

# **“FUNDAÇÕES DE GRANDES EDIFÍCIOS COM ESTACAS E BLOCOS DE COROAMENTO, PARTICIPANDO DAS REAÇÕES DO SOLO E MEDIÇÕES DOS RECALQUES OBTIDOS”**

Valdês Borges Soares  
Professor de Fundações da Universidade Federal da Paraíba  
Engenheiro Civil 1971 – MSc 1974  
Diretor técnico da Copesolo – Estacas e Fundações Ltda.

Wilson Cartaxo Soares  
Engenheiro Civil – 1999 – MSc – 2002  
Diretor técnico da Coneresolo - Consultoria em Concreto e Solos Ltda.

## **RESUMO**

O trabalho aqui apresentado, objetiva-se a mostrar alguns casos de edifícios de grande porte, nos quais as fundações projetadas e executadas, foram do tipo fundações mistas, nas quais trabalham simultaneamente as estacas de fundação e os blocos de coroamento, ambos participando das reações do solo e conseqüentemente obtendo-se uma solução menos onerosa, devido à redução da quantidade de estacas que se fazem necessárias.

Inúmeros edifícios de grande porte já foram projetados e executados há bastante tempo, usando-se a solução das fundações mistas. Esses edifícios, localizados na região da Grande João Pessoa –PB - Brasil, foram e estão sendo monitorados através das medições de recalques, cujos gráficos são apresentados neste trabalho. (devido às limitações de espaço serão apresentados apenas dois edifícios).

## **ABSTRACT**

The presented work intends to show some cases of large-size buildings, cases in which the projected and applied foundations were sort of mixed foundations in which the foundation piles and pile caps work simultaneously, both participating in the soil reactions and consequently obtaining less onerous solution due to the reduced quantity of the piles that are necessary.

Countless large-size buildings have already been projected and finished for a long time using the solution of mixed foundations. These buildings, located in the “Grande Joao Pessoa, PB - Brazil” region, have been monitored through the settlement measurement which graphics are presented in this work /due to the limited space there will be only two buildings presented/.

**PALAVRAS CHAVES** : Fundações Mistas

## **INTRODUÇÃO**

O trabalho aqui apresentado, versa sobre a utilização de fundações mistas para edifícios de grande porte. Nesses casos, as estacas de fundação e os blocos de coroamento, participam simultaneamente das reações do solo. Assim sendo, haverá uma redução na quantidade de estacas requeridas pelo projeto de fundação.

Ao longo de 30 anos de atividades exercidas na área de fundações, observou-se que em inúmeras obras de reforços de fundações, a solução adotada foi aumentar a área de contato da sapata com o solo ou do bloco de coroamento com o solo.

Cita-se a seguir o seguinte exemplo: 02 torres com 15 pavimentos cada, denominadas de Condomínio Residencial Ilha da Restinga, na cidade de João Pessoa – PB., tiveram suas fundações executadas em estacas tipo Franki,  $\phi = 400\text{mm}$  e  $h = 12,00\text{m}$ . Posteriormente, devido a falhas de sondagens S.P.T., descobriu-se a ocorrência de uma camada de argila mole nas profundidades de 15,00m a 21,00m. Como esse fato não havia sido previsto, verificou-se a necessidade de reforçar às fundações, objetivando-se diminuir as cargas atuantes nas estacas franki. Como no contato bloco de coroamento – solo, o solo era uma areia com S.P.T. de apenas 5/30, foram aplicadas injeções de cimento para melhorar a capacidade de suporte da areia. Depois se escavou por baixo do bloco de coroamento, armações adicionais foram colocadas e finalmente as peças foram concretadas, aumentando-se assim a área de contato bloco de coroamento – solo.

Pergunta-se então: Se nas adversidades, isto é, no caso de necessidade de reforços de fundações, a solução das fundações mistas funciona a contento, por que não utiliza-la nas condições normais, desde que se façam todos os estudos necessários e sigam-se as recomendações que aqui serão sugeridas?

Inúmeros edifícios de grande porte, já foram projetados e executados há bastante tempo, adotando-se a solução em fundações mistas. Esses edifícios, localizados na Grande João Pessoa – Paraíba – Brasil, foram e continuam sendo monitorados através das medições de recalques, cujos gráficos serão apresentados a seguir.

