



## **Tema I: MOVIMENTO DE TERRA**

### **TÍTULO: GENERALIDADES E CONCEITOS BÁSICOS.**

- **Condicionantes Geológicos**
- **Etapas do Empreendimento**

#### **1.1.INTRODUÇÃO**

De uma maneira geral, as obras de Engenharia Civil de grande ou pequeno porte exigem trabalhos prévios de terraplenagem ou movimento de terras.

Terraplenagem ou movimento de terras é o conjunto de operações necessárias para remover a terra dos locais onde se encontra em excesso para aqueles em que há falta tendo em conta a implantação de um projecto. Este trabalho tem como objectivo analisar uma dessas operações que é, porventura, uma das mais importantes de todo o processo de terraplenagem a escavação. É de salientar que o processo de escavação, por estar incluído num conjunto de operações que é a terraplenagem, está naturalmente relacionado com todas essas operações e, como tal, a abordagem da questão da escavação tem de ser feita de forma mais abrangente.

Podemos então definir escavação como sendo o processo empregado para romper a compacidade do solo, normalmente no seu estado natural, através de ferramentas cortantes, desagregando-o e tornando possível o seu manuseio.

Até ao aparecimento dos equipamentos mecanizados, a movimentação de terras e mais concretamente a escavação era feita totalmente pelo homem utilizando pás e picaretas para o corte. Este tipo de trabalho era de pouco rendimento e, como tal, a sua continuidade dependia, sobretudo, de mão-de-obra abundante e barata. Hélio de Sousa Ricardo e Guilherme Catalani foram dois dos autores que aprofundaram o seu estudo no domínio das escavações e na sua obra “Manual prático de escavação” dizem que “para obter a produção de 50m<sup>3</sup>/h de escavação, empregar-se-iam, pelo menos 100 homens.”

Referem ainda que, embora a escavação manual seja um processo mais lento, “os prazos de execução da movimentação de terras em grandes volumes eram razoáveis, se comparados com os actuais”, isto desde que a mão-de-obra fosse abundante.

Entretanto, com uma mão-de-obra cada vez mais cara e em consequência do desenvolvimento



tecnológico, aparecem os equipamentos mecanizados. Estes equipamentos não eliminaram totalmente a terraplenagem manual, embora seja esta a intenção de muitas pessoas ligadas ao ramo da construção.

Assim, além da escassez e encarecimento da mão-de-obra devido sobretudo à industrialização, os equipamentos mecanizados têm a vantagem de proporcionar alto rendimento ou produtividade o que naturalmente conduz a preços mais baixos se comparados com os preços referentes ao processo de escavação manual.

A escavação mecanizada permite o desmonte de grandes volumes de terra em prazos curtos mas requer grandes investimentos em equipamentos de alto custo, investimentos estes que nem todas as empresas podem suportar. Por outro lado, a escavação mecânica exige um bom planeamento e execução o que só está ao alcance de empresas com alto padrão de eficiência. Outra das características da escavação mecanizada é que reduz, como já foi referido, a mão-de-obra mas, por outro lado, provoca a especialização profissional.

## 1.2. ESTUDO DOS MATERIAIS DE SUPERFÍCIE

Para o estudo da escavação é necessário conhecer as características dos solos, características estas que têm grande influência no seu comportamento. Dada a existência de uma grande diversidade de solos nas camadas superficiais, é de toda a conveniência agrupá-los em classificações. Na verdade, a necessidade de se classificarem os materiais de escavação em diversas categorias deve-se ao facto dos mais resistentes oferecerem maior dificuldade no desmonte, obrigarem ao uso de mais e “melhor” equipamento e, porventura, uma maior quantidade de mão-de-obra, o que acarreta maiores custos em todo este processo. Apesar das tentativas para normalizar todas estas classificações, cada país acaba por utilizar aquela que melhor se adapta às suas características.

De uma maneira geral, pode-se afirmar que os materiais da superfície terrestre classificam-se em: rochas e solos. **As rochas** são materiais provenientes da solidificação do magma ou da consolidação de depósitos sedimentares, tendo ou não sofrido transformações metamórficas. Estes materiais têm que ser tidos em conta no processo de escavação porque possuem elevada resistência. Os solos são também materiais constituintes da crosta terrestre mas têm a particularidade de serem provenientes da decomposição das rochas por diversos agentes. O principal critério para a classificação dos materiais de superfície é, como já foi referido, a



maior ou menor dificuldade que eles oferecem ao desmonte. É de salientar que as classificações geológicas não se aplicam muito bem à análise desta propriedade (resistência ao desmonte) dado que esta depende fundamentalmente dos diferentes graus de compactidade do material. Na época em que se utilizavam maioritariamente os processos manuais de escavação, os materiais eram classificados em:

- **Terra comum:** solos facilmente escaváveis com pás e enxadas;
- **Moledo ou piçarra:** materiais mais compactos para os quais era necessário o uso de picaretas;
- **Rocha branda:** materiais compactos para os quais seria necessário o uso de explosivos de baixa potência no seu desmonte;
- **Rocha dura:** material muito compacto em que só explosivos de alta potência permitiam o seu desmonte.

Hoje em dia, dado o aparecimento da mecanização, os materiais são divididos, essencialmente, em três categorias:

**1ª categoria:** os solos que podem ser escavados com o auxílio de equipamentos comuns, tais como, tractor de lâmina, motoscaper, etc.

**2ª categoria:** materiais que exigem um desmonte prévio feito com escarificador ou emprego de explosivos de baixa potência.

**3ª categoria:** materiais de elevada resistência mecânica em que são necessários explosivos de elevada potência para o seu desmonte.

Já foi referida a importância económica da classificação dos materiais a escavar; contudo não se pode deixar de dizer que a capacidade de julgamento em relação às propriedades de determinados materiais para escavação é afectado por diversos factores e, como tal, é conveniente uma boa experiência anterior aliada ao bom senso para uma boa classificação. Se assim for, o classificador corre menos riscos em se afastar do preço justo deste tipo de trabalhos.

O fenómeno do empolamento dos solos deve também ser abordado embora não tenha propriamente a ver com o processo de escavação em si. Quando se escava um terreno natural, a terra que se encontrava num certo estado de compactação natural, proveniente do seu próprio processo de formação, experimenta uma expansão volumétrica. Após o desmonte, o volume solto passa a ser maior do que aquele que se encontrava no seu estado natural. Este fenómeno é, portanto uma consequência da escavação e, como tal, deve ser devidamente



quantificado para que as outras operações básicas da terraplenagem como a carga, transporte e descarga do material escavado, corram como o previsto.

