



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC - 3331: Tecnologia e Gestão da Produção de Obras Civas: Edifícios

Serviços Preliminares de Construção e Locação de Obras

Profa. Dra. Mercia Maria S. Bottura de Barros
Prof. Dr. Sílvio Burrattino Melhado

Revisão do texto baseada no texto de 2002

Profa. Mercia e Renata Monte

São Paulo, fevereiro de 2006.

SUMÁRIO

I. SERVIÇOS PRELIMINARES DE CONSTRUÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. VERIFICAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS ..	1
2.1. <i>Instalações de Força e Luz</i>	1
2.2. <i>Instalações Hidro-sanitárias</i>	4
3. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIZINHANÇA.....	6
4. SERVIÇOS DE DEMOLIÇÃO	7
5. SERVIÇOS DE MOVIMENTO DE TERRA	11
5.1. <i>A Importância do Movimento de Terra nas Obras de Edifícios</i>	11
5.2. <i>Fatores que Influenciam o Projeto do Movimento de Terra</i>	13
5.3. <i>Tipos de Movimento de Terra</i>	15
5.4. <i>Equipamentos Usualmente Empregados na Escavação</i>	16
5.5. <i>Sistemas de Contratação dos Serviços</i>	17
5.5.1. <i>Empreitada global</i>	17
5.5.2. <i>Aluguel de equipamentos</i>	18
5.5.3. <i>Empreitada por viagem</i>	18
5.6. <i>Dimensionamento dos Serviços</i>	18
5.7. <i>Controle do Serviço</i>	18
6. CONTENÇÕES DA VIZINHANÇA	19
7. DRENAGEM E ESGOTAMENTO DE LENÇOL.....	20
II. LOCAÇÃO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS	21
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. O INÍCIO DO PROCESSO DE LOCAÇÃO	21
2.1. <i>Por Onde Iniciar a Locação</i>	22
2.2. <i>Como Materializar a Demarcação</i>	23
BIBLIOGRAFIA	26

I. SERVIÇOS PRELIMINARES DE CONSTRUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A obra de construção de edifícios tem seu início propriamente dito, com a implantação do canteiro de obras. Como visto na disciplina PCC 2302 – Gestão da Produção na Construção Civil II, esta implantação requer um projeto específico que deve ser cuidadosamente elaborado a partir das necessidades da obra e das condições do local.

Porém, antes mesmo do início da implantação do canteiro, algumas atividades prévias, comumente necessárias, podem estar a cargo do engenheiro de obras. Tais atividades são usualmente denominadas "*Serviços Preliminares*" e envolvem, entre outras atividades:

- a verificação da disponibilidade de instalações provisórias;
- as demolições, quando existem construções remanescentes no local em que será construído o edifício;
- a retirada de resíduos da demolição e também, o movimento de terra necessário para a obtenção do nível de terreno desejado para o edifício.

As principais características destas atividades serão abordadas na seqüência.

2. VERIFICAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS

Para o início e desenvolvimento das atividades de obra é necessário que o canteiro seja provido de instalações elétricas de força e de luz e de instalações hidro-sanitárias, sem as quais, o trabalho a ser iniciado fica bastante prejudicado.

2.1. Instalações de Força e Luz

São muitos os equipamentos necessários para o desenvolvimento das atividades de obra como, por exemplo, betoneiras, serras elétricas, guincho para funcionamento do elevador de obra, guas, entre outros.

Atualmente, a fonte de energia mais comum e mais viável para o funcionamento da maioria desses equipamentos é a **ELÉTRICA**. Neste sentido, faz-se necessário que ainda durante a etapa de planejamento do canteiro, seja identificada a potência dos equipamentos que serão utilizados para que se possa projetar a potência a ser requisitada à Concessionária.

A soma das potências dos equipamentos utilizados no canteiro, aliada a um fator de demanda dos mesmos (uma vez que nem todos os equipamentos serão utilizados de uma única vez), possibilita conhecer a potência necessária para a rede de energia a ser implantada.

Para ilustrar as necessidades de energia em uma obra de edifícios, apresenta-se na **Tabela 2.1** a potência de alguns equipamentos comumente utilizados.

Além desses equipamentos mais comuns, em função do tipo de empreendimento, pode-se ter a necessidade de equipamentos de maior porte, como, por exemplo, as guas, que elevam sensivelmente a demanda por energia, uma vez que há guas desde 3 HP chegando até 30 HP.

Conhecidas as necessidades de energia, deve-se verificar como obtê-la, sendo possível ocorrer três situações:

- 1ª) não existe rede no local;
- 2ª) existe rede monofásica;
- 3ª) existe rede trifásica.

Tabela 2.1 - Potência e sistema de alimentação dos equipamentos mais comuns em obras de edifícios.

Equipamento	Potência (hp)	Sistema
guincho	7,5 - 15	trifásico
betoneira	3,0	trifásico
bombas d'água	3,0	trifásico
serra elétrica	2,0	trifásico
máquina de corte	2,0	trifásico
vibrador	3,0	trifásico

Fonte: LICHTENSTEIN & GLEZER, s.d.

Caso ocorra a 1ª ou a 2ª situação (não existe rede no local ou somente existe rede monofásica), pode-se vislumbrar o surgimento de **PROBLEMAS**.

No caso de não existir rede no local, deve-se fazer um pedido de estudo junto à concessionária, para verificar a viabilidade de extensão da rede existente até a obra. Este procedimento, de modo geral, demora cerca de dois meses. Esta demora, na maioria das vezes, pode comprometer o início da obra. Neste caso, é possível adotar-se uma solução temporária e extrema como, por exemplo, optar-se pela energia gerada a diesel, na própria obra, a qual, no entanto, apresenta-se mais cara que a energia elétrica.

Ocorrendo que exista somente rede monofásica, os problemas também existirão, pois a maioria dos equipamentos, como mostra a tabela 2.1, pressupõe alimentação trifásica; porém são problemas de menor intensidade, uma vez que é possível obter-se equipamentos que permitem a alimentação por rede monofásica, ainda que apresentem custo superior aos trifásicos. Além disto, ainda que se opte por equipamentos monofásicos durante a execução da obra, através de compra ou aluguel, deve-se lembrar que os elevadores do edifício necessariamente precisam de rede trifásica, o que vai implicar na necessidade de solicitação de um estudo junto à concessionária para a ligação desta rede, como na 1ª situação.

Ocorrendo a 3ª situação, nem sempre se está livre dos problemas, pois é possível que a rede, apesar de ser trifásica, não apresente capacidade suficiente para atender a demanda da obra. Também neste caso deve ser realizado um pedido junto à concessionária para que se verifique a possibilidade de aumento da capacidade da rede.

Em existindo a rede trifásica, com capacidade suficiente para atender a demanda prevista na obra, faz-se um pedido de ligação à concessionária e em alguns dias a ligação será efetivada.

Durante a implantação do canteiro, cuidado especial deve ser dado à montagem do quadro provisório de distribuição de energia, pois uma instalação mal realizada pode ser fonte de muitos riscos aos operários, como ilustra a Figura 2.1. Em contrapartida, a Figura 2.2, a Figura 2.3 e a Figura 2.4 apresentam como deve ser realizada uma instalação provisória de um quadro de energia.

