



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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DA CONSTRUÇÃO
DO EDIFÍCIO RESIDENCIAL JOSÉ ADNOSTE ROBERTO

RENATO DE OLIVEIRA FERNANDES

CAMPINA GRANDE – PB
SETEMBRO / 2007

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

RENATO DE OLIVEIRA FERNANDES

Relatório de estágio supervisionado
apresentado à Universidade Federal de
Campina Grande como um dos pré-
requisitos para obtenção do grau de
Engenheiro Civil.

Orientador: Msc. José Bezerra da Silva.

Campina Grande – PB

Setembro / 2007



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Aos meus professores, que a cada informação passada me transformou em engenheiro. Aos Engenheiros Peryllo Ramos Borba e José Tharso Borba pela atenção e orientação fornecida durante todo o período de estágio e ao mestre-de-obras Luciano Ferreira da Silva pelas orientações práticas e pelo acolhimento.

Orientador: José Bezerra da Silva (UFCG)

Empresa: J. A. R. Construções LTDA

Endereço: Rua Adnoste Roberto, 900

Catolé, Campina Grande, PB

Telefone: (83) 3337-1115

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fôrma de madeira para pilar..... | 10 |
| Figura 2. Distribuição do aço no encontro de duas lajes | 11 |
| Figura 3. Preparação do concreto na betoneira..... | 13 |
| Figura 4. Lançamento do concreto usinado..... | 14 |
| Figura 5. Edifício José Ednoste Roberto no mês de setembro de 2007 | 22 |
| Figura 6. Planta baixa do pavimento tipo do edifício José Ednoste Roberto | 23 |
| Figura 7. Detalhe das armaduras dos pilares e vigas | 24 |
| Figura 8. Equipamentos utilizados no processo de fabricação do concreto | 25 |
| Figura 9. Concretagem de lajes e vigas..... | 26 |
| Figura 10. Lançamento do concreto magro | 27 |
| Figura 11. Sapata isolada com armadura de espera para moldagem do pilar..... | 28 |
| Figura 12. Detalhes dos processos de marcação e levantamento de alvenaria | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal..... | 13 |
| Tabela 3. Área de fôrma calculada e estimada pela TCPO-10..... | 31 |
| Tabela 4. Características dos materiais utilizados na dosagem de concreto e do traço utilizado na obra..... | 31 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1.0 – Introdução | 07 |
| 2.0 – Revisão bibliográfica | 08 |
| 2.1 – Cálculo estrutural..... | 08 |
| 2.2 – Concreto armado | 08 |
| 2.2.1 – Componentes do concreto | 09 |
| 2.2.2 – Execução de fôrmas..... | 10 |
| 2.2.3 – Execução de armaduras | 11 |
| 2.2.4 – Recobrimento das armaduras | 12 |
| 2.2.5 – Processos de fabricação do concreto | 14 |
| 2.2.5.1 – Concreto misturado em betoneira..... | 14 |
| 2.2.5.2 – Concreto usinado..... | 15 |
| 2.3 – Concretagem | 17 |
| 2.3.1 – Cuidados na aplicação | 18 |
| 2.3.2 – Juntas de concretagem | 18 |
| 2.3.3 – Cura e desforma do concreto..... | 19 |
| 2.4 – Segurança na construção civil..... | 20 |
| 3.0 – Edifício residencial José Adnoste Roberto..... | 22 |
| 4.0 – Descrição das atividades acompanhadas..... | 25 |
| 4.1 – Fundações | 27 |
| 4.2 – Levantamento de alvenaria de vedação..... | 29 |
| 4.3 – Quantificação do volume de concreto e área de fôrma..... | 31 |
| 4.4 - Controle do traço do concreto virado na obra..... | 31 |
| 5.0 – Segurança no trabalho e o PCMAT | 33 |
| 5.1 – Programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção – PCMAT | 33 |
| 5.2 – O grau de implantação do PCMAT | 33 |
| 6.0 – Considerações finais..... | 34 |
| 7.0 – Referências bibliográficas | 35 |

1.0 - INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se ao estágio supervisionado realizado de 09/07/2007 a 28/09/2007 com carga horária de 20 horas semanais perfazendo assim um total de 240 horas. Teve como objetivo principal a vivência do dia-a-dia de um engenheiro civil que exerce suas funções em obras da construção civil, em prédio residenciais multifamiliares. A obra referente ao estágio foi o edifício residencial José Adnoste Roberto, no qual foram acompanhadas de perto a execuções de elementos estruturais de concreto armado e outros serviços tais como levantamento de alvenarias e assentamento de esquadrias. Preocupou-se em acompanhar de perto todas as atividades realizadas na obra durante esse período, observando se as mesmas eram ou não executadas de forma correta e segura, entendendo como segura a atividade desenvolvida em acordo com as condições estabelecidas no PCMAT (Programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção).

O trabalho foi realizado com observações feitas no canteiro de obras, com o auxílio de informações cedidas pelo engenheiro responsável pela construção e sob supervisão do professor José Bezerra da Silva, orientador deste trabalho acadêmico.

2.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem por objetivo expor a abordagem teórica relacionada ao tema abordado. Realizado por meio de pesquisa bibliográfica, foi estruturado de modo a proporcionar a base conceitual necessária ao desenvolvimento deste trabalho.

2.1 – CÁLCULO ESTRUTURAL

A estrutura é a parte resistente da construção, formada por um conjunto de elementos como lajes, vigas e pilares. Sua concepção envolve aplicação de conhecimentos da teoria das estruturas para a determinação dos esforços solicitantes e da resistência dos materiais.

O cálculo estrutural deve ser feito, obrigatoriamente, por um profissional habilitado, chamado calculista. O projeto estrutural deverá compreender memorial de cálculo, desenhos de execução e outros documentos complementares. Deverá ser claramente indicada a resistência característica do concreto (f_{ck}), o tipo de aço e a localização de cargas importantes.

O projeto do engenheiro calculista por sua vez somente pode ser definido mediante projeto arquitetônico, que define previamente posições de vigas e pilares além de suas dimensões, mas, após verificação dos cálculos das estruturas é que se pode verificar a viabilidade do projeto arquitetônico. No final, ambas as partes entram em consenso e definem o melhor posicionamento e dimensão das peças, para que se tenha uma estrutura confortável e segura.

2.2 – CONCRETO ARMADO

O concreto é uma mistura, em determinadas proporções, de quatro componentes básicos: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo e água que aparece na literatura nos seguintes tipos: simples, armado, magro, ciclópico, leve, pesado, usinado e usinado-bombeado (COSTA, 2003).

O concreto armado resulta da combinação de uma matriz alcalina composta de cimento, agregados, eventuais aditivos e água, com um reforço de barras de aço. Nesta combinação destacam-se três compatibilidades: o aço resiste bem à tração, complementando esta deficiência do concreto simples. A matriz de concreto deve

resistir bem aos esforços de compressão e conferir proteção química ao aço, forma que a matriz e esforços estejam perfeitamente aderidos entre si.

