

# COMPORTAMENTO DE FUNDAÇÃO DIRETA ASSENTE EM UM SOLO ESTRUTURADO ATRAVÉS DE ENSAIOS DE PLACA

Wandemyr Mata dos Santos Filho\*<sup>1</sup>  
Stoessel Farah Sadalla Neto\*<sup>2</sup>

**Resumo:** Neste trabalho, estuda-se o comportamento de um tipo de fundação superficial assente em um solo estruturado parcialmente saturado utilizando resultados de ensaios em placa. Os ensaios foram orientados de acordo com resultados existentes de SPT realizados no mesmo local e informações do projeto de fundação. O estudo consistiu na execução de ensaios de placa circulares, a profundidades correspondentes às cotas de assentamento das fundações do prédio a ser construído. O comportamento observado é discutido e a aplicabilidade dos métodos de previsão de capacidade de carga e recalques é demonstrada.

## 1 – INTRODUÇÃO

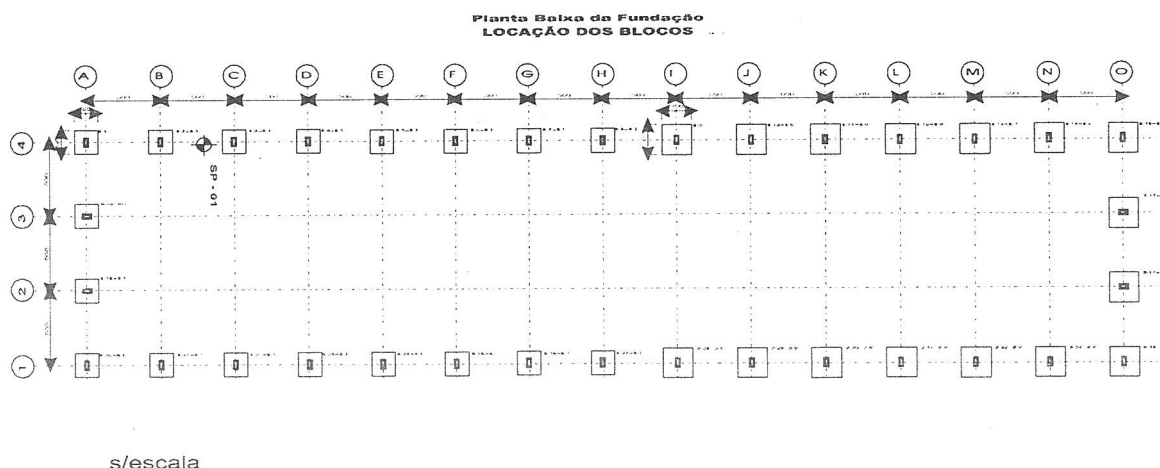
No estudo de comportamento de fundações assentes em um solo de características distintas daquelas correspondentes aos depósitos arenosos ou argilosos ( cujos métodos são satisfatoriamente conhecidos), a adoção de qualquer abordagem analítica implica, necessariamente, na análise experimental do novo material e na observação da interação solo-estrutura. Nestes casos, as provas de carga constituem-se em uma técnica insubstituível, uma vez que, o comportamento do sistema solo-elemento de fundação, pode ser avaliado nas condições reais de trabalho. Porém, devido fundamentalmente aos altos custos envolvidos, este procedimento experimental

só pode ser empregado em casos excepcionais (Cudmani, R.O., Schnaid F., Consoli, N. C., 1994).

Em particular, tratando-se de um projeto que inicialmente foi previsto para ser executado em fundações indiretas tipo estacas cravadas pré-moldadas de concreto, e posteriormente optou-se pela adoção de fundações diretas assentes na cota de - 1,80 m, tornou-se necessário um estudo do comportamento dessas fundações superficiais, através da execução de ensaios em placas que simulassem, no mesmo local de execução das fundações, as condições adotadas no projeto, no que concerne à verificação da taxa admissível do terreno e valores de recalque previsto. Esta abordagem é discutida neste trabalho.

