



**GRUPO**  
**idd**  
CONSTRUINDO CONHECIMENTO

**Reforço de Estruturas  
de Concreto  
Soluções Inovadoras**

# Reabilitação & Reforços

*bestiário da engenharia*

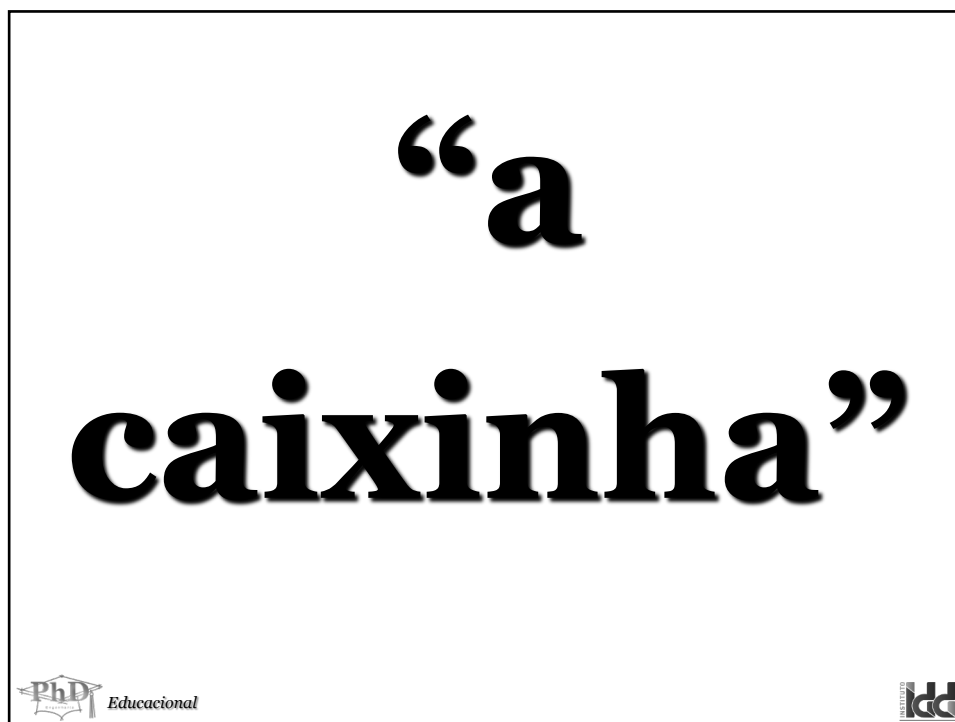
---





**Paulo Helene**  
*Diretor PhD Engenharia  
Presidente do IBRACON  
Prof. Titular Universidade de São Paulo  
Gestor e Ex-Presidente ALCONPAT Internacional  
Conselheiro Permanente Instituto Brasileiro do Concreto  
Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design  
Conselheiro da CNTU e SEESP*

IDD **29 de outubro de 2020** On-line

1



# “a caixinha”



2



3



4



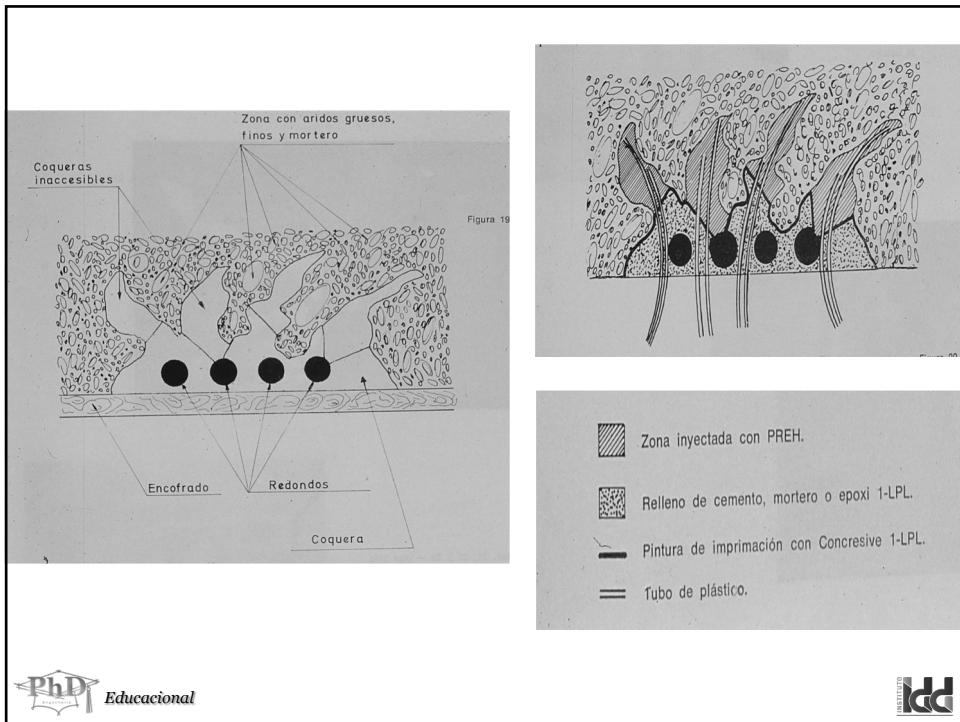
5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



