



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA
GRANDE-UFCEG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA-CCT
CURSO: ENGENHARIA CIVIL
ALUNO: JOAQUIM PEREIRA DANTAS VILAR
MAT.: 20321085

Relatório de Estágio Curricular

Campina Grande, novembro de 2006.



Biblioteca Setorial do CDSA. Agosto de 2021.

Sumé - PB

Índice

Apresentação	02
Introdução	04
Resvisão bibliográfica	05
Referências bibliográficas	35

APRESENTAÇÃO

O presente relatório de estágio supervisionado referente ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, sob a orientação do professor *João Batista de Queiroz* e com início no dia 01/08/2006 e término no dia 31/10/2006 com uma carga horária de 20 horas semanais, totalizando 240 horas, sendo realizado na construção do Hospital Geral de Traumas de Campina Grande sob administração do Engenheiro Civil Marcio Santos, visando à integração aluno/mercado de trabalho bem como combinar a teoria vivenciada durante todo o curso de Engenharia Civil com a prática de Construção Civil.

Entre a teoria vista no curso de Engenharia civil e a pratica observada durante o estagio podemos destacar disciplinas como concreto armado onde foi possível observa na pratica todo o processo de locação dos pilares, ate sua armação desde o corte dos ferros pelo ferreiro ate sua armação com os estribos e colocação no local, foi possível também observa todo o processo de concretagem desde a o processo de fabricação do concreto pelo betoneiro até a sua colocação nas formas, foi possível observar também a parte de retirada das formas, tudo isso tanto para pilares como para vigas, onde foi de grande importância à parte de corte e armação dos ferros. Outra disciplina que sua pratica foi muito bem observada foi fundações, onde foi possível observa todo o processo de locação, escavação, colocação de armação e concretagem das fundações. Os conceitos adquiridos na disciplina construção de edificios, foram, por mim observados no controle tecnológico do concreto e acompanhamento de cronograma fisico-financeiro, com comprimento de etapas nas datas previstas, medições de serviços entre outros.

Deste modo esse estágio tem a finalidade, de fazer com que tudo aquilo que foi visto em sala de aula fique mais concreto para o aluno, facilitando assim todo o aprendizado e aperfeiçoar o aluno nas técnicas da construção civil, possibilitando também conhecer os materiais e equipamentos atualmente empregados nesta ciência, além disso, se foi observado a relação entre o administrador da obra e os operários, já que é de extrema importância que ambos tenham a melhor interação, pois assim sendo ocorre-se uma maior

produtividade em menor tempo e também um aumento da motivação dos empregados, levando-os a executar suas tarefas com um menor desperdício e conseqüentemente com maior eficiência.

E desta forma fazendo valer o conceito de estagio, que é o de apresenta para o futuro profissional aquilo que ele vai enfrenta na vida pratica e fazer com que ele entenda que tudo aquilo visto em sala de aula é de grande importância para o seu desempenho profissional futuro.

INTRODUÇÃO

No período referente à realização do estágio foram observados vários aspectos direcionados a construção civil, como já foi dito na apresentação dentre os quais o que mais se enfatizou, foi o tipo de laje empregada na estrutura, pilares, fundações, acompanhamento do cronograma e controle tecnológico do concreto. Desta forma foi possível observar dentre as diversas atividades que eram desempenhadas pelos operários da construção:

- Acompanhamento da execução e controle do concreto;
- Levantamento de quantitativos dos materiais necessários;
- Acompanhamento e fiscalização da execução e testes das instalações previstas;
- Conferência de locações e liberações de fôrmas e ferragens;
- Locação de sapatas de fundação.
- Verificação do uso e qualidade dos equipamentos de segurança pessoal.
- Levantamento de quantitativos dos materiais necessários;
- Medições e controle de produção para pagamento de serviços executados;
- Controle tecnológico do concreto.

Tudo isso era acompanhado pelo Engenheiro que supervisionava a obra, que sempre fazia observações quando necessário tirando assim todas as dúvidas que surgissem durante o processo de execução da obra desta forma dando uma grande contribuição para, consolidação dos conceitos adquiridos em sala como também para a formação profissional do estagiário.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Pela definição, a construção civil é a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra arquitetônica, sólida e econômica, pode-se dizer ainda que seja a ação de juntar ou interligar materiais resistentes e afins, ou de dar forma a certos materiais, para se obter um suporte que sirva a atividades e necessidades da vida humana.

O estudo da técnica da construção compreende quatro grupos de conceitos diferentes:

- 1) O que se refere ao conhecimento dos materiais oferecidos pela natureza ou indústria para utilização nas obras, assim como a melhor forma de sua aplicação, origem e particularidades de aplicação;
- 2) O que compreende a resistência dos materiais empregados na construção e os esforços a que estão submetidos assim como o cálculo da estabilidade das construções;
- 3) Os métodos construtivos que em cada caso são adequados à aplicação sendo função da natureza dos materiais, clima, meios de execução disponíveis e condições sociais;
- 4) O conhecimento da arte necessária para que a execução possa ser realizada através das normas de bom gosto, caráter e estilo arquitetônico.