### 1.3.EQUIPAMENTOS DE ESCAVAÇÃO

Rego Chaves no seu livro “Terraplenagem Mecanizada” divide os equipamentos em várias classificações das quais, para o processo de escavação, se destacam:

- *unidades escavo-empurradoras;*
- *unidades escavo-transportadoras;*
- *unidades escavo-carregadoras;*
- *unidades aplainadoras;*
- *unidades escavo-elevadoras.*

Um dos processos mais importantes para a escolha de determinado equipamento é a análise da produtividade dos equipamentos através das chamadas estimativas de produção.

### 1.4.DESCRICÃO DOS EQUIPAMENTOS

#### ➤ Unidades escavo-empurradoras:

Trata-se de um máquina capaz de escavar e empurrar a terra. Estas máquinas podem ser tractores de esteiras ou de pneus aos quais se adapta um implemento denominado lâmina. A máquina passa então a chamar-se tractor de lâmina ou **“buldózer”**.

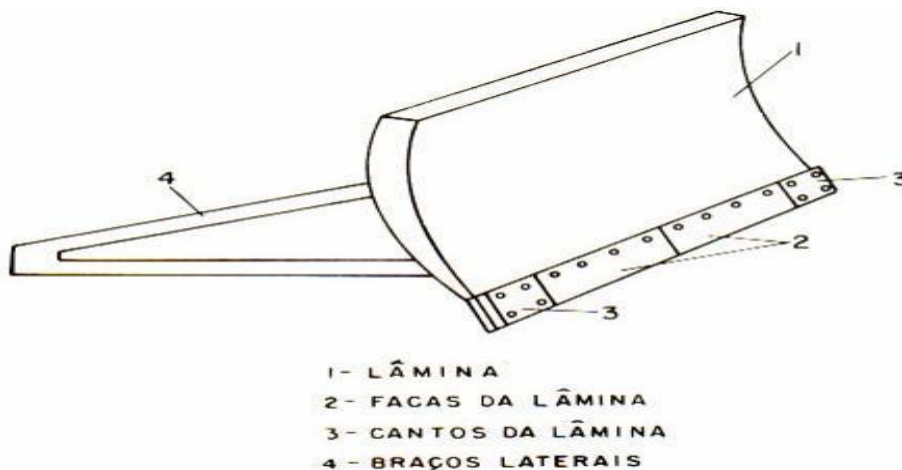


Figura 1 – Lâmina e seus componentes



A lâmina tem uma secção transversal curva de modo a facilitar a operação de desmonte e na parte inferior recebe um elemento cortante aparafusado denominado faca da lâmina. Nas extremidades existem duas peças que são os cantos da lâmina. Estes elementos cortantes são facilmente removíveis para substituição quando desgastadas. As lâminas são suportadas por braços laterais que fazem ligação ao tractor.

Este equipamento tinha o inconveniente de possuir uma lâmina fixa e perpendicular ao eixo longitudinal do tractor o que só permitia a escavação e o transporte para a frente. Com o fim de evitar este inconveniente surgem então os chamados “angledozer” cujas lâminas permitem formar ângulos diferentes de  $90^\circ$  em relação ao eixo longitudinal do tractor. A vantagem de um equipamento com este tipo de características é bem evidente no caso de corte em meia encosta, conforme se pode verificar na figura.

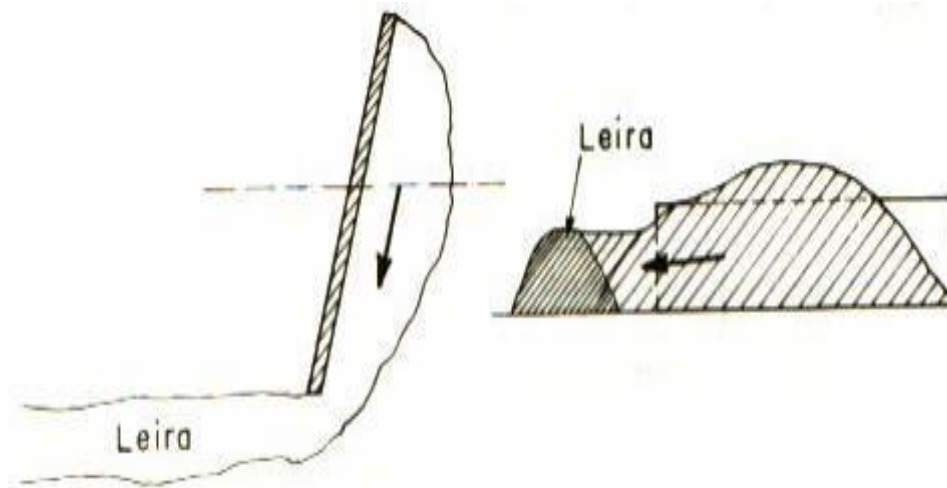


Figura 2 – Trabalho com lâmina não perpendicular ao eixo da máquina

As operações por ele executadas são a escavação, carga, transporte e descarga. A escavação é feita através da lâmina de corte que entra em contacto com o terreno pelo abaixamento da caçamba do “scraper”. A carga faz-se pelo arrastamento do “scraper” e da lâmina, a qual penetra no solo, sendo este empurrado para o interior do “scraper”.

Completa a carga, o avental fecha-se iniciando-se a fase de transporte. A descarga é feita accionando um ejector.

O “scraper” automotriz ou motoscraper consta de um “scraper” de um único eixo que se apoia sobre um rebocador de um ou dois eixos, através do pescoço. Este tipo de montagem permite uma maior aderência das rodas motrizes do tractor em consequência do aumento de peso que incide sobre elas. Além disso, assegura a independência de movimentos entre os dois componentes do “scraper”, permitindo a execução de curvas e manobras com facilidade.