## ELABORAÇÃO DO PROJETO

De posse das sondagens S.P.T. e da planta de cargas, escolhe-se o tipo da estaca (preferencialmente estacas que compactam o solo. Exemplo: Franki, Pré-Moldadas de Concreto), arbitra-se a seção transversal, o comprimento, e determina-se a capacidade de carga da estaca, e finalmente sua carga admissível;

Sendo a estaca T para caso de uma estaca por pilar, aqui se expande o processo original de Décourt<sup>1</sup> para situações genéricas com n estacas.

Determina-se:

- Área total do bloco de coroamento ( $A_{TB}$ );
- Área das seções transversais de todas as estacas daquele bloco ( $A_{TE}$ );
- Área líquida do bloco  $A_L = A_{TB} - A_{TE}$
- Carga mobilizada pelo bloco  $Q_B = A_L \cdot \sigma_{ad}$

Sendo  $\sigma_{ad}$  → Tensão admissível do solo na cota de assentamento do bloco.

Carga nas estacas

$$Q_i = \frac{N - Q_B}{n} \pm \frac{M_x \cdot Y_i}{Y_i^2} \pm \frac{M_y \cdot X_i}{X_i^2}$$

Sendo:

- $Q_i$  = carga na estaca ( i )  
 $N$  = carga vertical do pilar  
 $Q_B$  = carga mobilizada pelo bloco  
 $n$  = número de estacas do bloco

- $M_x$  = momento em torno do eixo x  
 $M_y$  = momento em torno do eixo y  
 $X_i$  e  $Y_i$  = coordenadas da estaca ( i )

Finalmente, verifica-se a carga que chegará na estaca de posição mais desfavorável, considerando-se todos os esforços, inclusive momentos e ações de vento, e ver se essa carga é compatível com a carga admissível da estaca.

NOTA: Os blocos devem ser dimensionados, inclusive as armações para trabalhar simultaneamente como sapatas de fundação e blocos de coroamento.

## APRESENTAÇÃO DE ALGUNS CASOS REAIS:

### Edifício Residencial Kadoshi (30 pavimentos)



FIG.: 01 - (RESIDENCIAL KADOSHI - 30 PAVIMENTOS)

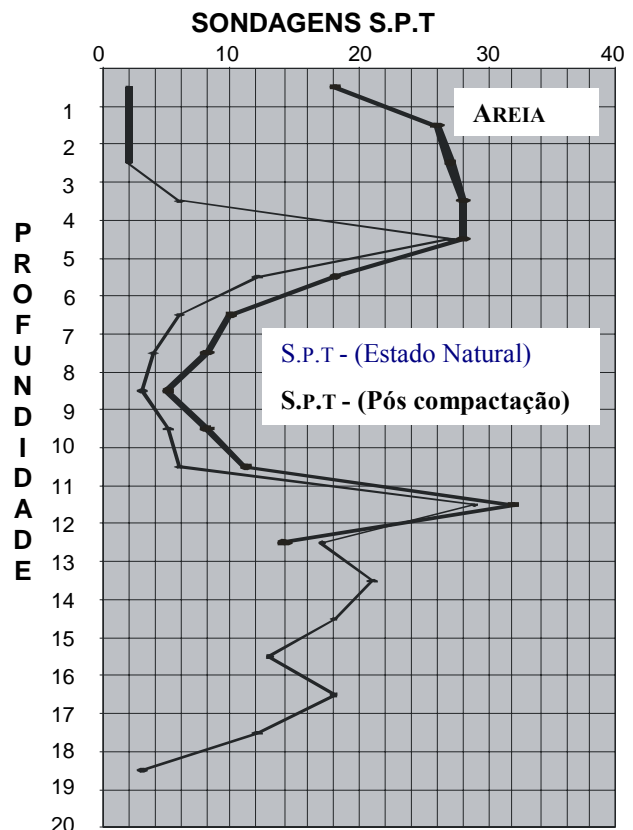


FIG.: 02 - (SONDAGENS S.P.T)

