

GEOTECNIA: FUNDAÇÕES E OBRAS DE TERRA

Ana Cristina O. Teles Andrade¹ | Edivaneli Santos Dantas¹ | Laissa Kethllin Leitão Dias¹
| Maria Eliza Pionório Araújo¹ | Michelle de Jesus Silva²

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO: 1980 - 1777
ISSN ELETRÔNICO: 2316 - 3135

RESUMO

A rápida expansão da geotecnia é consequência dos trabalhos humanos e dos importantes problemas postos por diversos ramos da engenharia e tecnologia, especialmente a partir da segunda metade do século XX. As barragens, muitas vezes fundadas em formações geológicas com características precárias, são das estruturas que mais contribuíram para o avanço da geotecnia, além da construção de túneis e outras construções. Todas as obras de engenharia apoiam-se sobre o solo e utilizam o próprio solo como elemento de construção, como por exemplo, as barragens e os aterros de estradas. Segundo (Almeida, 1996), "a investigação detalhada do subsolo é o primeiro passo a ser dado antes de obras geotécnicas". As Fundações e Obras de Terra são algumas das sub-áreas mais utilizadas em toda a engenharia civil, pois trata-se basicamente do início da obra, seja ela uma barragem, ou um prédio com vários andares. As fundações tratam da análise e monitoração de cravação de estacas sob carregamento quase estático. Essa linha de pesquisa vem se desenvolvendo principalmente através da análise do comportamento de obras instrumentadas, uso de banco de dados, estudos teóricos e análise numérica. Enquanto que a linha de obras de terra inclui aterros em geral e barragens de terra e enrocamento. Neste trabalho, objetiva-se relatar a importância das sub-áreas da Geotecnia e Engenharia Civil, abordando as principais características das fundações e obras de terra, destacando também a atual situação do mercado de trabalho de um engenheiro geotécnico, provando assim que essa é uma área que cresce cada dia mais.

PALAVRAS-CHAVE

Fundações. Obras de Terra. Geotecnia.

The rapid expansion of geotechnical engineering is a result of human work and the important problems posed by various branches of engineering and technology, especially from the second half of the twentieth century. Dams, often founded in geological formations with poor characteristics, are the structures that most contributed to the advancement of geotechnical engineering, and to the construction of tunnels and other structures as well. According to (Almeida, 1996), "a detailed investigation of the subsoil is the first step to be taken before geotechnical works". Foundations and Earth Works are some of the sub-areas mostly used in engineering, because it's basically the beginning of the work, and it does not matter if it is a dam or a building with several floors. The foundations deal with the analysis and monitoring of pile driving under quasi-static loading. This line of research has been developed mainly by analyzing the behavior of instrumented works, the use of the database, and theoretical and numerical analysis as well. The line of earthworks includes landfills in general, and earth and rockfill dams. The current study aims to report the importance of defining sub-areas of Geotechnical and Civil Engineering, addressing the main characteristics of foundations and earthworks. It also highlights the current situation of the labor market of a geotechnical engineer, proving that this is an area which has been growing.

KEYWORDS

Foundations. Earthworks. Geotechny.

1 INTRODUÇÃO

A geotecnia é uma área da engenharia civil ligada à mecânica dos solos. Como já diz o nome, trata-se do estudo e análise dos solos. Esta área da engenharia, apesar de não ser tão recente, cresce cada vez mais. Só no Brasil a média salarial de um engenheiro geotécnico recém-formado, sem mestrado, é de R\$ 5 a R\$ 6 mil. Quase não há engenheiros geotécnicos disponíveis no mercado e para desenvolver bem um país, precisa-se de engenheiros. "Os jovens estudantes não têm noção da demanda da ênfase em Geotecnia. Se hoje o mercado está tão positivo, daqui a cinco anos vai estar muito melhor" (MENDONÇA, 2010).

Karl Tezarghi é conhecido como o pai da geotecnia, pois foi com o seu trabalho sobre adensamento de solos que a mecânica dos solos ficou internacionalmente conhecida.

Dentro da Geotecnia encontram-se algumas subáreas, e dentro destas estão as Fundações e as Obras de Terra. As duas tem participação direta no início de qualquer obra, desde a construção de uma pequena casa, até a construção de uma barragem.

