



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

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DA CONSTRUÇÃO DO  
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PORTAL DA SERRA**

**BENTO LUIZ DA GAMA FRANÇA  
MATRICULA 20321065**

Campina Grande – PB

Agosto / 2008



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

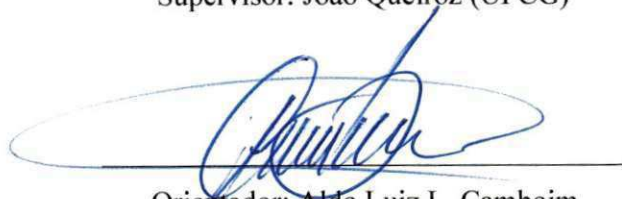
Sumé - PB

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

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DA CONSTRUÇÃO DO  
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PORTAL DA SERRA**

---

Supervisor: João Queiroz (UFCG)



Orientador: Aldo Luiz L. Camboim



Aluno: Bento Luiz da Gama França

Campina Grande – PB

Agosto/ 2008

**BENTO LUIZ DA GAMA FRANÇA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DA CONSTRUÇÃO DO  
CONDOMÍNIO RESIDENCIAL PORTAL DA SERRA**

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

Orientador: Professor João Queiroz.

Campina Grande – PB

Agosto / 2008

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a minha família que deu todo apoio durante o curso, aos amigos que ajudaram nesta caminhada durante cinco anos, a Consolid Serviços de Engenharia, que pela pessoa do Engenheiro Civil Aldo Luiz L. Camboim me deu a oportunidade de realizar esse estágio e ao professor João Queiroz pela orientação.

Orientador: João Queiroz (UFCG)

Número de horas: 360 hrs

Empresa: Consolid Serviços de Engenharia.

Endereço: Rua Presidente Roosevelt, 009

Alto Branco, Campina Grande, PB

Telefone: (83) 3341-5630

## Lista de Figuras

Figura 2.1 – Ilustração do projeto de implantação de uma unidade habitacional .....	11
Figura 2.2 – Ilustração dos elementos auxiliares para a locação de edifícios.....	13
Figura 2.3 – Ilustração da tabeira executada em diferentes níveis.....	13
Figura 2.4 – Ilustração da demarcação do eixo e das faces de um elemento a ser locado. ....	14
Figura 2.5 – Ilustração do método do triângulo para a conferência do esquadro entre linhas ortogonais de uma demarcação. ....	15
Figura 2.6 – Montagem de armadura de pilar .....	18
Figura 2.7 – Preparação do concreto na betoneira .....	20
Figura 2.8 - Retirada da fôrma de um pilar.....	23
Figura 3.1 – Planta de localização da obra.....	24
Figura 3.2 – Maquete eletrônica do Condomínio Residencial Portal da Serra.....	26
Figura 4.1 - Pilar deslocado .....	27
Figura 4.2 - Corte e adição de ferro no pilar.....	28
Figura 4.3 – Engastamento da fôrma.....	28
Figura 4.4 - Armação do pilar .....	29
Figura 4.5 – montagem das fôrmas .....	30
Figura 4.6 – colocação das “castanheiras” e verificação do prumo .....	30
Figura 4.7 – concretagem do pilar.....	31
Figura 4.8 – Betoneira .....	32
Figura 4.9 – pilar defeituoso .....	32
Figura 4.10– Ruptura do corpo de prova .....	32
Figura 4.11– Demolição do pilar.....	33
Figura 4.12 - Armadura da viga. ....	34
Figura 4.13 – viga com painel lateral .....	34
Figura 4.14 – escoramento tipo cavalete.....	35

