

Soft Soil Brazilian Review

04

O que você deve saber sobre construções horizontais e a presença de solos moles.

16

Construções horizontais e o reconhecimento geotécnico.

30

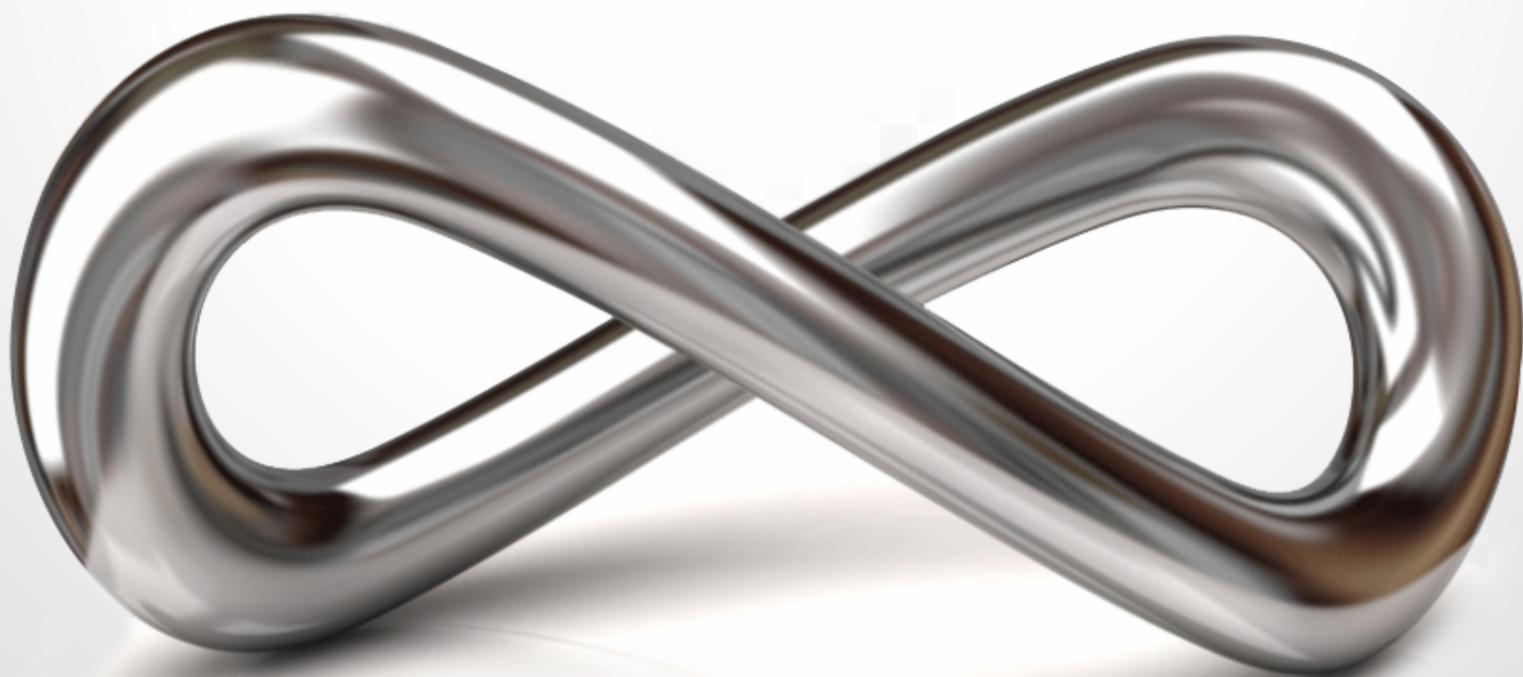
Fundação para construções horizontais. Novas diretrizes para o projeto.

28 Consulta

Como conduzir o projeto de uma construção horizontal, havendo solo mole ao longo de sua fundação?

O que você deve saber sobre
**Construções horizontais e
a presença de solos moles**

pág. 04





EDITORIAL

A presença de solos moles em uma construção horizontal, em que há natural movimentação de terra torna-o, inicialmente, proibitiva, já que há insuficiente resistência cisalhante e capacidade de carga capaz de impor danos estruturais na construção e movimentação do solo, provocado por recalques diferenciais e deslocamentos laterais em toda a área anteriormente aterrada. Exato, em construções horizontais, o problema costuma ser o aterro, lançado sobre o solo mole, incapaz de suportá-lo. Nesta edição, procuramos dar relevância ou foco à construção horizontal, comumente equivocada com construção vertical, particularmente com relação às questões do dimensionamento do sistema de fundação. Isto mesmo, o advento do solo mole, em uma construção horizontal, não é motivo para o dimensionamento de fundação profunda. As técnicas de melhoramento de solos moles, particularmente, o geoenrijecimento estão aí para isso. Os problemas decorrentes são enormes, e se sucedem em todos os cantos do país, particularmente em áreas logísticas, conjuntos habitacionais, rodovias e áreas portuárias, onde utilizam-se estaqueamentos para "viabilizar" este tipo de construção que, quase que invariavelmente impõe pequenas

cargas, da ordem de 5 a 10 toneladas por metro quadrado ao solo. Ora, por que ocorre esta situação? Desconhecimento? Imprudência? Exatamente por isso que procuramos desmistificar esta questão, apresentando três matérias interessantes. A primeira, "Construções horizontais e a presença de solos moles" informa as particularidades da fundação profunda, os tipos e os problemas inerentes, consoante com a presença de solos moles. A matéria "Fundação para construções horizontais – novas diretrizes para projeto", apresenta critérios gerais de projeto, as fases de estudo e novas diretrizes onde há presença de solos moles e, por fim, como não poderia faltar, a matéria "Construções horizontais e o reconhecimento geotécnico", evidenciando-se os objetivos da investigação geotécnica, particularmente com relação à presença de solos moles, e meios específicos de certificação do solo mole melhorado.

Boa leitura
Joaquim Rodrigues



SOFT SOIL BRAZILIAN INSTITUTE

Rua Correia de Araújo, 131- Barra da Tijuca
Rio de Janeiro/ RJ- Brasil- CEP 22611-070
Tel: (21) 31543250

EDIÇÃO

DIRETOR EDITORIAL
Engº Joaquim Rodrigues

DIRETORES ADJUNTOS
Engº Thomas Rodrigues
Engº Roger Kim
Engª Patricia Tinoco

PUBLICIDADE, ASSINATURA
Cleide Ferreira

EDITOR DE ARTE
Sarah Silva

REPRINTS EDITORIAIS
Mariana Tati

FALE CONOSCO

www.softsoilgroup.com.br

[@engegraut](https://www.instagram.com/engegraut)

[\(21\) 3154-3250](tel:(21)3154-3250)

atendimento@softsoilbrazilianinstitute.com.br

"Soft soil Brazilian Review" é uma revista digital com publicação bimestral. Receba notificações sobre nossa revista.

Inscreva-se em:
atendimento@softsoilbrazilianinstitute.com.br



Sumário

O que você deve saber sobre
construções horizontais e a
presença de solos moles. **04**

Joaquim Rodrigues

Construções horizontais e o
reconhecimento geotécnico. **16**

Patricia Tinoco

Fundação para construções
horizontais. Novas diretrizes
para projeto. **30**

Roger Kim

Capa



O que você deve saber sobre
**Construções horizontais e
a presença de solos moles**
pág. 04



19

Construções hori-
zontais primam por
grandes áreas, como
estradas, portos, ae-
roportos, centro lo-
gísticos, conjuntos
habitacionais, ferro-
vias e etc, e nada
como representá-la
com o símbolo de
infinidade.

Seções

Editorial **02**

Agenda **27**

Consulta **28**

softsoilbrazilianinstitute.com.br

O que você deve saber sobre

Construções horizontais e a presença de solos moles

O tipo de construção, utilizado em um projeto, depende da área e, claro, do propósito da edificação. Construções horizontais e verticais são termos utilizados na indústria da construção para descrever a orientação física de uma estrutura a ser constituída. Simploriamente,

construção horizontal refere-se a estruturas amplas e espaçosas, compridas e largas, em detrimento de sua altura, enquanto construções verticais refere-se à estruturas altas e confinadas em pequenos espaços. Construções horizontais englobam conjuntos habitacionais, rodovias, ferrovias, pontes, portos, aeroportos,

construções logísticas, sejam industriais ou comerciais, impondo cargas ou carregamentos frequentemente, da ordem de 10 ton/m² ou menos. De modo geral, seus projetos ficam a cargo de um projetista estrutural. A necessidade de aterros para a obtenção da cota de projeto, impõe carregamentos extras ao solo

Cada vez mais, constrói-se sobre solos moles e de forma horizontal

de fundação, independentes das cargas da construção. A inexistência de áreas estratégicas na região urbana, junto a grandes centros, induz a busca de áreas com terrenos problemáticos onde, particularmente, sobressaem depósitos de solos moles. Assim, torna-se necessário aterrar grandes áreas, onde há de-

pósitos de solos moles começando daí, os problemas. A inexistência de conhecimento geotécnico, na área de melhoramento de solos, é fundamental em projetos de construções horizontais pois, via de regra, o projetista estrutural desconhece o assunto, e sugere a utilização de estacas, para cargas tão pequenas

e, pior, negligenciando a inclusão do peso do aterro, muitas vezes com diversas alturas, sobre o solo mole, para o qual estacas de nada servem. Exato, em construções horizontais, o problema costuma ser o aterro lançado sobre o solo mole, incapaz de suportá-lo. O resultado, são construções hori-

PRESSIÔMETRO

Um ensaio geotécnico completo realizado no campo

Fácil de operar e 100 % viável



ROCTEST

Representante exclusivo no Brasil

+55 21 2718 3968

 **3Geo** vendas@3geotecnologia.com
TECNOLOGIA www.3geotecnologia.com

zontais recheadas de recalques diferenciais e movimentos horizontais, exatamente pelo fato do equívoco no dimensionamento de fundação profunda quando, na realidade, um simples melhoramento de solo, tornaria viável a utilização de fundação direta, para todas as cargas da construção horizontal, inclusive para o despercebido aterro.

Particularidades da fundação profunda.

