



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC - 2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I

SERVIÇOS DE ESCAVAÇÃO: Equipamentos e aspectos executivos

Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

Revisão de texto: Júlio Yukio Shimizu

• FEVEREIRO / 2002

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ESCAVAÇÃO DE GRANDES VOLUMES DE SOLO EM ÁREAS LIMITADAS.....	5
3. ESCAVAÇÃO DE SOLOS NÃO CONSOLIDADOS JUNTO À PRESENÇA DE ÁGUA	13
4. ESCAVAÇÃO VERTICAL EM ÁREAS LIMITADAS	16
5. ESCAVAÇÃO DE VALAS.....	19
6. COMENTÁRIOS FINAIS.....	24
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	25

1. INTRODUÇÃO

Os serviços de escavação visam a retirada de solo de um dado terreno a fim de se atingir a profundidade ou a cota necessária a execução de uma determinada construção.

Diferem, portanto, dos serviços de terraplenagem, uma vez que estes envolvem, além do desmonte ou da escavação em si, as etapas de transporte e aterro. No entanto, apresentam bastante semelhanças, sobretudo por lidarem com o mesmo material - o solo - e por compartilharem o uso de determinados equipamentos. como veremos mais adiante.

São serviços indispensáveis as mais diferentes obras civis, desde a construção de edifícios. no caso de subsolos enterrados ou piscinas, ate a construção de barragens. Assim, as escavações são executadas em obras como: edifícios, adutoras d'água, coletores de esgoto, metros, rodovias e ferrovias, aeroportos, canais, barragens, aterros sanitários, etc.

Por esse amplo espectro de aplicações. fica claro que devemos estudar os serviços de escavação em função dos aspectos técnicos neles envolvidos, e não pelo porte ou tipo da obra a que se destinam.

Assim, os serviços de escavação caracterizam-se pelos seguintes aspectos:

- quantidade de solo a ser removido;
- localização da escavação;
- dimensões da escavação;
- tipo de solo a ser escavado;
- destino dado ao material retirado.

Ao considerarmos esses diferentes aspectos, podemos organizar os tipos de escavações em sete diferentes categorias (ver Figura 1):

- de grandes volumes em áreas limitadas;
- de grandes volumes em grandes áreas;
- de solos não consolidados, sobretudo argilas e siltes;
- verticais em áreas limitadas;
- abertura de valas;
- abertura de túneis;
- dragagem.

Dessas sete, as duas últimas não nos interessam no momento, sendo que usualmente não são considerados serviços de escavação, merecendo um tratamento especial à parte.

As escavações de grandes volumes em áreas limitadas (Figura 1.a) são muito comuns na construção de edifícios, nos quais usualmente construímos 1 ou 2 subsolos enterrados, atingindo escavações de mais de 10 m de profundidade. Nesses casos, a técnica usual é se dispor o equipamento de escavação dentro da área a ser escavada, sendo que esse vai escavando o solo no sentido do meio para os limites do terreno. O material escavado é retirado por caminhões, que acessam o local por meio de rampas. A configuração resultante são escavações de contornos verticais ou quase verticais, algumas vezes

inclusive contidas artificialmente (ver apostila Serviços de Contenções).

Os equipamentos usualmente empregados nesses casos são a escavadeira de colher ou, simplesmente, escavadeira (Figura 2.a) e a pá-carregadeira, também chamada escavo-carregadeira, ou, simplesmente, carregadeira (Figura 3), sendo esta última utilizada em escavações de menores volumes.

As escavações de grandes volumes e grandes áreas (Figura 1.b) são típicas de serviços de terraplenagem. Por não terem limitações dimensionais em planta, usualmente são de limitadas por rampas suaves ao invés de por paredes verticais, como no caso anterior. Isso faz com que o acesso à área escavada, sobretudo para a retirada do material, se dê sem a necessidade de construção de rampas de grandes inclinações, permitindo a utilização de equipamentos como os *scrapers* (Figura 2.e), que cumprem o duplo papel de escavarem e transportarem o solo.

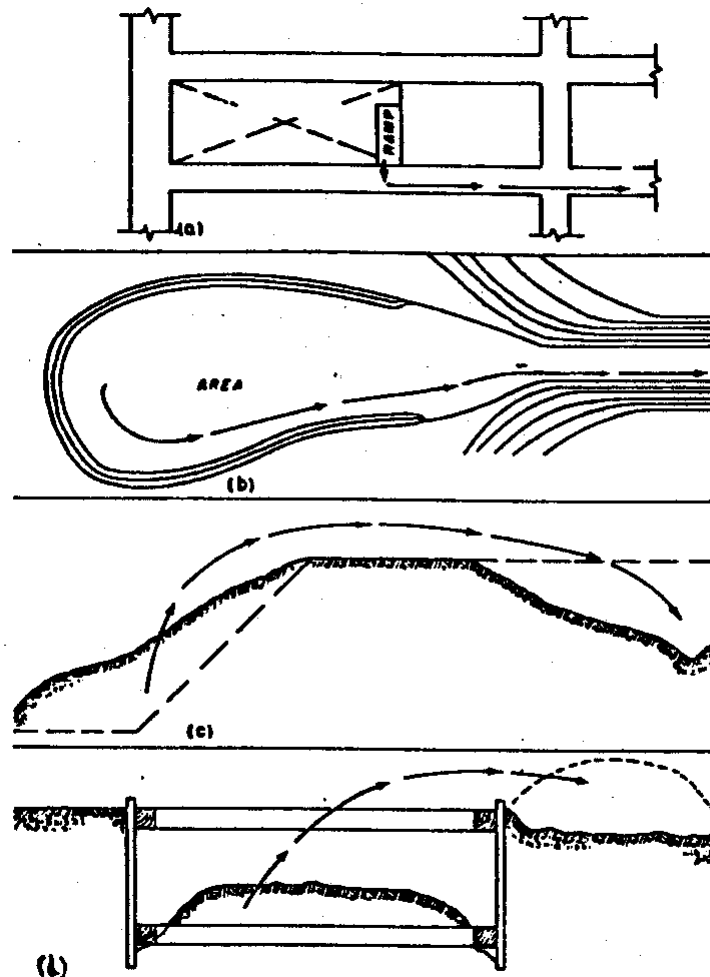


Figura 1 - Tipo de escavações mais usuais:

- (a) grandes volumes em áreas limitadas;
- (b) grandes volumes em grandes áreas;
- (c) de solos não consolidados;
- (d) verticais em áreas limitadas (fonte: Carson)

Esse tipo de escavação não será por nos discutida, por ser ela típica dos serviços de terraplenagem, e por já ter lá sido previamente estudada.

As escavações de solos não consolidados (Figura 1.c) são executadas junto a presença de água, como em margens de rios ou canais ou em encostas marítimas, em obras de retificação, canalização, desassoreamento, construção de portos, etc.

O equipamento utilizado fica locado na parte não escavada, e não dentro da escavação, como nos casos anteriores. são preferencialmente utilizadas as pás-de-arrasto (Figura 2.c).

As escavações verticais em áreas limitadas (Figura 1.d) são tipicamente executadas em solos não coesivos ou quando existe a presença de água, sendo sempre indispensável a execução de contenções laterais.

O equipamento recomendado é a concha (Figura 2.d), que se localiza fora da escavação, junto ao seu limite, e retira o solo verticalmente.

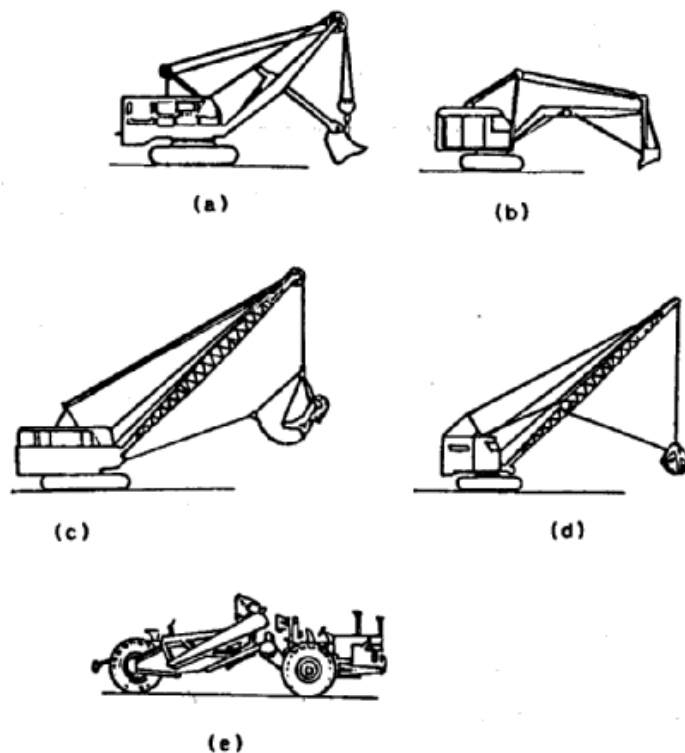


Figura 2- Principais equipamentos utilizados em escavações:

- (a) escavadeira de colher (*shovel*);
- (b) retroescavadeira (*backhoe*);
- (c) pá-de-arrasto (*dragline*);
- (d) concha (*clamshell*);
- (e) *scraper* (fonte: Carson).

A abertura de valas é uma escavação que se caracteriza por apresentar duas dimensões bem definidas e de pequena extensão: a largura e a profundidade. Já seu comprimento é

bastante grande, sendo ela utilizada na execução de obras lineares como galerias, adutoras, túneis de metrô, etc.