Figura 4.15 – Painéis das vigas com sarrafos transversais .....	35
Figura 4.16 – Escoramento tipo garfo .....	36
Figura 4.17 – Painéis das vigas com sarrafos longitudinais .....	37
Figura 4.18 - Costela e longarina .....	38
Figura 4.19 - Assoalho.....	38
Figura 4.20 - Armadura positiva .....	38
Figura 4.21 - Armadura negativa .....	39
Figura 22– Espaçadores para lajes .....	39
Figura 4.23 – Montagem da laje pré-fabricada .....	40
Figura 4.24 – Montagem da ferragem na escada.....	41
Figura 4.25 – Concretagem da escada.....	41
Figura 4.26 – Concretagem de lajes e vigas.....	42
Figura 4.27 - Telas de proteção .....	42
Figura 4.28 – Montagem do elevador.....	43
Figura 5.1 – Cisterna.....	44

## Índice

1.0 – Introdução.....	9
2.0 – Revisão bibliográfica .....	10
2.1 – Locação de obras.....	10
2.1.1 O início do processo de locação.....	10
2.1.2 Por onde iniciar a locação.....	11
2.1.3 Como materializar a demarcação .....	12
2.2 – Cálculo estrutural .....	15
2.3 – Concreto armado .....	15
2.3.1 – Componentes do concreto.....	16
2.3.2 – Execução das fôrmas .....	17
2.3.3 – Execução das armaduras.....	17
2.3.4 – Recobrimento das armaduras .....	18
2.3.5 – Processos de fabricação do concreto .....	19
2.3.5.1 – Concreto misturado em betoneira.....	19
2.4 – Concretagem .....	20
2.4.1 – Cuidados na aplicação .....	21
2.4.2 – Juntas de concretagem.....	22
2.4.3 – Cura e desfôrma do concreto .....	22
3.0 – O projeto – Condomínio Residencial Portal da Serra.....	24
4.0 - Descrição das atividades acompanhadas .....	27
4.1 – Locação da obra .....	27
4.2 – Execução dos pilares .....	28
4.3 – Execução das vigas .....	33
4.3.1 Tipos de escoramento das vigas.....	34
4.3.1.1 Escoramento com cavaletes .....	34
4.3.1.2 Escoramento com garfos.....	35



4.4 – Execução das lajes .....	37
4.4.1 Laje maciça .....	37
4.4.2 Laje pré-moldada .....	39
4.5 - Execução da escada .....	40
4.6 - Concretagem.....	41
4.7 - Medidas de proteção contra queda de altura .....	41
4.8 – Elevador.....	42
5.0 - Cálculo da cisterna.....	43
6.0 – Considerações finais .....	44

## **1.0 – Introdução**

O presente relatório refere-se ao estágio supervisionado realizado na construção do Condomínio Residencial Portal da Serra, entre os meses de Abril de 2008 e agosto de 2008. O mesmo teve como objetivo principal o aprimoramento dos conhecimentos obtidos de forma teórica no curso de Engenharia Civil da UFCG agora vistos na prática através do acompanhamento do dia-a-dia de uma obra de um condomínio residencial, assim como do acompanhamento do trabalho exercido pelo engenheiro responsável pela obra. Foi acompanhado a locação da obra, a parte da execução estrutural, pilares, vigas, lajes, escada, cálculos quantitativos do concreto e cálculo estrutural de uma cisterna.

O trabalho foi realizado com o auxílio do engenheiro responsável pela obra, Aldo Luiz L. Camboim e sob a supervisão do professor João Queiroz, orientador desse estágio supervisionado.

## **2.0 – Revisão bibliográfica**

### **2.1 – Locação de obras**

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

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

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

#### **2.1.1 O início do processo de locação**

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

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

É comum ter-se como referência os seguintes pontos:

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

Para ilustrar estes referenciais, suponha a necessidade de implantação de uma casa térrea de área  $10 \times 15 \text{m}^2$ , em um terreno de  $20 \times 40 \text{m}^2$  de área. Neste caso, no projeto de implantação, deverá existir um referencial fixo a partir do qual seja possível definir o perímetro da casa e os seus recuos com relação aos limites do terreno. Este referencial poderá ser o próprio alinhamento do terreno, caso ele esteja corretamente definido, ou mesmo o alinhamento do passeio, como exemplifica a Figura 2.1.

