

Introdução:

Visão geral da disciplina RAD1408, estatística e softwares

Prof. Dr. Evandro Marcos Saidel Ribeiro
FEA-RP
Universidade de São Paulo

Apresentação da disciplina

Cronograma e material apresentado em aula

O material apresentado durante o semestre está disponibilizados no site da disciplina no e-disciplinas (USP)

<https://edisciplinas.usp.br/>

Nome Completo: **RAD1408 - Estatística Aplicada à Administração (Diurno 2022)**

Nome Breve: **RAD1408-2022-Di**

Turma USP: **RAD1408.1.2022104**

Cronograma 2022:

RAD1408 – Estatística Aplicada à Administração – Diurno

Prof. Dr. Evandro Marcos Saidel Ribeiro

E-mail: esaidel@usp.br, RAD-FEARP-USP

Cronograma 2022

Aulas Presenciais: Quinta-feira: 10:00-11:40, Bloco B2, Sala 02 (02-B2)

Atendimento: Sexta-feira: 14:00-16:00, Bloco C2, sala 12

Grupo WhatsApp: **Estatística ADM-D:** <https://chat.whatsapp.com/L0nFWZrI9uO4LOXngpA36i>

Acesso ao STOA: <https://edisciplinas.usp.br/>

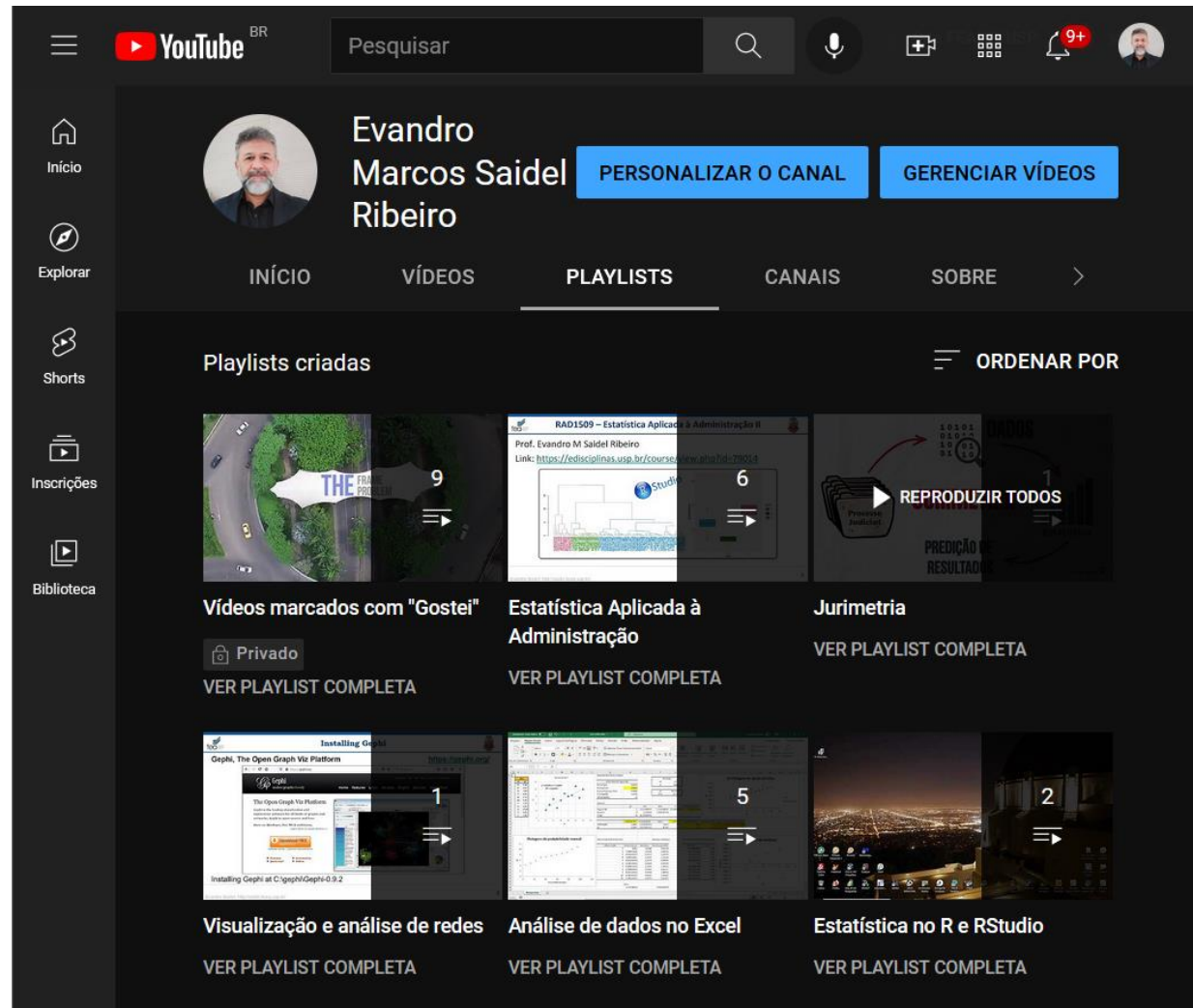
Disciplina: Nome completo: RAD1408 - Estatística Aplicada à Administração (Diurno 2022)