<sup>1</sup>DECOURT L – Fundações teoria e prática ABMS/ABEF – 286 a 289

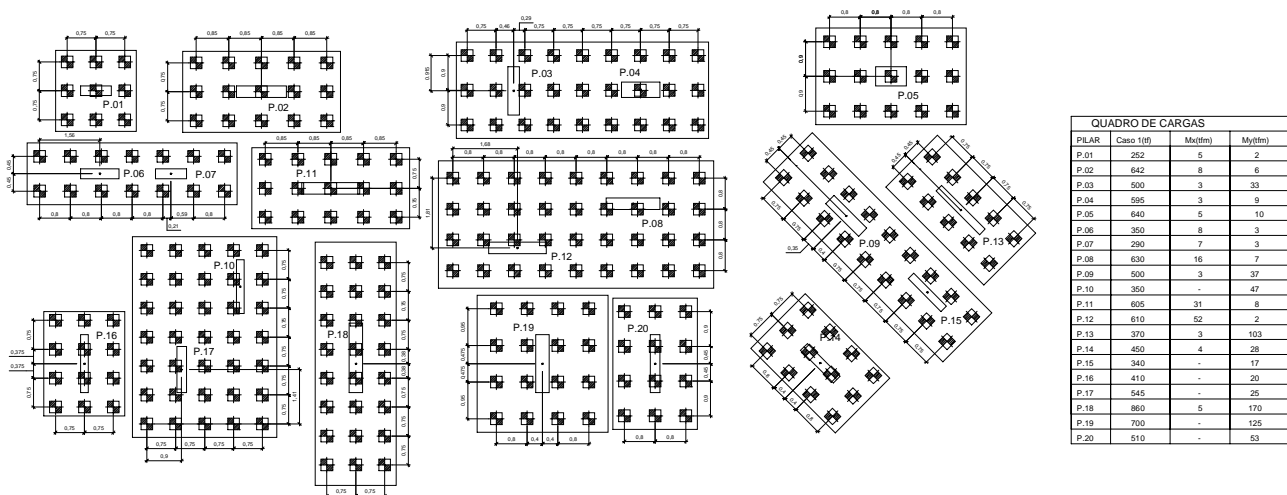


FIG.: 03 - (PROJETO DO ESTAQUEAMENTO COM OS BLOCOS – SAPATAS (TÔPO) E QUADRO DE CARGAS)

