

**ACOMPANHAMENTO EXECUTIVO DA OBRA:  
LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO/UFCG**

**Maria José de Sousa Cordão**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

**ACOMPANHAMENTO EXECUTIVO DA OBRA:  
LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO/UFCG**

**Maria José de Sousa Cordão**

**Orientadores:**

**Supervisor: José Gomes da Silva  
Engenheiro: Francisco Celso de Azevedo**

Campina Grande – Paraíba  
Fevereiro de 2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

**ACOMPANHAMENTO EXECUTIVO DA OBRA:  
LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO**

Relatório de Estágio Supervisionado exigido para o término do curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Engenheiro(a) Civil na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

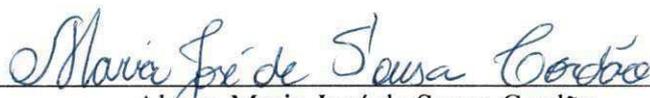
Sumé - PB

**Maria José de Sousa Cordão**

**ACOMPANHAMENTO EXECUTIVO DA OBRA:  
LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO/UFCG**

---

Supervisor: José Gomes da Silva

  
Aluna: Maria José de Sousa Cordão

Campina Grande – Paraíba  
Fevereiro de 2007.

A Deus, sentido da minha vida.

Aos meus grandes amores: Terezinha e  
Antônio – meus pais.

A Jô, irmã querida, toda minha gratidão.

## Agradecimentos

O ser humano em sua totalidade depende de toda a natureza que o cerca, inclusive de outros seres humanos, que nos ajudam, nos consolam, nos acalmam, nos alegram, enfim nos faz sentir que somos meros elementos quando sozinhos [...]

[...]

*Ao Senhor de todas as vidas que nos transforma a cada dia em seres melhores, dando sentido ao nosso dormir e acordar, fortalecendo-nos em um único Deus.*

Aos meus pais queridos que desde da minha concepção não limitaram esforços para a vitória dos seus filhos. A eles todo o meu orgulho de merecê-los como pais.

A <sup>amem</sup>minhas irmãs e irmãos, únicos de todo meu respeito e gratidão, sem eles não haveria certeza da continuidade. A Jô que concretizou meus dias acadêmicos, meu reconhecimento é eterno.

Aos meus mestres que desencadearam em mim reações de querer conhecer mais e mais, trazendo informações formidáveis para o progresso da minha vida acadêmica.

Ao meu supervisor, também mestre, pela orientação concedida.

Ao Engenheiro Celso que disponibilizou sua obra para que eu pudesse realizar este estágio.

Ao mestre de obra Naldo e sua equipe que sempre tirou minhas dúvidas no processo executivo da obra.

As minhas inestimáveis amigas Lêda, Camila e Vitória, pelos bons momentos que passamos juntas, pela equipe que formávamos e ainda formamos.

A Rêmulo, até então meu amor maior.

A todos que de alguma forma me desviaram do perigo ou me levaram ao encontro perfeito com as minhas realizações.

Eis me aqui com minha fortuna e  
com a companhia inestimável dos anjos  
do Senhor [...].

  
**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. OBJETIVOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1. Serviços preliminares.....	09
3.1.1. Exame local do terreno.....	12
3.1.2. Limpeza do Terreno.....	13
3.1.3. Escavações e movimentos de terra.....	14
3.1.4. Canteiro de obras.....	16
3.2. Locação da Obra.....	18
3.3. Concretagem.....	22
4. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA.....	28
5. EXECUÇÃO DA OBRA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO/UFCG: VERIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTOS.....	30
5.1. Escavações e movimentos de terra.....	30
5.2. Locação dos pilares.....	32
5.3. Construção de um pequeno muro de arrimo.....	33
5.4. Montagem das ferragens e formas das vigas baldrames e pilares.....	34
5.5. Concretagem das sapatas, vigas baldrames e pilares.....	35
5.6 Situação do canteiro da obra.....	37
5.7. Entendendo o projeto estrutural.....	37
6. CONCLUSÕES.....	39
7. SUGESTÕES.....	4
8. BIBLIOGRAFIA.....	40

## 1. INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia Civil tem por finalidade oferecer ao estudante bases de conhecimento para que este possa sobressair em meio ao mercado de trabalho nesta área. Verifica-se, pois, a necessidade de paralelizar a teoria com a prática motivando o Engenheiro a atender os requisitos técnicos na determinação das funções e habilidades na área da construção civil.

A construção civil é uma das atividades que mais geram emprego e renda, sendo responsável por uma gama de recursos humanos e financeiros. A execução de obras propõe planejamento estratégico, pessoal bem habilitado, administração tática e racional, técnica inovadora, redução de custos, entre outros. O papel do Engenheiro abrange todas essas funções que devem ser desempenhadas com total sucesso para o progresso da obra.

Um bom desempenho dessas atividades inicia por um planejamento operacional, que irá desencadear sucesso nas ações subseqüentes. O orçamento de uma obra também é um dos objetos de mais respaldo, visto que se espera por uma de redução de custos de forma estratégica, ou seja, os custos devem ser reduzidos, mas que não afetem as outras bases de uma construção adequada: segurança e operacionalidade. Logo, o Engenheiro deve estar atento a estas três premissas da construção civil: segurança, economia e operacionalidade, que devem ser verificadas paralelamente.

Então, o estágio supervisionado vem a ser um meio de estimular o aluno estudante de Engenharia Civil a por em prática todo seu conhecimento obtido durante as aulas teóricas.

Com este intuito este estágio supervisionado foi realizado na execução da obra Laboratório Multiusuário/UFCG, localizada dentro do campus II da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, no setor C da instituição supracitada. As etapas verificadas neste estágio abrangem o início da obra com as escavações até o começo do fechamento do térreo.