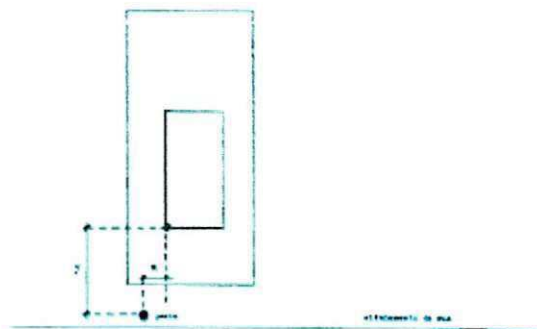


Figura 2.1 – Ilustração do projeto de implantação de uma unidade habitacional.

### 2.1.2 Por onde iniciar a locação

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

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

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

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

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

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

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

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

### **2.1.3 Como materializar a demarcação**

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

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

Em quaisquer dos casos, porém, a materialização da demarcação exigirá um elemento auxiliar que poderá ser constituído por simples piquetes, por cavaletes ou pela tabeira (também denominada tapume, tábua corrida ou gabarito). Estas formas de demarcação estão ilustradas na Figura 3.2.

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

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

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

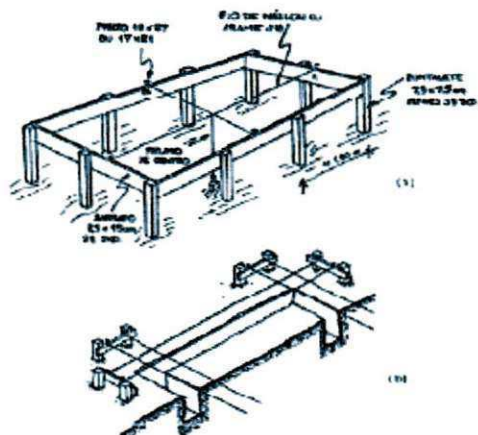


Figura 2.2 – Ilustração dos elementos auxiliares para a locação de edifícios.

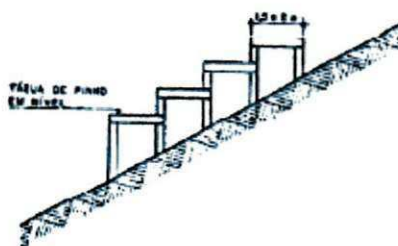


Figura 2.3 – Ilustração da tabeira executada em diferentes níveis.

As linhas das coordenadas planimétricas cruzam-se definindo o ponto da locação, o qual é transferido para o solo com o auxílio do fio de prumo, cravando-se um piquete neste ponto. Para a medição das coordenadas, deve-se tomar sempre a mesma origem, trabalhando-se com cotas acumuladas para evitar a propagação de possíveis erros.

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

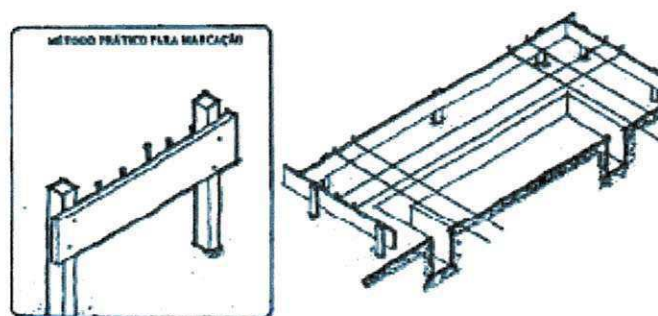


Figura 2.4 – Ilustração da demarcação do eixo e das faces de um elemento a ser locado.