Nome breve: RAD1408-2022-Di

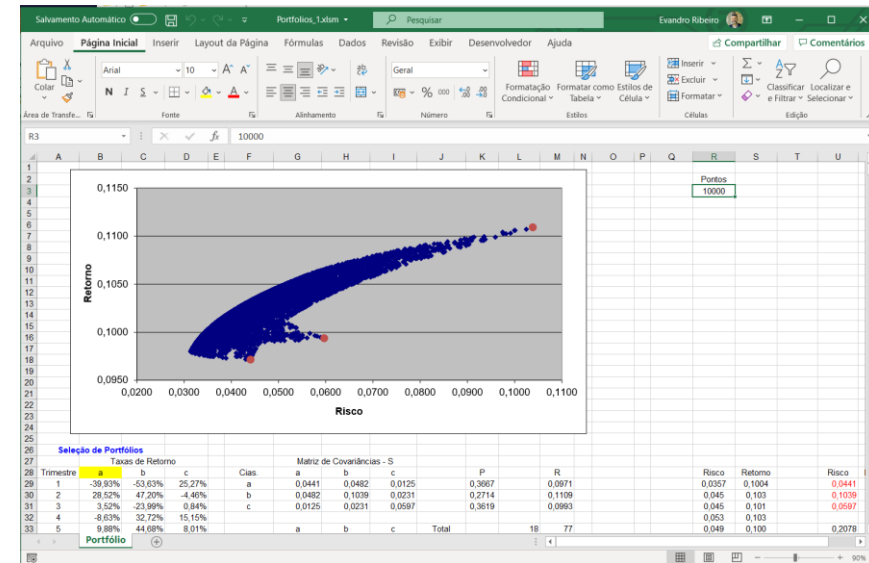
1. Cronograma 2022

Data	Semana	Conteúdo	Vídeo	Entregas
17-mar	1	Visão Geral de técnicas estatísticas (Excel e R)		
24-mar	2	Visão Geral de técnicas estatísticas (Excel, R e outros)		
31-mar	3	Teste de hipótese - uma amostra		L01: Análise dados
7-abr	4	Teste de hipótese - duas amostras		L02: T. Hip. 1 am.
14-abr	5	Semana Santa. Não haverá aula		
21-abr	6	Tiradentes. Não haverá aula.		
28-abr	7	Teste de hipótese - várias amostras (ANOVA)		L03: T. Hip. 2 am.

Canal Youtube:



<https://www.youtube.com/channel/UC94twZ17V92D4CQgeRIWQZA/playlists>



```

1 # Lista 01
2 library(knitr)
3 library(kableExtra)
4 library(reshape2)
5 library(ggplot2)
6
7 output = "Lista_01.html"
8
9 # Resolução da Lista 01 em R
10
11
12 # P3.2 = 1-pnorm(valor, mean = m3, sd = dp3)
13 > #
14 > # 4
15 > nc = c3/100
16 > a1fa = 1-nc
17 > a2 = a1fa/2
18 > #
19 > # 4.1
20 > x = c2
21 > n = c1
22 > p = x/n
  
