

Tamanho de Efeito

E Suas Implicações no Planejamento Amostral

18 DE ABRIL DE 2018

BEATRIZ REGINA BRUM
PROFESSORA: DR^a. ISOLDE PREVIDELLI

DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM



- 
-  Introdução
 -  Objetivo
 -  Metodologia
 -  Procedimento
 -  Conclusão
 -  Discussões



A importância do tamanho amostral no processo de planejamento, em muitos casos tem sido um pouco negligenciado. Este trabalho apresenta uma revisão dos conceitos básicos para delimitar o tamanho amostral em estudos de ensaios clínicos, onde o tamanho do efeito (ES) está relacionado com obter um poder de teste satisfatório. Um plano amostral na área de odontologia foi avaliado para amostras pareadas, cujos dados seguem uma distribuição t de Student. O ensaio clínico refere-se à avaliação de deformidades dentomaxilofaciais decorrentes de cirurgias ortognáticas. Uma amostra piloto foi considerada para iniciar o processo de determinação do plano amostral e principalmente indicar os possíveis tamanhos de efeitos ao pesquisador da área para garantir uma pesquisa replicável, assunto tão discutido atualmente. O Tamanho do efeito (ES) estabelecido foi o “d” de Cohen.



O objetivo foi estudar os diferentes tamanhos de efeito que utilizam a média, determinar qual melhor se adapta aos dados e levantar a importância do cálculo amostral e do tamanho do efeito no processo de planejamento experimental.



- ⚡ A amostra piloto utilizada nesse trabalho provem de dados pareados com alta correlação, as variáveis respostas de interesse do pesquisador seguem uma distribuição t utilizada na análise das diferenças entre médias. Para isso realizou-se uma breve revisão dos vários tamanhos de efeito utilizando a média, assim como seu cálculo e casos aos quais os mesmos devem ser utilizados.
- ⚡ O estudo de revisão foi feito com intuito de verificar os diferentes tamanhos de efeito, entre os quais foram estudados o g de Hedges (1985, p. 78), utilizado quando os grupos apresentam tamanhos diferentes de pequena dimensão, o Delta de Glass utilizado quando os grupos são heterogêneos, em geral se tem um grupo experimental e um grupo controle, o d de Cohen para grupos independentes e dependentes.



- As medidas do ES são definidas por Cohen em três níveis: Pequeno se $0,20 < d < 0,50$, médio se $0,50 < d < 0,80$ e $0,80 < d$ grande. Para esse estudo foram utilizados tamanhos mínimos de $d = 0,2$, o R contém comandos que auxiliam na determinação do ES, para isto, foi baixado o pacote "effsize" carregado a biblioteca "effsize" e efetue o comando *cohen.d*.
- Tamanho de efeito e poder do teste de 85% fixados foi possível determinar o tamanho da amostra. Para utilizar essa ferramenta foi necessário baixar o pacote 'pwr', carregar a biblioteca 'pwr' e executar a função "pwr.t.test" estimando assim o tamanho da amostra.
- Os tamanhos de efeito inferiores a 0,2 tornaram-se inviáveis para a pesquisa por apresentarem tamanhos de amostra demasiadamente grandes



- Um plano amostral na área de odontologia foi avaliado para amostras pareadas, cujos dados seguem uma distribuição t de Student.
- O ensaio clínico refere-se a avaliação de deformidades dentomaxilofaciais decorrentes de cirurgias ortognáticas.
- Uma amostra piloto foi considerada para iniciar o processo de determinação do plano amostral e principalmente indicar os possíveis tamanhos de efeitos ao pesquisador da área para garantir uma pesquisa replicável, assunto tão discutido atualmente.
- Considerou-se duas amostras piloto (Grupo 1 e Grupo 2) contendo quatro indivíduos cada, os quais tiveram 27 variáveis medidas em dois diferentes momentos (tempo 1 e tempo 2).

