



**Tabela de cargas, projetos de
fundações e a revisão da
ABNT-NBR 6112**

Frederico F. Falconi

Resumo

Serão apenas 2 tópicos:

1. Coisas que achamos importantes vocês saberem e
2. Coisas que realmente são importantes vocês saberem.

Estacas e Tubulões

Elemento de fundação que transmite a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo ser seu comprimento útil superior a 8 vezes a sua menor dimensão em planta e no mínimo 3,0 m. Quando for inferior a 8 vezes deve ser justificado.

Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões (**PENDENTE**).

Tubulões

As normas de segurança do Ministério do Trabalho devem ser rigorosamente cumpridas para evitar acidentes, em especial as NR's 18, 33 e 35 que tratam de:

- Espaço confinado
- Trabalho em altura
- Equipamentos de segurança (EPI's)



OBS: TODOS OS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DEVEM POSSUIR CERTIFICADO DE AUTENTICIDADE.

- Norma 1996

$$P_{adm} = \frac{(P_p + P_l) - 1,5 \times P_{an}}{FS_g}$$

- Norma 2010 $P_{adm} = \frac{P_p + P_l}{FS_g} - P_{an}$

- Norma 2017

$$R_{adm} = (R_p + R_{l,p}) / FS_g$$

onde

R_{adm} é a carga resistente admissível;
 FS_g é o fator de segurança global.

O critério de segurança será então expresso por:

$$P_{adm} + P_{an} \leq R_{adm}$$

onde

P_{adm} é a carga admissível sobre o elemento de fundação, excluídas as cargas variáveis efêmeras (e a carga proveniente do atrito negativo).

Especificação do concreto – NBR6122/10

ESPECIFICAÇÃO DE TRAÇO PADRÃO ABEF/ABEG/ABESC PARA HÉLICE CONTÍNUA
(CÓDIGO: HC30)

- FATOR ÁGUA/CIMENTO $\leq 0,55$
- $f_{ck} \geq 30$ MPa
- SLUMP NA NOTA FISCAL: 220 ± 30 mm
- CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO: 400 kg/m^3
- % DE ARGAMASSA EM MASSA $\geq 55\%$
(MASSA DE CIMENTO + MASSA DE AGREGADOS MIÚDOS) $\times 100 /$
(MASSA DO CIMENTO + MASSA DOS AGREGADOS MIÚDOS + MASSA DOS AGREGADOS GRAÚDOS)
- PEDRA 0 (DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA 12,5 mm)
- SLUMP FLOW ENTRE 60 E 75 cm
- EXSUDAÇÃO $\leq 2\%$
- TEOR DE AR INCORPORADO $\leq 3\%$
- SEGREGAÇÃO $\leq 5\%$
- TRAÇO TIPO BOMBEADO
- PODEM SER USADOS ADITIVOS PLASTIFICANTES
- PERMITIDO O USO DE AGREGADOS MIÚDOS ARTIFICIAIS CONFORME NBR 7211
- ESPECIFICAR NA NOTA FISCAL A QUANTIDADE MÁXIMA DE ÁGUA A SER ADICIONADA NA OBRA CONSIDERANDO A ÁGUA RETIDA NA CENTRAL MAIS UMA ESTIMATIVA DE ÁGUA PERDIDA POR EVAPORAÇÃO
- AS NOTAS FISCAIS DE SIMPLES REMESSA DEVEM TER O CÓDIGO HC30
- A COLOCAÇÃO DA ARMADURA NA ESTACA DEVERÁ OCORRER NO MÁXIMO 2 HORAS APÓS A CHEGADA DO CONCRETO NA OBRA, RESPEITANDO A NBR 7212





Especificação do concreto - Proposta

- $F_{ck} \geq 20\text{MPa}$ (ABNT NBR 5738 e NBR 12655);
- Concreto autoadensável, com classificação SF2 na ABNT NBR 15823 e $600\text{mm} \leq \text{Espalhamento (slump flow)} \leq 750\text{ mm}$;
- Segregação estática, classificação SR2 na ABNT NBR 15823 e coluna $\leq 15\%$;
- Concreto autoadensável, classificação PL2 na ABNT NBR 15823 - Caixa L $\geq 0,80$;
- Exsudação total de água $\leq 2\%$ (ABNT NM 102 – Concreto Fresco. Determinação da exsudação de água. Método de Ensaio).



- Concreto autoadensável, coeso, uniforme que se altere o mínimo possível durante o lançamento;
- 450 kg de finos por m³, ou seja, material de Dmax inferior a 0,150 mm que pode ser cimento (mas seria contra a sustentabilidade do planeta) ou areia fina, argila, silte, pó calcário, escória moída, fly ash, metacaulim, sílica ativa, cal hidratada, certos aditivos espessadores, etc.;
- Usar da ordem de 200 kg de cimento e o restante de materiais finos.



➤ 8.5.6 Limites aceitáveis de excentricidade de execução

Face às características executivas dos diversos tipos de fundações, excentricidades são inevitáveis. Quando forem projetadas estacas isoladas, elas devem ser estruturalmente dimensionadas para suportar todas as excentricidades das cargas aplicadas e também excentricidades executivas previamente estimadas cujo valor dependa de cada tipo de estaca ou equipamento. Devem ser verificados os deslocamentos e tensões horizontais no solo.

Em função da disposição e quantidade de estacas ou tubulões de um bloco, ficam estabelecidos os critérios limites indicados em 8.5.6.1 e 8.5.6.2.

➤ 8.5.6.1 Elementos isolados ou alinhados



0,3

circ

adi

solu

con

das

➤

diâ

esse

de

maiores a

circulo

ação

ante das

estruturais

aplicações

é 10 % do

superior a

crésimo

ca.

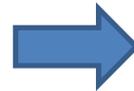
Folgas admissíveis

- Prova de carga para redução de FS

$$P_{adm} = \frac{Ruptura}{1,60}$$

- Com vento

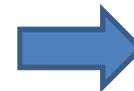
$$P'_{adm} = 1,30 \times \frac{Ruptura}{1,60}$$



$$P'_{adm} = \frac{Ruptura}{1,23}$$

- Com excentricidade

$$P''_{adm} = 1,15 \times P_{adm}$$



$$P''_{adm} = \frac{1,15}{1,23} = \frac{Ruptura}{1,07}$$

6.2 Estados-limites

O projeto deve assegurar que as fundações apresentem segurança quanto aos:

- a) estado-limite último (associados a colapso parcial ou total da obra);
- b) estado-limite de serviço (quando ocorrem deformações, fissuras etc. que comprometem o uso da obra).

➤ 6.3 Efeito do vento

Tanto na verificação em valores característicos ou em valores de cálculo, os valores de tensão admissível de sapatas e tubulões e cargas admissíveis em estacas ou os valores de tensão resistente de projeto de sapatas e tubulões e cargas resistentes de projeto em estacas não podem ser majorados, mesmo quando o vento for a ação variável principal (**em discussão**).

➤ 6.3.1 Cálculos em termos de valores característicos

Quando a verificação das solicitações for feita considerando-se as ações nas quais o vento é a ação variável principal, os valores de tensão admissível de sapatas e tubulões e cargas admissíveis em estacas podem ser majorados em até 30 %. Neste caso deve ser feita a verificação estrutural do elemento de fundação.

[Texto anterior](#)

➤ 6.3.2 Cálculos em termos de valores de cálculo

Quando a verificação das solicitações for feita considerando-se as ações nas quais o vento é a ação variável principal, os valores de tensão resistente de projeto de sapatas e tubulões e cargas resistentes de projeto em estacas podem ser majorados em até 10 %. Neste caso deve ser feita a verificação estrutural do elemento de fundação.

[Texto anterior](#)



Como considerar o efeito do vento?

Aero-geradores

Silos e Reservatórios elevados

Torres de Linhas de Transmissão

Galpões Industriais

➤ Forma do pavimento tipo



Casos de carregamento simples

Sufixo "_R" Carga acidental reduzida
Sufixo "_V" Vigas de transição c/inércia normal
Sufixo "_E" Engastado, com caso correspondente articulado

Num	Prefixo	Titulo
1	TODAS	Todas permanentes e acidentais dos pavimentos
2	PP	Peso Próprio
3	PERM	Cargas permanentes
4	ACID	Cargas acidentais
5	VENT1	Vento (1) 90°
6	VENT2	Vento (2) 270°
7	VENT3	Vento (3) 0°
8	VENT4	Vento (4) 180°
9	VENT5	Vento (5) 45°
10	VENT6	Vento (6) 135°
11	VENT7	Vento (7) 225°
12	VENT8	Vento (8) 315°
13	DESA1	Desaprumo (1)
14	DESA2	Desaprumo (2)
15	ACID_R	Cargas acidentais - Reduzidas
16	TODAS_V	Todas permanentes e acidentais dos pavimentos - VTN
17	PP_V	Peso Próprio - VTN
18	PERM_V	Cargas permanentes - VTN
19	ACID_V	Cargas acidentais - VTN
20	ACID_R_V	Cargas acidentais - Reduzidas - VTN

MAPA DE CARGA x PROJETA DE FUNDAÇÃO

Num	AC	VT	Título
21			ELU1/PERMACID/PP+PERM+DESA1+ACID
22			ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID
23			ELU1/PERMACID/PP+PERM+DESA2+ACID
24			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT1
25			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT2
26			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT3
27			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT4
28			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT5
29			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT6
30			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT7
31			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+ACID+0.6VENT8
32			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT1
33			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2
34			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT3
35			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT4
36			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT5
37			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT6
38			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT7
39			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT8
40			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT1
41			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT2
42			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT3
43			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT4
44			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT5
45			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT6
46			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT7
47			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+ACID+0.6VENT8
48			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT1
49			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT2
50			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT3
51			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT4
52			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT5
53			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT6
54			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT7
55			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA1+0.5ACID+VENT8
56			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT1
57			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT2
58			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT3
59			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT4
60			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT5
61			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT6
62			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT7
63			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.5ACID+VENT8
64			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+0.5ACID-VENT1
65			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+0.5ACID+VENT2
66			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+0.5ACID+VENT3
67			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+0.5ACID+VENT4
68			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+DESA2+0.5ACID+VENT5



➤ Tabela de Cargas 28 casos

Elem	Caso 1	Vento (1) 90°			Vento (2) 270°			Vento (3) 0°			Vento (4) 180°	
		Fz	Fz	Fy	Mx	Fz	Fy	Mx	Fz	Fx	My	Fz
P1	330.0	87.1	2.9	-12.3	-87.1	-2.9	12.3	-11.4	0.2	1.5	11.4	-0.2
P2	622.6	177.3	23.7	-233.9	-177.3	-23.7	233.9	-16.8	0.1	0.5	16.8	-0.1
P3	259.0	82.6	1.5	-11.8	-82.6	-1.5	11.8	5.2	0.1	0.3	-5.2	-0.1
P4	736.4	47.0	27.3	-321.4	-47.0	-27.3	321.4	-14.8	0.2	0.7	14.8	-0.2
P5	232.3	74.2	1.2	-11.4	-74.2	-1.2	11.4	7.0	0.1	0.3	-7.0	-0.1
P6	959.9	55.1	32.7	-385.8	-55.1	-32.7	385.8	4.9	0.3	1.2	-4.9	-0.3
P7	240.8	85.2	1.5	-11.8	-85.2	-1.5	11.8	-6.4	0.1	0.3	6.4	-0.1
P8	665.1	183.7	22.3	-232.7	-183.7	-22.3	232.7	21.6	0.1	0.5	-21.6	-0.1
P9	225.5	60.2	1.7	-6.0	-60.2	-1.7	6.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
P10	497.1	-27.8	0.7	-2.4	27.8	-0.7	2.4	-9.2	0.8	6.3	9.2	-0.8
P11	288.9	-45.6	1.6	-12.0	45.6	-1.6	12.0	6.0	0.0	0.2	-6.0	0.0
P12	255.5	-55.7	1.4	-11.6	55.7	-1.4	11.6	7.0	0.0	0.2	-7.0	0.0
P13	269.3	-45.1	1.6	-11.9	45.1	-1.6	11.9	-5.9	0.0	0.1	5.9	0.0
P14	553.2	-8.6	4.8	-29.4	8.6	-4.8	29.4	7.2	0.1	0.4	-7.2	-0.1
P15	492.0	-13.2	8.7	-56.2	13.2	-8.7	56.2	-35.1	0.2	0.5	35.1	-0.2

