

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

ESTACAS MEGA

DEDALUS - Acervo - EESC



31100105521

Sandoval Junqueira

**SÃO CARLOS, 1995
PUBLICAÇÃO 060/95**

APRESENTAÇÃO

Em 07/06/1995, o Engº. Sandoval Junqueira proferiu interessante palestra sobre estacas mega, na EESC-USP, como evento programado pelo NRSP/ABMS (Núcleo Regional de São Paulo da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos).

O texto preparado pelo conferencista constitui esta publicação, que com certeza será muito útil aos alunos de graduação da EESC-USP. Aos que tiverem maior interesse pelo tema, sugere-se a consulta à dissertação de mestrado de autoria do próprio conferencista ("Aspectos Práticos sobre Instalação e Utilização de Estacas Prensadas"), defendida na EP-USP, em 1994, sob orientação do Prof. Faiçal Massad - exemplar disponível na biblioteca do Departamento de Geotecnia da EESC-USP.

Agradecemos a valiosa colaboração do Engº. Sandoval Junqueira.

São Carlos, junho de 1995

Prof.Dr. José Carlos A. Cintra
Vice-Presidente do NRSP / ABMS

CODIGO - 04043-5
PAGINAS - 0015
TRANSACAO - IN EX DO DE
DATA - / /

Y
T
I
I
I

UMA RESENHA SOBRE O ESTUDO DE ESTACAS PRENSADAS NO BRASIL

Sandoval Junqueira, M. Eng., EPUSP

RESUMO

As estacas instaladas através de macacos hidráulicos podem ser utilizadas como subfundação, como opção de fundação desde o projeto e, eventualmente, como ferramenta de pesquisa.

Essas estacas não transmitem choques nem vibrações, não poluem o ar, não provocam ruídos, são viáveis em pequenos espaços e em lugares inacessíveis a equipamentos usuais de fundações, além de poderem ser consideradas como verdadeiras provas de cargas, sem esquecer que recravações podem ser feitas quantas vezes se achar necessário, quando a reação na estrutura é feita através de procedimento mostrado na Fig.1.

1 - INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar sob um ponto de vista prático, a utilização das estacas macaqueadas no Brasil. O uso inicial dessas estacas visava apenas o reforço de fundação, mas hoje vem ganhando adeptos para seu emprego como fundação definitiva. A favor dessa utilização, tem-se o fato de que sua instalação não causa choques nem vibrações, barulho, poluição do ar, ocupando pouco espaço e, além disso, pode ser considerada como uma verdadeira prova de carga.

Para o caso de fundações definitivas, o processo mais usual é aquele em que se usa a própria estrutura do prédio como reação para a instalação da estaca. Nesse caso, a transmissão de cargas da estrutura para as fundações é feita por blocos trabalhando como sapatas e, à medida que a construção ganha altura, são cravados segmentos de estacas com auxílio de macacos hidráulicos reagindo na própria estrutura do prédio. Esses segmentos depois de interligados e incorporados à estrutura, passam a servir de fundações profundas para a obra em questão. Tais elementos de fundação serão aqui designados de "Estacas Prensadas"⁽¹⁾. Uma das vantagens desse procedimento consiste em ser possível ganhar algumas semanas no cronograma da obra, já que, enquanto se cravam as estacas, outras etapas da construção são executadas concomitantemente, tais como: confecção de lajes, vigas, pilares, alvenaria etc. Até o momento da incorporação definitiva da Estaca Prensada à estrutura, pode-se proceder a recravação quantas vezes se achar necessário, o que significa inclusive, haver possibilidade de execução de prova de carga em cada estaca cravada.

(1) As estacas instaladas com o auxílio de macacos hidráulicos serão designadas, neste artigo por Estacas Prensadas. Detalhes mais pormenorizados sobre tal denominação se encontram em JUNQUEIRA (1994).

É prática corrente que, ao mesmo tempo em que se instalam as Estacas Prensadas, sejam feitas medições da movimentação vertical da estrutura, através de nível ótico de precisão, obtendo-se com isso, dados que auxiliam o projetista a decidir qual o momento de transferir o carregamento da fundação rasa para a profunda. Esse procedimento também permite que o engenheiro estrutural da obra se sinta seguro quanto ao não aparecimento de esforços excessivos no esqueleto do prédio pela ocorrência de recalques diferenciais de magnitude além da esperada.

Enquanto milhares de obras são reforçadas com Estacas Prensadas no Brasil e no resto do mundo, pesquisadores do IMPERIAL COLLEGE e outras instituições do Reino Unido, tem tentado balisar o comportamento dessas fundações com alguns conhecimentos teóricos da Mecânica dos Solos, utilizando estacas tubulares de pequeno diâmetro, de ponta fechada, instrumentadas e instaladas pela reação de macacos hidráulicos em vigas ancoradas no solo. Estudo sob esses moldes foi realizado por Dias em 1988 através da instalação de uma estaca instrumentada em argila mole.

2 - AS POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DAS ESTACAS PRENSADAS

Como Reforço de Fundações

As Estacas Prensadas foram inicialmente concebidas, nos casos de reforço de fundações, para serem cravadas com macaco reagindo na própria estrutura do prédio (Fig.2.). No método convencional, o processo é iniciado através de abertura de trincheira debaixo da viga baldrame ou alicerce a ser reforçado, onde se posiciona o macaco sobre um segmento cilíndrico de concreto ou tubo metálico.

Aciona-se esse macaco que, por sua vez, consegue cravar o segmento da estaca na extensão do comprimento correspondente ao curso do pistão do macaco. Em seguida, descarrega-se o macaco, voltando o pistão para a posição inicial. O espaço existente entre o macaco (com o pistão abaixado) e a estrutura é preenchido com um calço e, nova penetração é executada. Repete-se o processo até que o espaço ocupado pelos calços possa ser preenchido com um novo segmento de estaca. Posiciona-se o segundo segmento e posteriormente os demais até que a Estaca Prensada atinja a profundidade estimada de projeto, quando o manômetro do macaco deve apresentar uma carga correspondente à carga de trabalho da estaca multiplicada por um coeficiente de segurança. Em seguida, após a retirada do macaco, a cabeça da estaca é encunhada contra a parte inferior da estrutura. Um bloco de coroamento é então, concretado, envolvendo o sistema de encunhamento e a cabeça da Estaca Prensada, quando a transferência de carga da estrutura para a estaca recém instalada é complementada.

Esse procedimento seria melhorado posteriormente, como é mostrado na Fig.3 por PRENTIS & WHITE (1933).

O que poderia ser uma variante do método de PRENTIS & WHITE (1933), utiliza em 1979, somente um macaco (Fig.4 de A a F) na transferência de cargas da estrutura para as Estacas Prensadas, no caso do reforço de fundações do Edifício Lunice, na Rua das Palmeiras, na época da passagem da Linha Leste-Oeste do Metropolitano de São Paulo. Segundo CONSTRUÇÃO HOJE (1980), descartou-se nessa obra a solução em Estacas Injetadas por seu custo ser, naquela época, quatro vezes maior que o da solução em Estacas Prensadas.

A empresa responsável pela instalação das estacas de reforço, trabalhou com segmentos de 30 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, utilizando uma carga de cravação de 1,5 vezes a carga de trabalho (estimada em 30 toneladas) e perfazendo um total de 119 unidades de estacas .