As obras de terra em si, tratam de qualquer estrutura civil que utilize o solo como elemento construtivo e funcional. Já as fundações, seguindo a mesma linha de raciocínio, respondem pela sustentação de uma construção, suportando todo o carregamento desde as lajes e alvenarias, até as vigas e os pilares.

Sabe-se que qualquer construção feita em solo, incluindo fundações e obras de terra, precisa de um estudo completo deste para saber se ele pode ser utilizado, e o engenheiro tem essa função, trabalhar com três fatores: técnica, custo e prazo, garantindo assim o melhor aproveitamento do solo.

Assim, neste trabalho objetiva-se definir com clareza cada parte da área de fundação e também obras de terra. Mostrando que trabalhar nesta subárea não é tão difícil quanto parece, chegando a ser gratificante principalmente quando se vê o resultado final.

2. GEOTECNIA: FUNDAÇÕES E OBRAS DE TERRA

A geotecnia é a área da Engenharia Civil onde se aplicam os conceitos e princípios fundamentais da Geologia, Mecânica dos solos e da Mecânica das Rochas a problemas práticos tradicionais que vão desde a identificação e a caracterização dos maciços, as fundações, a estabilidade de taludes, as estruturas de suporte de terras, as obras subterrâneas, os aterros e as barragens. Trata-se do comportamento dos solos e rochas e como estes materiais reagem às ações humanas e da natureza.

O Brasil tem uma longa tradição em obras de Engenharia Civil, e é hoje totalmente auto-suficiente em projetos de grandes obras, como auto-estradas, barragens, metrô, canais, portos, obras subterrâneas, estruturas complexas. (CRUZ, 2003. [S.P.]).

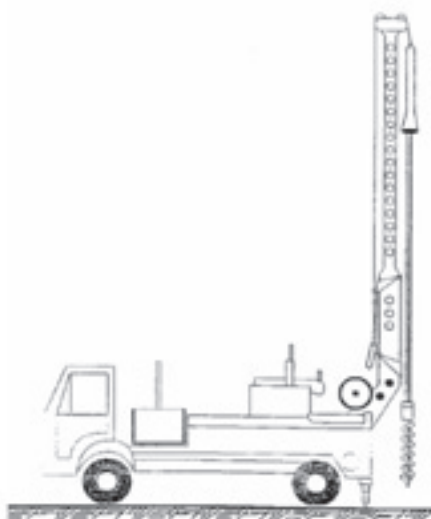
As fundações e as obras de terra são consideradas subáreas da geotecnia, e são uma das primeiras etapas de uma obra, seja ela a construção de uma casa, de uma barragem, ou até mesmo de um viaduto.

Segundo Rocha (1967), "na engenharia civil, entendemos por solo todo o material geológico que ocorre desde a superfície até o 'bed-rock', incluindo argilas, areias, pedregulhos, materiais orgânicos e minerais". Para a melhor interpretação, a seguir a definição de Fundações e também das Obras de Terra.

2.1 Fundações

Fundação é a obra normalmente enterrada, que serve para sustentar a ponte, o prédio, a casa, qualquer que seja a construção, pode ser feita por diversos tipos de materiais, e a depender do tipo de solo, um tipo de fundação deve ser utilizado para tal.

Figura 1: Caminhão com perfuratriz



30 | Existe uma divisão das fundações que são as chamadas fundações rasas ou diretas, e as fundações profundas. Além dessas divisões, as fundações em sim possuem uma subdivisão em que as fundações rasas estão compostas por blocos de fundação, sapatas, radier e baldrame. Enquanto que as fundações profundas foram subdivididas em estacas, tubulões e caixões.

Figura 2: Clam-Shell



2.1.1 Fundações Rasas ou Diretas

São elementos em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão. Estão subdivididas em:

- **Blocos de Fundação**

O que caracteriza a fundação em blocos é o fato da distribuição de carga para o terreno ser aproximadamente pontual, ou seja, onde houver pilar existirá um bloco de fundação distribuindo a carga do pilar para o solo. Os blocos podem ser construídos de pedra, tijolos maciços, concreto simples ou de concreto armado.