Todo edifício deve ser praticamente perfeito, executado no tempo mínimo razoável e pelo menor custo, aproveitando-se o melhor material disponível e o máximo rendimento das ferramentas, equipamentos e mão de obra. São três as categorias de elementos de uma construção:

- 1) **Essenciais**
- 2) **Secundários**
- 3) **Auxiliares**

Os elementos essenciais são aqueles que fazem parte indispensável da própria obra como: fundações, pilares, paredes, suportes, arcos, vigas, telhado, cobertura, pisos, tetos e escadas.

Os elementos auxiliares são os utilizados enquanto se constrói a obra como: cercas, tapumes, andaimes, elevadores, guinchos, etc.

Fases da Construção:

A execução dos serviços construtivos pode ser subdividida nos seguintes trabalhos:

- 1) **Trabalhos preliminares;**
- 2) **Trabalhos de execução;**

1ª Fase - Trabalhos Preliminares: São os que precedem a própria execução da obra:

- a) Programa de trabalho;
- b) Escolha do local;
- c) Aquisição do terreno;
- d) Projetos;
- e) Concorrência e ajuste de execução;
- f) praça de trabalho;
- g) Aprovação do projeto;
- h) Estudo do terreno;
- i) Terraplanagem;
- j) Locação.

2ª Fase - Trabalhos de Execução: São os trabalhos propriamente ditos:

- a) Abertura de cavas de fundação;
- b) Consolidação do terreno;

- c) Execução dos alicerces;
- d) Apiloamento;
- e) Obras de concreto;

Responsabilidade Civil do Engenheiro

É aquela em que se responde com indenizações, como no caso de imperícia no exercício da profissão. Ex: Falta de conhecimento técnico em executar uma edificação, onde não se respeitou o recuo mínimo frontal estabelecido pela prefeitura da cidade, o que irá gerar o embargo da obra e a necessidade de demolir as paredes e construí-las de novo, com total custeio do serviço por conta do engenheiro responsável.

Responsabilidade Criminal do Engenheiro

Ocorre quando o Código Penal é infringido, por uma ação ou omissão do engenheiro no exercício da profissão. Ex: Morte de operário por omissão do engenheiro em não obrigá-lo em usar o equipamento de segurança.

Responsabilidades Previdenciária e Trabalhista do Engenheiro

Cabe ao engenheiro responsável, assegurar os direitos trabalhistas aos funcionários da obra, como:

- Salários reajustados de acordo com os sindicatos dos trabalhadores e empregadores;
- Pagamento do 13º salário, com incidência do FGTS;
- Férias remuneradas;
- Seguro de acidentes de trabalho;
- Auxílio Maternidade e Paternidade;

- Aviso-prévio;
- Feriados e dias santificados;
- Pagamento de 40% por demissão sem justa causa, etc.

Discriminação Orçamentária

A discriminação orçamentária é uma seqüência dos diferentes serviços que entram na composição de um orçamento e que podem ocorrer na construção de uma edificação. Tem por finalidade sistematizar o roteiro a ser seguido na execução de orçamentos, de modo que não seja omitido nenhum dos serviços a serem executados durante a construção, como também aqueles necessários ao pleno funcionamento e utilização do edifício. Deve obedecer ao projeto e às especificações técnicas.

Quantidades de Serviços

As quantidades de serviços a serem levantadas referem-se aos serviços que serão executados. Para levantá-las é necessário, pois, seguir os projetos e as especificações, que vão indicar o que e onde usar. Logo, é feito o levantamento das quantidades de serviços de aplicação de materiais, utilizando as medidas e dimensões das plantas e desenhos.

Custo Unitário:

É o valor correspondente a cada unidade de serviço. As unidades de serviço são aquelas constantes na discriminação orçamentária.

Custo Parcial:

É o custo unitário x consumo parcial, onde o consumo parcial é o consumo do insumo na execução do serviço na quantidade levantada em projeto.

Taxas dos Encargos Sociais:

Correspondentes às despesas com encargos sociais e trabalhistas, conforme legislação em vigor, incidentes sobre o custo da mão-de-obra.

B.D.I (Bonificação e Despesas Indiretas): Conforme composição da empresa é o percentual do custo parcial, de materiais e mão-de-obra envolvidos no serviço.

Componentes do B.D.I:

- Despesas eventuais;
- Quebra de materiais;
- Riscos;
- Rateio da administração central;
- Imposto;
- Despesas financeiras.

Cronograma Físico- Financeiro

Cronograma de uma obra é o gráfico que procura estabelecer o início e o término das diversas etapas de serviços de construção, dentro das faixas de tempo previamente determinadas, possibilitando acompanhar e controlar a execução planejada. Um cronograma de barras se diz físico-financeiro quando, além das atividades e dos tempos de execução, contém os valores referentes a cada atividade, os valores parciais por período de duração, geralmente em meses, os valores totais, parciais e acumulados.

Curva ABC de Insumos

É uma análise orçamentária que agiliza a tomada de decisões, pois fornece relatórios, com bastante rapidez e segurança, que praticamente não podem ser feitos pelos métodos convencionais. O nome da curva vem do gráfico que pode ser traçado usando-se um plano cartesiano, onde são marcados os insumos em um eixo, e as suas respectivas porcentagens simples ou acumuladas em outro. O ABC corresponde ao sistema alfabético das iniciais dos insumos. Na prática o relatório, curva ABC de insumos contém o código, a descrição, a unidade, o preço unitário, as quantidades, o valor total e as porcentagens simples e acumuladas para cada insumo.