Esse relatório será constituído, além desta introdução, dos seguintes tópicos: objetivos, revisão bibliográfica, metodologia e caracterização da estrutura, descrição dos aspectos vivenciados, conclusões e sugestões e revisão bibliográfica.

## 2. OBJETIVOS

O estágio supervisionado tem como objetivos:

- Explorar a teoria estudada durante o curso de Engenharia Civil através da prática vivenciada em campo por parte do processo executivo da obra "*Laboratório Multiusuário /UFCG*";
- Obter experiência nos aspectos de Relações Humanas nos diversos níveis hierárquicos abrangentes do pessoal da obra,
- Aprender a interpretar projetos relacionados à construção do "*Laboratório Multiusuário*";
- Ater a resolução dos problemas que surgiram durante a execução da obra como forma de obter experiência nos diversos casos, imprescindível ao Engenheiro Civil.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica será feita com base nas características da obra e nas etapas que foram acompanhadas durante o processo executivo.

3 - SERVIÇOS PRELIMINARES

#### 3.1. Serviços preliminares

##### ~~3.1.1. Exame local do terreno~~

É necessário o conhecimento das características do terreno para realizar-se um bom projeto em termos econômicos e operacionais. Essas características ditas ideais são:

- não existir grandes movimentações de terra para a construção;
- ter dimensões tais que permita um projeto e construção de boa residência;
- ser seco;
- ser plano ou pouco inclinado para a rua;
- ser resistente para suportar bem a construção;
- ter facilidade de acesso;
- escolher terrenos em áreas não sujeitas a erosão;
- evitar terrenos que foram aterrados sobre materiais sujeitos a decomposição orgânica.

Entretanto, nem sempre estas características são encontradas nos lotes urbanos, deste modo, devemos levar em consideração quando da visita ao lote os seguintes pontos:

- identificar no local o verdadeiro lote adquirido segundo a escritura, registrando-se todas as informações necessárias;
- verificar junto a prefeitura da municipalidade, se o loteamento onde se situa o terreno, foi devidamente aprovado e está liberado para construção;
- números das casas vizinhas ou mais próximas do lote;
- situação do lote dentro da quadra, medindo-se a distância da esquina ou construção mais próxima;
- com bússola de mão, confirmar a posição da linha n-s;
- verificar se existem benfeitorias.(água, esgoto, energia);
- sendo o terreno com inclinação acentuada, em declive, verificar se existe viela sanitária vizinha do lote, em uma das divisas laterais ou de fundo;
- verificar se passam perto do lote, linha de alta tensão, posição de postes, bueiros, etc.
- verificar se existe faixa *non edificandi* (de não construção);
- verificar a largura da rua e passeio;

Freqüentemente os dados colhidos na visita ao terreno não são os suficientes, e na maioria das situações, deve-se pedir previamente que se execute uma limpeza do terreno e um levantamento plani-altimétrico.

### 3.1.2. Limpeza do Terreno

A etapa de limpeza do terreno considera saber definir alguns critérios, tais como:

- carpir - quando a vegetação é rasteira e com pequenos arbustos, usando para tal, unicamente a enxada.
- roçar - quando além da vegetação rasteira, houver árvores de pequeno porte, que poderão ser cortadas com foice.
- destocar - quando houver árvores de grande porte, necessitando desgalhar, cortar ou serrar o tronco e remover parte da raiz. Este serviço pode ser feito com máquina ou manualmente.

Os serviços serão executados de modo a não deixar raízes ou tocos de árvore que possam dificultar os trabalhos. Todo material vegetal, bem como o entulho terão que ser removidos do canteiro de obras.

### **3.1.3. Escavações e movimentos de terra**

Os serviços de movimentos de terra visam à retirada de solo de um dado terreno a fim de se atingir a profundidade ou a cota necessária à execução de uma determinada construção. São serviços indispensáveis às mais diferentes obras civis, desde a construção de edifícios até a construção de barragens. Assim as escavações são executadas em obras como: edifícios, adutora d'água, coletores de esgoto, rodovias, barragens, entre outros.

Por esse amplo aspecto de aplicações, deve-se estudar as serviços de escavações em função dos aspectos técnicos neles envolvidos e não pelo porte ou tipo de obra a que se destina.

De acordo com CARDOSO, 2002 os serviços de escavações 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.

Em alguns casos deve-se estar atento para a realização dos seguintes serviços nas fases de movimentos de terra, onde por meio destes pode-se definir alguns dados necessários a execução da obra, tais como:

- sondagens: este tipo de dado informa o tipo de solo e a espessura das camadas, além da posição do nível d'água que será importante para a definição do tipo de equipamento a ser utilizado bem como o plano de execução da escavação;
- cota de fundo da escavação: dado importante para o projeto de fundações a ser executado e as estruturas de transmissão de esforços para a fundação;
- níveis da vizinhança: deve-se conhecer se nas vizinhanças existe já estruturas de contenção, pois caso não haja, este será o limite para a construção dos taludes periféricos, caso contrário estes limites serão função da estrutura de contenção que será construída.
- projeto de canteiro: dado importante de modo a compartilhar a escavação no canteiro e vice versa, por exemplo, posições de rampas acessos, recuos, alojamentos, etc.

Efetua-se o levantamento plani-altimétrico, para obter condições de elaborar os projetos e iniciar sua execução. Inicia-se pelo acerto da topografia do terreno, de acordo com

o projeto de implantação e o projeto executivo. Pode-se executar, conforme o levantamento altimétrico, cortes, aterros, ou ambos. O corte é facilitado quando não se tem construções vizinhas, podendo fazê-lo maior. Mas quando efetuado nas proximidades de edificações ou vias públicas, deve-se empregar métodos que evitem ocorrências, como: ruptura do terreno, descompressão do terreno de fundação ou do terreno pela água.