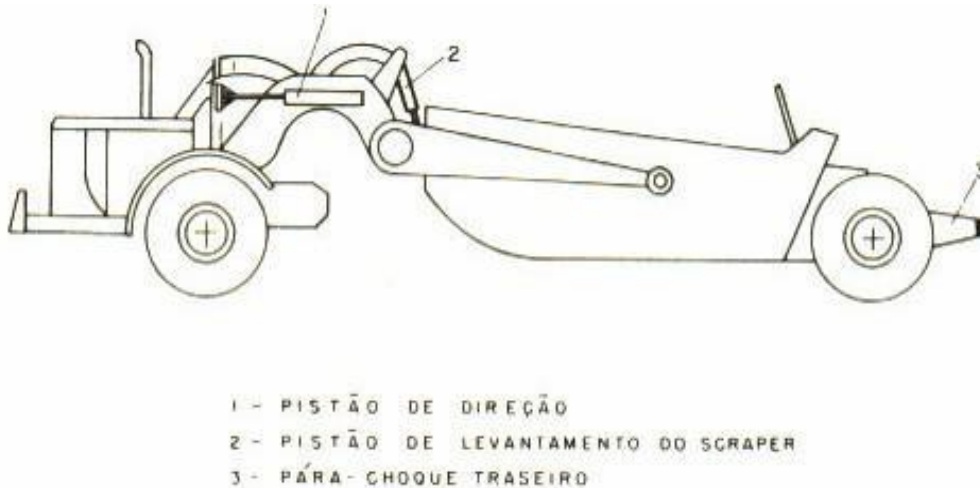


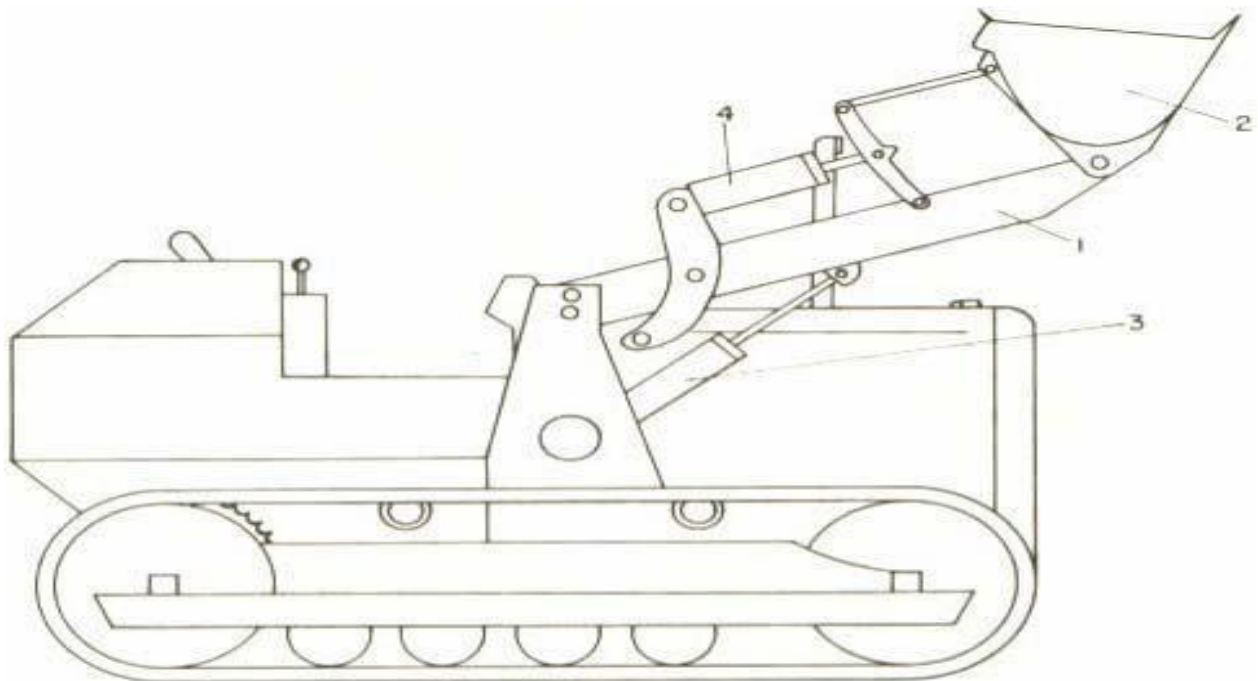
Figura.3 – “Motoscraper” com rebocador de um eixo

➤ **Unidades escavo-carregadoras:**

São, como o próprio nome indica, unidades que escavam e carregam o material sobre um outro equipamento que posteriormente o transporta. Existem dois tipos de máquinas:

- *Carregadeiras;*
- *Escavadeiras.*

As carregadeiras, também denominadas pás-carregadeiras, podem ser montadas sobre esteiras ou sobre rodas com pneumáticos.



- 1- BRAÇO DE LEVANTAMENTO DA CAÇAMBA
- 2- CAÇAMBA FRONTAL
- 3- PISTÃO DE ELEVACÃO
- 4- PISTÃO DE ACIONAMENTO DA CAÇAMBA

Figura 4 – Carregadora de esteiras

Sobre um tractor de esteiras convencional são adaptados dois braços laterais de levantamento da caçamba, accionados por dois pistões de elevação de duplo efeito, alimentados por uma bomba hidráulica de alta pressão que é accionada por uma tomada de força do motor. A caçamba é articulada e pode ocupar diversas posições. A figura seguinte mostra o tipo de movimentação das carregadeiras.

A escavadeira, também chamada pá mecânica, é um equipamento que trabalha estacionado e possui uma estrutura portante. A escavadeira pode ser montada sobre esteiras, pneumáticos ou trilhos, sendo mais comum o uso das primeiras. Assim sendo o “chassi” apoiado sobre esteiras suporta a super estrutura móvel em torno de um eixo vertical. O mecanismo que permite o giro de 360° consta de um círculo ou coroa de giro sobre o qual corre uma engrenagem ligada por uma transmissão ao eixo motriz.

O deslocamento do equipamento é feito através das esteiras accionadas também por um sistema de transmissão ligado ao eixo motriz.