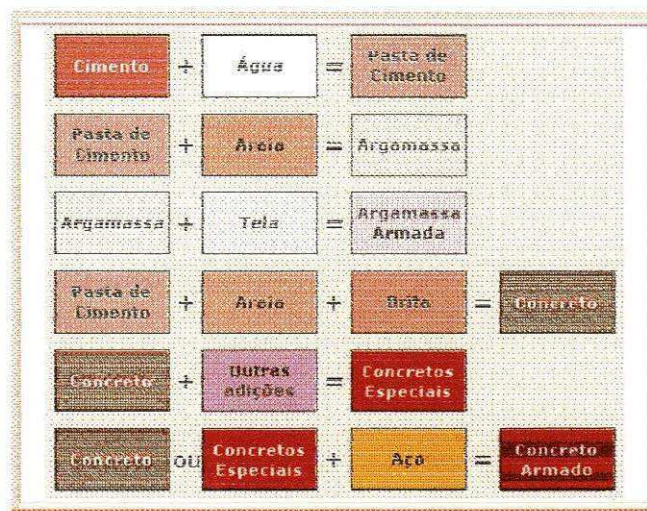
A curva ABC representa os diversos insumos ou etapas em ordem decrescente de preço. Esta técnica se baseia no denominado princípio de Pareto, segundo o qual um pequeno número de serviços ou insumos é responsável por uma parcela mais significativa do custo total. Costuma-se dizer que, de acordo com esse princípio, ou "lei", 20 % dos itens representam 80 % do custo total, embora nem sempre sejam exatamente esses os números que se observam na realidade.

Concreto

O concreto é basicamente o resultado da mistura de cimento, água, pedra e areia, sendo que o cimento ao ser hidratado pela água, forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (pedra e areia), formando um bloco monolítico.

A proporção entre todos os materiais que fazem parte do concreto é também conhecida por dosagem ou traço, sendo que podemos obter concretos com características especiais, ao acrescentarmos à mistura, aditivos, isopor, pigmentos, fibras ou outros tipos de adições.

Cada material a ser utilizado na dosagem deve ser analisado previamente em laboratório (conforme normas da ABNT), a fim de verificar a qualidade e para se obter os dados necessários à elaboração do traço (massa específica, granulometria, etc.).



Fluxograma de produção do concreto armado

Outro ponto de destaque no preparo do concreto é o cuidado que se deve ter com a qualidade e a quantidade da água utilizada, pois ela é a responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se sua quantidade for muito pequena, a reação não ocorrerá por completo e se for superior a ideal, a resistência diminuirá em função dos poros que ocorrerão quando este excesso evaporar.

A relação entre o peso da água e do cimento utilizados na dosagem, é chamada de fator água/cimento (a/c).

O concreto deve ter uma boa distribuição granulométrica a fim de preencher todos os vazios, pois a porosidade por sua vez tem influência na permeabilidade e na resistência das estruturas de concreto.

A disposição dos materiais que eram utilizados para a confecção do concreto na obra pode ser observada nas figuras abaixo:

A água utilizada para a confecção desse concreto era fornecida pela Cagepa, e o processo de fabricação desse concreto era mecânico, onde se fazia o uso da betoneira. A figura abaixo mostra a betoneira utilizada na obra.

Concreto virado na obra

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 (Fig. 02).

Baldes, latas ou caixotes de madeira com dimensões conhecidas, são utilizados para fazer a dosagem dos componentes do concreto volumetricamente.

Para a mistura e homogeneização do concreto são utilizadas pás, enxadas, ou pequenas betoneiras elétricas.

Hoje, com toda a tecnologia desenvolvida para o concreto, contando com aditivos para diversas finalidades, controle tecnológico do concreto (amostras, ensaios, etc.), os mais diversos equipamentos para bombeamento, centrais dosadoras móveis (equipamentos dotados de balanças e que podem ser instalados nos canteiros mais distantes), ‘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.

Outra medida que 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.

Na obra na qual ocorreu o estagio como já foi dito o processo de fabricação do concreto não foi manual, mas sim mecânico com a utilização de betoneira.

Concreto armado

Chamamos 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 (seu forte é a resistência à compressão) e são indispensáveis na execução de peças como vigas e lajes, por exemplo.

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. As armaduras além de garantirem as resistências à tração e flexão, podem também aumentar a capacidade de carga à compressão.

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 (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 fôrmas, o tempo de desfôrma, a quantidade de mão de obra, a velocidade da obra, entre outros.

Toda a ferragem utilizada para a confecção do concreto armada para lajes, pilares e fundações eram armazenados e dobrados na obra, o responsável por todo esse projeto era o ferreiro e tinha também o engenheiro que fazia todo o processo de conferência dos ferros. As figuras abaixo mostram como isso era feito na obra.

Resistência característica do concreto à compressão

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:

Pascal: 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.

Mega Pascal (MPa) = 1 milhão de Pascal = 10,1972 Kgf/cm².

Por exemplo: O f_{ck} 30 MPa tem uma resistência à compressão de 305,916 Kgf/cm².