Compreensão da disposição dos dados para o Grupo 1



TABELA: Recuo Mandibular com Movimentação Grupo 1

		Pacientes			
		1	2	3	4
HENP	T0	22.4	20	12.2	21.5
	T1	26.9	25.6	14.8	20.8
HA	T0	66.3	64.4	56.8	67.7
	T1	69.5	68.2	59	67.4
HB	T0	72.5	72	69.5	70.1
	T1	67.4	71.4	57.3	63.41
Hme	T0	69.1	68.3	62.2	66.8
	T1	62.4	70.8	63.7	65
VENP	T0	41.8	30.4	40.4	40
	T1	37.6	25.41	33.5	42.3
VA	T0	42	38.5	47.8	47.4
	T1	46	35.7	43.2	49.1
VB	T0	79.3	74.6	84.5	91.3
	T1	80.6	64.7	78.2	89.4
Vme	T0	102.4	93	107.1	109.5
	T1	102.6	87.8	99.1	108.1
HvERT	T0	91	88.7	91.9	97.8
	T1	91	91.1	89.2	109.5
HhORIZ	T0	23.1	22.6	15.3	16.9
	T1	25.41	29.8	14.9	18.7
DISLINEAR	T0	34	36.4	30.3	32.2
	T1	31.1	38.8	31.8	32
OHPLANMA	T0	9.6	12.5	5.5	4.5
	T1	7.3	12.7	3.6	6.4
ENPpM	T0	22.3	29.5	27.2	37
	T1	25.2	30	28.1	39.6
ESPpM	T0	7.4	7.1	76.6	6.8
	T1	7.2	7.8	7.1	7.5

		Pacientes			
		1	2	3	4
ANGpM	T0	137.5	118	122	122.5
	T1	129.2	118	121.6	124
EAFENPpP	T0	32.8	16.3	18.7	26.3
	T1	29.5	19.4	16.1	27.2
EAFENPIL	T0	25.7	32.4	25.5	32
	T1	22.1	32.2	26.3	31.4
EAFIap	T0	23.3	14.3	14.4	20.9
	T1	23.6	17.6	13.6	20.6
EAFIIL	T0	30.8	21.5	21.8	33.4
	T1	30.7	23	23.5	33.1
EAFIap	T0	12.3	7.3	6.5	4.5
	T1	11.3	10.8	6.2	7.1
EAFIIL	T0	25.5	24	27.7	29.6
	T1	32	26	28.6	19.8
EAFMEap	T0	15.7	13.7	14.4	17.9
	T1	13.11	11.6	14.8	8.8
EAFMEIL	T0	32	31.2	11.3	35.2
	T1	31.6	30.1	8.5	31.7
EAFOTALQ	T0	871.8	538.9	650.6	979.7
	T1	984.8	785.125	782.5	596.9
EAFOTALc	T0	2478.7	11355	14288	25901.5
	T1	28873.9	18749.6	18831.3	15870.6
AAM	T0	301.2	142.1	161.8	137.3
	T1	306.81	216.525	195.6	47.4
DAAM	T0	76.6	70	69.3	88.5
	T1	72.9	77.55	71.7	96.9



Devido a correlação existente nos dados o tamanho de efeito foi calculado pelo d de Cohen.

$$d = \frac{|m_X - m_Y|}{\sqrt{\sigma_X^2 - \sigma_Y^2 - 2r \cdot \sigma_X \cdot \sigma_Y}}$$

Os tamanhos de efeito das 27 variáveis foram calculados pelo R, através do pacote 'effsize' e efetuando o comando **cohen.d**.

`cohen.d(T0, T1, paired = TRUE)`

Tabala com Tamanho de efeito para o Grupo 1

9



22

Para o Grupo 1, o tamanho de efeito máximo foi observado na variável $ENP_PM = 1.436$ e o tamanho mínimo na variável $EAF_bll = 0.014$. Todavia, como tamanhos de efeito menores do que 0,2, em geral, são inviáveis, o tamanho de efeito mínimo passa a ser da variável $OH_PLAN_MA = 0.27$.

