

	1960 – Gilberto M. B. do Valle Concreto de Obras do Distrito Federal / RJ	Prof.. Eduardo C. S. Thomaz Notas de aula
--	---	---

1960 - CONTROLE ESTATÍSTICO DOS ENSAIOS DO CONCRETO DE OBRAS DO DISTRITO FEDERAL

Eng.º Gilberto Mascarenhas Barbosa do Valle (*)

Comunicação preliminar, feita em dez./59

Nota Explicativa do Quadro Anexo

O quadro anexo resume uma pesquisa que está sendo feita no INT em colaboração com o CNPq sobre o controle do concreto em obras do Distrito Federal.

Nele aparecem os diversos dados e coeficientes (parâmetros) calculados a partir de uma coleção de resultados de ensaios feitos em corpos de prova de concreto para cada obra (obras escolhidas ao acaso).

Aparecem ainda 3 fatores para os quais temos procurado levar nossa pesquisa :

1 — Observação dos valores obtidos para o coeficiente de variação das obras.

2 — Comparação do mínimo calculado a 1% de probabilidade com o mínimo observado (mínimo absoluto; menor valor obtido nos ensaios) e com o mínimo real observado (mínimo observado após a eliminação de 1% dos resultados mais baixos dos ensaios). Essa comparação é feita para verificar a justeza do coeficiente 2,33, correspondente à probabilidade de 1% numa distribuição Gaussiana.

3 — Efeito de assimetria da curva de distribuição de freqüências para o lado das resistências mais altas (assimetria à direita). Verifica-se este efeito comparando a média com a mediana. Havendo esta assimetria o desvio padrão e o coeficiente de variação apresentam valores mais altos do que normalmente deveriam apresentar; procuramos corrigir este efeito de assimetria, abandonando as classes mais altas até a média vir a coincidir próximamente com

(*) Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas, eng.º do Instituto Nacional de Tecnologia.

A

a mediana. Com isto o valor da média diminuirá e mais rapidamente o valor do desvio padrão, e conseqüentemente também baixará o valor do coeficiente de variação. Como se poderá notar este efeito de assimetria ocorre apenas em 13 dos casos estudados.

Paralelamente a este efeito, ocorre o contrário, o efeito de assimetria para o lado das resistências mais baixas (assimetria à esquerda). Não o corrigimos, pois, tenderia a aumentar a média, indo contra a segurança.

Em resumo, os resultados obtidos foram os seguintes:

1 — Valores obtidos para o coeficiente de variação das obras:

No quadro resumo seguinte aparece uma coluna referente a resultados obtidos no Chile por uma pesquisa semelhante em 148 obras, pelo engenheiro Sergio Rojas I:

Coeficiente de variação	Frequência		
	Obras do D. Federal		Obras do Chile
	Absol.	rel.	relativa
$v < 10\%$	—	—	—
$10,1\% < v < 15\%$	3	11 %	8,6%
$15,1\% < v < 20\%$	9	33 %	17,8%
$20,1\% < v < 25\%$	12	44 %	41,8%
$v > 25\%$	3	11 %	31,8%

Pode-se notar que no Distrito Federal 55% das obras apresentam coeficiente de variação superior a 20% (e no Chile 75%). Parece ainda que o coeficiente de variação correspondente ao tipo de controle mais corrente ("regular") se situa entre 20 e 25%.

2) Verificação da justeza do coeficiente 2,33, correspondente a probabilidade de 1% numa distribuição Gaussiana:

A

2) Verificação da justeza do coeficiente 2,33, correspondente a probabilidade de 1% numa distribuição Gaussiana:

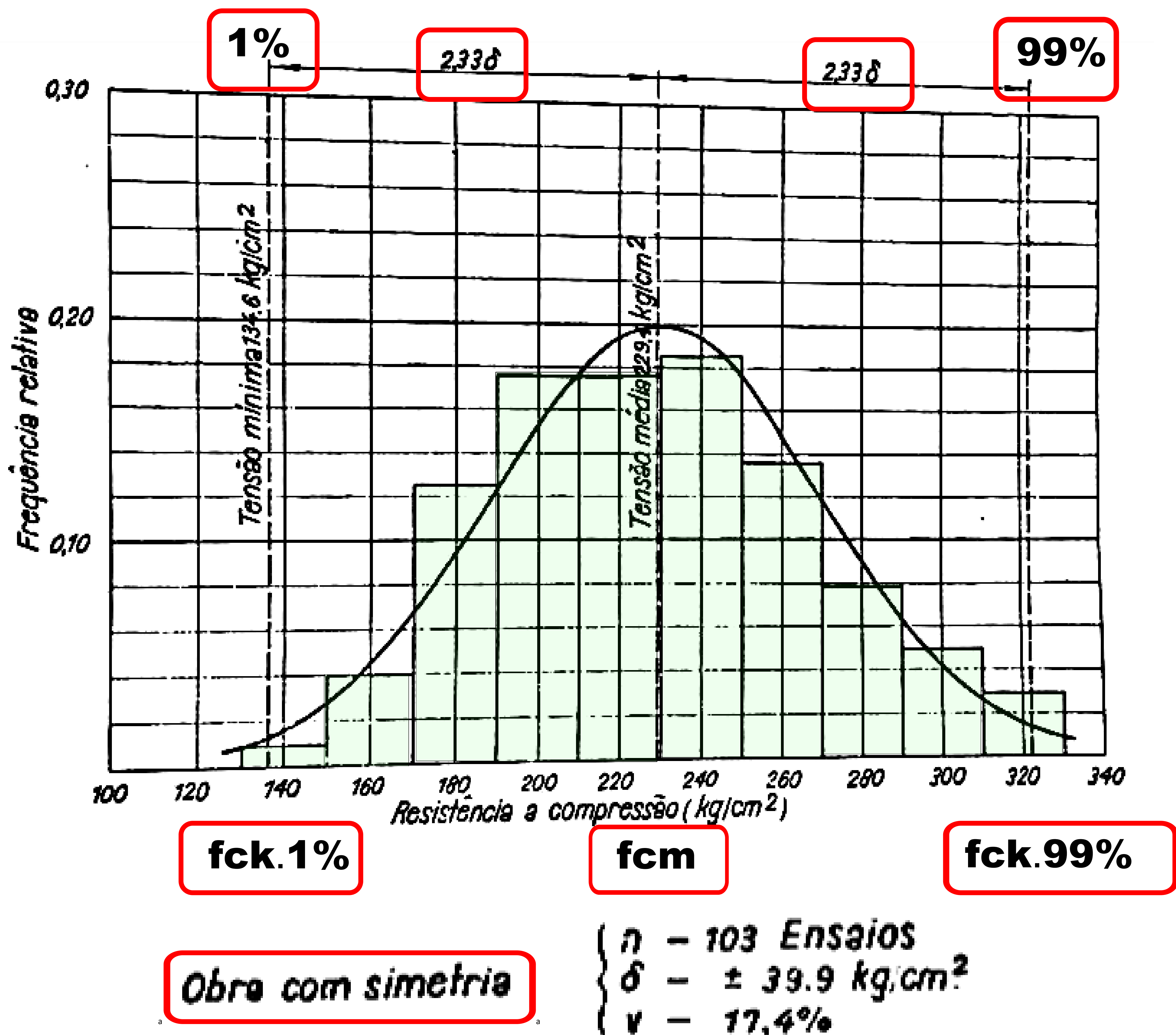
	$\frac{\sigma_m - \sigma^{R_a}}{\delta}$	$\frac{\sigma_m - \sigma^{R_o}}{\delta}$
Em obras s/assimetria	2,31	2,10
" " c/assimetria à direita	2,24	2,04
Em obras c/assimetria à direita corrigida	2,38	2,21
Em obras c/assimetria à esquerda	2,30	2,25
Em obras s/assimetria e obras c/assimetria à esquerda	2,31	2,15
Em obras s/assimetria e obras c/assimetria à esquerda e à direita	2,27	2,09
Em obras s/assimetria, obras c/assimetria à esquerda e obras c/assimetria à direita com êsse efeito corrigido	2,35	2,18