O concreto simples é preparado com os 4 componentes básicos e tem grande resistência aos esforços de compressão, mas baixa resistência aos esforços de tração. Já o concreto armado, tem elevada resistência tanto aos esforços de tração quanto aos de compressão.

O concreto magro é na verdade um concreto simples com menos cimento. Ele é mais econômico, mas só pode ser usado em partes da construção que não exijam tanta resistência e impermeabilidade, ou seja, na regularização de superfícies de assentamento das fundações.

2.2.1 – COMPONENTES DO CONCRETO

- **Cimento:** As matérias-primas do cimento são calcário, argila, gesso e outros materiais denominados adições. A sua fabricação exige grandes e complexas instalações industriais, como um possante forno giratório que chega a atingir temperaturas próximas à 1500°C. No mercado existem diversos tipos de cimento. A diferença entre eles está na composição, mas todos atendem às exigências das Normas Técnicas Brasileiras. Cada tipo tem o nome e a sigla correspondente estampada na embalagem para facilitar a identificação.
- **Pedra:** A pedra utilizada no concreto pode ser seixo rolado de rios, cascalho ou pedregulho, pedra britada ou brita. Os seixos rolados são encontrados na natureza. A pedra britada é obtida pela britagem mecânica de determinadas rochas duras. Independentemente da origem, o tamanho das pedras varia muito e tem influência na qualidade do concreto. Por isso, as pedras são classificadas por tamanhos medidos em peneiras (pela abertura da malha).
- **Areia:** A areia utilizada no concreto é obtida em leitos e margens de rios, portos e bancos de areia, deve ter grãos duros e, assim como a pedra, ela também precisa estar limpa e livre de torrões de barro, galhos, folhas e raízes antes de ser usada. As Normas Técnicas Brasileiras classificam a areia, segundo o tamanho de seus grãos em: muito fina, fina, média e grossa.

- **Água:** O uso indiscriminado desse componente no concreto pode provocar reduções significativas na sua resistência e impermeabilidade. De nada adianta um projeto estrutural bem elaborado se o concreto não obtiver a resistência prevista. É um elemento indispensável ao concreto visto que o cimento, quando hidratado, provoca uma reação exotérmica (emite calor) que resulta no seu endurecimento, entretanto, quando existe na massa do concreto mais água do que o cimento necessita para endurecer, este excesso não é absorvido na reação e "sobra" água no concreto, na forma de bolhas minúsculas, que acabam se transformando em vazios, depois da perda da água por evaporação, que são os responsáveis pela redução de resistência e impermeabilidade do concreto. Por isso, é preciso cuidado com este elemento, devendo ser respeitada a quantidade estabelecida no projeto para o traço que se deseja utilizar e conseqüentemente para a resistência que se deseja obter.

2.2.2 – EXECUÇÃO DAS FÔRMAS

As fôrmas e escoramentos são estruturas indispensáveis para a moldagem do concreto. Como estruturas, devem ser adequadamente dimensionadas e construídas.

O concreto é moldável, portanto, é preciso prever a montagem dos moldes chamados de fôrmas, na linguagem da construção civil. As fôrmas devem ser muito bem feitas, travadas e escoradas, para que a estrutura de concreto tenha boa qualidade e não ocorram deformações (só para se ter uma idéia, o peso do concreto é quase duas vezes e meia maior que o da água). As fôrmas também devem ser estanques (sem fendas ou buracos) para evitar o vazamento do concreto. Podem ser feitas de diversos materiais: madeira, alumínio, fibra de vidro, aço e plástico.

As fôrmas são estruturas compostas de 2 elementos: caixão e estruturação. O primeiro, contém o concreto e, portanto, fica em contato com ele. O segundo evita a deformação e resiste ao peso do concreto. O caixão da fôrma é feito com chapas de madeira compensada.

O travamento e o escoramento das fôrmas requerem muitos cuidados. Dependendo do tamanho do vão ou do peso do concreto a ser suportado, é

necessário usar escoras mais robustas de madeira serrada, como tábuas, vigas ou até pranchões. O travamento, o alinhamento, o prumo e o nivelamento das fôrmas devem ser conferidos antes da concretagem, para evitar deformações no concreto (Figura 1).

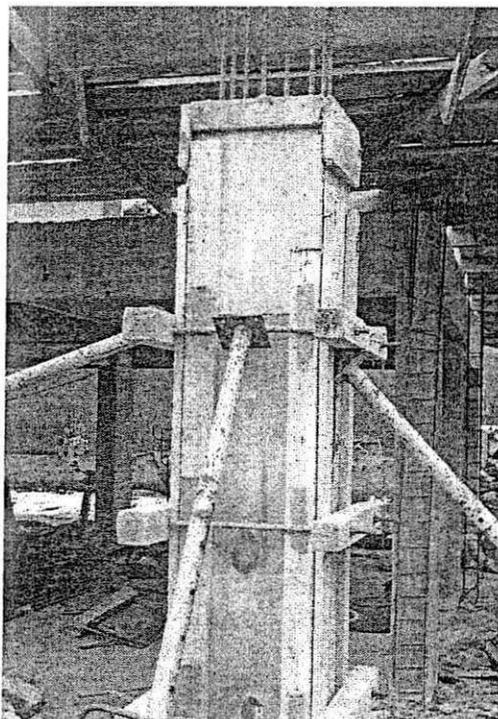


Figura 1. Fôrma de madeira para pilar

2.2.3 – EXECUÇÃO DAS ARMADURAS

A execução da armadura compreende as seguintes operações: corte, dobramento, amarração, posicionamento e conferência. As principais peças de concreto armado das benfeitorias de pequeno porte têm formato ou função de fundações, vigas, pilares e lajes.

A armadura das fundações das obras de pequeno porte consiste, em geral, de dois ou três vergalhões, já os pilares e as vigas têm armadura composta de vergalhões longitudinais e estribos. Estes mantêm os vergalhões longitudinais na posição correta e ajudam o conjunto a suportar esforços de torção e flexão. As extremidades dos vergalhões longitudinais devem ser dobradas em forma de gancho, para garantir sua ancoragem ao concreto.

O conjunto de pilares, vigas e lajes são submetidos ainda a outros esforços, por isso, o cálculo estrutural determina também a colocação de uma armadura complementar, chamada de ferro negativo (Figura 2).



Figura 2. Distribuição do aço no encontro de duas lajes

Emendas de vergalhões devem ser evitadas, mas, caso sejam necessárias, devem ficar desencontradas (ou desalinhadas). O traspasse da emenda deve ter um comprimento determinado por norma de acordo com o diâmetro utilizado. Quando são usadas telas soldadas, uma tela deve cobrir 2 malhas da outra, onde tanto os vergalhões como as telas devem ser firmemente amarradas nas emendas.