➤ Tabela de Cargas 17 casos

Elem	Caso 1	Vento (1) 90°			Vento (2) 270°			Vento (3) 0°			Vento (4) 180°		
		Fz	Fz	Fy	Mx	Fz	Fy	Mx	Fz	Fx	My	Fz	Fx
P1	330.0	87.1	2.9	-12.3	-87.1	-2.9	12.3	-11.4	0.2	1.5	11.4	-0.2	-1
P2	622.6	177.3	23.7	-233.9	-177.3	-23.7	233.9	-16.8	0.1	0.5	16.8	-0.1	-0
P3	259.0	82.6	1.5	-11.8	-82.6	-1.5	11.8	5.2	0.1	0.3	-5.2	-0.1	-0
P4	736.4	47.0	27.3	-321.4	-47.0	-27.3	321.4	-14.8	0.2	0.7	14.8	-0.2	-0
P5	232.3	74.2	1.2	-11.4	-74.2	-1.2	11.4	7.0	0.1	0.3	-7.0	-0.1	-0
P6	959.9	55.1	32.7	-385.8	-55.1	-32.7	385.8	4.9	0.3	1.2	-4.9	-0.3	-1
P7	240.8	85.2	1.5	-11.8	-85.2	-1.5	11.8	-6.4	0.1	0.3	6.4	-0.1	-0
P8	665.1	183.7	22.3	-232.7	-183.7	-22.3	232.7	21.6	0.1	0.5	-21.6	-0.1	-0
P9	225.5	60.2	1.7	-6.0	-60.2	-1.7	6.0	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	-0
P10	497.1	-27.8	0.7	-2.4	27.8	-0.7	2.4	-9.2	0.8	6.3	9.2	-0.8	-6
P11	288.9	-45.6	1.6	-12.0	45.6	-1.6	12.0	6.0	0.0	0.2	-6.0	0.0	-0
P12	255.5	-55.7	1.4	-11.6	55.7	-1.4	11.6	7.0	0.0	0.2	-7.0	0.0	-0
P13	269.3	-45.1	1.6	-11.9	45.1	-1.6	11.9	-5.9	0.0	0.1	5.9	0.0	-0
P14	553.2	-8.6	4.8	-29.4	8.6	-4.8	29.4	7.2	0.1	0.4	-7.2	-0.1	-0
P15	492.0	-13.2	8.7	-56.2	13.2	-8.7	56.2	-35.1	0.2	0.5	35.1	-0.2	-0

➤ Tabela de Cargas 17 casos

Caso	CARGA 01		CARGA 02		CARGA 03		CARGA 04		CARGA 05		CARGA 06		CARGA 07		CARGA 08		CARGA 09		CARGA 10		CARGA 11		CARGA 12		CARGA 13		CARGA 14		CARGA 15		CARGA 16		CARGA 17		
	Proj. 1	Proj. 2																																	
01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

➤ Tabela de Cargas 11 casos

Elem	VERTICAIS					FX MÁXIMO			FY MÁXIMO			FZ MÁXIMO	
	Fz	Fx	Fy	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx
P1	330	---	---	---	---	436	-19	---	436	-19	---	436	-19
P2	624	---	---	---	---	825	-332	---	825	-332	---	825	-332
P3	259	---	---	---	---	350	-16	---	350	-16	---	350	-16
P4	736	---	-16	37	---	767	-193	---	728	-347	---	767	-193
P5	232	---	---	---	---	299	-11	---	299	-11	---	299	-11
P6	960	---	-21	41	---	809	494	---	938	-414	---	999	-232
P7	241	---	---	---	---	104	15	---	337	-16	---	337	-16
P8	666	---	---	---	---	377	326	---	867	-331	---	867	-331
P9	226	---	---	---	---	120	11	---	299	-8	---	299	-8
P10	498	---	---	---	---	445	---	7	406	---	6	528	---
P11	289	---	---	---	---	302	9	---	205	-17	---	324	9
P12	256	---	---	---	---	293	13	---	174	-11	---	293	14
P13	269	---	---	---	---	304	9	---	188	-16	---	304	9
P14	554	---	---	---	---	527	46	---	488	-47	---	566	27
P15	493	---	---	---	---	480	81	---	436	-79	---	517	---

MAPA DE CARGA x PROJETA DE FUNDAÇÃO

➤ Tabela de Cargas 11 casos

Sim	VERTICAIS				FX MÁXIMO			FY MÁXIMO			FZ MÁXIMO			MX MÁXIMO			MY MÁXIMO			RZ MÍNIMO			RY MÍNIMO			RX MÍNIMO			MY MÍNIMO						
	Fz	Fx	Fy	Nx	Mx	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My	Fz	Mx	My			
P1	30					406	0		236	19		401	0		808	20		436	19		10	30		100	20		80	20		40	19		808	20	
P2	120					824	0		472	38		801	0		1616	40		872	38		40	60		200	40		160	40		1616	40		1616	40	
P3	30					806	0		472	18		801	0		1616	20		872	18		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P4	30					807	0		472	37		801	0		1616	40		872	37		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P5	30					806	0		472	17		801	0		1616	20		872	17		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P6	30					805	0		472	36		801	0		1616	40		872	36		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P7	30					804	0		472	16		801	0		1616	20		872	16		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P8	30					803	0		472	35		801	0		1616	40		872	35		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P9	30					802	0		472	15		801	0		1616	20		872	15		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P10	30					801	0		472	34		801	0		1616	40		872	34		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P11	30					800	0		472	14		801	0		1616	20		872	14		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P12	30					799	0		472	33		801	0		1616	40		872	33		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P13	30					798	0		472	13		801	0		1616	20		872	13		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P14	30					797	0		472	32		801	0		1616	40		872	32		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P15	30					796	0		472	12		801	0		1616	20		872	12		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P16	30					795	0		472	31		801	0		1616	40		872	31		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P17	30					794	0		472	11		801	0		1616	20		872	11		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P18	30					793	0		472	30		801	0		1616	40		872	30		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P19	30					792	0		472	10		801	0		1616	20		872	10		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P20	30					791	0		472	29		801	0		1616	40		872	29		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P21	30					790	0		472	9		801	0		1616	20		872	9		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P22	30					789	0		472	28		801	0		1616	40		872	28		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P23	30					788	0		472	8		801	0		1616	20		872	8		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P24	30					787	0		472	27		801	0		1616	40		872	27		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P25	30					786	0		472	7		801	0		1616	20		872	7		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P26	30					785	0		472	26		801	0		1616	40		872	26		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P27	30					784	0		472	6		801	0		1616	20		872	6		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P28	30					783	0		472	25		801	0		1616	40		872	25		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P29	30					782	0		472	5		801	0		1616	20		872	5		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P30	30					781	0		472	24		801	0		1616	40		872	24		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P31	30					780	0		472	4		801	0		1616	20		872	4		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P32	30					779	0		472	23		801	0		1616	40		872	23		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P33	30					778	0		472	3		801	0		1616	20		872	3		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P34	30					777	0		472	22		801	0		1616	40		872	22		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P35	30					776	0		472	2		801	0		1616	20		872	2		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P36	30					775	0		472	21		801	0		1616	40		872	21		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P37	30					774	0		472	1		801	0		1616	20		872	1		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P38	30					773	0		472	20		801	0		1616	40		872	20		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P39	30					772	0		472	19		801	0		1616	20		872	19		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P40	30					771	0		472	18		801	0		1616	40		872	18		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P41	30					770	0		472	17		801	0		1616	20		872	17		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P42	30					769	0		472	16		801	0		1616	40		872	16		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P43	30					768	0		472	15		801	0		1616	20		872	15		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P44	30					767	0		472	14		801	0		1616	40		872	14		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	
P45	30					766	0		472	13		801	0		1616	20		872	13		40	30		200	30		160	30		1616	30		1616	30	
P46	30					765	0		472	12		801	0		1616	40		872	12		40	60		200	60		160	60		1616	60		1616	60	

➤ Tabela de Cargas

Elem	COMBINAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO				
	Fz	Fx	Fy	Mx	My
P1	436	1	4	-19	2
P2	825	0	36	-332	1
P3	350	0	2	-16	0
P4	767	1	4	-193	2
P5	299	0	1	-11	0
P6	809	0	-57	494	2
P7	104	0	-2	15	1
P8	377	0	-31	326	1
P9	120	0	-4	11	0
P10	445	1	0	-0	7
P11	302	-0	-1	9	-0
P12	293	-0	-2	13	0
P13	304	0	-1	9	0
P14	527	1	-7	46	1
P15	480	-0	-12	81	-0

- Das 11 combinações da tabela de cargas uma representa apenas o carregamento vertical permanente e as outras 10 representam os esforços máximos e mínimos. Não inclui os 30% do vento!
- Caso se inclua o vento resultariam 21 combinações: 10 com vento como ação principal e 11 onde não é. Assim, poder-se-ia calcular com vento (10, 15 ou 30%) e verificar sem vento.
- calcular 11 ou 22 combinações?

➤ Combinações para análise em estacas

Casos de carregamento:

Dim: Caso caract. utilizado no dimensionamento.

Rmin: Caso caract. referente à mínima força normal na(s) estaca(s).

TEst: Caso caract. referente à verificação de tração na borda da estaca:
(Md/West - Nd/Aest); [Bloco de 1, 2 ou 3 estacas em linha].

BLOCO: 1 - B1

Retang. (1x)

TOTAL DE CARREGAMENTOS = 18 / CARREGAMENTOS PRINCIPAIS:							
Caso	Nk[tf]	Mxk[tf.m]	Myk[tf.m]	Fxk[tf]	Fyk[tf]	Mx*[tf.m]	My*[tf.m]
16 (Dim)	16.03	0.00	-0.48	-0.025	0.592	-0.30	-0.49
7 (Rmin)	15.99	0.00	-0.48	-0.026	0.593	-0.30	-0.49
9 (TEst)	16.56	0.00	-0.22	0.191	0.678	-0.34	-0.13

GEOMETRIA [cm, m2, m3]		CARGAS [tf, m]		TENSOES [kgf/cm2]		VERIF. [cm, graus]	
Estacas= 2	fi = 22.0	Dimensionam.	FN= 16.0	Dielas		Altura/Ang. Biela	
DisX= 44.0			MX= -0.3	TensLimP= 180.0		dmin = 18.5	
Xbl = 88.0	Ybl = 44.0		MY= -0.5	TensPil = 75.7		dmax = 26.3	
Alt = 50.0	Vol = 0.194			TensLimE= 180.0		d = 40.5	
Xpil= 14.0	Ypil= 35.0		FEq= 18.7	TensEst = 50.1		AnguloX= 65.4	
Área de forma:	1.32		Fmx= 9.4				
Altb= 5.0	DisF= 22.0		Fmn= 7.1				
*****				****			

ARMADURAS [cm2, cm]		Peso Próprio:	
			0.5 tf (x1)
Prin.X:	1.7 = 3 { 10.0 C/ 15.0	Susp.Y:	1.3 = 5 { 6.3 C/ 20.0
P.Estr:	0.7 = 4 { 5.0 C/ 12.5	Laterl:	0.3 = 2 { 5.0 C/ 25.0

➤ Combinações para análise em sapatas

Sapata: S12 Número = 12 Repetições: 1

GEOMETRIA:

Pilar:

Xpil: 40.00 Ypil: 40.00 ColarX: 5.00 ColarY: 5.00

Sapata (cm):

Xsap: 365.00 Ysap: 365.00 Altura: 125.00

H0x: 45.00 H0y: 35.00 ExcX: 0.00 ExcY: 0.00

Método de cálculo: Sapata Rígida

CARREGAMENTOS:

Nome	Caso	Comb	N	Mx	My	Fx	Fy
FzMax	16	36	559.56	30.1	-0.1	-0.17	-17.30
FzMin	6	18	194.09	-29.5	-0.1	-0.27	15.52
MxMax	17	37	370.74	0.3	10.4	6.41	-0.84
MxMin	9	21	382.91	0.3	-10.6	-6.85	-0.93
MyMax	15	35	195.70	-29.6	-0.1	-0.24	15.64
MyMin	7	19	557.95	30.2	-0.1	-0.20	-17.42
FxMax	17	37	370.74	0.3	10.4	6.41	-0.84
FxMin	9	21	382.91	0.3	-10.6	-6.85	-0.93
FyMax	15	35	195.70	-29.6	-0.1	-0.24	15.64
FyMin	7	19	557.95	30.2	-0.1	-0.20	-17.42

RESULTADOS:

Flexão [tf, m]:

Sentido	Msd	Caso	Observação
+X	334.87	16	
-X	335.27	16	
+Y	299.81	16	
-Y	370.32	16	