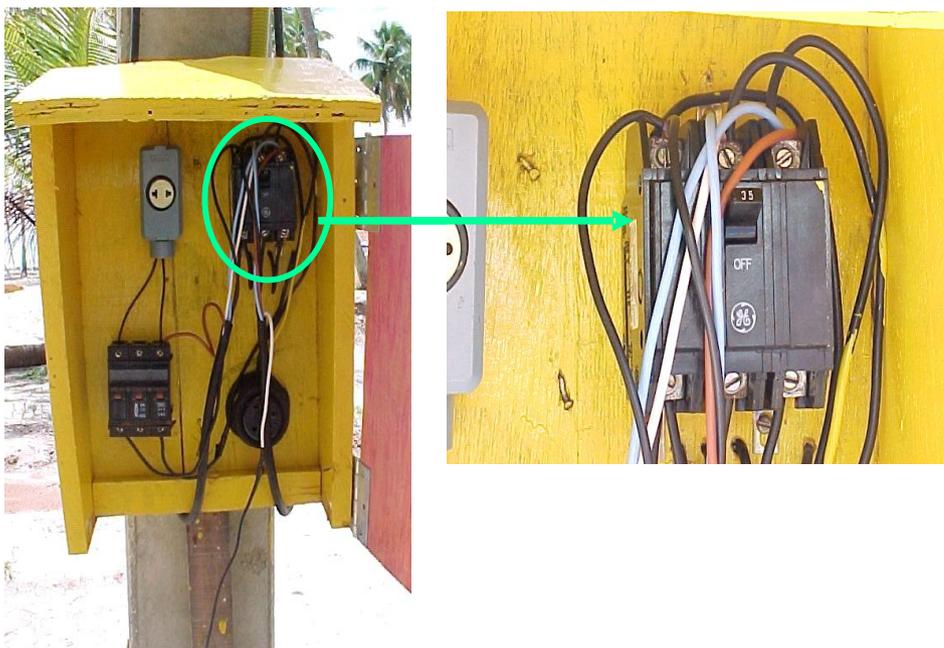


Figura 2.1 Quadro de entrada de energia inadequado, oferecendo sério risco de acidente por choque elétrico devido a partes vivas expostas.
(Fonte: Barkokébas Junior, Béda, 2005)



Figura 2.2 Quadro de entrada de energia adequado



Figura 2.3 Quadros de energia adequados à utilização em canteiros de obras (Fonte: Barkokébas Junior, Béda, 2005).



Figura 2.4 - Quadros de energia adequados à utilização em canteiros de obras, inclusive com dispositivo de segurança "IDR", prevenindo a fuga de corrente (Fonte: Barkokébas Junior, Béda, 2005).

2.2. Instalações Hidro-sanitárias

São relativas às instalações de água fria e esgoto.

A água, além de ser necessária para a higiene pessoal dos operários, é a matéria prima para alguns materiais como concretos e argamassas. Assim, é necessário que se tenha quantidade suficiente e que a mesma apresente qualidade compatível com as necessidades. Tanto

para a higiene pessoal quanto para o uso no preparo dos materiais básicos no canteiro, recomenda-se uso de água da rede pública, a qual apresenta qualidade garantida.

No caso de **inexistência da rede pública** de água no local da obra, caso pouco comum, deve-se verificar a possibilidade de expansão da rede junto à concessionária.

Em casos onde não existe a rede e nem mesmo plano para a expansão da existente, tem-se como alternativas a perfuração de poços no local da obra ou ainda a compra da água, que comumente é entregue através de caminhões.

Vale observar que nos casos de obras de grande porte e longa duração, a água de poço, desde que adequada às condições de uso, pode tornar-se uma alternativa economicamente mais viável, ainda que exista a rede local.

Uma vez obtida a água, na maioria das vezes, há a necessidade de armazenamento, mesmo quando esta água é fornecida pela rede de abastecimento, pois nem sempre a pressão é suficiente para o atendimento de todas as necessidades da obra, além de não se ter confiabilidade de fornecimento, principalmente numa cidade como São Paulo em que não raro há o racionamento da distribuição de água. Neste sentido, há a necessidade de se decidir onde e como estocar e também qual será o mecanismo de distribuição pela obra (bombeamento, transporte dos tambores, etc.).

As possibilidades de estocagem de água na obra são muitas, e todas devem ser cuidadosamente estudadas. É comum utilizar-se estoques em tambores, caixas d'água provisórias e até mesmo, mais raramente, o poço do elevador.

Quanto à rede de coleta de esgoto, sua inexistência não é crítica na fase de obra, pois a quantidade de esgoto gerado é considerada pequena. As maiores dificuldades, porém, vão ocorrer quando o edifício estiver pronto e for de grandes dimensões. Nesses casos, se não existir rede para coleta, será necessária a construção de fossas sépticas e sumidouros, para atender à demanda do edifício em utilização.

Essas instalações são facilitadas quando o edifício estiver localizado em região urbanizada, sendo mais provável a existência das redes de distribuição de água e coleta de esgotos.

É possível que no próprio local de construção do edifício existam construções antigas que deverão ser removidas para dar lugar ao novo empreendimento. As instalações (elétricas e hidro-sanitárias) existentes nestas construções poderão ser utilizadas no momento oportuno. Num primeiro momento, porém, deverá ser solicitado o seu desligamento aos órgãos competentes, para que não venham a interferir nas atividades de remoção dos edifícios, para as quais se deve recorrer aos serviços de demolição, cujas principais características são abordadas no item seguinte.

A Figura apresenta uma solução de racionalização do uso da água em obra, com a captação e reuso da água de chuva.



Figura 2.5 – Ilustração da captação de água pluvial para reuso durante a obra.

3. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE VIZINHANÇA

Uma importante etapa do início de obra é o “**registro das condições das edificações vizinhas**”. Esta etapa, antigamente relegada a segundo plano, vem ganhando cada vez mais importância, uma vez que permite maior segurança à empresa que constrói.

A verificação prévia das condições da vizinhança permite que a empresa não tenha surpresa desagradável durante a produção do empreendimento, seja com a ocorrência de patologias diversas como trincas excessivas ou mesmo chegando-se a situações de desabamentos de residências vizinhas. Por outro lado, permite, ainda, que se previna quanto às reclamações infundadas de vizinhos.

O registro deve ser feito em relatório técnico específico contendo “croqui” com indicação das ocorrências, relacionados a fotos devidamente datadas e relatos das observações realizadas. A Figura 3.1 apresenta, a título de exemplo, um registro fotográfico feito em vizinhança antes do início das obras.

O relatório realizado deverá ser registrado em Cartório.

Hoje já é possível contratar empresas especializadas na realização deste tipo de serviço.



Figura 3.1 Registro fotográfico feito nas edificações vizinhas ao terreno onde deverá ser iniciado um novo empreendimento.

4. SERVIÇOS DE DEMOLIÇÃO

Quando da existência de edifícios no local em que se vai realizar a obra, pode-se ter a possibilidade de aproveitamento de parte ou de todas as edificações existentes como instalações provisórias para escritório, almoxarifado ou mesmo alojamento dos operários. Neste caso, cabe um estudo de implantação do canteiro buscando utilizar tais construções durante o desenvolvimento da obra, deixando sua demolição para o final.

Nem sempre, porém, é técnica ou economicamente viável a utilização dessas construções, sendo muitas vezes necessária sua completa remoção, antes mesmo da implantação do canteiro, caracterizando uma etapa de **SERVIÇOS DE DEMOLIÇÃO**.

A demolição é um serviço perigoso na obra, pois é comum mexer-se com edifícios bastante deteriorados e com perigo de desmoronamento. E não é só isto, pois neste serviço "as coisas caem, desabam". Assim, a segurança dos operários e dos transeuntes passa a ser um cuidado fundamental. Neste sentido, é recomendado que a demolição ocorra, sempre que possível, na ordem inversa à da construção, respeitando-se as características do edifício a se demolir.

Observe-se que a responsabilidade pela segurança é sempre da construtora ou da incorporadora (empreendedor), nos casos em que a demolição é feita antes da contratação da construtora, ainda que tenha contratado uma empresa especializada para fazer o serviço de demolição; daí a necessidade de um constante controle sobre o andamento dos serviços.

A NBR 5682 - "Contratação, execução e supervisão de demolições" [ABNT, 1977], fixa algumas condições exigíveis para a contratação e licenciamento de trabalhos de demolição, providências e precauções a serem tomadas antes, durante e após os trabalhos e métodos de execução. **Também a NR-18 do Ministério do Trabalho**, em sua divisão 5, fixa algumas condições para a realização de atividades de demolição.