```

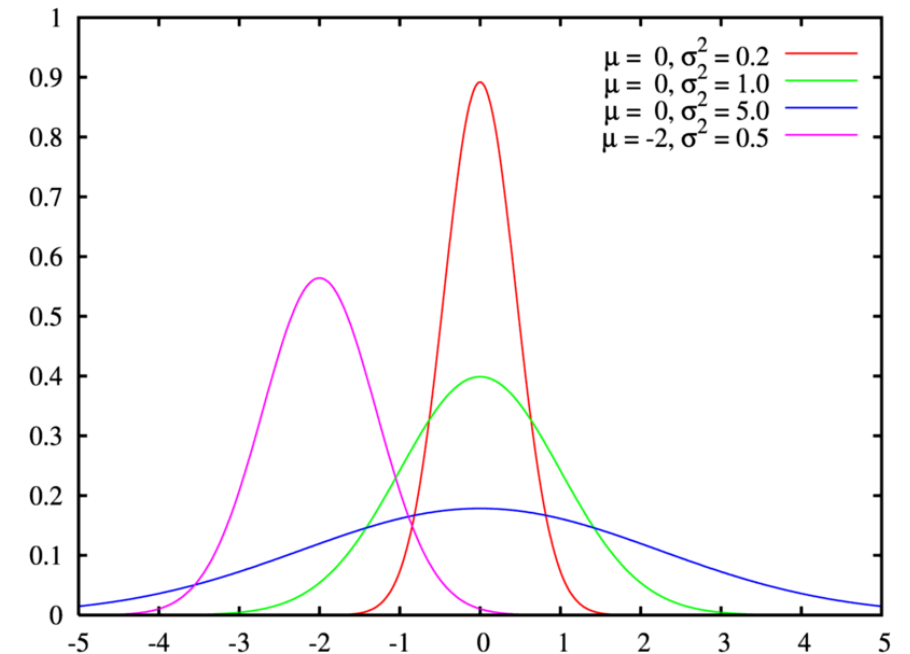
The RStudio environment pane shows the following variables:

n.usp.i	11272450L
n2	62
n4.2	1690.96465880963
n4.2c	1691
n.c	0

Função de densidade de probabilidade

A função densidade de probabilidade da **distribuição normal** com média μ e variância σ^2 (de forma equivalente, desvio padrão σ) é assim definida,

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right).$$



http://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_normal

Estimativas e Tamanhos Amostrais

Capítulo 7, Triola 10ª Ed.

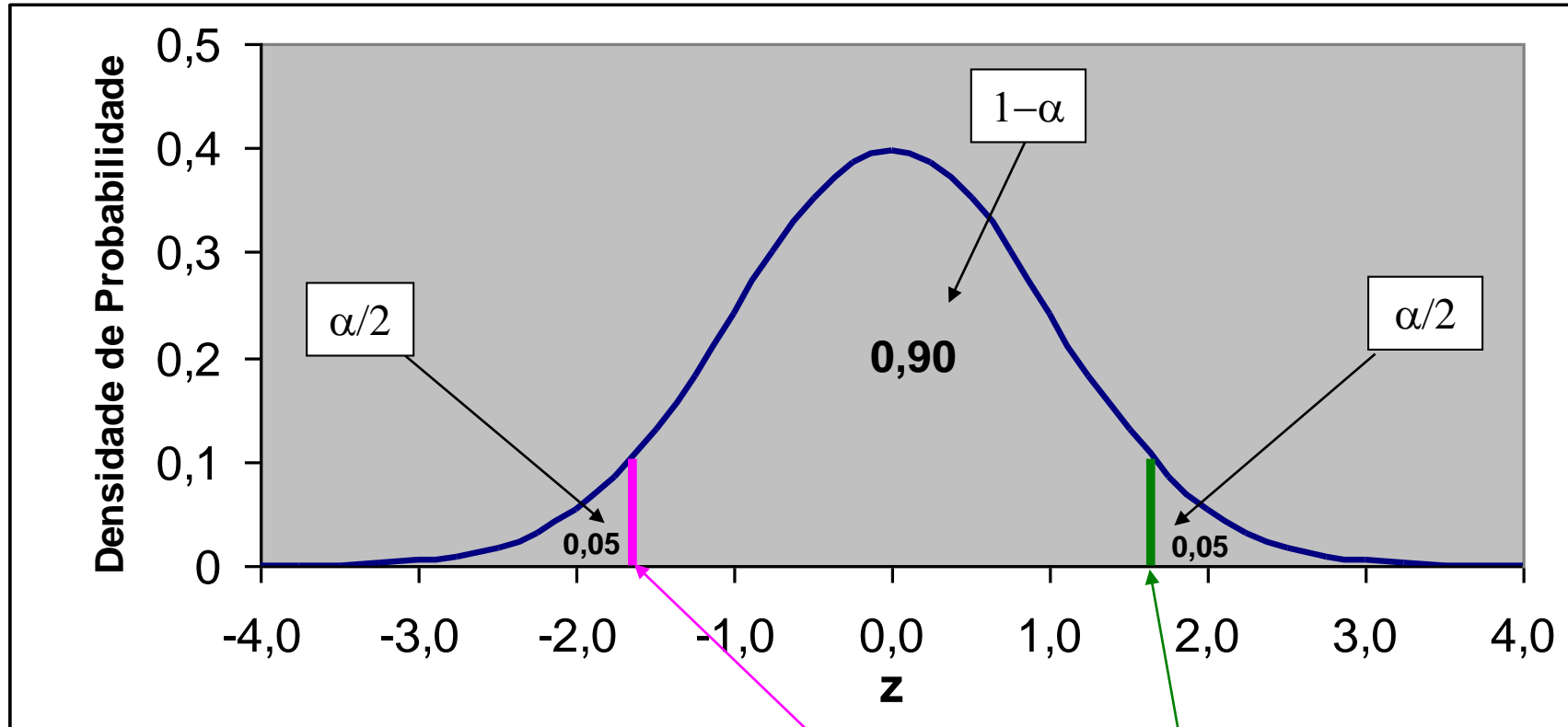
(Capítulo 6, Triola 9ª Ed.)