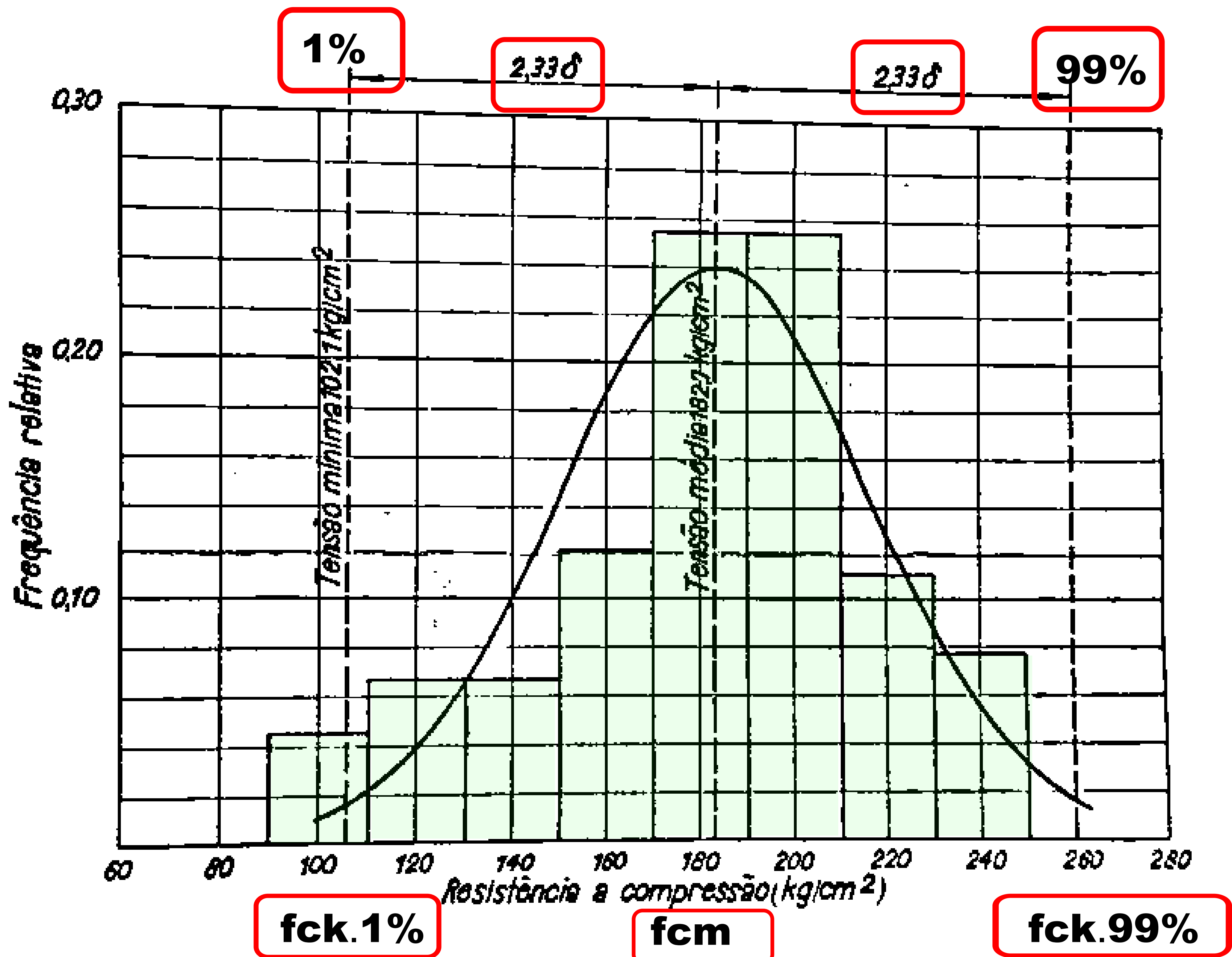
Notamos que na distribuição Gaussiana êstes 2 últimos coeficientes (2,35 e 2,18) correspondem respectivamente a probabilidade de cêrca de 1% e 1,4%.