Compressão Diagonal [kgf/cm2]:

Sentido	Tsd	Caso	Limite	Observação
+X	44.55	16	58.05	
-X	44.61	16	58.05	
+Y	40.03	16	58.05	
-Y	49.13	16	58.05	

Força Cortante [tf]:

Sentido	Vsd	Caso	Limite	Observação
+X	170.93	16	393.79	
-X	171.16	16	411.69	
+Y	151.17	16	393.79	
-Y	190.93	16	411.69	

VERIFICAÇÕES:

Armaduras Calculadas [tf.m, cm2]:

*** AVISO: Sapata considerada "Quadrada" (diferença de dimensões): 0.0 <= 9.0 cm
Armaduras igualadas pela maior.

rho(%) : 0.247

Sentido Msd As,calc As,calc,corr Area,sec As,min,rho As,min,crit As,det

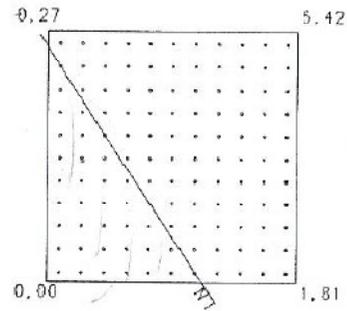
TQS



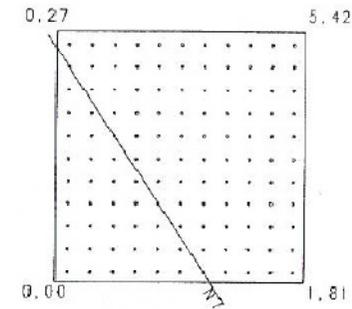
➤ **Combinações para análise em sapatas**

S3

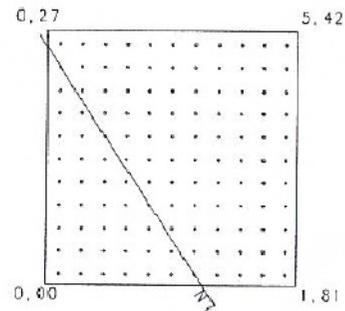
Combinação = 13
 $N_k = 55,01 \text{ tf}$
 $PP = 4,97 \text{ tf}$
 $M_{xk} = 17,00 \text{ tf.m}$
 $M_{yk} = 25,50 \text{ tf.m}$



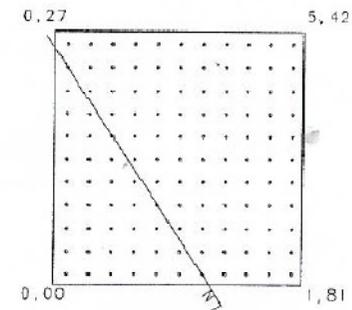
Combinação = 14
 $N_k = 55,01 \text{ tf}$
 $PP = 4,97 \text{ tf}$
 $M_{xk} = 17,00 \text{ tf.m}$
 $M_{yk} = 25,50 \text{ tf.m}$



Combinação = 17
 $N_k = 55,01 \text{ tf}$
 $PP = 4,97 \text{ tf}$
 $M_{xk} = 17,00 \text{ tf.m}$
 $M_{yk} = 25,50 \text{ tf.m}$



Combinação = 18
 $N_k = 55,01 \text{ tf}$
 $PP = 4,97 \text{ tf}$
 $M_{xk} = 17,00 \text{ tf.m}$
 $M_{yk} = 25,50 \text{ tf.m}$



- O pilar pode ser isolado ou associado a outros pilares. No caso de associação, informação fornecida pelo geotécnico, o engenheiro estrutural deverá fornecer os novos valores para os pilares associados agrupando-os. Também o novo baricentro deve ser informado assumindo a hipótese de fundação rígida.
- Carregamentos de empuxo podem ou não ocorrer. O tratamento destes carregamentos deve ser realizado em conjunto entre o engenheiro estrutural e o geotécnico. O número de carregamentos fornecidos é variável, dependendo da situação de implantação de cada edificação.
- Carregamentos de sub-pressão podem ou não ocorrer. O tratamento destes carregamentos deve ser realizado em conjunto entre o engenheiro estrutural e o geotécnico.

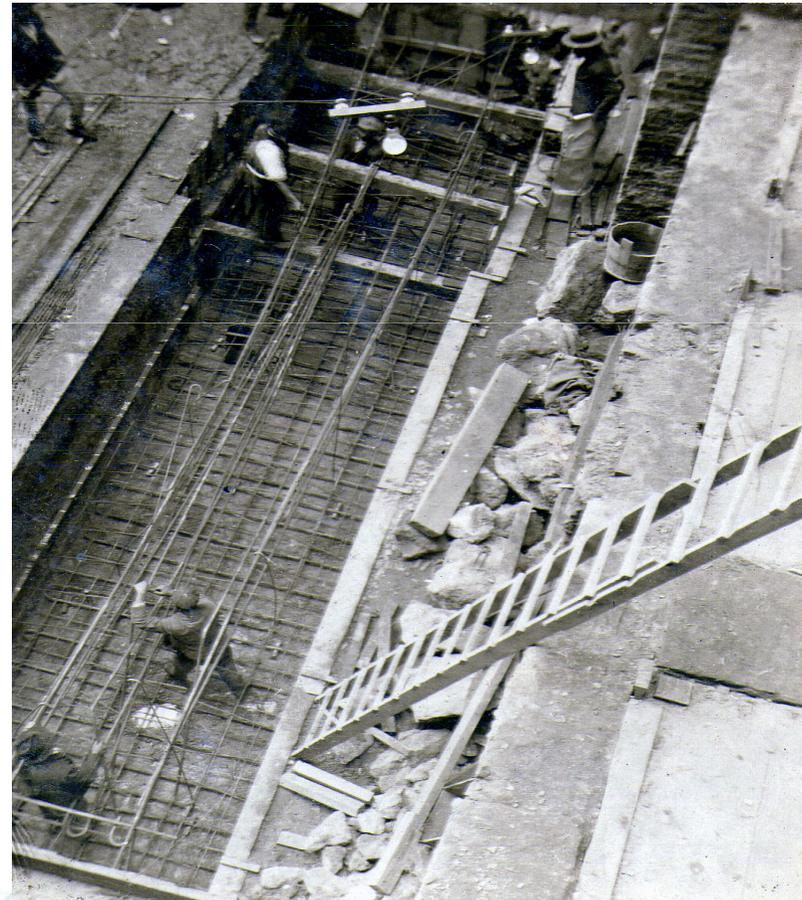
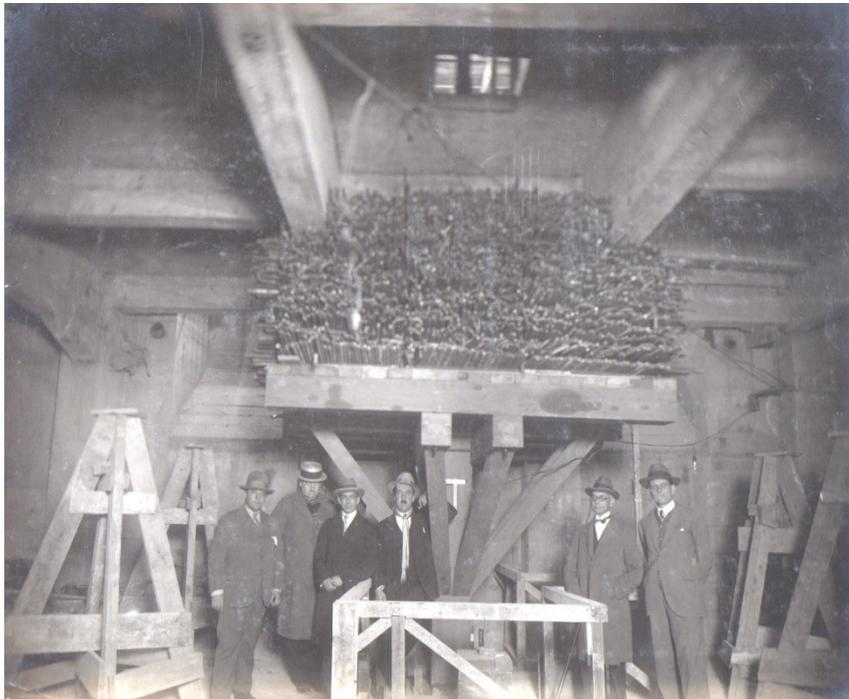
Exigências para provas de Carga

- Obrigatórias desde 2010, segundo a NBR-6122 item 9.2.2.1

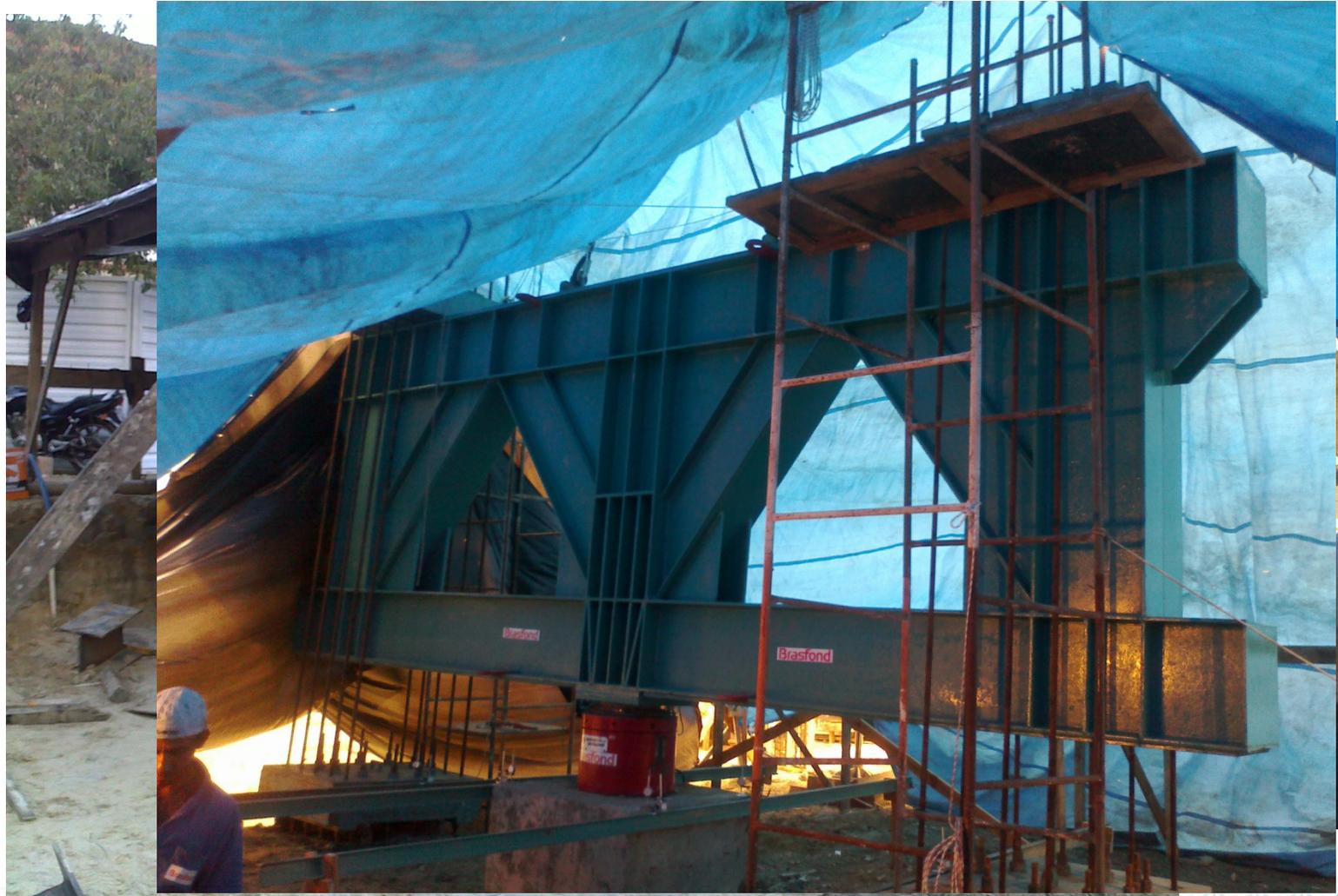
Tipo de estaca	A Tensão (admissível) máxima abaixo da qual não serão obrigatórias provas de carga, desde que o número de estacas da obra seja inferior à coluna (B), em MPa ^{b c d}	B Número total de estacas da obra a partir do qual serão obrigatórias provas de carga ^{b c d}
Pré-moldada ^a	7,0	100
Madeira	-	100
Aço	0,5 f_{yk}	100
Hélice e hélice de deslocamento (monitoradas)	5,0	100
Estacas escavadas com ou sem fluido $\Phi \geq 70$ cm	5,0	75
Raiz ^e	15,5	75
Microestaca ^e	15,5	75
Trado segmentado	5,0	50
Franki	7,0	100
Escavadas sem fluido $\Phi < 70$ cm	4,0	100
Strauss	4,0	100