Vale a pena observar que a utilização de um só macaco para a realização da transferência de carga pode ser mais susceptível ao aparecimento de excentricidade na cabeça da estaca. Também, a dificuldade de se obter uma perfeita verticalização do macaco pode ocasionar a transferência de momento fletor na parte superior da estaca o que poderia falsear a carga que a estaca deveria receber no momento da transferência . Porém, esse procedimento é largamente usado no Brasil quando se deseja manter uma Estaca Prensada sob tensão, no momento da transferência de carga.

Exemplos de reforço de fundações em situações em que as Estacas Prensadas foram utilizadas devido à limitação de espaço são apresentados em GOLOMBEK et alli (1974) e ROCHA (1986).

Como Fundações de Prédios

Uma evolução do item anterior é a instalação de Estacas Prensadas, servindo de fundações definitivas para uma edificação. VELLOSO (1956), ALONSO (1979), BRITO (1980) e VELLOSO & CABRAL (1982), mostram esse procedimento através de dois tipos, bastante distintos, de sistemas de reação: Cargueiras e Blocos com orifício para passagem dos segmentos das estacas. As Estacas Prensadas como fundações, reagindo em blocos incorporados à estrutura de um prédio foram apresentadas na introdução deste artigo. Já as cargueiras, semelhantes àquelas utilizadas em provas de carga, movendo-se sobre roletes e trilhos, fornecem reação para os macacos instalarem as Estacas Prensadas. Nesse caso, edifica-se a obra sobre as fundações definitivas. O procedimento de instalação das Estacas Prensadas com reação em cargueiras tem caído em desuso pelo alto custo do transporte do material da mesma que, com o contrapeso em ferro gusa, perfaz um total de quase 200 toneladas.

Estacas Prensadas como pesquisa de comportamento

Além de poderem ser utilizadas como reforço ou fundações devido às suas características de não transmitirem vibrações, ruídos, poluição e serem viáveis em pequenos espaços, as Estacas Prensadas podem eventualmente ser executadas somente para estudar o seu comportamento para um determinado solo. É o que será mostrado na Seção 4 com referência a DIAS & SOARES (1988, 1990).

3 - AS PRIMEIRAS OBRAS COM ESTACAS PRENSADAS NO BRASIL

Em 13 de Novembro de 1935 a empresa do engenheiro Edgard Frankinoull cravou no Brasil a primeira estaca através de tubos de aço recuperáveis. Continuando suas atividades no Brasil, essa empresa instalou Estacas Prensadas, por ela denominada de estacas Mega, como reforço de fundações, com reação em estrutura já existente, de um prédio da Cia Antártica do Rio de Janeiro (antigo DF), na Rua do Riachuelo, 92. Foram executadas 62 estacas com \varnothing de 275 mm (40 ton. de carga de trabalho), com início em 27/12/37 e término em 30/05/38.

Uma outra vez, agora como fundação normal, foram instaladas 255 unidades de Estacas Prensadas com \varnothing de 300 mm (60 ton. de carga de trabalho) para as Indústrias Matarazzo em São Paulo, cuja reação dos macacos se deu na própria estrutura do prédio, em construção. Essas fundações foram iniciadas em 30/04/39 e concluídas em 14/07/39.

Como terceira obra com fundações em Estacas Prensadas no Brasil, instalou-se, com reação em cargueira, na Rua Senador Vergueiro 55, Rio de Janeiro (antigo DF), 198 unidades de \varnothing de 275 mm (40 ton. de carga de trabalho) com início em 08/01/41, cujo término se deu em 10/07/41.

Como caso histórico de reforço de fundações no Brasil, tem-se o congelamento do solo para execução de tubulões para se recuperar o prédio da Cia Paulista de Seguros (DUMONT-VILLARES, 1956). Esse prédio foi reforçado e colocado no prumo em 1942, com a participação dos professores Odair Grillo e Milton Vargas. Complementando o reforço na parte não congelada do subsolo, instalou-se algumas estacas através da cravação de trechos MEGA-HUME (HUME era o tipo de segmentos de concreto armado centrifugado, de 37,5 cm de diâmetro externo e 80 cm de comprimento). O custo total do reforço e recolocação do prédio no prumo foi de aproximadamente 50% do valor da construção propriamente dita do prédio (ENGINEERING NEWS-RECORD, 1943).

Inúmeras obras em estacas MEGA foram executadas, desde então, pelas Estacas Franki Ltda, sendo que uma das últimas foram mostradas por VELLOSO & CABRAL (1982) em "Uma solução de Fundações em Zona Urbana" onde se apresenta um aprimoramento para o sistema de reação em cargueiras.

4 - PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS RELATIVAS ÀS ESTACAS Prensadas

Pequenas observações sobre as Estacas Prensadas foram encontradas em VARGAS (1955) e (1982), COSTA NUNES (1956), MELLO & TEIXEIRA (1971), CAPUTO (1973), GERBER (1974), ALONSO (1979) e MONTEIRO (1991). Situações mais significativas sobre esse assuntos foram apresentados pelos quatro autores seguintes:

MORAES (1982)

Sob o título de "Capacidade de carga de estacas isoladas, seus prováveis recalques e critérios indicados pela NB-51", o Eng. Marcello da Cunha Moraes, apresentou no VII COBRAMSEF em Olinda - 1982, breve comentário sobre os critérios da antiga NB-51/78 para obtenção da carga admissível de uma estaca isolada. Em seguida são também apresentados parâmetros auxiliares, obtidos através da cravação de estacas prensadas, para determinação da capacidade de carga de uma estaca isolada, bem como, seu provável recalque, para solos comuns em Anápolis - GO, Goiânia - GO e Brasília - DF.

DIAS (1988)

Dias(1988) e Dias & Soares (1990), mostram que, pela primeira vez no Brasil, se instalou uma Estaca Prensada instrumentada com células de pressão total, com a intenção de medir tensões residuais na instalação, durante a dissipação e a posterior fase de equilíbrio.

O equipamento utilizado para a instalação da estaca foi o mesmo usado anteriormente para a cravação de um piezocone, cuja reação se deu através de presso-ancoragens.

Utilizou-se segmentos tubulares de aço STD (Schedule 40), sem costura, de diâmetro nominal de 219,07 mm, comprimento de 1,0 metro e interligados entre si através de roscas quadradas no sistema macho e fêmea.

O solo onde se procedeu o ensaio era uma argila orgânica, situada em local pertencente ao Instituto de Pesquisas Rodovias (DNER), Rio de Janeiro.

Os autores concluíram que a resistência de ponta na estaca era menor que a do piezocone, devido ao fator escala e à velocidade de cravação. Com relação à poro-pressão, registrou-se ser a mesma observada no ensaio do piezocone.

CINTRA (1987)

Professor do Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos (USP), José Carlos Angelo Cintra em 11/09/1987 defendeu a tese: Comportamento de Modelos Instrumentados de Grupos de Estacas Cravadas em Areia. Esse trabalho, orientado pelo Prof. Dr. José Henrique Albiero, "... analisou através de provas de carga realizadas em Laboratório, o comportamento de estacas instaladas em areia. Utilizou-se areia seca, média a fina, medianamente compacta, e estacas metálicas instrumentadas com extensômetros elétricos de resistência. Os ensaios com os grupos de estacas foram realizados com diferentes configurações, variando-se também o número de estacas (2 a 9) e o espaçamento entre elas (2,0 a 3,5 vezes o diâmetro das estacas ensaiadas). Observou-se que a eficiência dos grupos, em geral, superior ou igual a 1, varia com o espaçamento, e atinge valores máximos para o espaçamento de 2,5 vezes o diâmetro das estacas.