Para os aterros as superfícies deverão ser previamente limpas, sem vegetação nem entulhos. O material escolhido para os aterros e reaterros devem ser de preferência solos arenosos, sem detritos, pedras ou entulhos. Devem ser realizadas camadas sucessivas de no máximo 30 cm, devidamente molhadas e apiloadas manual ou mecanicamente.

*No obra do estágio foram tomadas estas providências?*

#### 3.1.4. Canteiro de obras

O projeto do canteiro e os serviços preliminares necessários à execução da obra. Em grandes obras a relação desses serviços pode ser muito extensa e envolver definições sobre a necessidade ou não de se instalar no canteiro determinadas unidades industriais, tais como:

- central de concreto;
- unidade para lavagem e classificação de areia;
- central de ar comprimido;
- posto de abastecimento de combustível entre outras.
- alojamento e ou vestiário, cozinha, refeitório, instalações sanitárias, enfermaria, instalações para lazer, etc.

Define-se, também, nesta fase, as obras preliminares que precisam ser feitas caso necessário, por exemplo:

- estradas de acesso;
- captação de água bruta;
- instalação de energia;
- sinalização, etc.

O porte da obra não justifica a instalação de unidades industriais, e as instalações para o pessoal são simples, já que a maioria das obras se situa na zona urbana e o número de pessoas ocupadas não é muito grande. A metodologia usual para definição do canteiro é de se fazer um pré-dimensionamento com base em dados de obras anteriores e, ao final do trabalho de planejamento e orçamentação, verifica-se o pré-dimensionamento feito, procedendo-se aos ajustes necessários onde couber. A Figura 3.1 mostra um exemplo de dimensionamento de um barracão para obras de pequeno porte.

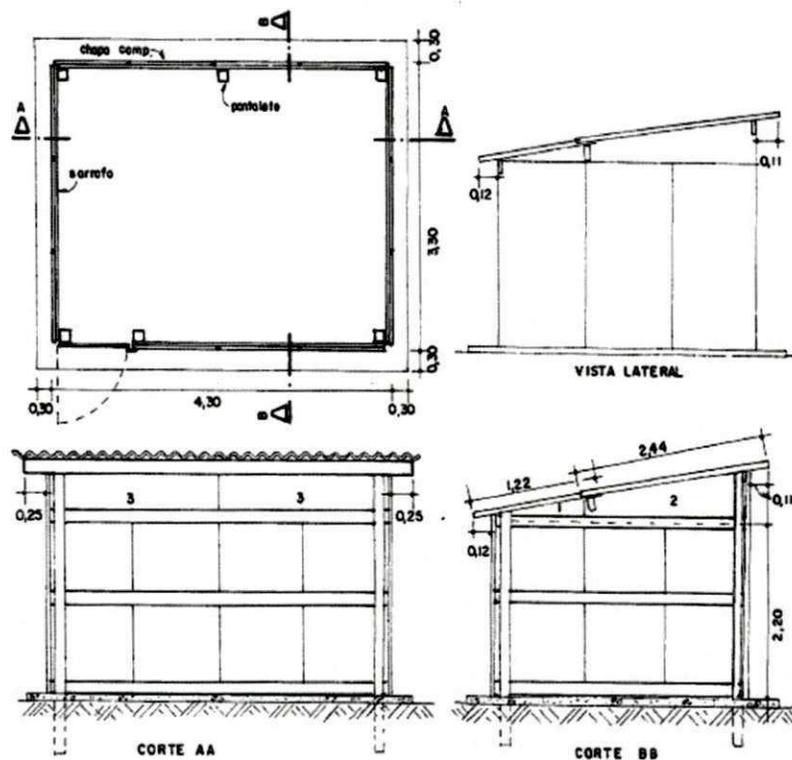


Figura 3.1: Exemplo de dimensionamento de um barracão para pequenas obras

### 3.2. Locação da Obra

Pode-se efetuar a locação da obra, nos casos de obras de pequeno porte, com métodos simples, sem o auxílio de aparelhos que garantam uma certa precisão. No entanto, os métodos descritos abaixo, em caso de obras de grande área, poderão acumular erros, sendo conveniente, portanto, o auxílio da topografia. Os métodos mais utilizados são:

- processo dos cavaletes;
- processo da tábua corrida ou gabarito.

No Processo dos cavaletes os alinhamentos são fixados por pregos cravados em cavaletes. Estes são constituídos de duas estacas cravadas no solo e uma travessa pregada sobre elas (Figura 3.2).

Deve-se sempre que possível, evitar esse processo, pois não oferece grande segurança devido ao seu fácil deslocamento com batidas de carrinhos de mão, tropeços, etc. Depois de distribuídos os cavaletes, previamente alinhados conforme o projeto, linhas são esticadas para determinar o alinhamento do alicerce e em seguida inicia-se a abertura das valas.