Quando o solo de fundação é pouco resistente, ou muito compressível, em princípio, resulta impossível conseguir, mediante fundação direta, um coeficiente de segurança adequado, ou limitar os recalques a valores admissíveis para a futura construção horizontal. Ora, com cargas tão pequenas, da ordem de 5 a 10 toneladas por metro quadrado obtém-se, facilmente, com melhoramento geotécnico do solo, tanto coeficientes de segurança adequados, como ausência de recalques diferenciais, utilizando-se fundação direta. Não esquecendo-se da presença do necessário aterro, que necessita, também, de base estável, para obtenção da cota de projeto. A presença de outros tipos de solos, estruturalmente instáveis, como argilas expansivas ou solos colapsíveis, com melhoramento do solo, é viabilizada com a utilização de fundação direta. Sem o melhoramento do solo, a questão da utilização de fundação profunda, para construções horizontais sobre solos moles problemáticos tinha sentido. Ora, fundação profunda é sinônimo de estaqueamento. Basicamente, uma estaca é um elemento de

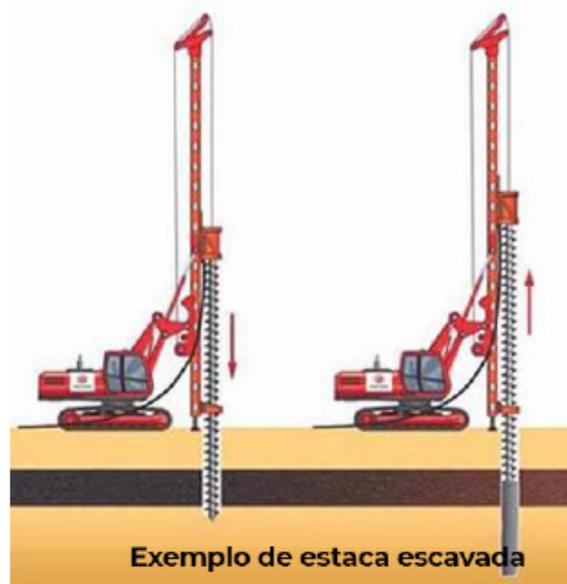
fundação, em que predomina seu comprimento, sobre qualquer outra dimensão. Normalmente, considera-se que fundação profunda é uma estaca, onde seu comprimento total é igual ou superior a oito vezes sua largura ou dimensão menor. Existe uma ampla gama de tipos e formas de execução de estacas. Simplificadamente, é possível estabelecer uma classificação básica em dois grupos:

1. Estacas pré-fabricadas

Peças de concreto armado ou protendido, ou mesmo de aço introduzidas no solo, por golpes ou vibração, até alcançar a profundidade necessária.

2. Estacas escavadas e concretadas no local

Elementos de fundação feitos com escavação, no diâmetro e profundidade adequados, introduzindo-se armação e, finalmente, preenchendo-o com concreto ou calda de cimento. Devido a esta forma de instalação, que necessita extrair um volume de solo para construir a estaca, são chamadas também de estacas de substituição.



Observação importante

Neste particular, observa-se um importante equívoco, no entendimento do que seja o Jet Grouting, já que não é uma modalidade de grouting, e sim uma estaca escavada, já que destrói o solo, com jato d'água, na introdução do equipamento à cota desejada e, a seguir, injeta-se calda de cimento, de baixo para cima removendo-se, proporcionalmente, o solo na forma de lama, como se fosse uma escavação. Desta forma, é errôneo afirmar que Jet Grouting melhora solos sendo, na verdade, uma estaca injetada/escavada, mesmo por que, conceitualmente, grouting é uma combinação de engenharia e arte, com objetivo de melhorar solos, seja preenchendo espaços vazios, diminuindo-se o índice de vazios, ou mesmo compactando-o ou consolidando-o, através de fluídos, com diversas consistências, objetivando-se aumentar sua resistência, diminuir sua compressibilidade, ou mesmo impermeabilizá-lo, mas nunca formar estacas ou colunas.

te recebida em sua cabeça, é transmitida por atrito lateral em seu fuste. Neste caso, a carga que chega à ponta da estaca pode ser pequena, comparando-a com o atrito lateral.

De qualquer modo, os mecanismos de transmissão de cargas por ponta e pelo fuste, não são inteiramente independentes, já que a mobilização de resistência por ponta em uma estaca, necessita da contribuição de parte do fuste, na zona mais profunda.

A carga que uma estaca recebe, em sua cabeça, é transmitida ao solo de fundação de duas maneiras:

- ➔ 1. Por atrito lateral entre o solo e seu corpo (fuste).
- ➔ 2. Pela ponta

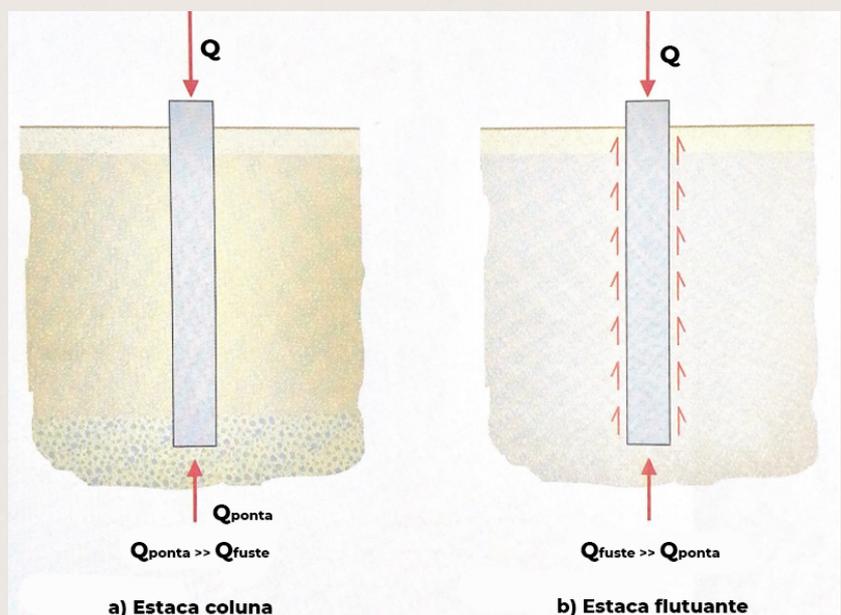
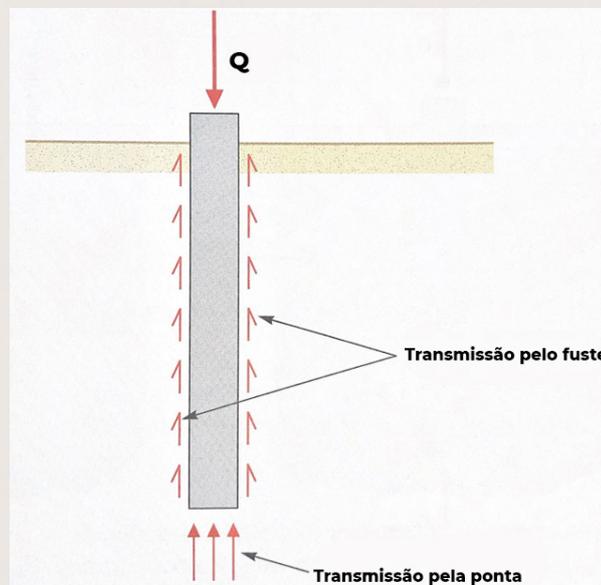
De acordo com a relação entre a carga que se transmite pela ponta e a que se transmite pelo fuste, pode-se definir dois tipos básicos de estacas:

Estaca coluna

Toda a carga, ou grande parte que recebe em sua cabeça, transmite-se à ponta, sendo muito pequena a parte relativa ao fuste (atrito lateral). É o caso, por exemplo, de uma estaca que atravessa um solo mole e cuja ponta vai ao impenetrável.

Estaca flutuante

Toda a carga, ou grande par-



**SOLO MOLE NO SEU PROJETO?
NÃO TRABALHE COM TÉCNICAS
ALTERNATIVAS OU ADAPTADAS**

FAÇA MELHORAMENTO DE SOLO



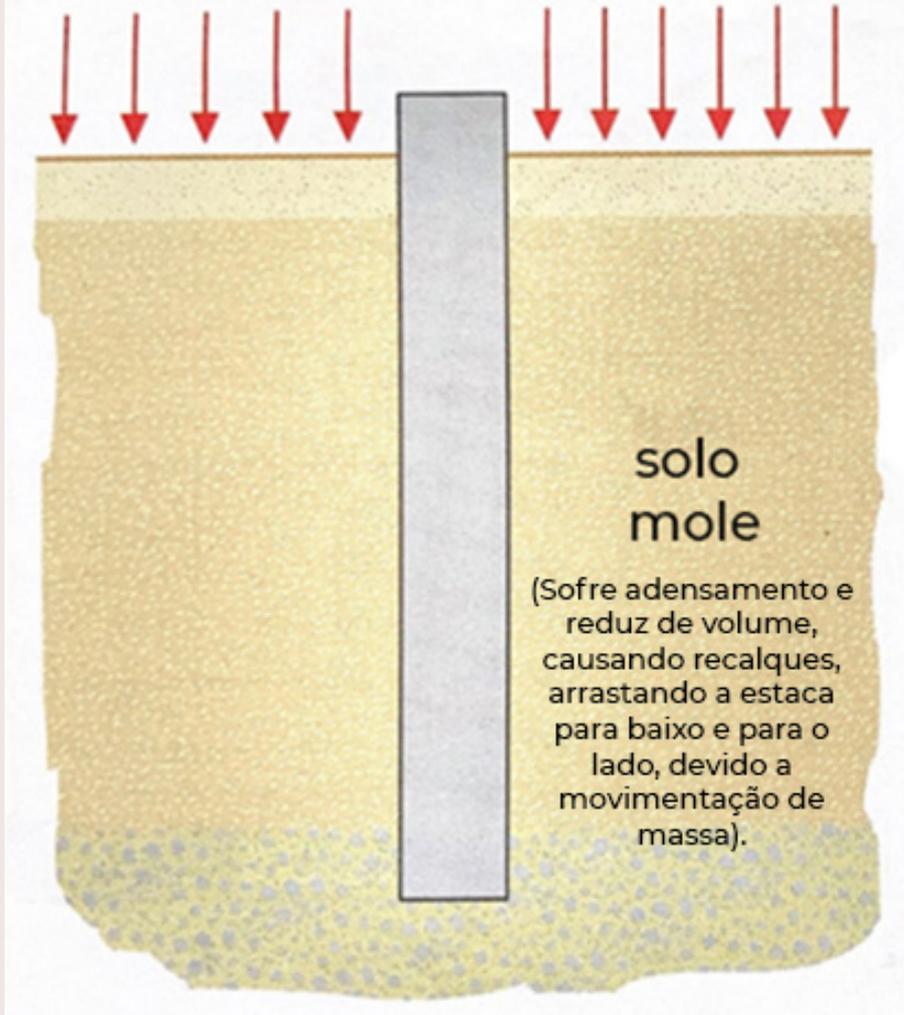
Melhoramento de solos moles é
GEOENRIJECIMENTO*

*100% teoria do adensamento da argila

www.engegraut.com.br

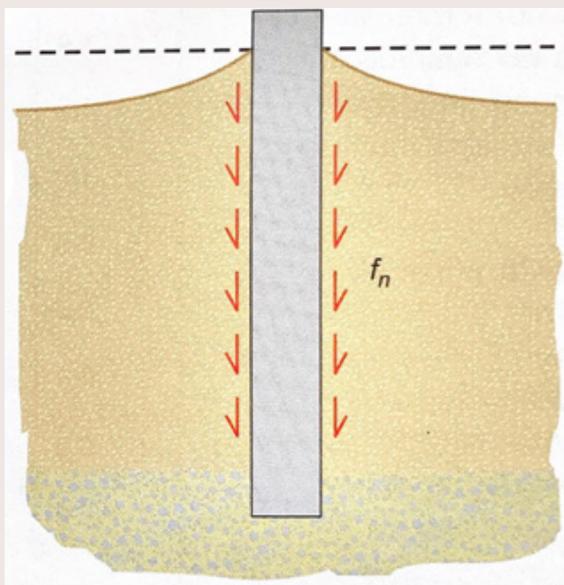
Solo mole, atrito negativo nas estacas

Peso do aterro (necessário). Adensamento do solo mole



solo mole

(Sofre adensamento e reduz de volume, causando recalques, arrastando a estaca para baixo e para o lado, devido a movimentação de massa).