Notou-se também que os grupos de estacas recalcam mais que as estacas isoladas e que os recalques aumentam com o tamanho do grupo.

Constatou-se, finalmente, que a distribuição de carga entre as estacas se altera com o nível de carregamento e é influenciada pela sequência de cravação e pela posição da estaca no grupo."

JUNQUEIRA (1994)

Com o nome "Aspectos Práticos sobre a Instalação e Utilização de Estacas Prensadas", o autor deste artigo defendeu a dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia, junto à Escola Politécnica da USP.

Esse trabalho mostra um histórico sobre as Estacas Prensadas, passando pelo seu aparecimento na época da construção do metrô de Nova Iorque, abrangendo estudos de nossa época com relação a esse tipo de fundação, quando estacas foram instaladas com objetivos de pesquisa sob a responsabilidade do Imperial College e Building Research Establishment.

Essa dissertação, enumerando 26 casos práticos de reforço ou fundações com a Utilização de Estacas Prensadas que o autor estudou e/ou acompanhou, apresenta dados de instalação de 5 dessas obras, onde o carregamento lido no manômetro dos macacos de instalação é comparado com o estimado pelo Método Decourt & Quaresma.

Para três casos de obra em locais de solo relativamente homogêneo, observou-se que as cargas de ruptura estaca/solo estimadas pelo método Decourt & Quaresma, apresentaram-se conservadoras. Porém, a semelhança dos pares de curvas de carregamento estimado e medido permite conjecturar a possibilidade de calibração do método, de modo a poder estimar com mais precisão a capacidade de carga de uma Estaca Prensada. Para dois casos, a heterogeneidade do solo não sugeriu nenhuma semelhança para as curvas citadas.

A instalação de Estacas Prensadas pode ser considerada bastante lenta principalmente quando se utilizam bombas hidráulicas manuais para impulsionar os macacos. Essa morosidade, porém, não causou nenhum atraso para fundações executadas com reação na própria estrutura do prédio. Há que se acrescentar que, bombas hidráulicas motorizadas são requisito indispensável quando se tem urgência na transferência de cargas para as novas fundações.

Mostrou-se, em um dos casos, os primeiros passos para o desenvolvimento de dispositivos que permitam a transferência provisória de carga para uma Estaca Prensada. Nesse caso, uma estaca recebe o carregamento que lhe é destinado sem impossibilitar que recravações ou provas de cargas futuras possam ser realizadas. Para o caso de segmentos de concreto armado, verificou-se ser interessante pesquisa mais profunda na área de contato entre o macaco e esse segmento, para se evitar rupturas antecipadas.

Cuidado especial deve ser tomado com a verticalidade dos segmentos para se evitar perda de prumo nas estacas.

A instalação de uma Estaca Prensada pode sempre ser considerada como um instrumento de pesquisa por ser sua cravação uma verdadeira prova de carga. Com isso, conclui-se que é bastante favorável associar sua utilização tanto como fundação e subfundação quanto para fins de pesquisa e obtenção de dados de capacidade de carga.

5 - O ESTADO ATUAL DA UTILIZAÇÃO DAS ESTACAS PRENSADAS NO BRASIL

Existem várias fábricas de macacos e bombas hidráulicas no Brasil, o que torna fácil para qualquer empresa se equipar para se capacitar a instalar Estacas Prensadas. O custo desse equipamento é bem mais acessível do que qualquer outra máquina para instalação de estacas.

Em pesquisa expedita nas maiores cidades do Brasil, verificou-se que apenas três empresas de fundações têm se dedicado quase que exclusivamente a essa modalidade de serviço. Deve-se observar, porém que inúmeras empresas ainda mantêm os macacos hidráulicos em seus parques de equipamentos, apesar de não utilizá-los a bastante tempo.

Muitas empresas ainda conservam em seus arquivos dados de instalação de Estacas Prensadas, o que poderia propiciar estudos bastante importantes sobre a capacidade de carga de estacas.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A difusão de que a instalação das Estacas Prensadas não causa ruído, poluição e vibração, além de serem viáveis em pequenos espaços, pode fazer com que esse tipo de fundações seja mais utilizado. Isso muito colaboraria para o estudo de capacidade de carga de estacas, já que a instalação das Estacas Prensadas pode ser considerada como uma verdadeira prova de carga.

A idéia dos pesquisadores ingleses de instrumentar estacas tubadas de ponta fechada e de pequeno diâmetro, instaladas por prensagem, poderia ser explorada no Brasil com o intuito de estudar o comportamento de estacas para os nossos solos. A vantagem da prensagem em relação à cravação convencional reside no fato dessa última provocar danos nos instrumentos instalados e de dificultar ou impedir a medida das tensões residuais.

Um outro assunto relativo à instalação de Estacas Prensadas com reação na estrutura de uma obra, seria a execução de provas de carga rápidas e intermitentes entre estágios de prensagens durante a instalação dessas estacas, o que seria uma maneira bastante econômica de pesquisar e obter dados de capacidade de carga em um determinado tipo de solo.

7 - BIBLIOGRAFIA

ALONSO, U.R. Diferentes tipos de fundações executadas pela firma Estacas Franki Ltda. Contagem, 1979. /Resumo da 1ª aula na Escola de Engª de Contagem em 21-05-79, Contagem - MG/

BRITO, C.A.S. Estacas Mega - Plataforma Mega. Rio de Janeiro, Estacas Franki Ltda, 1980. (Relatório Interno)

CAPUTO, H.P. Mecânica dos Solos e Suas Aplicações. 3ª ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1973. Cap.13, p.227-8: Estacas Mega.

CINTRA, J.C.A. Comportamento de Modelos Instrumentados de Grupos de Estacas Cravadas em Areia. São Carlos, 1987. 117p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

CONSTRUÇÃO HOJE. Metrô reforça fundações de prédio com Estaca Mega. p.12-4, Junho 1980.

COSTA NUNES, A.J. Curso de Mecânica dos Solos e Fundações. Porto Alegre, Editora Globo, 1956. Cap.VII, p.298-9: As Fundações Profundas.

- COSTA NUNES, A.J.; VELLOSO, D.A. Fundações em Estacas. Seção 7.4: Estacas Mega. Rio de Janeiro, 1976. (Publicação técnica de Estacas Franki Ltda)
- DECOURT, L.; QUARESMA, A.R. Capacidade de carga de estacas a partir de Valores do SPT. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações - COBRAMSEF, 6., Rio de Janeiro, 1978. Anais. Rio de Janeiro, ABMS, 1978. v.1, p.45-53.
- DIAS, C.R.R. Comportamento de uma Estaca Instrumentada Cravada em Argila Mole. Rio de Janeiro, 1988. 391p. Tese (Doutorado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- DIAS, C.R.R.; SOARES, M.M. Instrumentação de uma Estaca Metálica Teste Instalada em Argila Mole. In: Simpósio sobre Instrumentação Geotécnica de Campo - SINGEO'90, Rio de Janeiro, Abril de 1990. Anais. Rio de Janeiro, ABMS/ABGE, 1990. p.71-81.
- DUMONT-VILLARES, A. The underpinning of the 26-storey "Companhia paulista de Seguros" building, São Paulo, Brazil. Géotechnique, v.6, n.1, p.01-14, March 1956.
- ENGINEERING NEWS-RECORD. São Paulo Tower is righted with jacks. v.131, p.113, Oct 21 1943.
- GERBER, I. Reforço de fundações de uma Caixa d'água elevada. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 5., São Paulo, 1974. Anais. São Paulo, ABMS, 1974. v.2, p.255-64.
- GOLOMBEK, S.; DE VASCONCELOS, A.C.; MAFFEI C.E.M. Sub-fundação do edifício Itaú - Um exemplo de tratamento preventivo para minimizar os efeitos de escavação de túneis. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 5., São Paulo, 1974. Anais. São Paulo, ABMS, 1974. v.1, p.284-97.
- JUNQUEIRA, S. Aspectos Práticos sobre a Instalação e Utilização de Estacas Prensadas. São Paulo, 1994. 2v. Dissertação (Mestrado) - EPUSP.
- MELLO, V.F.B.; TEIXEIRA, A.H. Fundações e Obras de Terra. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, reimpressão 1971. v.2, p.187.
- MONTEIRO, P.F.F. In: Seminário de Fundações Especiais - SEFE, 2., São Paulo, 19 a 21 de Novembro de 1991. Anais. São Paulo, ABMS/ABEF, 1991. p.276-84.
- MORAES, M. da C. Capacidade de Carga de Estacas Isoladas. Seus Prováveis Recalques e Critérios Indicados pela NB-51. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de fundações, 7., Olinda, Setembro de 1982. Anais. Recife, ABMS, 1982. v.3, p.69-91.
- PRENTIS, E.A; WHITE, L. Underpinnig. 1ª ed. New York, Columbia University PRESS, 1933.