Pode ou não implicar no uso de contenções verticais. Os equipamentos preferencialmente utilizados são as retroescavadeiras (Figura 2.b) ou as conchas (Figura 2.d) que aqui também se localizam fora da área escavada, junto a sua periferia.

Antes de analisarmos com um pouco mais de cuidado essas cinco diferentes técnicas e seus respectivos equipamentos e interessante fazermos um comentário acerca das escavações de um modo geral.

For ser um serviço executado fundamentalmente pela manipulação do solo, é evidente que o estudo, o desenvolvimento e a sistematização dos processos de escavação não podem prescindir de conhecimento apurado desse material.

Assim um profissional que se dedique a execução de escavações deve estudar com profundidade áreas da geologia e da mecânica dos solos e das rochas.

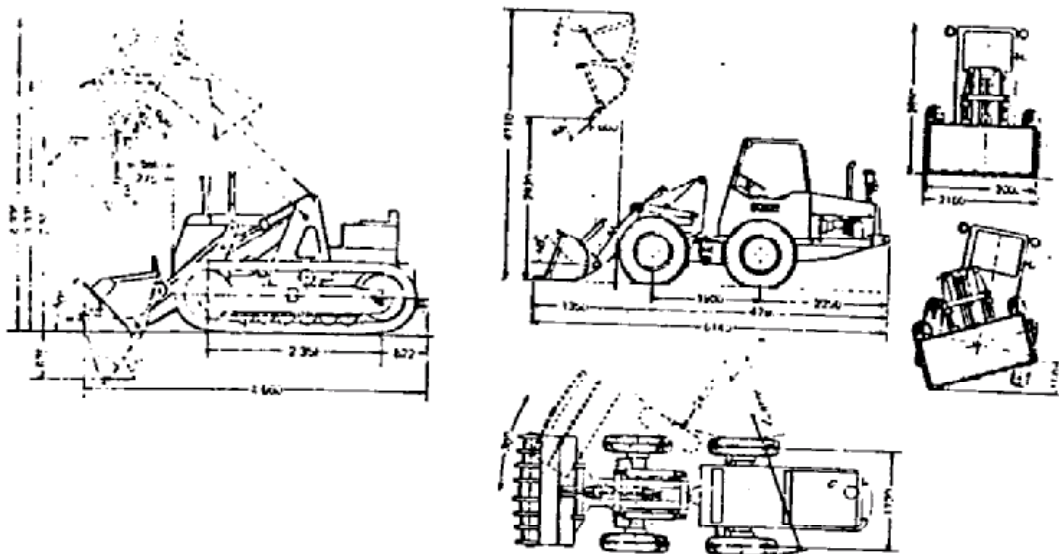


Figura 3- Tipos de escavo-carregadeiras:

- (a) de esteira;
- (b) de pneus.

Por exemplo, ele deve conhecer as rochas, os minérios, as formações rochosas, os tipos de solos e seu processo de formação e, inclusive, um pouco de geomorfismo (estudo da conformação da superfície terrestre), sobretudo no caso de grandes escavações em áreas abertas.

Da mecânica dos solos ele deve conhecer propriedades tais como granulometria, ângulo de atrito e coesão, compactidade, porosidade, permeabilidade, etc.

Da mecânica das rochas ele deve conhecer propriedades como textura, composição

mineralógica, estrutura, resistência mecânica, fraturas, etc.

O que queremos dizer com isso é que para executarmos com sucesso uma escavação não basta conhecermos tão somente as técnicas executivas, mas também os conceitos que estão por traz delas, pois só assim especificaremos um serviço com o correto processo de execução e o correto equipamento, economizando recursos e obtendo um resultado final de melhor qualidade.

2. ESCAVAÇÃO DE GRANDES VOLUMES DE SOLO EM ÁREAS LIMITADAS

Como já dissemos, essas escavações são tipicamente feitas em áreas urbanas para construção de partes enterradas de edifícios.

São delimitadas por paredes verticais ou quase isso, as quais, dependendo do tipo de solo do local e da vizinhança da escavação, podem ou não ser contidas por estruturas de contenção provisórias ou definitivas (ver apostila sobre o assunto).

Na grande maioria dos casos o equipamento mais recomendado para esse serviço é a escavadeira de colher ou *shovel*, a qual é capaz de escavar a maioria dos solos, inclusive os mais resistentes, além de facilmente carregar os equipamentos utilizados na retirada do material escavado.

A Figura 4 mostra um equipamento em operação de corte (a) e carregando um caminhão (b).

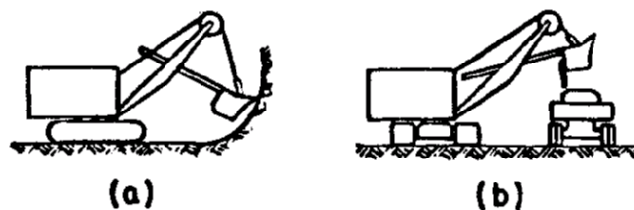


Figura 4 - Operações com uma escavadeira de colher:

- (a) corte do solo;
- (b) carregamento do caminhão (fonte: Carson).

Sua maior restrição é não se adaptar bem com solos não coesivos (areias), já que seu sentido de escavação é sempre de baixo para cima, formando cortes quase verticais, que não são estáveis nesses tipos de solo. A Figura 5 mostra a seqüência de execução de um corte com uma escavadeira de colher.

Cabe aqui fazermos um comentário acerca do comportamento dos diferentes tipos de solos. Assim, os solos compostos por materiais de maior granulometria (acima de 0,05 mm) ou as areias caracterizam-se por serem um material inerte e a principal interação que ocorre entre suas partículas é a existência de um atrito que dificulta a “rolagem” de uma sobre a outra.

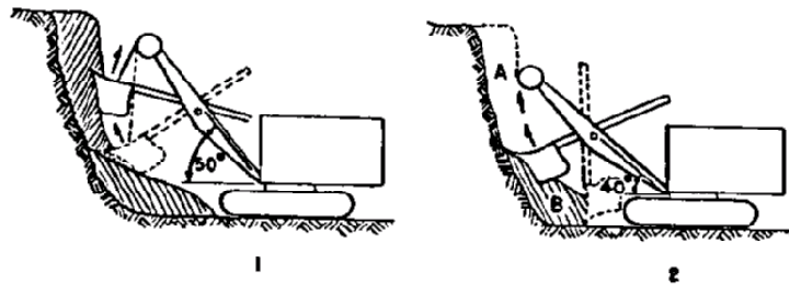


Figura 5 - Passos para a execução de uma escavação com escavadeira de colher (fonte: Carson).

Esse atrito é medido pelo que chamamos de ângulo de atrito. Tal atrito já não aparece em solos compostos por materiais de menor granulometria ou nas argilas, cujas partículas têm dimensões da ordem de 0,005 mm e podem facilmente rolar umas sobre as outras.

A Figura 6 ilustra a visualização do ângulo que constatamos se despejarmos uma porção seca de areia e de argila superfície plana, formando um cone.

Apesar de ser muito menor o atrito entre as partículas da argila estas apresentam uma propriedade não existente nas areias chamada, coesão, que confere a elas uma característica de material aglutinante.

Para tanto é necessário a presença de água entre as partículas, que cria tensões capilares e permite ainda o surgimento de forças atrativas elétricas que ligam os grãos entre si, como ilustra a Figura 7.



Figura 6 - Comparação de atrito de uma areia e de uma argila seca.

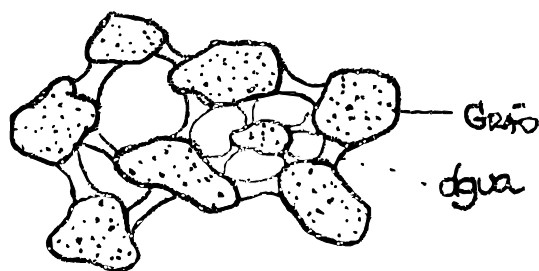


Figura 7 Atração entre as partículas de argila que se traduz pela coesão do material.

Assim, enquanto que nas areias essas forças são desprezíveis devido ao tamanho dos grãos, nas argilas elas atingem valores da ordem de 150 gf/cm² de superfície.

É essa força de coesão que permite escavarmos paredes quase verticais em solos argilosos, pois ela garante a estabilidade da superfície. No caso de solos arenosos, existe a tendência da superfície desbarrancar, assumindo um ângulo final igual ao ângulo de atrito.

Tanto o ângulo de atrito quanto a coesão são bastante prejudicados pela presença excessiva de água. Quem nunca tentou fazer um buraco na areia da praia junto ao mar e não constatou que quando vem a onda o buraco desbarranca completamente? Ou ainda, quem nunca brincou com barro e verificou que existe uma unidade limite a partir da qual o mesmo vira lama e com ele não se consegue moldar nada que "pare em pé"?

Retomando as escavadeiras de colher, estas podem ser montadas sobre esteira ou sobre pneus, característica essa, comum a quase todos os outros equipamentos de escavação.

Na verdade, os equipamentos utilizados em serviços de escavação usualmente podem ser subdivididos em três partes distintas: a unidade de tração, a unidade giratória e a lança, como mostra a Figura 8.

Como vemos pela Figura 8, a unidade de tração pode propiciar o deslocamento do equipamento por meio de esteira ou pneus, ou mesmo pode ser uma simples carreta que deve ser puxada por outro equipamento para se mover.

A opção por um ou outro sistema depende da aplicação. Os equipamentos sobre esteira são mais robustos e mais estáveis, sendo adequados a situações mais adversas, além de apresentarem a vantagem de exercerem menos pressão sobre o solo e de vencerem rampas de grandes inclinações, da ordem de 1:3 ou 20°. Os equipamentos sobre pneus se deslocam com mais facilidade e velocidade, mas possuem duas unidades de potência, o que os torna mais caros.