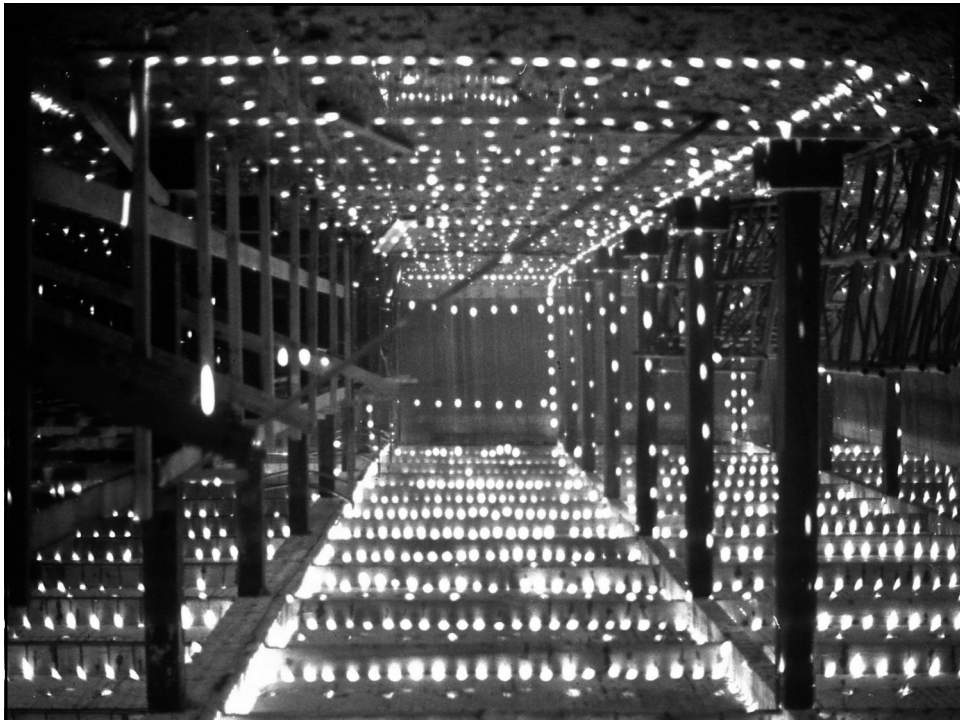
16



# “surrealismo de Salvador Dali”



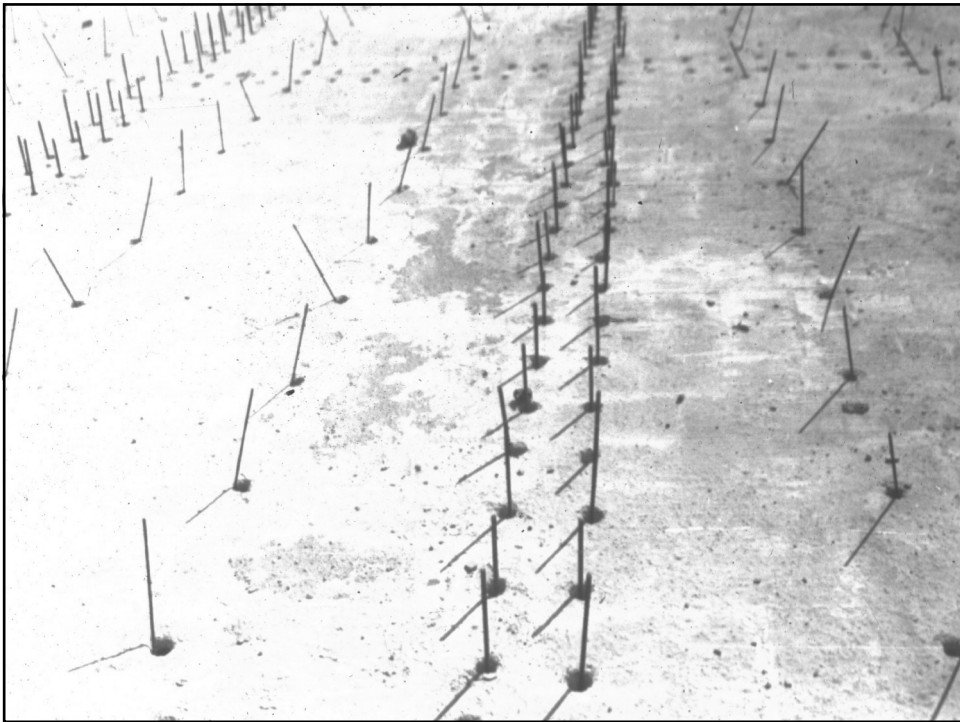
17



18



19



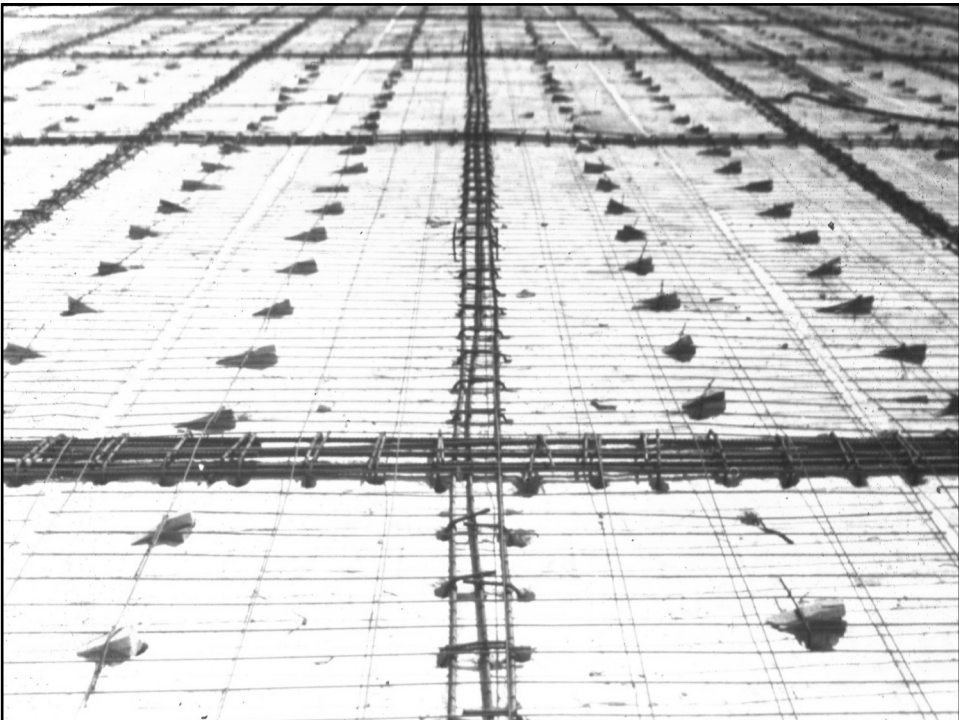
20



 Educacional



21



22



23



 *Educacional*



24

# Reforço desnecessário

## Estacas tipo hélice contínua com $f_{ck} < 20\text{MPa}$



25

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
6122

Segunda edição  
20.09.2010

Válida a partir de  
20.10.2010

---

**Projeto e execução de fundações**

*Design and construction of foundations*



26

Tabela 4 – Estacas moldadas *in loco*: parâmetros para dimensionamento

Tipo de estaca	$f_{ck}^d$ máximo de projeto MPa	$\gamma_f$	$\gamma_c$	$\gamma_s$	Comprimento útil mínimo (incluindo trecho de ligação com o bloco) e % de armadura mínima		Tensão média atuante abaixo da qual não é necessário armar (exceto ligação com o bloco) MPa
					Armadura %	Comprimento m	