ROCHA, E.M. Uma solução especial de reforço de fundações. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de fundações, 8., Porto Alegre, 12 a 16 de Outubro de 1986. Anais. Porto Alegre, ABMS, 1986. v.6, p.309-15.

VARGAS, M. Fundações de Edifícios. 2ª ed. São Paulo, Editora do Grêmio Politécnico, 1982. Cap.8, p. 270-1: Reforço de Fundações - Estacas Cravadas a Macaco sob Pressão.

VARGAS, M. Manual do Engenheiro Globo - Fundações. Porto Alegre, Editora Globo, 1955. v.4, cap.5, p.252-3: Reforço de Fundações.

VELLOSO, D.A.; CABRAL D.A. Uma solução para fundação em zonas urbanas. Solos e Rochas, v.5, n.3, p.19-24, Dezembro 1982.

* * *

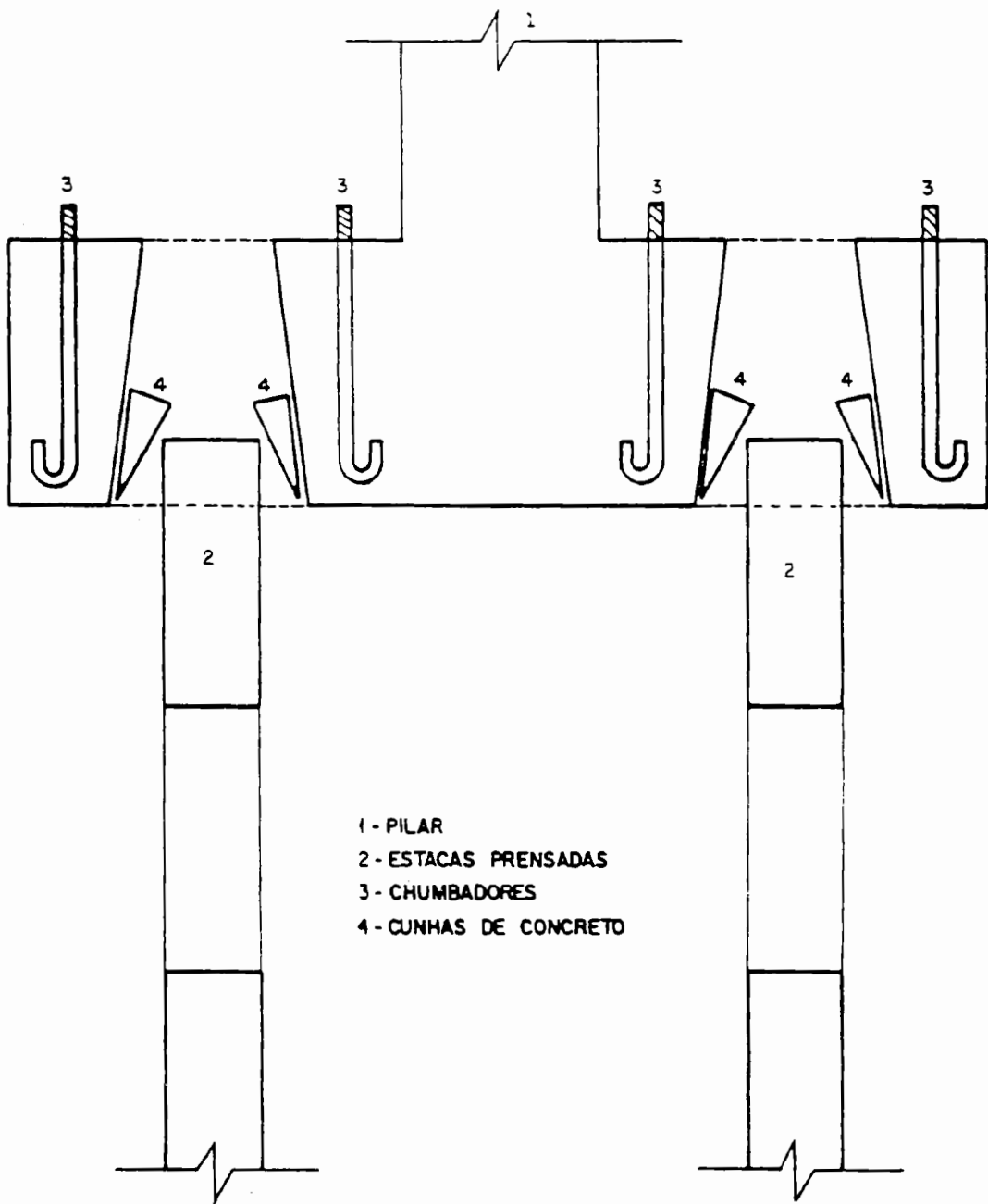
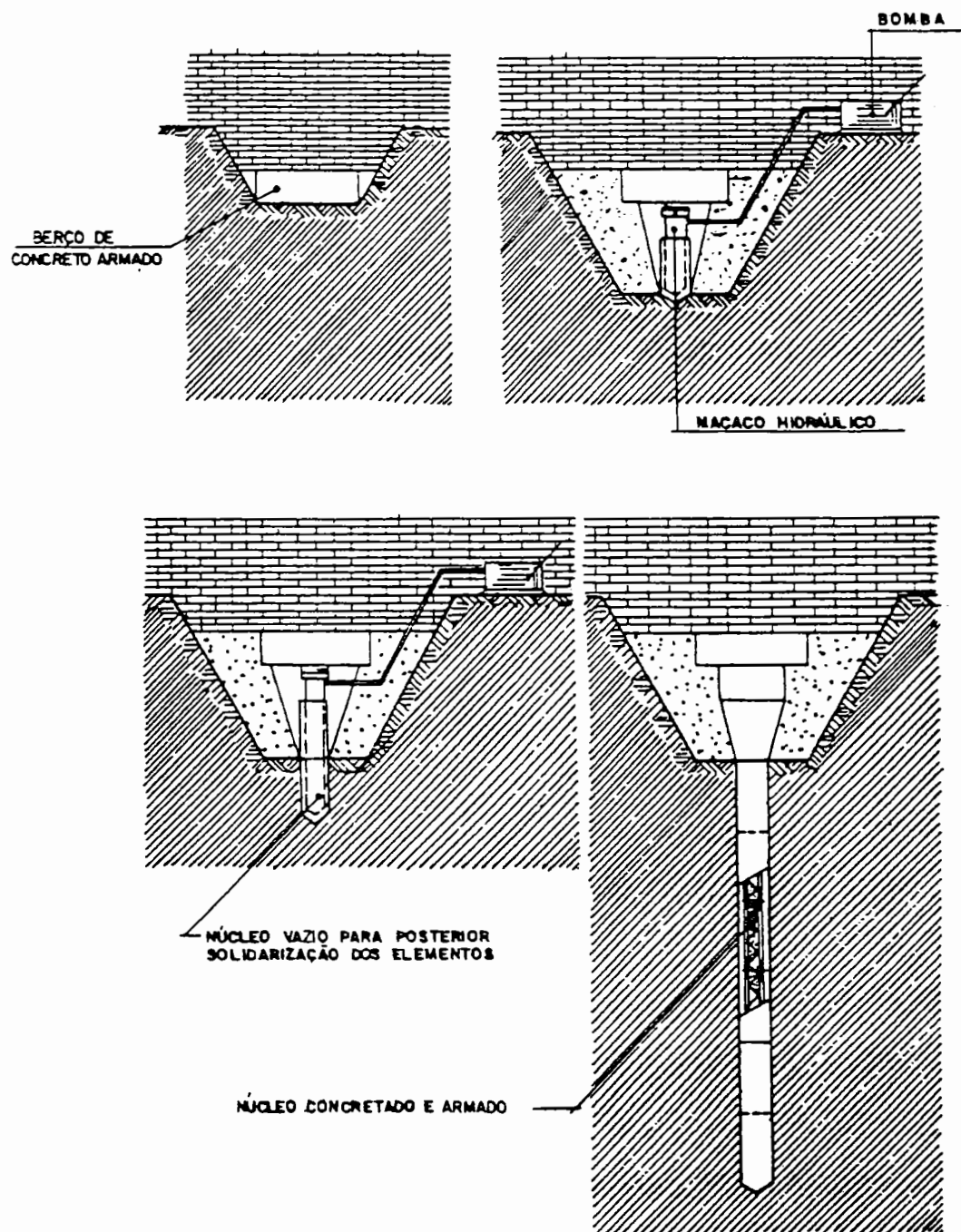