Figura 3: Bloco do Hospital de Urgência de Sergipe. Aracaju/SE



É um elemento simples, dimensionado de maneira que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas sem necessidade de armadura. | 31

• Sapatas de Fundação

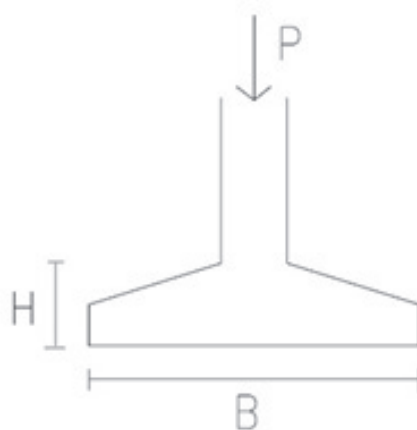
Nada mais é do que um bloco construído com concreto armado, que ao contrário dos blocos de fundação necessitam de armadura para suportar a tensão da tração, ou seja, resistir aos esforços da tração.

Figura 4: Obra de fundação por sapatas



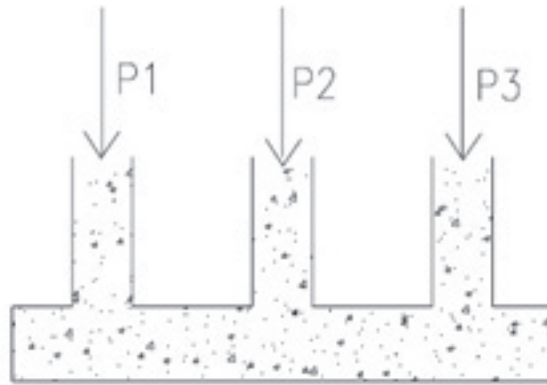
Segundo a ABNT, na NBR 6122, as sapatas podem possuir uma espessura constante ou variável, sendo sua base em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal. A ABNT ainda define outros tipos de sapatas, sendo eles a sapata corrida que é aquela sujeita à distribuição de carga linearmente e a sapata associada, que é uma sapata que é comum a vários pilares.

Figura 5: Sapata isolada



• Fundação em Radier

Radier é uma laje de concreto armado, que distribui a carga total da edificação uniformemente pela área de contato. Considerada econômica quando as cargas são pequenas e a resistência do terreno é baixa, sendo assim uma boa opção para que não seja usada a fundação profunda. Deste modo a fundação em radier é constituída por um único elemento de fundação que distribui toda a carga da edificação para o terreno, constituindo-se em uma distribuição de carga tipicamente superficial.



- **Baldrame**

Conhecida também como viga de fundação, o baldrame apresenta uma distribuição de carga para o terreno tipicamente linear, por exemplo, uma parede que se apoia no baldrame, sendo este o elemento que transmite a carga para o solo ao longo de todo o seu comprimento. Um baldrame pode ser construído de pedra, tijolos maciços, concreto simples ou de concreto armado.

2.1.2 Fundações Profundas

São aquelas em que a carga é transmitida ao terreno através de sua base (resistência de ponta) e/ou superfície lateral (resistência de atrito). As fundações profundas estão assentadas a uma profundidade maior que duas vezes a sua menor dimensão em planta.

Figura 7: Estacas do Hospital de Urgência Sergipe. Aracaju/SE



As fundações profundas possuem as bases implantadas a mais de duas vezes a sua menor dimensão, e a mais de 3 m de profundidade. Normalmente, dispensa abertura da cava de fundação, constituindo-se, por exemplo, em um elemento cravado por meio de um bate-estaca. Subdividem-se em:

Figura 8: Estacas do Hospital de Urgência de Sergipe. Aracaju/SE



Figura 9: Cravação de estaca pré-moldada



É um elemento executado por ferramentas ou equipamentos que pode ser por cravação a percussão ou prensagem, ou ainda por escavação. Existe um número extenso de tipos de estacas, a seguir alguns dos principais:

- **Estacas de Madeira:** são troncos de árvores cravados com bate-estacas de pequenas dimensões e martelos leves. Utilizam-se estacas de madeira para execução de obras provisórias, principalmente em pontes.