A unidade giratória se movimenta ao redor de um eixo vertical fixado à unidade de tração. Normalmente é dotada de cabine para o operador e nela se localizam os comandos do equipamento, bem como o sistema propulsor que aciona a lança e que permite a rotação do conjunto. No caso da tração se dar por meio de esteiras, esse mesmo sistema fornece tração ao equipamento. Tal sistema propulsor é usualmente um motor diesel.

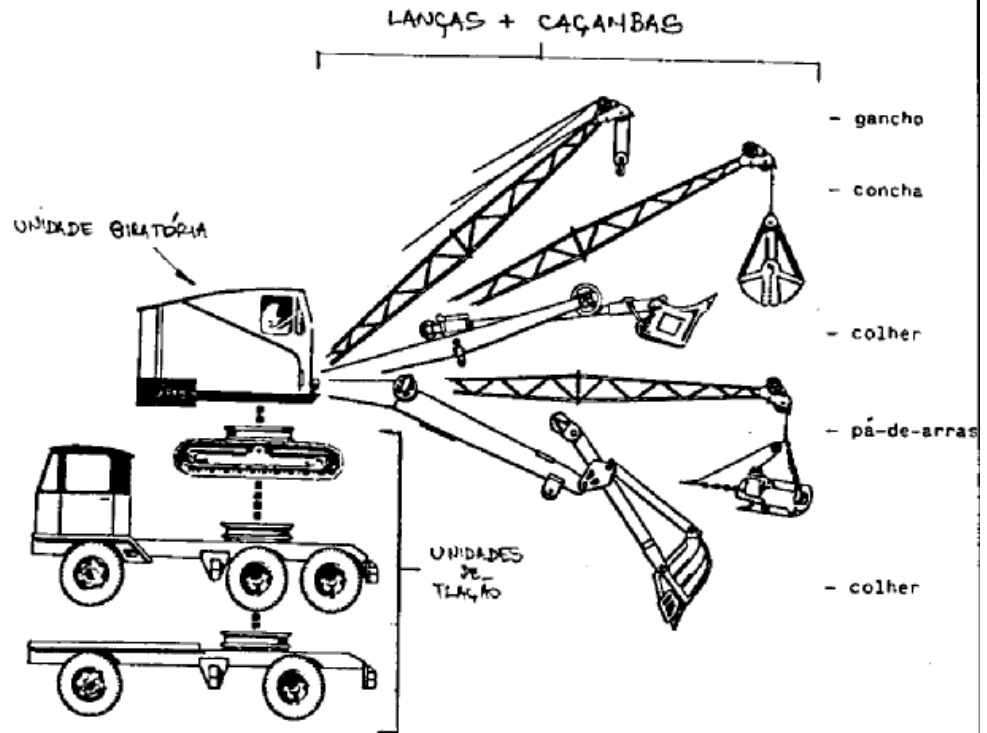
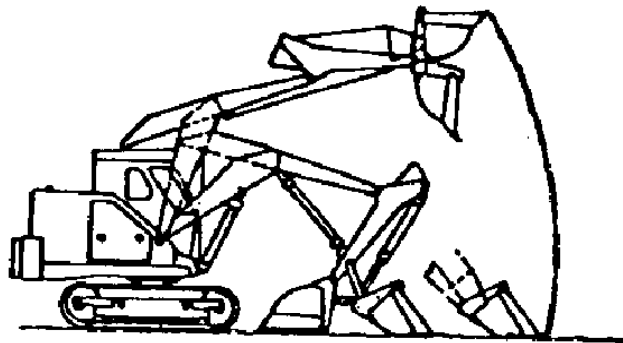


Figura 8 - Partes constituintes dos equipamentos de escavação: unidade de tração, unidade giratória e lança (fonte Nichols).

A lança é composta por uma série de hastes articuladas e pela ferramenta de corte, sendo ambas acionadas por um conjunto de cabo ou correntes de aço ligados ao sistema



propulsor. Equipamentos mais modernos tem acionamento hidráulico, como ilustra a Figura 9, os quais, de uma maneira geral, não permitem a versatilidade dos equipamentos mecânicos de se converterem em diversos tipos de escavadeiras, como mostra a Figura 9

Figura 9 – Escavadeira de colher com acionamento hidráulico (fonte: Christian).

A capacidade volumétrica da colher varia em função do porte do equipamento, indo usualmente desde 300 l até 3 m³, com valor médio de 750 l. Equipamentos especiais chegam a ter colheres com até 50 m³.

A produtividade horária do equipamento depende não só da capacidade da colher. Por exemplo, uma escavadeira com colher de 1,0 m³ escava cerca de 160 m³ de solo comum em uma hora, valor esse que cai quase a metade no caso de argilas úmidas bastante coesivas (90 m³).

As dimensões de trabalho dependem também do porte do equipamento. Por exemplo, a Figura 10 ilustra valores limites mais significativos para equipamentos de 300 ℓ, 1 m³ e 1,5 m³, com descarga sendo feita a 45°.

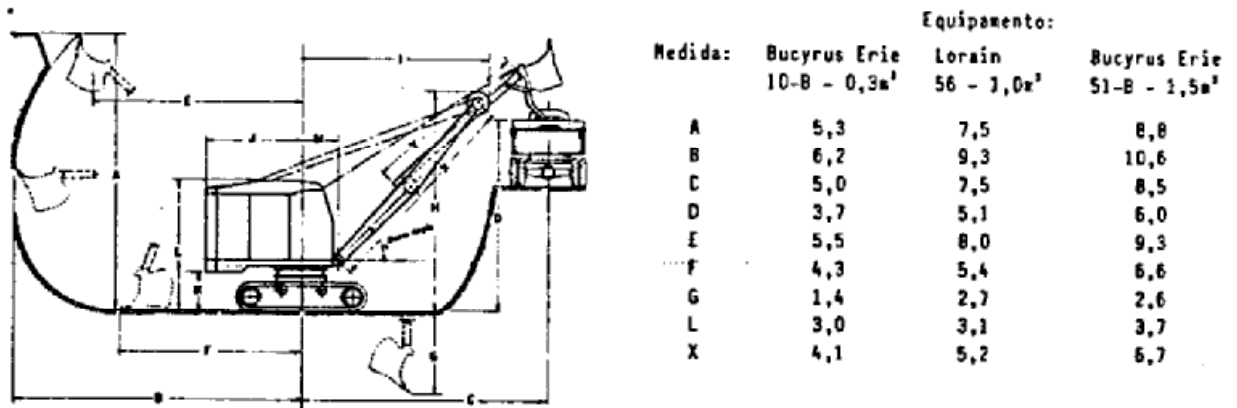


Figura 10 - Dimensões de trabalho de escavadeiras com colher de 300 ℓ, 1,0 m³ e 1.5 m³, em metros (fonte: Carson).

A escavação com uma escavadeira de colher pode se dar segundo duas formas de ataque: paralela ou frontal.

No ataque paralelo (Figura 11.a) a escavadeira avança paralelamente a superfície escavada, enquanto que no frontal (Figura 11.b) o avanço se dá perpendicularmente.

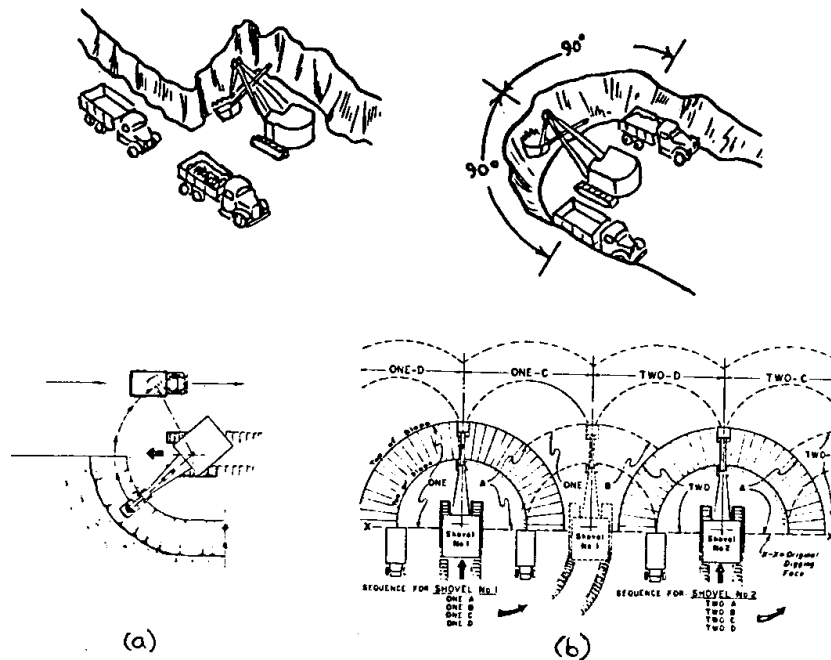


Figura 11 - Formas de ataque na escavadeira de colher:

- (a) paralelo;
- (b) frontal (fontes: Carson e Nichols).

A segunda opção tem maior rendimento, pois além de utilizar o equipamento de forma mais eficiente, permite o uso simultâneo de duas máquinas e possui duas posições para o carregamento do material escavado.

Como exemplo de uma escavação feita com escavadeira de colher temos o problema dado pela Figura 12. As etapas da solução adotada encontram-se ilustradas na Figura 13.

Optou-se pelo uso simultâneo de duas escavadeiras (A e B) como ilustra a Figura 13.a, que na etapa 1 executam as duas rampas de acesso e na etapa 2 iniciam a escavação frontalmente, sendo o material recolhido por caminhões que circulam no nível natural do terreno.