O valor desta resistência (f_{ck}) é um dado importante e será necessário em diversas etapas da obra, como por exemplo:

Para cotar os preços do concreto junto ao mercado, pois o valor do metro cúbico de concreto varia conforme a resistência (f_{ck}), o slump, o uso de adições, etc.

No recebimento do concreto na obra, devendo o valor do f_{ck} , fazer parte do corpo da nota fiscal de entrega, juntamente o slump.

No controle tecnológico do concreto (conforme normas da ABNT), através dos resultados dos ensaios de resistência à compressão (Fig. 03).

Neste ensaio, a amostra do concreto é "capeada" e colocada em uma prensa. Nela, recebe uma carga gradual até atingir sua resistência máxima (kgs). Este valor é dividido pela área do topo da amostra (cm²). Teremos então a resistência em kgf/cm². Dividindo-se este valor por 10,1972 se obtém a resistência em MPa.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 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 no fck 18 MPa e hoje, conseguimos atingir no Brasil, resistências superiores a 100 MPa.

Isto é uma ferramenta poderosa para os projetistas e para a engenharia em geral. Implica 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.

Consistência do concreto

A consistência é um dos principais fatores que influenciam na trabalhabilidade do concreto. Cabe ressaltar este assunto, pois muito se confunde entre consistência e trabalhabilidade.

O termo consistência está relacionado a características inerentes ao próprio concreto e está mais relacionado com a mobilidade da massa e a coesão entre seus componentes.

Conforme modificamos o grau de umidade que determina a consistência, alteramos também suas características de plasticidade e permitimos a maior ou menor deformação do concreto perante aos esforços.

Um dos métodos mais utilizados para determinar a consistência é o ensaio de abatimento do concreto, também conhecido como slump test.

Neste ensaio, colocamos uma massa de concreto dentro de uma forma tronco-cônica, em três camadas igualmente adensadas, cada uma com 25 golpes. Retiramos o

molde lentamente, levantando-o verticalmente e medimos a diferença entre a altura do molde e a altura da massa de concreto depois de assentada.

A trabalhabilidade depende, além da consistência do concreto, de características da obra e dos métodos adotados para o transporte, lançamento e adensamento do concreto.

Como exemplo, podemos dizer que um concreto com slump de 60 mm foi excelente e de fácil trabalhabilidade quando aplicado em um determinado piso. Este mesmo concreto, aplicado em um pilar densamente armado, foi um tremendo desastre, ou seja, a consistência era a mesma (60 mm), mas ficou impossível de se trabalhar.

O que costuma ocorrer na obra, nestes momentos de difícil aplicação é do encarregado pela concretagem solicitar para colocar água no concreto, alterando as características do mesmo.

A relação entre água e cimento é essencial para a resistência do concreto e não pode ser quebrada. Não dá para remediar sem correr riscos. O correto é sempre fazer ou comprar um concreto de acordo com as características das peças e com os equipamentos de aplicação disponíveis. As Concreteiras têm sempre profissionais capacitados a indicar o tipo de Slump apropriado para cada situação.

Agregados para concreto

Agregados são materiais que, no início do desenvolvimento do concreto, eram adicionados à massa de cimento e água, para dar-lhe "corpo", tornando-a mais econômica. Hoje eles representam cerca de oitenta por cento do peso do concreto e sabemos que além

de sua influência benéfica quanto à retração e à resistência, o tamanho, a densidade e a forma dos seus grãos podem definir várias das características desejadas em um concreto.

Devemos ter em mente que um bom concreto não é o mais resistente, mas o que atende as necessidades da obra com relação à peça que será moldada. Logo, a consistência e o modo de aplicação acompanham a resistência como sendo fatores que definem a escolha dos materiais adequados para compor a mistura, que deve associar trabalhabilidade à dosagem mais econômica.

Os agregados, dentro desta filosofia de custo-benefício, devem ter uma curva granulométrica variada e devem ser provenientes de jazidas próximas ao local da dosagem. Isto implica em uma regionalização nos tipos de pedras britadas, areias e seixos que podem fazer parte da composição do traço.

Com relação ao tamanho dos grãos, os agregados podem ser divididos em grãos e miúdos, sendo considerado grão, todo o agregado que fica retido na peneira de número 4 (malha quadrada com 4,8 mm de lado) e miúdo o que consegue passar por esta peneira.

Podem também ser classificados como artificiais ou naturais, sendo artificiais as areias e pedras provenientes do britamento de rochas, pois necessitam da atuação do homem para modificar o tamanho dos seus grãos. Como exemplo de naturais, temos as areias extraídas de rios ou barrancos e os seixos rolados (pedras do leito dos rios).

Outro fator que define a classificação dos agregados é sua massa específica aparente, onde podemos dividi-los em leves (argila expandida, pedra-pomes, vermiculita), normais (pedras britadas, areias, seixos) e pesados (hematita, magnetita, barita).

Devido à importância dos agregados dentro da mistura, vários são os ensaios necessários para sua utilização e servem para definir sua granulometria, massa específica real e aparente, módulo de finura, torrões de argila, impurezas orgânicas, materiais pulverulentos, etc.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é o órgão que define estes ensaios e suas formas de execução. Os resultados dos mesmos vão implicar na aprovação dos agregados para sua utilização no concreto.