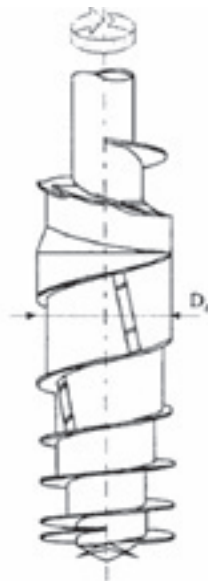
- **Estacas Strauss:** executada por perfuração através de balde sonda (piteira), com uso parcial ou total de revestimento recuperável e posterior concretagem.

Figura 10: Execução da estaca Strauss



• **Estacas tipo Franki:** são executadas enchendo-se de concreto, perfurações previamente executadas no terreno, através de cravação de tubo de ponta fechada, recuperado. Este fechamento pode ser feito no início da cravação do tubo ou em etapa intermediária, por meio de material granular ou peça pré-fabricada de aço ou de concreto.

Figura 11: Elemento de perfuração

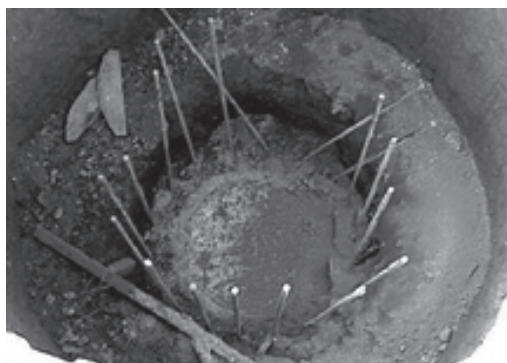


• **Estacas Raiz:** é uma estaca de pequeno diâmetro concretada in loco, cuja perfuração é realizada por rotação ou por rotopercussão, em direção vertical ou inclinada. Essa perfuração se processa com um tubo de revestimento e o material escavado é eliminado continuamente, por uma corrente fluida (água, lama bentonítica ou ar) que introduzida através do tubo reflui pelo espaço entre o tubo e o terreno. Completada a perfuração, coloca-se a armadura ao longo da estaca, concretando-se à medida que o tubo de perfuração é retirado. Usam-se normalmente concretos especiais autoadensáveis com agregados com granulometria fina.

• Tubulões

De acordo com a ABNT, o tubulão é um elemento cilíndrico geralmente, dotados de uma base alargada, construídos através de um poço revestido ou não, aberto no terreno com um tubo de aço de diâmetro mínimo de 70cm de modo a permitir a entrada e o trabalho de um homem, pelo menos na sua etapa final, para completar a geometria da escavação e fazer a limpeza do solo. Pode ser um tubulão a céu aberto, ou a ar comprimido.

Figura 12: Topo de tubulão concretado



Tubulão a céu aberto: normalmente sem revestimento e não armados no caso de existir somente carga vertical, e tubulões de ar comprimido. | 35

Tubulão a ar comprimido: são sempre revestidos, podendo esse revestimento ser constituído de uma camisa de concreto armado ou por uma camisa metálica.

- **Caixões**

Elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna,

2.2 Obras de terra

As obras de terra na verdade tratam da preparação do terreno para que a obra, qualquer que seja ela, esteja em local propício para construção. Subdividem-se em taludes, muros de arrimo, contenções e até mesmo barragens.

Figura 13: Escavação da obra do esgoto sanitário do bairro Santa Maria – Aracaju/SE



2.2.1 Barragem

É aquela em que a estrutura é fundamentalmente constituída por solo ou enrocamento. O solo é utilizado como material de construção neste tipo de obra, sendo extraído da área de implantação da barragem. Esta apresenta várias finalidades, como:

Obtenção de energia elétrica;

Controle de cheias e regularização das vazões;

Navegação;

Abastecimento doméstico;

Irrigação;

Bebedouro para animais;

Criação de peixes;

Recreação, dentre outras.

Dependendo do material de construção, as barragens podem ser classificadas em dois grupos barragens de concreto e barragens convencionais de terra e/ou enrocamento.

• Barragens de concreto

São aquelas construídas com materiais granulares produzidos artificialmente aos quais se adicionam cimento e aditivos químicos, podendo esse concreto ser armado ou rolado. Os tipos mais comuns desta barragem são:

Barragem de concreto gravidade: Forma triangular típica e estabilidade garantida pelo peso próprio da estrutura.