<sup>1</sup> Eng. Civil M.Sc. Geotecnia – Professor do CEFET/PA – Centro Federal de Educação Tecnológica, Professor e Pesquisador Associado do Grupo de Pesquisas em Geotecnia Ambiental da Universidade da Amazônia (GEA-UNAMA), Consultor Técnico da WS-Geotencia Ltda

<sup>2</sup> Eng. Civil M.Sc. Geotecnia, Coordenador do Grupo de Pesquisas em Geotecnia Ambiental da Universidade da Amazônia (GEA-UNAMA), Professor do curso de Engenharia Civil da UNAMA e Diretor Técnico da WS-Geotencia Ltda



**Figura 01 – Área destinada a construção do galpão da Gerdau e locação do furo de sondagem SP – 01**

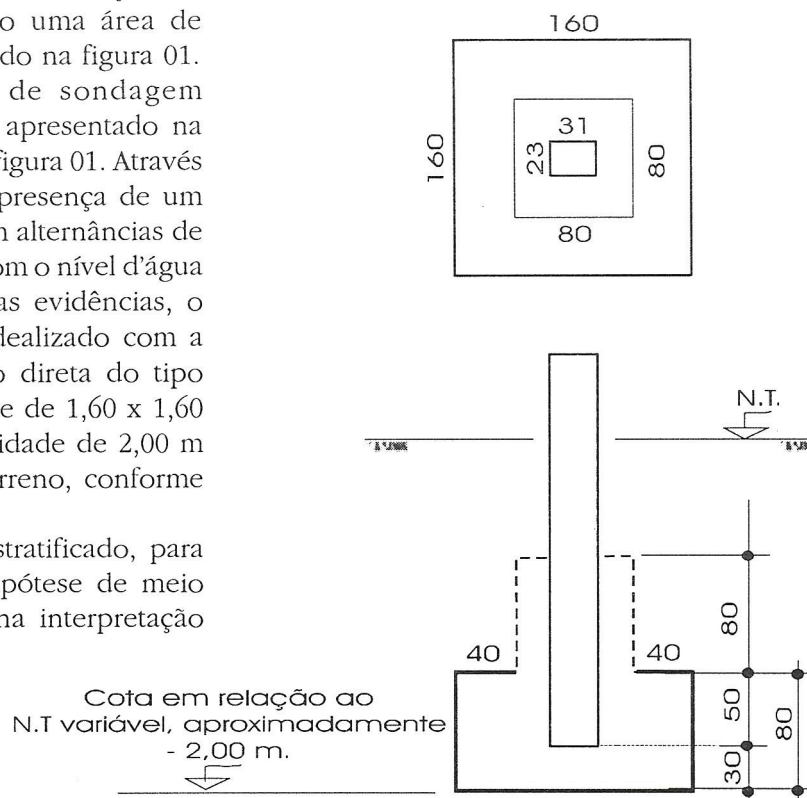
## 2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área em estudo pertence ao Grupo Gerdau, localizada na BR-316 km 5, no município de Ananindeua – PA, destinada à construção de um galpão em estrutura pré-moldada de concreto armado e vedação em alvenaria, compreendendo uma área de 1.050 m<sup>2</sup>, conforme mostrado na figura 01.

Um perfil típico de sondagem geotécnica do tipo SPT é apresentado na Figura 03, e sua locação na figura 01. Através deste perfil, observa-se a presença de um horizonte estratificado, com alternâncias de camadas de areia e argila, com o nível d'água a 2,13 m. Com base nestas evidências, o projeto de fundação foi idealizado com a solução de uma fundação direta do tipo bloco escalonado com base de 1,60 x 1,60 m, assente a uma profundidade de 2,00 m em relação ao nível do terreno, conforme mostrado na figura 02.

Apesar do perfil estratificado, para efeitos experimentais a hipótese de meio homogêneo foi utilizada na interpretação

dos ensaios de placa, que apesar da simplicidade nas formulações aplicadas, apresenta resultados bastante satisfatórios, quando comparada com propostas mais complexas.