Os cuidados, destacados a seguir, dizem respeito à equipe de demolição em si, sendo indispensáveis para o bom andamento do trabalho:

- toda a equipe deve trabalhar em um único pavimento;
- garantir a iluminação adequada de todo o local de trabalho;
- usar roupas adequadas (que não enrosquem) para a realização do trabalho;
- evitar acúmulo de carga (sobrecargas) em pontos localizados, principalmente em lajes de forros e telhados;
- escorregar em vez de arremessar materiais e peças demolidas;
- não demolir a peça em que está trabalhando;
- usar equipamentos de segurança, tais como botas, luvas e máscara;
- os locais de trabalho devem ser periodicamente aspergidos com água para reduzir a quantidade de poeira.

A Figura 4.1 ilustra uma equipe trabalhando na demolição de uma residência que dará lugar a um edifício de múltiplos pavimentos.



Figura 4.1 - Segurança dos operários durante as operações de demolição.

Além dos cuidados pessoais anteriormente colocados, existem outros que antecedem o trabalho de demolição e que devem ser observados pela supervisão e equipe de trabalho, dentre os quais se destacam:

- verificar as reais condições do imóvel a ser demolido;
- verificar a existência de depósitos de material inflamável;
- verificar as condições dos imóveis vizinhos, tanto a qualidade, como os níveis de localização e as interferências com a demolição;
- desativar instalações existentes, antes do início dos trabalhos;
- proteger qualquer superfície de construção vizinha que fique exposta pelos trabalhos de demolição;
- adotar dutos de descarga para o material originado na demolição, evitando seu espalhamento pelos pavimentos;
- instalação de um local adequado para depósito de resíduo até a sua completa retirada da obra;
- prever a retirada de resíduo de demolição empregando-se equipamentos adequados, evitando-se espalhar lixo pela vizinhança. (Observa-se que parte do material pode ser vendida ou utilizada em outros locais ou mesmo reciclada na própria obra.);
- prever a proteção dos transeuntes, seja através de tapumes com altura adequada, seja através da construção de plataformas¹ ou de galerias² de proteção.

Além dos cuidados anteriores, a NBR 5682/77 (ABNT, 1977) apresenta recomendações práticas para demolição de vários tipos e elementos de estruturas. Um dos exemplos é o item 8.3.2.2.a. desta norma que descreve a seqüência de operações a ser seguida para se demolir vigas de estruturas lineares de concreto armado por métodos manuais: "um cabo de suporte deve

¹ A plataforma de proteção é entendida como sendo um anteparo protetor de largura mínima de 1,50m, com bordo externo fechado por meio de cerca de tábuas ou tela metálica, de 0,90m de altura, com inclinação de 45°, que se instala ao longo de paredes externas de edifícios de quatro ou mais pavimentos em que se executam operações de demolição. [NBR 5682, ABNT, 1977].

² A galeria de proteção é entendida como um anteparo protetor constituído de tapume e cobertura sobre o passeio, construído quando se executam demolições de edifícios de mais de dois pavimentos ou de altura equivalente, que distem menos de 3m dos alinhamentos do terreno com o passeio. [NBR 5682, ABNT, 1977].

segurar a viga. O concreto deve ser cortado nas extremidades, expondo a armação. Esta deve ser cortada de tal maneira que a viga possa ser baixada lentamente para o solo ou piso", como ilustra a Figura 4.2.

Seqüência de operações:

- certifique-se de que todas as sobrecargas foram removidas;
- ate um cabo a uma das extremidades da viga (A);
- corte o concreto expondo as armações nas extremidades (A e B);
- corte a armação em seqüência nas posições 1, 2 e 3 respectivamente;
- desça a viga lentamente ao chão (extremidade A);
- ate o cabo à extremidade B, corte a armação na posição 4 e abaixe a extremidade B lentamente até o solo.

Com esta transcrição, espera-se despertar a atenção para o fato de que esta norma possui detalhes e informações muito interessantes do ponto de vista técnico e que devem ser levadas em consideração por todos os profissionais ligados à construção civil e envolvidos com as atividades de demolição.

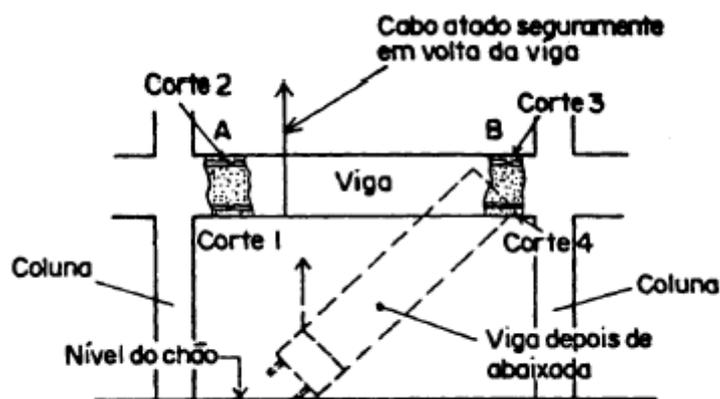


Figura 4.2 - Esquema para demolição de vigas de concreto armado por métodos manuais. **Fonte:** NBR 5682 (ABNT 1977).

No que se refere à proteção dos transeuntes, o tipo a ser definido é função da altura do edifício que está sendo demolido e do seu recuo do passeio, como ilustra a Figura 4.3, devendo-se verificar as seguintes condições:

- para edifícios com mais de quatro pavimentos, deve-se prever as plataformas de proteção;
- para edifícios com recuo do passeio " d " > 3m, deve-se utilizar tapume com altura superior a 2,5m; e
- para edifícios com recuo do passeio " d " < 3m, e altura " h " > 6m ou 2 pavimentos, deve-se utilizar galeria no passeio.

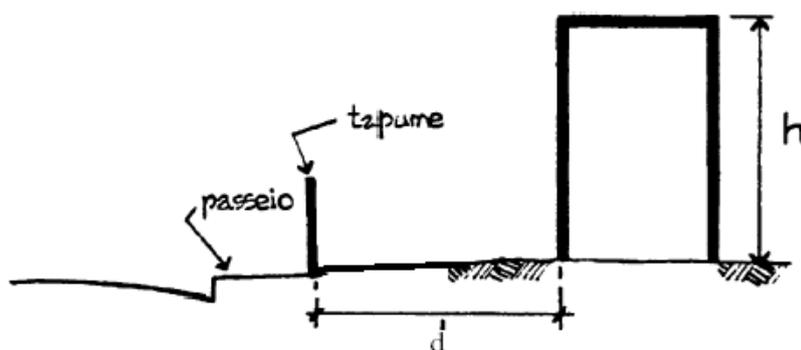


Figura 4.3 - Ilustração do recuo e altura de um edifício.

Deve-se destacar que o resíduo originado de uma demolição pode ser bastante significativo exigindo o seu manuseio com equipamentos de grande porte, como é ilustrado na Figura 4.4

O resíduo gerado quando não for possível sua utilização dentro do próprio terreno (para a execução de um aterro, por exemplo), deverá ser, então, retirado.

O descarte do resíduo gerado na demolição deve obedecer às diretrizes estabelecidas pela resolução CONAMA 307 de 05 de julho de 2002 (em vigor desde 02 de janeiro de 2003). Esta resolução estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (provenientes de construções, reformas, reparos e demolições, da preparação e da escavação de terrenos). A resolução completa pode ser obtida no sítio: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>.

Na seqüência da retirada do resíduo, muitas vezes, ocorre a retirada da vegetação existente e da camada superficial do solo, também considerados serviços preliminares. Tais serviços serão abordados em conjunto com o movimento de terra.