Processo de adensamento do solo mole: recalques no aterro e atrito negativo nas estacas

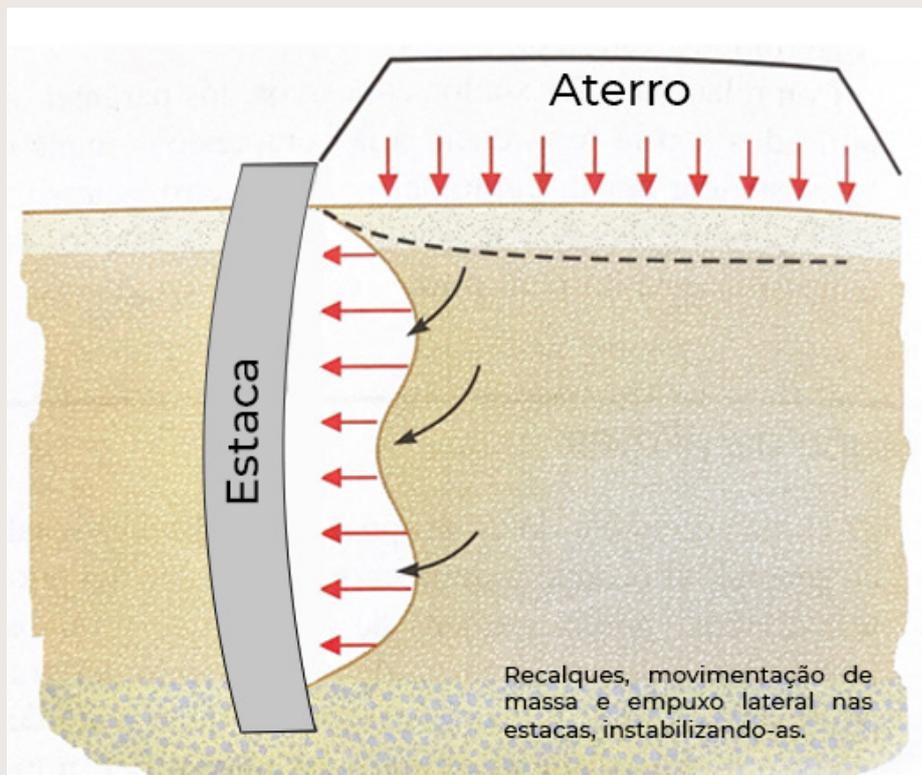
ques se, em lugar do aterro lançado, ocorrer rebaixamento do nível freático ao longo do terreno, com a presença do depósito de solos moles. A consequente diminuição das pressões intersticiais dará lugar ao aumento das tensões verticais efetivas e, conseqüentemente, surgirão recalques. Diante deste cenário, extremamente comum a estaca, apoiada no estrato duro, suportará as cargas depositadas sobre sua cabeça, mas nada poderá fazer com o restante do aterro agarrado ao seu fuste, arrastando-a para baixo e para o lado, criando sérios transtornos para o futuro empreendimento, na forma de recalques diferenciais, e movimentação lateral, entre estacas, devido às tensões tangenciais que, no conjunto, recebe o nome de atrito negativo, responsável por um incremento considerável de carga em seus fustes.

Solo mole, empuxo lateral nas estacas

Construções horizontais tem, em comum, grandes áreas, o que impõe diversas espessuras de aterros, sobre depósitos de solos moles, promovendo sobrecargas assimétricas que, conseqüentemente, promovem recalques diferenciados e empuxos horizontais, ocasionando movimentos laterais de massa no terreno. Esta "rede de fluxos horizontais", submete o corpo das estacas a empuxos e flexões, desaprumando-as e instabilizando-as,

Tipicamente, em construções horizontais, devido a extensão da área, é comum a necessidade da execução de aterros, para obter-se cotas do projeto. Naturalmente, o solo mole, devido ao processo de compressão, imposto pelo peso do aterro, começará a adensar ou consolidar, promovendo recalques consideráveis. Da mesma forma, ocorrerão recal-

causando movimentos laterais e verticais para baixo. De acordo com o critério de Tschebotarioff, com base na relação entre a sobrecarga atuante e a resistência não drenada do solo mole, sabendo-se da presença de aterros deve-se, sempre, evitar qualquer tipo de estaqueamento nestas condições. A solução é melhorar o solo, o que neutraliza as condições desiguais, do adensamento imposto aos depósitos de solo mole, homogeneizando-o e viabilizando a carga do aterro e de fundação direta para todo o empreendimento.

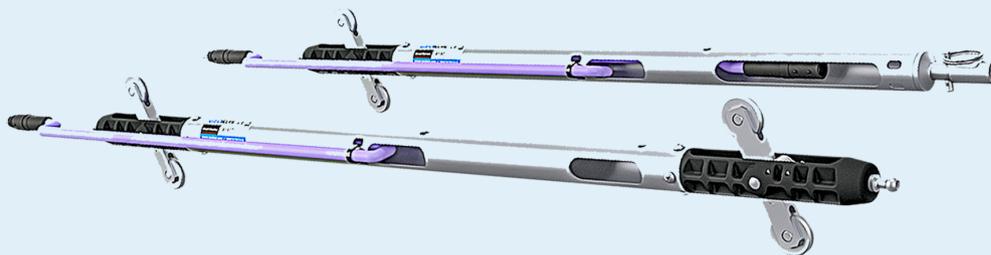


GEOKON

TRUSTED MEASUREMENTS®

EQUIPAMENTOS GEOTÉCNICOS

Conheça nosso moderníssimo inclinômetro M6180 que possibilita automação e leitura em tempo real



O moderníssimo inclinômetro M 6180, caracteriza-se por segmentos individuais, mecanicamente conectados com juntas estilo "bola-soquete", interligadas eletricamente com conectores à prova d'água em um único cabo, tornando o conjunto extremamente leve e compacto, o que torna fácil e rápida sua instalação. Conseqüentemente, seu custo tornou-se muito atrativo. O modelo M 6180 juntamente com nosso sistema de compartilhamento de dados, sem fio, da série GeoNet torna-se, portanto, a solução mais moderna de monitoramento para deslocamentos horizontais.

Conheça hoje mesmo esta moderníssima tecnologia (com preço atrativo)

Representante exclusivo no Brasil: **G5 Engenharia LTDA**
Contato: (41) 3402-1707/ cotacao@g5engenharia.com.br / g5engenharia.com.br

*Visão em corte do solo mole podendo
apresentar textura e cor escura*

ou cinzenta. Para torná-lo rijo faça

MELHORAMENTO DE SOLO

da ,do solo de fundação, exige o levantamento do perfil transversal e longitudinal do solo, de modo a se identificar este complexo detalhe geológico. Sua existência e o conseqüente lançamento de aterros, implica em automática movimentação de massa, fazendo com que, antes mesmo da construção do empreendimento, já existam movimentos horizontais e verticais no terreno aterrado.

2° fator

As conseqüências

Problemas de fundação podem ser categorizados em colapso real ou em problemas funcionais. Desnecessário falar sobre o colapso real. Os problemas funcionais, geralmente devem-se a recalques diferenciais inaceitáveis, desaprumos devido a movimentação lateral inconcebível e deterioração prematura da estrutura, motivado pelo mal funcionamento dos elementos de fundação. Uma construção horizontal, sobre solos moles, pode considerar-se estrutura crítica, na medida em que envolve questões difíceis de serem resolvidas ou equalizadas, como o não cumprimento de requisitos funcionais, que podem ser tão sérios quanto o colapso real. O projetista, deve estar ciente não apenas do grau de segurança contra o colapso mas, também, dos efeitos

deformativos no desempenho funcional do empreendimento.

3° fator

Os fatores de segurança

Fatores de segurança representam a reserva que uma fundação/estrutura possui contra colapso/problemas funcionais, considerando-se o conjunto das cargas atuantes de projeto e do aterro, além de outras condições. O desenvolvimento dos parâmetros do projeto e das condições reais do solo, frente a totalidade das cargas atuantes é inadmissível, já que não há como compensar nos fatores de segurança.

4° fator

Considerações solo - estrutura

- Em princípio, o significado técnico-funcional e as considerações de custo para a construção do empreendimento determinarão o tipo de fundação a ser utilizado. A utilização de fundação profunda, aparentemente mais óbvia e até mais econômica deve ser rigorosamente questionada, frente as conseqüências geotécnicas no empreendimento, de recalques e movimentação lateral.
- A presença de solos moles no terreno e a elevação de ater-

ros, deverá ser avaliada à luz da teoria geotécnica do adensamento e do melhoramento do solo mole, juntamente com o comprometimento da fundação profunda, inicialmente escolhida como solução para fundação do empreendimento.

•Embora o melhoramento do solo mole possa implicar em maior custo, para a solução do aterro e a viabilização de fundação direta para o empreendimento, futuros problemas funcionais, gerados pelas conseqüências certamente, deverão ser contabilizadas na elaboração do projeto.

•As duas soluções de melhoramento de solos, deverão ser avaliadas com relação à eficiência, frente ao resíduo de recalques. O geoenrijecimento apresenta eficiência de 95%. O georeforço, eficiência de 50%.

•Dever-se-á evitar a utilização de dois sistemas de fundação distintos. Caso se utilize, dever-se-á utilizar juntas de isolamento, muito bem feitas.

•A presença de solos moles, as cargas de projeto e do aterro, a variação do lençol freático e os requisitos funcionais da estrutura, ao longo da grande área do empreendimento, certamente, promoverão recalques diferenciais caso se utilize fundação profunda,

motivado pela surgência do atrito negativo, devendo ser motivo de preocupação em seu cálculo.

5° fator

A utilização de estaqueamento com hélice contínua

Este tipo de estaca escavada, com hélice contínua, devido as suas particularidades, não deve ser projetada quando da existência de solos moles- muito moles, considerando-se vários aspectos, como insuficiência de armação, bombeamento do concreto para fora do fuste, devido à ausência de confinamento pelo solo mole- muito mole, etc.