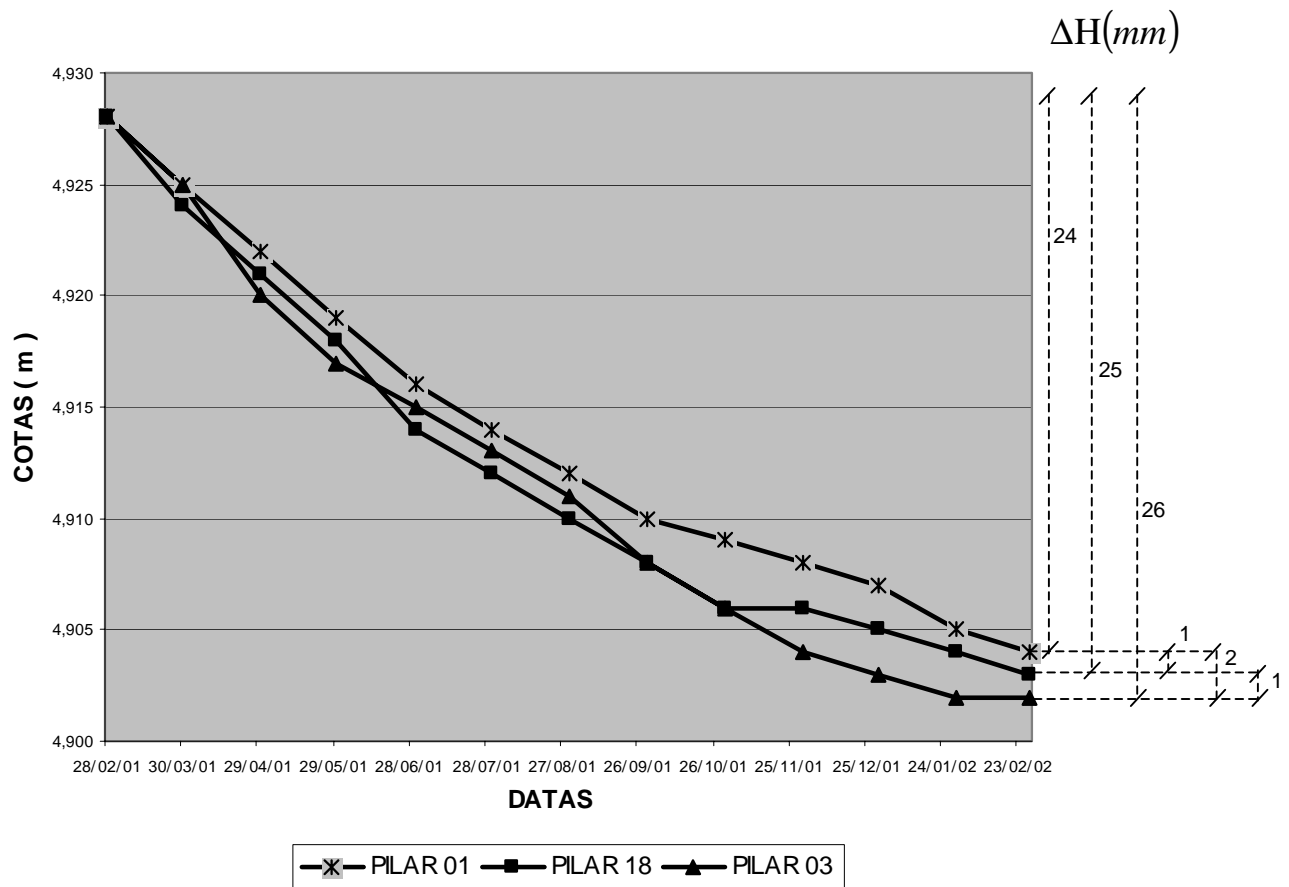


FIG.: 04 - (RECALQUES REAIS DOS PILARES (P01 – P18 – P03) DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL KADOSHI)

## OBSERVAÇÕES E CONCLUSÕES:

Verifica-se pelas sondagens S.P.T., que inicialmente a opção escolhida foi estaca tipo Franki, que ficaria a 12,00m de profundidade. Porém, devido ao fato do cliente já possuir uma quantidade muito grande de estacas pré-moldada de concreto seção (30x30)cm e comprimento de apenas 3,0m, solicitou que estudos fossem realizados com o objetivo de aproveitá-las. Da superfície até 3,0m de profundidade, têm-se uma areia fofa, e a 4,00m de profundidade um pico de resistência de 27/30. As demais sondagens confirmaram esse fato. Assim sendo, partiu-se do raciocínio que uma quantidade muito grande de estacas pré-moldadas, apesar de curtas, provocariam uma compactação na areia, analogamente às estacas de areia, podendo-se trabalhar na profundidade de 1,00m com uma tensão admissível do solo de 0,5 MPA (5,0 Kgf/cm<sup>2</sup>). Por outro lado, o pico de resistência (27/30) a 4,00m de profundidade, permitiria uma carga de ponta na estaca de pelo menos 30 T<sub>F</sub>.

Assim sendo, optou-se pelas fundações mistas com estacas aptas para receber até 30t e bloco de coroamento aplicando no solo 0,5 MPA.

Os gráficos dos recalques reais atestam o bom comportamento da edificação em referência.

PILAR	ΔH TOTAL (mm)	ΔH DIFERENCIAL (mm)	DISTORÇÃO ANGULAR (%)
P-01	24	P-01 e P18=1	0,01 %
P-18	25	P-18 e P03=1	0,01 %
P-03	26	P-01 e P03=2	0,01 %