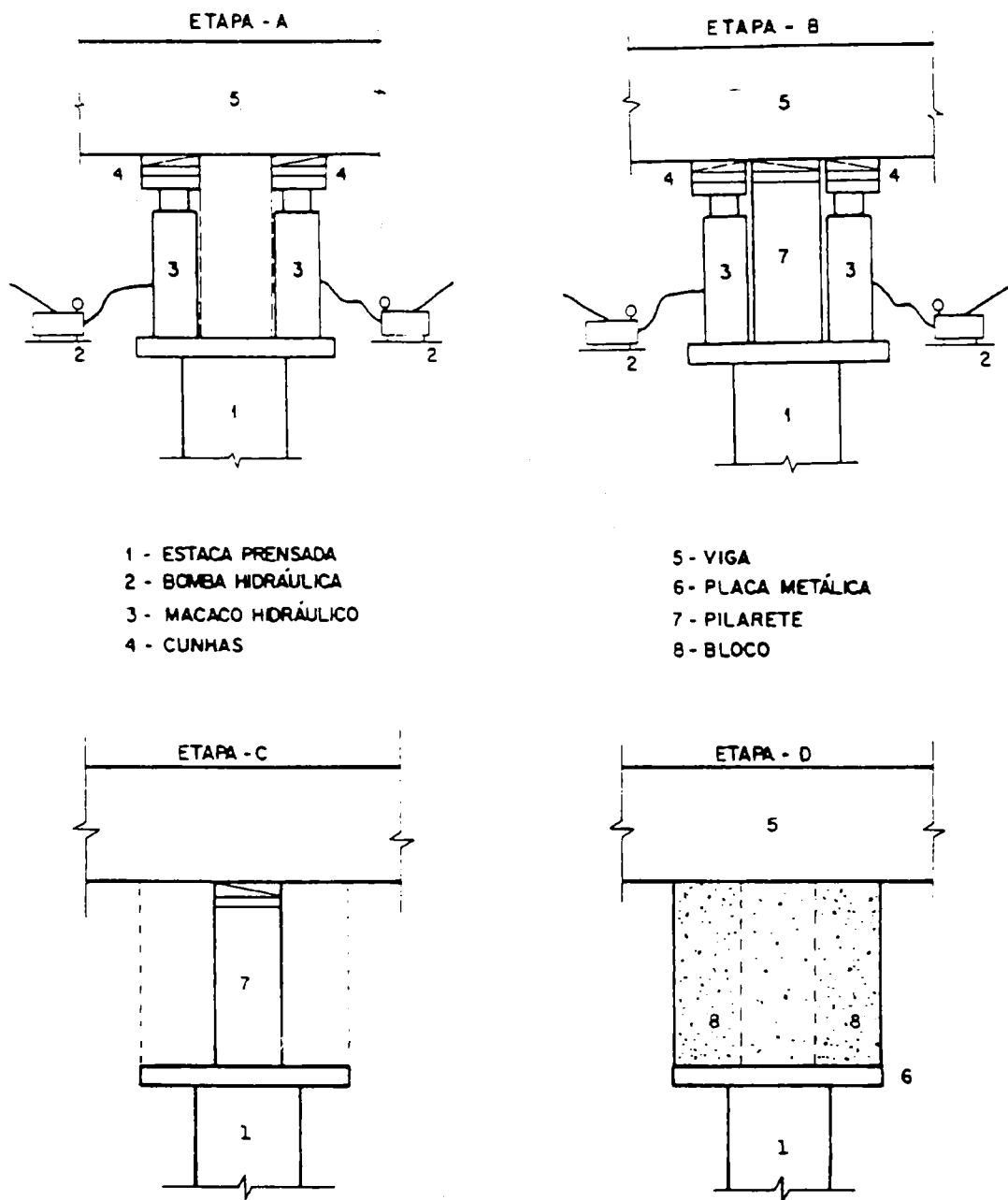
FIG. 01 - Corte mostrando encunhamento para transferência provisória de cargas para Estacas Prensadas.