O concreto resiste bem as intempérie, mas a armadura pode sofrer corrosão se não ficar bem protegida por uma camada dita recobrimento mínimo do concreto.

Para garantir que a armadura fique a essa distância mínima da superfície, são usados espaçadores - pequenas peças de argamassa de cimento e areia - chamadas popularmente de "cocadas", fixadas na armadura. Hoje em dia, já existem no mercado espaçadores plásticos, mais baratos e práticos de serem usados.

2.2.4 – RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

Normalmente ignorado em diversas obras, inclusive em grandes empreendimentos, executados por construtoras de renome, o recobrimento do

concreto (Tabela 1) é um elemento de grande responsabilidade pela saúde das estruturas de concreto armado.

Tabela 1. Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal (NBR 6118/2003)

| Tipo de estrutura | Componente ou elemento | Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1) | | | |
|-----------------------------------|------------------------|--|----|-----|------------------|
| | | I | II | III | IV ³⁾ |
| | | Cobrimento nominal mm | | | |
| Concreto armado | Laje ²⁾ | 20 | 25 | 35 | 45 |
| | Viga/Pilar | 25 | 30 | 40 | 50 |
| Concreto protendido ¹⁾ | Todos | 30 | 35 | 45 | 55 |

O descuido rotineiro com esse item de extrema importância tem resultado ultimamente em diversas obras de recuperação estrutural que, quase sempre, envolvem altas somas em dinheiro.

Se bem executado, o concreto tem como uma de suas vantagens, proteger as armaduras da corrosão. Essa proteção baseia-se no impedimento da formação de células eletroquímicas, através da proteção física e proteção química.

Um bom recobrimento das armaduras com concreto de alta compactidade, sem ninhos e com um perfeito equilíbrio entre seus elementos e homogeneidade garante por impermeabilidade, a proteção do aço ao ataque de agentes agressivos externos. Esses agentes podem estar contidos na atmosfera, em águas residuais, águas do mar, águas industriais, dejetos orgânicos, etc.

A outra função do recobrimento é a proteção química das armaduras. Em ambiente altamente alcalino, é formada uma capa ou película protetora de caráter passivo na superfície do aço. O recobrimento protege essa capa protetora contra danos mecânicos e, ao mesmo tempo mantém a sua estabilidade. A durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do recobrimento da armadura.

Ensaio comprobatório de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e nível da agressividade previsto em projeto devem estabelecer os parâmetros mínimos a serem seguidos. Na falta destes ensaios e devido à existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento, a resistência à compressão do concreto e a sua durabilidade, permite-se os requisitos mínimos

expressos norma da qualidade de concreto de recobrimento (ABNT NBR 6118/2003).

Por isso, “recomenda-se que o engenheiro projetista especifique adequadamente o recobrimento do concreto armado para o tipo de utilização da estrutura, em concordância com norma brasileira vigente e que este seja respeitado durante a execução” (THIERS, 2004).

2.2.5 – PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO CONCRETO

2.2.5.1 – CONCRETO MISTURADO EM BETONEIRA

A betoneira é uma máquina que agiliza a mistura do concreto, que deve ser operada por funcionário qualificado para que haja qualidade nos concretos produzidos para serem utilizados nas conformações das peças na obra. O processo ocorre da seguinte forma:

- Coloca-se a pedra na betoneira;
- Adiciona-se metade de água total a ser utilizada e mistura tudo por um minuto;
- Coloca-se o cimento;
- Por último, coloca-se a areia e o resto da água, conforme pode ser visto na Figura 3.

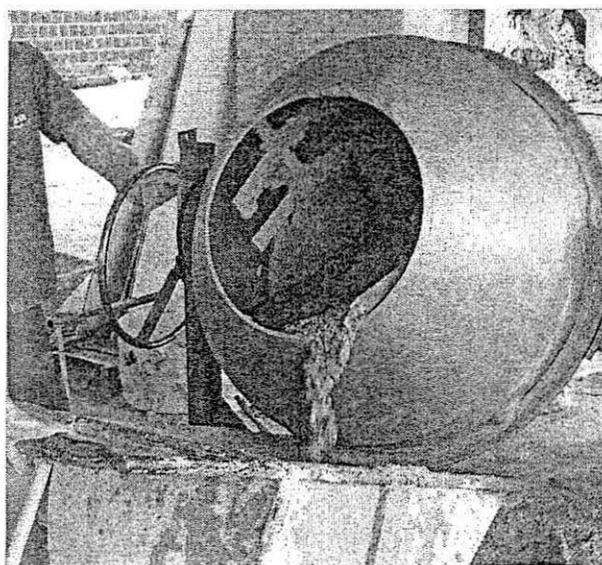


Figura 3. Preparação do concreto na betoneira

Alguns cuidados simples podem ser tomados para evitar problemas que venham comprometer a obra. A betoneira precisa estar limpa, livre de pó, água suja e restos da última utilização, antes de ser reutilizada. Os materiais devem ser colocados com a betoneira girando e no menor espaço de tempo possível. Após a colocação de todos os componentes do concreto, a betoneira ainda deve girar por, no mínimo, 3 minutos.

Existe no mercado betoneiras com diferentes capacidades de produção de concreto que podem ser alugadas ou compradas dos seus fabricantes ou distribuidores e tem como característica, em sua maioria, funcionar por meio de energia elétrica. As ferramentas necessárias para a mistura do concreto são: enxada, pá, carrinho de mão, betoneira, lata de 18 litros, colher de pedreiro.

2.2.5.2 – CONCRETO USINADO

O Concreto usinado é aquele cuja presença de aditivos dos tipos plastificantes e retardadores de pega são imprescindíveis. No caso da necessidade de bombeamento (Figura 4), deve ser um concreto com baixa consistência para que possa com facilidade ser elevado aos mais diversos locais sem perder no final a sua resistência.