Hélice/hélice de deslocamento <sup>a</sup>	20	1,4	1,8	1,15	0,5	4,0	6,0

27

## ESPECIFICAÇÕES DO CONCRETO DAS ESTACAS HÉLICE–CONTÍNUA HC–30

1. CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO: 400 kg/m<sup>3</sup>
2. ABATIMENTO OU SLUMP TEST IGUAL A 22±3cm CONFORME ABNT NBR NM 67
3. FATOR ÁGUA/CIMENTO ≤ 0,55
4. PEDRA 0
5. % DE ARGAMASSA EM MASSA ≥ 55%  
[MASSA DE CIMENTO + MASSA DOS AGREGADOS MIUDOS] \*100/ [MASSA DE CIMENTO + MASSA DOS AGREGADOS MIUDOS + MASSA DOS AGREGADOS GRÁUDOS]
6. TRAÇO TIPO BOMBEADO
7.  $f_{ck} > 30$  MPa DOS 28 DIAS, CONFORME ABNT NBR 6118, ABNT NBR 5738, ABNT NBR 5739
8. EXSUDAÇÃO ≤ 4% DO VOLUME TOTAL DE ÁGUA SEGUNDO ABNT NBR 15558

28

ABNT NBR 6122:2010

**Anexo F**  
(normativo)

**Estacas hélice contínua monitorada – Procedimentos executivos**

**F.9 Concreto**

O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

a) consumo de cimento não inferior a 400 kg/m<sup>3</sup>; ???