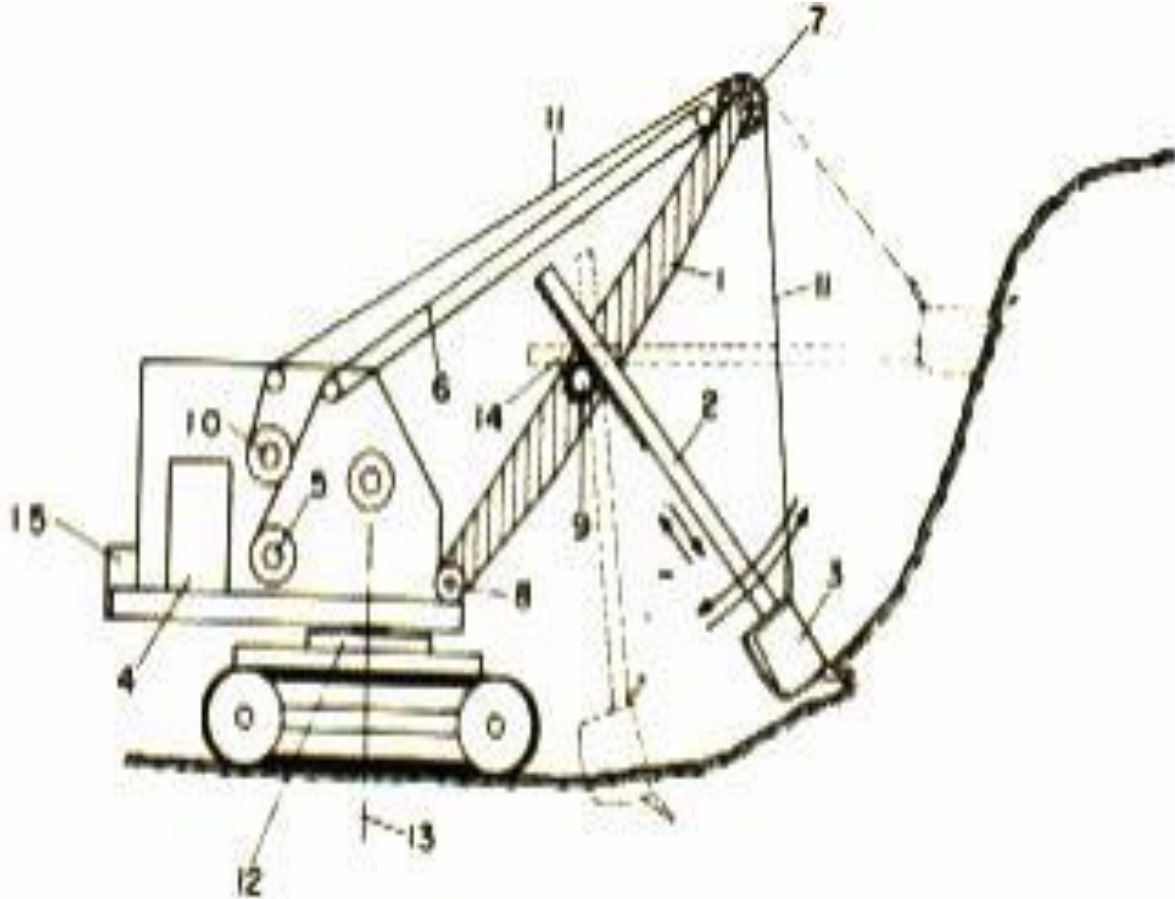
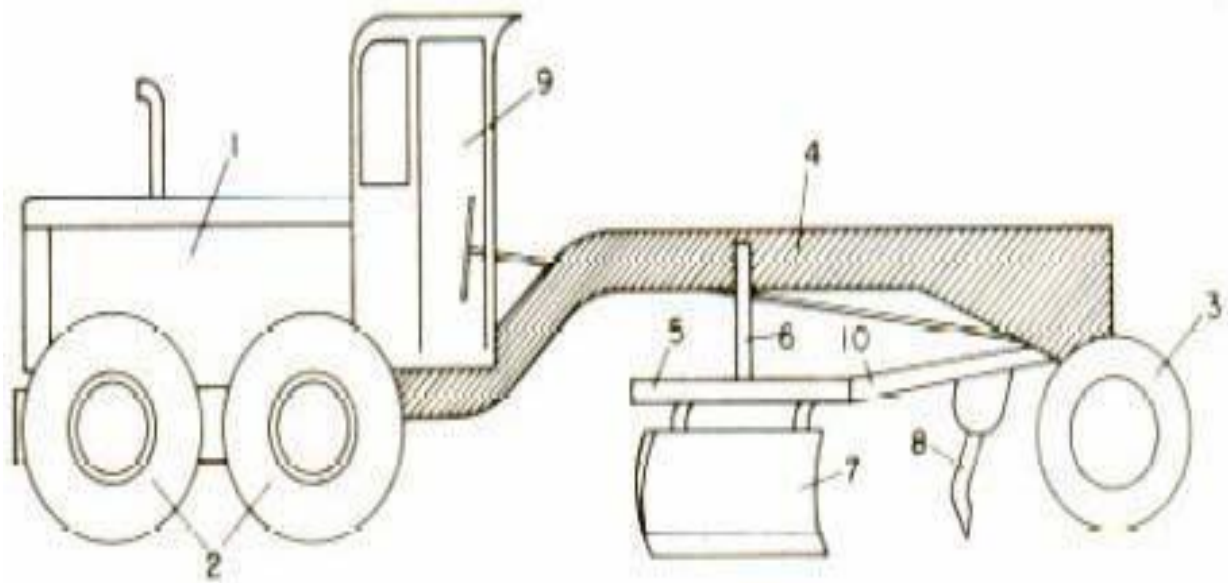


Figura.5 – Escavadeira com lança “shovel

➤ **Unidades aplainadoras:**

Este tipo de equipamentos destina-se especialmente ao acabamento final. As principais características destes equipamentos são a grande mobilidade da lâmina de corte e a sua precisão de movimentos, permitindo o seu posicionamento nas posições mais diversas.





- 1- MOTOR
- 2- TRUCK TRASEIRO MOTRIZ
- 3- TRUCK DIANTEIRO DE DIREÇÃO
- 4- CHASSIS PRINCIPAL
- 5- CÍRCULO DE GIRO DA LÂMINA
- 6- BRAÇOS DE SUPORTE DO CÍRCULO DE GIRO
- 7- LÂMINA
- 8- ESCARIFICADOR
- 9- CABINE DE COMANDO
- 10- BRAÇO DE SUSPENSÃO

Figura.6 – Vista lateral

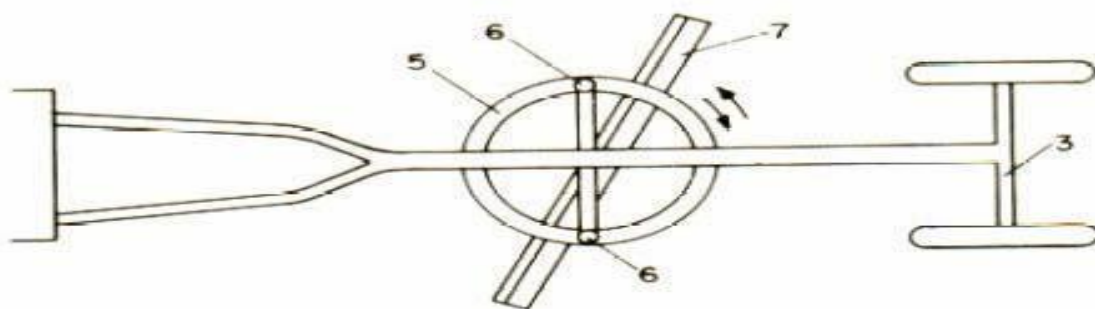


Figura.7 – Planta

➤ **Unidades escavadoras-elevadoras:**

Existem alguns tipos de solos que, pelas suas características de compactidade e humidade natural, se prestam mais favoravelmente à aplicação de máquinas especiais que são as escavadoras-elevadoras.

Este tipo de equipamento é, fundamentalmente, uma variante das máquinas escavo-carregadoras cujo trabalho é completado por unidades transportadoras.