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

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

Assim, após ter sido demarcado o ponto central, deve-se locar os pontos laterais utilizando-se preferencialmente pregos menores. De modo geral é preferível que se tenha a tabeira como apoio à demarcação do que o cavalete, pois este pode se deslocar com maior facilidade, devido a batidas de equipamentos ou mesmo esbarrões, levando à ocorrência de erros na demarcação. No entanto, existem situações em que não é possível o emprego da tabeira, como é o caso da locação de edifícios cuja projeção horizontal seja muito extensa, como por exemplo o prédio Escola Politécnica, ou mesmo do Palácio de Convenções do Anhembi, entre outros. Nestes casos, o uso de equipamentos topográficos auxiliados por cavaletes é a solução que torna viável a demarcação.

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

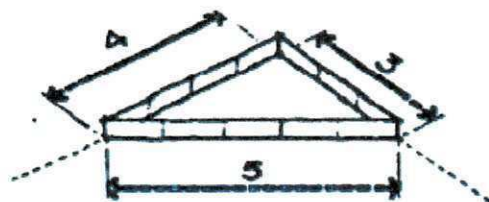


Figura 2.5 – Ilustração do método do triângulo para a conferência do esquadro entre linhas ortogonais de uma demarcação.

## 2.2 – Cálculo estrutural

O traço define a proporção dos componentes do concreto simples. Caso seja utilizado o concreto armado, é preciso definir também a posição, o tipo, a bitola e a quantidade dos vergalhões que vão compor a armadura. Essa determinação chama-se cálculo estrutural e deve ser feita, obrigatoriamente, por um profissional habilitado, chamado calculista.

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.

## 2.3 – Concreto armado

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

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.



### 2.3.1 – 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.

### **2.3.2 – Execução das fôrmas**

Como já dito, 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.

### **2.3.3 – 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.

Em geral, as armaduras são montadas no local da obra, sobre cavaletes onde os vergalhões são presos uns aos outros com arame recozido, conforme Figura 1.

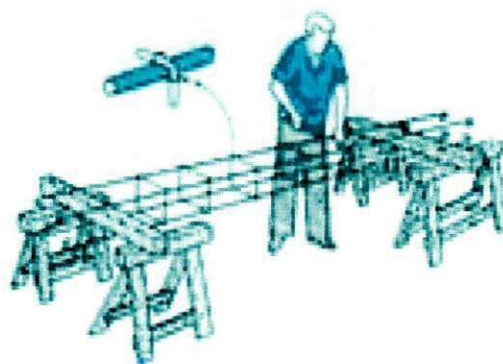


Figura 2.6 – Montagem de armadura de pilar

Emendas de vergalhões devem ser evitadas, mas, caso sejam necessárias, devem ficar desencontradas (ou desalinhadas). O transpasse da emenda deve ter um comprimento determinado por norma para cada 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 ao tempo, mas a armadura pode sofrer corrosão se não ficar bem protegida por uma camada dita recobrimento de, no mínimo, 2cm de 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.

As ferramentas necessárias para a confecção de armaduras são: tesourão, serra de arco, torquês, alavanca para dobrar e bancada com pinos.

#### **2.3.4 – Recobrimento das armaduras**

Normalmente ignorado em diversas obras, inclusive em grandes empreendimentos, executados por construtoras de renome, o recobrimento do concreto é um elemento de grande responsabilidade pela saúde das estruturas de concreto armado.

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 comprobatórios 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).

### **2.3.5 – Processos de fabricação do concreto**

#### **2.3.5.1 – 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 2.7.



Figura 2.7 – 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.

## 2.4 – 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*). 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.

A concretagem nunca deve parar pela metade, para evitar emendas, que ficarão visíveis depois da desfôrma. 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 (ABNT NBR 6118/80).

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

#### **2.4.1 – 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.

### **2.4.2 – 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.

### **2.4.3 – Cura e desfôrma 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 desfôrma, 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. A figura 7 demonstra o processo de desfôrma. As ferramentas necessárias para a desfôrma são: martelo de carpinteiro, pé-de-cabra e serrote.



Figura 2.8 - Retirada da fôrma de um pilar.