6° fator

Talude submerso

Com o advento de taludes submersos, e a consequente movimentação de massa, o corpo das estacas, perdem prumo e fraturam, devido a imposição de pressões laterais nas estacas e, portanto, momentos fletores e cisalhamento adicional. Por outro lado, o processo de compressão-consolidação do solo mole, provocado pelo peso do aterro, impõe tensões cisalhantes axiais adicionais, devido à movimentação vertical da massa do solo, com consequente aumento da força axial nas estacas, devido ao atrito lateral negativo.

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil M.Sc. formado no Rio de Janeiro em 1977, pós-graduado pela COPPE na Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1999. Diretor do Soft Soil Group e da Engegraut Geotecnia e Engenharia, associada à ABMS e ao American Society of Civil Engineers desde 1994. Desenvolveu duas técnicas de tratamento de solos moles, sendo motivo de patente o GEOENRIJECIMENTO, utilizada hoje em todo o Brasil.
- Brinch Hansen, J. (1970). A revised and extended formula for bearing capacity. Danish Geotechnical Institute, Bulletin n°28.
- Cavallera, J.(1987). Cálculo de estructuras de cimentación. 2ªed. INEMAC.
- Jiménez Salas, J.A., Justo Alpañes, J.L. y Serrano Gonzáles, A.(1976). Geotecnia y cimientos II. E. Rueda. Madrid.
- Oteo, C.(1980). Pilotajes. En: Geotecnia y cimiento III, Parte I. Capítulo3. Jiménez Slas y otros. Ed. Rueda Madrid.
- Uriel, A. (1982). Cimentaciones en la edificación. Escuela de la Edificación. Madrid.
- Richard Berry,2000.

SURGÊNCIAS D'ÁGUA EM SUBSOLOS

Cada vez mais são comuns surgências d'água no piso e paredes de subsolos de edificações. Nossa tecnologia, com injeção de resina hidroexpansiva, que interrompe todo e qualquer vazamento é única no Brasil. Nossa experiência é sua segurança. Consulte-nos.



www.engegraut.com.br
tel.: (21) 3154-3250
desde 1982

Construções horizontais e o reconhecimento geotécnico.



Construções horizontais ocupam grandes áreas

A geotecnia do solo é questão básica para a idealização do sistema de fundação, de qualquer em-

preendimento, particularmente o horizontal. O termo horizontal informa que se trata de construções realizadas no plano

horizontal, como ferrovias, pontes e viadutos, instalações de infraestrutura, linhas de transmissão, estradas, aeroportos,



portos, condomínios logísticos e conjuntos habitacionais. O reconhecimento objetiva a obtenção de informação geológica e geo-

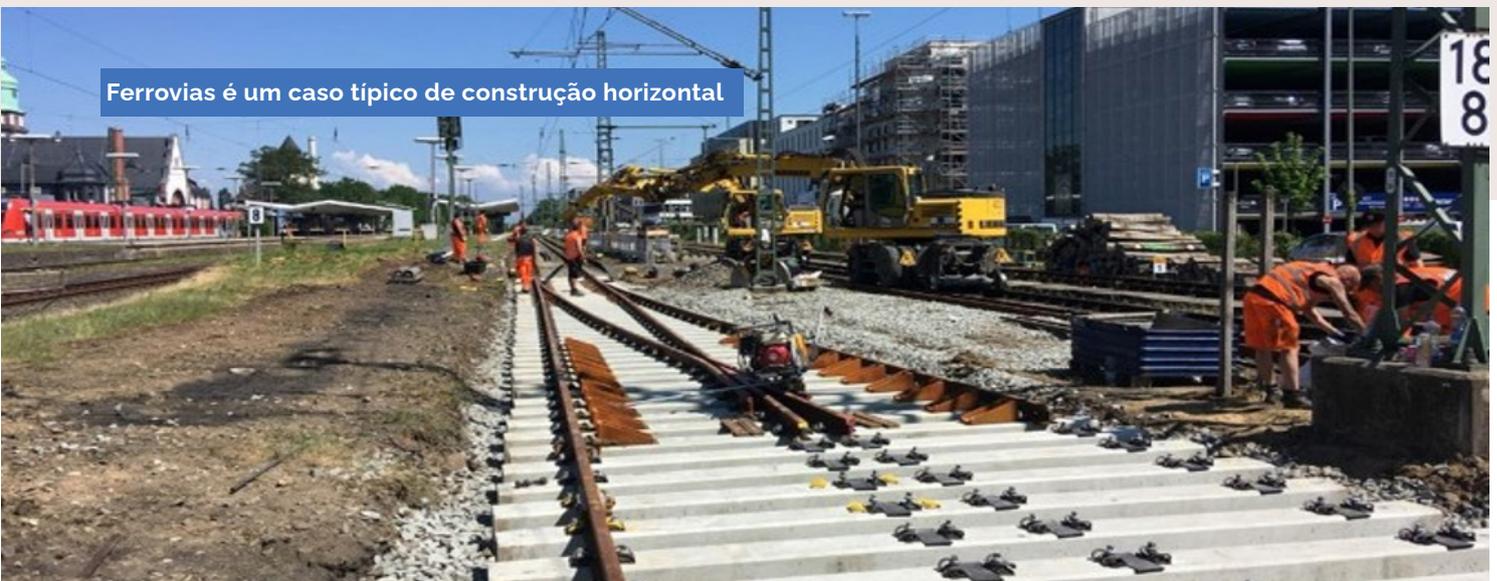
técnica do terreno, necessária para calcular a capacidade de carga do solo, a existência de recalques e demais fatores de-

terminantes do comportamento mecânico do solo, fundamentais para a segurança da estrutura e a idoneidade técnico-econômica

da solução de fundação adotada. Assim, os objetivos da investigação geotécnica, devem ser os seguintes:

- 1** Conhecer a natureza do solo e, particularmente, a presença de solos moles.
- 2** Determinar propriedades de identificação, deformabilidade e resistência.
- 3** Identificar a profundidade, a variação do nível freático e a condição hidrogeológica e, se possível, pressões piezométricas, redes de fluxos, etc.
- 4** Informar a existência de anomalias, como cavidades, galerias de captação d'água, restos de fundações antigas, poços, escavações, etc.
- 5** Detectar a existência de solos instáveis, como argilas expansivas, solos colapsíveis, camadas mal compactadas, presença de turfas e, claro, solo moles. Averiguar se a região é zona de karstificação, com a presença de dolinas.
- 6** Na presença de indústrias próximas ao terreno, dever-se-á investigar se o solo tem indícios de contaminação e a agressividade da água freática, particularmente ao concreto armado dos futuros elementos de fundação.
- 7** Localizar poços, coletores, galerias de obras subterrâneas, linhas elétricas, estruturas de contenção.
- 8** Pela condição do local, é possível identificar ruturas no terreno, motivado por aterros lançados, o que torna crítico o solo de fundação (para este caso, torna-se obrigatório melhorar o solo de fundação).
- 9** Verificar em que estado se encontra as fundações das edificações vizinhas, que poderão ser afetadas pela futura obra.
- 10** Caso o terreno seja motivo de cortes, dever-se-á verificar a possibilidade de sua utilização para aterros e, claro, sua necessária compactação. Atentar, que junto aos cortes poderá existir depósitos de solos moles. As duas áreas, a de corte e a do aterro apresentarão níveis de rigidez diferenciados, o que causará recalques diferenciais. Torna-se necessário melhorar integralmente todo o solo, impondo uma única rigidez. Repare que a utilização de estacas, nesta condição, é extremamente perigosa, considerando-se o diferencial de rigidez existente e, conseqüentemente, o jogo de movimentos a que estará sujeito o estaqueamento.

Ferrovias é um caso típico de construção horizontal



SOLOTEST®

A solotest equipa os melhores laboratórios de solos, concreto e misturas asfálticas da América Latina, com equipamentos próprios e de seus parceiros internacionais.



 1.014.250 - Extrator Shelby de Bancada



 1.055.001 - Prensa de Adensamento



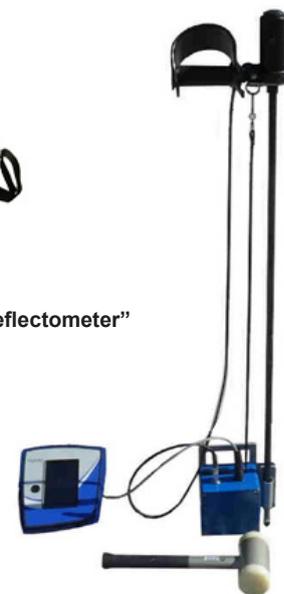
 1.022.250 - Prensa CBR / Marshall Digital Microprocessada



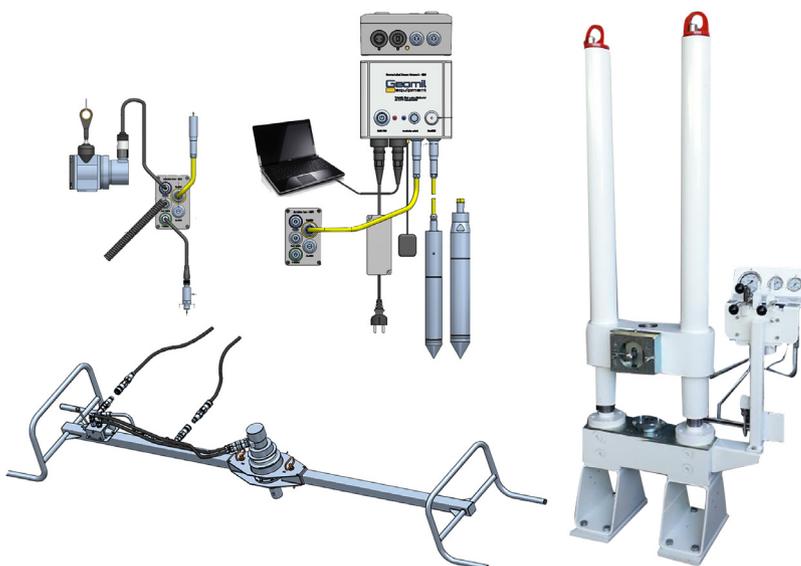
 4.100.030 - Medidor de Densidade de Solo Não Nuclear (SDG)



 4.100.300 - LWD "Light Weight Deflectometer"