Tendências para ensaios em sapatas

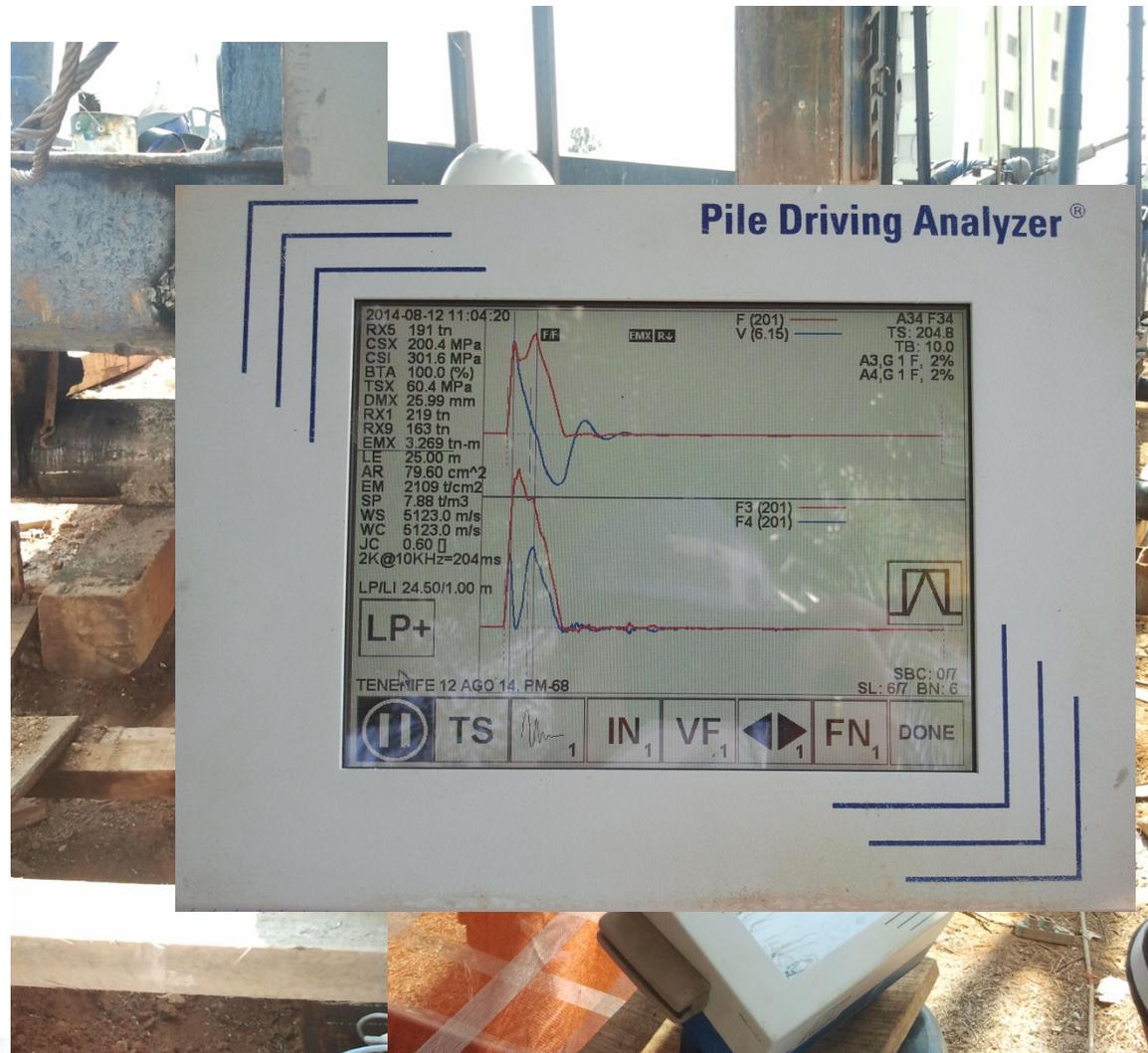
➤ Edifício Martinelli



Prova de carga estática



Ensaio de carregamento dinâmico



Ligação estaca/bloco

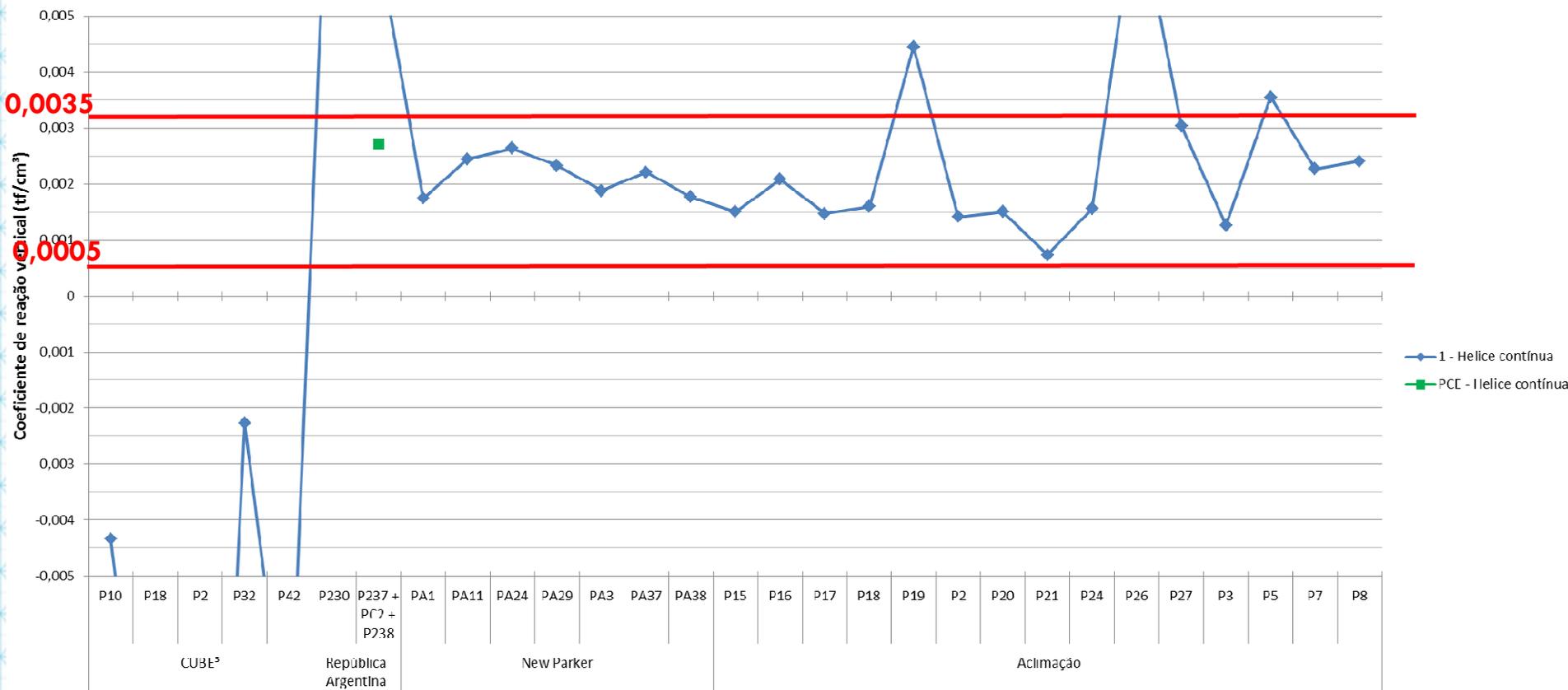


- Análise de recalque em 16 obras no estado de São Paulo

$$K_v = \frac{\text{Carga por estaca}}{(\text{área da ponta} + \text{área lateral}) \times \text{recalque}}$$

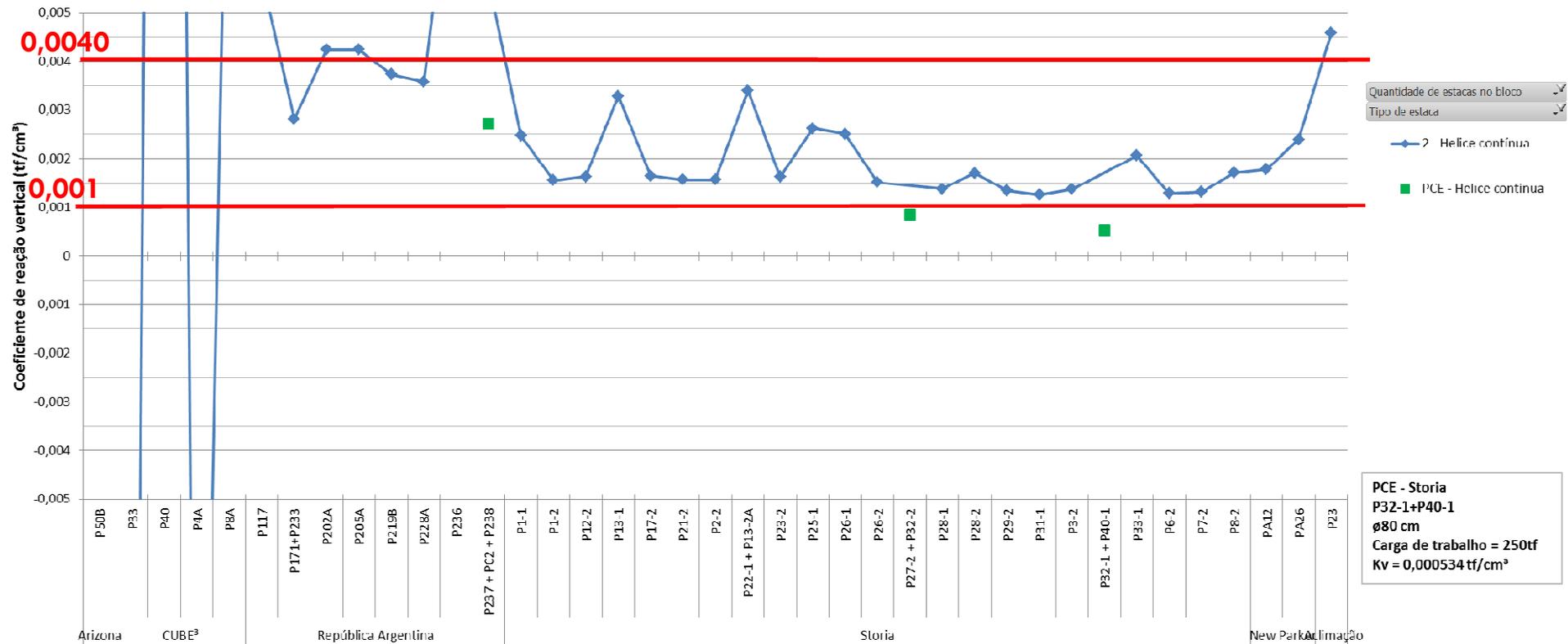
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 1 estaca - até 15m