Proporção

p = proporção *populacional*

$\hat{p} = \frac{x}{n}$ proporção amostral de x *sucessos*
em uma amostra de tamanho n
(p chapéu) ←

$\hat{q} = 1 - \hat{p}$ proporção amostral de x *fracassos*
em uma amostra de tamanho n



Nível de confiança: NC
 Por exemplo, NC = 90%

$\alpha = 1 - NC = 0,1$

(-) (+)

Valores críticos: $z_{\alpha/2} = \pm 1,6449$

$$E = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

Escores z NEGATIVOS

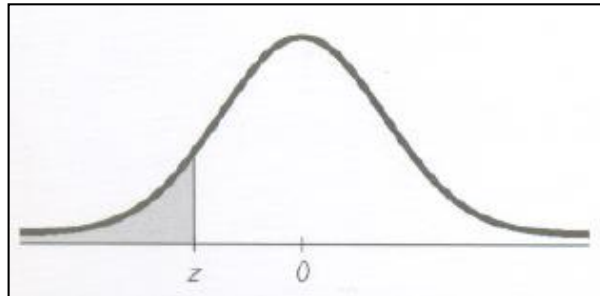


TABELA A-2 Distribuição Normal Padrão (z): Área Acumulada à ESQUERDA

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,50 e menor	0,0001									
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	*	0,0049
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	↑	0,0066
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089		0,0087
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116		0,0113
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150		0,0146
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192		0,0188
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244		0,0239
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307		0,0301
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384		0,0375
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	*	0,0495	0,0485		0,0475
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	↑	0,0606	0,0594		0,0582
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749		0,0735	0,0721		0,0708
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901		0,0885	0,0869		0,0853
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075		0,1056	0,1038		0,1020
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271		0,1251	0,1230		0,1210
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492		0,1469	0,1446		0,1423
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736		0,1711	0,1685		0,1660
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005		0,1977	0,1949		0,1922
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296		0,2266	0,2236		0,2206
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611		0,2578	0,2546		0,2514
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946		0,2912	0,2877		0,2843
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300		0,3264	0,3228		0,3192
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669		0,3632	0,3594		0,3557
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052		0,4013	0,3974		0,3936
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443		0,4404	0,4364		0,4325
-0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840		0,4801	0,4761		0,4721

NOTA: Para valores de z abaixo de -3,49, use 0,0001 para a área.
 *Use esses valores comuns que resultam de interpolação:

Escore z	Área
-1,645	0,0500 ←
-2,575	0,0050 ←



Escores z POSITIVOS

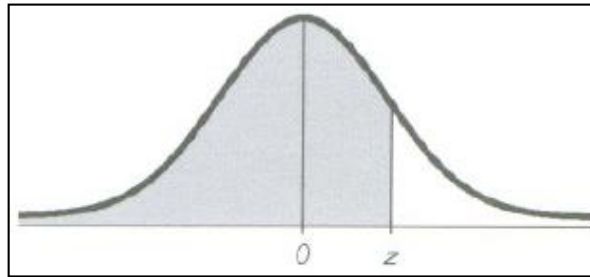


TABELA A-2 (continuação) Área Acumulada à ESQUERDA

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,5040	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,5040	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,5040	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,50 e maior	0,9999									

NOTA: Para valores de z maiores que 3,49, use o valor 0,9999 para a área.
*Use esses valores comuns que resultam de interpolação:

Escore z	Área
1,645	0,9500
2,575	0,9950

Valores Críticos Comuns	
Nível de Confiança	Valor Crítico
0,90	1,645
0,95	1,96
0,99	2,575