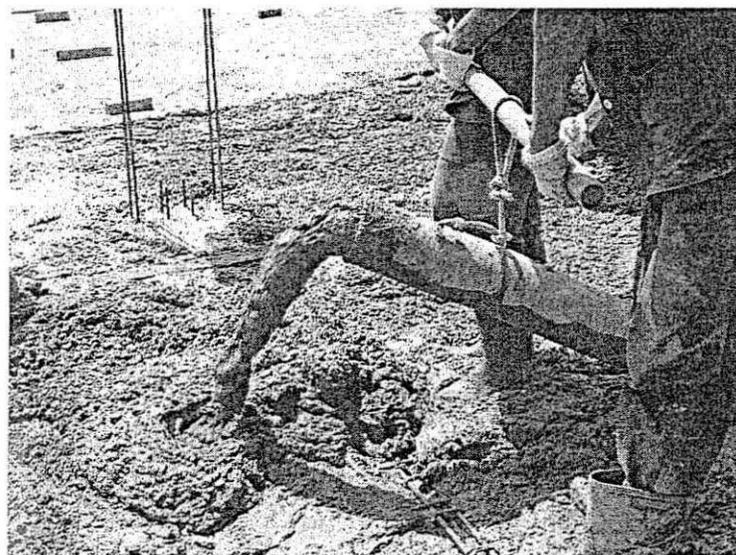


Figura 4. Lançamento do concreto usinado

Pode ser comprado pronto, já misturado no traço desejado e entregue no local da obra por caminhões-betoneira. Esse tipo de fornecimento só é viável para

quantidades acima de 3 metros cúbicos e para obras não muito distantes das usinas ou concreteira, por questão de custo.

Optar pelo concreto dosado em central proporciona diversas vantagens que são facilmente observadas, entre as quais destacam-se:

- Eliminação das perdas de areia brita e cimento;
- Racionalização do número de operários da obra, com conseqüente diminuição dos encargos sociais e trabalhistas;
- Maior agilidade e produtividade da equipe de trabalho;
- Garantia da qualidade do concreto graças ao rígido controle adotado pelas centrais dosadoras;
- Redução no controle de suprimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação das áreas de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras;
- Redução do custo total da obra.

Para solicitar os serviços de uma central dosadora de concreto deve-se ter em mãos todos os dados necessários, tais como:

- Indicações precisas da localização da obra;
- O volume calculado medindo-se as fôrmas;
- A resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) que consta do projeto estrutural, ou seu consumo de cimento;
- Quantidade de cimento por m^3 de concreto, quando necessário;
- O tamanho do agregado graúdo a ser utilizado, pedras 1 ou 2, em função das dimensões da peça e distância entre armaduras;
- O abatimento (*slump test*) adequado ao tipo de peça a ser concretada;
- A programação deve incluir também o volume por caminhão a ser entregue, bem como o intervalo de entrega entre caminhões, dimensionado em função da capacidade de aplicação do concreto, pela equipe da obra.

2.3 – CONCRETAGEM

A concretagem abrange o transporte do concreto recém misturado, o seu lançamento nas fôrmas e o seu adensamento dentro delas. Deve ser feita no máximo uma hora após a mistura ficar pronta. Nessa etapa, é importante a presença de um profissional experiente, tal como o engenheiro executor ou um mestre de obra.

O transporte pode ser feito em latas ou carrinho de mão, sem agitar muito a mistura, para evitar a separação dos componentes ou ainda no caso de concreto usinado, o lançamento é feito por injeção de concreto no local. As fôrmas devem ser limpas antes da concretagem, evitando a presença de microorganismos que possam acarretar problemas. Quaisquer buracos ou fendas que possam deixar o concreto vazar precisam ser fechados. Em seguida, as fôrmas devem ser molhadas para que não absorvam a água do concreto que por sua vez não deve ser lançado de grande altura, para evitar que os componentes se separem na queda. O certo é lançar o concreto da altura da borda da fôrma.

Antes da descarga do caminhão, deve-se avaliar se a quantidade de água existente no concreto está compatível com as especificações, não havendo falta ou excesso de água. A falta de água dificulta a aplicação do concreto, criando "nichos" de concretagem, e o excesso de água, embora facilite sua aplicação, diminui consideravelmente sua resistência. Esta avaliação é feita por meio de um ensaio simples, denominado ensaio de abatimento do concreto (*slump test*) especificado pela norma técnica brasileira NBR NM 67.

As regras para a reposição de água perdida por evaporação são especificadas pela norma técnica brasileira NBR 7212 - Execução de concreto dosado em central - procedimento.

Não é recomendável que a concretagem pare pela metade, para evitar emendas, que ficarão visíveis depois da desforma. O concreto deve ser adensado em camadas, à medida que é lançado nas fôrmas. Isso pode ser feito manualmente, com um soquete (haste feita de madeira ou barra de aço) ou com a ajuda de vibradores elétricos. O adensamento é necessário para que o concreto preencha toda a fôrma, sem deixar vazios ou bolhas. Quanto mais adensado (compactado) for o concreto, maior será sua resistência e durabilidade, pois estarão sendo preenchidos os maiores números de vazios possíveis (NBR 6118/80).

As ferramentas necessárias para a concretagem são: pá, enxada, carrinho de mão, lata de 18 litros e colher de pedreiro.

2.3.1 – CUIDADOS NA APLICAÇÃO

Uma boa concretagem deve garantir que o concreto obtenha uma fôrma coesa, que preencha todos os seus cantos e armadura, e ainda seja adequadamente vibrado. Este objetivo será atingido se forem observados os seguintes cuidados:

- Procurar o menor percurso possível para o concreto;
- No lançamento convencional, as rampas não devem ter inclinação excessiva e os acessos deverão ser planos, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte do concreto até a forma;
- Preencher uniformemente a forma, evitando o lançamento em pontos concentrados que possam causar deformações;
- Não lançar o concreto de altura superior a três metros, nem jogá-lo a grande distância com pá para evitar a separação da brita.
- Quando a altura for muita elevada deve-se utilizar anteparos ou funil; preencher as fôrmas em camadas de, no máximo, 50 cm para se obter um adensamento adequado.

2.3.2 – JUNTAS DE CONCRETAGEM

Se, por algum motivo, a concretagem tiver que ser interrompida, deve-se planejar o local onde ocorrerá a interrupção da mesma. O concreto novo possui pouca aderência ao já endurecido. Para que haja uma perfeita aderência entre a superfície já concretada (concreto endurecido) e aquela a ser concretada, cuja ligação chamamos de junta de concretagem, devemos observar alguns procedimentos:

- Deve-se remover toda a nata de cimento (parte vitrificada), por jateamento de abrasivo ou por apicoamento, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente a brita, para que haja uma melhor aderência com o concreto a ser lançado;
- É necessária a interposição de uma camada de argamassa com as mesmas características da que compõe o concreto; as juntas de

concretagem devem garantir a resistência aos esforços que podem agir na superfície da junta;

- Deve-se prever a interrupção da concretagem em pontos que facilitem a retomada da concretagem da peça, para que não haja a formação de "nichos" de concretagem, evitando a descontinuidade na vizinhança daquele ponto.

2.3.3 – CURA E DESFORMA DO CONCRETO

Cura é a fase de secagem do concreto, na linguagem da construção civil. Ela é importantíssima, pois, caso não seja feita de modo correto, o concreto não terá a resistência e a durabilidade desejadas.