© ABNT 2010 - Todos os direitos reservados

**ABNT NBR 6122:2010**

b) abatimento ou *slump test* igual a 22 ± 3 cm, conforme ABNT NBR NM 67;

c) fator água/cimento ≤ 0,6; ???

d) agregado: areia e pedrisco;

e) % de argamassa em massa: ≥ 55 %; ???

f) traço tipo bombeado;

g)  $f_{ck} \geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme ABNT NBR 6118, ABNT NBR 5738 e ABNT NBR 5739.

29

COTA (m)	PERFIL GEOOLÓGICO	N.º DE GOLPES S. P. T.	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI					PROFUN. CAMADA (m)	INTER. GEOOL. GICA	CONSISTÊNCIA* OU COMPA. CIDADE**	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA	N. A. (m)
			5	10	15	20	25					
95,28	[Perfil]	1 1 1 15 15 18	2/33						AT		Argila siltosa pouco arenosa, com detritos vegetais, variegada (marrom)	
		1 1 30 19	1/19						MUITO MOLE*			
		1 1 1 19 15 15	2									
		1 1 1 20 27	1/27								Argila siltosa pouco arenosa, vermelha	
		1 1 30 22	1/22									
		1 1 2 18 15 15	3						SR	MOLE*		
		1 1 1 20 10 15	2/25							MUITO MOLE*		
		2 3 4 15 15 15	7								Argila siltosa pouco arenosa, variegada (vermelha)	
		3 4 5 15 15 15	9									
		3 4 4 15 15 15	8						MEDIA*			
		11,00										
		2 3 5 15 15 15	8									
		3 5 6 15 15 15	11									
		3 4 7 15 15 15	11						SAR	RUÍ*	Silt argiloso pouco arenoso, variegado (vermelho)	
		4 5 7 15 15 15	12									
		3 5 6 15 15 15	11									
85,28		15 15 15										

<b>Letura</b>	<b>Data</b>	<b>N.A.(m)</b>	<b>Método</b>	<b>Início(m)</b>	<b>Fim(m)</b>	<b>Lavagem por tempo - 10 min.</b>	<b>NOTA :</b>
INICIAL	06/11/13	21,90	T. Cavadeira	0,00	10,00	Profun. de Início (m) : ---	Para melhor verificação do nível d'água, abrir poço de maior diâmetro na época da obra.
FINAL	06/11/13	21,63	T. Espiral	---	---	Estagio 1 (cm) : ---	
			Lavagem	10,45	32,07	Estagio 2 (cm) : --- Estagio 3 (cm) : ---	

30

COTA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.º DE GOLPES S. P. T.	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI					PROFUN. CAMADA (m)	INTER. GEOLÓGICA	CONSI. TÊNCIA* OU COMPA. CIDADE**	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA	N. A. (m)
			5	10	15	20	25					
80,28	[Diagrama de perfil geológico com hachuras para argilo-arenoso]	3 5 8								SAR	Site argiloso pouco arenoso, variegado (vermelho)	21,63
		15 15 15										
		3 8 8										
		15 15 15										
		4 6 7										
		15 15 15										
		5 6 7										
		15 15 15										
		3 5 8										
		15 15 15										
75,28	[Diagrama de perfil geológico com hachuras para areno-argiloso]	4 8 8								SAR	Site areno-argiloso, micáceo, com fragmentos de rocha, variegado (cinza amarelado)	21,63
		15 15 15										
		5 8 10										
		15 15 15										
		6 7 9										
		15 15 15										
		6 10 13										
		15 15 15										
		6 9 10										
		15 15 15										
70,28	[Diagrama de perfil geológico com hachuras para argilo-arenoso]	6 10 14								SAR	Site argilo-arenoso, micáceo, com fragmentos de rocha, variegado (cinza)	21,63
		15 15 15										
		6 11 15										
		15 15 15										
		7 13 15										
		15 15 15										
		9 17 20										
		15 15 15										
		13 21 23										
		15 15 15										