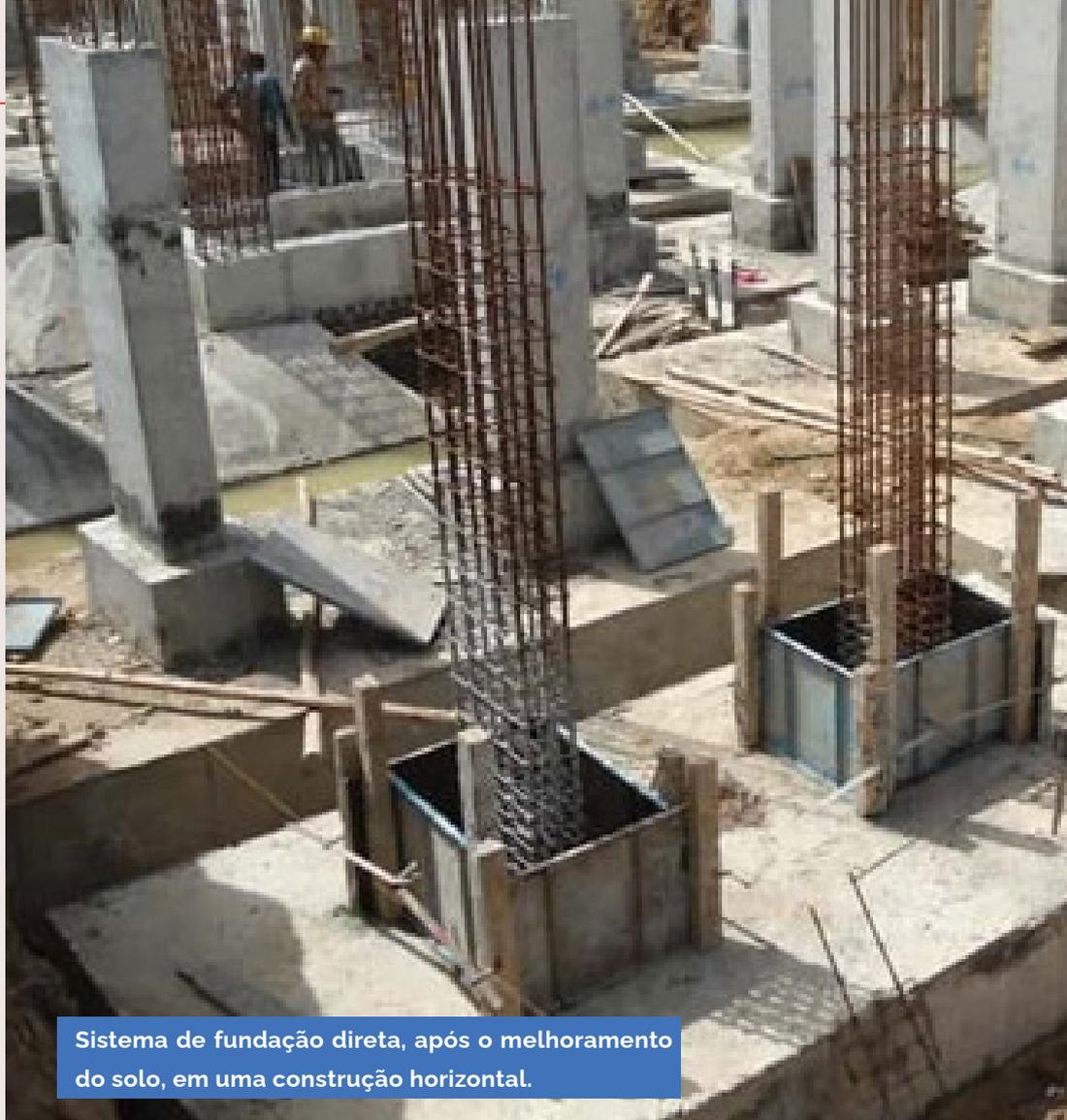


 4.100.035 - Penetrômetro Dinâmico Eletrônico para Solos Panda



 4.688.020 - Sistema hidráulico para realização de ensaio CPT em diversos tipos de Solos

Há diversas fontes com informações acerca dos métodos de investigação do terreno, assim como para os parâmetros geotécnicos necessários para o cálculo de fundações, através das quais poderá definir-se o tipo de investigação, profundidade e o número necessário. Contudo, a complexidade do meio geológico brasileiro, tanto por sua heterogeneidade e anisotropia, como pela grande variedade de possíveis estruturas para estabelecer fundações, cargas, profundidade, etc, determina que cada estudo geotécnico de fundação seja diferente e, portanto, deva ser analisado individualmente. A metodologia da investigação geotécnica é a seguinte:



Sistema de fundação direta, após o melhoramento do solo, em uma construção horizontal.

Investigação Geotécnica

1. Condição da estrutura e seus elementos de fundação.

- Situação e plano da fundação
- Corte e profundidade da fundação
- Distribuição das cargas no terreno e as tensões provocadas.

2. Reconhecimento e estudo geotécnico do solo

- Sondagens SPT
- Reconhecer a deformabilidade e resistência das camadas do solo.
- A presença de camadas de solos moles obriga a serviços

de melhoramento do solo para readequar as premissas de projeto para fundação direta

- Em se tratando de construções horizontais, dever-se-á analisar exaustivamente a utilização de fundação profunda, já que com os aterros, ocorrerão diferenciais, além de atrito negativo no corpo das estacas.
- A fundação será preferencialmente do tipo direta
- Cargas admissíveis e corte de fundação.

3. Projeto de fundação.

• Cálculo dos elementos de fundação direta

- Dimensionamento dos elementos estruturais
- Soluções construtivas
- Estimativa de custos

4. O necessário melhoramento do solo de fundação, de modo a adequar-se às cargas do novo aterro e as do projeto, deverá ser certificado com:

- Sondagens piezométricas e tomografias por imagem, para reconhecimento do nível de melhoria imposto a todo o solo. Não se deve utilizar sondagens SPT.



O reconhecimento geotécnico deve-se realizar nas seguintes fases do projeto:

1° No estudo prévio

- Estudo geológico geotécnico preliminar
- Sondagens SPT



2° Reconhecimento do anteprojeto

- Sondagens, poços e SPT
- Tomografias por resistividade ou sísmica
- Ensaios de laboratório



3° Reconhecimento do projeto

- Sondagens complementares
- Ensaios in situ, como placa de carga, pressiometria, etc.
- Ensaios complementares de laboratório



4° Reconhecimento durante a construção

- Ensaios de controle, como placa de carga, ensaios de penetração, compactação, etc.

Em se tratando de construção horizontal, a investigação geotécnica pertinente ao grupo de grandes superfícies, como urbanizações, centros comerciais, rodovias, áreas portuárias, aeroviárias, industriais e comerciais, além de edificações com até 3 andares, se iniciam com estudo prévio, onde se avalia as condições gerais do solo de fundação. Na fase de anteprojeto, avalia-se a tipologia da fundação (direta), determinando-se os problemas geológicos-geotécnicos que podem incidir nas soluções técnicas e em seu

custo. Na fase de projeto, especificam-se as fundações, cargas e soluções construtivas e, durante a obra, verificam-se as soluções de projeto. Por razões de prazo, ou de condições geológicas simples e homogêneas, pode não ser necessário promover todas as fases anteriormente citadas, unindo-se os estudos prévios com os do anteprojeto. Evidentemente, motivado pelas condições anteriormente apresentadas, pode não ser possível fixar um custo idôneo para o reconhecimento geotécnico, já que depende do grau de complexidade geológica e do tipo de projeto. De um modo geral, aceita-se como verba mínima para o reconhecimento, as seguintes condições:

- Grandes áreas com edificações baixas, de 0,5 a 1% do custo da execução da obra.
 - Áreas convencionais com edificações baixas, de 0,3 a 0,5% do custo
 - Se as condições geológicas são complexas o orçamento pode duplicar.
- Com relação ao número e a profundidade do reconheci-



SENSORES DE RECALQUE

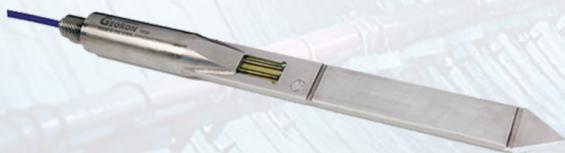


**CÉLULAS DE PRESSÃO
PARA ATERROS**

GEOKON

TRUSTED MEASUREMENTS®

EQUIPAMENTOS GEOTÉCNICOS



**CÉLULAS DE PRESSÃO
CRAVÁVEIS NO TERRENO**



PIEZÔMETROS

A Geokon é líder mundial em automação e instrumentação geotécnica para monitoramento de solos

Representante Exclusivo no Brasil



G5 Engenharia LTDA

Tel: (41) 3402-1707

g5engenharia.com.br

mento, é de responsabilidade do geotécnico, decidir sobre a heterogeneidade litológica, profundidade estimada do nível resistente, possibilidade de encontrar problemas geológicos, tipo de estruturas, cargas, etc. O Eurocódigo 7, recomenda o seguinte:

- Para o caso de construções horizontais, com grandes áreas, os pontos de exploração situam-se de acordo com pontos de uma malha, entre 20 e 40 metros. Se as condições do solo são uniformes, as sondagens mais caras, ou poços, podem ser parcialmente substituídos por ensaios SPT.

- Para fundações com sapatas isoladas ou corridas, a profundidade das explorações ou sondagens devem alcançar, em alguns pontos da exploração, profundidades suficientes para estudar os recalques, assim como possíveis problemas com a água subterrânea.

- Para fundações com radier, a profundidade dos ensaios in situ ou sondagens, devem ser igual ou

superior à largura da fundação, a menos que se encontre o impene-trável a menor profundidade.

- Para o caso de grandes tensões de projeto, que exigem fundação profunda, o que não exclui o melhoramento do solo para atender o carregamento do aterro sobre o solo mole, dever-se-á realizar sondagens, de forma que se explore as condições do terreno até profundidade abaixo da ponta das estacas, para garantir segurança, normalmente 5 vezes o dia-metro do seu fuste. Entretanto, há casos em que se necessita investigação mais profunda. Também exige-se que a profundidade da sondagem, seja maior que o lado menor do re-tângulo, que circunscreve o grupo de estacas que formam a funda-ção, ao nível da ponta das estacas. Os resultados da investigação geo-técnica deverão ter informações suficientes para:

- Se decidir sobre o necessário melhoramento do solo, particularmente, frente as cargas dos aterros

e as de projeto.

- Decidir-se sobre o tipo de funda-ção direta mais adequada e, claro, os métodos construtivos.

- Determinar-se as pressões ad-missíveis para a fundação direta. Extraordinariamente, devido a grandes cargas de projeto e par-ticularidades, determinar-se as resistências por fuste e por ponta , para o caso de estanqueamento.

- Conhecer-se a magnitude dos recalques e movimentação lateral.

- Adotar medidas que evitem pos-síveis danos estruturais, devido a agressividade ao concreto armado, seja pela presença de solos ou da água freática contaminada.

- Estabelecer procedimentos de escavação e dimensionamento de muros, telas e outros elementos de contenção de terra.