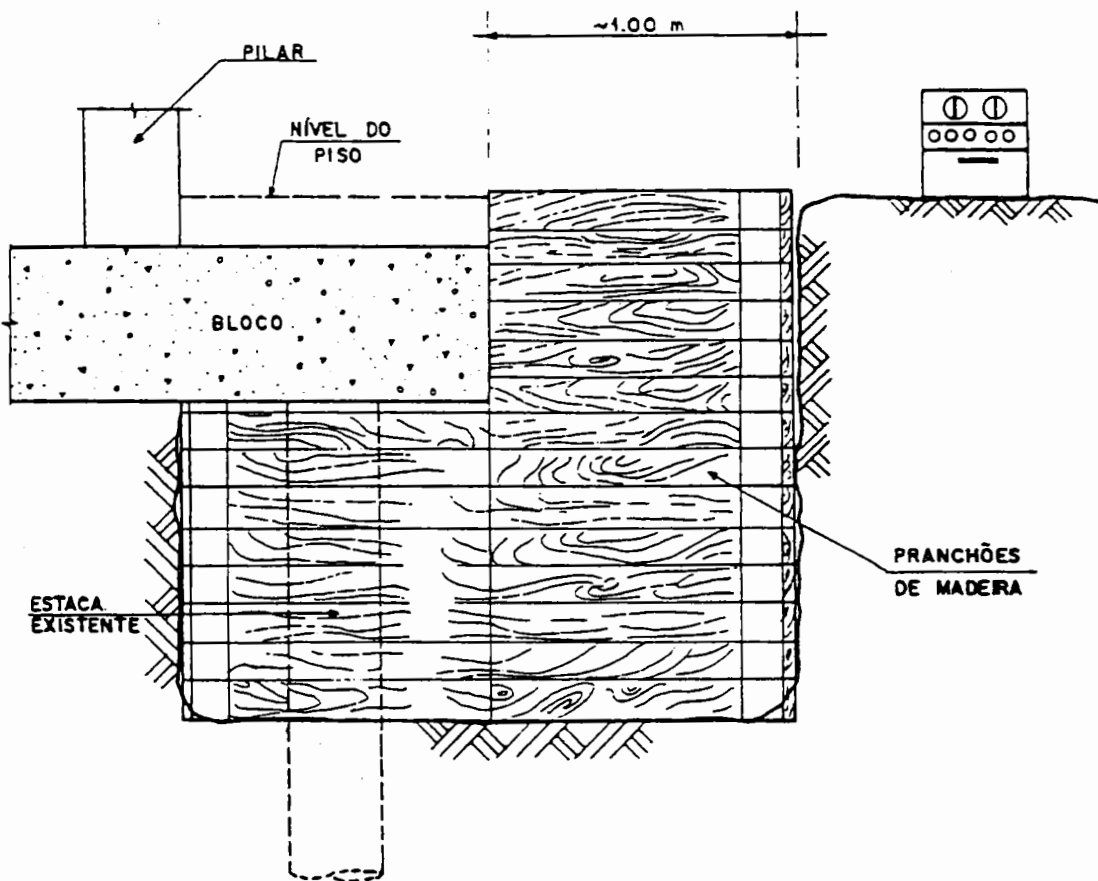
FONTE: COSTA NUNES (1956)

FIG. 02- Reforço de fundações mostrando o macaco reagindo sob berço de concreto armado, moldado debaixo de parede de alvenaria.



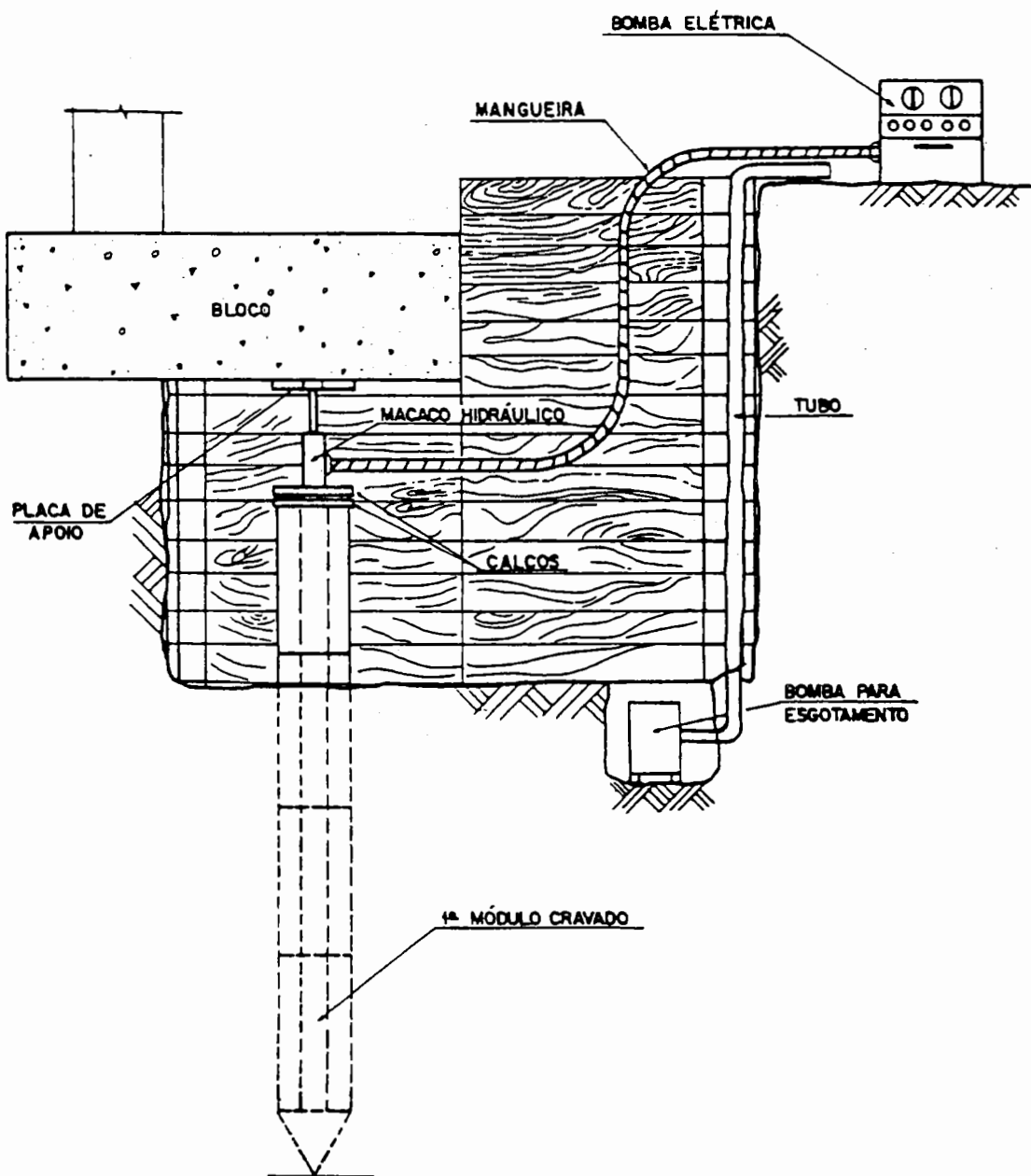
FONTE: PRENTIS & WHITE (1933)

FIG. 03 - Roteiro mostrando a transferência de carga e encunhamento para uma Estaca Prensada recém instalada (Sistema PRETEST).