3) Ocorrência do Efeito Ferraz:

Obras observadas	28	100%
Obras abandonadas pela probabilidade de ocorrência de mais de um traço	3	11%
Obras em que ocorreu o efeito Ferraz	13	46%
Obras em que ocorreu o efeito anti-Ferraz	4	14%
Obras sem efeito Ferraz	8	29%

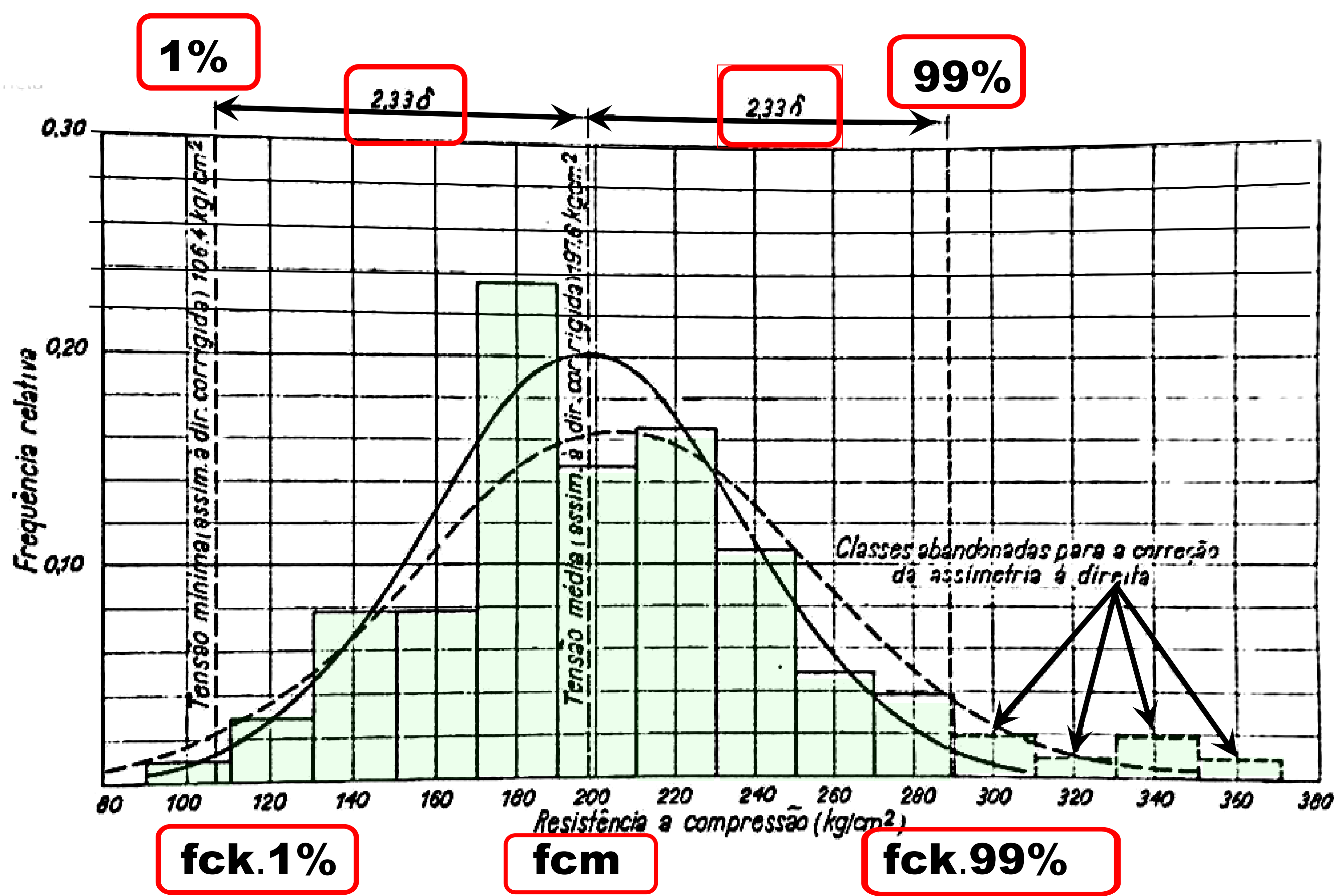
CONTROLE ESTATÍSTICO DOS ENSAIOS A COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS DE CONCRETO COM 28 DIAS