Uma das vantagens do concreto dosado em central é, portanto, que este pacote de ensaios já está embutido na contratação dos serviços de concretagem.

Os agregados que eram utilizados para a fabricação do concreto na obra, podem ser observado na figura abaixo:

Aditivos para concreto e argamassa

Os aditivos, que não estavam presentes nos primeiros passos do desenvolvimento do concreto, hoje são figuras de fundamental importância para sua composição. Há quem diga que eles são o quarto elemento da família composta por cimento, água e agregados e que sua utilização é diretamente proporcional à necessidade de se obter concretos com características especiais.

Eles têm a capacidade de alterar propriedades do concreto em estado fresco ou endurecido e apesar de estarem divididos em várias categorias, os aditivos carregam em si dois objetivos fundamentais, o de ampliar as qualidades de um concreto, ou de minimizar seus pontos fracos.

Como exemplo, podemos dizer que sua aplicação pode melhorar a qualidade do concreto nos seguintes aspectos:

- Trabalhabilidade
- Resistência
- Compacidade
- Durabilidade

- Bombeamento
- Fluidez (auto adensável)

E pode diminuir sua:

- Permeabilidade
- Retração
- Calor de hidratação
- Tempo de pega (retardar ou acelerar)
- Absorção de água

Sua utilização, porém, requer cuidados. Além do prazo de validade e demais precaução que se devem ter com a conservação dos aditivos é importante estar devidamente informado sobre o momento certo da aplicação, a forma de se colocar o produto e a dose exata.

Não é exagero comparar os aditivos aos remédios, que podem tanto trazer mais saúde para seus pacientes, como podem virar um veneno se ministrados na dose errada.

Tomando-se os cuidados necessários a relação custo-benefício destes produtos é muito satisfatória. As empresas que prestam serviços de concretagem, não abrem mão das suas qualidades e possuem, portanto, equipamentos e controles apropriados para conseguir o melhor desempenho possível dos concretos aditivados.

Aço para concreto armado

O aço é uma liga metálica de ferro e carbono, com um percentual de 0,03% a 2,00% 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 aços 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 kgf/mm^2 , sendo os aços classificados como: CA 25; CA 40; CA 50 ou CA 60.

No caso do CA 50, por exemplo, sua resistência (f_y) 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.

- Apresenta 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 apresenta 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.

Outras informações básicas:

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/m³, para a massa específica do aço de armadura passiva.

Mais informações podem ser encontradas na página sobre concreto armado e nas normas NBR 7480 e NBR 6118 da ABNT.

Os ferros utilizados na obra podem ser observados na figura abaixo:

Fôrmas para concreto

O desenvolvimento do concreto, nas últimas décadas, não foi apenas com relação aos componentes da mistura, mas envolveu todos os processos que pudessem interferir na qualidade, no custo da obra e nos 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.

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.

As fôrmas utilizadas na obra eram metálicas, devido a grande reutilização dessas fôrmas, muitas vezes elas apresentavam alguns danos que eram reparadas no local da obra. Nas fôrmas dos pilares passavam-se óleo para facilitar o processo de retirada da fôrmas, já para as lajes eram utilizada as cumbucas onde também passavam óleos para facilitar o processo de retirada das fôrmas. As figuras abaixo mostram essas formas:

Cimento

O cimento Portland é um material pulverulento, constituído de silicatos e aluminatos complexos, que, ao serem misturados com a água, hidratam-se, formando uma massa gelatinosa, finamente cristalina, também conhecida como “gel”. Esta massa, após contínuo processo de cristalização, endurece, oferecendo então elevada resistência mecânica.

- Ele pode ser definido também, como sendo um aglomerante ativo e hidráulico.
- Aglomerante, pois é o material ligante que promove a união dos grãos de agregados.
- Ativo, por necessitar de um elemento externo para iniciar sua reação.
- Hidráulico porque este elemento externo é a água.

Concluimos então que a água tem um papel de destaque dentro da engenharia do concreto, tão importante que a relação entre o peso da água e o peso do cimento dentro de uma mistura recebeu um nome: fator água cimento (A/C).

Este fator é a base para a definição de todas as misturas compostas com cimento e água (concreto, argamassa, grout, etc.) devendo ser muito bem compreendido por todos aqueles que trabalham com o concreto.

A água deve ser empregada na quantidade estritamente necessária para envolver os grãos, permitindo a hidratação e posterior cristalização do cimento.

O fator A/C deve ser sempre o mais baixo possível, dentro das características exigidas para o concreto e da qualidade dos materiais disponíveis para a sua composição.

Quando temos muita água na mistura, o excesso migra para a superfície pelo processo de exudação. Deixa atrás de si vazios chamados de porosidade capilar. Esta porosidade prejudica a resistência do concreto aumenta sua permeabilidade e diminui a durabilidade da peça concretada.

O cimento utilizado na obra essa o Portland Z-32. A figura abaixo mostra o cimento na obra

Controle tecnológico do concreto

Falar em controle tecnológico do concreto, significa falar principalmente, no controle dos materiais que fazem parte da sua composição, pois as principais “doenças” que podem afetar o concreto, estão intimamente ligadas à falta de qualidade dos materiais que o compõem.

É importante que o construtor tenha uma noção básica sobre este assunto, antes de iniciar um processo de “rodar o concreto na obra”, pois a economia, neste caso, pode se transformar em uma grande dor de cabeça.

