

### **CAP. 3 METODOLOGIA PARA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES EM SOLO-CIMENTO PLÁSTICO AUTO ADENSÁVEL**

Professor Dickran Berberian: Fundações Muito Econômicas de Solo Cimento Plástico (2015) No prelo. Editora Infrasolo Geotechpress.  
E-Mail: infrasoloengenharia@gmail.com  
Telefones: (061) 3363-8610; (61) 3363-8606

O processo construtivo das fundações SCP, deve ser obrigatoriamente simples e econômica, face ao vetor social que este tipo de fundação desempenha.

As estacas de SPC, são fundações executadas sem areia e sem brita, trocando-se o próprio solo retirado da cava da fundação somente com cimento e água, até atingir uma consistência da massa de rebocar. Como consequência da não necessidade da adição de areia e brita, este novo tipo de fundação advém ao programa da sustentabilidade global, vez que não exige a dragagem de rios e praias para a extração de areia e nem do desmatamento e desmonte de montanhas para produção de brita. Também não há o despejo de rejeitos e sobras de materiais de construção porque o próprio solo da cava em forma de pasta de cimento alias os rejeitos da construção civil reciclados são altamente próprios a este tipo de fundações, quando misturadas ao solo cimento. Neste capítulo são mostrados os principais passos necessários para a execução correta na pratica deste novo tipo de fundações.

**1° Passo: Perfuração das estacas** - *A escavação das estacas em SCP podem ser realizadas com uso de trados manuais ou mecânicos. Em ambos os casos a metodologia de execução é bastante simples. As Fotos 3.1, 3.2, 3.3 e 3.5, mostram as opções de perfuração a trado mecânico montado sobre caminhão e trados manuais.*

O trado manual tipo concha ou cavadeira e sua aplicação no campo esta ilustrada está mostrado nas **Fotos 3.2 a 3.5...** O resíduo de solo solto e fofo deixa pelo trado na ponta da estaca, é consolidado pelo lançamento de 4 litros

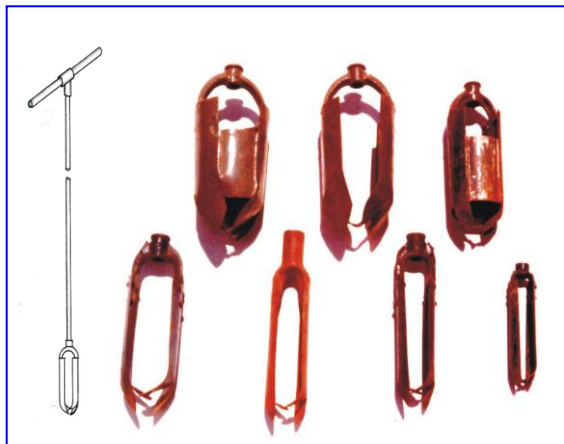
de pasta de cimento (1: 1), para evitar recalque imediato por compressão do solo fofo.



**Foto 3.1- Escavação mecânica de estaca**



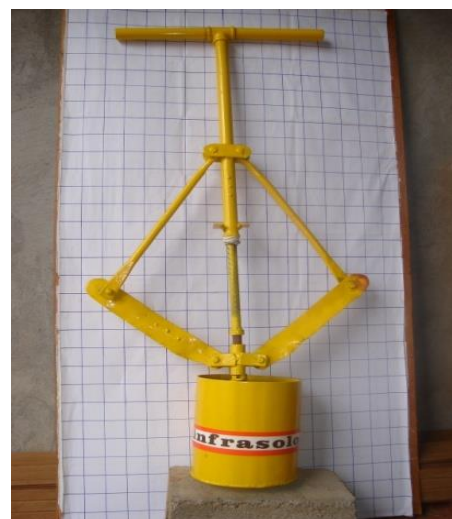
**Foto 3.2 - Trado manual**



**Foto 3.3 Trados manuais tipo concha**



**Foto 3.4 Aspecto da operação com o trado**





**Foto 3.5** Trado manual desenvolvido por Fundex/Infrasolo (2006) e caçamba alargadora de base, desenvolvida por Berberian (1967)

A **Foto. 3.1** mostra a execução do furo utilizando equipamento mecânico montado sobre caminhões, e a **Foto 3.6** apresenta um trado helicoidal ou espiral contínuo de fabricação artesanal que pode ser utilizado opcionalmente ao trado mecânico. Thiago Barreto (2008) e Antonio Sacilotto (2008) desenvolveram um equipamento portátil para execução de estacas escavadas de pequeno diâmetro, que espera-se estar em breve no mercado, otimizando e viabilizando ainda mais a aplicação desse novo tipo de fundação.



**Foto 3.6** Escavação mecânica: por equipamento de fabricação



**Foto 3.7** Aspecto do furo escavado mecanicamente

*artesanal*

Outra grande aplicação, se não a maior delas, deste novo tipo de fundação, e de melhorar o terreno para apoio de Radiers e/ou aterros rodoviários ou de barragens, aumentando a rigidez do maciço como um todo e conseqüentemente diminuindo os recalques, **Figs. 3.7.** Neste caso recomenda-se a execução de capteis com 60cm de diâmetro no topo da estaca, para melhor propiciar a formação do efeito de arco **Fig. 3.8.**, substituindo com vantagem os capiteis de concreto, comumente usados para este fim.