Figura 4.4 – Resíduo gerado no serviço de demolição, sendo retirado com auxílio de retroescavadeiras.

5. SERVIÇOS DE MOVIMENTO DE TERRA

Os serviços ligados ao movimento de terra podem ser entendidos como um "conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação e acabamentos executados a fim de passar-se de um terreno no estado natural para uma nova conformação topográfica desejada" (Cardão, 1969).

Muitas vezes, este serviço está associado ao de Contenção da escavação, uma vez que, ao se realizar uma escavação, o solo remanescente precisará ser contido a fim de que não se comprometa as regiões vizinhas.

Estes serviços, ilustrados na Figura 5.1, são abordados na seqüência.



Figura 5.1 – Realização de escavação de um subsolo com emprego de pá carregadeira.

5.1. A Importância do Movimento de Terra nas Obras de Edifícios

A importância desta atividade no contexto da execução de edifícios convencionais decorre principalmente do volume de recursos humanos, tecnológicos e econômicos que envolvem.

A título de ilustração, tomem-se as seguintes situações:

- a) necessidade de terraplenagem em um terreno de dimensões 20x50m, com apenas 1% de declividade;
- b) o mesmo terreno descrito em "a", com a necessidade de escavação de dois subsolos, com 800m² de área cada um.

Na primeira situação, apesar de aparentemente tratar-se de pouco trabalho, serão movimentados 250m³ de solo compactado, os quais, considerando-se um fator de empolamento de 1,59 (argila compactada para solta), serão transformados em aproximadamente 400m³, o que exigirá cerca de 70 caminhões (com capacidade de 6,0m³) para a sua completa remoção, ou seja, pelo menos dois dias de trabalho contínuo.

No segundo caso, a situação é mais crítica, pois se considerado um pé-direito de 3,0m para cada subsolo, deverá ser feita uma escavação de aproximadamente 4800m³, os quais, considerando-se as mesmas características do solo anterior, resultarão num movimento de terra da ordem de 7600m³ de solo, o que exigirá a retirada de 1300 caminhões (de 6,0m³) a ser realizada em pelo menos 25 dias úteis de trabalho, ou seja, desconsiderando-se os dias de chuva e aqueles necessários aos serviços de execução das contenções e drenagem.

A respeito do empolamento do solo escavado, ver **Tabela 5.1**.

Tabela 5.1 - Exemplos da influência do fator de empolamento

Tipo de solo	Estado do solo	Fator de Empolamento		
		natural	solta	compactada
areia	natural	1,00	1,11	0,95
	solta	0,90	1,00	0,86
	compactada	1,05	1,17	1,00
argila	natural	1,00	1,43	0,90
	solta	0,70	1,00	0,63
	compactada	1,11	1,59	1,00
Estado do solo		natural	solta	compactada

Fonte: FABIANI, 1981.

Em sendo uma das primeiras etapas que comumente ocorre na obra, como ilustra o fluxograma da Figura 5.2, acaba fazendo parte do caminho crítico, devendo ser uma atividade adequadamente projetada para que não origine atrasos no cronograma final.

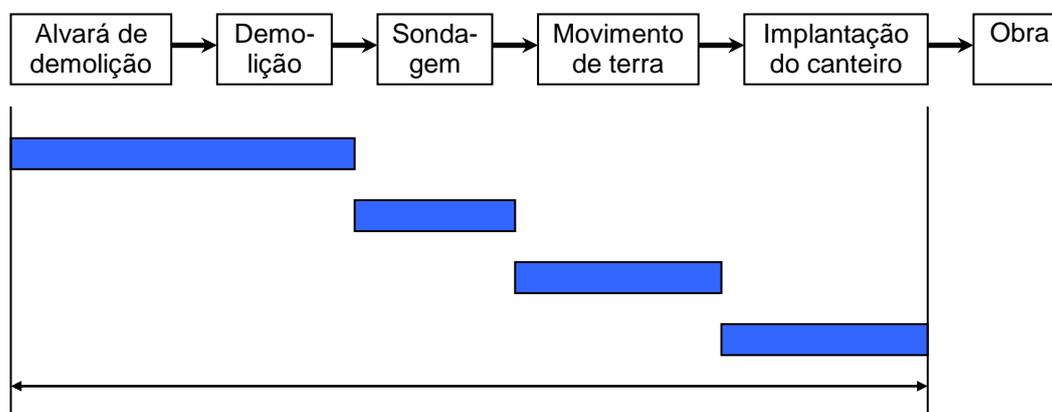


Figura 5.2 - Fluxograma das atividades de serviços preliminares de obra de edifícios.

Observa-se que a etapa de movimento de terra pode se estender desde a retirada do resíduo de demolição, envolvendo ainda o desmatamento e o destocamento, até a limpeza do terreno retirando-se a camada superficial dando condições para o prosseguimento das atividades de movimento de terra propriamente ditas.

Salienta-se que apesar do fluxograma proposto na Figura 5.2, o momento da obra em que ocorre o movimento de terra pode ser variável. Depende, muitas vezes, das características de execução das fundações e do próprio cronograma de desenvolvimento do empreendimento. Pode ser necessário executar as fundações antes de se escavar o terreno (principalmente quando se trabalha com grandes equipamentos, para facilitar sua entrada e retirada). Ao contrário, quando se trata de fundações feitas manualmente, como sapatas ou tubulões a céu aberto, por exemplo, é conveniente que se faça o movimento de terra antes, para facilitar a execução destes tipos de fundação. O momento mais conveniente para a realização do movimento de terra deve ser cuidadosamente estudado em função das demais atividades de início da obra e do cronograma de execução dos serviços como um todo.

Definido QUANDO realizar o movimento de terra, é preciso definir COMO executá-lo, e para isto devem-se considerar alguns fatores que interferem no projeto do movimento de terra.

5.2. Fatores que Influenciam o Projeto do Movimento de Terra

a) Sondagem do terreno

A sondagem proporciona valiosos subsídios sobre a natureza do terreno que irá receber a edificação, como: características do solo, espessuras das camadas, posição do nível da água, além de prover informações sobre o tipo dos equipamentos a serem utilizados para a escavação e para retirada do solo, bem como, ajuda a definir qual o tipo de fundação que melhor se adaptará ao terreno, de acordo com as características da estrutura. Além disso, através dos dados da sondagem é possível identificar, quando necessário, o tipo de contenção mais adequada, que poderá ser desde um simples talude até mesmo a execução de uma parede diafragma.

O tipo de sondagem a ser utilizada é escolhido em função do vulto e das características da edificação que será implantada no terreno e das características deste. As sondagens comumente utilizadas na construção de edifícios são as Sondagens de Reconhecimento, que podem ser feitas utilizando-se o Método de Percussão com Circulação de Água ou "Standard Penetration Test", sendo este o mais amplamente usado pois é um método rápido, econômico e aplicável à maioria dos solos (exceto pedregulho).

O número de sondagens a serem realizadas num terreno, sua localização em planta, bem como a profundidade a ser explorada para o caso de Sondagem de Reconhecimento estão definidos na NB-12/79 (NBR 8036). "Na hipótese de ocorrência, nas fundações, de cargas muito divergentes ou de grandes cargas concentradas, será obrigatória a execução de um maior número de sondagens nas áreas mais carregadas, bem como a retirada de amostras significativas para ensaio de laboratório" [GUEDES, 1 994].

Os resultados dos serviços de sondagem devem ser acompanhados de relatórios com as seguintes informações (CAPOTO, 1988) e como ilustrado nas Figura 5.3e Figura 5.4:

- planta de situação dos furos;
- perfil de cada sondagem com as cotas de onde foram retiradas as amostras;
- classificação das diversas camadas e os ensaios que as permitiram classificar;
- níveis do terreno e dos diversos lençóis de água, indicando as respectivas
- pressões;
- resistência à penetração do barrilete amostrador.