Barragem de concreto em arco: Estrutura delgada (fina) e em arco, apoiada em ombreiras e fundações rochosas. Concreto armado em forma de arco para trabalhar à compressão.

Barragem de contrafortes: Utilização de lajes de sustentação (contrafortes) ao longo do corpo da barragem.

São destinadas ao armazenamento permanente de água são caracterizadas, principalmente, pela zona de vedação (núcleo), sistema de drenagem interna e zona resistente. Sua desvantagem é em relação ao cronograma de construção que pode ser afetado pelas condições climáticas (execução do aterro paralisada em períodos de chuva).

• Barragens convencionais de terra e/ou enrocamento

As barragens de terra ou enrocamento são aquelas construídas com materiais naturais como argilas, siltes e areias ou com materiais produzidos artificialmente tais como britas e enrocamentos.

É constituída por enrocamentos (blocos de rocha) lançados ou compactados em camadas com núcleo de material terroso, possui menor volume no aterro e menos interferência no cronograma de execução. São caracterizadas pela zona de vedação, sistema de drenagem interna, transições e zona resistente e sua desvantagem é a exigência de fundações em rocha sã ou alterada.

2.2.2 Contenções

Estruturas de contenção são obras civis construídas com a finalidade de prover estabilidade contra a ruptura de maciços de terra ou rocha. Dentre as obras mais comuns destacam-se os muros de arrimo ou muros de gravidade, constituídos de concreto ciclópico, concreto armado, cortina atirantada, gabiões, solo cimento ensacado, muros em forma de cortina com perfis metálicos com painéis pré-moldados, estacas pranchas, etc.

Embora a geometria, o processo construtivo e os materiais utilizados nas estruturas de contenção sejam muito diferentes entre si, todas elas são construídas para conter a possível ruptura do maciço, suportando as pressões laterais exercidas por ele.

Para a escolha da obra de contenção mais adequada de ser executada em uma determinada situação é fundamental avaliar as características do meio físico local e dos processos de instabilização percebidos na encosta, corte ou aterro.

A análise de uma estrutura de contenção consiste na análise do equilíbrio do conjunto formado pelo maciço de solo e a própria estrutura. Este equilíbrio é afetado pelas características de resistência, deformabilidade, permeabilidade e pelo peso próprio desses dois elementos, além das condições que regem a interação entre eles. Estas condições tornam o sistema bastante complexo e há, portanto, a necessidade de se adotarem modelos teóricos simplificados que tornem a análise possível. Estes modelos devem levar em conta as características dos materiais que influenciam o comportamento global, além da geometria e das condições locais.

A falta de manutenção das obras de contenção é um importante fator que contribui para os acidentes em encostas. Muitos deslizamentos são provocados pela infiltração de água nas encostas e pela erosão do solo durante fortes chuvas.

Ressalta-se que a escolha adequada do tipo de obra implica uma correta avaliação das características do meio físico (tipos e características dos materiais, inclinação da encosta, condições hidrogeológicas, etc.) e dos processos de instabilização envolvidos.

2.2.3 Muro de Arrimo

Muros são estruturas corridas de contenção de parede vertical ou quase vertical, apoiadas em uma fundação rasa ou profunda. Os muros de arrimo podem ser de vários tipos: gravidade (construídos de alvenaria, concreto, gabiões ou pneus), de flexão (com ou sem contraforte) e com ou sem tirantes.

- **Muros de Gravidade**

São estruturas corridas que se opõem aos empuxos horizontais pelo peso próprio. Geralmente, são utilizadas para conter desníveis pequenos ou médios, inferiores a cerca de 5m. Os muros de gravidade podem ser construídos de pedra, concreto (simples ou armado), gabiões, ou ainda pneus usados.

- **Muros de alvenaria de pedra**

Atualmente, devido ao custo elevado, o emprego da alvenaria é menos frequente, principalmente em muros com maior altura. No caso de muro de pedras arrumadas manualmente, a resistência do muro resulta unicamente do embricamento dos blocos de pedras. Este muro apresenta como vantagens a simplicidade de construção e a dispensa de dispositivos de drenagem, pois o material do muro é drenante.