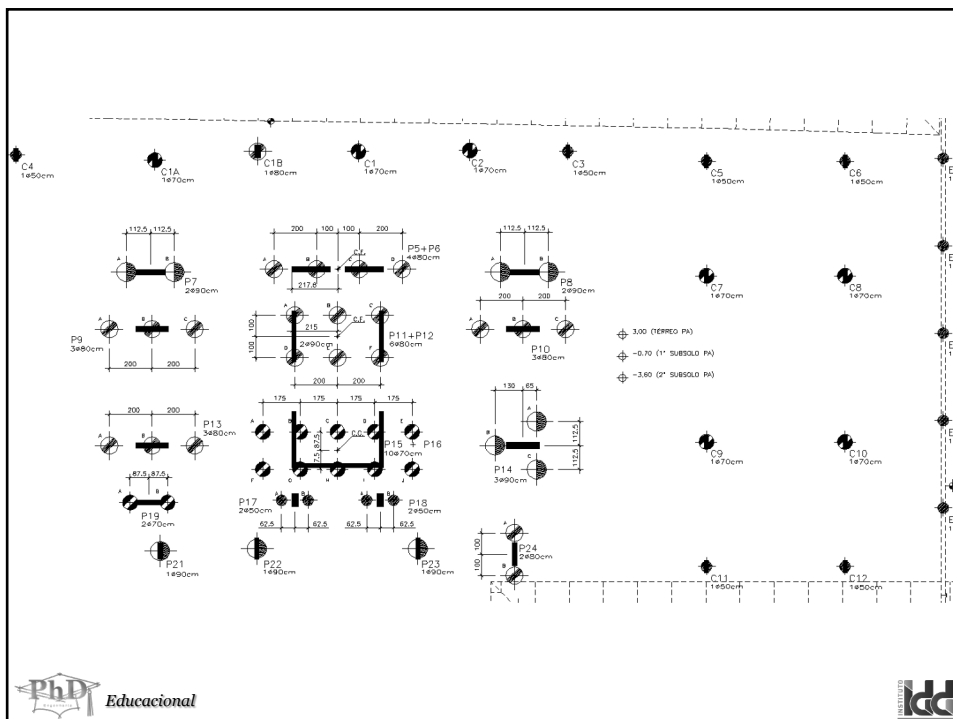
Leitura	Data	N.A.(m)	Método	Início(m)	Fim(m)	Lavagem por tempo - 10 min.	NOTA :
INICIAL	06/11/13	21,90	T. Cavadeira	0,00	10,00	Profun. de Início (m) : --	Para melhor verificação do nível d'água,
FINAL	06/11/13	21,63	T. Espiral	--	--	Estagio 1 (cm) : --	abrir poço de maior diâmetro na época da obra.
			Lavagem	10,45	32,07	Estagio 2 (cm) : --	
						Estagio 3 (cm) : --	

31

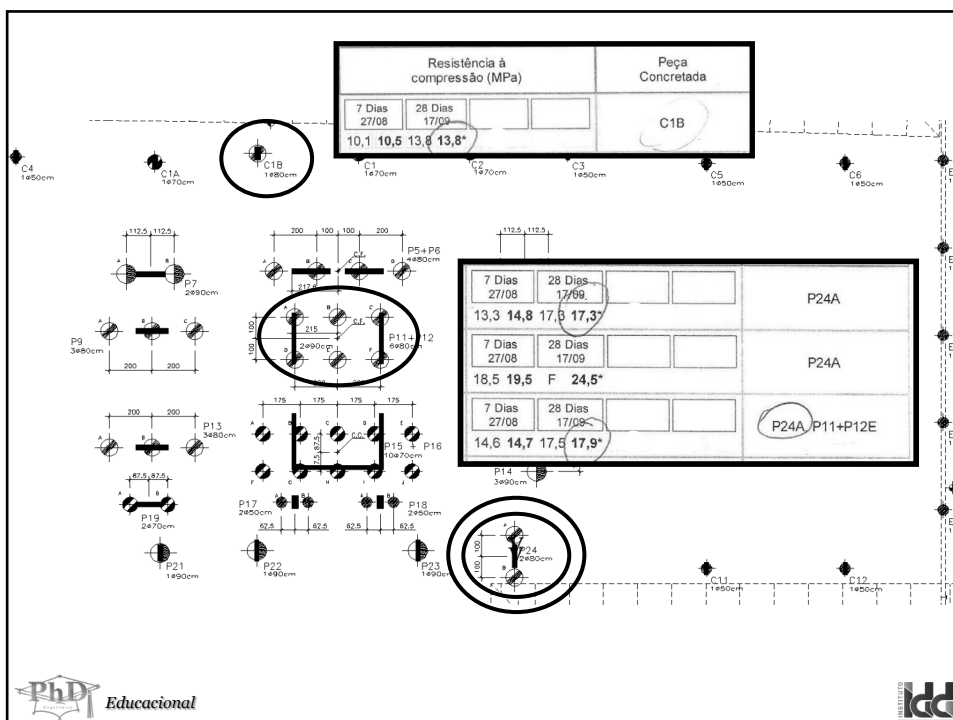
COTA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	N.º DE GOLPES S. P. T.	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI					PROFUN. CAMADA (m)	INTER. GEOLÓGICA	CONSI. TÊNCIA* OU COMPA. CIDADE**	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA	N. A. (m)
			5	10	15	20	25					
	[Diagrama de perfil geológico com hachuras para argilo-arenoso]	18 28 28								SAR	Site argilo-arenoso, micáceo, com fragmentos de rocha, variegado (cinza)	
		15 15 15										
		23 24										
		15 15										
	[Diagrama de perfil geológico com hachuras para areno-argiloso]	30								SAR	Site areno-argiloso, micáceo, com fragmentos de rocha, variegado (cinza)	
		7										