Para dar resposta a todos estes aspectos, deve-se dispor de dados suficientes sobre a tipologia da es-trutura horizontal a ser fundeada, suas cargas, separação entre pilares, subsolo, etc.



Áreas industriais são construções horizontais

Como reconhecer a presença de solos moles

Estes depósitos são caracterizados pela formação de estratos, às vezes intercalados com camadas de areias ou lâminas de silte arenoso, tendo, quase que frequentemente, presença de matéria orgânica e turfas. Existem em ambientes. Como:

- Em áreas mais baixas, perto da costa, onde encontram-se sedimentos marinhos.
- Nas proximidades de rios, especialmente os que estão sujeitos à formação de meandros.
- Em áreas pouco fundas ou baixas, onde o escoamento é restrito e o solo contém quantidade apreciável de matéria orgânica.

Solo mole é definido como argiloso ou argiloso silteoso, geologicamente jovem, que está em equilíbrio com seu próprio

peso, e não está submetido a significativa consolidação secundária, desde sua formação. Fica evidente que, qualquer carga adicional, resultará em

grandes deformações. O comportamento deste solo é bem caracterizado por suas propriedades indicativas de compressão, resistência e deformação, sob condição de cargas verticais. Independentemente de definições ou termos geológicos, solos argilosos moles são finos, podendo ser normalmente consolidados, subconsolidados ou levemente sobreconsolidados, possuindo consistência mole ou muito mole. De acordo com normas brasileira e europeia, solo argiloso mole pode ser caracterizado, para propósitos de construção, como:

- Altamente compressível, sendo que a presença de material orgânica aumenta sua compressibilidade.



Remoção da vegetação e início do aterro de conquista para formação do melhoramento do solo mole.



Solo argiloso orgânico mole, com cerca de 25m de profundidade, apresentando camadas turfosas à superfície na Lagoa de Jacarepaguá, RJ. Início do melhoramento do solo mole.

- Solo de consistência mole ou muito mole, possuindo índice de consistência $I_c < 0,75$;
- Parcial ou completamente saturado;



- Poropressão alta e atuante;
- Tendo propriedades tixotrópicas, etc.
- Solo graduado, predominantemente fino, com mais de 50% passando na peneira de 75μ .
- Elevados valores dos limites de liquidez e plasticidade
- Alto teor de umidade, maior que o limite de liquidez.
- Baixa permeabilidade, sendo que a permeabilidade global pode ser ainda menor.
- Baixa resistência cisalhante que, geralmente, varia com a profundidade. Com base nos valores de sua resistência não drenada, S_u , o solo mole pode ser classificado de duas formas:

– Segundo a Norma Brasileira NBR 6484, o solo muito mole é um solo argiloso,

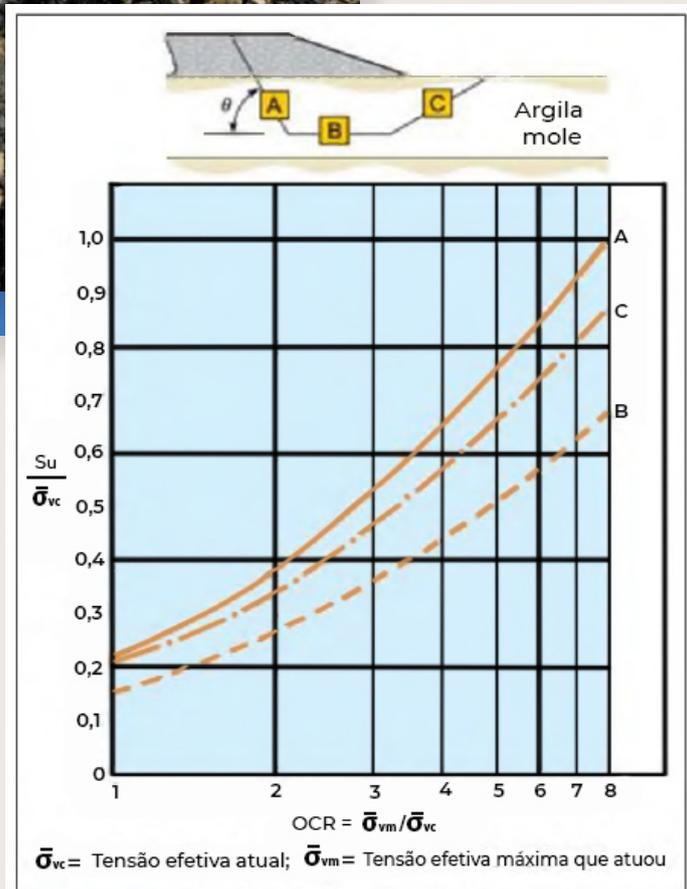
com SPT menor do que 5 golpes / 30cm. Por outro lado, solo ultra-mole será um solo argiloso-siltoso, orgânico ou não, possuindo uma ou mais característi-

cas abaixo mencionadas:

* SPT igual ou menor que 1, sendo comum o equipamento de sondagem descer sob o efeito do próprio peso.

* Resistência de palheta menor do que 10kPa, podendo-se encontrar valores menores do que 5kPa.

O valor S_u , utiliza-se para determinar a estabilidade, à curto prazo, do futuro aterro sobre os depósitos de solo mole, embora deva utilizar-se parâmetros de resistência ao corte não drenada, para analisar as pressões totais, conforme figura abaixo. Por outro lado, deve-se determinar o recalque imediato, (ao final da construção) e, também, o recalque pós consolidação do solo mole. À curto prazo, evidentemente sem drenagem, os recalques podem ser estimados com métodos elásticos, tomando-se um módulo de Poisson 0,5 e um módulo de deformação, E_u , a partir do S_u , $E_u = \delta' \cdot S_u$, onde δ' varia de 200 a 300, ou seja, a relação δ / δ' tem um valor da ordem de 4 a 6. Os métodos utilizados, para determinar recalques



Parâmetros recomendados, para análise das tensões totais, da resistência ao corte, sem drenagem, em argilas moles



Cravação de geodrenos, iniciando-se o melhoramento do solo com geoenrijecimento.

Equipamento de melhoria do solo (geoenrijecimento) no interior de uma construção horizontal (centro atacadista)



Equipamento formador da técnica de coluna de brita



Equipamento para formação de colunas de DSM.



e movimentos horizontais, são os habituais da mecânica dos solos:

- * Métodos edométricos, quando a profundidade do solo mole é inferior à largura do aterro.
- * Modelo de elementos finitos, quando a profundidade do solo mole é superior à largura do aterro.
- * Métodos empíricos, Oteo, 1994 e Almeida, 2014.

Com relação à análise da estabilidade, podem ser realizadas, analisando-se as pressões totais, com círculos de rutura, através

dos depósitos moles, geralmente até ser tangente a uma camada mais resistente, se é que existe utilizando-se, com frequência, os ábacos de Pilot e Moreau, 1973, estabelecidos para análise de aterros homogêneos sobre depósitos de solos moles homogêneos, apoiados em solo competente. Se o coeficiente de segurança, frente ao deslizamento, é baixo e os recalques muito elevados ou muito lentos, dever-se-á melhorar o solo de fundação com geoenrijecimento. Soluções alternativas, com pré-carregamento, são limitadas para a presença de solos moles pouco espessos, já que as tensões de compressão vertical, mal chegam a 5m de profundidade, tornando ineficiente o processo de consolidação abaixo desta cota. Soluções com transferência de cargas, tipo coluna de brita, DSM e Jet Grouting são pouco eficientes, da ordem de 50%, apenas, já que o solo mole que envolve as colunas promove recalques diferenciais.

REFERÊNCIAS

- Patricia Karina Tinoco é engenheira geotecnica. Trabalha com melhoramento de solos moles.
- Simons, N.E. and Menzies, B. K.(2000). A short course on foundation engineering. Thomas Telford, Londres.
- Bjerrum, L.(1973). Problems of soil mechanics and construction on soft soils. 8° ICSMFE. Moscú. Vol.2, pp 27-34.
- Eurocódigo 7 (1997). Proyecto geotécnico. Parte 1. Reglas generales. Aenor. Edición de 1999. Madrid.
- Jiménez Salas, J.A., Justo Alpañes, J. L. y Serrano Gonzáles, A. (1976). Geotecnia y cimientos II. Ed. Rueda. Madrid.



16 e 17 de Setembro de 2021
ICFG 2021: Forensic Geotechnics Conference
 Roma - Itália

16 e 17 de Setembro de 2021
ICGELT 2021: Geotechnical Engineering and Laboratory Testing Conference
 Amsterdam - Holanda

16 e 17 de Setembro de 2021
ICGES 2021: Geotechnical and Safety Conference
 Amsterdam - Holanda

16 e 17 de setembro de 2021
ICMGDP 2021: Modern Geotechnical Design and Practice conference
 Roma- Itália

20 e 21 de setembro de 2021
ICSSCT 2021: Soil Stabilization, Classification and Testing Conference
 Toronto- Canadá

20 e 21 de setembro de 2021
ICSSRC 2021: Soil Stabilization for road construction Conference
 Toronto- Canadá

23 e 24 de setembro de 2021
ICGDP 2021: Geotechnical design and practice conference
 Vancouver- Canadá

27 e 28 de setembro de 2021
ICGESS 2021: Geotechnical Engineering of Soft Soils Conference
 San Francisco- Califórnia

04 e 05 de outubro de 2021
ICFGE 2021: Forensics and Geotechnical Engineering Conference
 Dubrovnik - Croácia

04 e 05 de outubro de 2021
ICIMTCIGP 2021: Instrumentation and Monitoring Technologies for Civil Infrastructures and Geotechnical Projects conference
 Dubrovnik - Croácia

04 e 05 de outubro de 2021
ICSIGM 2021: Soil improvement and Ground Modification Conference
 Dubrovnik - Croácia

25 e 26 de outubro de 2021
ICEEA 2021: Embankment Engineering and Applications Conference
 Istanbul - Turquia

2 e 3 de dezembro de 2021
ICSIGMM 2021: Soil Improvement and Ground Modification Methods Conference
 Tokyo- Japan

2 e 3 de dezembro de 2021
ICSIGMT 2021: Soil Improvement and Ground Modification Technologies Conference
 Sydney- Austrália

COMO CONDUZIR O PROJETO DE UMA CONSTRUÇÃO HORIZONTAL, HAVENDO SOLO MOLE AO LONGO DE SUA FUNDAÇÃO?