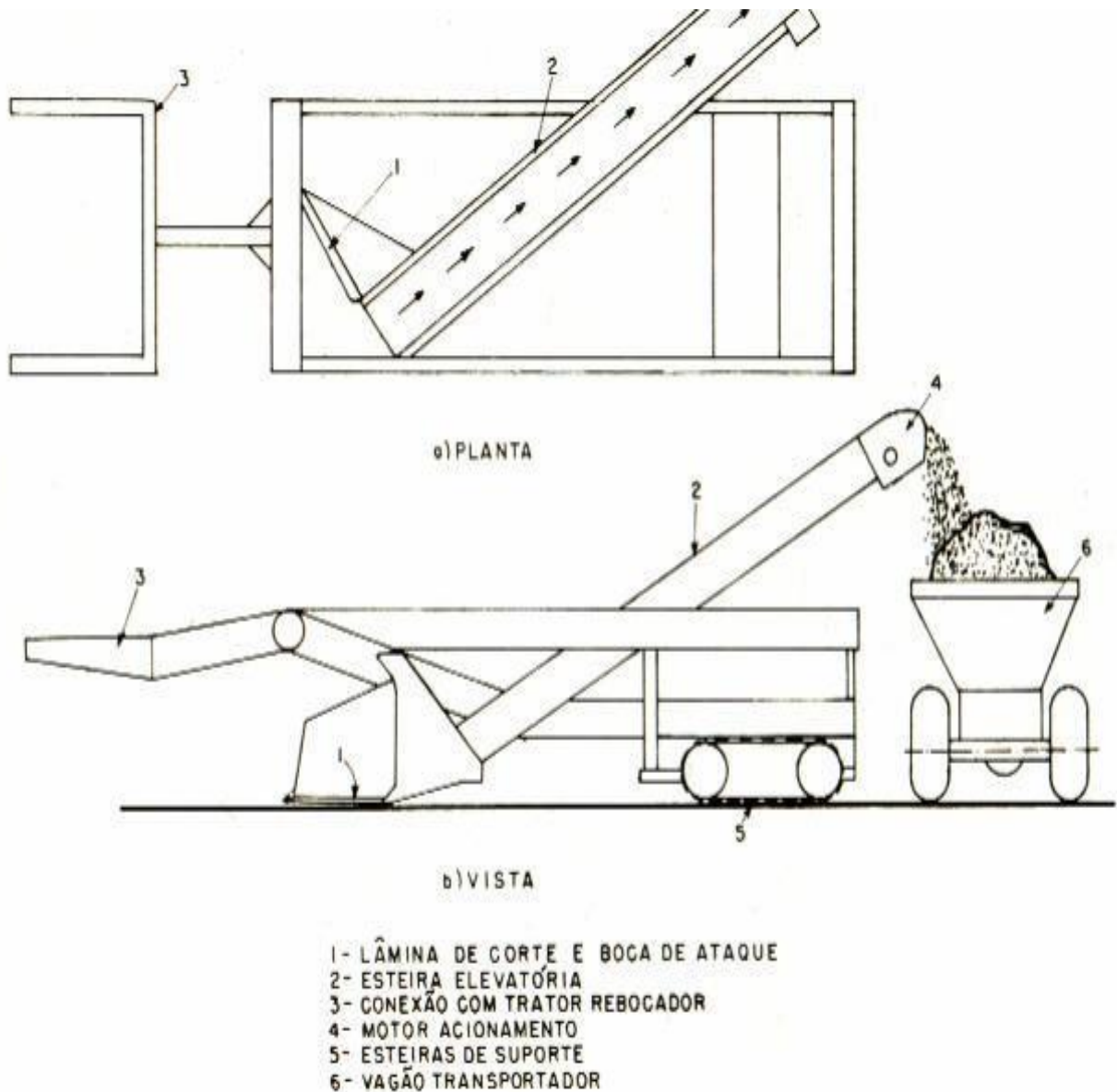


Figura.8 – Unidade escavo-elevadora



## 1.5. SELECCÃO DOS EQUIPAMENTOS DE ESCAVAÇÃO

Para seleccionar o equipamento de escavação ideal para determinado trabalho é necessário fazer uma análise de todos os factores que influenciam o seu comportamento. Contudo, dada a existência de vantagens e desvantagens relativas entre os diversos equipamentos e ainda devido às limitações económicas, tal análise torna-se bastante complexa. Assim, para determinada escolha de equipamento existem três factores fundamentais:

- *Factores naturais;*
- *Factores de projecto;*
- *Factores económicos.*

*Os factores naturais* são aqueles que dependem das condições existentes no local dos trabalhos tais como a topografia, a natureza dos solos, o nível freático, o regime das chuvas. A natureza do solo deve ser o primeiro aspecto a ser considerado, recorrendo às principais características físicas do solo, como a granulometria, resistência ao rolamento, humidade e resistência às cargas. Em seguida faz-se um estudo da topografia do local, mais ou menos acidentada, não menosprezando nunca os aspectos relacionados com a segurança. Em certas regiões é também necessário fazer uma avaliação da precipitação já que a frequência deste fenómeno natural influencia a produtividade dos equipamentos.

*Os factores de projecto* são, no fundo, representados pelos volumes de terra a ser escavado, as distâncias de transporte, dimensões das plataformas, etc. A análise dos volumes de terras é importante não só para saber o tipo de equipamento mas também a quantidade. A distância de transporte é importante porque dela depende o uso de equipamentos com maior ou menor capacidade de carga. A capacidade de manobras é também fundamental.

*Os factores económicos* podem ser resumidos nos custos do trabalho. Este é normalmente o factor predominante, ou seja, os factores económicos determinam a escolha dos equipamentos na maior parte das vezes. Terão que ser calculados todos os custos e avaliada a capacidade de investimento da empresa que se propõe determinado trabalho de escavação.



## 1.6. EXECUÇÃO DA ESCAVAÇÃO

A execução de determinados serviços na área da construção exige uma série de trabalhos preliminares indispensáveis para permitir a utilização posterior dos equipamentos. A primeira providência será a instalação do canteiro de obras. Este é feito em função da dimensão da obra, da proximidade dos centros urbanos, do tempo de execução, das facilidades locais. Quanto à localização, deve-se escolher um ponto o mais próximo possível do local dos serviços, de fácil acesso e, se possível, com facilidade de água potável e energia eléctrica. Em seguida a preocupação maior consistirá no envio dos equipamentos ao local da obra. As máquinas de esteira e outras de grandes dimensões devem ser transportadas por veículos especiais. As unidades de pneus, desde que devidamente autorizadas, podem circular nas estradas.

Por vezes é também necessária a *construção de estradas de serviço e obras de arte provisórias* de modo a permitir o acesso fácil a todos os pontos da obra a ser implantada.

Outro aspecto importante a ter em conta é a *marcação topográfica* já que a ocorrência de erros na locação do projecto podem implicar graves prejuízos ao executante.