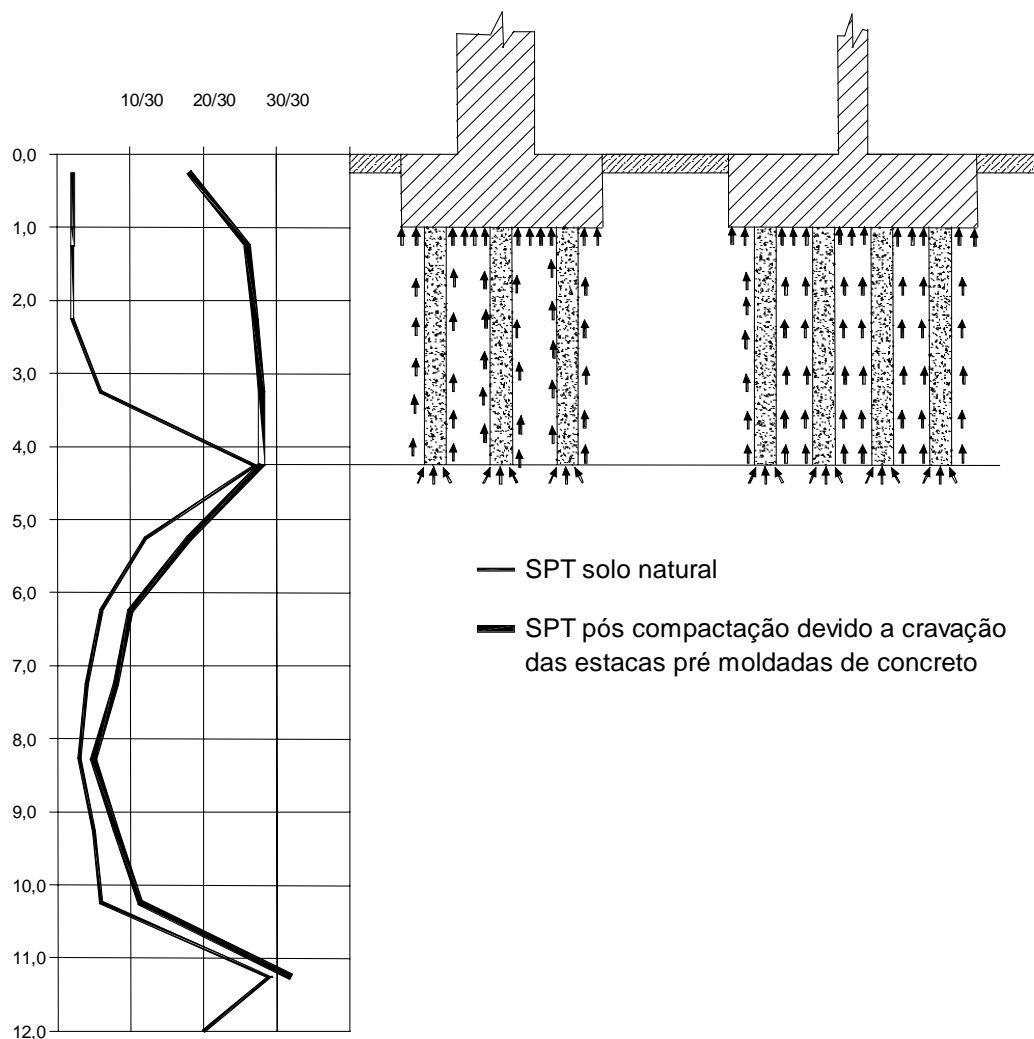
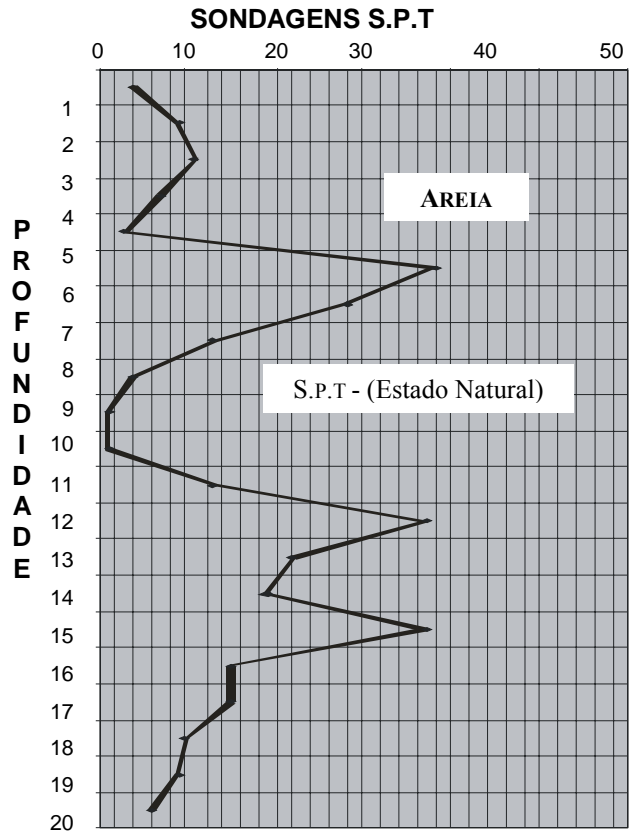