Obra com assimetria à esquerda

- n - 90 Ensaios
- σ - $\pm 34.6 \text{ kg/cm}^2$
- v - 18.9%



- - - - - Efeito de assimetria à direita
 — — — — Efeito de assimetria à dir. corrigida

{

 n - 96 Ensaios

 σ - ± 39.1 kg cm²

 γ - 19.8%

QUADRO / PARTE 1**CONVENÇÃO :**

S = ocorrência de **S**imetria na curva de distribuição de freqüências

AD = ocorrência de assimetria para o lado das resistências mais altas (**A**ssimetria à **D**ireita)

AE = ocorrência de assimetria para o lado das resistências mais baixas (**A**ssimetria à **E**squerda)

ADC = ocorrência de assimetria para o lado das resistências mais altas, corrigida (**A**ssimetria à **D**ireita **C**orrigida)

	Nº I.N.T.	Número de corpos de prova n	Resistência média σ_m	Moda M	Obs.	Desvio padrão δ	Coefficiente de variação $V = \delta / \sigma_m$	σ_R	$\sigma_{Ro} = fck.1\%$	$\sigma_{Ra} = fck.1\%$	$\frac{(\sigma_m - \sigma_{Ro})}{\delta}$	$\frac{(\sigma_m - \sigma_{Ra})}{\delta}$	OBSERVAÇÃO
	--	--	Kgf / cm2	Kgf / cm2	--	Kgf / cm2	%	Kgf / cm2	Kgf / cm2	Kgf / cm2	--	--	
1	436-A	89	182,6	177,7	AD	± 33,4	18,3	104,7	122	130	1,82	1,58	
1a	436-A	75	171,4	170,2	ADC	± 21,4	12,5	121,4	122	122	2,30	2,30	A
2	676-A	118	409,7	406,0	AD	± 50,0	12,2	293,2	288	308	2,43	2,03	
2a	676-A	111	403,4	403,6	ADC	± 44,0	10,9	300,9	288	308	2,63	2,18	Abandonar as 3 classes mais altas
3	323-A	253	203,5	204,0	S	± 28,7	14,1	136,6	138	141	2,28	2,18	
4	785-A	103	229,4	229,0	S	± 40,7	17,7	134,6	133	152	2,27	1,90	
5	289-A	160	169,9	168,0	AD	± 29,9	17,6	100,3	59	62	3,69	3,61	
5a	289-A	154	167,2	167,1	ADC	± 26,9	16,1	104,5	59	62	2,48	2,55	
6	628-A	90	182,7	186,0	AE	± 34,6	18,9	102,1	102	102	2,33	2,33	
7	421	50	212,0	218,5	AE	± 40,5	19,1	117,5	138	138	1,83	1,83	Não seguiu bem a distribuição de Gauss. Possível mais de um traço
8	229-A	80	216,9	216,5	S	± 42,8	19,7	117,2	119	119	2,29	2,29	--
9	626-A	57	199,3	199,0	S	± 37,6	18,9	111,6	141	141	1,55	1,55	--
10	370	69	194,5	190,0	AD	± 45,9	23,6	87,5	96	96	2,15	2,15	--
10a	370	65	187,3	188,3	ADC	± 36,6	19,6	102,0	96	96	2,49	2,49	Abandonam-se as mais altas
11	588-A	74	142,0	141,0	AD	± 34,3	24,2	62,0	76	76	1,92	1,92	--
11a	588-A	73	140,3	141,0	ADC	± 30,7	21,9	68,8	76	76	2,09	2,09	Abandonam-se as mais altas
12	261-A	102	205,2	200,3	AD	± 49,0	23,8	91,1	96	119	2,23	1,76	--
12a	261-A	96	197,6	197,0	ADC	± 39,1	19,8	106,4	96	119	2,60	2,01	Abandonam-se as mais altas
13	783-A	38	226,4	236,0	AE	± 46,0	20,3	119,2	136	136	1,97	1,97	--
14	328-A	217	275,3	275,5	S	± 56,5	20,5	143,6	104	141	3,03	2,38	--
15	197,A	96	275,3	278,3	AE	± 54,9	19,9	147,5	169	172	1,94	1,88	Possibilidade de mais de um traço
16	921	52	153,9	150,0	AD	± 36,1	23,4	69,8	82	82	1,98	1,98	
16a	921	48	148,3	147,0	ADC	± 31,6	21,3	74,6	82	82	2,10	2,10	