Ao contrário do que se possa pensar, para uma boa cura não basta deixar o concreto simplesmente secar ao tempo. "O sol e o vento secam o concreto muito rapidamente. Na verdade, ele deve ser mantido úmido por uma semana. Isso pode ser feito regando o concreto pelo menos uma vez por dia ou cobrindo a sua superfície com sacaria ou capim molhados. O concreto fresco não pode ficar encharcado nas primeiras seis horas após a mistura, quando ainda está mole" (THIERS, 2004). Caso haja o risco de cair uma chuva forte após o término da concretagem de uma peça de grande superfície, uma laje ou um piso, o concreto fresco deve imediatamente ser coberto com uma lona plástica.

A desforma, ou seja, a retirada das fôrmas deve ser feita depois que o concreto atingir uma boa resistência, geralmente três dias após a concretagem. Inicialmente são retiradas as peças laterais, com cuidado, evitando choques ou pancadas, para não estragar as fôrmas e para não transmitir vibrações ou esforços ao concreto. O escoramento das fôrmas de lajes ou vigas só deve ser retirado 3 semanas após a concretagem.

2.4 – SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O tema segurança destina-se a alertar e informar a empregadores e empregados do setor da construção civil quanto aos principais riscos existentes nos canteiros de obra, apresentando de forma precisa e direta como trabalhar com prevenção e como agir em casos de eventuais acidentes.

Um número cada vez maior de operários é afastado de suas funções devido a lesões na coluna, geralmente ocasionadas por total falta de conhecimento de técnicas de levantamento adequadas.

Pesquisas realizadas pelo Engenheiro Carlos Thiers (2004) demonstram estatísticas de que 1 em cada 3 ferimentos em obra é devido a quedas. E por causa do ambiente de trabalho típico encontrado em canteiros de obra, mesmo um pequeno tombo pode se mostrar desastroso. Superfícies elevadas, veículos, escadas, poços e passarelas são áreas onde uma queda pode ocorrer com graves conseqüências. Estatisticamente, a maior ocorrência de acidentes na construção civil, com graus variados de gravidade, está ligada a queda ou arremesso de objetos sobre os trabalhadores.

O invento e uso de ferramentas manuais e motorizadas permitiram a realização de trabalhos que não poderiam ser feitos só com as mãos. Estas ferramentas tornam possíveis a qualquer um executar tarefas que seriam difíceis ou até impossíveis sem elas. Porém, com elas também vieram os riscos, pois muitas pessoas utilizam as ferramentas de forma inadequada e isto pode resultar em ferimentos dos mais variados graus.

Segundo a percepção de construtores, consultores e fornecedores de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), "as empresas pequenas, que não possuem profissionais de segurança, costumam se preocupar pouco com a prevenção de acidentes", afirma Alain Clement Lesser Lévy, diretor da I. C. Leal, importadora paulista de EPIs.

De acordo com a NR-18 (Norma Regulamentadora nº 18 do Ministério do Trabalho), os equipamentos de proteção individual devem ser fornecidos de forma gratuita para os empregados sempre que as medidas de proteção coletiva não forem viáveis do ponto de vista técnico ou não oferecerem completa proteção aos operários.

Os EPIs costumam ser, entretanto, um dos bons indicadores das condições de segurança de uma obra. Claro que, se não houver o desenvolvimento de um programa de segurança do trabalho ou se a empresa preferir, ao invés de eliminar os riscos na fonte geradora, apenas proteger os operários com esse tipo de equipamento, os resultados práticos serão nulos. Dispensar os EPIs, porém, seria impossível.

3.0 – EDIFÍCIO RESIDENCIAL JOSÉ ADNOSTE ROBERTO

A obra consiste em um edifício residencial composto de quinze pavimentos em estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria, sendo, sub-solo (garagem), térreo (garagem e áreas comuns) e treze pavimentos residenciais com quatro apartamentos cada, perfazendo um total de cinquenta e dois apartamentos. Cada um possui área construída de aproximadamente 115,00 m² que, somando-se as áreas comuns, totalizam 9650,00 m². A obra encontra-se localizado à rua José Adnoste Roberto, número 900, bairro Catolé, Campina Grande-PB.

O projeto arquitetônico do Edifício Residencial José Adnoste Roberto é de autoria do arquiteto Amaro Muniz Castro e da arquiteta Perla Felinto Nogueira. O projeto estrutural ficou a cargo do Engenheiro e Professor, Peryllo Ramos Borba. O acompanhamento da execução da obra ficou a cargo do Engenheiro José Tharso Borba. Os projetos elétricos, ante-incêndio e hidro-sanitário são do Engenheiro Túlio Martins.

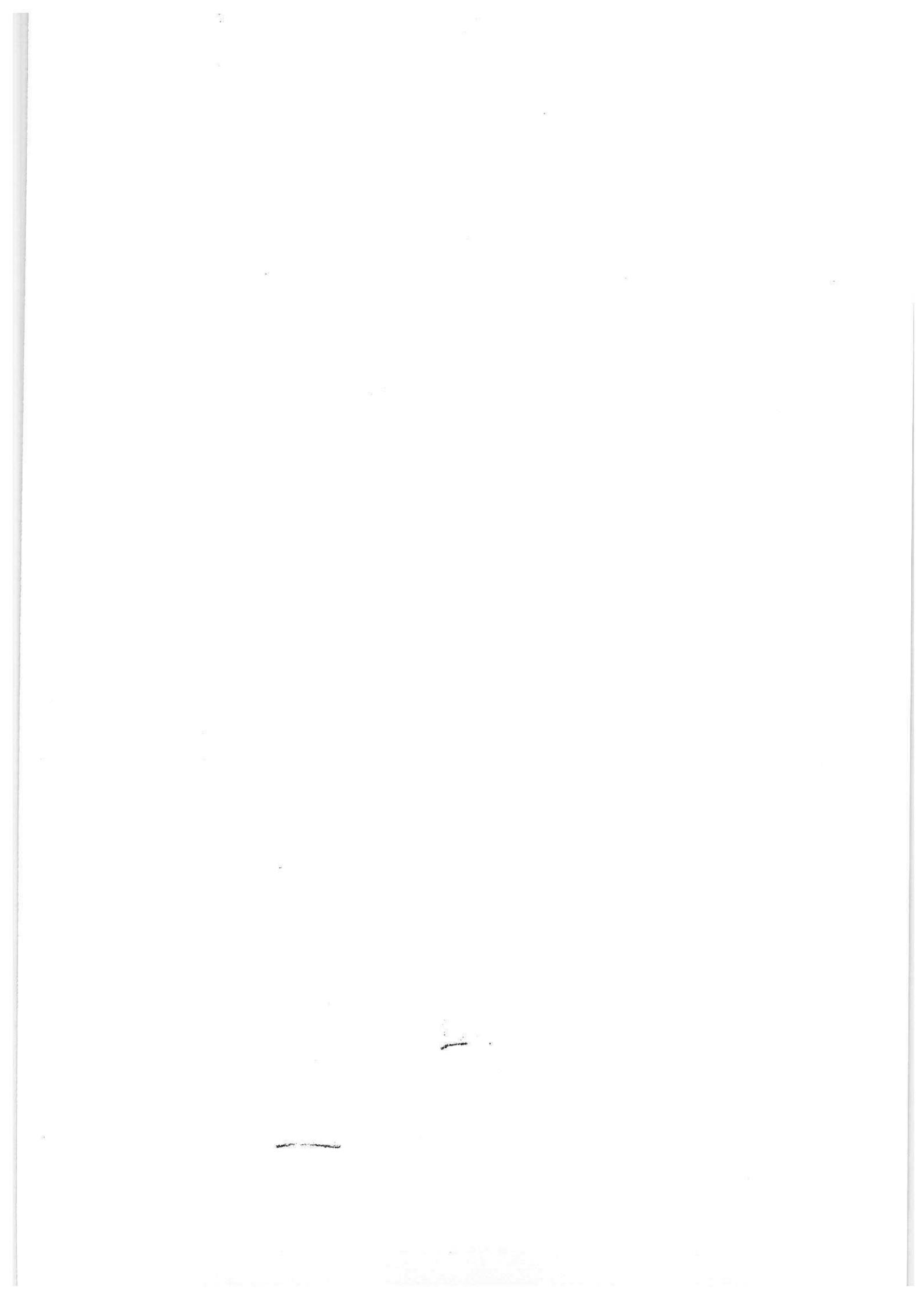
A obra foi iniciada em novembro de 2005, de maneira que no início do estágio já havia 11 pavimentos com a superestrutura e alvenaria de vedação finalizada. Sendo os demais acompanhados, inclusive com a execução de alvenarias de fechamento e assentamento de esquadrias. A Figura 5 mostra uma vista externa da situação atual da edificação (setembro/2007), enquanto a Figura 6, apresenta a planta baixa dos pavimentos tipos.