**Figura 02 – Características da fundação direta do tipo bloco escalonado**



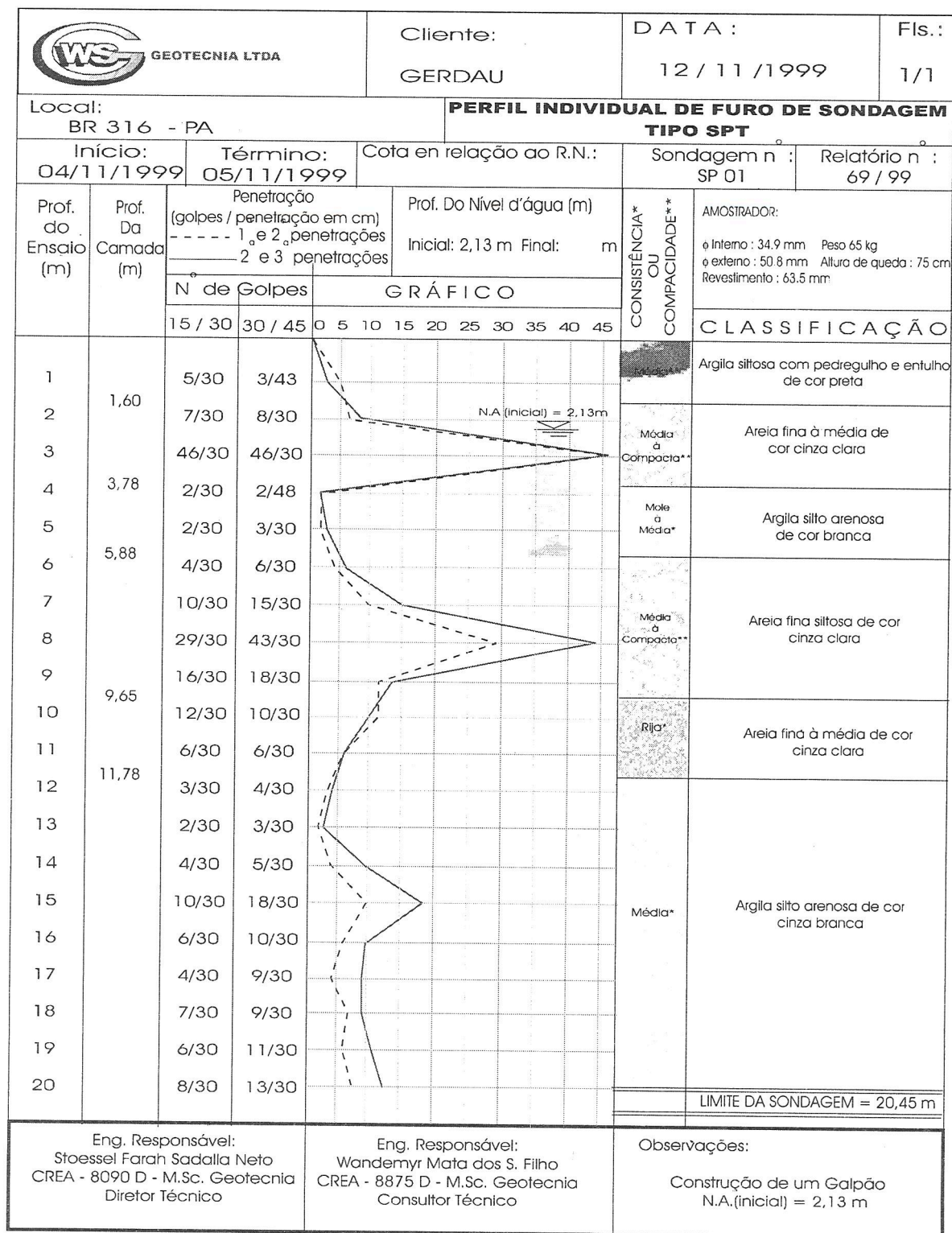


Figura 03 – Perfil típico de sondagem do terreno

### 3 – ENSAIOS DE PLACA

Como parte do programa experimental, foram realizados 02 provas de carga à compressão em placas circulares de diâmetro de 0,60 m. As profundidades de ensaio obedeceram à cota de assentamento das fundações, conforme estabelecido pelos critérios do projeto de fundação, ou seja – 2,00 m, em relação ao nível do terreno.