*É nesta obra, como foi feita ??*

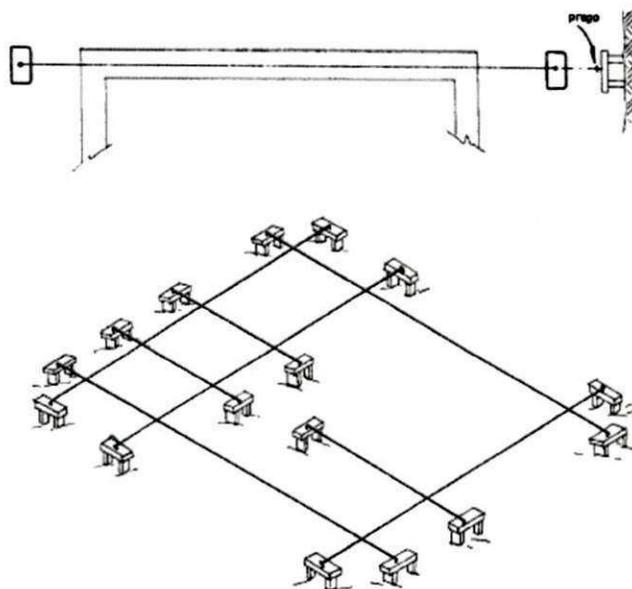


Figura 3.2: Locação de obra pelo processo de cavaletes

O Processo da tábua corrida ou gabarito se executa cravando-se no solo cerca de 50 cm de pontaletes de pinho de (3" x 3" ou 3" x 4") ou varas de eucalipto a uma distância entre si de 1,50m e a 1,20m das paredes da futura construção, que posteriormente poderão ser utilizadas para andaimes. Nos pontaletes serão pregadas tábuas na volta toda da construção (geralmente de 15 ou 20 cm), em nível e aproximadamente 1,00m do piso (Figura 3.3). Pregos fincados nas tábuas com distâncias entre si iguais às interdistâncias entre os eixos da construção, todos identificados com letras e algarismos respectivos pintados na face vertical interna das tábuas, determinam os alinhamentos.

Nos pregos são amarrados e esticados linhas ou arames, cada qual de um nome interligado ao de mesmo nome da tábua oposta. Em cada linha ou arame está materializado um eixo da construção. Este processo é o ideal.

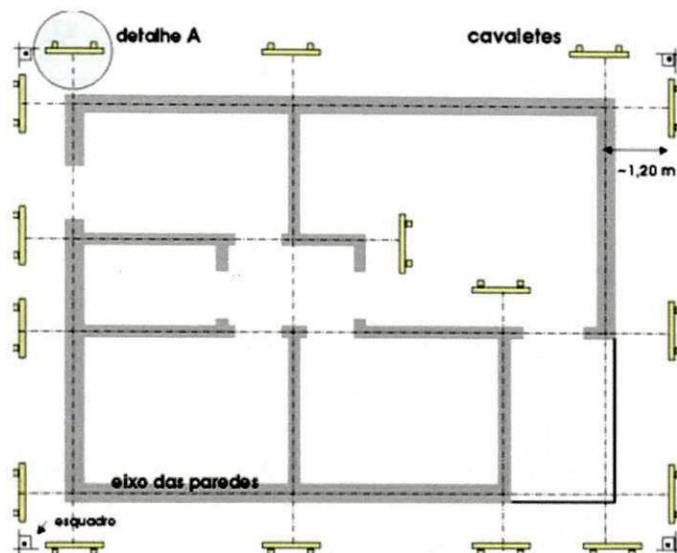


Figura 3.3: Locação de obra pelo processo da tábua corrida ou gabarito

Observa-se que o processo de "Tábua Corrida" é mais seguro e as marcações nele efetuadas permanecem por muito tempo, possibilitando a conferência durante o andamento das obras. Não obstante, para auxiliar este processo, pode-se utilizar o processo dos cavaletes.

Tendo definido o método para a marcação da obra, devemos transferir as medidas, retiradas das plantas para o terreno. Quando a obra requer um grau de precisão, que não podemos realizar com métodos simples devemos utilizar aparelhos topográficos. Isto fica a cargo da disciplina de Topografia, cabendo a nós, para pequenas obras, saber locá-las com métodos simplificados.

É indispensável saber traçar perpendiculares sobre o terreno, pois é através delas que marcamos os alinhamentos das paredes externas, da construção, determinando assim o esquadro. Isto serve de referência para locar todas as demais paredes. Um método simples para isso, consiste em formar um triângulo através das linhas dispostas perpendicularmente, cujos lados meçam 3 - 4 e 5m (triângulo de Pitágoras), fazendo coincidir o lado do ângulo reto com o alinhamento da base.

A locação de uma obra em zona residencial a partir do alinhamento predial fornecido ou devidamente conhecido pela existência de construções vizinhas já consolidadas

deve seguir, genericamente, os passos descritos abaixo, usando aparelhos e ferramentas adequadas (teodolitos e níveis), nível de mangueira, trena metálica de 30 metros (jamais usar trena de lona, plástico ou metro de madeira), linhas de nylon, nível de pedreiro, fio de prumo, arame, tinta esmalte (cores vermelha e branca), marreta, martelo e pregos etc.

A seguir ~~é~~ descrito as etapas para uma locação de obra adequada.

- Conferir a referência e limitar o terreno a partir do alinhamento, marcando os limites do terreno.
- Marcar uma das faces (pode ser a frontal) do gabarito a 1,2 metros da futura construção (1,2 a 1,5 m), considerando como a obra vai ficar no terreno (recoo - o alinhamento frontal recuado em 5 metros, a partir do alinhamento predial.
- Confeccionar a face escolhida com estacas ou pontaletes (3"x3") espaçados de 1,5 a 3,0 metros e alinhados rigorosamente por uma das faces (esticar uma linha de nylon). Depois de consolidados no terreno, os pontaletes devem ser nivelados (nível de mangueira), cortados no topo a uma altura de 40 a 50 cm do solo (até 1 a 1,2 m) e ter pregado na sua face interna tábuas (de boa qualidade) de 1"x6" (pode ser 1"x4") devidamente niveladas.
- A partir da primeira face, marcar e confeccionar as demais faces do gabarito, usando triângulos retângulos (gabaritos) para garantir a ortogonalidade do conjunto (esquadro), conferindo sempre até travar todo o conjunto com mãos-francesas e contraventamento, se necessário.
- Pintar o gabarito, preferencialmente, com tinta esmalte branca (pode ser látex);
- Dependendo do método de locação utilizado ou da existência de projeto de locação, faz-se a marcação no topo da tábua interna colocando pregos em alturas diferentes para identificar eixos, faces laterais de paredes etc. Marcar na tábua a linha de pilares com tinta esmalte vermelha.