- **Muros de concreto ciclópico ou concreto gravidade**

Estes muros são geralmente economicamente viáveis apenas quando a altura não é superior a cerca de 4 metros. O muro de concreto ciclópico é uma estrutura construída mediante o preenchimento de uma forma com concreto e blocos de rocha de dimensões variadas.



Devido à impermeabilidade deste muro, é imprescindível a execução de um sistema adequado de drenagem. Os furos de drenagem devem ser posicionados de modo a minimizar o impacto visual devido às manchas que o fluxo de água causa na face frontal do muro.

- **Muros de gabião**

Os muros de gabiões (Figura 4) são constituídos por gaiolas metálicas preenchidas com pedras arrumadas manualmente e construídas com fios de aço galvanizado em malha hexagonal com dupla torção. As principais características dos muros de gabiões são a flexibilidade, que permite que a estrutura se acomode a recalques diferenciais e a permeabilidade.

- **Muros em fogueira (*crib wall*)**

Crib Walls ou muros em fogueira são estruturas formadas por elementos pré-moldados de concreto armado, madeira ou aço, que são montados no local, em forma de "fogueiras" justapostas e interligadas longitudinalmente, cujo espaço interno é preenchido com material granular graúdo.

- **Muros de sacos de solo-cimento**

Os muros são constituídos por camadas formadas por sacos de poliéster ou similares, preenchidos por uma mistura cimento-solo da ordem de 1:10 a 1:15 (em volume).

O solo é primeiramente submetido a um peneiramento em uma malha, para que possam ser retirados os pedregulhos, em seguida o cimento é espalhado e misturado, acrescentando-se água. Depois da homogeneização, a mistura é colocada em sacos, podendo ser preenchida até cerca de dois terços do volume útil do saco, e por último o fechamento mediante costura.

No local de construção, os sacos de solo-cimento são arrumados em camadas posicionadas horizontalmente e, a seguir, cada camada do material é compactada de modo reduzir o volume de vazios. Como prevenção contra a ação erosiva de ventos e águas superficiais, as faces externas do muro podem receber uma proteção superficial de argamassa de concreto magro.

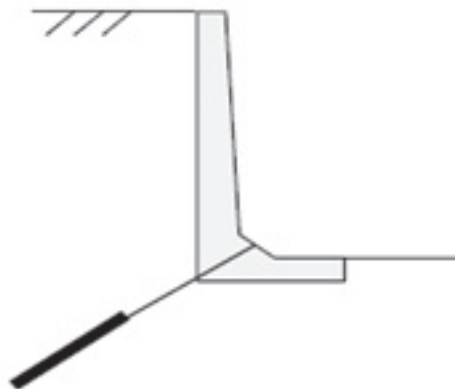
Os muros de pneus são construídos a partir do lançamento de camadas horizontais de pneus, amarrados entre si com corda ou arame e preenchidos com solo compactado, tendo como vantagens o reuso dos pneus descartáveis e flexibilidade.

Sendo um muro de peso, os muros de solo-pneus estão limitados a alturas inferiores a 5m e à disponibilidade de espaço para a construção de uma base com largura da ordem de 40 a 60% da altura do muro. Entretanto, é importante informar que o muro de solo-pneus é uma estrutura flexível, e com isso, as deformações horizontais e verticais podem ser superiores às usuais em muros de peso de alvenaria ou concreto. Assim sendo, não é recomendável a construção desse tipo de muro para contenção de terrenos que sirvam de suporte a obras civis pouco deformáveis, tais como estruturas de fundações ou ferrovias.

• Muros de flexão

Muros de Flexão são estruturas mais esbeltas com seção transversal em forma de "L" que resistem aos empuxos por flexão, utilizando parte do peso próprio do maciço, que se apoia sobre a base do "L", para manter-se em equilíbrio.

Figura 15: Muro de flexão ancorado



Em geral, são construídos em concreto armado, tornando-se pouco econômico para alturas acima de 5 a 7m, quando a altura é superior a 5m, utiliza-se contrafortes ou nervuras, para aumentar a estabilidade contra o tombamento. A laje de base em geral apresenta largura entre 50 e 70% da altura do muro.