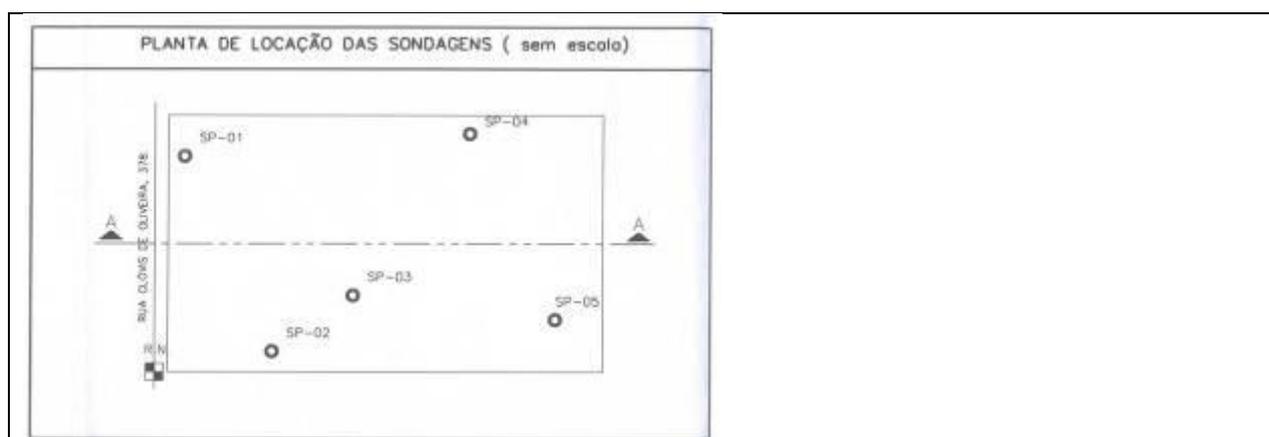


Figura 5.3 – Planta de identificação dos pontos onde deverão ser feitas as sondagens no terreno.

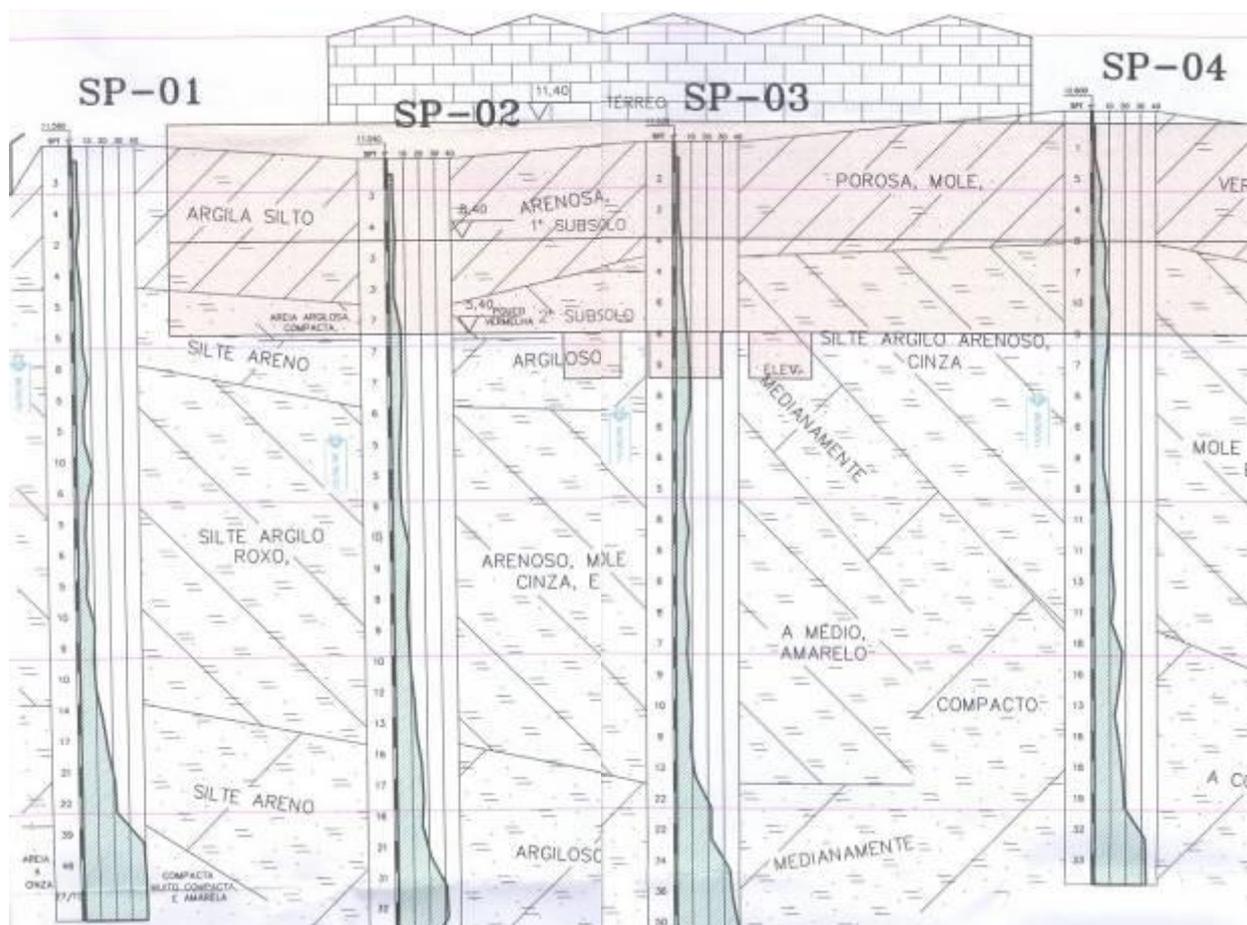


Figura 5.4 - perfil de cada sondagem com as cotas de onde foram retiradas as amostras

b) Cota de fundo da escavação

É um parâmetro de projeto, pois define em que momento deve-se parar a escavação do terreno. Para isto, é preciso conhecer: a cota do pavimento mais baixo; o tipo de fundação a ser utilizada; e ainda, as características das estruturas de transmissão de cargas do edifício para as fundações, tais como os blocos e as vigas baldrames. A figura 4.x ilustra a atividade de verificação da cota do fundo da escavação.



Figura 5.5 – Cota de fundo de escavação.

c) Concepção da seqüência executiva do edifício

Para que se possam definir as frentes de trabalho para a realização das escavações e para a execução das contenções e, muitas vezes, da própria fundação.

d) Níveis da vizinhança

Esta informação, aliada à sondagem do terreno, permite identificar o nível de interferência do movimento de terra com as construções vizinhas e ainda as possíveis contenções a serem utilizadas (ver item 5).

e) Projeto do canteiro

Deve-se compatibilizar as necessidades do canteiro (posição de rampas de acesso, instalação de alojamentos, sanitários, etc.) com as necessidades da escavação (posição de taludes, rampas, entrada de equipamentos, entre outros.), para que não haja interferências.

5.3. Tipos de Movimento de Terra

Ao ser necessário um movimento de terra é possível que se tenha uma das seguintes situações:

- a) CORTE;
- b) ATERRO; ou
- c) CORTE + ATERRO.

A situação "a" geralmente é a mais desejável uma vez que minimiza os possíveis problemas de recalque que o edifício possa vir a sofrer. Por outro lado, quando se tem a situação "C", não se faz necessária a retirada do solo para regiões distantes, minimizando as atividades de transporte, uma vez que poderá haver a compensação do corte com o aterro necessário.

Nos casos em que seja necessária a execução de aterros, deve-se tomar cuidado com a compactação do terreno.