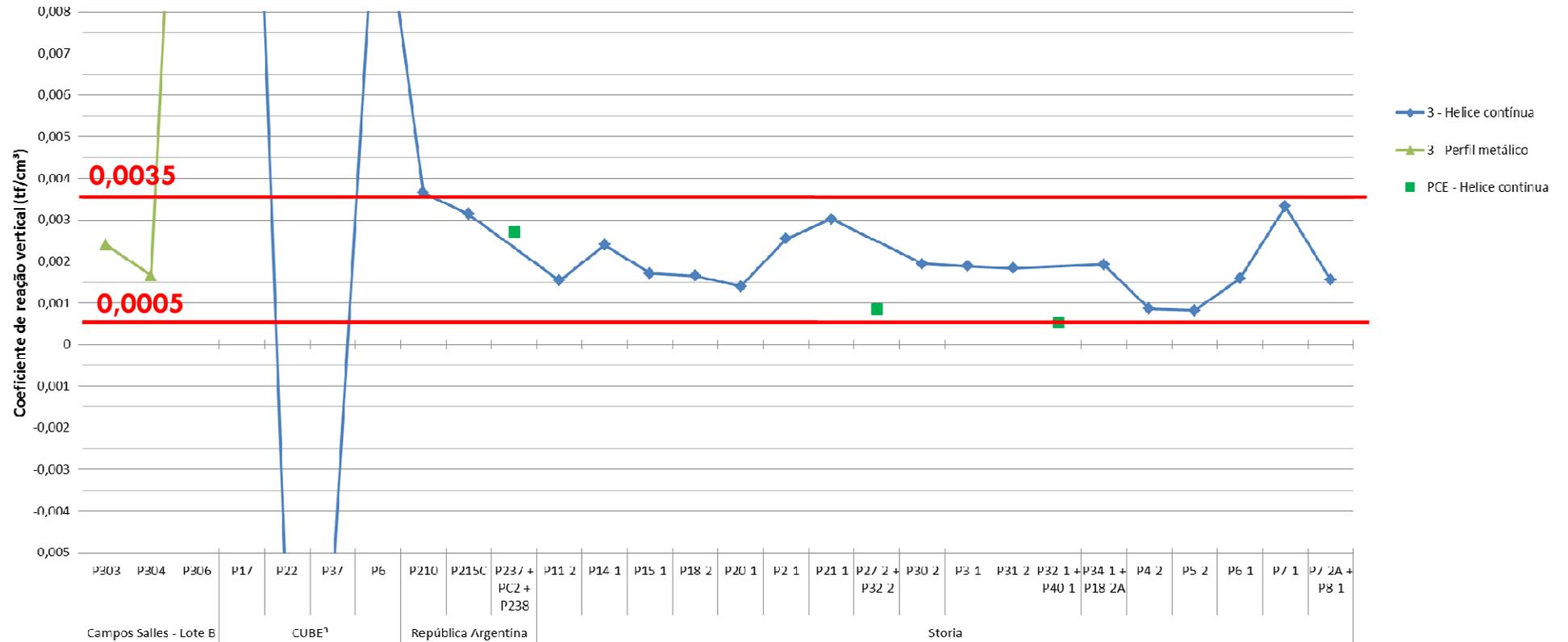
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 2 estacas - até 15m



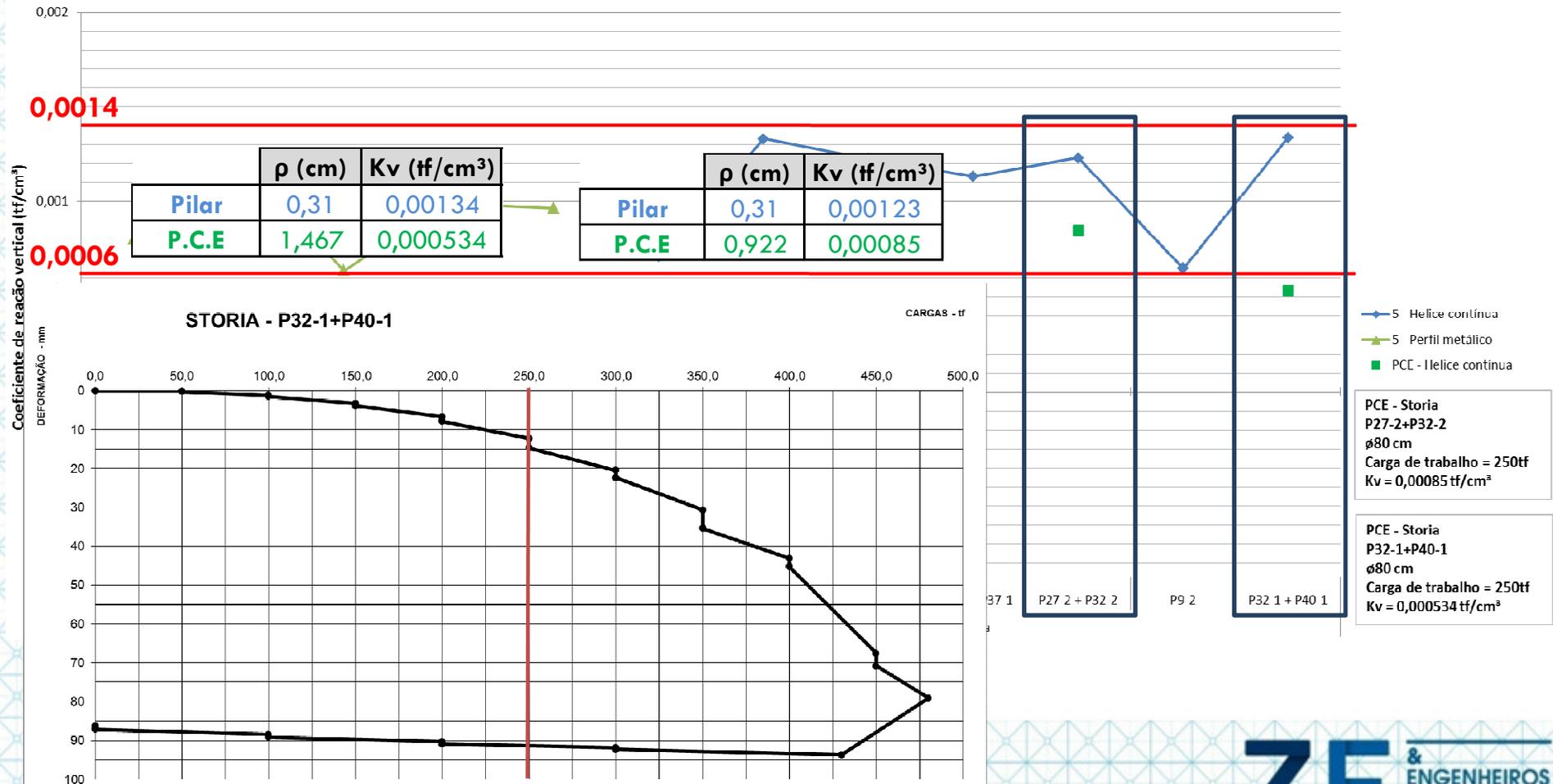
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 3 estacas - até 15m



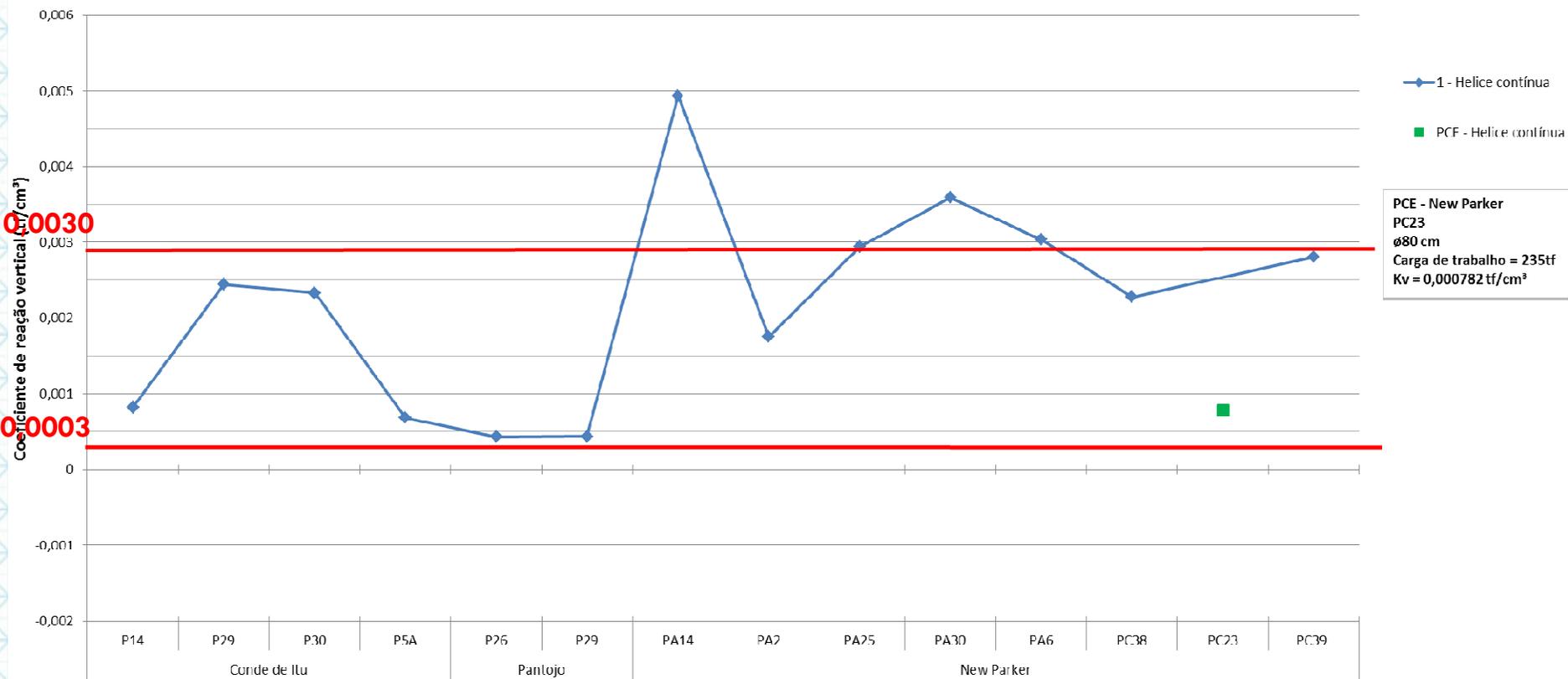
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 5 estacas - até 15m



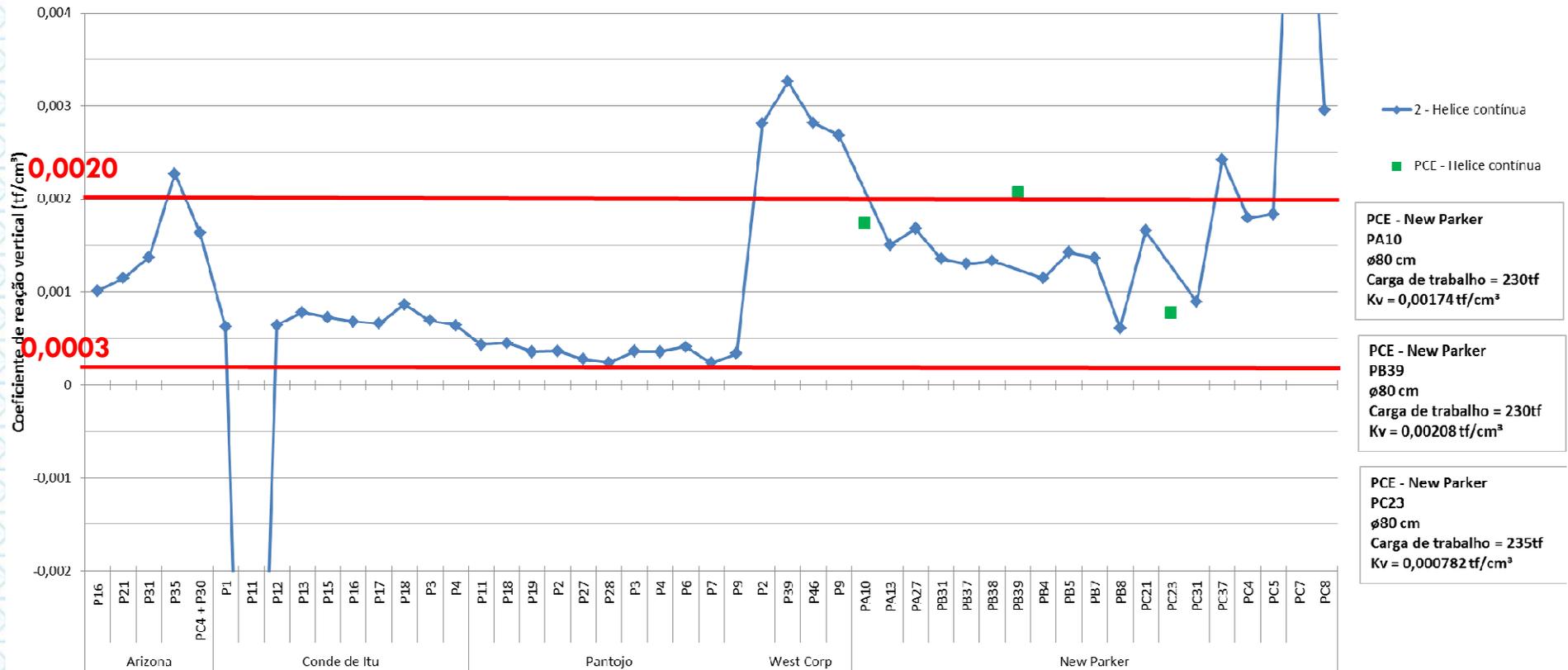
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 1 estaca - 15m a 30m