- Marcar todos os pontos de referência na tábuca sempre usando trena metálica e efetuar a conferência (mestre ou engenheiro). Um bom método de conferência é o inverso, ou seja, voltar do último ponto marcado, fazendo o caminho inverso da locação.
- Com duas linhas de nylon n.80 (preferência arame de aço recozido n.18) esticadas a partir das marcações do gabarito e no cruzamento das linhas transferir as coordenadas das estacas (sapata ou elemento que venha a ser executado) para o terreno, usando um fio de prumo (250 g) marcar o ponto exato da estaca (centro), cravando um piquete (pintado de branco).
- No caso de haver movimentação de equipamentos pesados (bate-estacas, máquinas e caminhões) proceder a cravação com um rebaixo em relação ao terreno e marcar o local do piquete com cal ou areia, remarcar sempre que ocorrer dúvida em relação a locação do piquete.
- Colocar proteções e avisos da existência do gabarito para evitar abalroamento e deslocamentos que possam por em risco a exatidão do controle geométrico da obra. Alerta-se para que não utilizem o gabarito como andaime, apoio para materiais, passarelas.

### **3.3. Concretagem**

Seja pela necessidade crescente de se construir com qualidade, economia e rapidez; pelo desafio de se obter grandes resistências ou para atender às determinações das normas brasileiras, a tecnologia do concreto não para de evoluir.

As exigências do mercado fizeram da simples tarefa de se misturar cimento, água e agregados, um trabalho para profissionais.

Respondendo a estes desafios está o concreto dosado em central (CDC), que é o concreto fornecido pelas empresas prestadoras de serviços de concretagem (concreteiras), através dos caminhões betoneira. (Figura 3.4)



Figura 3.4: Exemplo de uma concreteira.

Fruto de muito trabalho, pesquisa e desenvolvimento, o CDC atende todas as solicitações das normas brasileiras (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas), chamando para si, a responsabilidade sobre o controle dos materiais; a dosagem; a mistura; o transporte e a resistência do concreto.

O concreto “virado na obra” é uma forma popular de dizer que o concreto esta sendo dosado e misturado no canteiro da própria obra onde será aplicado. Baldes, latas ou caixotes de madeira com dimensões conhecidas, são utilizados para fazer a dosagem dos componentes do concreto volumetricamente, como mostra a Figura 3.5. Para a mistura e homogeneização do concreto são utilizadas pás, enxadas, ou pequenas betoneiras elétricas.



Figura 3.5: Métodos e materiais para a mistura do concreto virado em obra

Com toda a tecnologia desenvolvida para o concreto, contando com aditivos para diversas finalidades, controle tecnológico, os mais diversos equipamentos para bombeamento,

centrais dosadoras móveis, 'virar o concreto na obra' passou a ser uma atividade que deve ser analisada com muito critério. Outros fatores que podem pesar na decisão é que 'virar na obra' afeta na limpeza, na organização e no espaço disponível no canteiro, ocupa mais mão de obra, gasta mais água e energia elétrica, além das perdas de material devido a intempéries, falta de precisão na dosagem, etc. Deve ser tomada para 'virar na obra' e não se perder nos custos é checar o volume recebido de todos os caminhões que chegam com areia e pedra, armazenar o cimento protegido de qualquer tipo de umidade (local coberto e afastado do piso), além de ensaiar estes materiais em laboratório para conseguir um traço mais econômico.

Chama-se de concreto armado à estrutura de concreto que possui em seu interior, armações feitas com barras de aço. Estas armações são necessárias para atender à deficiência do concreto em resistir a esforços de tração, pois este, somente resiste de fato à compressão. As armaduras são indispensáveis na execução de peças como vigas e lajes, etc. (Figura 3.6)

Outra característica deste conjunto é o de apresentar grande durabilidade. A pasta de cimento envolve as barras de aço de maneira semelhante aos agregados, formando sobre elas uma camada de proteção que impede a oxidação das armaduras além de garantirem as resistências à tração e flexão e de poderem também aumentar a capacidade de carga à compressão.



Figura 3.6: Lançamento do concreto sobre as armaduras

O projeto das estruturas de concreto armado é feito por engenheiros especializados no assunto, conhecidos também como calculistas. São eles quem determinam a resistência do concreto, a bitola do aço, o espaçamento entre as barras e a dimensão das peças que farão parte do projeto como as sapatas, blocos, pilares, lajes, vigas, etc. Um bom projeto deve considerar todas as variáveis possíveis e não só os preços unitários do aço e do concreto. Ao se utilizar uma resistência maior no concreto, por exemplo, pode-se reduzir o tamanho das peças, diminuindo o volume final de concreto, o tamanho das formas, o tempo de desforma, a quantidade de mão de obra, a velocidade da obra, entre outros.

O cálculo de uma estrutura de concreto é feito com base no projeto arquitetônico da obra e no valor de algumas variáveis, como por exemplo, a resistência do concreto que será utilizado na estrutura. Portanto, a resistência característica do concreto à compressão ( $f_{ck}$ ) é um dos dados utilizados no cálculo estrutural. Sua unidade de medida é o MPa -Mega Pascal. Sendo o Pascal a pressão exercida por uma força de 1 Newton, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, perpendicular à direção da força. O valor desta resistência ( $f_{ck}$ ) é um dado importante e será necessário em diversas etapas da obra.