A presença de solos moles em projetos de construção horizontal, com muita área, sejam estradas, portos, aeroportos, conjuntos de habitações, áreas industriais, logísticas e comerciais, com cargas diminutas, da ordem de 5 ou 10 toneladas por metro quadrado e movimentação de aterros, torna complicado e por que não dizer perigoso pensar em utilizar fundação profunda ou estaqueamento, considerando-se o grau de comprometimento, particularmente frente à estrutura de terra a ser elevada sobre o solo mole. As características do solo mole são complicadas, quase sempre difíceis de prever seu comportamento, na fase de investigação e projeto, tornando arriscado e imprudente qualquer serviço de terraplanagem no início, durante e após a construção, além do impacto nas construções vizinhas. Uma boa dica é investigar obras anteriores de construção na vizinhança e checar o grau de deformação imposto. A presença de aterros, na região, pode ser motivo da instalação prévia, de placas de recalque, para monitorar possível

movimentação de terra existente. Para se desenvolver um projeto, nestas condições, torna-se necessário analisar previamente as sondagens SPT, pesquisando espessura, profundidade, consistência e a presença de turfas e matéria orgânica, além dos perfis geotécnicos onde, com frequência, ocorrem taludes subterrâneos. Conferindo-se este cenário, o mais correto é conduzir o projeto com um geotécnico, especialista em melhoramento de solos moles. A área de fundações não é desejável, para conduzir tal trabalho, considerando-se o comprometimento do sistema de fundação profunda, com a natural movimentação de massa no terreno, decorrente do inerente processo de consolidação da argila mole, que implica em perda d'água e redução do volume de solo mole. Inúmeros exemplos de ruturas e processos de recalques diferenciais ocorrem quase que diariamente motivado por soluções inadequadas, quase sempre desprovidas de conhecimento. Qualquer movimentação de terra, necessária à obtenção das cotas de projeto, só deverá ser realizada com estudos pré-

vios de estabilidade e recalque, frente à presença de solo mole de fundação. Neste particular, soluções de melhoramento de solo, à base de colunas tipo DSM, coluna de brita e Jet Grouting, ou mesmo aterro estaqueado, além de serem pouco eficientes, são susceptíveis a empuxos laterais (pressão lateral de terra) devido ao carregamento (no solo mole) assimétrico de aterros, o que compromete sua estabilidade, impactando negativamente sua funcionalidade, assim como nas construções vizinhas. Desta forma, existem ações e cargas que devem ser consideradas no projeto de uma construção horizontal que, naturalmente, envolve movimentação de terra sobre solos moles.

•Ações normais:

Atuam na estrutura de terra, a ser elevada,

- o Cargas mortas.
- o Cargas provisórias.
- o Pressão da água freática, devido ao aumento do nível freático, motivado por chuvas.
- o Pressão da água freática, devido a infiltração d'água, motivada por rios ou lagoas.

•Ação da chuva

Sua ação deverá ser considerada quando:

- o Da terraplanagem.
- o Condição da construção horizontal.
- o Características das chuvas da região.
- o Características da localização da terraplanagem
- o Grau de importância da construção horizontal.
- o Outros fatores relevantes.

•Outras ações

Geralmente são motivadas por questões ambientais, o que é muito frequente hoje em dia, como a presença de solos contaminados, ou mesmo a própria água freática.

•Tipos de cargas

Para o projeto de uma estrutura de terra, que antecede e envolve previamente uma construção horizontal, a ser erguida sobre solos moles, considerar-se-á as seguintes cargas:

- o Cargas mortas
- o Cargas provisórias
- o Pressão do solo
- o Pressão da água e flutuabilidade

Estas, são as principais cargas a serem consideradas na análise da estabilidade, devido à movimentação de terra sobre o solo mole, na construção horizontal.

•Combinações de cargas

Dever-se-á considerar possíveis combinações de cargas, que produzam a condição mais desfavorável, agindo simultanea-

mente, conforme tabela abaixo.

Ações	Condição de carregamento	Carga
Ação trivial	Durante a construção	Carga morta (+ carga provisória)
	Após a construção	Carga morta (+ carga provisória)

() as cargas entre parênteses são consideradas necessárias, de acordo com as condições da construção horizontal ou o efeito sobre a estabilidade da estrutura a ser elevada.

Peso unitário do material do aterro e do terreno natural			
Solo	Tipo	Peso unitário (kg/m ³)	
		Solto	Compactado
Natural	Solo granular	1800	2000
	Solo areno-siltoso	1700	1900
	Solo argiloso	1400	1800
Aterro	Solo granular	2000	
	Solo areno-siltoso	1900	
	Solo argiloso iL < 50%	1800	

•Pressão da água freática

Torna-se considerável, de acordo com as condições do solo e a variação da água freática, devido às chuvas, particularmente quando uma estrutura de terra é construída em um nível menor que do freático.

•Flutuabilidade

É considerada com base na variação da poropressão e do nível freático, particularmente quando uma estrutura de terra é construída em nível inferior ao do nível freático, devido a influência da chuva.

Fundação para construções horizontais.

Novas diretrizes para projeto

Situação típica de construções horizontais.

Roger Kim



Comparando-se ao aço e ao concreto, o solo é menos resistente às tensões diferenciadas. Por isso, a estrutura tem que ter apoios ou fundações que distribuam e transmitam ao solo pressões que sejam compatíveis com sua resistência/deformabilidade. Então, é preciso compatibilizar as cargas (ver forma e dimensão dos apoios) e a condição do terreno. Se o terreno é bom, faz-se fundação direta, distribuindo-se as cargas em um plano de apoio horizontal. Se o terreno apresenta camadas de solos moles, e o empreendimento é tipicamente horizontal, com cargas de até 10 ton/m^2 , deve-se fazer o melhoramento do solo mole, de acordo com a teoria do adensamento, para viabilizar a utilização de fundação direta. Um aspecto construtivo interessante, na construção de qualquer empreendimento, é que, quase que invariavelmente, necessita-se aterro para alcançar a cota de projeto. Aterros geram cargas nas camadas moles do solo. A utilização de estaqueamento, nestas condições, é desaconselhada por gerar recalque diferencial entre a estrutura que está estaqueada e o resto da construção, onde o aterro alcançou, e onde ocorre o adensamento das camadas moles. Nestas condições, a solução é o melhoramento do solo com o geoenrijecimento, técnica geotécnica, que homogeniza todas as camadas do solo, readequando-o às premissas do projeto para fundação direta.



Leica Geosystems introduces 3D machine control solution for compact excavators and backhoes with swing boom

The Leica iCON iXE3 3D excavator machine control solutions will be available for smaller excavators with swing boom, providing an easy-to-use solution on one unified software and hardware platform.

(Heerbrugg, Switzerland, 2021) Leica Geosystems, part of Hexagon, today announced to extend the Leica MCI one-for-all software platform by offering its 3D machine control solution for compact excavators and backhoes with swing boom.

Contractors rely on efficient workflows for applications such as trenching for footings, grading ditches or digging out basements. As such, demand for technology-enabled compact equipment is rapidly growing. Whenever applications require a consistent grade and sustained slope, 3D machine control solutions from Leica Geosystems excel on the job.

Leveraging the Leica MCI – a unified

platform for software and hardware – means compact equipment benefits from flexible dataflows, easy-to-use interfaces and increased productivity so operators can focus on the job. Operators also have the flexibility to use the MCI's portable control panel across multiple machines and benefit from the cloud-based collaboration platform Leica ConX, to share and report as-built documentation with office and field stakeholders.

LEICA GEOSYSTEMS

Contact us

Communications Team

Leica Geosystems AG

CH-9435 Heerbrugg

Switzerland

media@leica-geosystems.com

Critérios gerais do projeto

Para que o projeto de fundação seja adequado, deverá:

1 Ser estável, ou seja, o coeficiente de segurança disponível - relação entre a carga que consome toda a resistência do solo e a rutura da fundação - seja adequado.

2 Ter deformações admissíveis, ou seja, recalques e deslocamentos horizontais tolerados pela estrutura e pelo proprietário.

3 Ter comportamento tal que não afete construções vizinhas, ou seja, possíveis deformações no solo não ultrapassem os limites da estrutura a ser construída.

4 Ser durável, ou seja, todas as premissas anteriores devem se manter durante toda a vida útil da construção, o que torna necessário considerar possível evolução das condições iniciais devido a:

- Mudanças de volume, por exemplo, no sub-leito, provocado por má compactação ou por solos colapsíveis.
- Não sofrer mudanças de volume, devido a alteração do estado de umidade no solo argiloso, tipicamente expansivo.
- Não sofrer erosão em margens de rios.
- Na proximidade de rios, há taludes submersos que, devido a natural bacia do rio, e com a presença de solos moles, ocorram recalques e, principalmente, deslocamentos horizontais.
- Prever erosão no interior do sub-leito, causado por vazamentos em tubulações ou caixas da infraestrutura.
- A água do solo, ou mesmo o próprio solo, não atacar o concreto armado dos elementos de fundação (solos contaminados).
- Oscilações do nível d'água do solo, que possam provocar alterações no nível de tensões efetivas, ou mesmo na resistência e em sua deformabilidade.

5 Caso em uma construção horizontal, por tensões elevadas impostas ao solo de fundação, com presença de solos moles, opte-se por fundação profunda, ainda assim, deve-se melhorar o solo de fundação, de modo a neutralizar inevitáveis deformações que ocorrerão no solo de fundação, gerada por movimentos de massa, verticais e horizontais, motivados pelo peso dos aterros, que promove o adensamento nas camadas moles.



Construções horizontais devem ser viabilizadas para sistemas de fundação direta



Elementos de fundação direta em uma construção horizontal .

Fases do estudo

No projeto de fundação, distingue-se três fases fundamentais:

1º Fase

• **Reconhecimentos dos dados necessários como:**

- o Tipo de estrutura
- o Situação dos pilares e cargas previstas
- o De um modo geral são, preferencialmente, verticais, no entanto podem, também, existir cargas horizontais e momentos devidos, por exemplo, pela ação do vento ou empuxos no terreno, etc.

• **Elaboração de relatório geotécnico, com informações das sondagens SPT, considerando-se a resistência das camadas de solo, seu peso específico e sua deformabilidade.** Com relação à resistência das camadas do solo, dever-se-á considerar

para arenosos, o ângulo de atrito interno e a coesão. Para solos argilosos, a resistência cisalhante não drenada. A deformabilidade expressar-se-á em termos do módulo de deformação ou do índice de compressão e, no caso de se prever recalques diferenciais, a médio e longo prazos, do coeficiente de consolidação. De um modo geral, dever-se-á considerar a heterogeneidade do solo de fundação que, caso se deseje fundação direta, deverá ser motivo de melhoramento de solo, para promover sua homogeneização, considerando-se a inevitável surgência de recalques diferenciais.

2º Fase

A segunda fase do projeto, consiste na determinação das tensões de rutura do solo e para a aplicação de um coeficiente de segurança para as tensões admissíveis. Do mesmo modo, dever-se-á estimar os movimentos produzidos pela aplicação de cargas no terreno, tanto pelo novo aterro, quanto pelas de projeto, em especial o recalque, analisando-se se são tolerados pela estrutura.

3º Fase

Nesta fase, considera-se o projeto estrutural, com a determinação das dimensões e forma das fundações, suas armaduras e etc.