Quando o nível de exigência da compactação é baixo, isto é, não é fundamental para o desempenho estrutural do edifício, é possível utilizar-se pequenos equipamentos, tais como os "sapos mecânicos", ilustrado na figura Figura 5.6, os soquetes manuais, ou ainda, os próprios equipamentos de escavação (devido sobretudo ao seu peso). Quando o nível de exigência é maior devem-se procurar equipamentos específicos de compactação, tais como os rolos compactadores liso e rolos pé-de-carneiro.



Figura 5.6 – Equipamento para compactação manual usualmente denominado “sapo mecânico”.

5.4. Equipamentos Usualmente Empregados na Escavação

Podem-se empregar equipamentos manuais ou mecânicos.

Os manuais constituídos, sobretudo pelas pás, enxadas e picaretas, são empregados quando se tem pequeno volume de solo a ser movimentado (até 100m³). Para volumes superiores, recomenda-se a utilização de equipamentos mecânicos que permitem maior produtividade, dentre os quais destacam-se, para uso em escavações de edifícios:

- pá-carregadeira (sobre pneus, sobre esteiras);
- escavo-carregadeira;
- retro-escavadeira;
- clam-shell;
- bob-cat (pá-carregadeira de pequeno porte).

Para a retirada do solo do local da obra são utilizadas as unidades de transporte, comumente os caminhões basculantes, cuja capacidade da caçamba é bastante variável, sendo as mais comuns as de 5,0 a 7,0m³.

As Figura 5.7, Figura 5.8, Figura 5.9, Figura 5.10 ilustram os principais equipamentos empregados no movimento de terra.



Figura 5.7 - Escavo-carregadeira



Figura 5.8 - Retroescavadeira



Figura 5.9 - Clam-Shell



Figura 5.10 - Bob-cat

5.5. Sistemas de Contratação dos Serviços

A contratação dos serviços de movimento de terra pode se dar por: empreitada global; aluguel de equipamentos; ou empreitada por viagem.

5.5.1. Empreitada global

Na empreitada global contrata-se uma empresa especializada neste tipo de serviço, a qual é remunerada pelo todo, isto é, pelo conjunto total dos serviços (escavação e retirada do material).

Para este tipo de contratação é necessário calcular o volume de solo a ser escavado. E para isto, são necessários os dados de topografia do terreno; a cota do fundo da escavação; e que se conheça o tipo de solo, para que se conheça o fator de empolamento, como é ilustrado na Tabela 4.1.

Seja qual for o tipo de solo, é necessário que se tenha cuidado com a retirada do material, pois o empreiteiro, de modo geral, busca retirar maior volume possível por caminhão, o que pode gerar sujeira na vizinhança e, em consequência, ter a obra multada.

Cabe observar que neste tipo de contratação deve ser pago o risco do empreiteiro, isto é, no preço contratado está embutido um risco devido aos dias parados em função de possíveis chuvas, maior volume de solo pela imprecisão do fator de empolamento, entre outros.

5.5.2. Aluguel de equipamentos

Neste tipo de contratação, deve ser paga a máquina de escavação por hora e os caminhões para a retirada do solo, por viagem.

Nesta contratação existe a dificuldade de controle da duração dos serviços. De modo geral, o serviço ocorre de maneira lenta, uma vez que ganhando por hora os operadores não têm pressa. Além disto, é necessário que o volume dos caminhões seja controlado, pois é comum haver o interesse de se levar menos material do que a capacidade do caminhão, para que se façam mais viagens.

5.5.3. Empreitada por viagem

Neste caso a remuneração pelo serviço é feita por caminhão retirado (volume retirado), estando o aluguel da máquina incluso no preço da viagem.

Também neste tipo de contrato deve-se tomar cuidado com os caminhões mal cheios, havendo a necessidade de se registrar o número de viagens.

Observa-se que em quaisquer dos tipos de contratação o empreiteiro é responsável por providenciar um "bota-fora" para a remoção do solo.

5.6. Dimensionamento dos Serviços

O dimensionamento do número de máquinas a serem empregadas para a execução dos serviços é função do espaço disponível no terreno. Por exemplo, em terrenos com até 1500m², não há espaço para mais de uma máquina de escavação.

O dimensionamento da frota de caminhões, por sua vez, depende:

- do número de máquinas trabalhando, preferencialmente sem folga;
- da produtividade da máquina;
- do tempo de ciclo do caminhão, que é função do local do "bota-fora", do horário de realização do serviço (principalmente em cidades de grande movimento) e do tráfego existente.

O número ideal de caminhões é tal que a máquina de escavação não permaneça parada e, também, de modo que não haja caminhões esperando na fila.

5.7. Controle do Serviço

Devem ser controladas as seguintes atividades:

- cota do fundo da escavação, que pode ser feita através de teodolito ou mangueira, com o auxílio de estacas ou piquetes; como ilustrado na figura 4.2 e
- inclinação dos taludes, feita através de gabaritos, como ilustra a figura Figura 5.11

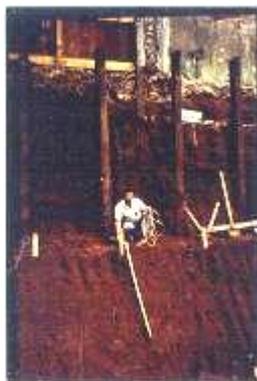


Figura 5.11 – Verificação da inclinação do talude

6. CONTENÇÕES DA VIZINHANÇA

Há a necessidade de contenções sempre que a escavação implicar em risco de perda de estabilidade do terreno.

Os principais tipos de contenções utilizadas em edifícios são:

- Taludes- (Figura 6.1);
- misto (taludes associados a perfis metálicos + pranchões); e (Figura 6.2)
- perfis metálicos + pranchões de madeira (Figura 6.3)
- paredes diafragma. (Figura 6.4)



Figura 6.1 - Talude.



Figura 6.2 - Taludes associados a perfis metálicos + pranchões de madeira.



Figura 6.3 – Perfis metálicos + pranchões de madeira.



Figura 6.4 - Parede diafragma.

7. DRENAGEM E ESGOTAMENTO DE LENÇOL

Há a necessidade de drenagem sempre que o lençol freático estiver localizado em cota tal que interfira com as atividades de escavação e contenções. Neste caso, deve utilizar uma técnica de drenagem ou esgotamento adequada à intensidade e tipo de interferência. As principais técnicas de esgotamento de lençóis estão abordadas na apostila: "Obras Hidráulicas: Drenagem e esgotamento de lençóis aquíferos" [Cardoso e Barros, 1989], da disciplina PCC 132 - Introdução à Engenharia Civil II, disponível na "homepage" da disciplina. A Figura 7.1 e a Figura 7.2 ilustram os sistemas mais usuais de esgotamento da água presente no terreno,



Figura 7.1 – Bombeamento direto.



Figura 7.2 – Ponteiros filtrantes.

II. LOCAÇÃO DE OBRAS DE EDIFÍCIOS

1. INTRODUÇÃO

Considerando-se que o movimento de terra necessário para implantação do edifício tenha sido realizado e que o projeto do edifício forneça elementos suficientes, pode-se dar início à construção.

O primeiro passo é passar o edifício que "está no papel" para o terreno. A esta atividade dá-se o nome de LOCAÇÃO DO EDIFÍCIO, isto é, transfere-se para o terreno o que foi projetado em escala reduzida.

Existem diferentes métodos de locação, que usualmente variam em função do tipo de edifício. Fica claro que deva ser diferente locar um "shopping center" horizontal de 300x150m² de área, um edifício de múltiplos pavimentos de 20x25m² de área ou uma habitação térrea de 10x15m² de área.

As características do processo de locação em si e seus diferentes métodos serão abordados na seqüência.

2. O INÍCIO DO PROCESSO DE LOCAÇÃO

A locação tem como parâmetro o projeto de localização ou de implantação do edifício.

No projeto de implantação, o edifício sempre está referenciado a partir de um ponto conhecido e previamente definido. A partir deste ponto, passa-se a posicionar (locar) no solo a projeção do edifício desenhado no papel.