QUADRO / PARTE 2

	Nº I.N.T.	Número de corpos de prova n	Resistência média σ_m	Moda M	Obs.	Desvio padrão δ	Coefficiente de variação $V = \delta / \sigma_m$	σ_R	σ_{Ro}	σ_{Ra}	$\frac{(\sigma_m - \sigma_{Ro})}{\delta}$	$\frac{(\sigma_m - \sigma_{Ra})}{\delta}$	OBSERVAÇÃO
	--	--	Kgf / cm ²	Kgf / cm ²	--	Kgf / cm ²	%	Kgf / cm ²	Kgf / cm ²	Kgf / cm ²	--	--	
16a	921	48	148,3	147,0	ADC	± 31,6	21,3	74,6	82	82	2,10	2,10	
17	731-A	135	193,4	197,2	AE	± 39,7	20,5	100,9	99	107	2,38	2,18	
18	529-A	48	269,0	268,5	S	± 56,6	21,0	137,1	152	152	2,07	2,07	
19	615-A	125	154,6	151,0	AD	± 37,5	24,3	67,2	63	85	2,54	1,91	
19a	615-A	115	147,8	147,4	ADC	± 29,9	20,2	78,1	63	86	2,84	2,10	
20	409-A	260	245,1	241,0	AD	± 58,2	23,7	109,6	124	130	2,08	1,98	
20a	409-A	247	238,4	238,0	ADC	± 51,2	21,5	119,0	124	130	2,24	2,12	
21	H.F.P Hospital	600	196,0	197,0	S	± 45,0	23,0	91	70	90	2,80	2,35	--
22	521-A	113	153,8	151,0	AD	± 41,6	27,0	56,9	65	65	2,13	2,13	
22a	521-A	106	147,5	147,4	ADC	± 34,4	23,3	67,3	65	65	2,39	2,39	
23	564-A	71	164,7	165,3	S	± 38,6	23,4	74,8	85	85	2,06	2,06	
24	573-A	184	167,9	161,0	AD	± 49,7	29,6	52,1	68	88	2,01	1,61	
24a	573-A	150	150,1	148,3	ADC	± 32,5	21,7	74,3	68	73	2,53	2,37	
25a	410-A	77	168,1	170,0	AE	± 42,7	25,4	68,7	59	59	2,53	2,53	
26	330-A	274	185,4	183,7	AD	± 51,1	27,6	66,2	79	90	2,08	1,87	
26a	330-A	266	181,5	181,3	ADC	± 46,6	25,7	72,8	79	90	2,20	1,96	
27	482-A	141	158,8	157,7	AD	± 44,8	28,2	54,5	68	71	2,03	1,96	
27a	482-A	139	157,0	156,7	ADC	± 42,9	27,3	57,1	69	71	2,10	2,03	
27 obras		3815 corpos de prova											

+++