\hat{p} é a melhor estimativa pontual

Estimativa intervalar (ou Intervalo de Confiança - IC)

$$\left. \begin{array}{l} \hat{p} - E < p < \hat{p} + E \\ \hat{p} \pm E \\ (\hat{p} - E, \hat{p} + E) \end{array} \right\} E = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

n = Tamanho da amostra

$z_{\alpha/2}$ = Valor Crítico

α = Complemento do Nível de Confiança
 NC = $1 - \alpha$

Tamanho amostral

$$n = \frac{[z_{\alpha/2}]^2 \hat{p} \hat{q}}{E^2}$$

$$n = \frac{[z_{\alpha/2}]^2 0,25}{E^2}$$

Correções para População N

$$E = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

$$n = \frac{N \hat{p} \hat{q} [z_{\alpha/2}]^2}{\hat{p} \hat{q} [z_{\alpha/2}]^2 + (N-1) E^2}$$

σ conhecido

\bar{x} é a melhor estimativa pontual da média populacional $\mu = \bar{x}$

Estimativa intervalar (ou Intervalo de Confiança - IC)

$$\left. \begin{array}{l} \bar{x} - E < \mu < \bar{x} + E \\ \bar{x} \pm E \end{array} \right\} E = z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Tamanho amostral

$$n = \left[\frac{z_{\alpha/2} \sigma}{E} \right]^2$$

Correções para População N

$$E = z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

$$n = \frac{N\sigma^2(z_{\alpha/2})^2}{(N-1)E^2 + \sigma^2(z_{\alpha/2})^2}$$



σ desconhecido

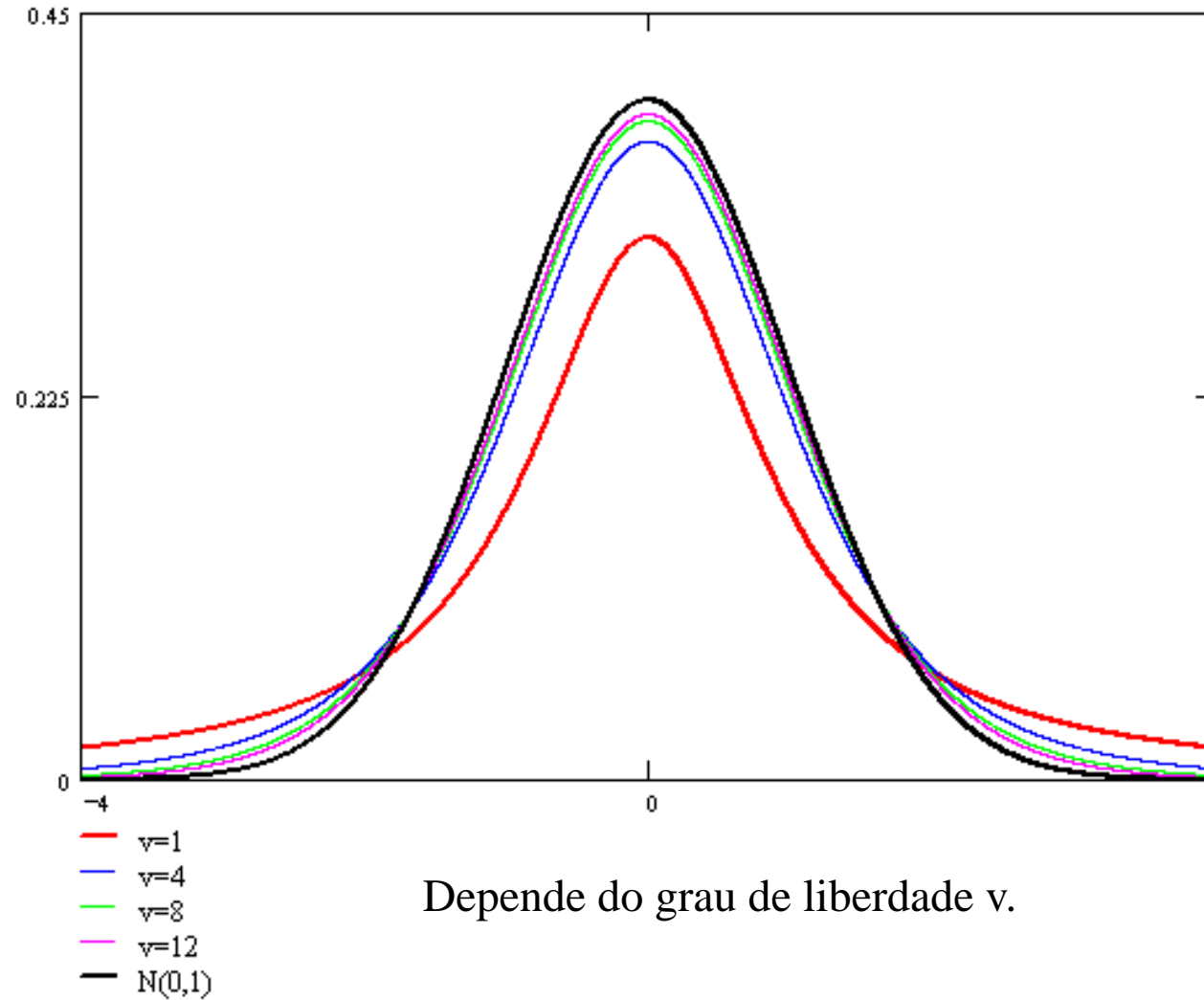
\bar{x} é a melhor estimativa pontual da média populacional