32







33



34

<b>C1B</b>	<b>P24A</b>	<b>P12E</b>
	17,9	
13,8	17,3	17,9

35

## ***Extração de testemunhos***

<b>Local</b>				$f_{ci,ext}$	$f_{ck,ext,seg}$	$f_{ck,ext,seg}^{*1,1}$
<b>Relatório</b>	<b>CP</b>	<b>NF</b>	<b>Elementos</b>	<b>MPa</b>	<b>MPa</b>	<b>MPa</b>
	1	66582	E-P24-A	22,2	21,9	<b>24,0</b>
	2		E-P24-A	21,5		

***>20MPa***

36



**Estimativa da Capacidade de Carga de Elemento Isolado de Fundação por Estaca**  
Método Aoki-Velloso (1975)

**Planilha de Dados da Sondagem**

SONDAGEM			PARÂMETROS DO PERFIL DO TERRENO				SOLO			
L <sub>estaca</sub> (m)	N <sub>63t</sub>	Código do Solo	K	α	q <sub>c</sub> (kPa)	f <sub>s</sub> (kPa)	CÓDIGO	K (kPa)	α	
1	1	320	220	0,04	220	9	100	1000	1,4%	
2	1	320	220	0,04	220	9	120	800	2,0%	
3	2	320	220	0,04	440	18	123	700	2,4%	
4	1	320	220	0,04	220	9	130	600	3,0%	
5	1	320	220	0,04	220	9	132	500	2,8%	
6	3	320	220	0,04	660	26	200	400	3,0%	
7	1	320	220	0,04	220	9	210	550	2,2%	
8	7	320	220	0,04	1540	62	213	450	2,8%	
9	9	320	220	0,04	1980	79	230	230	3,4%	
10	8	320	220	0,04	1760	70	231	250	3,0%	
11	9	230	230	0,034	1840	63	300	200	6,0%	
12	11	230	230	0,034	2530	86	310	350	2,4%	
13	11	230	230	0,034	2530	86	312	300	2,8%	
14	12	230	230	0,034	2760	94	320	220	4,0%	
15	11	230	230	0,034	2530	86	321	330	3,0%	
16	14	230	230	0,034	3220	109				
17	13	230	230	0,034	2990	102				
18	13	230	230	0,034	2990	102				
19	13	230	230	0,034	2990	102				
20	16	230	230	0,034	3680	125				
21	18	230	230	0,034	4140	141				
22	16	230	230	0,034	3680	125				
23	23	231	250	0,03	5750	173				
24	19	231	250	0,03	4750	143				
25	24	231	250	0,03	6000	180				
26	26	231	250	0,03	6500	195				
27	28	231	250	0,03	7000	210				
28	37	231	250	0,03	9250	278				
29	40	231	250	0,03	10000	300				
30	40	231	250	0,03	10000	300				
31	40	231	250	0,03	10000	300				
32	40	231	250	0,03	10000	300				
33			250	0,03	10000	300				

**SOLO**

SOLO	CÓDIGO	K (kPa)	α
Areia	100	1000	1,4%
Areia Siltosa	120	800	2,0%
Areia Silto-argilosa	123	700	2,4%
Areia Argilosa	130	600	3,0%
Areia Argilo-Siltosa	132	500	2,8%
Silte	200	400	3,0%
Silte Arenoso	210	550	2,2%
Silte Areno-Argiloso	213	450	2,8%
Silte Argiloso	230	230	3,4%
Silte Argilo-Arenoso	231	250	3,0%
Argila	300	200	6,0%
Argila Arenosa	310	350	2,4%
Argila Areno-Siltosa	312	300	2,8%
Argila Siltosa	320	220	4,0%
Argila Silto-Arenosa	321	330	3,0%