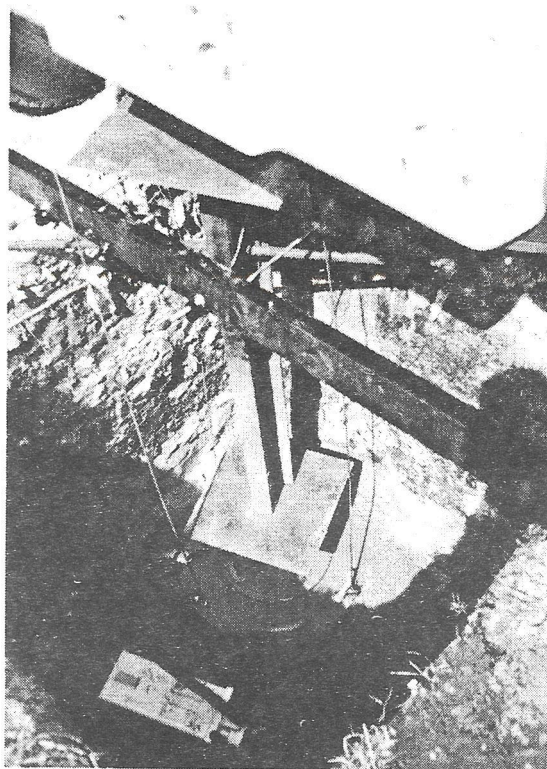
Como sistema de reação utilizou-se um guindaste com peso de 7 (sete) toneladas pertencente à própria Gerdau, o que de um

certo modo agilizou o ensaio. Entretanto, vale registrar o fato de que a abertura dos blocos já havia sido feita, com largura de 1,60 m, correspondendo aproximadamente a mesma largura entre os pneus do guindaste, provocando um certo desmoronamento do solo no topo, possibilitando na ocorrência de um provável acidente, inclusive com risco de vida, uma vez que o guindaste ameaçava de cair dentro da escavação, conforme mostrado na figura abaixo.

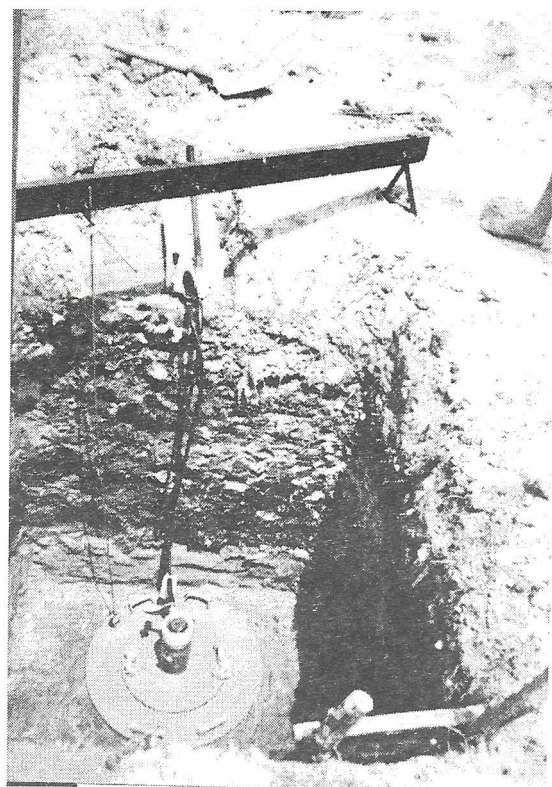


Figura 04 – Características do sistema de reação, e detalhe do afundamento do pneu do guindaste





(a)

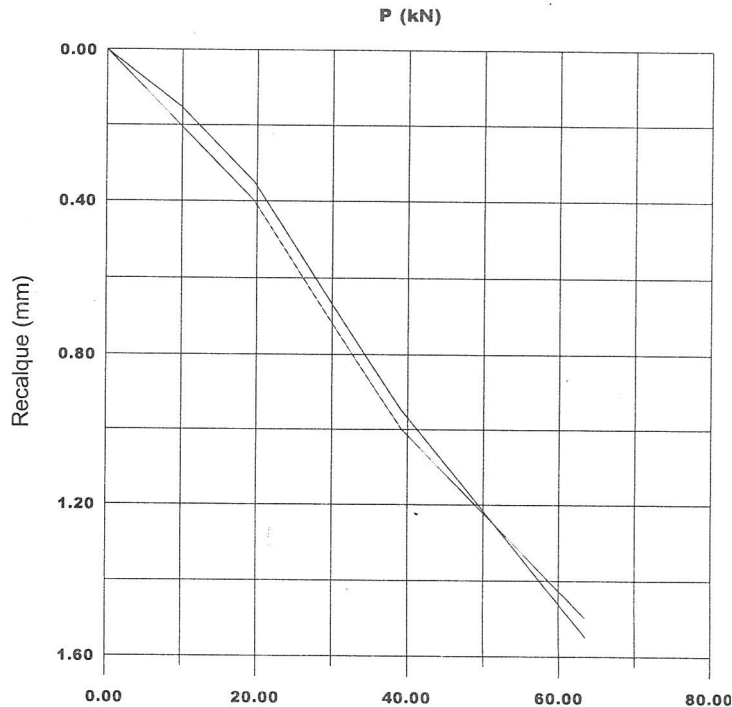


(b)