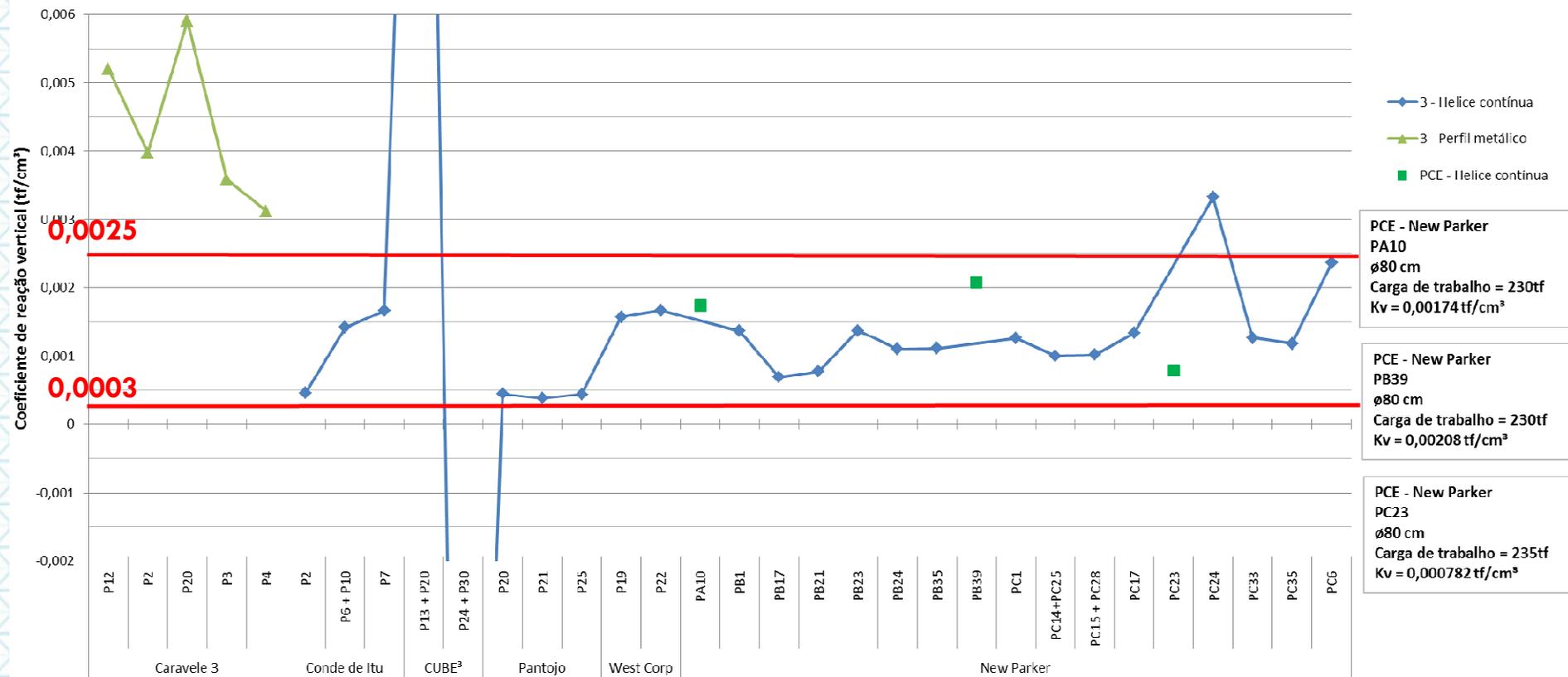
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 2 estacas - 15m a 30m



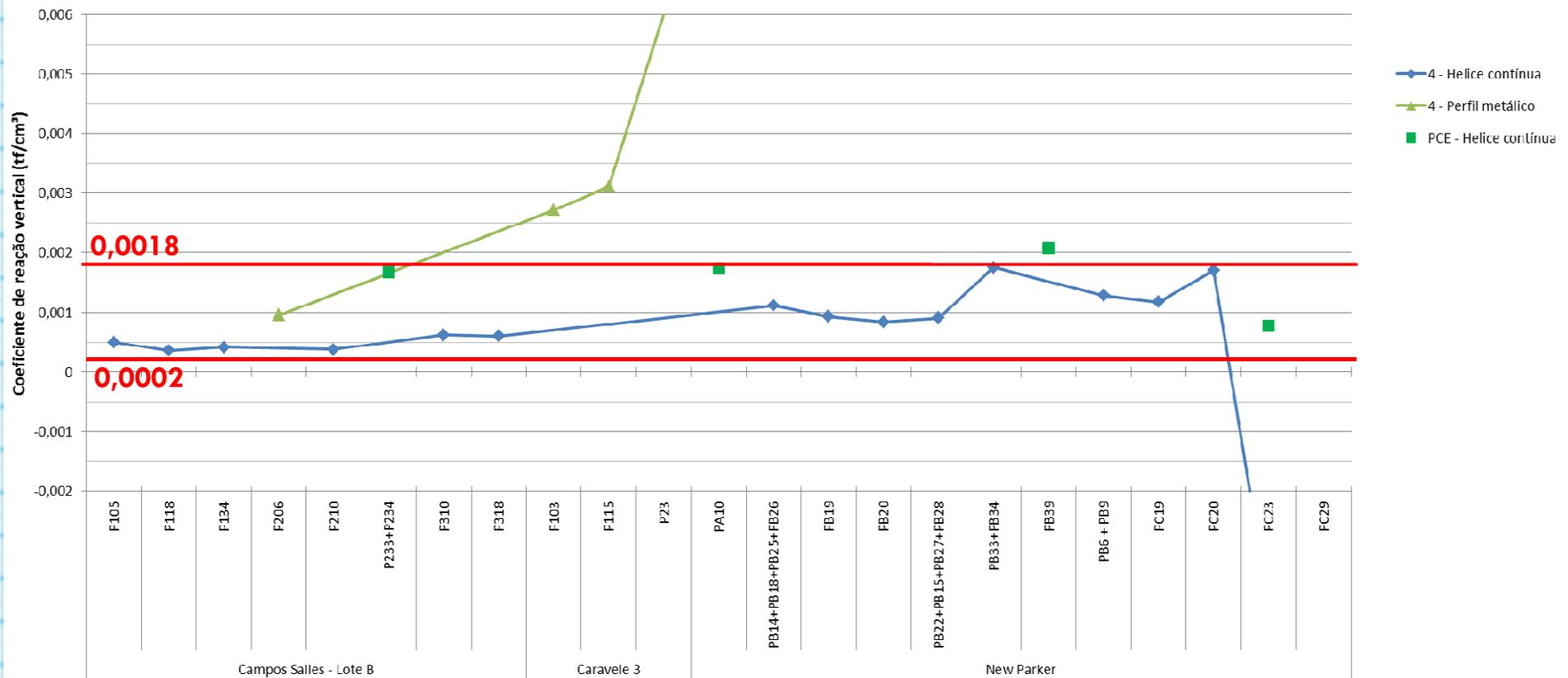
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 3 estacas - 15m a 30m



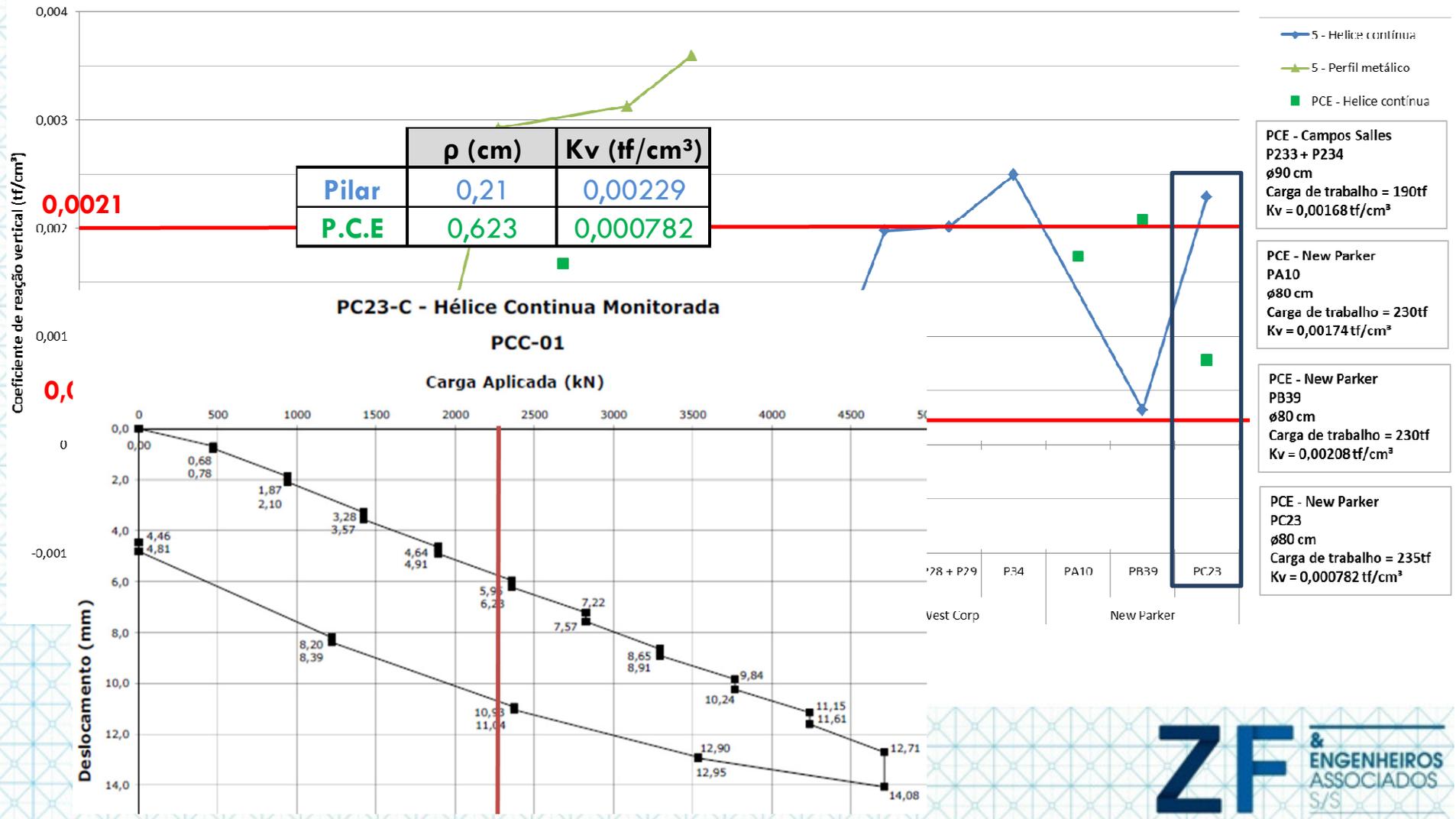
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 4 estacas - 15m a 30m