- A ABNT descreve com exatidão os ensaios de resistência à compressão e de Slump Test, através de suas normas. O concreto, dentro das variáveis que podem existir nos projetos estruturais, foi o item que mais evoluiu em termos de tecnologia. Antigamente muitos cálculos eram baseados em  $f_{ck}=18$  MPa e hoje, consegue-se atingir no Brasil, resistências superiores a 100 MPa. Este fato é uma ferramenta poderosa para os projetistas e para a engenharia em geral, Implicando na redução das dimensões de pilares e vigas, no aumento da velocidade das obras, na diminuição do tamanho e do peso das estruturas, formas, armaduras, etc.

Como parte essencial do elemento concreto, o aço é uma liga metálica de ferro e carbono, com um percentual de 0,03% a 2,0% de participação do carbono, que lhe confere maior ductilidade, permitindo que não se quebre quando é dobrado para a execução das armaduras. Os fios e barras de aço utilizados nas estruturas de concreto são classificados em categorias, conforme o valor característico da resistência de escoamento ( $f_{yk}$ ). Nesta classificação, a unidade de medida está em  $\text{kgf}/\text{mm}^2$ , sendo os aços classificados como: CA 25; CA 40; CA 50 ou CA 60. *Desnecessário!*

No caso do CA 50, por exemplo, sua resistência ( $f_{yk}$ ) é equivalente a 500 MPa. Os aços podem também ser divididos conforme o processo de fabricação, ou seja:

#### *Aços tipo A*

- fabricados pelo processo de laminação a quente sem posterior deformação a frio, ou por laminação a quente com encruamento a frio.
- apresentam em seu gráfico de tensão x deformação um patamar de escoamento.
- são fabricados com bitolas (diâmetros) iguais ou maiores do que 5mm.
- são denominados barras de aço. *?*

#### *Aços tipo B*

- fabricados pelo processo de laminação a quente com posterior deformação a frio (trefilação, estiramento ou processo equivalente).
- não apresentam em seu gráfico tensão x deformação um patamar de escoamento.
- são fabricados com bitolas de 5,0mm; 6,3mm; 8,0mm; 10,0mm e 12,5mm.
- são denominados fios de aço. *Desnecessário!*

As barras de bitola igual ou superior a 10 mm deverão apresentar marcas de laminação, identificando o produto e a categoria do material. As de bitola inferior a 10 mm e os fios serão identificados por cores, (pintura do topo).

Para projeto, devem ser usados os diâmetros e seções transversais nominais indicadas na NBR 7480 (Barras e fios de aço destinados à armadura para concreto armado). O módulo de elasticidade do aço pode ser admitido como sendo 210 GPa, na falta de valores fornecidos pelo fabricante, ou de ensaios específicos. Pode-se assumir o valor de 7850 kg/m<sup>3</sup>, para a massa específica do aço de armadura passiva. *Desconsiderar!*

Com relação às fôrmas para concreto este é um processo que interfere substancialmente no processo construtivo, pois podem variar a qualidade, o custo da obra e os cuidados com o meio ambiente. As fôrmas não ficaram fora desta evolução. Sem o seu avanço, a alta velocidade das obras, permitida por concretos mais resistentes e menos deformáveis, estaria totalmente comprometida.

A necessidade é a mola mestra do progresso, e como sempre é dela que surgem as boas soluções. No caso das fôrmas, a preocupação com o meio ambiente, a quantidade de reaproveitamentos, a qualidade no acabamento do concreto, a praticidade na hora de montar e desmontar, são alguns dos fatores que impulsionaram o setor. O trabalho que era feito na obra, de maneira artesanal, gerando resíduos e desperdícios de toda ordem, virou uma produção industrializada, com projetos sob medida e redução do custo final.

Além dos métodos de trabalho, a variedade de materiais para a confecção das fôrmas também cresceu. O que era exclusividade das madeiras naturais, evoluiu para os compensados de reflorestamento e ganhou a concorrência de formas metálicas, dos plásticos e atualmente até de plásticos reciclados. 50

Seja qual for o material ou o método de trabalho, um bom estudo das alternativas é fundamental antes de comprar ou alugar um conjunto de fôrmas.

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA

O Laboratório Multiusuário/UFCEG é uma estrutura composta por um térreo e dois pavimentos. O pavimento térreo é formado por um auditório, recepção, sala administrativa, banheiros e copa. O primeiro e o segundo pavimentos constituem, laboratórios de informática, sala de reunião, depósitos, circulação e banheiros.

O projeto arquitetônico foi feito pelo grupo pertencente ao setor de estudos e projetos da Prefeitura Universitária. Já o projeto de cálculo estrutural foi realizado pelo engenheiro calculista Willian Guimarães Lima.

O projeto estrutural tem como elementos de infra-estrutura 30 sapatas diretas com dimensões variando de 140x120 cm e 160x180 cm. A superestrutura é formada por vigas baldrames, 30 pilares com dimensões entre 20x40 cm a 30x40 cm, além das vigas de teto e das lajes.

As sapatas das fundações foram construídas sobre um terreno com características de rocha, regularizadas com concreto magro. Estas foram concretadas com um concreto armado de resistência a compressão ( $f_{ck}$ ) de 20 Mpa. Na escavação de algumas sapatas foi necessário o uso de explosivos.