**PhD Educacional**  

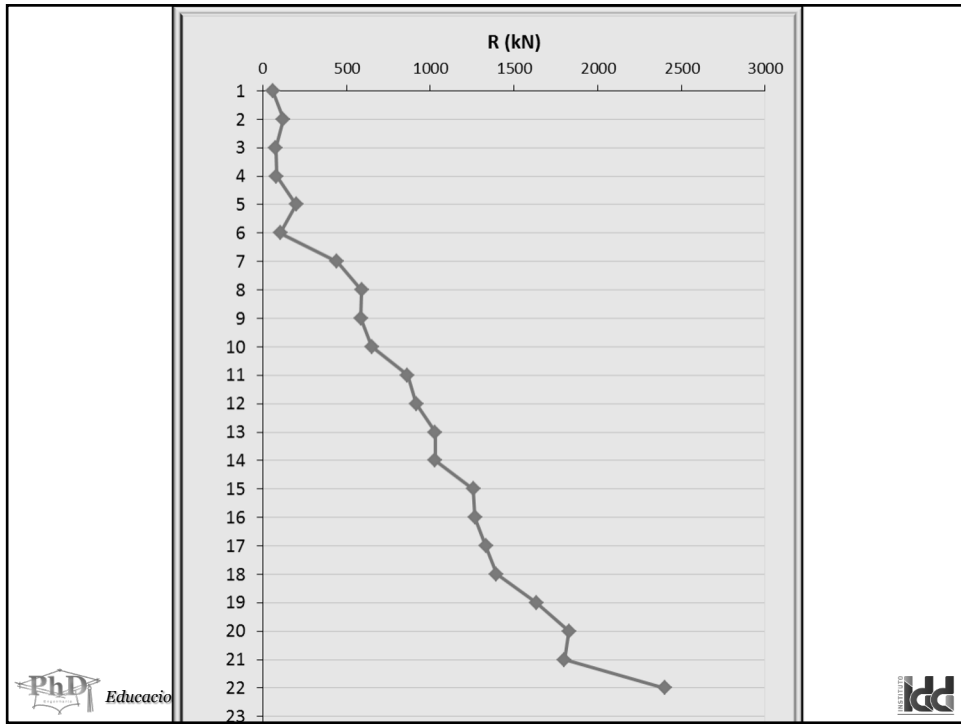
37

**Estimativa da Capacidade de Carga de Elemento Isolado de Fundação por Estaca**  
Método Aoki-Velloso (1975)

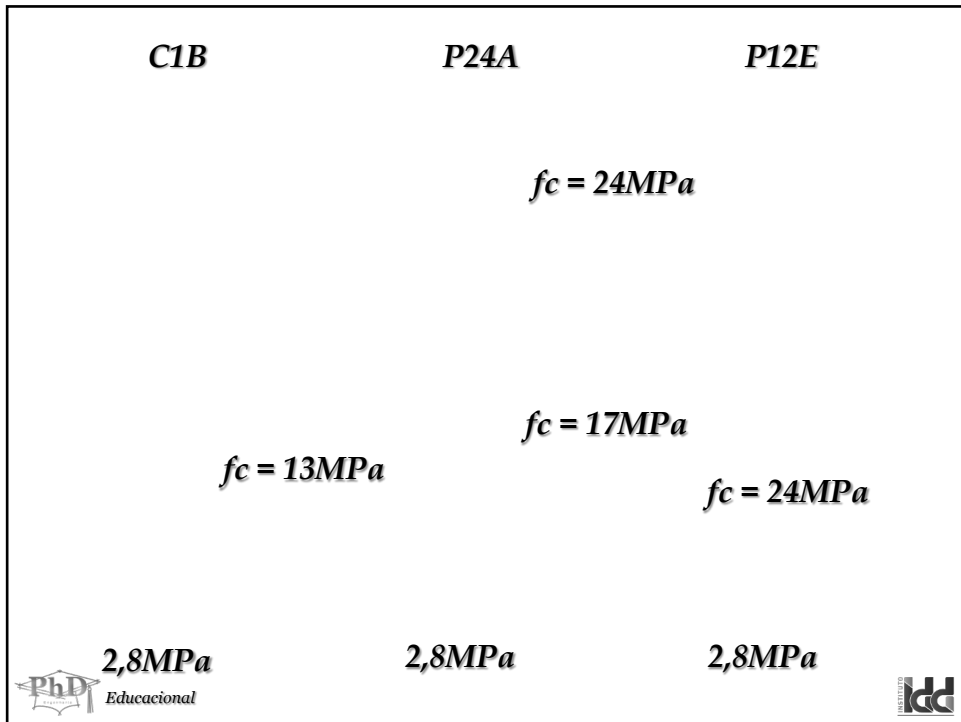
**Planilha de Dados da Estaca e Resultados**