Figura 5. Edifício José Ednoste Roberto no mês de setembro de 2007



Figura 6. Planta baixa do pavimento tipo do edifício José Ednoste Roberto



4.0 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES ACOMPANHADAS

4.1 – EXECUÇÕES DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

As execuções das peças estruturais, tais como vigas, pilares, lajes e escadas, foram acompanhadas, como previsto no plano de trabalho, durante o período de estágio. Durante esse tempo, três pavimentos foram construídos.

Com base no projeto estrutural todas as peças eram armadas em suas devidas posições, liderados por um armador chefe, tudo era cuidadosamente tratado para que todas as especificações técnicas fossem seguidas. Os comprimentos das barras, os diâmetros, o número de barras, recobrimentos etc, eram conferido pelo engenheiro calculista inspecionava a armadura de cada estrutura um dia antes da concretagem, para que o projeto estrutural fosse fielmente reproduzido. Na Figura 7 é possível visualizar as armaduras de espera dos pilares, armaduras das vigas e as fôrmas das vigas.

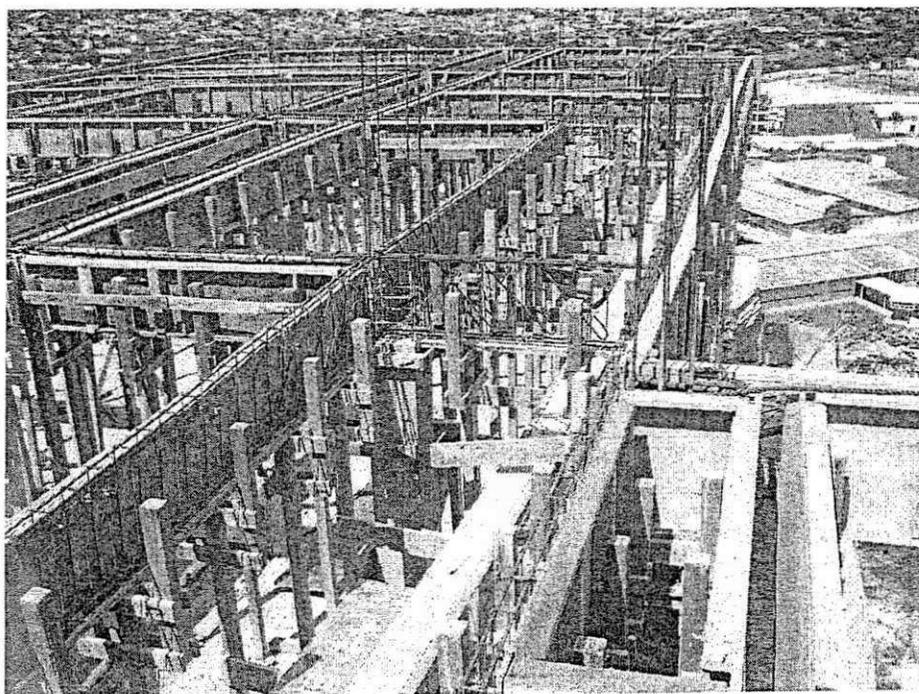


Figura 7. Detalhe das armaduras dos pilares e vigas.

Os carpinteiros se responsabilizavam pela colocação das fôrmas verificando, antes e depois da concretagem, por exemplo, a prumada dos pilares, a estabilidade das formas, etc.

Nas vigas e lajes, carpinteiros e armadores trabalhavam muitas vezes simultaneamente na armação destas peças. Depois de armadas, todas as peças passavam por verificações, suas dimensões e especificações de projeto, eram conferidos e em seguida as peças eram liberadas para concretagem.

Após armadas, as peças eram então concretadas. Os pilares eram executados com concreto preparado na própria obra, empregando para isso um traço cuja resistência característica (f_{ck}) era de 25 MPa, nas vigas e lajes foi utilizado concreto usinado de resistência característica de 20 MPa. A Figura 8 mostra os equipamentos utilizados no processo de fabricação do concreto. Na Figura 8a apresenta-se uma betoneira, enquanto na Figura 8b é possível ver o caminhão betoneira em um dia de concretagem de lajes e vigas, além deste equipamento, era necessário uma bomba estacionária para lançamento do concreto até a cota desejada.