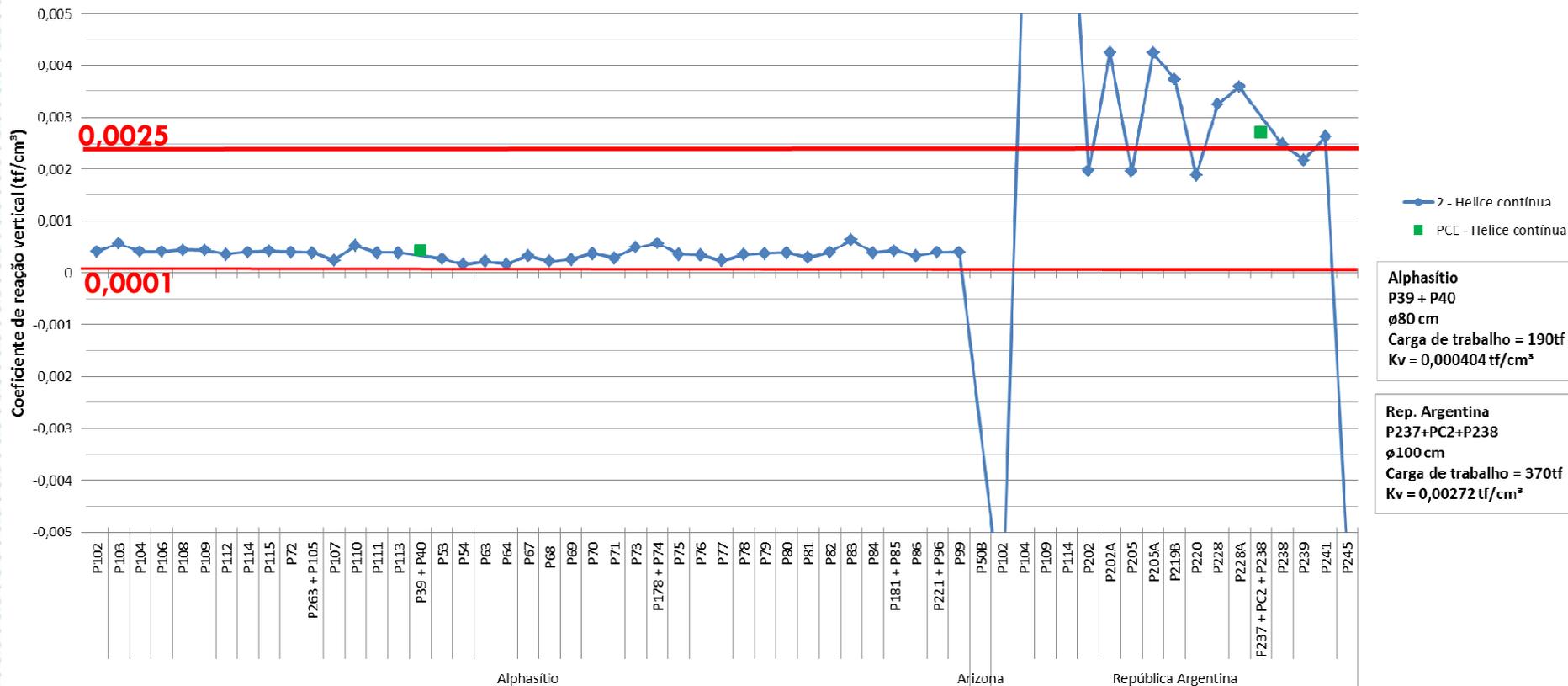
➤ Obras com tempo de leitura até 1 ano

Blocos com 5 estacas - 15m a 30m



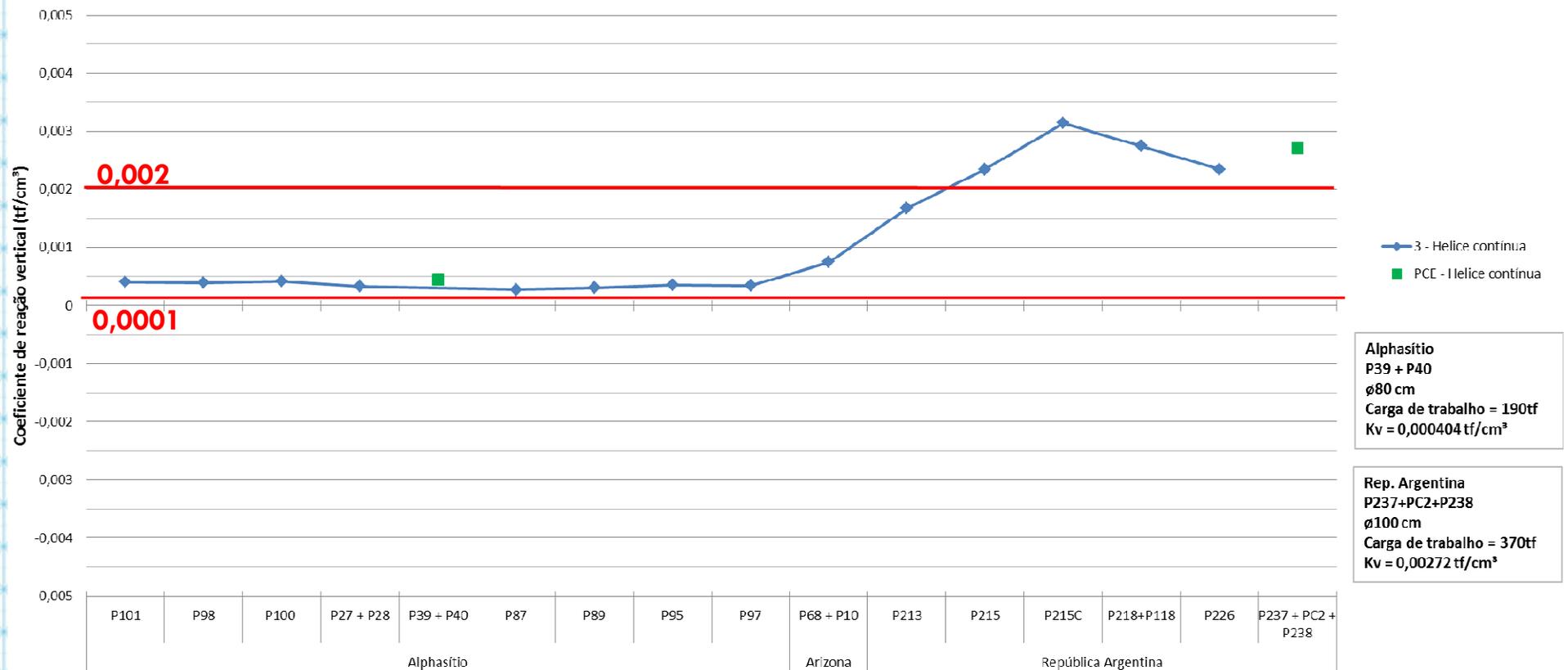
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 2 estaca - até 15m



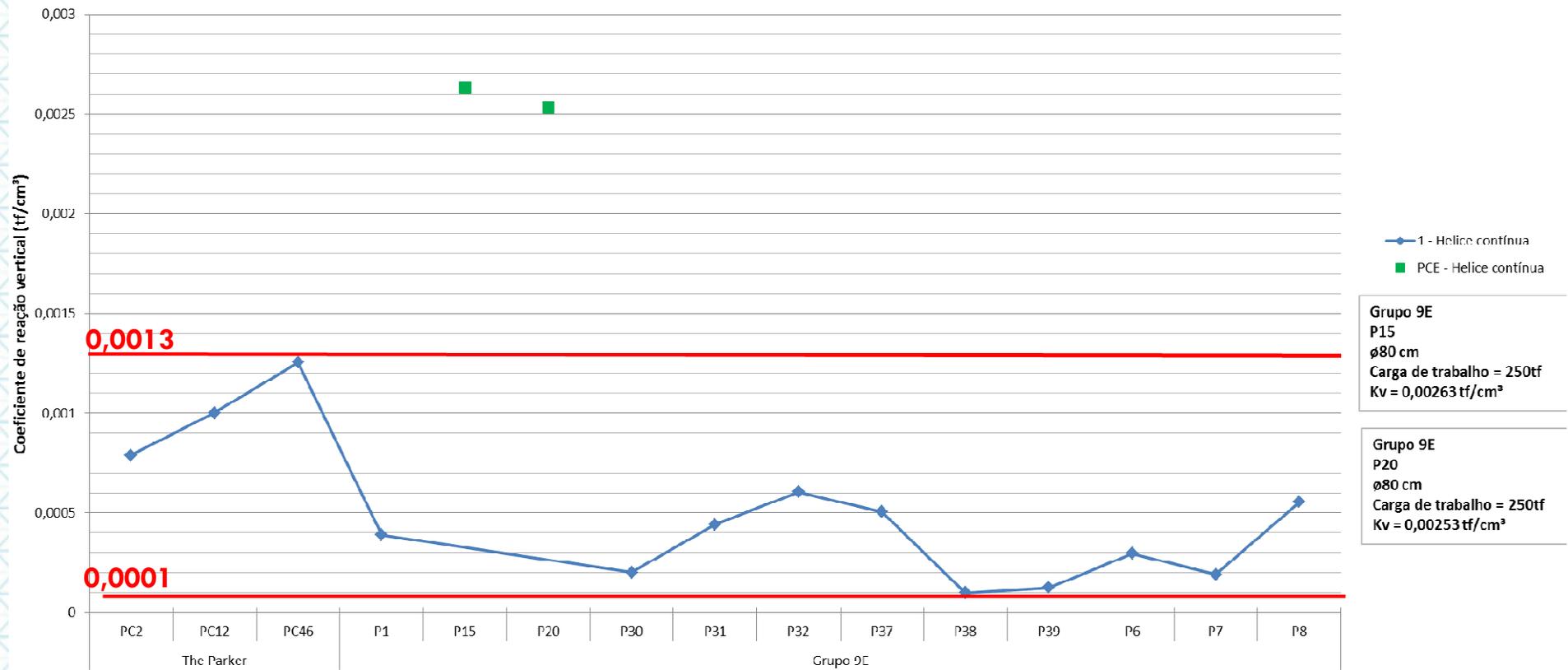
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 3 estaca - até 15m



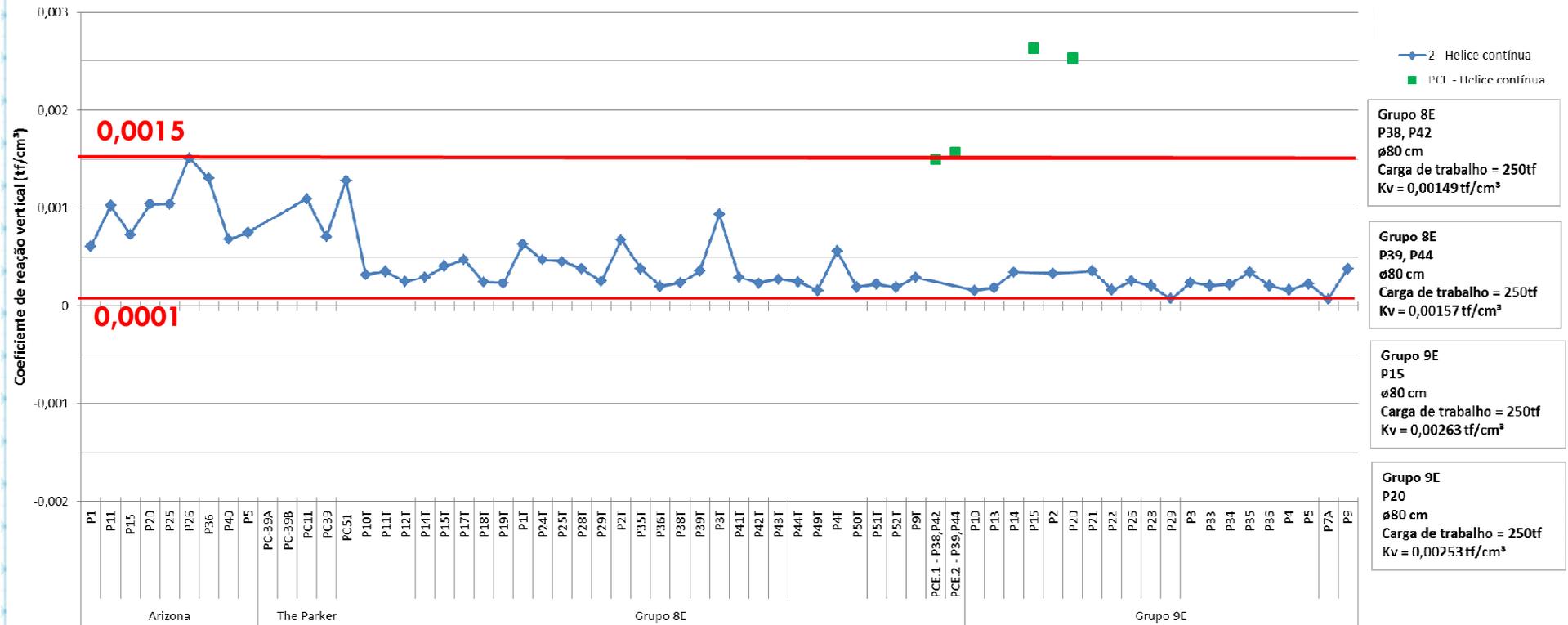
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 1 estaca - 15m a 30m