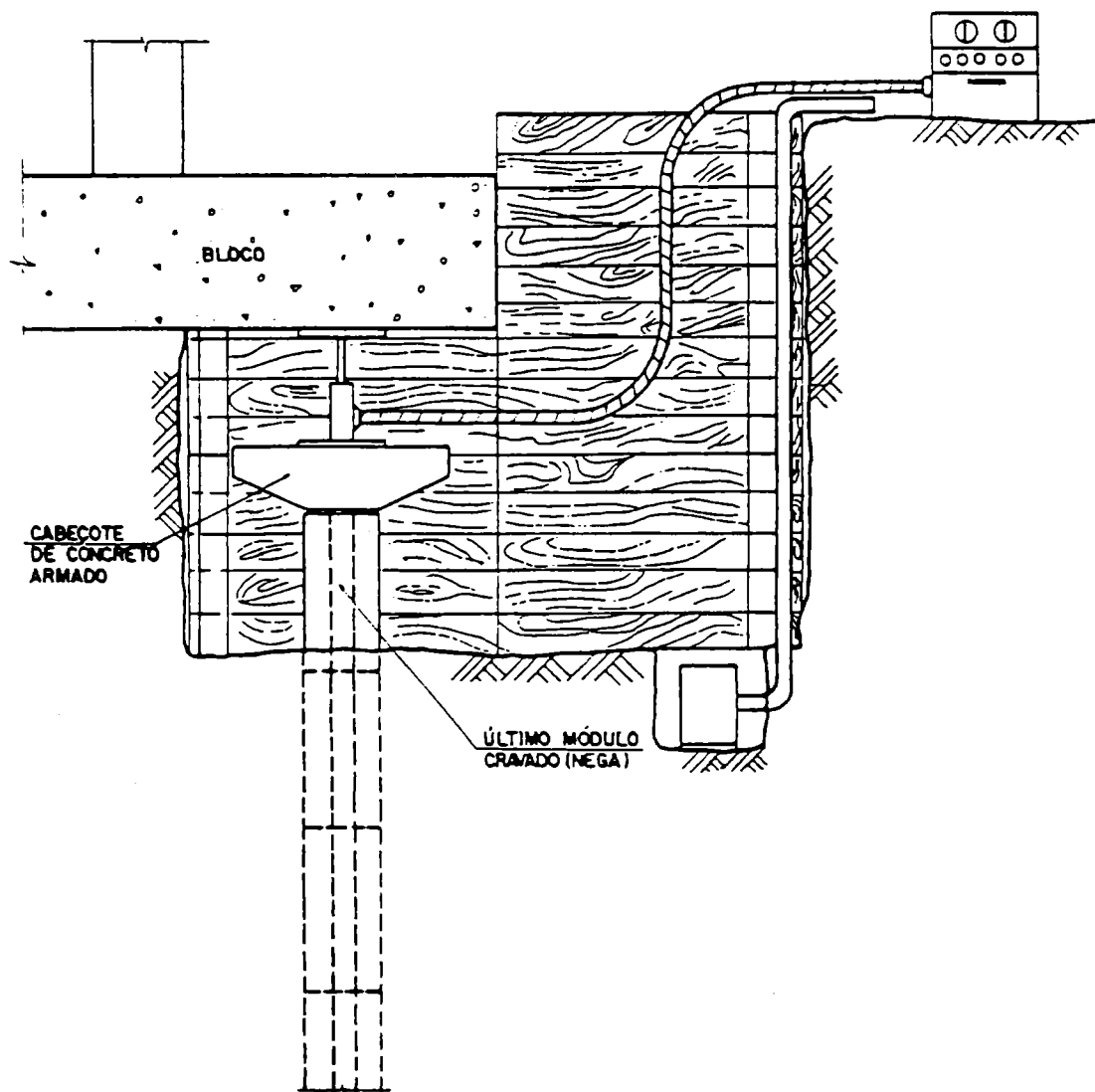
FONTE: MAUBERTEC (1979)

FIG. 04A - Procedimento de reforço de fundações em Estacas Prensadas - Escoramento da escavação com pranchões de madeira.



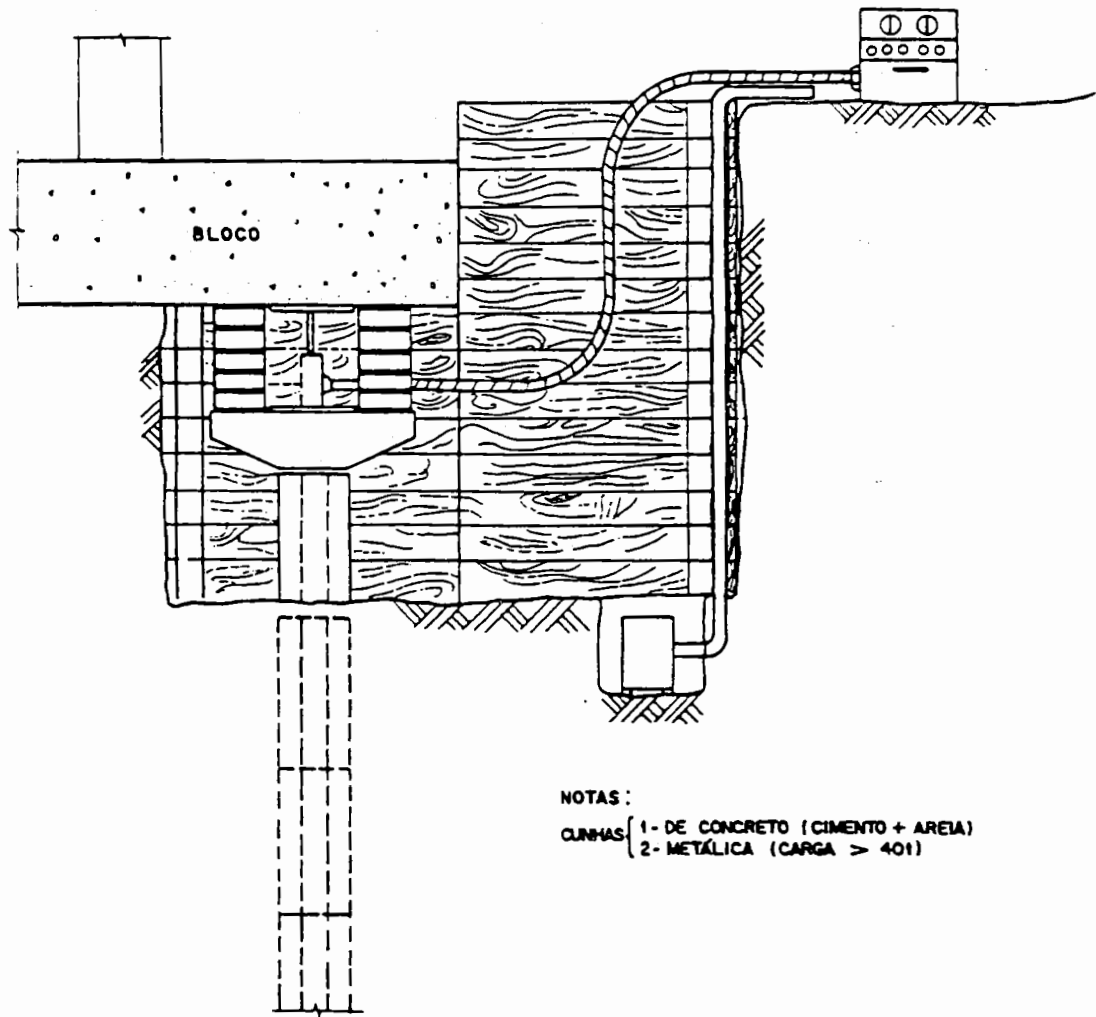
FONTE: MAUBERTEC (1979)

FIG. 04B - Procedimento de reforço de fundações em Estacas Prensadas - Macaco hidráulico posicionado no momento da instalação da estaca.