A NBR 12654 (Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto) dispõe sobre os ensaios que devem ser efetuados nestes materiais. Como sabemos que é praticamente impossível encontrar materiais totalmente isentos de substâncias nocivas, as normas desempenham um papel de fundamental importância, pois nos apresentam os limites de tolerância destes elementos.

Já entre as determinações da NBR 12655 (Concreto – preparo, controle e recebimento) existe a obrigatoriedade de uma dosagem experimental para concretos com resistência igual ou superior a 15 MPa.

Portanto, a contratação de um laboratório gabaritado para a execução destes serviços é de fundamental importância para quem quer fazer seu próprio concreto.

No caso de quem compra o concreto dosado em central, os encargos com os ensaios dos materiais e com as dosagens experimentais, já estão implícitos nas responsabilidades da própria concreteira. Isto não impede que o comprador faça ensaios paralelos, ou solicite para que a concreteira lhe forneça para análise, os resultados dos ensaios que ela fez em seus materiais.

Além das dosagens experimentais e dos ensaios dos materiais, o Controle Tecnológico do Concreto estabelece que sejam feitos ensaios de amostras retiradas do concreto fresco. Com mais este procedimento, está fechado o círculo dos cuidados necessários para se manter constante a qualidade exigida do concreto, sendo estes ensaios utilizados também como parâmetros para a aceitação do concreto.

Aceitar ou rejeitar

A aceitação é feita normalmente em dois momentos distintos:

- Quando do recebimento do caminhão betoneira na obra, através do teste de consistência, também conhecido como ensaio de abatimento ou slump test (NBR 7223).
- O resultado deste teste deve ser menor ou igual ao valor máximo admitido na nota fiscal de entrega do concreto. Se o resultado for superior, demonstrará que o concreto está com excesso de água em sua composição, o que implica em uma alteração do fator água/cimento e na possível queda de sua resistência. Neste caso o caminhão pode ser rejeitado.

Independentemente da realização do teste de slump, devem ser colhidas amostras do concreto (corpos de prova), que no estado endurecido servirão para a realização de ensaios de resistência à compressão.

Estas amostras devem ser em quantidade suficiente para a determinação do Fck estimado, através de fórmulas e parâmetros existentes na NBR 6118.

A aceitação, neste caso, será automática se o fck estimado for maior ou igual ao fck solicitado.

Caso contrário poderão ainda ser feitos:

- Ensaio especiais no concreto, gerando novos resultados de fck para comparação.
- Uma análise do projeto, para verificar se o fck estimado é aceitável.
- Ensaio da estrutura.

Se mesmo assim o concreto for rejeitado, poderemos ter:

- Um reforço na estrutura.
- O aproveitamento da estrutura, com restrições quanto ao seu uso.
- A demolição da parte afetada.

Como vimos o controle tecnológico é de grande importância para quem quer executar uma obra com qualidade e fundamental para quem não quer assumir os riscos de uma obra sem controle.

Fundações

São elementos estruturais cuja função é receber e transmitir ao solo de apoio, as cargas provenientes da estrutura, sejam as de caráter permanente (peso próprio, algumas sobrecargas) ou as eventuais devidas a ventos, vibrações, etc.

Requisitos de um projeto de fundações:

- Haver **SEGURANÇA** adequada contra ruptura dos materiais de fundação e do solo (capacidade de carga)
- Que os **RECALQUES** (máximos e diferenciais) em todas as partes da fundação estejam dentro dos limites toleráveis pela estrutura (deformações admissíveis).

Elementos necessários para um projeto de fundações

- Topografia da área
- Dados geológicos e geotécnicos
- Dados da estrutura a construir
- Dados sobre construções vizinhas

De posse dessas informações analisa-se a possibilidade de escolha dentre os vários tipos de fundação, de acordo com a viabilidade técnica e econômica de execução.

Obs.: na escolha da melhor alternativa entre as soluções possíveis, lembrar que a avaliação de menor custo e prazo de execução deve considerar o volume de concreto armado, o volume de terra a ser movimentado (escavação e reaterro) e a necessidade de rebaixamento do nível d'água, caso o mesmo seja ultrapassado.

Tipos de fundações

Superficiais ou rasas ou diretas:

- Sapatas (isolada, excêntrica, corrida, associada)
- Blocos
- Radier

Profundas

- Estacas (cravadas, moldadas no local)
- Tubulões (a céu aberto, a ar comprimido)
- Estacões

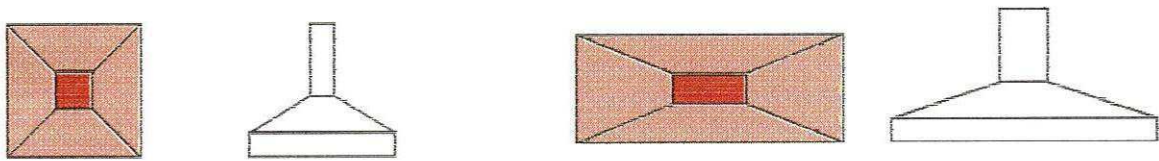
Fundação Superficial

Elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação” (NBR-6122/96 ABNT).