Outros serviços importantes que precedem a escavação propriamente dita são a *limpeza da área de construção, desmatamentos e destocamentos*. Para limpeza da área removem-se todas as obstruções naturais ou artificiais existentes, tais como: a vegetação, tocos e raízes, entulhos e outros obstáculos. A limpeza da área compreende ainda a remoção da camada de terra vegetal ou solo orgânico que pode existir à superfície. O desmatamento compreende o corte e remoção de toda a vegetação. O destocamento consiste na retirada de tocos e raízes, operação que pode ser bastante demorada.

## 1.7. EXECUÇÃO DOS CORTES

### ➤ **Locação topográfica dos cortes:**

Para a execução dos cortes, a primeira providência será a locação topográfica que permite delimitar, de uma maneira precisa, a área que vai ser trabalhada pelas máquinas.

Assim sendo, é necessária a marcação dos pontos extremos da secção transversal dos cortes (também chamados pontos “off-set”). Estes pontos são bastante importantes para a boa execução dos trabalhos, já que, se existirem erros, ocorrerá o alargamento ou diminuição da boca do corte. Daí provém a formação de superfícies côncavas ou convexas no talude, em lugar da superfície plana e inclinada que é conveniente obter.

Para determinar a localização desses pontos é necessário conhecer as cotas vermelhas, ou seja, as alturas de corte, a largura da plataforma e o ângulo de talude de corte a adoptar. A figura seguinte mostra os elementos necessários para a localização dos cortes.

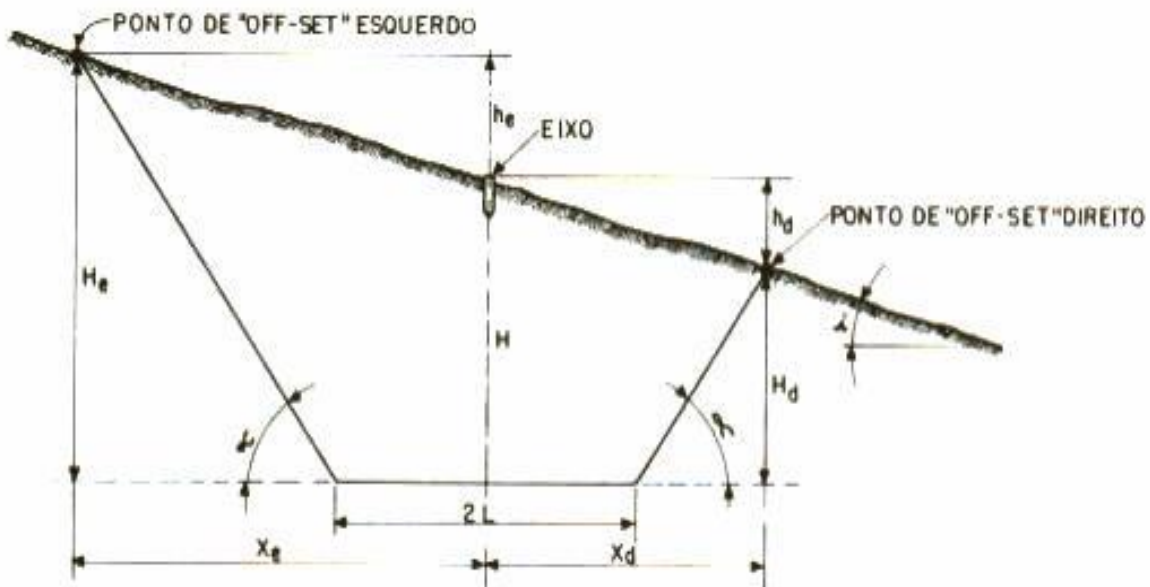


Figura.9 – Elementos para localização dos cortes

Da figura temos:

- |  |
|--|
| $hd$ - diferença de cotas entre o eixo e o “off-set” direito;  |
| $Xe$ - distância horizontal do “off-set” esquerdo ao eixo;     |
| $H$ - altura do corte no eixo – cota vermelha do projecto;     |
| $2L$ - largura da plataforma;                                  |
| $he$ - diferença de cotas entre o “off-set” esquerdo e o eixo; |
| $Xd$ - distância horizontal do eixo ao “off-set” direito;      |
| $\alpha$ - ângulo de talude de corte;                          |
| $i$ - ângulo da inclinação natural do terreno.                 |



### ➤ **Controle topográfico da execução dos cortes:**

Os cortes podem ser:

**Em secção plena (ou em caixão)**, quando a implantação corresponde ao encaixe completo na secção transversal no terreno natural;

**Em meia encosta**, quando a implantação corresponde ao encaixe parcial da secção transversal no terreno natural, caso em que a plataforma apresenta parte em aterro.

Para controlar a execução dos cortes no terreno são colocados nos pontos de “offset” piquetes com a indicação da altura de corte nesses pontos ( $H_e$  e  $H_d$ ), e através dessas marcações é que se faz o controle da altura de escavação. A escavação deve prosseguir até as imediações das alturas  $H_e$  e  $H_d$ . Faz-se nova locação do eixo, na plataforma inacabada do fundo do corte, a partir dos referidos pontos de “off-set” Em seguida procede-se ao nivelamento do terreno no eixo relocado, calculando-se as pequenas alturas de corte elaborando-se novo serviço para acabamento da plataforma.

Este acabamento trata-se de um serviço de rapagem, ou seja, corte de pequena altura e de precisão na medida. O acabamento dos taludes deverá apresentar a superfície obtida pela utilização normal do equipamento de escavação. Existem vários processos práticos para controlar o ângulo de talude mas, em geral, todos se baseiam na trigonometria. O mais comum é aplicar um triângulo rectângulo com a hipotenusa sobre a superfície do talude colocando-se um nível de bolha sobre o cateto superior.

## **1.8.ESCAVAÇÃO DE ROCHA**

A escavação de rocha é um caso particular da escavação mas que não deixa de ser importante. Frequentemente encontram-se maciços rochosos cuja remoção exige a aplicação de técnicas específicas. Em escavação de fundações aparecem muitas vezes blocos rochosos.

A escavação de rocha pelos processos convencionais é feita através de *perfurações do maciço a distâncias pré-determinadas, da introdução de explosivos nos furos, da detonação desses explosivos e da remoção da rocha demolida.*



Para furos de determinadas distâncias são por vezes usadas *perfuratrizes*. Na perfuratriz é introduzida uma broca, isto é, uma haste metálica que possui na extremidade um material muito duro chamado pastilha que escava a rocha, perfuradora.

A perfuratriz manual transmite movimento de percussão e rotação à haste, mas é a pastilha que escava a rocha. Nas perfuratrizes operadas manualmente, o trabalhador necessita de fazer um esforço sobre ela.