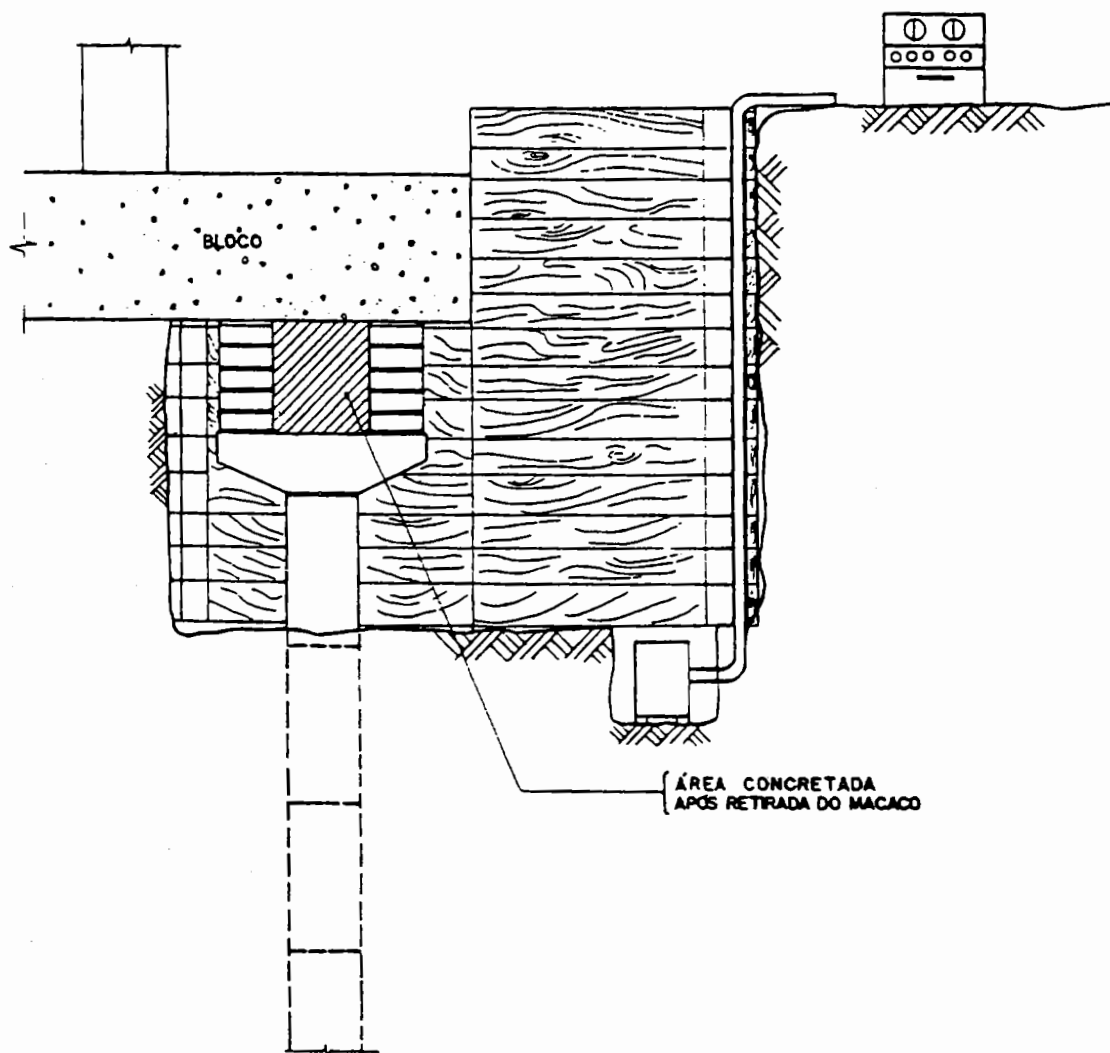
FONTE: MAUBERTEC (1979)

FIG.04C - Procedimento de reforço de fundações em Estacas Prensadas - Macaco hidráulico posicionado sobre cabeçote que servirá para transferência de carga.



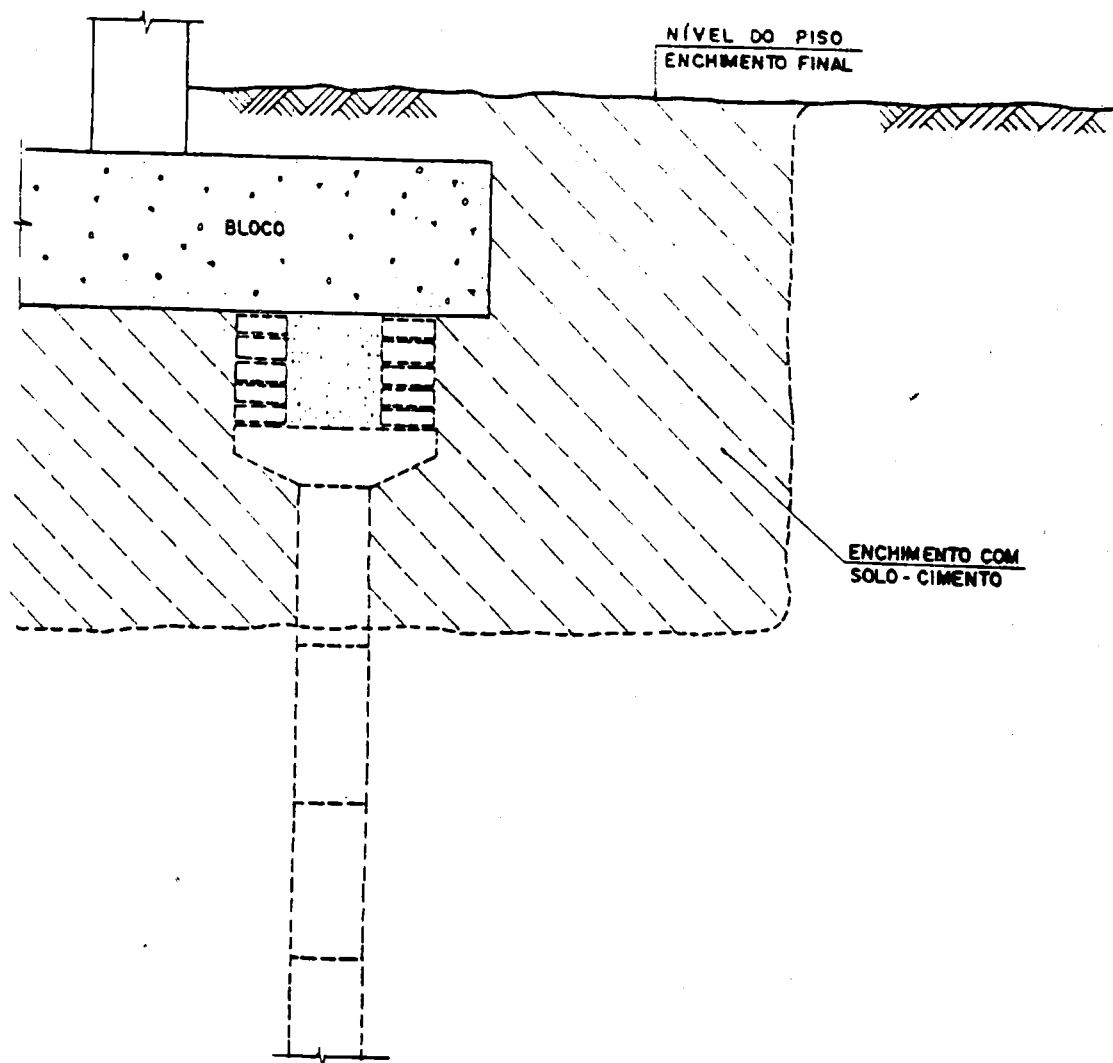
FONTE: MAUBERTEC (1979)

FIG. 04D - Procedimento de reforço de fundações em Estacas Prensadas - Encunhamento transferindo a carga da estrutura para a estaca sob tensão.



FONTE: MAUBERTEC (1979)

FIG. 04E- Procedimento de reforço de fundações em Estacas Prensadas - Concretagem de bloco complementando a transferência de carga para a estaca.



FONTE: MAUBERTEC (1979)

FIG. 04F - Procedimento de reforço de fundações em Estacas Prensadas -
Preenchimento do local escavado com solo-cimento.