A colher escolhida foi de 1,1 m³ de capacidade, que permite a escavação até uma profundidade de 3,4 m para o solo do local (dimensão G da Figura 10). Desse modo a escavação total deve ser feita em duas camadas, a primeira variando de 2,1 a 2,6 m e a segunda em 3, 4 m de profundidade.

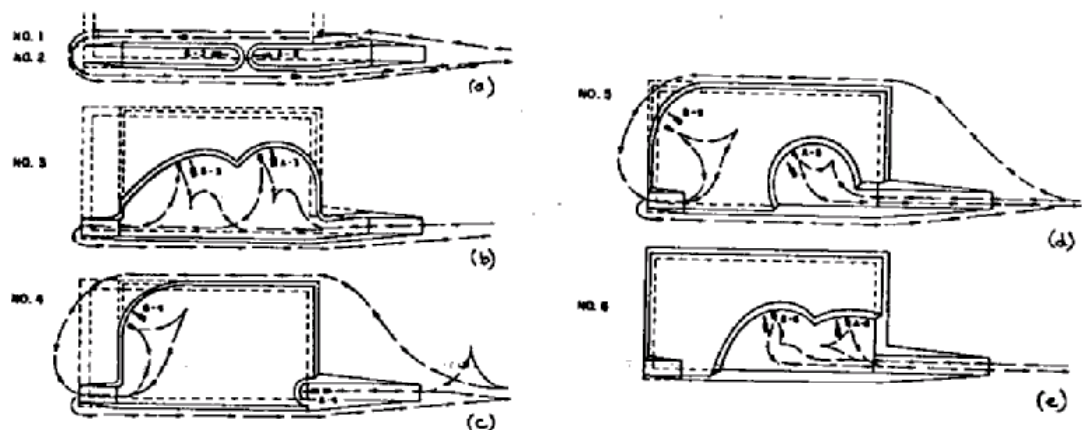


Figura 12 - Exemplo de escavação a ser feita com escavadeira de colher (fonte: Carson).

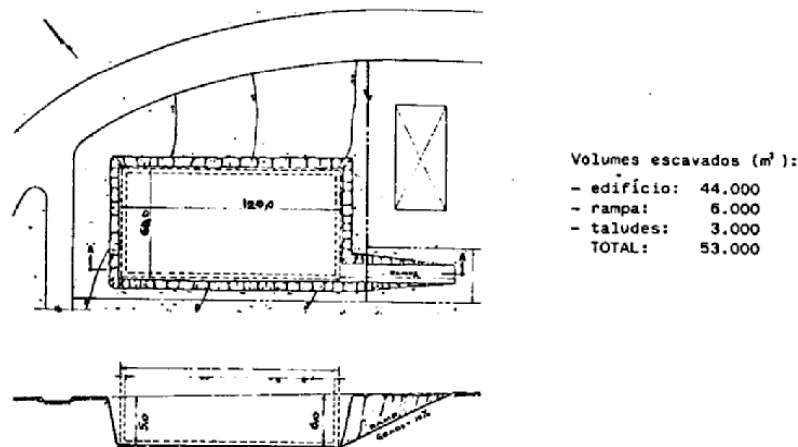


Figura 13 - Seis etapas adotadas no processo de escavação (fonte: Carson).

A etapa 3 (Figura 13.b) inicia-se após o encontro das duas escavadeiras, que passam então a escavar na direção perpendicular a anterior. Reparar que a escavadeira A tem uma frente de trabalho bem mais limitada do que a da B.

Na etapa 4 (Figura 13.c) a escavadeira A, tendo terminado seu trabalho na primeira camada, inicia a escavação da rampa até a cota definitiva; enquanto isso, a escavadeira B prossegue o seu trabalho, completando a escavação até o alinhamento da sua rampa de acesso.

Na etapa 5 (Figura 13.d) a escavadeira A avança na cota final abrindo uma área propícia à manobra dos caminhões; enquanto isso, a B termina o seu trabalho na cota anterior.

Na etapa final 6 (Figura 13.e) a escavadeira A já abriu uma área suficiente para que a B possa trabalhar a seu lado, e as duas completam o trabalho, sendo ambas retiradas pela rampa A.

Como já dissemos, escavações como esta podem ser feitas com escavo-carregadeiras (*tractor shovel*), desde que os volumes escavados sejam pequenos e a profundidade não passe dos 2,0 m.

Nessas condições tal equipamento pode ser utilizado para escavação, carga e transporte de solo, sendo que esta última operação usualmente é feita por um caminhão, como mostra a Figura 14.

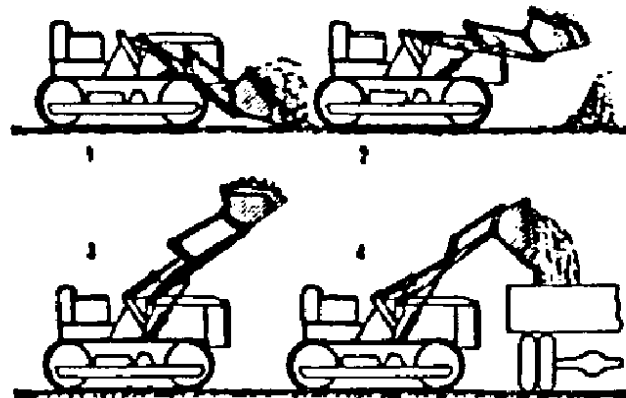


Figura 14 - Operações com uma escavo-carregadeira:

- 1- escavação e carga;
- 2- transporte;
- 3- elevação;
- 4- descarga.

Dependendo da configuração da escavação, o seu rendimento pode ser bastante melhorado. Por exemplo, a Figura 15 mostra três situações onde empregamos uma carregadeira com capacidade de 1,3 m³ em um terreno de areia argilosa seca. No primeiro caso, a produtividade alcançada média é de 25 m³/h, no segundo de 85 m³/h e no terceiro de 30 m³/h.

A Figura 16 mostra cinco possíveis posicionamento relativos entre a escavo-

carregadeira e o caminhão, sendo que nas quatro primeiras este fica parado e na última ele também se movimenta. A alternativa A é a mais empregada na prática, que pode ter seu rendimento melhorado caso se aproveite o efeito de rotação contrária das esteiras, ilustrado em F.

A escolha pela tração sobre esteiras ou sobre pneus (ver Figura 3) envolve aspectos semelhantes aos já comentados para as escavadeiras de colher.

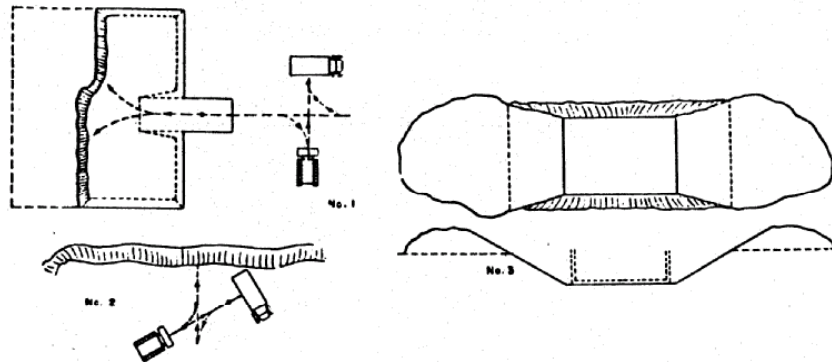


Figura 15 - Escavações possíveis de serem executadas com uma escavo-carregadeira de 1,3 m³ com produtividades respectivamente de 25 m³/h, 85 m³/h e 30 m³/h (fonte: Carson).

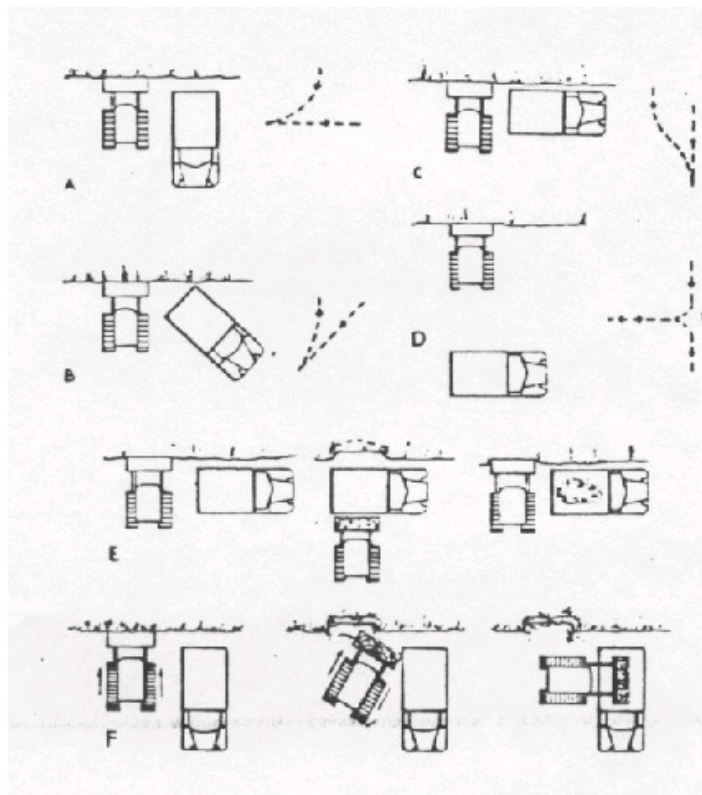


Figura 16 - Posicionamento relativo escavo-carregadeira – caminhão (A e E) efeito de rotação contrária das esteiras (F) (fonte: Nichols).