Utilizou-se os aços do tipo CA-60 e CA-50, somando-se um total de 933,5 kg de CA-50 e 246,5 CA-60 com 9,35 m<sup>3</sup> de concreto e 143,96 m<sup>2</sup> de área de fôrmas, somente para as sapatas e pilares. O concreto utilizado nestas etapas da obra foi confeccionado na própria obra através de betoneira elétrica. O controle tecnológico do concreto foi do tipo reduzido ensaiando-se quatro corpos-de-prova, o que contraria a norma NBR 6118, a qual diz que esse tipo de controle deve ser feito no mínimo com seis corpos-de-prova.

Quanto às instalações do canteiro de obra, existe um barracão de 3 x 4 m, um banheiro de mais ou menos 2 x 1,2 m, uma bancada para montagem das ferragens, uma bancada para

montagem de fôrmas e uma área como betoneira para preparação do concreto. Os operários fazem sua comida ali mesmo em um fogão de lenha em condições um tanto precárias. Salienta-se que apesar de ter capacetes de segurança na obra, muitos operários preferiam não usá-los, pois, segundo eles incomodava. O desenvolvimento da obra foi bastante tranquilo, com problemas comuns em uma obra.

*Quais?  
Divulgar citá-los?*

## **5. EXECUÇÃO DA OBRA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO/UFCG: VERIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTOS**

A princípio não houve nenhum motivo especial na escolha desta obra para a realização deste estágio supervisionado. O Laboratório Multiusuário/UFCG é uma obra de pequeno porte, mas com aspectos interessantes que merecem ser citados aqui. É uma obra convencional de concreto armado que se enquadra em um espaço para desenvolvimento de pesquisas no âmbito da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG formadas por ambientes acadêmicos, especialmente por laboratórios. A obra está sendo executada por uma equipe com contrato de empreitada, tendo como líder o mestre de obra conhecido como Naldo através da empresa Construtora Azevedo Ltda, sob responsabilidade do Engenheiro dono Francisco Celso de Azevedo.

A primeira visita à obra me trouxe receio, pois temia não ser bem recebida por parte dos operários e engenheiro, mas para minha surpresa todos me trataram com respeito e cordialidade. No início da obra todos os dias o Engenheiro estava presente, apesar de ser por no máximo meia hora, mas o pouco que ele ficava sempre me relatava algo que já lhe tinha acontecido em sua vida profissional.

### **5.1. Escavações e movimentos de terra**

As escavações foram realizadas manualmente, exceto quando em algumas valas das sapatas foi necessário o uso de explosivos (dinamites) o que o engenheiro não esperava, no entanto não houve reconhecimento do subsolo antes do início das escavações. Percebi, então a importância de reconhecimento do sub-solo como elemento essencial na construção de uma estrutura, pois através deste pode-se prever os tipos de rochas presentes, fato que facilitará o

desempenho das escavações na obra. A preocupação maior do engenheiro quando foi preciso utilizar dinamites, foi o fato de que poderia abalar alguns pilares que já haviam sido iniciada a concretagem. Ele decidiu, então parar com a concretagem destes, o que causou atrasos na obra. A rocha do terreno da obra era bastante interessante, pois havia uma camada de rocha mais resistente entre duas camadas de argila mole. O que justifica o fato de que as escavações eram fáceis e rápidas em uma área e mais lentas em outras áreas da obra. O reconhecimento do sub-solo também é importante no dimensionamento das sapatas e pilares. Neste caso, quando o engenheiro reconheceu que havia rocha bastante resistente no sub-solo, ele propôs ao calculista uma mudança nas dimensões de algumas sapatas. Segundo o engenheiro o projeto estrutural estava superdimensionado, mas ele não atentou ao fato de que como não houve nenhum ensaio de sondagem para reconhecimento do solo o calculista considerou que a resistência do solo era de 3 MPa. Caso tivesse sido realizada sondagens poderia até ter usado uma resistência de 5 MPa. Logo com uma resistência do solo maior, o dimensionamento através das áreas de influência seria mais econômico. A Figura 5.1 mostra os operários escavando um recuo de 3 m do lado direito da obra.



Figura 5.1: Escavação do direito de 3 m sob terreno inclinado

Após a escavação foram armadas e concretadas as sapatas. Depois desta etapa iniciou-se a montagem das vigas baldrame e subsequentemente sua concretagem. O concreto era trazido até as vigas por meio de latas pelos ajudantes e o mestre de obra utilizava uma vibrador para melhor adensar o concreto. Após a concretagem das vigas iniciou-se o processo de aterramento, como se verifica na Figura 5.2.



Figura 5.2: Aterro após concretagem das vigas baldrame

## 5.2. Locação dos pilares

*Divulgar no item 5.1*

Eu diria a fase mais importante da obra e a que também induz mais erros. O engenheiro falava que a “*locação de uma obra é a parte principal, se o engenheiro não participar da locação, sempre fica alguma coisa errada*”. Da mesma forma segundo BORGES, 1996 tanto a locação dos pilares como das paredes e estacas da obra, devem de preferência ser executadas com a presença do engenheiro, pois uma locação mal feita trará desarmonia entre projeto e execução. As conseqüências poderão ser bem graves, mas caso se possa contar com um mestre de obra de alta capacidade, o engenheiro no mínimo deve verificar se a obra foi locada criteriosamente.

Durante o processo de locação o engenheiro visitava a obra com frequência, participando criteriosamente, e sempre verificando com o mestre de obra se os desvios dos eixos dos pilares estavam marcados corretamente. Um dos pilares ficou 5 cm fora do eixo com a montagem já pronta da ferragem, o que causou um desconforto ao engenheiro e ao mestre de obra. Para contornar a situação, com a ajuda dos carpinteiros, o mestre de obra conseguiu afastar os 5cm necessários, desviando o pilar em sua base.