$$\mu = \bar{x}$$

Estimativa intervalar (ou Intervalo de Confiança - IC)

$$\left. \begin{array}{l} \bar{x} - E < \mu < \bar{x} + E \\ \bar{x} \pm E \end{array} \right\} E = t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

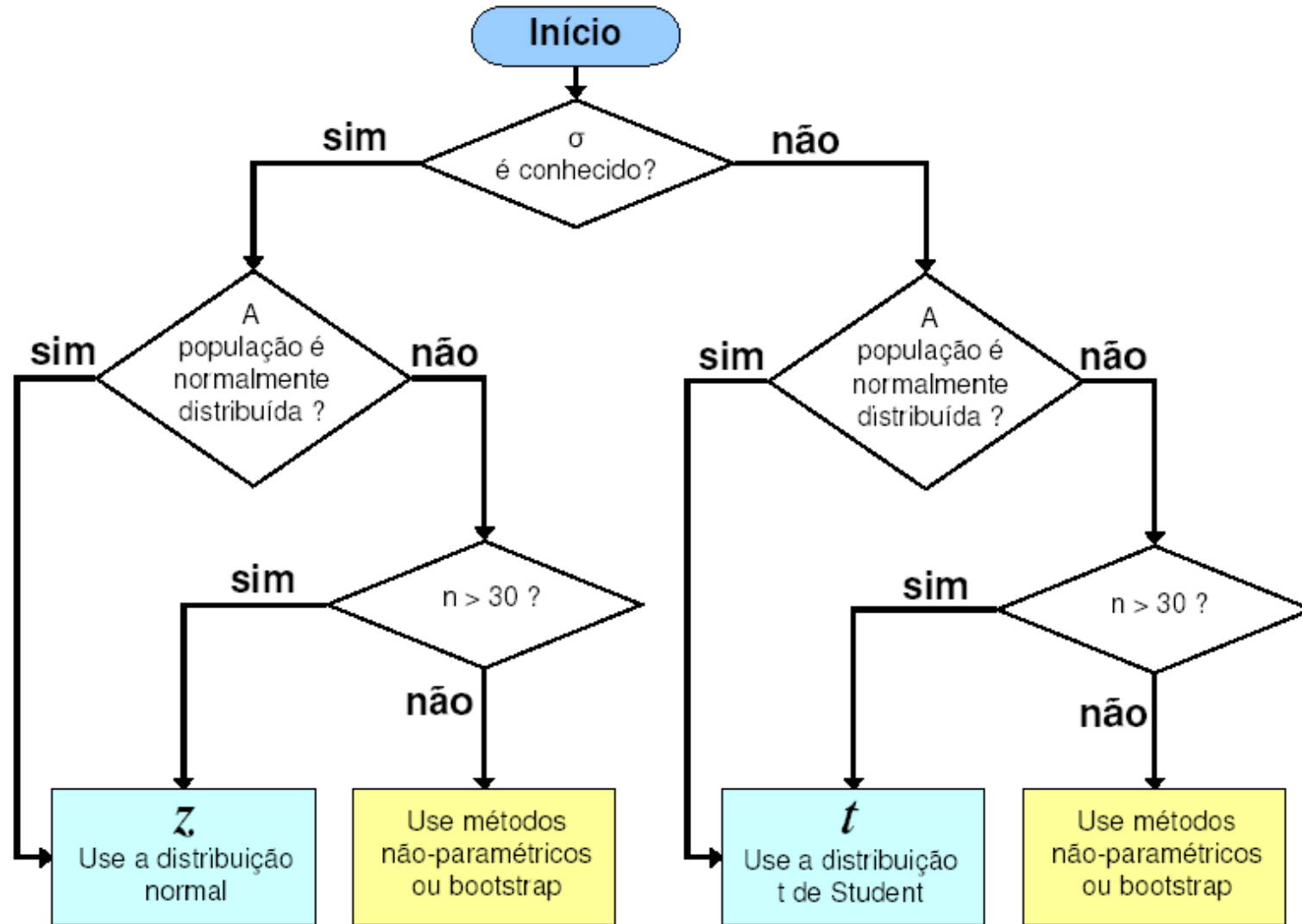
$$t_{\alpha/2} = \text{Valor Crítico}$$



<http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:TStudent.png>



TABELA A-3		Distribuição t: Valores Críticos t				
Graus de Liberdade	Área em Uma Cauda					
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,10	
Graus de Liberdade	Área em Duas Caudas					
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	
1	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	
2	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	
3	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	
4	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	
5	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	
6	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	
7	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	