TABELA: Tamanho de efeito para o Grupo 1

	Variáveis	“d” de Cohen
1	HENP	-1.09
2	HA	-1.23
3	HB	1.30
4	Hme	0.27
5	VENP	0.86
6	VA	0.11
7	VB	0.85
8	Vme	0.97
9	H_VERT	-0.46
10	H_HORIZ	-0.85
11	DIS_LINEAR	-0.09
12	OH_PLAN_MA	0.27
13	ENP_PM	-1.44

	Variáveis	“d” de Cohen
14	ESP_PM	0.49
15	ANG_PM	0.55
16	EAF_ENPaP	0.16
17	EAF_ENPll	0.47
18	EAF_Aap	-0.34
19	EAF_All	-0.67
20	EAF_Bap	-0.55
21	EAF_Bll	0.01
22	EAF_MEap	0.83
23	EAF_MEll	1.35
24	EAF_TOTALq	-0.10
25	EAF_TOTALc	-0.47
26	AAM	-0.09
27	DAAM	-0.66

Tabala com Tamanho de efeito para o Grupo 2

10



22

Para o Grupo 2 obtemos o valor máximo do tamanho do efeito na variável $EAF_All = 2.687$ e mínimo em $DIS_LINEAR = 0.042$, de mesma forma que anteriormente vamos utilizar um valor signficante como $OH_PLAN_MA = 0.281$

TABELA: Tamanho do Efeito Grupo 2

Variáveis	"d" de Cohen
HENP	0.119
HA	0.381
HB	-0.049
Hme	-0.890
VENP	-0.885
VA	-0.419
VB	-0.470
Vme	-0.857
H_VERT	0.419
H_HORIZ	-0.433
DIS_LINEAR	-0.042
OH_PLAN_MA	-0.281
ENP_PM	0.353

Variáveis	"d" de Cohen
ESP_PM	0.579
ANG_PM	0.115
EAF_ENPaP	-0.547
EAF_ENPll	-0.137
EAF_Aap	-1.241
EAF_All	-2.687
EAF_Bap	-1.424
EAF_Bll	-1.600
EAF_MEap	0.080
EAF_MEll	-0.515
EAF_TOTALq	-1.374
EAF_TOTALc	-1.193
AAM	-1.082
DAAM	-0.326



Com o Erro tipo II

$$\beta = P(-t_{\alpha/2, n-1} \leq T_0 \leq t_{\alpha/2, n-1} | \delta \neq 0) \quad (1)$$

$$\beta = \phi(t_{\alpha/2, n-1} - t_{\text{calculado}}) - \phi(-t_{\alpha/2, n-1} - t_{\text{calculado}}),$$

é possível obter o Poder do Teste,

$$1 - \beta. \quad (2)$$

Observe que se tivermos o uma amostra de 4 indivíduos e o tamanho do efeito da variável em questão for $d=1,08$, podemos obter o Poder do teste por meio do pacote 'pwr', usando a função 'pwr.t.test'.

`pwr.t.test(d = 1.08, n = 4, sig.level = 0.05, type = 'paired', alternative = 'two.sided')`

library(pwr) *pwr.t.test*

12



22

```
pwr.t.test(d = 1.08, n = 4, sig.level = 0.05, type = 'paired', alternative = 'two.sided')
```

```
library(pwr)  
pwr.t.test( d=1.08,n=4,sig.level=0.05,type='paired',alternative='two.sided')
```

Paired t test power calculation

$n = 4$

$d = 1.08$

$sig.level = 0.05$

$power = 0.3254754$

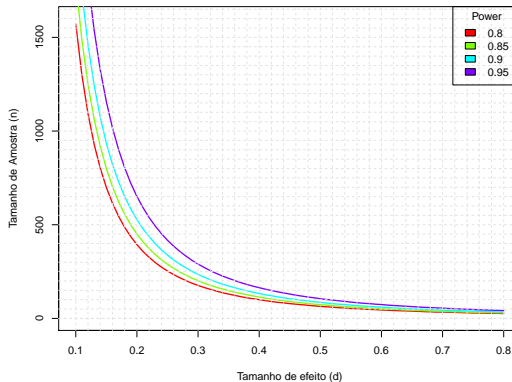
$alternative = two.sided$

O Poder do teste para uma amostra de 4 indivíduos cujo tamanho do efeito a ser detectado é de 1,08 mostra-se muito baixo.



O gráfico abaixo apresenta o tamanho da amostra em função do tamanho de efeito, para distintos Poder de Teste.