É comum ter-se como referência os seguintes pontos:

- o alinhamento da rua;
- um poste no alinhamento do passeio;
- um ponto deixado pelo topógrafo quando da realização do controle do movimento de terra; ou
- uma lateral do terreno.

Para ilustrar estes referenciais, suponha a necessidade de implantação de uma casa térrea de área 10x15m², em um terreno de 20x40m² de área. Neste caso, no projeto de implantação, deverá existir um referencial fixo a partir do qual seja possível definir o perímetro da casa e os seus recuos com relação aos limites do terreno. Este referencial poderá ser o próprio alinhamento do terreno, caso ele esteja corretamente definido, ou mesmo o alinhamento do passeio, como exemplifica a Figura 2.1.

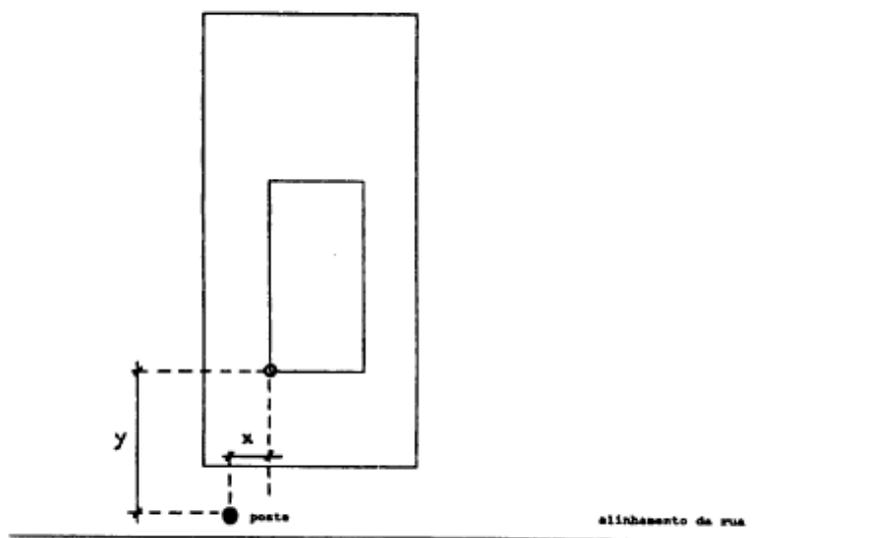


Figura 2.1 - Ilustração do projeto de implantação de uma unidade habitacional.

2.1. Por Onde Iniciar a Locação

Nos casos em que o movimento de terra tenha sido feito, deve-se iniciar a locação pelos elementos da fundação, tais como as estacas, os tubulões, as sapatas isoladas ou corridas, entre outros. Caso contrário, a locação deverá ser iniciada pelo próprio movimento de terra.

Uma vez locadas e executadas as fundações, pode ser necessária a locação das estruturas intermediárias, tais como blocos e baldrames.

Os elementos são comumente demarcados pelo eixo, definindo-se posteriormente as faces, nos casos em que seja necessário, como ocorre, por exemplo, com as sapatas corridas, baldrames e alvenarias.

Os cuidados com a locação dos elementos de fundação de maneira precisa e correta são fundamentais para a qualidade final do edifício, pois a execução de todo o restante do edifício estará dependendo deste posicionamento, já que ele é a referência para a execução da estrutura, que passa a ser referência para as alvenarias e estas, por sua vez, são referências para os revestimentos. Portanto, o tempo empreendido para a correta locação dos eixos iniciais do edifício favorece uma economia geral de tempo e custo da obra.

A demarcação dos pontos que irão definir o edifício no terreno é feita a partir do referencial previamente definido, considerando-se três coordenadas, sendo duas planimétricas e uma altimétrica, as quais possibilitam definir o centro ou eixo central do elemento que se vai demarcar (fundação, parede, etc.).

A medição das distâncias é feita com uma trena, que pode ser de aço (comum ou tipo invar) ou de plástico armada com fibra de vidro. Existem também as trenas de pano que, no entanto, devem ser evitadas, pois se deformam sensivelmente, causando diferenças significativas nas medidas.

A coordenada altimétrica é dada pela transferência de nível de um ponto origem (referência) para o outro que se deseja demarcar. Esta operação pode ser realizada com auxílio de um aparelho de nível, com um nível de mangueira associado ao fio de prumo, régua de referência (guia de madeira ou metálica) e trena.

Pode-se utilizar um teodolito para definir precisamente dois alinhamentos mestres, ortogonais entre si, sendo as demais medidas feitas com a trena.

2.2. Como Materializar a Demarcação

A demarcação poderá ser realizada totalmente com o auxílio de aparelhos topográficos (teodolito e nível), com o auxílio de nível de mangueira, régua, fio de prumo e trena, ou ainda, um misto entre os dois, como citado anteriormente. A definição por uma ou outra técnica dependerá do porte do edifício e das condições topográficas do terreno.

O processo topográfico é utilizado principalmente em obras de grande extensão ou em obras executadas com estrutura pré-fabricada (de concreto ou aço), pois neste caso, qualquer erro pode comprometer seriamente o processo construtivo. Nos casos de edifícios de pequena extensão, construídos pelo processo tradicional, é comum o emprego dos procedimentos "manuais".

Em quaisquer dos casos, porém, a materialização da demarcação exigirá um elemento auxiliar que poderá ser constituído por simples piquetes, por cavaletes ou pela tabeira (que também pode ser denominada tapume, tábuas corridas ou gabarito).

Estas formas de demarcação estão ilustradas na Figura 2.2.

A tabeira ou gabarito é montada com auxílio de pontaletes de madeira de 7,5x7,5cm ou 7,5x10,0cm, espaçados de 1,50 a 1,80m, nos quais são fixadas tábuas de 15 ou 20cm de largura, que servirão de suporte para as linhas que definirão os elementos demarcados, que podem ser de arame recozido nº 18 ou fio de náilon.

A tabeira, devidamente nivelada, é colocada ao redor de todo o edifício a ser locado, a aproximadamente 1,20m do local da construção e com altura superior ao nível do baldrame, variando de 0,4m a 1,5m acima do nível do solo. Há também quem defenda seu posicionamento de modo que fique com altura superior aos operários, para facilitar o tráfego tanto de pessoas como de equipamentos pela local da obra.

A tabeira pode ser utilizada mesmo em terrenos acidentados e com grande desnível. Nestes casos é construída em patamares, como ilustra a Figura 2.3.

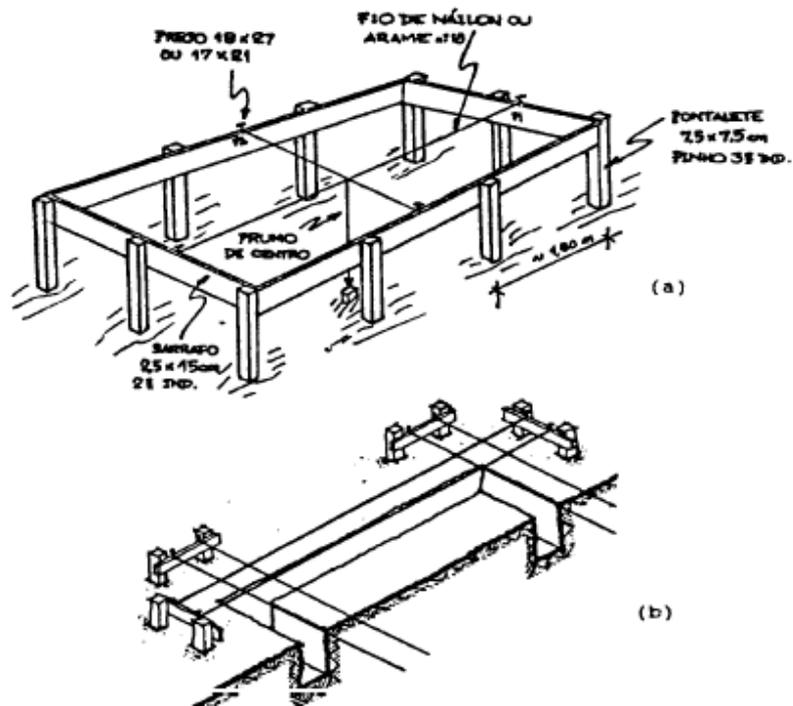


Figura 2.2 - Ilustração dos elementos auxiliares para a locação de edifícios: (a) tabeira [Fonte: LICHTENSTEIN & GLEZER, s.d.]; (b) cavalete [Fonte: IPT, 1987].