8	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	
9	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	
	⋮					
100	2,626	2,364	1,984	1,660	1,290	
200	2,601	2,345	1,972	1,653	1,286	
300	2,592	2,339	1,968	1,650	1,284	
400	2,588	2,336	1,966	1,649	1,284	
500	2,586	2,334	1,965	1,648	1,283	
750	2,582	2,331	1,963	1,647	1,283	
1000	2,581	2,330	1,962	1,646	1,282	
2000	2,578	2,328	1,961	1,646	1,282	
Grande	2,576	2,326	1,960	1,645	1,282	

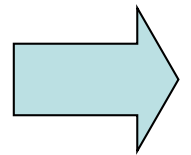


Estimadores de σ^2

A variância amostral s^2 é a melhor estimativa pontual de σ^2 .

O desvio padrão amostral s é a melhor estimativa pontual de σ .

Como realizar uma estimativa de intervalo para σ^2 (ou para σ) ?



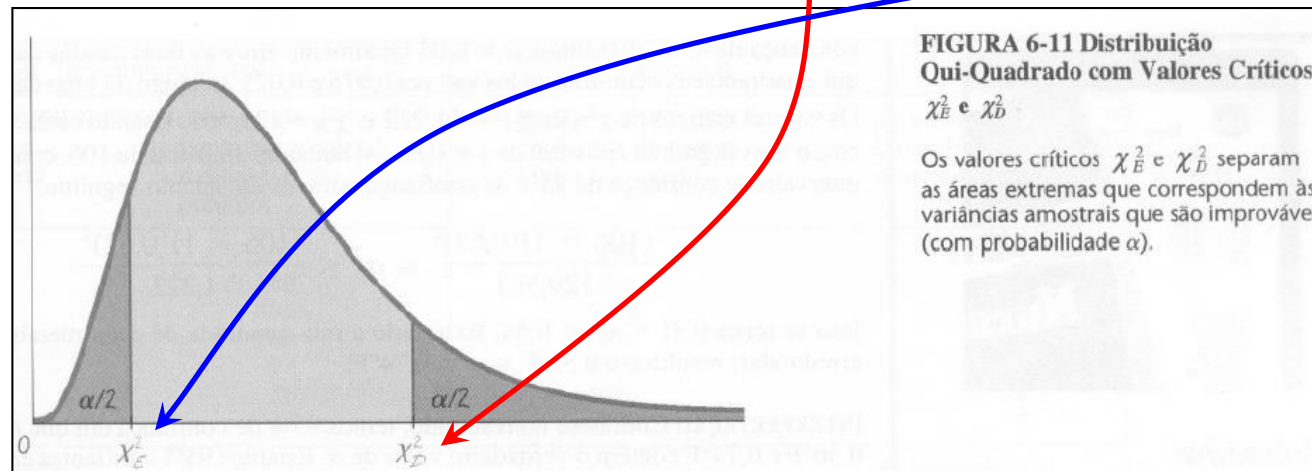
Intervalo de confiança

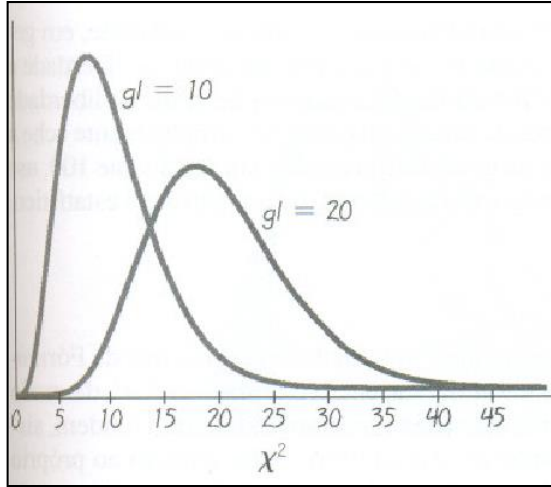
Variância

$$\frac{(n-1)s^2}{\chi_D^2} < \sigma^2 < \frac{(n-1)s^2}{\chi_E^2}$$

Desvio Padrão

$$\sqrt{\frac{(n-1)s^2}{\chi_D^2}} < \sigma < \sqrt{\frac{(n-1)s^2}{\chi_E^2}}$$





$$\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$$

χ^2 (crítico) = ?