### 3.0 – O projeto – Condomínio Residencial Portal da Serra

O condomínio residencial PORTAL DA SERRA, é um projeto de habitação multifamiliar, localizado na Rua Norberto Leal - nº 1025 – Alto Branco – Campina Grande – PB, como mostra a planta de localização na figura 3.1 abaixo.

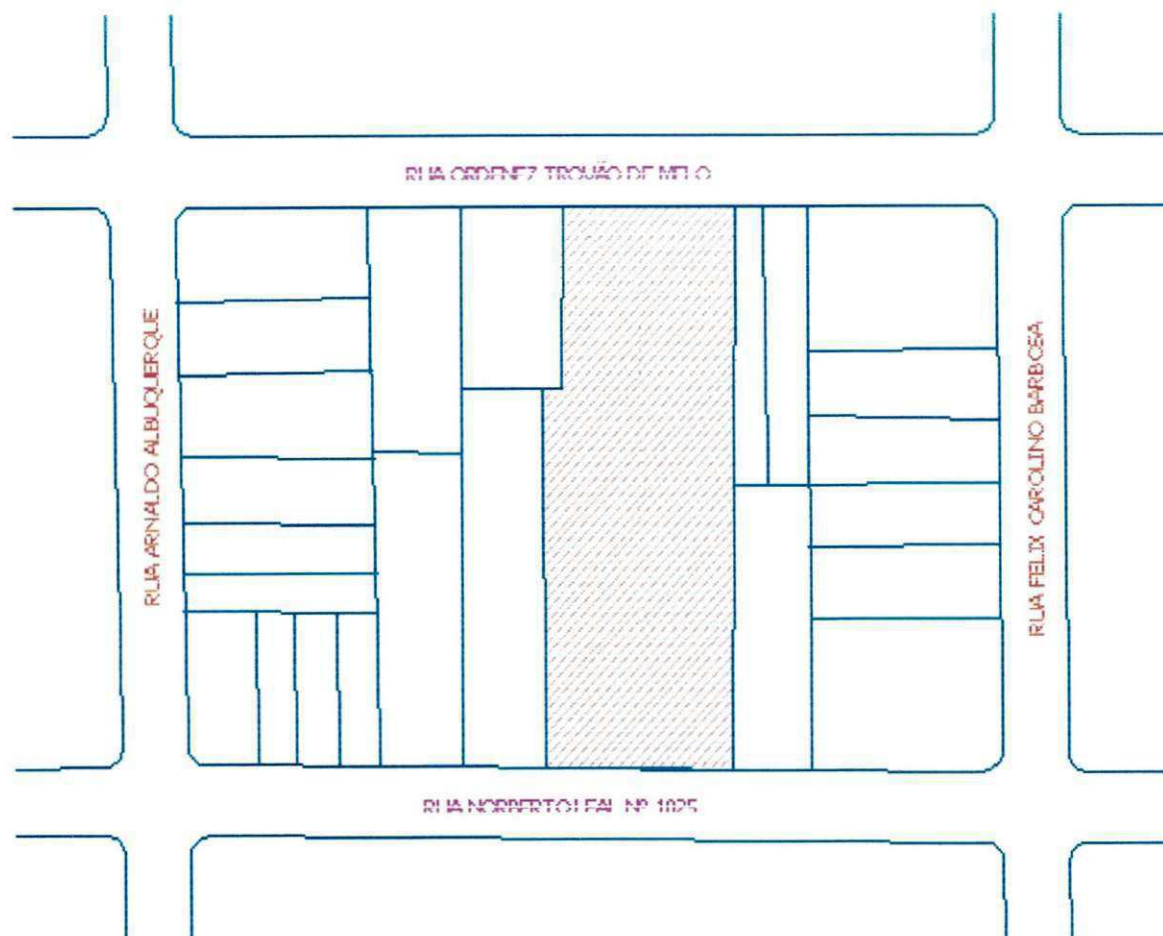


Figura 3.1 – Planta de localização da obra.