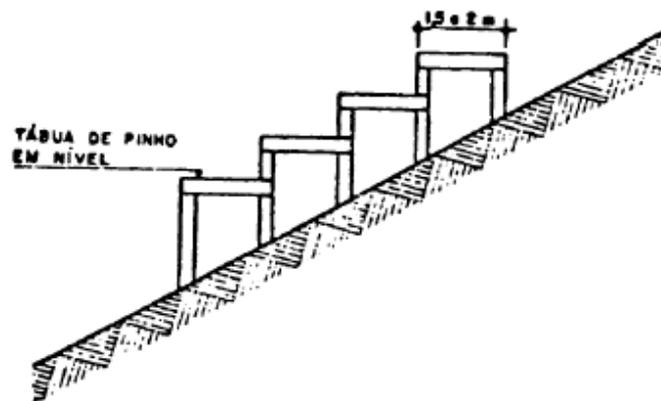


Figura 2.3 - Ilustração da tabeira executada em diferentes níveis, acompanhando a topografia do terreno [Fonte: FABIANI, 1981].

As linhas das coordenadas planimétricas cruzam-se definindo o ponto da locação, o qual é transferido para o solo com o auxílio do fio de prumo, cravando-se um piquete neste ponto.

Para a medição das coordenadas, deve-se tomar sempre a mesma origem, trabalhando-se com cotas acumuladas para evitar a propagação de possíveis erros.

Definido o alinhamento do eixo dos elementos determina-se a face, na própria tabeira, colocando-se pregos nas laterais, como ilustra a Figura 2.4.

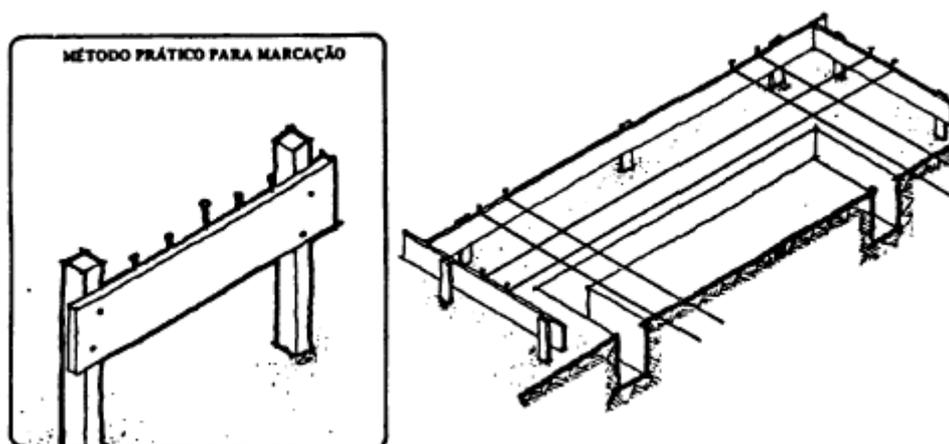


Figura 2.4- Ilustração da demarcação do eixo e das faces de um elemento a ser locado [Fonte: IPT, 1987].

O ponto que define o eixo central dos elementos deve ser destacado através de pintura, para que não se confunda com os laterais.

Observe-se que se a locação ocorrer pela face, sempre existirá o risco de haver confusão na obra, pois não se pode saber qual face foi locada inicialmente, de onde se iniciou as medidas, se a espessura do revestimento foi ou não considerada.

Assim, após ter sido demarcado o ponto central, deve-se locar os pontos laterais utilizando-se preferencialmente pregos menores.

De modo geral é preferível que se tenha a tabeira como apoio à demarcação do que o cavalete, pois este pode se deslocar com maior facilidade, devido a batidas de equipamentos ou mesmo esbarrões, levando à ocorrência de erros na demarcação. No entanto, existem situações em que não é possível o emprego da tabeira, como é o caso da locação de edifícios cuja projeção horizontal seja muito extensa, como por exemplo o prédio da Engenharia Civil da Escola Politécnica, ou mesmo do Palácio de Convenções do Anhembi, entre outros. Nestes casos, o uso de equipamentos topográficos auxiliados por cavaletes é a solução que torna viável a demarcação.

Seja qual for o método de locação empregado, é de extrema importância que ao final de cada etapa de locação sejam devidamente conferidos os eixos demarcados, procurando evitar erros nesta fase. A conferência pode ser feita com o auxílio dos equipamentos de topografia ou mesmo de maneira simples, através da verificação do esquadro das linhas que originaram cada ponto da locação. Para isto, pode-se utilizar o princípio do triângulo retângulo (3, 4, 5), como ilustra a Figura 2.5.

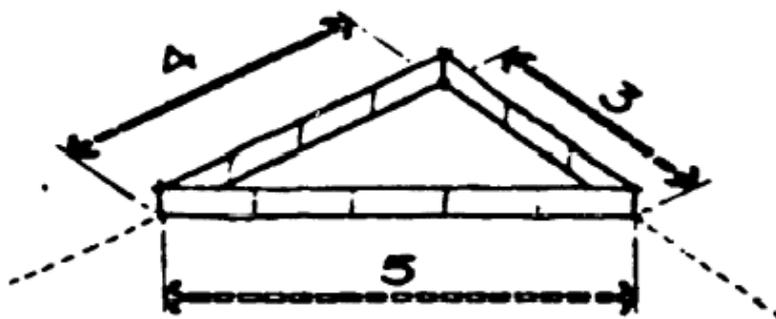


Figura 2.5 - Ilustração do método do triângulo retângulo para a conferência do esquadro entre linhas ortogonais de uma demarcação.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5682 - Contratação, execução e supervisão de demolições**. Rio de Janeiro, ABNT, 1977. 41p.

Barkokébas Junior, Béda. **Gestão em Segurança e Saúde do Trabalho para Indústria da Construção Civil – GSST**. In.: Seminário de Acompanhamento e Avaliação de Resultados Parciais dos Projetos aprovados na Chamada Pública MCT/FINEP/Fundo Verde-Amarelo 01/2003. Rio De Janeiro, julho 2005.

BORGES, ALBERTO DE CAMPOS. **Prática das Pequenas Construções**. 7. ed. São Paulo : Edgard Blücher, 1975. v. 1. p. 28-38.

CARDÃO, CELSO. **Técnica da Construção**. 2 ed. Belo Horizonte : Arquitetura e Engenharia, 1969.

CONAMA 307 de 05 de julho de 2002 (em vigor desde 02 de janeiro de 2003).

FABIANI, BRENO. **Construção de Edifícios**. Notas de aula - 1ª parte. São Paulo, 1981. /xerocopiado/

GUEDES, M.F. **Caderno de Encargos**. 3 ed. São Paulo, PINI, 1994. p.286.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de tipologias de projeto e de racionalização das intervenções por ajuda mútua**. São Paulo, IPT, 1987.

LICHTENSTEIN, N. B. & GLEZER, N. **Curso O Processo de Construção Tradicional do Edifício**. São Paulo, FDTE/EPUSP, s.d. Notas de aula. /xerocopiado/

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora 18**. 2004.