Estimativa de tamanho de amostra pelo teste t de Studies
Sig=0.05 (Bilateral)



Procedimentos para o cálculo do tamanho de Amostra dos Grupos 1 e 2



22

14

Considerando o tamanho de efeito 0.269 (menor tamanho do Grupo 1) com um poder do teste de 95%, é verificado que o tamanho amostral deve ser 182.

```
pwr.t.test(d = 0.269, power = 0.95, sig.level = 0.05,  
type = 'paired',  
alternative = 'two.sided')
```

Paired t test power calculation

$n = 181.5146$

$d = 0.269$

$sig.level = 0.05$

$power = 0.95$

$alternative = two.sided$



Considerando o tamanho de efeito 0.281 (tamanho de efeito mínimo considerado para o Grupo 2) com um poder do teste de 95% obtemos um tamanho amostral de 167.

```
pwr.t.test(d = 0.281, power = 0.95, sig.level = 0.05, type = 'paired',  
alternative = 'two.sided')
```

Paired t test power calculation

$n = 166.5052$

$d = 0.281$

$\text{sig.level} = 0.05$

$\text{power} = 0.95$

$\text{alternative} = \text{two.sided}$



Considerando o tamanho de efeito 1.436 (tamanho máximo de efeito para o Grupo 1) com um poder do teste de 95%, obtemos que o tamanho de aproximadamente 9 indivíduos.

```
pwr.t.test(d = 1.436, power = 0.95, sig.level = 0.05, type = 'paired',  
alternative = 'two.sided')
```

Paired t test power calculation

$n = 8.48115$

$d = 1.436$

$sig.level = 0.05$

$power = 0.95$

$alternative = two.sided$



Considerando o tamanho de efeito 2.687 (tamanho máximo de efeito para o Grupo 2) com um poder do teste de 95%, é determinado um tamanho de amostra de 5 indivíduos.

pwr.t.test(d = 2.687, power = 0.95, sig.level = 0.05, type = 'paired', alternative = 'two.sided')

Paired t test power calculation

n = 4.167164

d = 2.687

sig.level = 0.05

power = 0.95

alternative = two.sided



Tamanhos de efeito grandes requerem amostras menores. A tabela apresenta os tamanhos de efeito relevantes para o conjunto de dados estudado, como seus respectivos tamanhos de amostra.

TABELA: Tamanho de Amostra

"d"	$1 - \beta$	n
0,269	0.95	181.514
0.281	0.95	166,505
1.436	0.95	8.481
2.687	0.95	4.167

Note que todos os tamanhos de efeito significantes estão contidos no intervalo (0.269, 2.687). Pois o interesse do teste está em determinar pequenas diferenças. Logo, o tamanho de amostra poderá ser determinado pela média dos tamanhos amostrais referentes ao limite inferior e superior desse intervalo.



Um tamanho de amostra compreendido entre 167 a 182 indivíduos seria suficiente para a pesquisa pois nesses tamanhos de amostra estão compreendidos os demais tamanhos amostrais. Podemos assumir também um tamanho aproximado de 175 (média entre os maiores tamanhos de amostra observados em cada grupo)



- ⚡ A importância do tamanho do efeito no cálculo amostral tem ligação direta ao poder do teste, pois quanto maior for a diferença entre as médias dos tratamentos a ser detectada, maior será o tamanho do efeito e quanto maior o tamanho do efeito, menor será o tamanho da amostra.
- ⚡ O dimensionamento da amostra leva a pesquisa ao conhecimento do erro do método adotado, tal conhecimento garante a validação da pesquisa, estudos com tamanho amostral planejado e poder do teste bem definidos garantem maior confiabilidade, já que o risco da probabilidade de não-rejeição da hipótese inicial da pesquisa quando ela é falsa se reduz.
- ⚡ O conhecimento do tamanho amostral adequado e do poder em uma pesquisa garantem maior segurança às conclusões dos resultados finais da pesquisa, além disso a obtenção desses dois elementos dá origem à primeira fase do processo de pesquisa.



A. H. Gold and A. H. S. Arvind Malhotra. Knowledge management: An organizational capabilities perspective. *Journal of management information systems*, 18(1):185–214, 2001.

D. C. R. MONTGOMERY and C. George. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 4. São Paulo: LTC, 2009.

DELL, RALPH B., Steve Holleran, and Rajasekhar Ramakrishnan. "Sample size determination." *Ilar Journal* 43.4 (2002): 207-213.

J. COHEN. Statistical power analysis for the behavior science. Lawrance Erlbaum Association, 1988.

HEDGES, Larry V., and Ingram Olkin. Statistical methods for meta-analysis. Academic press, 2014.



Obrigada!