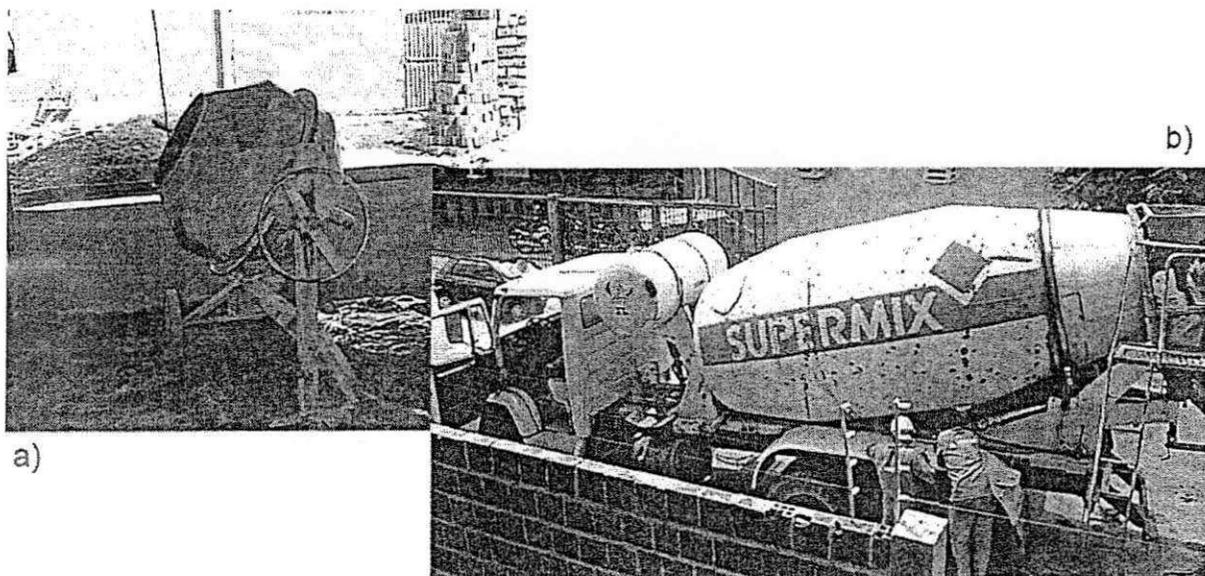


Figura 8. Equipamentos utilizados no processo de fabricação do concreto (Pinheiro, 2006).

Nos dias de concretagem de vigas e lajes toda a equipe era mobilizada para realização deste serviço, sendo comum, inclusive, a presença permanente o engenheiro responsável pela execução da obra. A Figura 9 mostra em detalhe a execução deste serviço.



Figura 9. Concretagem de lajes e vigas (Pinheiro, 2006).

Na Figura 9 podem ser vistas todas as etapas da concretagem, lançamento, adensamento e regularização da superfície.

Esperava-se para desforma dessas peças cerca de 14 dias, o que não chega a ser um problema, tendo em vista que a resistência do concreto a essa data já alcançava cerca de 65% do valor de projeto.

Com relação à produção de peças de concreto, era construída mensalmente a superestrutura de um pavimento, sendo esta construção dividida em duas etapas, exatamente em seu eixo de simetria, que no nosso caso coincide com uma junta de dilatação. Realiza-se desta forma duas concretagens mensais.

4.1.1. FUNDAÇÕES

Em paralelo com outros serviços foi realizado parte da locação, escavação e concretagem das sapatas responsáveis por transferir as cargas da cobertura do entorno do edifício para o solo. As sapatas foram projetadas como isoladas e

assente a uma profundidade variável de solo firme ou rocha. Depois das sapatas escavadas, foi lançada uma camada de concreto magro (Figura 10A) com espessura superior a 8 cm sobre a mesma, em seguida locado o pilar pelo cruzamento dos eixos dos pilares adjacentes e colado as grelhas (Figura 10B).

A.



B.

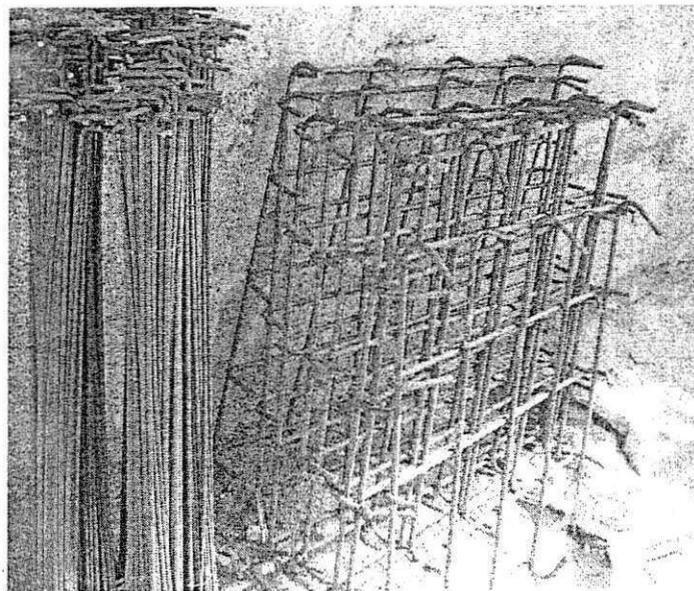


Figura 10. Lançamento do concreto magro (A) e grelhas para colocação sob sapatas (B).

Depois de colocada as grelhas, lançava-se o concreto estrutural para ser vibrado e aguardar a cura (Figura 11) para então assim moldar a fôrma do respectivo pilar.



Figura 11. Sapata isolada com armadura de espera para moldagem do pilar

4.2 – LEVANTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

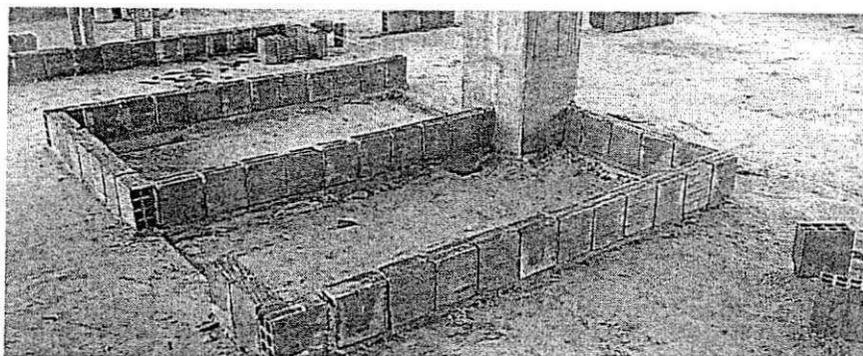
Chama-se de alvenaria a construção de blocos naturais ou artificiais, susceptíveis de resistirem unicamente a esforços de compressão e dispostos de maneira tal que as superfícies das juntas sejam normais aos esforços principais, ou ainda, um conjunto coeso e rígido, de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria) unidos entre si por argamassa.

Na obra, para assentamento de alvenaria, usava-se um traço 1:2:8 (cimento:cal:areia) preparado com auxílio da betoneira. Os blocos utilizados, sentados a espelho, vinham de uma cerâmica do município de Boa Vista, possuíam dimensões 9x19x19 cm e tinham oito furos.