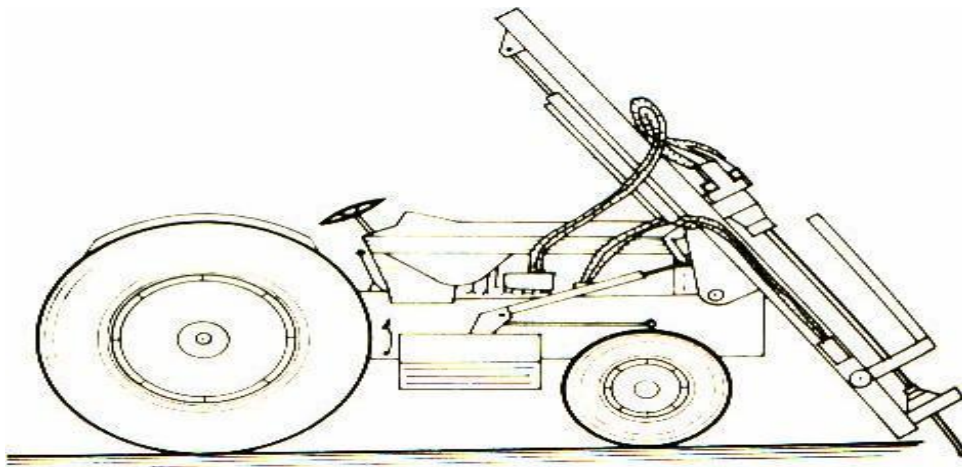


Figura.10 – Perfuratriz com avanço montada sobre trator de pneus

➤ **Podemos classificar as perfuratrizes em:**

- ***Perfuratrizes percussivas;***
- ***Perfuratrizes rotativas;***
- ***Perfuratrizes percussivo-rotativas;***
- ***Perfuratrizes de furo a baixo.***

*As perfuratrizes percussivas* são aquelas que reproduzem o trabalho manual de perfuração de rocha. Apesar de se denominar percussiva, a perfuratriz produz na verdade, um giro na broca imediatamente após cada golpe. Esse giro é apenas um pequeno arco de círculo não sendo considerado por isso uma rotação. Assim a perfuração é caracterizada por dois movimentos: golpeamento da broca seguido de um giro da broca.

*As perfuratrizes rotativas* transmitem à broca somente movimento de rotação. A broca trabalha sob acção de uma pressão constante não havendo, portanto, percussões sobre ela.



Conforme o tipo de broca as perfuratrizes rotativas podem cortar, esmagar ou provocar abrasão. Este tipo de perfuratrizes destina-se, quase sempre, a furos de grande profundidade.

*As perfuratrizes percussivo-rotativas* apresentam rotação contínua além de percussões sobre a broca. Diferem das perfuratrizes percussivas porque estas, além do porte menor, têm rotação da broca descontínua. Outra diferença reside em serem utilizadas para perfuração de diâmetros maiores.

*Nas perfuratrizes de furo-abaixo*, o esforço de percussão para a extremidade da broca, onde efectivamente ocorre a demolição da rocha para avanço do furo não está na superfície mas sim junto à parte mais extrema da broca. Desta forma, o mecanismo de percussão acompanha a parte mais baixa do furo. A vantagem principal reside no facto de se evitar uma dissipação de energia ao contrário do que se verifica nos outros equipamentos.

As brocas transmitem à rocha os esforços criados na perfuratriz. Através da sua extremidade cortante é feito o furo na rocha. Existem dois tipos de brocas. As brocas podem ser integrais ou monoblocos, em que as partes componentes constituem uma parte única. Assim, para diferentes cotas de profundidade, são necessárias brocas de vários comprimentos. Existem também as chamadas brocas de extensão. Neste tipo de brocas obtém-se maior comprimento através da adição de segmentos de aço que são roscados. Este tipo de brocas parece ter menos inconvenientes.

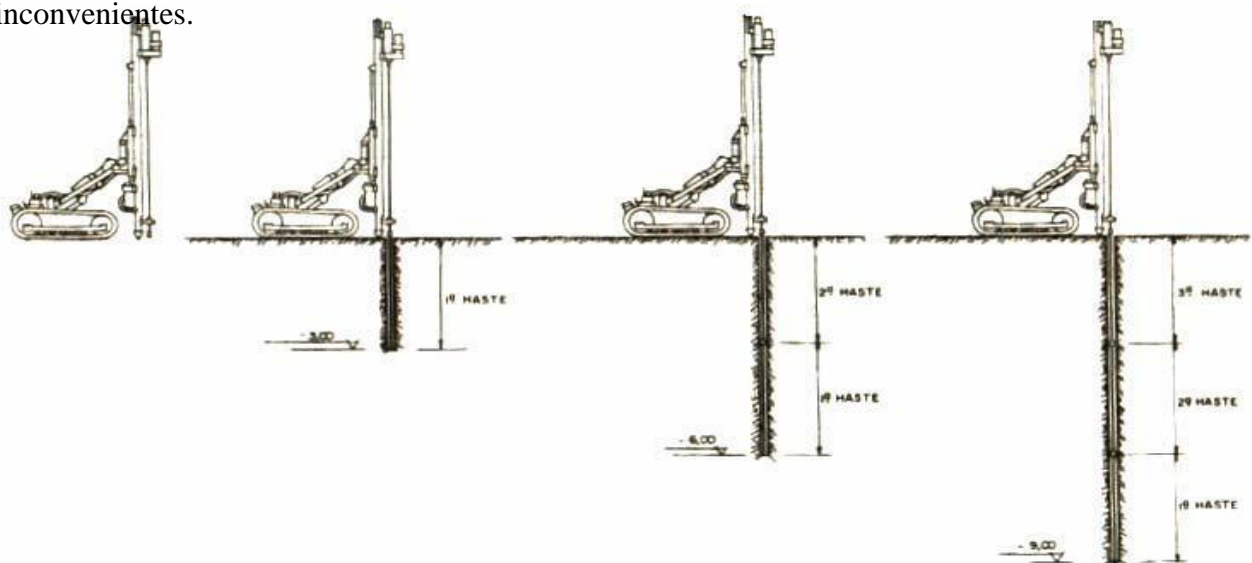


Figura.11 – Sequência de utilização das hastas na perfuração com brocas de extensão





Os compressores de ar são também equipamentos “auxiliares” bastante importantes para os equipamentos de perfuração. Os compressores de ar são máquinas que aspiram o ar da atmosfera e o comprimem, reduzindo portanto o seu volume e aumentando a pressão. O ar comprimido é enviado aos equipamentos de perfuração por meio de mangueiras flexíveis ou tubos metálicos conforme a quantidade de ar comprimido e das distâncias entre equipamentos.



Figura.12 – Compressor de parafuso portátil

## 1.9.SEGURANÇA NA ESCAVAÇÃO

### ➤ Escavação sem e com contenção

O construtor executa obras de contenção basicamente para escavar provisoriamente o solo para apoio das fundações de obras diversas ou para alterar a topografia de zonas com escavação e/ou aterros.