Figura 16: Muro de flexão



Muros de flexão podem, também, ser ancorados na base com tirantes ou chumbadores (rocha) para melhorar sua condição de estabilidade. Esta solução de projeto pode ser aplicada quando na fundação do muro ocorre material competente (rocha sã ou alterada) e quando há limitação de espaço disponível para que a base do muro apresente as dimensões necessárias para a estabilidade.

2.2.4 Taludes

Os taludes ou encostas naturais são superfícies inclinadas de maciços terrosos, rochosos ou mistos (solo e rocha). São divididas em:

- **Taludes naturais**

Possuem estrutura particular e estão intimamente ligados ao histórico de tensões sofridas: erosão, tectonismo, intemperismo, etc. É formado naturalmente pela natureza, pela ação geológica ou pela ação das intempéries. Vários fatores atuam isoladamente ou conjuntamente durante o processo de formação de um talude natural:

- Fatores geológicos;***

- Fatores ambientais.***

- **Taludes artificiais**

Refere-se ao declive de aterros construídos a partir de materiais de diferentes granulometrias e origens, incluindo resíduos industriais, urbanos ou de mineração e os taludes originados de escavações diversas. É aquele que é construído pelo homem, um exemplo são as minas a céu aberto.

- **Talude de Corte**

É aquele que se forma como resultado de um processo de corte, de retirada do material.

- **Talude de aterro**

É aquele que se forma como resultado da deposição, do terraplenagem e bota-foras.

Quanto à estabilidade dos taludes, é preciso saber que no momento em que a superfície de um terreno não é horizontal existe uma componente da força da gravidade que tende a mover o solo para baixo. Ao movimento de massa de terra nessas circunstâncias dá-se o nome de escorregamento ou escorregamento de taludes. Os escorregamentos podem ocorrer de maneira lenta e pode depender ou não de provocações, sejam essas humanas ou naturais. São geralmente causadas por escavações, acréscimos de carga sobre os taludes, liquefação do solo provocado por esforços dinâmicos e etc. A ação da água tem sido uma das maiores responsáveis pelos escorregamentos. A velocidade que a água adquire ao descer pode ser suficiente para provocar erosões, que iniciando no pé do talude pode assumir instabilidade de grandes massas.

“Não existe rotina, todos os dias você aprende e tem que utilizar o seu potencial intelectual e toda a sua experiência e conhecimento para resolver os problemas cotidianos. A sensação de realização é muito grande”, disse o Engenheiro Ivan Joppert Junior que tra-

balha a mais de cinco anos com geotecnia. E ainda completa: “Foi paixão à primeira vista que dura até hoje.” | 41

No Brasil, atualmente, faltam engenheiros especializados nessa área. Fernando Marinho (2011), Engenheiro Civil e Geotécnico, diz que o profissional geotécnico é uma das peças chaves na prevenção de desastres. E que “O mercado precisa desses profissionais.” (MARINHO, 2011).

Para exemplificar o assunto abordado, foi feita uma pesquisa de campo, onde duas obras públicas do estado de Sergipe foram visitadas. Tais obras foram uma área do Hospital de Urgência de Sergipe – HUSE, e a outra foi a construção do esgoto sanitário, localizado no bairro Santa Maria, na cidade de Aracaju.

Com a visita a estes locais, puderam-se observar as obras de terra e fundações que ali estavam, e entre elas destacaram-se as estacas, contenções, e também escavações.

3 CONCLUSÃO

Após a pesquisa apresentada, pode-se observar que a Geotecnia quando trata de Fundação e Obra de Terra em si é uma área muito importante da engenharia e muito ampla, tendo várias subdivisões. É possível perceber também, que mesmo com um mercado de trabalho favorável em teoria, a quantidade de Engenheiros geotécnicos deixa a desejar.

No entanto, esta área por ser extensa e bem remunerada vem ganhando destaque entre os jovens e estudantes, que cada vez mais se interessam por essa profissão. Assim a Geotecnia, incluindo Fundações e Obras de terra ainda vai crescer muito e aos poucos a quantidade de engenheiros geotécnicos vai aumentar, suprimindo a necessidade do país.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. **Fundações e obras de terra**. Faculdade de Engenharia de Sorocaba. Sorocaba, 2003.

ABNT. **Projeto e execução de fundações** – NBR 6122.

