.95556	25.710	< 2e-16 ***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	tamanh	idade	cncrrn
tamanho		0.298		
idade	-0.726	-0.430		
concorrenci	-0.234	-0.009	0.006	
inovacao	-0.239	0.002	-0.034	-0.029

optimizer (nloptwrap) convergence code: 0 (OK)  
boundary (singular) fit: see help('isSingular')

Adicionando interação entre as variáveis, temos que:

```
1 m_random_2 <- lmer(desempenho ~ tamanho + idade + concorrencia + inovacao + tamanho:inovacao + tam
```

boundary (singular) fit: see help('isSingular')

```
1 summary(m_random_2)
```

Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method [  
lmerModLmerTest]

Formula:

desempenho ~ tamanho + idade + concorrencia + inovacao + tamanho:inovacao +  
tamanho:concorrenci + idade:inovacao + idade:concorrenci +  
(tamanho + idade | setor)

Data: empresas\_setores

REML criterion at convergence: 2569.8

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.2682	-0.6581	-0.0073	0.6690	3.5126

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
setor	(Intercept)	0.8573658	0.92594	
	tamanho	0.0791628	0.28136	0.26
	idade	0.0001022	0.01011	-0.97 -0.49
Residual		0.6956732	0.83407	

Number of obs: 1000, groups: setor, 5

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.646421	1.271267	212.126019	1.295	0.196693
tamanho	0.495730	0.155286	9.166527	3.192	0.010714 *
idade	0.059429	0.037510	834.855101	1.584	0.113490
concorrencia	-0.059503	0.169471	983.391481	-0.351	0.725581
inovacao	0.301509	0.121683	986.099552	2.478	0.013385 *
tamanho:inovacao	0.031731	0.009260	986.940871	3.427	0.000637 ***
tamanho:concorrencia	-0.016977	0.013308	982.346413	-1.276	0.202359
idade:inovacao	-0.007357	0.003774	982.971379	-1.950	0.051498 .
idade:concorrencia	0.006568	0.005150	983.161442	1.275	0.202481

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	tamanh	idade	cncrrn	inovac	tmnh:n	tmnh:c	idd:nv
tamanho		-0.363						
idade		-0.625	-0.037					
concorrencia		-0.664	0.327	0.421				
inovacao		-0.657	0.307	0.449	-0.003			
tamanho:nvc		0.493	-0.388	-0.022	0.019	-0.767		
tmnh:cncrrn		0.510	-0.406	-0.014	-0.780	0.018	-0.061	
idade:inovc		0.427	-0.013	-0.703	-0.017	-0.633	0.011	0.031
idd:cncrrnc		0.409	-0.008	-0.687	-0.596	-0.017	0.032	-0.012 0.002

optimizer (nloptwrap) convergence code: 0 (OK)  
boundary (singular) fit: see help('isSingular')