A área do terreno é de 1750,00 m<sup>2</sup>, sendo 70,00 m de comprimento por 25,00 m de largura, a edificação terá uma área construída de garagens de 1570,00 m<sup>2</sup>, uma área construída no pilotis de 670,00 m<sup>2</sup>, uma área construída no mezanino de 470,00 m<sup>2</sup>, uma área construída em cada pavimento tipo de 670,00 m<sup>2</sup>, como serão construídos 7 pavimentos tipo, totalizando

uma área nos mesmos de  $7 \times 670,00 = 4690,00 \text{ m}^2$ , uma área total de cobertura de  $535,00 \text{ m}^2$ , dando um total de  $7935,00 \text{ m}^2$  de área construída.

A obra consiste em um condomínio residencial composto de um bloco com 11 (onze) pavimentos, sendo eles distribuídos em:

Subsolo: destinado a 53 (cinquenta e três) vagas para garagens, 03 (três) privativas para cada apartamento e ainda depósitos, casa de bombas e vão de escadaria;

Pilotis: destinado a 37 (trinta e sete) vagas de garagem; recepção, hall de circulação, área de lazer, instalações sanitárias, ducha, central de gás, jardins, quarto de zelador;

Mezanino: constituído de salão de festas, salão de jogos, academia e playground;

Pavimentos tipo: dispendo de 07 (sete) pavimentos, com 04 (quatro) apartamentos por andar, com área útil de  $138,00 \text{ m}^2$ . Cada apartamento contem: varanda; sala de estar/jantar; 01(um)suíte, 02(dois)quartos com banheiro social; cozinha; circulação; área de serviço com banheiro; 01(um)quarto reversível;

Pavimento de cobertura: com dois apartamentos e pavimento de coberta, com casa de máquinas, caixa d'água superior e telhamento.

A figura 3.2 mostrada na página em seguida, é a maquete eletrônica do Condomínio Residencial Portal da Serra e mostra como ficará a obra depois de concluída.



Figura 3.2 – Maquete eletrônica do Condomínio Residencial Portal da Serra.

O projeto arquitetônico da obra em questão foi desenvolvido pelo escritório Espaço Criativo, sob autoria de Cristina Rocha (Arquiteta CREA 2550/D PB), Rui Rocha (Arquiteto CREA 160006403-5) e de Fabiano Melo (Arquiteto CREA 160006086-2). O projeto estrutural foi desenvolvido pelo escritório Dynatech Engenharia Estrutural sob a responsabilidade do engenheiro civil Flávio Roberto Xavier. A execução da obra ficou a cargo da construtora Consolid Serviços de Engenharia sob a responsabilidade técnica do engenheiro civil Aldo Luiz L. Camboim.

A obra foi iniciada em agosto de 2006, e portanto, alguns serviços já haviam sido executados.

## 4.0 - Descrição das atividades acompanhadas

### 4.1 – Locação da obra

Como na montagem do gabarito inicial que foi realizado por outro mestre de obra, constatamos que alguns pilares foram locados com um deslocamento horizontal de 5 a 20 cm em uma ou mais direções. Sendo necessária a realização de outra marcação do gabarito, a solução dada por causa do deslocamento do pilar foi o cortes de ferro já existentes e adição de outros onde necessários como também o auxilio de uma gaiola de ferro para um melhor aproveitamento da sapata já executada.