**Figura 05 – (a) Características da sistema de reação, a transmissão da carga através de um perfil metálico e o eixo do guindaste (b) Montagem do sistema de prova de carga em placa, constituído de macaco hidráulico, placas circulares, extensômetros, viga de referência e perfil metálico, para transmissão da carga**

A carga máxima do ensaio foi aplicada em 04 (quatro) estágios. A estabilização dos deslocamentos foi verificada de acordo ao critério da norma NBR 6489/1984, sendo a duração dos 03 (três) primeiros estágio de carregamento limitada a 1 (uma) hora e a última mantida durante um período de 24 (vinte e quatro) horas. Os resultados experimentais são apresentados sob a forma carga x recalque.

Os ensaios de prova de carga foram realizados exatamente nos locais correspondentes aos blocos 03 (três) e 05 (cinco), conforme apresentado na figura 01, projeto de fundação.



**Figura 06 – Curva carga x recalque**

O recalque médio encontra-se na ordem de 0,71 mm, enquanto que o recalque máximo medido foi de 1,50 mm, correspondendo a uma velocidade igual à 150 micra/dia, com relação à última medição. A média da velocidade de recalque, foi de 71 micra/dia. Com base na literatura técnica, a ordem de grandeza das velocidades medidas são consideradas normais para prédios em construção e apoiados sobre fundações superficiais.

Portanto, observa-se que os valores obtidos nos ensaios experimentais de prova de carga em placa foram considerados satisfatórios, viabilizando assim a execução do projeto em fundação superficial do tipo bloco escalonado.

#### 4 – CONCLUSÃO

Atualmente, no desenvolvimento de projetos de fundação, observa-se além da verificação da capacidade de suporte da fundação, uma preocupação crescente em relação à previsão dos valores de recalque.

Este princípio, permite, em muitos casos, projetos, a priori concebidos por um determinado tipo de fundação, que economicamente poderiam inviabilizar a construção da obra passe neste instante, através da avaliação do recalque do solo, a ser projetado para um outro tipo de fundação mais econômica e ao mesmo tempo segura.

Esta avaliação pode ser feita de maneira analítica ou experimental, podendo ser desenvolvida antes, durante e após a construção da edificação.

Neste trabalho, apresentou-se a estimativa de recalque de fundação experimental em bloco escalonado, assente a uma profundidade de 2,00 m, com

dimensões de 1,60 x 1,60 m, solicitada a cargas de 490 kN.

A grande vantagem da realização deste tipo de ensaio consiste principalmente na simulação da aplicação do carregamento equivalente à capacidade de suporte do terreno adotado no projeto, avaliando assim os deslocamentos verticais do solo, antes da execução da obra, permitindo que qualquer alteração seja feita, sem causar maiores prejuízos.

Neste caso em particular, galpão da Gerda, na BR-316, além dessa possibilidade, verificou-se a viabilidade da execução de um tipo de fundação direta, considerada mais econômica e ao mesmo tempo segura, ao invés da primeira opção cogitada para o projeto de fundação, em que consistia na cravação de estacas pré-moldadas em concreto armado.

Observa-se que os valores obtidos nos ensaios experimentais de prova de carga em placa foram considerados satisfatórios, viabilizando assim a execução do projeto em fundação superficial do tipo bloco escalonado.

O prédio já encontra-se atualmente com 01 (um) ano de construção, não sendo observado nenhum tipo de dano na sua estrutura.

#### 5 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Cudmani R. O, Schnaid F., Consoli N. C., *Comportamento de Sapatas Assentes em um Solo Estruturado através de Ensaio de Placa*, In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 10. Vol. 1, 1994, pp. 127 - 135.  
Laudo de Sondagem – WS – Geotecnia Ltda