Ex: $n = 16$, NC = 95%

$\alpha/2 = 0,025$

TABELA A-4 Distribuição Qui-Quadrado (χ^2)

Área à Direita do Valor Crítico

Graus de Liberdade	0,995	0,99	0,975	0,95	0,90	0,10	0,05	0,025	0,01	0,00
1	—	—	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,071	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,549
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,754
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,307
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000	34,266
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	13,240	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	14,042	30,813	33,924	36,781	40,289	42,796

Área à direita de χ^2_E : 0,975

Área à direita de χ^2_D : 0,025

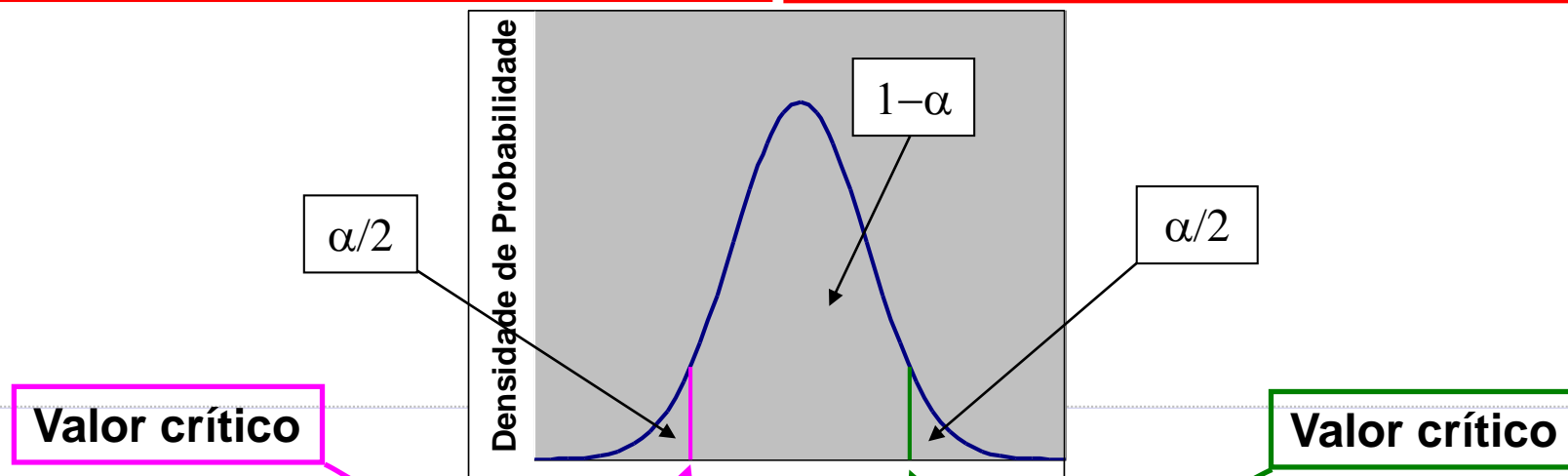
Proporção $\hat{p} - E < p < \hat{p} + E$ $E = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$ $n = \frac{[z_{\alpha/2}]^2 \hat{p}\hat{q}}{E^2}$

Média $\bar{x} - E < \mu < \bar{x} + E$ σ conhecido $E = z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

σ desconhecido $E = t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$ $n = \left[\frac{z_{\alpha/2} \sigma}{E} \right]^2$

Variância $\frac{(n-1)s^2}{\chi_D^2} < \sigma^2 < \frac{(n-1)s^2}{\chi_E^2}$

Desvio Padrão $\sqrt{\frac{(n-1)s^2}{\chi_D^2}} < \sigma < \sqrt{\frac{(n-1)s^2}{\chi_E^2}}$



Bibliografia

LEVINE, David M.; STEPHAN, David F.; KREHBIEL, Timothy C.; BERENSON, Mark L. *Estatística: Teoria e aplicações usando Microsoft® Excel em português*, 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

TRIOLA, M.F; *Introdução à Estatística*, 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