Por fim, convém destacarmos que para pequenas escavações e possível também usarmos

uma retroescavadeira como mostra a Figura 17, onde a área escavada mede cerca de 6m x 9 m, com profundidade de 2,5 m. Uma descrição mais cuidadosa desse equipamento será feita no item 5.

Outra opção é combinarmos o trabalho de uma retroescavadeira com o de uma escavadeira de colher, como mostra a Figura 18. Nesse caso, usamos a retro de menor capacidade, para escavar a periferia da área, aproveitando sua facilidade em executar cortes verticais alinhados.

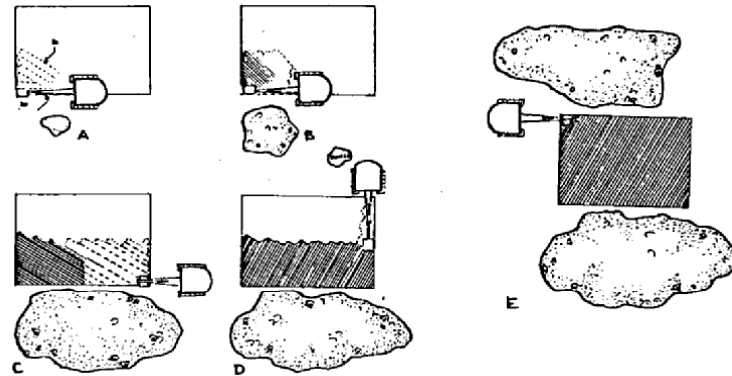


Figura 17 – Escavação em áreas limitadas, mas de pequenos volumes, utilizando retroescavadeira (fonte: Nichols).

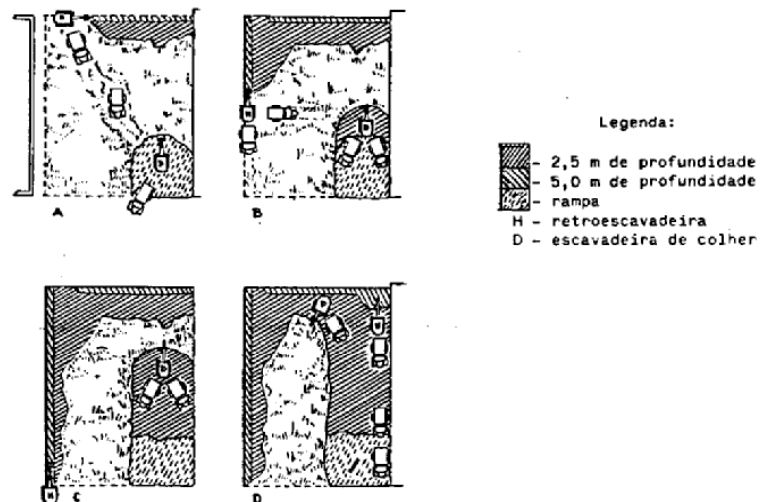


Figura 18 – Trabalho combinado de uma escavadeira de colher com uma retroescavadeira (fonte: Nichols).

3. ESCAVAÇÃO DE SOLOS NÃO CONSOLIDADOS JUNTO À PRESENÇA DE ÁGUA

Como já colocamos anteriormente, nesses tipos de escavação o equipamento fica preferencialmente colocado ao lado da área escavada, apoiado em terreno mais resistente. Isso faz com que a cota de apoio seja mais alta do que a cota da superfície sendo escavada, o que implica no uso de equipamentos diferentes da escavadeira de

colher e da escavo-carregadeira, pois a primeira opera eficientemente em cortes feitos de baixo para cima (ver Figura 5) e a segunda permite pequenas profundidades de escavação, da ordem de 10 a 25 cm.

Os equipamentos adequados a esse tipo de escavação são as pás-de-arrasto ou *draglines* (ver Figura 2). Com restrições, podemos utilizar as escavadeiras Com conchas (*clamshell*) ou as dragas, sendo que a primeira será melhor discutida no próximo item e a segunda na apostila sobre serviços de dragagem.

Usualmente, as pás-de-arrasto são obtidas simplesmente pela substituição da lança de um guindaste por uma outra adequada, dotada da "pá", como ilustra a Figura 8.

Como vemos por esta Figura, a pá fica simplesmente pendurada na extremidade da lança por meio de cabos de aço. Assim, diferentemente da escavadeira e da escavo-carregadeira, a pá-de-arrasto não permite que façamos pressão contra a superfície a ser escavada.

O seu funcionamento baseia-se então unicamente no "lançamento" da pá, que, por gravidade, penetra no solo, sendo então arrastada por sua superfície, escavando assim o material, conforme ilustra a Figura 19.

Antes do lançamento, fazemos a pá oscilar a uma altura que ela não bata em qualquer obstáculo (A); quando a oscilação atinge a amplitude desejada o cabo é liberado e a pá cai, penetrando no solo (B), sendo então arrastada (C).

A liberação do cabo deve se dar num momento tal que a pá caia Com seus dentes atingindo o solo na posição indicada na Figura 20.a. O próprio movimento de arrasto faz com que os dentes penetrem mais (b) ate que, a medida que a pá vai enchendo, ocorre uma rotação do conjunto devido a mudança do seu centro de gravidade (c), e os dentes acabam liberando-se no solo, libertando a pá já carregada.

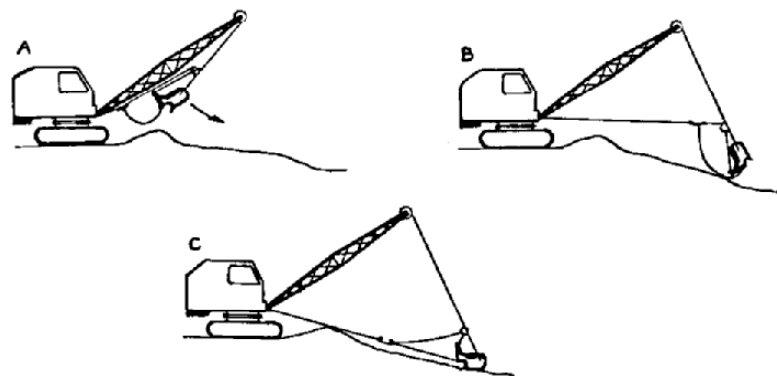


Figura 19 - Lançamento da pá-de-arrasto:

- A- oscilação;
- B- liberação;
- C- arrasto (fonte: Nichols).

Com relação à capacidade de escavação as pás-de-arrasto oferecem grande flexibilidade, pois essa é dada pela combinação de uma série de fatores: volume da pá, comprimento da lança, comprimento dos cabos, potencia do motor, tipo de tração, etc.

As pás usuais tem volume variando de 400 ℓ a 2,0 m³. A Figura 23 ilustra dimensões de trabalho de uma série de equipamentos de diversas capacidades.

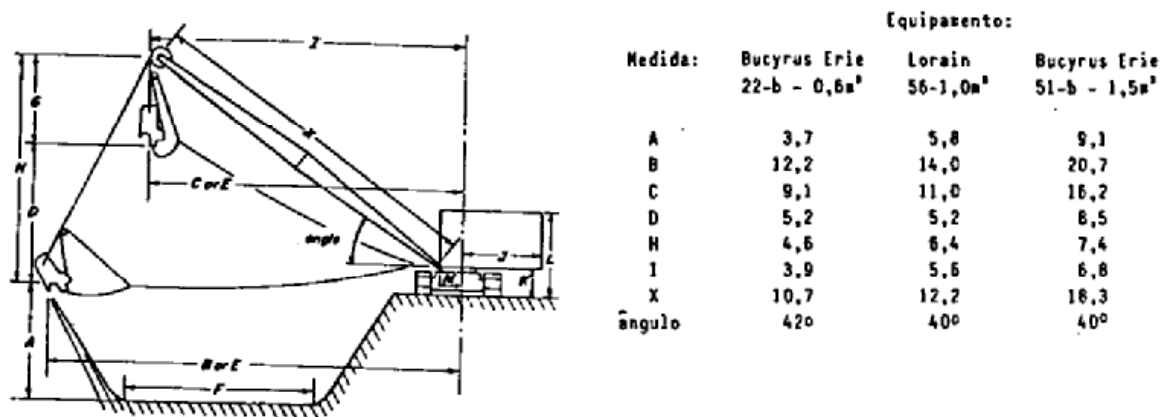


Figura 23 - Dimensões de trabalho de uma pá-de-arrasto com pá de 0,6 m³, 1,0 m³ e 1,5 m³, em metros (fonte: Carson).

Se compararmos os valores da Figura 23 com os da Figura 10, características das escavadeiras com colher, por exemplo para o equipamento Lorain 56, de 1,0 m³ de capacidade, veremos que a pá-de-arrasto leva vantagem na profundidade de corte (5,8 m x 2,7 m), alcance da pá (14,0 m x 9,3 m) e distância de carga (11,0 m x 7,5 m), sobretudo por trabalhar com uma lança maior (12,2 m x 5,2 m) e por contar com a amplitude oscilação da pá.

A produtividade horária média de uma pá-de-arrasto de 1,0 m³ é de cerca de 135 m³ de solo comum, valor esse que se reduz para 70 m³ no caso de argilas úmidas bastante coesivas. Comparativamente à escavadeira de colher, tem um rendimento ligeiramente menor (cerca de 20%).

No entanto, quando utilizada na abertura de canais, por exemplo, tem desempenho inigualável no que se refere a profundidade e a distancia de alcance.

Assim como as escavadeiras de colher, podem ser montadas sobre pneus ou sobre esteiras.

4. ESCAVAÇÃO VERTICAL EM ÁREAS LIMITADAS

Como já foi discutido anteriormente, nessas escavações o equipamento fica também localizado ao lado da área escavada, sendo o material retirado verticalmente.