### 5.3. Construção de um pequeno muro de arrimo

Como o terreno da obra era bastante inclinado foi necessária a construção de uma estrutura de contenção do lado oeste da obra. É uma estrutura bastante simples de pedra rachão argamassada, formado uma espécie de calçada. Desta forma o terreno foi nivelado e o aterro do lado oposto foi sustentado por esta estrutura, como mostra a Figura 5.3.



Figura 5.3: Estrutura de contenção para o aterro interno

#### 5.4. Montagem das ferragens e formas das vigas baldrame e pilares

A montagem das ferragens foram realizadas em uma bancada de madeira. Durante as montagens os ferreiros sempre me explicavam os diâmetros do ferro, os espaçamentos entre os estribos, o encaixe viga/pilar, entre outras questões. Os ferreiros eram bastante experientes, pois já haviam trabalhado em várias obras de grande porte. Percebi que um dos ferreiros a princípio não estava entendendo o projeto estrutural, pois segundo ele, o projeto estava com alguns erros, fato que dificultava seu trabalho. Mas ele logo se acostumou com as disposições das ferragens e não houve maiores problemas. A Figura 5.5 mostra os dois ferreiros da obra montando as ferragens.



Figura 5.5: Preparação e montagem das ferragens

A montagem das fôrmas eram realizadas por dois carpinteiros. Segundo eles é um processo bastante simples, mas que se não for adequado pode fazer com as peças fiquem mal concretadas, com superfícies irregulares. Algumas delas até ficaram, mas eles colocaram uma camada de chapisco para regularizar a superfície de alguns pilares. A Figura 5.6 e 5.7 mostram os carpinteiros montando as fôrmas de alguns pilares e das vigas da escada, respectivamente.



Figura 5.6: Montagem das fôrmas dos pilares



Figura 5.7: Assentamento das fôrmas da viga inferior da escada

### 5.5. Concretagem das sapatas, vigas baldrames e pilares

A concretagem se deu de forma manual e com uso de betoneira elétrica. O Concreto foi concebido por betoneira elétrica, sendo que era levado até as peças a serem concretadas por meio de latas pelos ajudantes. O concreto era dosado por padiolas simples de madeira na



*Divisão M 5-7*

### 5.6 Situação do canteiro da obra

O canteiro de uma basicamente é formado por um barracão e por ambientes de montagem de formas e ferragem, além dos locais onde são dispostos os materiais. O cimento é disposto dentro do barracão em cima de toras de madeira para evitar a umidade. A brita, massame e areia são dispostos livremente, enquanto que as ferragens também são colocadas sob toras de madeira, para evitar a oxidação. Características comuns de canteiro de obras de pequeno porte. O que mais me chamou atenção foi o local onde eram realizadas a alimentação. Não havia nenhum local adequado para a realização das refeições, o que contraria os padrões de qualidade de vida dos operários.

*É como foi realizado o canteiro desta obra?*

### 5.7. Entendendo o projeto estrutural

*Deveria ser 5-7*

A interpretação do projeto estrutural é imprescindível ao engenheiro, pois é onde se encontra o esqueleto de sustentação da estrutura. Deve-se entender as simbologias usadas, saber quantificar e identificar as ferragens, entre outras. Um erro na leitura pode causar vários danos a estrutura, como fissuras, afundamentos, entre outros.

*Houve algum erro deste modo, obra?*

## 6. CONCLUSÕES

O estágio supervisionado como elemento de apoio ao estudante de engenharia civil pré-formado, visa oferecer bases práticas indisponíveis no meio acadêmico. Desta forma o aluno deve participar das atividades da obra para que possa obter visões críticas dos problemas concernentes em uma construção, seja ela de grande ou pequeno porte, pois somente através da prática pode-se obter experiência para a resolução de problemas na construção civil.

Com as atividades verificadas no período de tempo deste estágio, pude perceber um vasto campo de informações, apesar do enquadramento em pequeno porte da obra Laboratório Multiusuário/UFCG, onde foi realizado o estágio. O aprendizado que se obtém em uma simples locação de pilares é valioso. Pude observar desde execuções de escavações até o término da concretagem da parte do térreo. Nestas etapas houve pequenos problemas na obra, como por exemplo, a locação inadequada de um pilar. Este fato que parece ser pouco influente na concepção da obra poderia ter levado a danos graves, como quebrar um alinhamento de pilares já concretados, desperdício de mão-de-obra e material, assim como atrasaria substancialmente as etapas seguintes.

Infelizmente não participei diretamente de nenhuma atividade na obra, fato que seria de muita importância, mas pude presenciar muitas atividades desenvolvidas pelos operários que sempre me explicavam quando tinha dúvidas. Com relação a muitas das etapas executadas na obra, percebi a importância também do conhecimento teórico e técnico. Este conhecimento é que forma o engenheiro lhe dar apoio técnico para a solução dos problemas que sempre ocorrem nas obras de engenharia civil.

*Observa-se que a participação de estagiário não foi muito relevante, provavelmente pela parte da obra (relativamente pequena), no entanto, pode-se constatar o seu interesse no aprendizado, tendo desenvolvido seus conhecimentos complementando a teoria com a prática.*

## 7. SUGESTÕES

Como sugestões que possam melhorar o desempenho dos próximos alunos que virão a realizar este tipo de estagio cito:

- estimular mais interesse tanto do aluno como dos orientadores em otimizar o processo executivo dos estágios supervisionado;
- dar apoio financeiro ao aluno, pois desta forma ele se sentirá útil na obra e desempenhará atividades dentro da obra;
- oferecer estágios fora do estado e até mesmo do país para que os alunos conheçam novas formas de construção e não se prenda somente as construções convencionais;