TIPO DA ESTACA		RESISTÊNCIAS				
CARACTERÍSTICAS DO ELEMENTO ESTRUTURAL		L <sub>ESTACA</sub> (m)	R <sub>L</sub> a cada metro (kN)	R <sub>L</sub> acumulada (kN)	R <sub>p</sub> (kN)	R (kN)
TIPO DA ESTACA	Hélice	1	6	6	55	61
Geometria da Seção Transversal	Circular	2	6	11	111	122
Diâmetro da Seção Transversal (cm)	80	3	11	22	55	77
Área da Seção Transversal (cm <sup>2</sup> )	5026,55	4	6	28	55	83
Perímetro da Seção Transversal (cm)	251,33	5	6	33	166	199
L <sub>ESTACA</sub> (m)	22	6	17	50	55	105
Haverá alargamento da base?	Não	7	6	55	387	442
Valor de F1	2,00	8	39	94	498	592
Valor de F2	4	9	50	144	442	586
		10	44	188	462	650
		11	39	227	636	863
		12	54	281	636	917
		13	54	335	694	1029
		14	59	394	636	1030
		15	54	448	809	1258
		16	69	517	751	1269
		17	64	581	751	1333
		18	64	645	751	1396
		19	64	709	925	1634
		20	79	787	1040	1828
		21	88	876	925	1801
		22	79	954	1445	2400

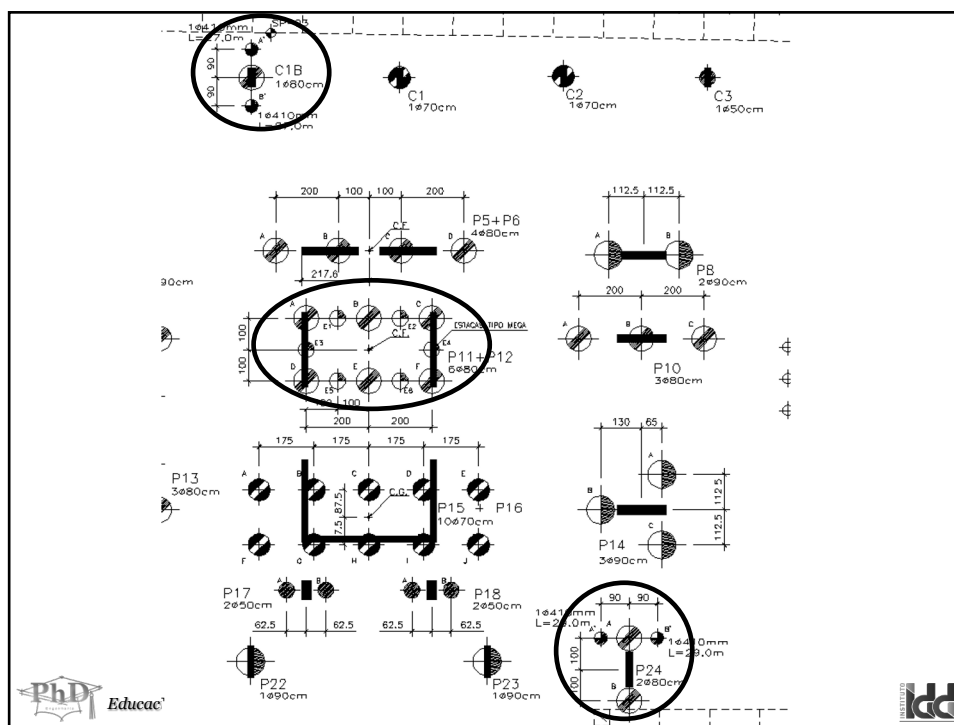
38



39



40



41

## CONSEQUÊNCIA !

- **112m de estaca raiz 410mm**
- **2.000kg aço CA-50**
- **Estacas tipo Mega**

→ **~US\$ 40,000 (!!!)**

42

# OBRIGADO!



*"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"*

**[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)**  
**[www.phd.eng.br](http://www.phd.eng.br)**

11.2501.4822 / 23  
119.5045.4940