Bloco: elemento de fundação superficial de concreto, dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura. Pode ter suas faces verticais, inclinadas ou escalonadas e apresentar normalmente em planta seção quadrada ou retangular.

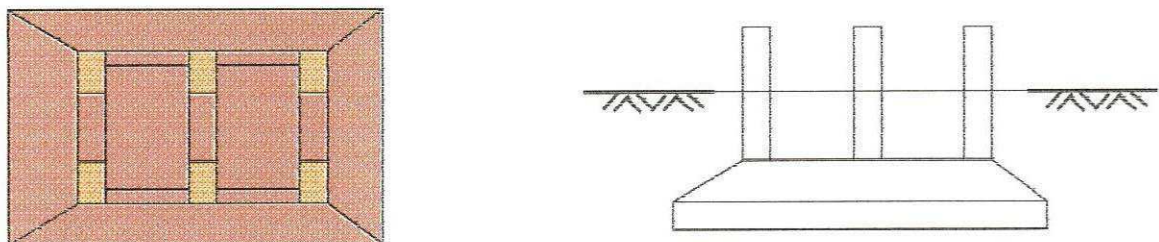
Sapata: elemento de fundação superficial de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas sejam resistidas pelo emprego de armadura. Pode possuir espessura constante ou variável, sendo sua base em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal.

Sapatas isoladas:



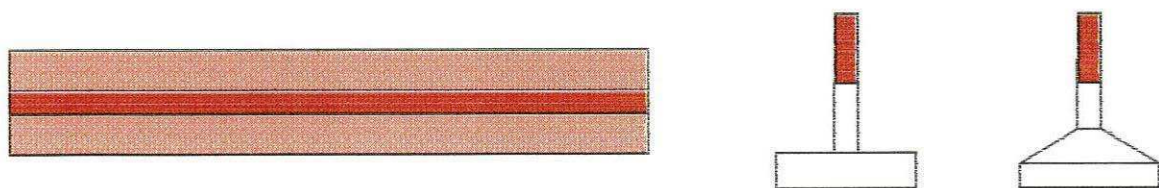
Sapatas isoladas

Sapatas associadas: sapata comum a vários pilares, adotada nos casos em que as áreas das sapatas imaginadas para os pilares se aproximam umas das outras ou interpenetram.



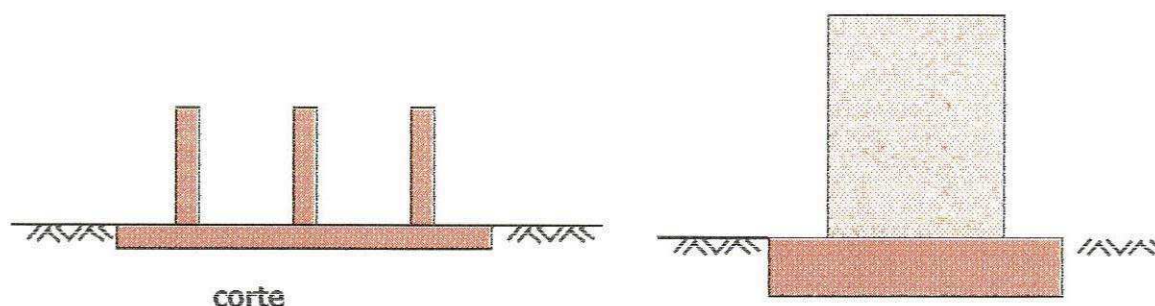
Sapatas associadas

Sapata corrida: sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente.



Sapatas corridas

Radier: elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos (por exemplo: tanques, depósitos, silos, etc.).



Radier

Obs.: quando a área total da fundação ultrapassa metade da área de construção, o radier é indicado.

Na obra onde ocorreu o estágio todas as sapatas foram em forma de blocos de sapata, como a região de campina grande tem a rocha aflorando praticamente na superfície a colocação desse tipo de sapata é recomendada pois ela vai ficar assente sobre a rocha, e ainda era feito o nivelamento com a utilização de concreto magro. As figuras abaixo mostram tudo que foi observado na obra.

Obs: um fato importante que foi possível observar durante a execução das fundações foi o fato de não ter sido feita uma sondagem, aí alguns buracos que iriam receber as fundações ficaram muito profundo aí foi necessário usar cintas de ligações para diminuir a flambagem e isso não foi levado em conta durante o cálculo, desta forma foi necessário que o engenheiro responsável entrasse em contato com o calculista e assim foi decidido que se colocariam as cintas. As figuras abaixo mostram como essas cintas ficaram na obra.

Pilares-parede

No caso de pilares cuja maior dimensão da seção transversal excede em cinco vezes a menor dimensão, além da exigência constante nesta subseção, deve também ser atendido o que estabelece, relativamente a esforços solicitantes na direção transversal decorrentes de efeitos de primeiras e segundas ordens, em especial os efeitos de segunda ordem localizados.

A armadura transversal de pilares-parede deve respeitar a armadura mínima de flexão de placas, se essa flexão e a armadura correspondente forem calculadas. Em caso contrário, a armadura transversal deve respeitar o mínimo de 25% de armadura longitudinal da face.

No estágio foi possível observar locação, colocação da ferragem até a concretagem de diversos pilares. As figuras abaixo mostram todo o processo observado durante o período de estágio.