Sob orientação do mestre de obra, cumprindo fielmente as especificações contidas no projeto arquitetônico, o primeiro passo dado para levantamento de alvenarias era o processo de marcação. Cuidadosamente a primeira fiada era posta

sobre o pavimento, a partir dela, a demais eram posta uma em cima da outra, unidas por camadas de argamassa, a prumada era sempre verificada, para construir uma superfície mais regular, minimizando assim as espessuras de reboco futuros. A Figura 12 mostra detalhes deste processo.

A.



B.



Figura 12. Detalhes dos processos de marcação (A) e levantamento de alvenaria (B).

A equipe de trabalho para levantamento de alvenaria de vedação era composta por quatro ajudantes, três pedreiros e um mestre de obra. Cada pavimento possui área total de alvenaria de 840,00 m², que por sua vez eram levantados a cada mês. Deduzindo os dias em que todos trabalhavam na concretagem das lajes e vigas, temos que, em média, levanta-se 0,75 m² de alvenaria por hora trabalhada. Com o processo construtivo adotado, a quantidade de entulho gerado foi considerável, mobilizando assim certa quantia de mão de obra para retirada e deposição final desse material.

4.3. QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE CONCRETO E ÁREA DE FÔRMA

Devido a necessidade de se saber os quantitativos do volume de concreto e das áreas de fôrmas para se adquirir com antecedência no mercado, quantificaram-se os mesmos. Para verificar, de forma simplificada, a eficiência do coeficiente para o cálculo da área de fôrma sugerido pela Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO, 1996), que têm seu valor médio sugerido de $13\text{m}^2/\text{m}^3$ (área de fôrma/volume de concreto), comparou-se os valores calculados para uma parte da estrutura, com os valores estimados pela TCPO 10 (Tabela 2).

$$\text{Estimativa da área de fôrma (m}^2\text{)} = \text{volume de concreto} \cdot 13\text{m}^2/\text{m}^3$$

Tabela 3. Área de fôrma calculada e estimada pela TCPO-10

| | Calculado (m ²) | Estimado (m ²) | Erro (%) |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
| Área de fôrma | 652,18 | 655,2 | 0,5 |

* Volume de concreto calculado = $50,4\text{m}^3$

O resultado mostrou que para este caso particular o coeficiente médio de $13\text{m}^2/\text{m}^3$ de área de fôrma, adotado pela metodologia da TCPO-10, torna-se eficiente, necessitando-se a análise deste parâmetro através de teste mais detalhada, para comprovar tal eficiência.

4.4. CONTROLE DO TRAÇO DO CONCRETO VIRADO NA OBRA

A dosagem racional do concreto foi determinada pela ATECEL/UFCG e têm suas características indicadas na Tabela 4.

Tabela 4. Características dos materiais utilizados na dosagem de concreto e do traço utilizado na obra (ATECEL/UFCG, 2005)

| Características | Brita | Areia |
|--|-------|-------|
| Massa Unitária (kg/dm ³) | 1,44 | 1,51 |
| Massa Específica (kg/dm ³) | 2,714 | 2,618 |
| Módulo de Finura | 6,98 | 3,38 |
| φ máximo (mm) | 25,4 | 4,8 |
| Traço em peso = 1:2,2:3 | | |

O consumo de cimento para a resistência exigida de 25,0 MPa e o fator água/cimento de 0,48 foi de 363 kg/m³ (ATECEL, 2005).

A verificação e correção do fator água/cimento, a orientação do operador da betoneira foi uma primeira providência tomada para então se ter um concreto com a consistência dentro dos padrões especificados no certificado da ATECEL.

5.0 - SEGURANÇA NO TRABALHO E O PCMAT

5.1 – PROGRAMA DE CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - PCMAT

O PCMAT, tendo sua obrigatoriedade determinada pela NR-18 nos estabelecimentos com 20 (vinte) trabalhadores ou mais, deve ser elaborado por um profissional legalmente habilitado na área de segurança no trabalho. O PCMAT faz parte de um conjunto de medidas adotadas pela empresa, visando à melhoria das condições de segurança e higiene do trabalho.

As diretrizes estabelecidas no PCMAT foram, em sua maioria, implementadas proporcionando ao trabalhador mais segurança e integridade física no exercício de suas funções.

5.2 – O GRAU DE IMPLANTAÇÃO DO PCMAT

Observou-se que ocorre certa resistência por parte dos operários para o cumprimento de todas as exigências da NR-18, inseridas no PCMAT. No entanto, em sua maioria, as recomendações da NR-18 são cumpridas.

Exemplificando este comprometimento da empresa, podemos citar:

- A periódica distribuição de equipamentos de proteção individual, luvas, botas, cintos de segurança etc;
- Instalação de equipamentos de proteção coletiva para evitar queda de trabalhadores ou de proteção de materiais;
- Fechamento resistente de aberturas;
- Instalação de plataforma principal de proteção na primeira laje, bem como plataformas secundárias a cada três lajes;
- Obrigatoriedade de utilização de cinto de segurança tipo pára-quedista em serviços realizados a mais de 2,00 metros de altura;
- Entre outras medidas.

No entanto, algumas falhas foram cometidas no que diz respeito a área de vivência, inexistindo no alojamento uma ventilação adequada, armários individuais e, até mesmo, colchão com a densidade requerida em norm.

6.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estágio, diversos pontos importantes foram observados, dos quais alguns merecem destaque. Notou-se a grande importância do mestre-de-obras para a execução da obra, pois este profissional gerencia questões simples, de cunho prático, que não exigem a presença do engenheiro.

Foi possível observar que nos dias de concretagem das lajes e vigas, seria mais interessante começar este serviço pela manhã, evitando desta forma o uso de juntas de concretagem.

As verificações da resistência do concreto realizadas pela empresa responsável pelo fornecimento do concreto indicaram resultados satisfatórios, não necessitando outro tipo de controle tecnológico e permitindo a continuidade da obra.

Verificou-se a falta de conscientização por parte dos operários da necessidade do uso dos equipamentos de segurança individual (EPI), bem como da segurança em todo o contexto da obra. Podendo-se deste modo, afirmar que a promoção de campanhas de conscientização através de cursos, palestras e mini-reuniões, mostrando da importância da segurança no trabalho é uma necessidade para se evitar possíveis acidentes que venha sacrificar a saúde dos operários.

Existe uma necessidade de adequação das instalações do canteiro da obra de modo a torná-lo mais agradável ao convívio dos operários.

7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas . NBR 12655. 1996. Concreto - preparo, controle e recebimento

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6118:2003: Projeto e execução de obras de concreto armado - procedimentos.

ATECEL – Associação Técnica Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior. Certificado N° 205/2005. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

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

COSTA, C. R. V., Apostila de materiais de construção II. 2003. Universidade Federal de Campina Grande.

THIERS, Luiz Carlos. [S.l.] Disponível em: <http://www.banet.com.br/construcoes/materiais/concreto/concreto.htm>. Acesso em: 15/09/2007.