FIG.: 05 - (CORTE TRANSVERSAL FUNDAÇÕES EDIFÍCIO RESIDENCIAL KADOSHI)

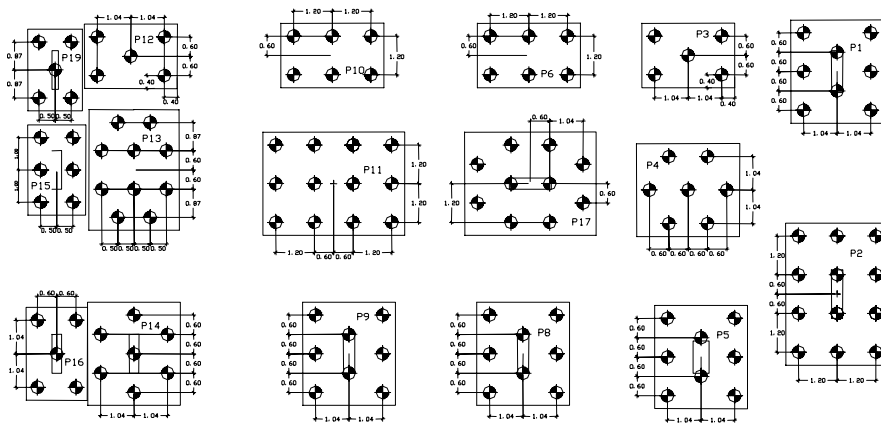
**Edifício Residencial Príncipe de Florença (28 pavimentos)**