São infelizmente, excessivamente frequente os acidentes que ocorrem nas obras de contenção, normalmente por má resolução dos problemas aquando da execução. Por isso deve ser obrigação do engenheiro aprovar ou desaprovar o método de construção e controlar o projecto de entivação.

Eng<sup>o</sup> Américo



A escavação sem contenção usa-se quando a profundidade de escavação é pequena e existe espaço para executar talude estável. Por razões de economia, os taludes fazem-se com a maior inclinação possível, compatível com as características do terreno, pois é preferível remover pequenos e localizados escorregamentos desses taludes íngremes do que fazer escavação geral para taludes mais suaves. Os taludes mais íngremes que podem ser usados em determinada região são determinados pela experiência local. Para pequena duração de escavação (temporária) até as areias apresentam coesão aparente por cimentação (ou por tensão superficial devida à humidade que contêm). Para escavação mais prolongada é usual a inclinação 1 (vertical) para 1,5 (horizontal), mas não é raro 1 (vertical) para 0,5 (horizontal).

Os terrenos argilosos, dadas as suas características, terão que ter um estudo especial.

No caso das argilas moles, há que ter em atenção que a inclinação do talude deve ser compatível com a capacidade resistente da argila do fundo da escavação, para que este não suba. No caso de argilas duras, o preenchimento por água das chuvas, por exemplo, das fissuras e fendas que se desenvolvem junto à superfície, vai aumentar o impulso hidrostático, reduzindo significativamente, a curto prazo, o coeficiente de segurança, a mais longo prazo, as argilas amolecem, reduzindo-se gradualmente o referido coeficiente de segurança do talude, independentemente do facto de estas argilas poderem estar, por breves períodos, sem qualquer suporte e com taludes íngremes. Por isso deve haver cuidados na colmatagem dessas fendas e na execução de caleiras de recolha de água junto à crista do talude, ou na adopção de outros dispositivos para evitar as infiltrações no talude e na crista.

Quando a execução do talude não é aceitável ou realizável, ou ainda não é economicamente justificável, há que executar contenção de terras como muros de suporte (verticais ou inclinados, de alvenaria, betão, etc), cortinas de estacas pranchas, paredes moldadas, pré-fabricadas ou estacas-secantes, muros de terra armada bem como outros processos resultantes de variantes destas soluções.

#### ➤ **Precauções durante a construção**

Na Engenharia Civil, para a execução de qualquer obra de contenção é necessário ter em



conta algumas precauções durante a execução.

A primeira precaução será a avaliação das condições meteorológicas. Estes trabalhos são sempre dependentes das condições meteorológicas existentes durante o período de construção. As modificações do regime da água no solo das obras de contenção significam muitas vezes um risco que terá que ser devidamente quantificado, já que, este tipo de obras implica, muitas vezes, perturbação no regime de circulação da água no solo, com consequências que se podem repercutir, quer nos valores dos impulsos (activos e passivos) quer nos assentamentos da obra e das zonas vizinhas. A escolha da modalidade de execução não pode por isso inviabilizar o regime previsto na concepção e dimensionamento da obra de suporte.

Outro factor a salientar é que deve ter-se em conta eventuais esforços anormais, durante qualquer fase da construção, o que poderá causar danos irreversíveis. É necessário, antes do início dos trabalhos, o plano pormenorizado da sequência, importância e duração das diversas intervenções para não haver interferência de trabalhos nas obras.

#### ➤ **Solicitações a considerar na concepção da contenção**

Para dimensionar qualquer tipo de contenção é fundamental analisar todas as solicitações a que ela está sujeita.

A primeira solicitação a considerar são os impulsos activos e passivos dos terrenos de um e outro lado do suporte. O peso específico do solo provoca sempre uma impulsão sobre a contenção.

Existe também uma acção directa da água. Como, quase sempre, a contenção provoca diferenciação de níveis aquíferos verifica-se normalmente um escoamento de montante para jusante, com perdas de carga, surgindo portanto, forças de percolação para qualquer permeabilidade do meio.

Os efeitos do gelo, calor importante, chuvas fortes e outros fenómenos climáticos devem também ser devidamente contabilizados. Como exemplo, podemos dizer que em caso de gelo prolongado, os impulsos da terra podem aumentar consideravelmente.

Como não poderia deixar de ser, é necessário considerar todas as cargas e sobrecargas directas sobre a contenção ou actuando na sua vizinhança imediata.

Existem por vezes reacções resultantes de uma possível aplicação de tirantes ou



escoramentos. Para obras de contenção superiores a 6 metros é indispensável considerar a acção sísmica.

### ➤ **Deformações das paredes da escavação**

Todos os sistemas de contenção pretendem a redução das deformações laterais nas paredes da escavação. Dizemos redução e não anulação porque esta é impossível uma vez que a parede fundação do vizinho, descarregando no limite da sua propriedade, origina um bolbo de pressões que mobiliza resistência do nosso terreno que vai ser escavado; e qualquer que seja o tipo de contenção, mesmo pré-esforçada, recalces prévios, injeções, etc, sempre é de admitir teoricamente, que a distribuição de tensões da fundação do vizinho, por supressão por parte do seu bolbo situado no nosso terreno, venha a implicar deformação na sua fundação e superestrutura, tanto maior quanto pior for a qualidade do seu terreno e da sua fundação.

Os proprietários do nosso terreno e dos vizinhos devem ser conscientes desta realidade e, assumindo-a, exigirem, aceitando os seus custos, a qualidade da concepção e execução dessas escavações e suas contenções para as deformações aceitáveis; consentindo, por exemplo, a execução de ancoragens sob os terrenos vizinhos cujo pré-esforço atempado reduz consideravelmente aquelas deformações. Para a decisão / opção do Dono da Obra, este tem de dispor de Estrutura adequada (Estado, etc.) ou socorrer-se de Gabinetes de Projecto, Supervisão e Fiscalização de Obra que, em geral, deverão impor disciplina a este tipo de questões, reduzindo os acidentes e conflitos tantas vezes evitáveis.

Nesta temática, também parece aconselhável, à semelhança do que existe noutros países, a intervenção oportuna das Companhias de Seguros, prevenindo os acidentes, na fase das opções, em vez de só remediar após esses acidentes, com custos significativamente mais elevados. O problema das deformações é da responsabilidade dos proprietários e projectistas, os quais, tomam as opções essenciais, só podendo vir a ser do construtor se este não executar o trabalho de acordo com as claras prescrições do projecto, que incluirá, nomeadamente, a definição do tipo, método e ritmo da entivação, escorregamento e escavação, compatíveis com o valor de deformação tolerável (e não fazendo apenas referência vaga às regras da boa arte...).