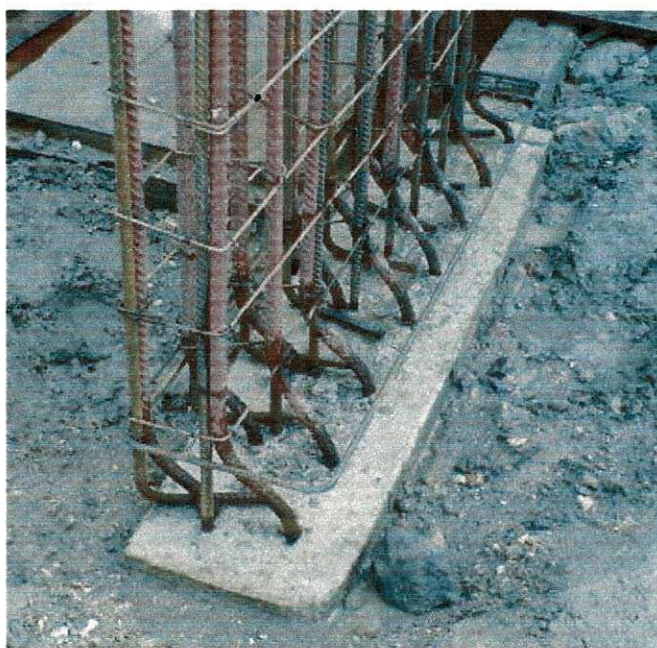


Figura 4.1 - Pilar deslocado



Figura 4.2 - Corte e adição de ferro no pilar

#### 4.2 – Execução dos pilares

A execução dos pilares foi acompanhada de forma detalhada, durante o período de estágio. Nesse tempo foram concretados 21 pilares, seguindo o roteiro citado abaixo.

Primeiramente o mestre de obras locava o eixo do pilar seguindo as plantas de locação dos pilares do projeto estrutural, em seguida era demarcada o local para realizar posteriormente o engastamento da fôrma.



Figura 4.3 – Engastamento da fôrma

O ferreiro se responsabilizava por armar todas as peças em suas devidas posições, seguindo o projeto estrutural, tudo era rigorosamente verificado para que todas as especificações técnicas fossem seguidas. Os comprimentos das barras, os diâmetros, o número de barras, recobrimentos etc., tudo era conferido para que o projeto estrutural fosse seguido de forma rigorosa.



Figura 4.4 - Armação do pilar

Os carpinteiros se responsabilizavam durante a concretagem da laje a colocar das “moscas” que vão servir de apoio a mão francesas, para a colocação das fôrmas, usa-se painéis que encaixam uns nos outros sendo amarrados lateralmente por “abraçadeira” que por sua vez são fixados com auxílio de “palmetas”, na parte central, usa-se dois caibros em cada face engastados através de “castanheiras” pressionando as fôrmas para que não haja problemas ou “bucho” na concretagem.

**Materiais usados:**

- **Martelo;**
- **Prego** – com cabeça, bitola 18 X 27
- **Moscas** - pedaços de madeira com pregos na parte inferior que fixam na laje;
- **Mão francesa** – caibros que auxilia o prumo e a estabilidade da peça;
- **Fôrma** – Painéis que são usados para moldar os pilares;

- **Prumo** – arame preso com um prego na parte superior e na outra extremidade uma peso (tipo corpo de prova), nas duas extremidades mede-se a distância do arame ate a fôrma verificando a mesma media;
- **Abraçadeira** – Auxilia a junção dos painéis lateralmente;
- **Palmetas** – pedaço de madeira com formato triangular, para retirar folgas existentes entre algumas peças.