Assim, nesses tipos de escavações, sobretudo as que exijam contenções laterais, naquelas de grandes profundidades, ou nas executadas em áreas urbanas, em ruas e avenidas, nas quais existe a presença intensa de interferências na área escavada

(galerias; redes de distribuição de água, telefone, luz, gás, coletores de esgoto), a escavadeira de concha ou *clamshell* torna-se o equipamento ideal (ver Figura 2.d).

A escavadeira de concha é obtida adaptando-se na lança de um guindaste uma pá com for'na de concha, dotada de mandíbula que se fecha na retirada do material, como ilustra a Figura 8.

Assim como na pá-de-arrasto, o funcionamento da colher baseia-se na sua queda por gravidade contra o solo e posterior fechamento da mandíbula, sem que se possa exercer qualquer pressão adicional sobre a superfície a escavar.

Tanto o lançamento, quanto a retirada do material são feitos na vertical, o primeiro com a mandíbula aberta e o segundo com a mesma fechada. A Figura 24 ilustra a concha em lançamento, a Figura 25 a concha fechada e a Figura 26 um detalhe do conjunto lança-concha.

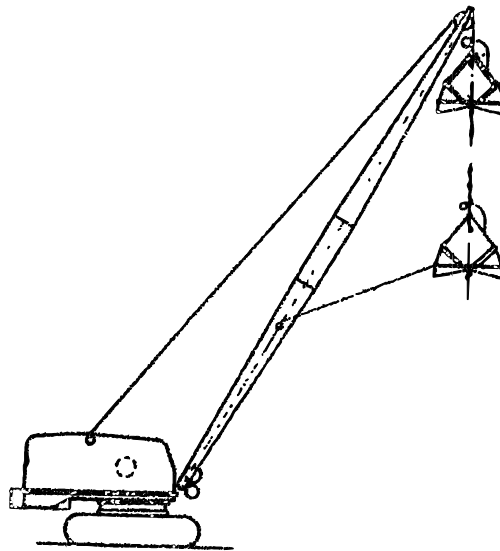


Figura 24 - Escavadeira com concha em lançamento (fonte: Carson).

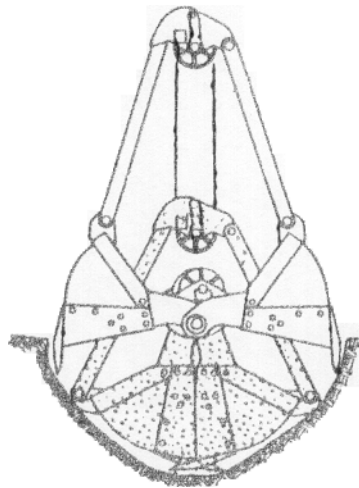


Figura 25- Detalhe da concha fechada (fonte: Carson).

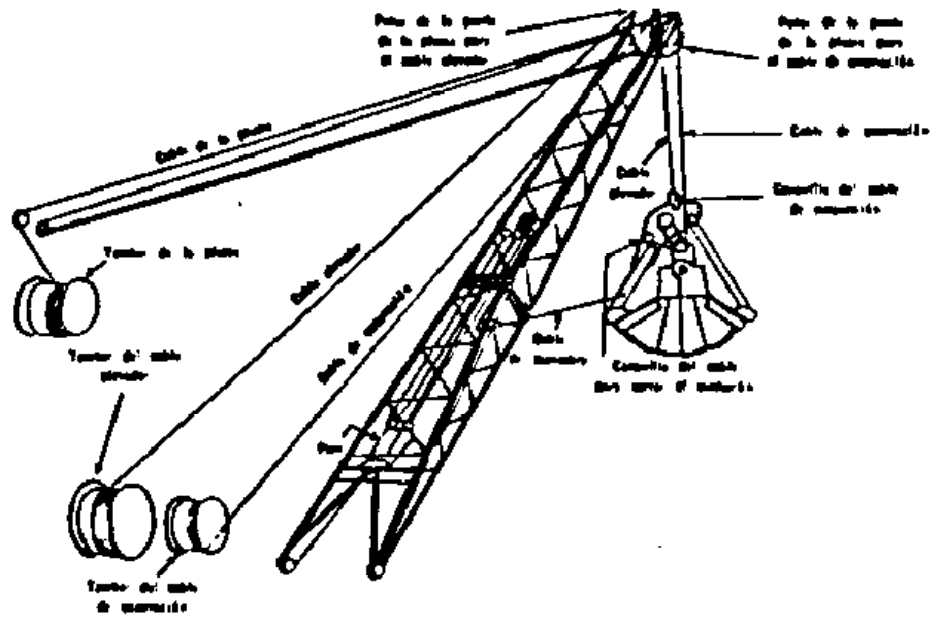


Figura 26 - Detalhe da lança de uma escavadeira de concha (fonte: Nichols).

Assim como os demais equipamentos, as escavadeiras de colher podem ser montadas sobre esteiras ou sobre pneus. A Figura 27 mostra um mesmo guindaste com pá-de-arrasto ou com concha, sobre esteira e sobre pneus.

Quando a profundidade de escavação for relativamente pequena, podemos utilizar um equipamento hidráulico, como o ilustrado na Figura 28, com o qual é possível pressionarmos o terreno, obtendo melhor desempenho do que com a queda livre.

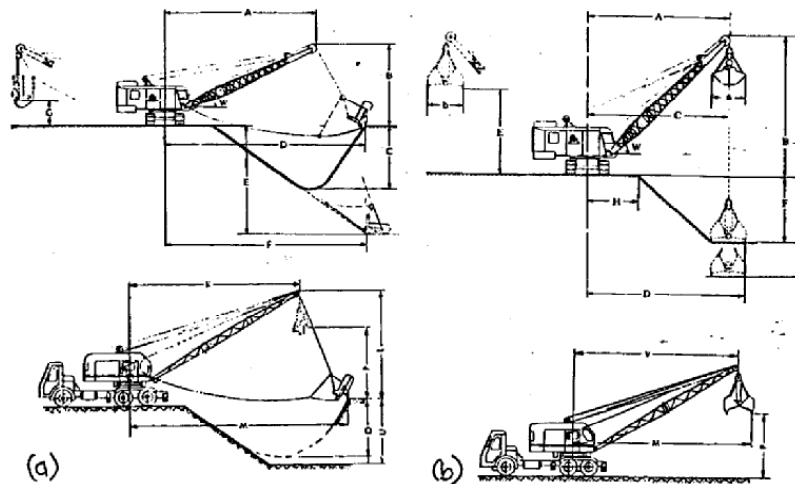


Figura 27 - Guindaste sobre esteira e sobre pneus adaptado para funcionar como:

- (a) pá-de-arrasto;
- (b) escavadeira de concha.

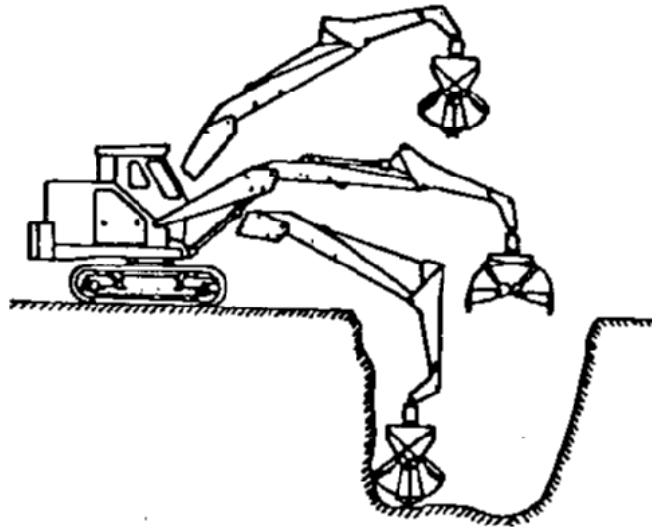


Figura 28 - Escavadeira de concha com acionamento hidráulico (fonte: Christian).

Além de servir para escavação, o conjunto concha-lança-unidade de tração pode atuar como um guindaste para a movimentação de diversas coisas na obra, desde a retirada de grandes blocos de pedras, até o carregamento ou descarga de equipamentos pesados, ou mesmo seu posicionamento em local adequado.

5. ESCAVAÇÃO DE VALAS

A escavação de valas é um serviço muito comum em áreas urbanas, sendo executado em obras lineares, sobretudo para distribuição de serviços (água, eletricidade, telefones) e para a coleta de águas servidas (esgoto; águas pluviais).

Nesses casos, caracteriza-se por ser uma escavação provisória: a vala é aberta, a obra é executada e a vala é novamente aterrada. Além disso, é uma escavação linear e normalmente de baixa profundidade, cuja largura total pode, em alguns casos, ser obtida com uma única passada da caçamba da escavadeira.

O equipamento ideal para esses serviços é a retroescavadeira (Figura 2.b). podendo -se utilizar também a pá-de-arrasto (Figura 22.b). No entanto, com esta última dificilmente obtemos escavações retilíneas, necessárias a esse tipo de serviço. A escavadeira de concha também é uma opção, sobretudo em locais onde a abertura da vala interfira com redes de serviços já existentes, como já comentamos no item anterior.

Como esses dois últimos equipamentos já foram descritos em itens anteriores, nos ateremos aqui a fazer alguns comentários acerca da tipologia e do uso das retroescavadeiras.

Antes de mais nada, é importante destacarmos que tais equipamentos são bastante versáteis, sendo não só utilizados na abertura de valas, como em outras escavações de um modo geral (ver Figuras 17 e 18) .