**Foto 3.7** Aplicação do SCP como apoio para Radiers de tanques de petróleo

**Foto 3.8** Utilização do SCP para melhoria do subleito para aterros rodoviários

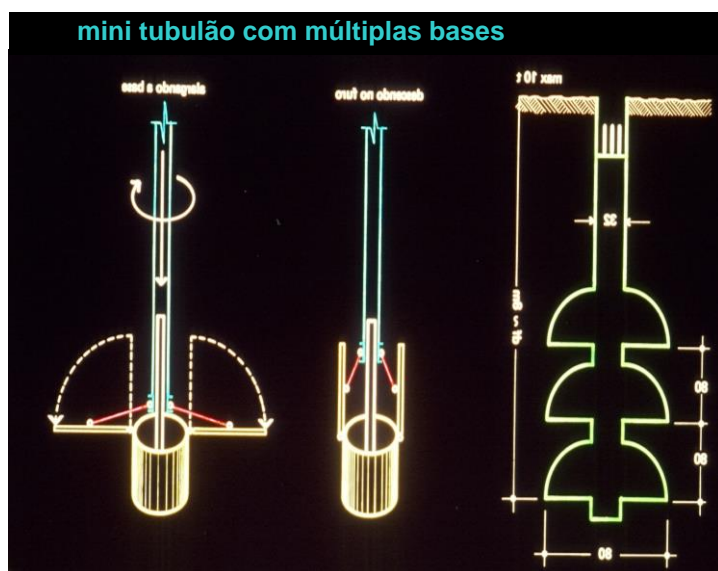
Necessitando-se aumentar a capacidade de carga da estaca (mini-estacas), há a possibilidade de se alargar bases em uma ou mais profundidades de forma a aumentar a carga de ponta e por atrito lateral. Neste caso, as estacas a trado passam a ser designadas por Mini-Tubulões. Possuem normalmente pequeno diâmetro de fuste (30cm). Fustes menores, com 25cm, não tem apresentado segurança adequada: Fogem do prumo e podem apresentar falhas no concreto e estrangulamentos.. São moldadas 'in loco'. Seu comprimento máximo é da ordem de 10m. São moldadas 'in loco' e preenchidos com Solo-Cimento ( $f_{cdSCP} \approx 2,0\text{Mpa}$ ), com pilarete de concreto simples ( $F_{cd} = 15\text{MPa}$ ), na transição Estaca x Blocos, **Foto 3.9**



**Foto 3.9** Pilaretes de transição SCP / Bloco

São exeqüíveis acima do nível d'água em solos predominantemente coesivos ou que ofereçam suficiente estabilidade para escavações a céu aberto (não revestidas). Normalmente uma dupla de operários tradeiros produz 6 unidades de 6 mt por dia.

O autor, desde 1967, procurando melhorar a resistência dos Mini-Tubulões, desenvolveu um alargador de bases com diâmetro nominal de 80 cm e diâmetro real final escavado de 60 cm. (Ver **FIG 3.9**). A **Fig 3.10** mostra o aspecto das estacas em Solo cimento, exumadas de protótipos reais



**Figura 3.9** Alargador de bases desenvolvido pelo autor

A execução dos furos utilizando equipamentos mecânicos oferece como maior vantagem a rapidez de execução. Reduz, entretanto, drasticamente a mão de obra e o número de empregos diretos envolvidos no processo.

**Foto 3.9**



Figura 3.10 Forma final das estacas de Solo Cimento



Foto 3.11 Escavação manual das estacas de Solo-cimento Plástico



Foto 3.12 Preparo manual do SCP



Foto 3.13 Traçagem manual do SCP

**2ºPasso: Preparo do Solo-cimento Plástico** - O Solo-cimento pode ser preparado manual ou mecanicamente com a utilização de betoneira. O próprio solo escavado é reutilizado para a mistura com cimento. **Foto 3.12**, eliminando a necessidade de abertura de jazidas ou busca de locais para bota-fora, preservando inclusive o meio ambiente. Interessante observar que a traçagem manual em solos argilosos, mostrou-se mais eficiente e produtiva do que a traçagem por betoneira. Tal fato deve-se a alta plasticidade das argilas “gordas” e untosas. No caso do solo natural já não contiver um certo percentual de areia, tal fato pode ser resolvido adicionando-se areia a mistura. Os traços mais recomendáveis, obtidos em vários de solos através do ensaio de mais de 400 corpos de provas e testes de carga em estacas reais, foram: **1cim:6solo** (fck~2.0 MPa ), **1cim:7solo** (fck~1.7 MPa ), **1cim:8solo** (fck~1.5 MPa ). Isto para argilas siltosa pouco arenosas. Aumentando-se o teor de areia resulta em um substancial aumento da resistência.

**3ºPasso: Consolidação do solo fofo na ponta.** Recomenda-se antes de lançar o solo-cimento plástico para confeccionar a estaca, aplicar uma mistura de cimento e água no intuito de melhorar o solo do fundo do furo para consolidar eventuais materiais fofos deixados pelo trado. **Foto 3.14.** Opcionalmente pode-se apiloar o fundo da estaca, com o uso de pilão de 30kg, de forma semelhante a utilizado com

sucesso pela empresa Infrasolo/Fundex para consolidar o solo fofo deixado pelo trado mecânico em estacas escavadas.



Foto 3.14 Consolidação do solo fofo na ponta Foto 3.15 Lançamento do SCP

**4ºPasso: Lançamento do SCP** - Este processo é inteiramente manual e pode ser empregada uma caçamba para a aplicação no furo.

A aplicação esta mostrada nas **Fotos 3.15 e 3.16**. Não havendo capitel pode-se facultativamente pode se utilizar um funil.



Foto 3.14 Consolidação do solo fofo na ponta



Foto 3.16 Lançamento em estaca instrumentada

Foto 3.17 Aspecto da estaca pronta





**Foto 3.18** Estaca de SCP exumada, mostrando os medidores de umidade



**Foto 3.19** Secção instrumentada