Topografia

A superfície do terreno possuía um pequeno declive ($\pm 7\%$), sendo ideal para o esgotamento das águas pluviais, foi necessário uma pequena movimentação de terra para a locação da obra através de procedimentos mecânicos e manuais.

Escavações

Para a execução das escavações foram utilizados os seguintes procedimentos:

Características da Obra

Para este serviço, foram locadas um Compressor modelo Chicago Pneumático 180, equipado com rompedor pneumático e perfuratriz pneumática à Construtora Triunfo Ltda de Campina Grande num custo de R\$ 2.500,00 os 60 dias de locação, iniciando-se em 20 de Agosto de 2001.

Máquinas Tipo: Pás-carregadeiras;
Retroescavadeiras;
Britadores.

Fundações

As sapatas das fundações foram construídas em concreto armado, isoladas, de concreto armado cujo valor da resistência à compressão f_{ok} é de 16MPa.

Foram concretadas sobre um terreno com características de rocha, regularizadas com concreto magro, com 0,08 m de espessura.

Estrutura de Concreto Armado

Parte do concreto utilizado foi fornecido pela empresa Supermix com sede nesta cidade. A outra parte está sendo confeccionado *in locu*, preparado com o auxílio de betoneiras. No período de concretagem constatou-se que a baixa intensidade de chuva não prejudicou a execução, mas favoreceu de certa forma a cura do concreto. Todavia, outros fatores prejudicam a execução da concretagem à medida que o concreto usinado era bombeado, a saber: quebra de motor do bombeamento e o entupimento da tubulação.

A razão para se ter decidido substituir em alguns casos o concreto usinado pelo betonado deveu-se aos problemas gerados devido aos horários que se tornavam incompatíveis à medida que se necessitava dar continuidade ao lançamento do concreto, quando muitas vezes a Supermix não agilizava as entregas deste insumo dentro do prazo ótimo estabelecido para concretagem.

Executado com concreto armado, as cintas, lajes nervuradas e pilares, tendo a resistência característica do concreto à compressão f_{ck} em 30 MPa. Observou-se no laboratório que todos os testes possibilitaram uma resistência acima da esperada.

As fundações e os pilares são concretados com concreto confeccionado *in locu*. A tabela a seguir mostra os valores do rompimento de 4 (quatro) corpos de prova do concreto utilizado na obra.

Estrutura de Concreto Armado

Este foi confeccionado *in locu*, atendendo ao $f_{ck} = 30$ MPa, com um consumo médio de 410 kg de cimento CII F – 32 por m^3 e britas 25/19 e areia natural (de origem da região de Barra de Santa Rosa – PB).

Controle foi rigoroso, sendo o concreto preparado para 40 MPa. Os rompimentos dos corpos de prova ficaram a cargo da Atecel, sendo que a mesma executou os testes a 7, 14 e 21 dias verificando bons resultados quanto à qualidade do concreto disponível nos corpos de prova.

Características dos elementos estruturais

Vigas

Devido o tipo de laje utilizada na construção do edifício São Patrício, não há necessidade de utilização de vigas, o que agrada em especial ao *layout* já que o posicionamento das paredes não estará amarrado às vigas.

Lajes

A laje utilizada é do tipo nervurada como se pode observar pela foto seguinte, já que o vão a ser vencido é superior a dez metros e a mesma será submetida a grandes sobrecargas. Esta nova tecnologia vem eliminar inertes, tradicionalmente usados em lajes nervuradas, tais como concreto celular, blocos de concreto, tijolos cerâmicos e poliestireno expandido, não incorporando peso à laje e resultando em um conjunto esteticamente agradável.

A altura da laje é de 35 (trinta e cinco) cm, sendo 5 (cinco) cm de recobrimento. Na laje são utilizadas fôrmas plásticas reutilizáveis colocadas diretamente sobre a estrutura que serve como suporte.

Devido a grande concentração de tensões na região de encontro da laje nervurada com o pilar deve-se criar uma região maciça para absorver os momentos decorrentes do efeito de punção (esquema de lajes nervuradas maciças no encontro com o pilar).

Após 15 (quinze) dias os suportes são retirados parcialmente, já às formas são retiradas 3 (três) dias após a concretagem, estas são retiradas com ajuda de ar comprimido, quando oferece resistência para sua retirada.

Pilar

Os pilares foram distribuídos de modo que, não maximizar o aproveitamento das áreas privadas como também para facilitar o fluxo de veículos nas garagens. Para manter espessura dos revestimentos das armaduras dos pilares, os operários utilizam pedaços de canos entre as faces internas das fôrmas metálicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, Alberto de Campos. **Práticas das Pequenas Construções**. Vol I. 7ª Edição. Editora Edgard Blucher Ltda. 1979.

CHAVES, Roberto. **Manual do Construtor**. 1ª Edição, Rio de Janeiro. Editora Ediouro. 1979.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de obras prediais**. UEMA Editora. São Luis. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118** Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro, ABNT, 1978, 63p.

_____. **NBR 12654/92**: Concreto - controle tecnológico de materiais componentes - procedimentos.

_____. **NBR 12655/92**: Concreto - preparo, controle e recebimento - procedimentos.

_____. **NBR 6118:2003**: Projeto e execução de obras de concreto armado - procedimentos.