Geotechnical Analysis SIG: Simulating Soil Lab Tests for PLAXIS Soil Model Parameters



Micha van der Sloot
Technical Support Manager
Bentley Systems, Inc.

PLAXIS: Simulating Soil Lab Tests

www.bentley.com

Dear User,

When conducting laboratory test results – such as Triaxial and Oedometer tests – you want to make sure that the behavior of your chosen constitutive soil model captures the test result data. With the SoilTest feature, PLAXIS offers a quick and simple method to simulate these lab tests and verify the model behavior. To learn more, this Geotechnical Special Interest Group virtual workshop is a must see!

The agenda for the one-hour session encompasses:

- How to start a soil lab simulation
- Optimizing your model parameters to replicate real-life behavior
- After optimizing, how to quickly update the soil material definition in PLAXIS

The Geotechnical Analysis SIG is open to all Bentley users, so invite your colleagues!

**Geotechnical Analysis SIGs – complimentary virtual
workshops to keep you working optimally!**

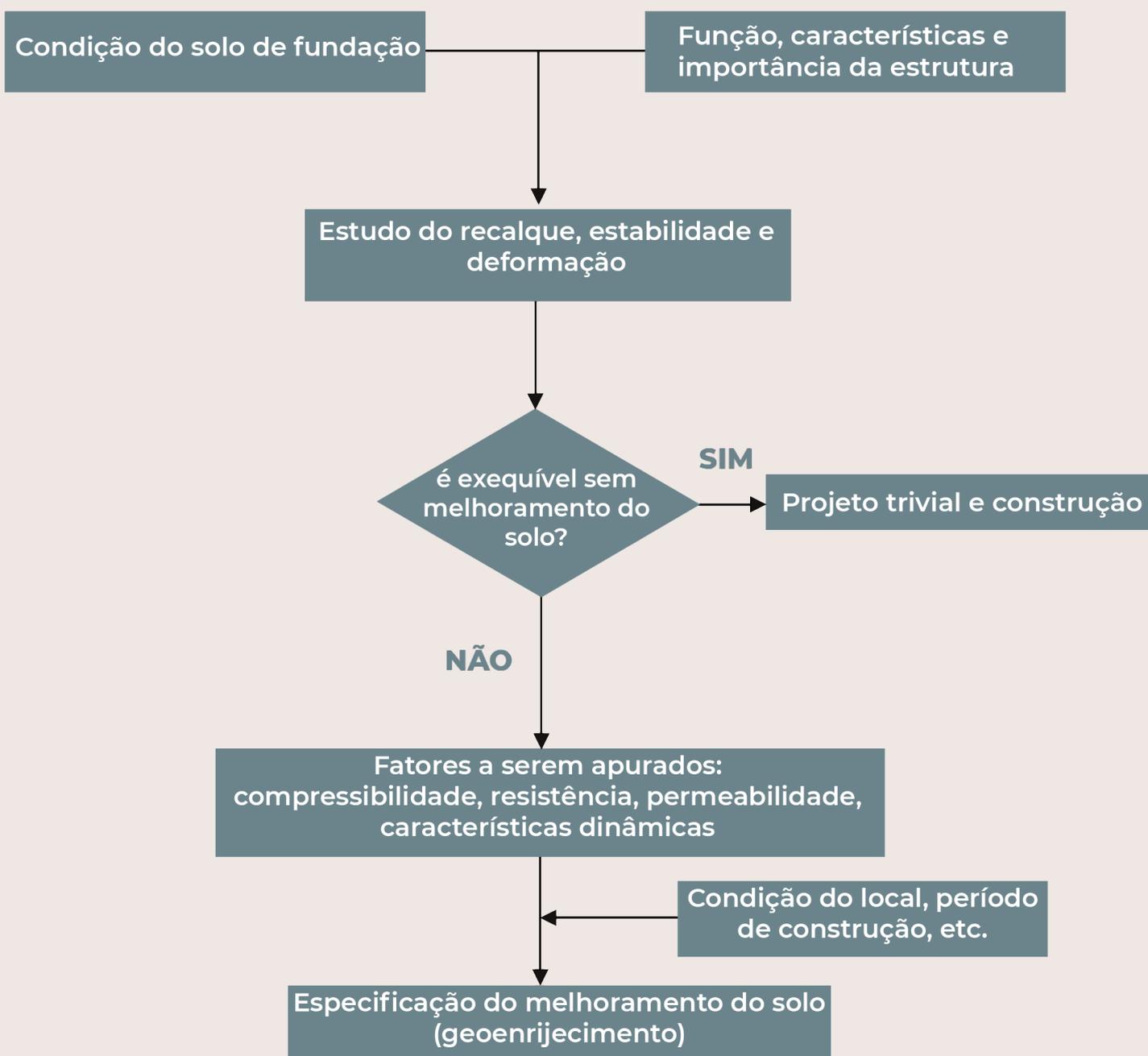
Novas diretrizes para projetos onde há presença de solos moles

Se a investigação do solo indicar presença de solos moles, ao longo da área a ser construída, fica evidente o comprometimento da qualidade da futura obra horizontal, tornando-se necessário o melhoramento efetivo do solo, de modo a atender a necessária exigência de estabilidade e de controle do recalque. A presença

de solos moles, significa problemas para a futura obra e para construções vizinhas, o que exige mais estudos que o trivial necessário ao projeto. O fluxograma geral apresenta-se abaixo. Para se fazer um melhoramento de solos moles, objetivando-se uma construção horizontal como uma rodovia nova ou ampliação,

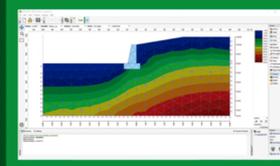
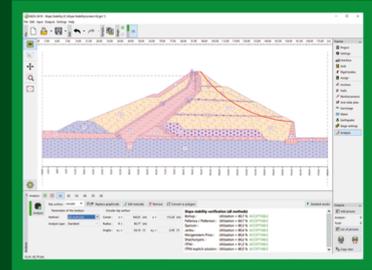
por exemplo, torna-se necessário conduzir a investigação, o planejamento, projeto, execução (e também manutenção), com base em suas características e no período de execução. Os conceitos básicos para o necessário melhoramento do solo mole são:

1. A única maneira efetiva de melhorar solos argilosos



Software de Geotecnia para uma vasta gama de análises:

-  Análise de Estabilidade
-  Escavações e Contenções
-  Muros e Gabiões
-  Recalque
-  Sondagens de Solo
-  Túneis e Poços
-  Estudos geológicos
-  Muros e Gabiões



AVALIE GRATUITAMENTE

Solicite: comercial@solucoescad.com.br

Distribuído por:

SOLUÇÕES CAD
BIM

www.solucoescad.com.br

moles segue, integralmente, a teoria geotécnica do adensamento do solo que, basicamente, especifica a imposição de drenagem adequada, seguido de compressão do solo. Com isto, ocorre seu adensamento, ou seja, drenagem, ao mesmo tempo em que diminui seu volume. Na prática, é realizada com o geoenrijecimento, utilizando-se o CPR Grouting. A outra solução é com georeforço, onde se executam colunas espaçadas, permanecendo o solo mole ao redor, o que promove recalques diferenciais em relação às colunas. Trata-se de técnicas bastante limitadas, já que, efetivamente não melhoram o solo mole.

2. O melhoramento do solo mole, com precarregamento, é uma técnica bastante limitada, na medida em que sua eficiência fica limitada a depósitos de solos moles até 5m de profundidade. As tensões de compressão, geradas pelo aterro de sobrecarga só atuam, basicamente, até esta profundidade.

3. O objetivo do melhoramento do solo mole é eliminar o recalque diferencial, na medida em que homogeneiza o solo, tornando-o um solo compósito, com parâmetros geotécnicos pré-estabelecidos.

4. A presença de resíduos do recalque uniforme, desde que não sejam diferenciais, não promovem qualquer problema na nova construção.

5. O melhoramento do solo mole, objetiva, particularmente a execução de fundação direta no novo empreendimento.

6. O caso típico de empreendimentos horizontais ou logísticos, que trabalham com cargas extremamente pequenas da ordem de 5 ton/m² ou 0,5 kg/cm², exigem fundação direta e, nunca, fundação profunda. A existência de solos moles, sob o futuro empreendimento, não pode ser motivo para fundação profunda.

7. O melhoramento do solo mole, homogeneizando-o, torna-o um solo compósito, e é caracterizado por dois elementos, o solo e a inclusão, que trabalham juntos, devendo ser certificado com sondagem caracterizada por deformação, ou seja, com tomografia por imagem e pressiômetro. Sondagens caracterizadas por resistência, como o SPT, CPTu e palheta, não são específicas para melhoramento de solos, pois analisam apenas um constituinte, o componente solo.

8. O "melhoramento do solo mole", realizado com técnicas inespecíficas, à base de colunas, deve ser certificada com aterro teste, de modo a se avaliar o efeito das colunas em relação ao solo mole envolvente. Ou seja, um aterro teste sobre a célula unitária representativa. No teste individual da coluna, dever-se-á utilizar uma base ou chapa

metálica com o mesmo diâmetro da coluna. No teste da coluna, mais o solo envolvente, dever-se-á utilizar placa metálica com as dimensões da área considerada. Assim, para o caso do teste representativo da inclusão colunar, a área da chapa metálica deverá ser igual ao número de colunas, sob a chapa, multiplicado pela área contribuinte da célula unitária. Em todos os testes, a área analisada deverá estar cercada por pelo menos, uma linha de colunas, de modo a estabelecer a condição representativa.

REFERÊNCIAS

- Roger Kim é engenheiro civil e trabalha com melhoramento de solos moles.
- Rodríguez Ortiz, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1972). Curso aplicado de cimentaciones. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. 4ª edición.
- Norma Tecnológica de lá edificación. Cimentaciones, Estudios Geotécnicos NTE-CEG/75.
- Bjerrum, L. (1973). Problems of soil mechanics and construction on soft soil. 8º ICSMFE. Moscú. Vol.2, pp 27-34
- Eurocódigo 7(1997). Proyecto geotécnico. Parte 1. Reglas generale. Aenor. Edición de 1999. Madrid.
- Tomlinson, M. J.(1986) Foundation design and construction. Longman Scientific and Technica, 5ª edition.



O SOFT SOIL BRAZILIAN INSTITUTE ajuda você e sua obra sobre solos moles

Melhorar solos moles exige conhecimentos geotécnicos práticos e teorias sofisticadas. Cada obra é um caso específico que exige solução diferenciada. Saiba como dimensionar o Geoenrijecimento do solo mole, através de planilha exclusiva. Basta acessar o link:
http://www.engegraut.com.br/geoenrijecimento/MC_v1.0.rar

softsoilbrazilianinstitute.com.br



PARCEIROS



TRUSTED MEASUREMENTS®