**FIG.: 06 - (RESIDENCIAL PRÍNCIPE DE FLORENÇA)**

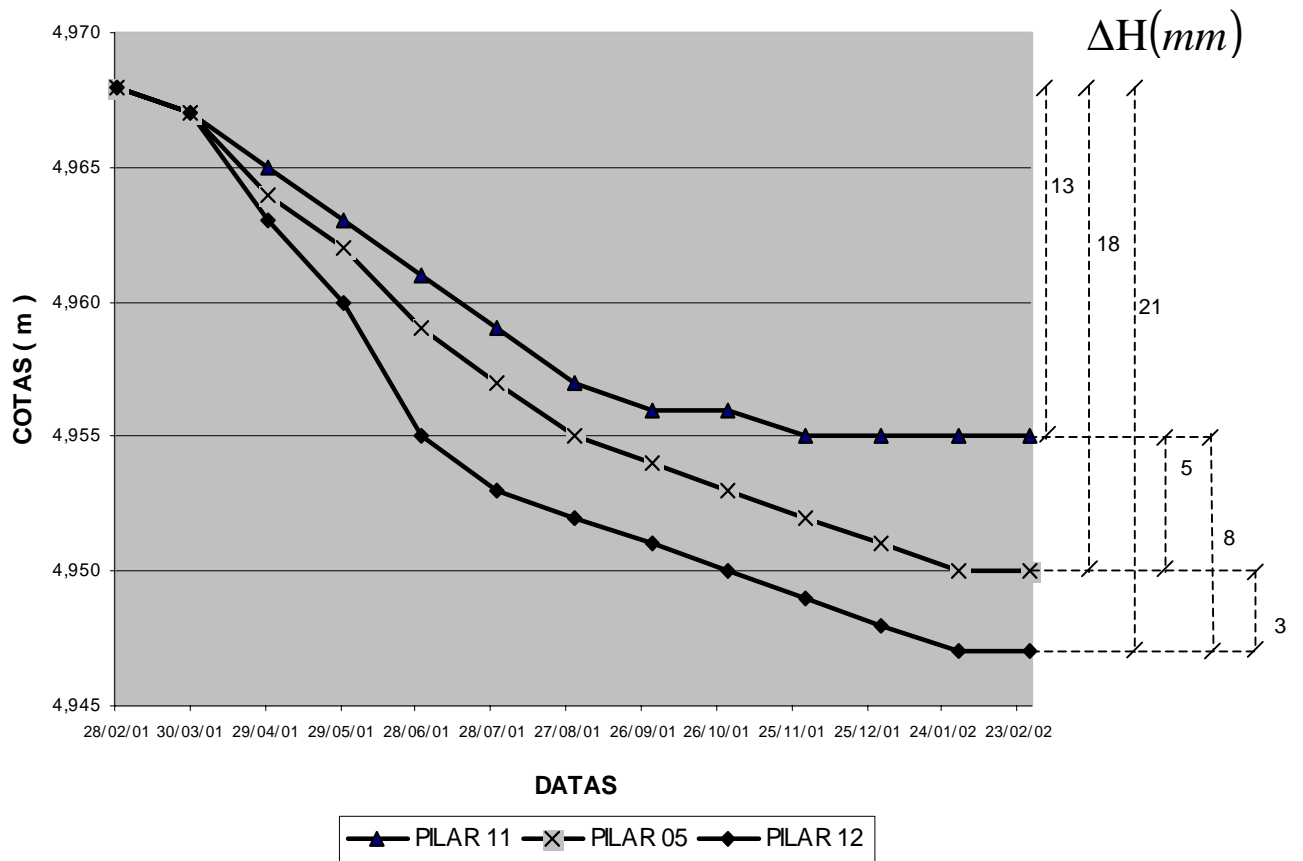


**FIG.: 07 - (SONDAGENS S.P.T)**



PILAR	QUADRO DE CARGAS					
	CARGAS PERMANENTES			CARGAS EVENTUAIS		
	N	Hx	H <sub>y</sub>	H <sub>st</sub> H <sub>v</sub>	H <sub>st</sub> H <sub>ov</sub>	H <sub>y</sub> H <sub>ov</sub>
P. 1	543.5	1.6	1.7	697.6	148.0	5.2
P. 2	726.9	2.7	3.0	890.8	222.6	6.7
P. 3	426.7	0.1	4.3	523.1	6.4	34.3
P. 4	630.1	0.1	3.6	642.4	8.8	34.9
P. 5	616.8	2.0	0.6	723.9	119.6	6.1
P. 6	452.5	0.6	4.6	669.3	8.2	34.5
P. 8	648.1	1.8	0.6	691.2	89.4	4.7
P. 9	689.4	1.4	1.1	743.1	74.0	5.1
P. 10	481.5	1.0	4.1	664.1	7.3	33.7
P. 11	760.8	0.3	4.5	899.4	9.3	41.2
P. 12	341.9	0.5	2.5	573.6	5.7	26.8
P. 13	444.6	1.2	0.1	492.3	52.6	2.7
P. 14	445.9	1.0	0.6	364.5	48.8	3.8
P. 15	318.9	1.1	0.2	368.8	45.2	2.8
P. 16	340.8	0.5	0.2	545.7	42.0	3.1
P. 17	732.1	0.3	5.3	913.3	11.4	42.1
P. 19	170.1	0.6	0.2	373.8	30.1	1.4