Sua versatilidade advém do fato da retroescavadeira combinar uma característica da

escavadeira de colher, a de poder pressionar fortemente o solo sendo escavado, com outras das pás-de-arrasto, qual seja, a de puxar o material na hora da escavação e a de alcançar razoáveis profundidades de escavação.

Talvez sua maior desvantagem seja o fato dela ser meio “desajeitada” para despejar o solo escavado nos equipamentos de transporte, como veremos mais adiante.

Além de poder ser obtida pela adaptação de uma caçamba adequada a um guindaste, cujo acionamento passa a ser feito por cabos (ver Figura 8), ela pode também ser acionada hidráulicamente, como ilustra a Figura 29.

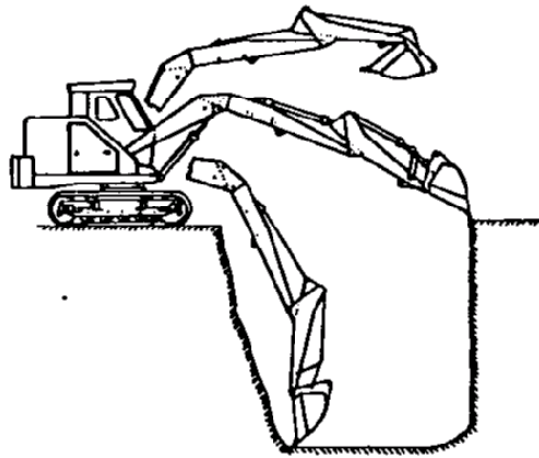


Figura 29 – Retroescavadeira com acionamento hidráulico (fonte: Christian).

Pode ser montada sobre esteira ou sobre pneus, com vantagens e desvantagens semelhantes às já citadas para os outros equipamentos de escavação, como pode ser visto pela Figura 30.

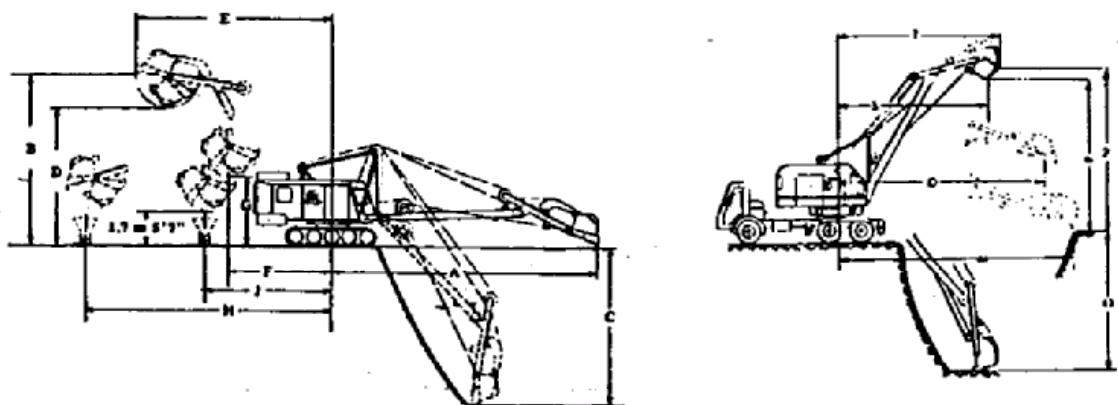


Figura 30 - Retroescavadeira sobre esteira e sobre pneus.

A capacidade de escavação depende de diversos aspectos, sobretudo da geometria da

vala, do tipo de solo, das dimensões da caçamba e das condições de descarga.

As caçambas usuais têm volumes que variam de 0,6 m³ a 2,5 m³. A Figura 31 ilustra dimensões de trabalhos de equipamentos semelhantes aos discutidos nas Figuras 10 e 23, para o caso de escavadeiras de colher e de pás-de-arrasto, sempre com as ferramentas de colher adaptadas a um guindaste de lança, acionadas, portanto, por cabos, e não hidráulicamente.

Tomando como referência o equipamento Lorain 56, de 1,0 m³ de capacidade, constatamos que a retro permite maior profundidade de corte (2,7 m x 5,8 m x 7,5 m) alcance médio da pá (9,3 m x 14,0 m x 11,6 m), distância média de descarga no ponto mais afastado (6,0 m x 11,0 m x 8,3), menor distância de descarga no ponto mais próximo (7,5 m x 11,0 m x 4,1 m) e menor altura de descarga (5,1 m x 5,2 m x 3,6 m) (Obs: valores entre parênteses na ordem escavadeira de colher, pá-de-arrasto e retroescavadeira). Esse dado vêm confirmar a dificuldade de fazermos carregamentos com uma retroescavadeira.

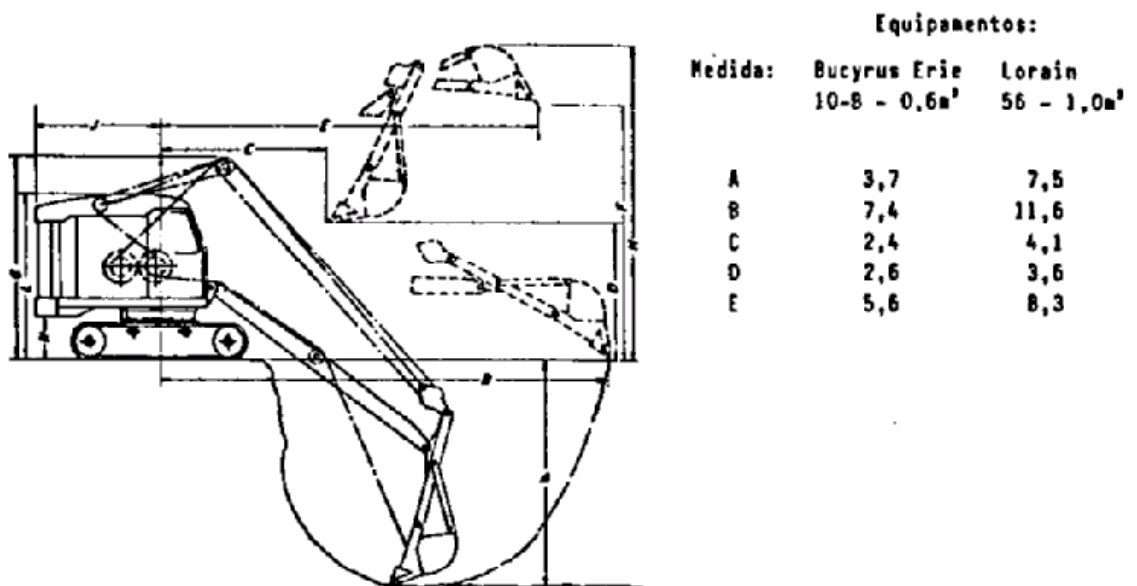


Figura 31 – Dimensões de trabalho de uma retroescavadeira com caçamba de 0,6 m³ e 1,0 m³, em metros (fonte: Carson).

A produtividade horária média de uma retroescavadeira hidráulica de 1,0 m³ de caçamba varia de 100 a 240 m³/h, dependendo das condições de serviço e do tipo de solo. De qualquer modo, esses valores são bastante elevados, superiores, inclusive, aos de uma escavadeira de colher.

As escavações com uma retro são bastante simples de serem executadas, sobretudo no caso da largura da vala ter exatamente a largura da caçamba. Isso permite com que o equipamento fique alinhado com a escavação, depositando o material ao seu lado, como indica a Figura 32.a. No caso da execução de uma curva, basta agir como ilustra a Figura 32. b.

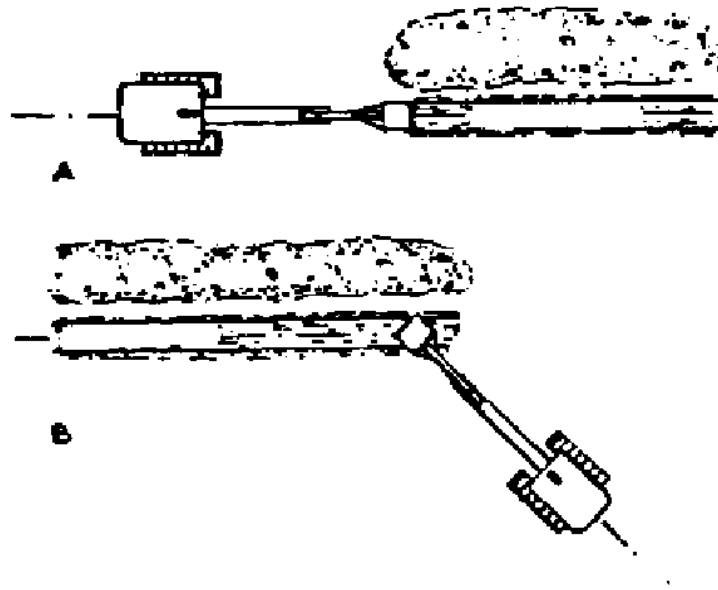


Figura 32 - Abertura de valas com retroescavadeiras:

- (a) trechos retilíneos;
- (b) trechos curvilíneos (fonte: Nichols).

Para se terminar, uma vala aberta segundo duas frentes de trabalho, procedemos como indica a Figura 33.