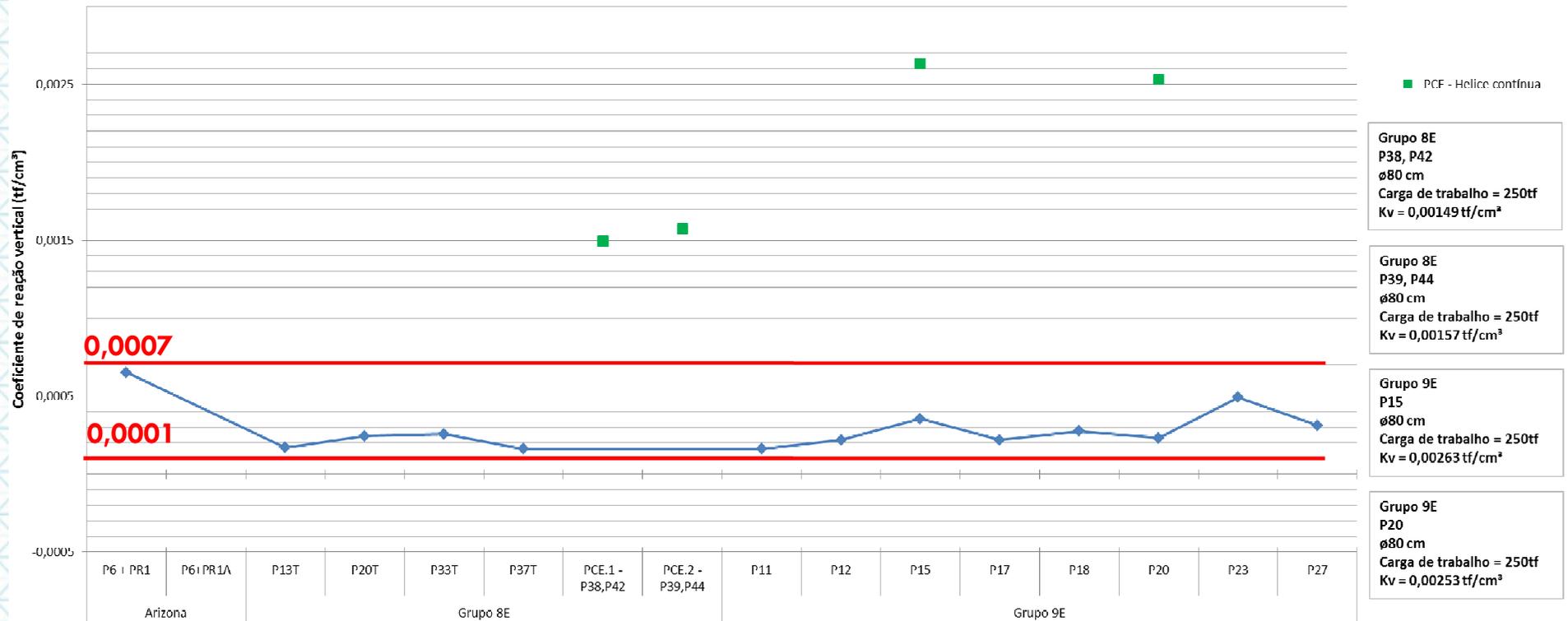
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 2 estaca - 15m a 30m



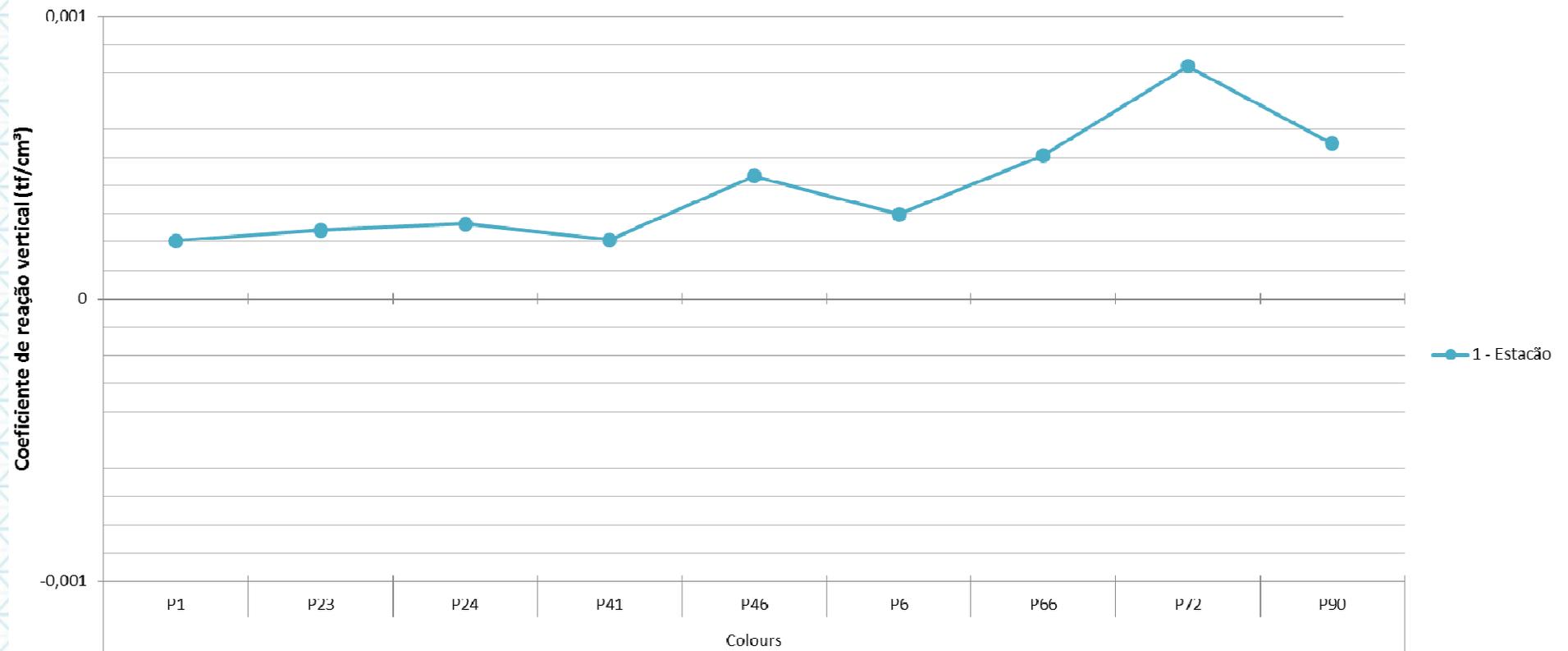
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 3 estaca - 15m a 30m



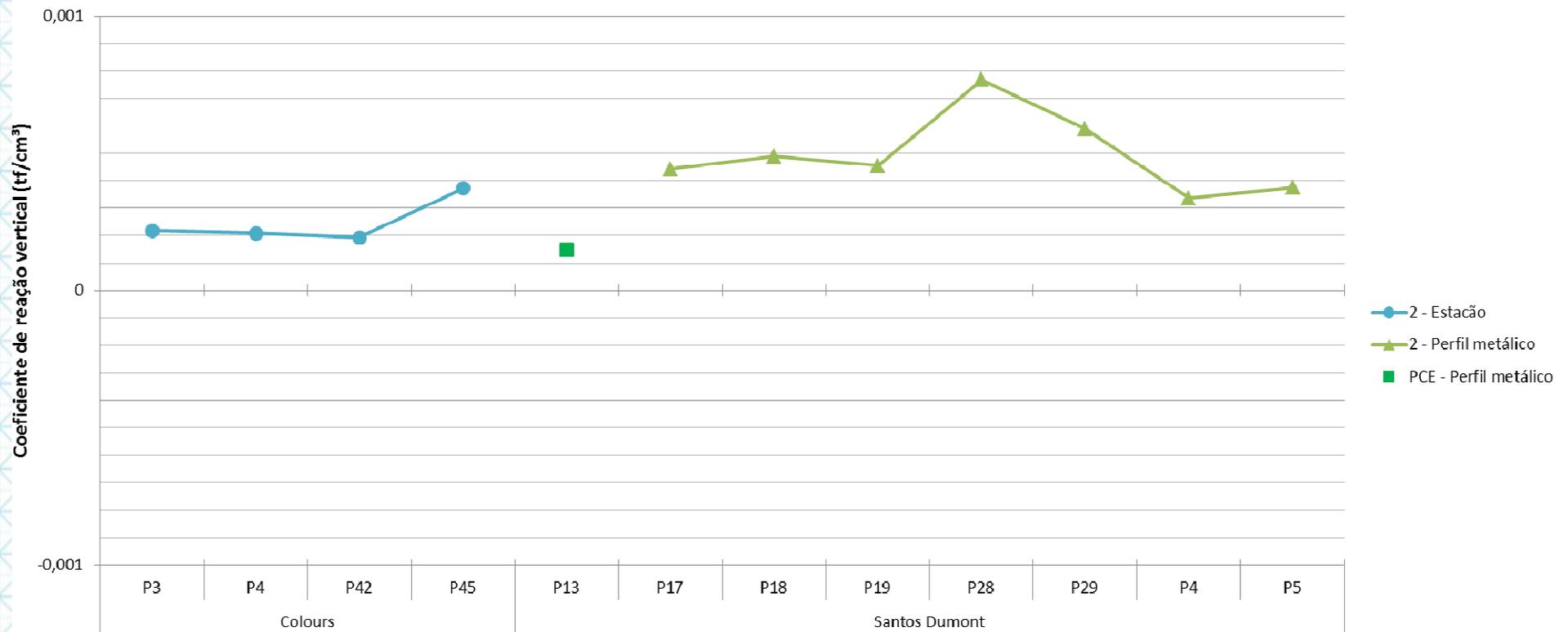
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 1 estaca - >30m



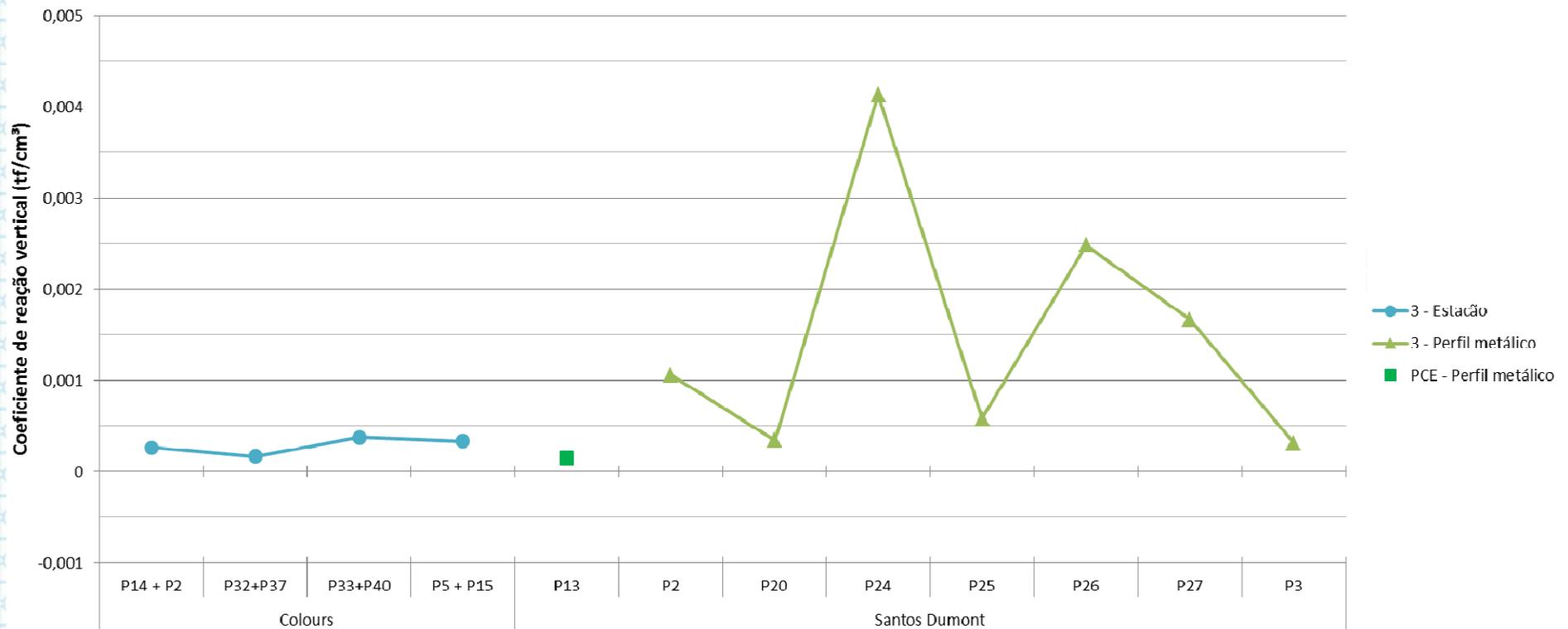
➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 2 estaca - >30m



➤ Obras com tempo de leitura superior a 1 ano

Blocos com 3 estaca - >30m



Obrigado