**FIG.: 08 - (PROJETO DO ESTAQUEAMENTO COM OS BLOCOS – SAPATAS (TÔPO) E QUADRO DE CARGAS)**



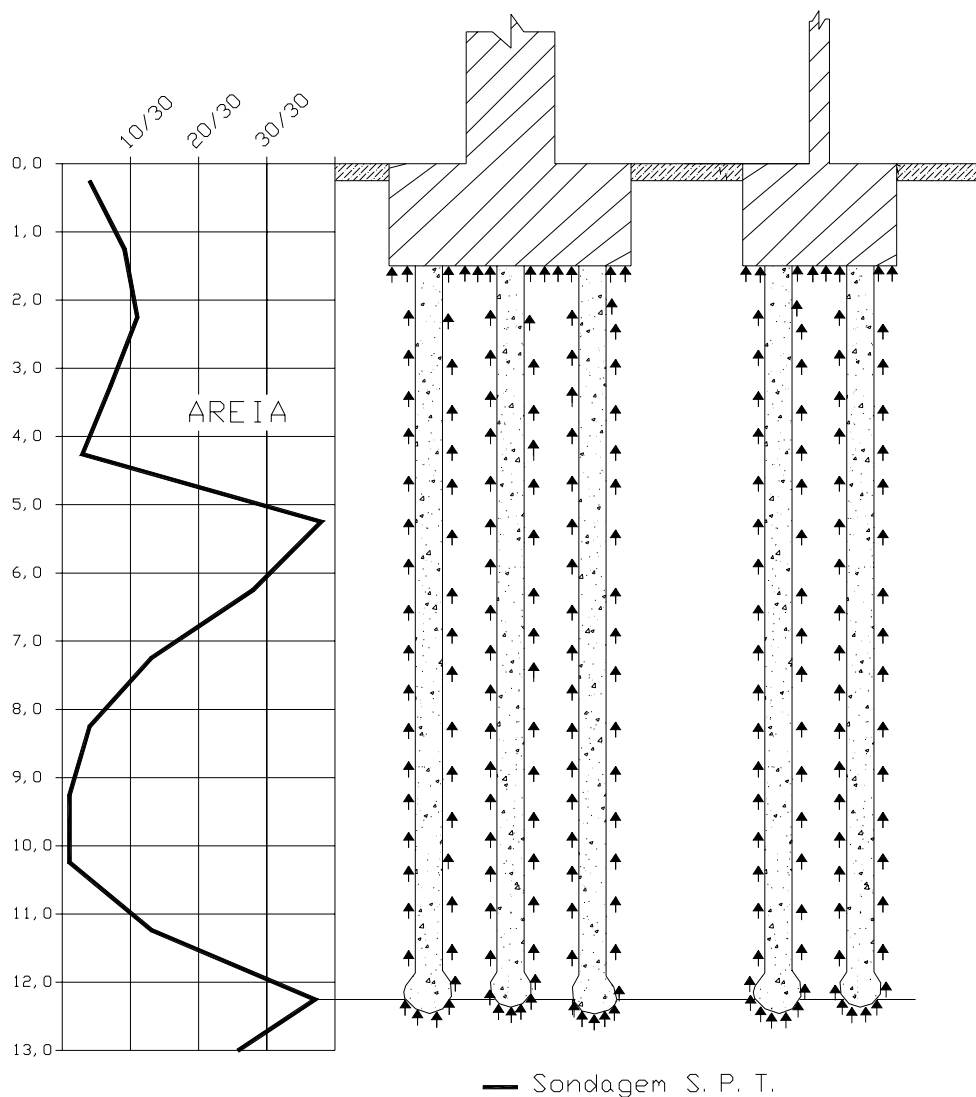
**FIG.: 09 - (RECALQUES DOS PILARES (P11 – P05 – P12) DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL PRÍNCIPE DE FLORENÇA)**

### OBSERVAÇÕES E CONCLUSÕES

De acordo com as sondagens S.P.T. optou-se por estacas tipo Franki com  $\phi$  de 400mm e H = 12,00m para uma carga admissível de 75 T<sub>F</sub>. O bloco de coroamento aplicaria no solo uma tensão de 0,2 MPA, na profundidade de 1,5m. As fundações mistas foram monitoradas através das medições de recalques. Os gráficos dos recalques mostram o bom desempenho estrutural.

PILAR	ΔH TOTAL (mm)	ΔH DIFERENCIAL (mm)	DISTORÇÃO ANGULAR (%)
P-11	13	P-11 e P05=5	0,04%
P-05	18	P-05 e P12=3	0,01%
P-12	21	P-11 e P12=8	0,10%

Recalques diferenciais e distorções angulares enquadrados dentro dos limites de aceitabilidade.



**FIG.: 10 - (CORTE TRANSVERSAL FUNDAÇÕES EDIFÍCIO RESIDENCIAL PRÍNCIPE FLORENÇA)**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- DECOURT L – Fundações Teoria e Prática ABMS/ABEF 286 A 289

- Acervo Técnico das empresas:

Concresolo – Consultoria em Concreto e Solos Ltda.

Copesolo – Estacas e Fundações Ltda.