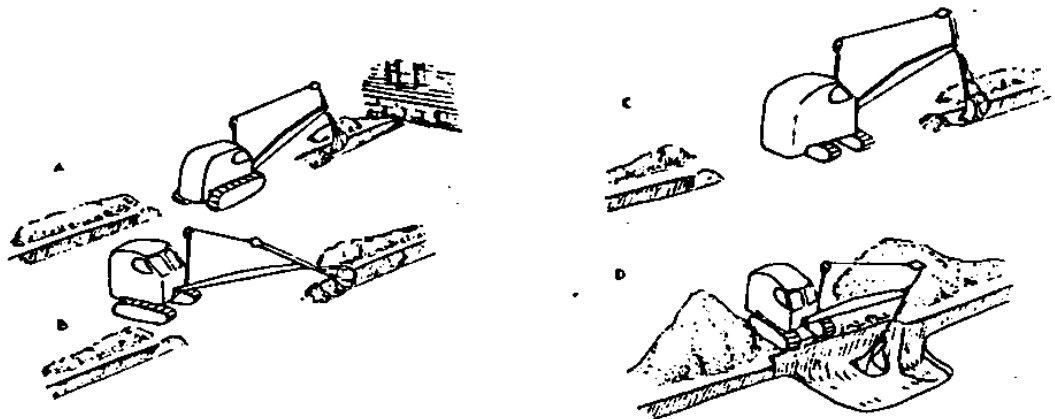


Figura 33 - Término de valas executadas em duas frentes de trabalho (fonte: Nichols).

No caso da vala ser mais larga do que a caçamba o serviço se complica, sobretudo quando for necessário mais de duas passagens com a retro, como ilustra a Figura 34.

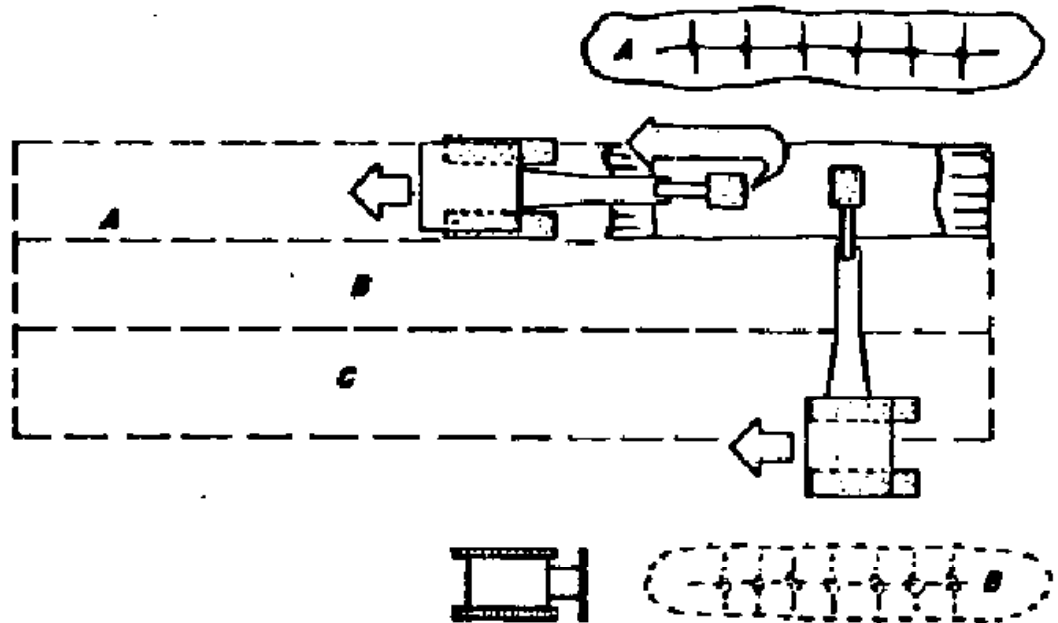


Figura 34 - Abertura da vala. em três passagens da retro, indicando a necessidade de se remover o material escavado em B antes da escavação em C (fonte: Carson).

Ainda em relação aos equipamentos de escavação, convém citarmos um bastante utilizado na prática, principalmente em obras de pequenos a médio porte. Trata-se de um trator capaz de trabalhar tanto como escavo-carregadeira, pela sua parte frontal, quanto como retroescavadeira, pela sua parte posterior. Este equipamento encontra-se ilustrado na Figura 35, sendo ambas escavadeiras acionadas hidráulicamente.

Equipamentos com essas características apresentam caçambas com volumes em torno de $0,6 \text{ m}^3$, no caso da carregadeira, e de $0,3 \text{ m}^3$, no caso da retro.

Para abertura de valas, é também possível, apesar de pouco usual, o uso de equipamentos desenvolvidos exclusivamente com essa finalidade, como ilustrado na Figura 36.

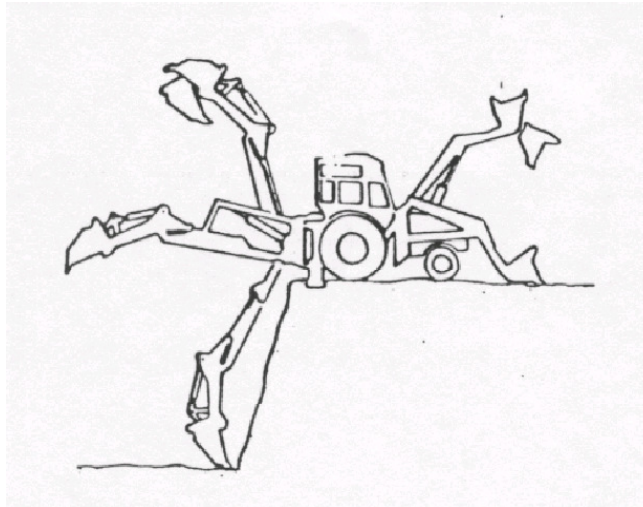


Figura 35 - Trator com escavo-carregadeira e retroescavadeira (fonte: Christian).

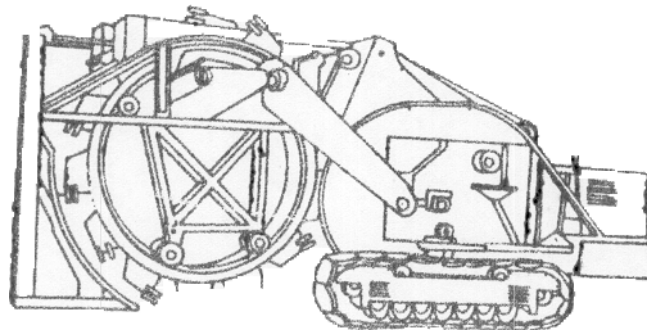


Figura 36 - Equipamento para abertura de valas (fonte: Christian).

6. COMENTÁRIOS FINAIS

Com esse trabalho, não pretendemos esgotar o assunto acerca dos serviços de escavação, mesmo porque esses são bastante variados e são executadas segundo os mais diferentes processos executivos, desenvolvidos não só a partir de estudos teóricos do problema, como, e principalmente, a partir da vivencia pratica na área.

Faltou falarmos das escavações em rocha e dos serviços de transporte do material escavado. Faltou também descrevermos alguns equipamentos, desde os mais simples, como a pá, a enxada e a picareta (Figura 37), como outros mais sofisticados, como os destinados a escavação de fustes para o plantio de árvores, colocação de postes ou mesmo execução de fundações (estaca escavada, estação ou estaca, barrete), semelhante ao ilustrado na Figura 38.

Esses assuntos, bem como outros mais, serão vistos em outras disciplinas da Escola, bem como encontram-se analisados na bibliografia apresentadas no próximo item.

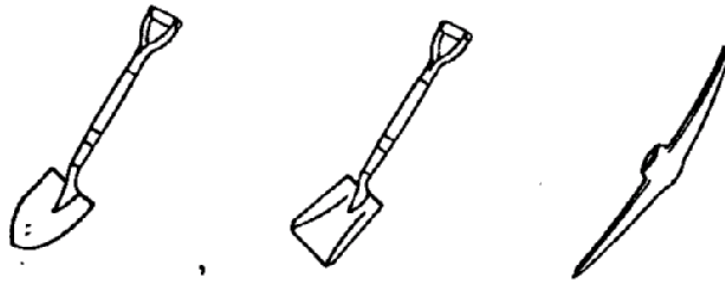


Figura 37 - Equipamentos manuais de escavação: pás e picareta (fonte: Carson).

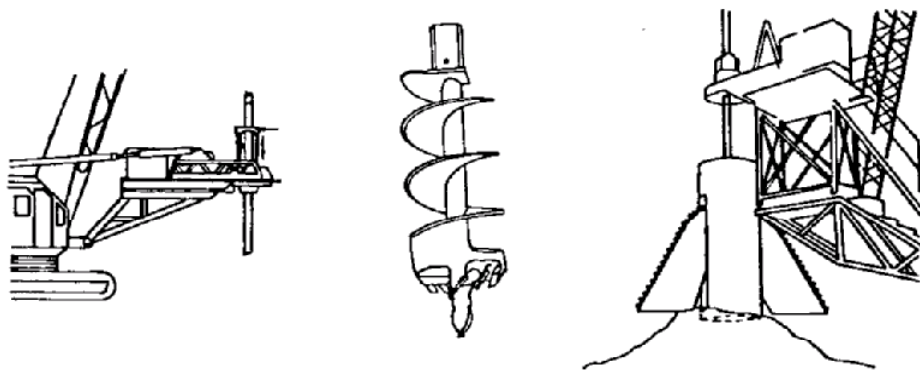


Figura 38 - Equipamento para a execução de fustes em solos moles: perfuratriz, broca 1 e broca 2 montada (fonte: Harris).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CARSON, A. B. General excavation methods. New York: McGraw, 1961. 392p.

NICHOLS Jr., Herbert L. Movimiento de tierras: manual de excavaciones. México: Continental, 1976. 111p.

CHRISTIAN, John. Management machines and methods in civil engineering. New York: John Wiley. 360p.

CHURCH, Horace K. Excavation handbook. USA: McGraw-Hill, 1981.