ABMS/ABEF. **Fundações** - Teoria e Prática – PINI, 1996.

ALMEIDA, M. T. **Aterros sobre solos moles da concepção à avaliação do desempenho**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.

BARROS, P. L. A. **Obras de contenção**: manual técnico. Jundiaí, SP: Maccaferri do Brasil, 2008.

BRAJA, M. **Principles of geotechnical engineering** - PWS Publishing Company Boston. 7 ed., 2009.

CAPUTO, H. P., **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 3 volumes - Editora ao Livro Técnico, vol 2, 6 ed., 1987.

CARDOSO, R. R. **Fundações**: Engenharia Aplicada. São Paulo: Nobel, 1986.

42 | CRUZ, P. T. **100 Barragens Brasileiras** – Casos Históricos – Materiais de Fundações. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/fundacoes/index.php>>. Acesso em: 21 abr. 2012.

ELOI, J. **Obras de Terra**. Universidade Federal de Goiás. Campus Catalão. Departamento de Engenharia Civil. Acesso em: 30 de abril 2012.

FABRÍCIO, M. M. ROSSIGNOLO, J. A. **Fundações**: Tecnologia das Construções II. Brasil, 2003.

GERSCOVICH, D. M. S. **Muros de Arrimo**. Disponível em: <<http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>>. Acesso em: 22 de abril 2012.

GOMES, L. M. F., MENDES, J. F. G. Disponível em: <<http://www.engenhariacivil.com/geotecnia-ambientes-urbanos>>. Acesso em: 21 de abril 2012.

GONÇALVES, M. J. C. R. Disponível em: <<http://www.engenhariacivil.com/estabilizacao-taludes-recurso-pregagens>>. Acesso em: 21 de abril, 2012.

GUIDICINI, G. NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1993.

J.JÚNIOR, Ivan., Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/141/engenheiro-geotecnico-119343-1.asp>>. Acesso em: 22 de abril 2012.

JORNAL DO DIA, 2011. Disponível em: <http://www.jornaldodiase.com.br/viz_conteudo.asp?codigo=45201110424977640>. Acesso em: 21 de abril 2012.

JORNAL DO DIA, 2011. Disponível em: <http://www.jornaldodiase.com.br/viz_conteudo_geral.asp?codigo=2320111762511538>. Acesso em: 21 de abril 2012.

MARAGON, M. **Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/togot_Unid03-GeoContencoes-Parte01-2006-2.pdf>. Acesso em: 22 de abril 2012.

MASSAL, F. **Obras da Terra**: Curso básico de geotecnia; Cap. 7; p 135 a 137; São Paulo, 2003.

MENDONÇA, Marcos. MOURA, E. **Transportes e Obras de Terra**: Movimento de Terra e Pavimentação. São Paulo: FATEC-SP, 2011.

ORTIGÃO, J. A. R. **Introdução à Mecânica dos Solos dos Estados Críticos** - Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 1993.

PINTO, C. S. **Curso básico de Mecânica dos Solos**. 2. ed., 2002.

PRESTES, V. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2011/01/19/geologos-e-geotecnicos-sao-pecas-chave-na-previsao-de-catastrofes/>>. Acesso em: 21 de abril 2012.

ROCHA, Euler Magalhães da. **Elementos de mecânica dos solos e fundações**. UFMG – Escola de Engenharia. MG: Edições Engenharia, 1967.

UFRJ: Carência por engenheiros geotécnicos é obstáculo para o desenvolvimento inteli-

gente do Brasil. Marcos Mendonça. 2010. Disponível em: <<http://noticias.universia.com.br/tempo-livre/noticia/2010/07/23/624904/ufrj-carncia-engenheiros-geotecnicos-e-obstaculo-desenvolvimento-inteligente-do-brasil.html>>. Acesso em: 21 de abril 2012.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. Rio de Janeiro: Editora Mc Graw Hill, 1978.

Recebido em: 31 de agosto de 2012
Avaliado em: 20 de novembro de 2012
Aceito em: 10 de dezembro de 2012

1 Graduandos em Engenharia Civil - Universidade Tiradentes

2 Graduada em Engenharia Química, Professora das Engenharia na Universidade Tiradentes. Email: mjs_eq@yahoo.com.br