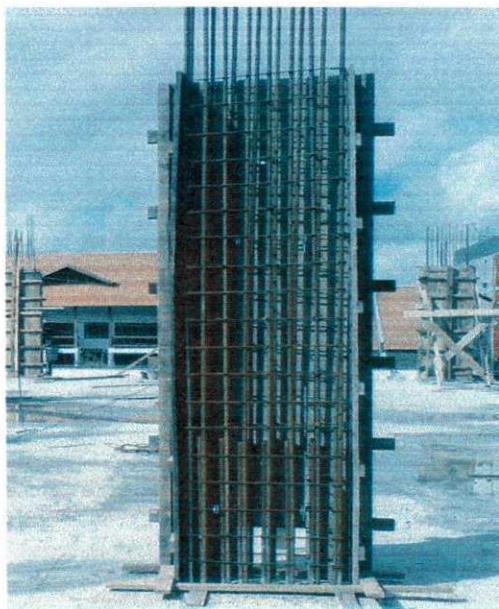


Figura 4.5 – montagem das fôrmas

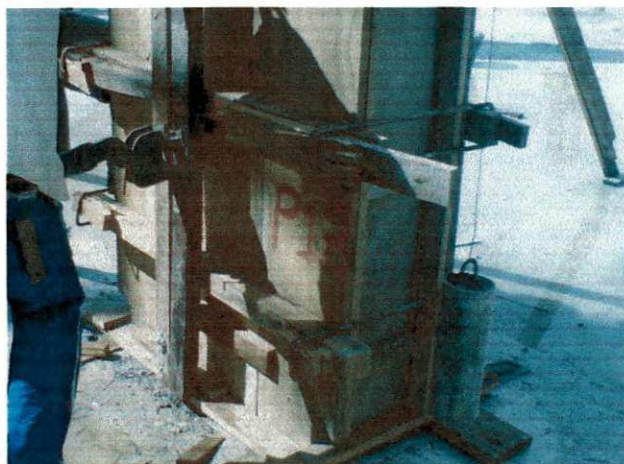


Figura 4.6 – colocação das “castanheiras” e verificação do prumo

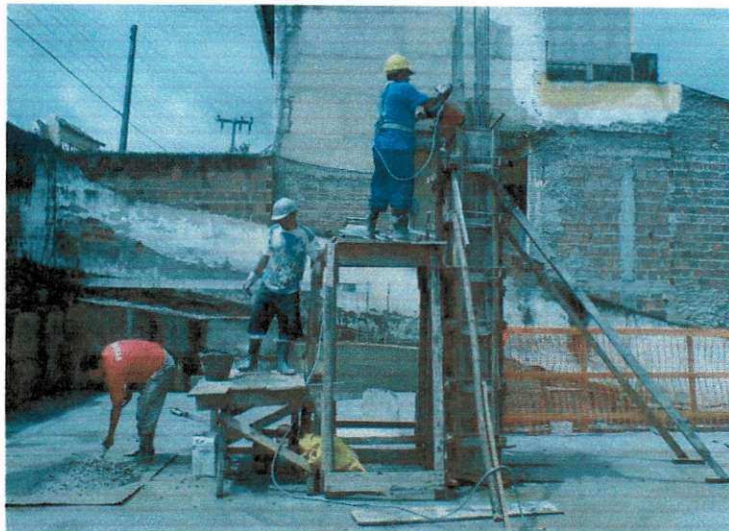


Figura 4.7 – concretagem do pilar

Um problema observado na realização da concretagem do pilar depois que retirou a fôrma, foi visto que alguns pilares tinham uma concentração de brita a mostra em todas as faces, por isto, tivemos que analisar o traço utilizado onde constatamos um erro, pois o traço projetado é de 1:2:3 com padiolas de 36 litros mas, a padiola utilizada é de aproximadamente 70 litros por isso tivemos que adaptar o traço as padiolas já existentes então foi utilizado o traço 1:1:1,5.

Uma solução foi demolir 5 (cinco) pilares já concretados, pois foi estimado uma resistência de no máximo 12,5 MPa. Com a mudança do traço fez um ensaio para verificar a resistência do concreto utilizado, retirando 4 (quatro) amostras, sendo 2(dois) corpo de prova para 7 dias e 2 para ser rompidos aos 28 dias, os resultados obtidos foram: aos 7 dias –  $f_{ck} = 7,5$  MPa, aos 28 dias –  $f_{ck} = 20,5$  MPa, ainda deu abaixo das esperada (25 MPa) mas foi consultado o engenheiro calculista que liberou para ser executado com uma observação de diminuir a quantidade de água pois em mês chuvoso já existe uma quantidade de água contida na areia e na brita.



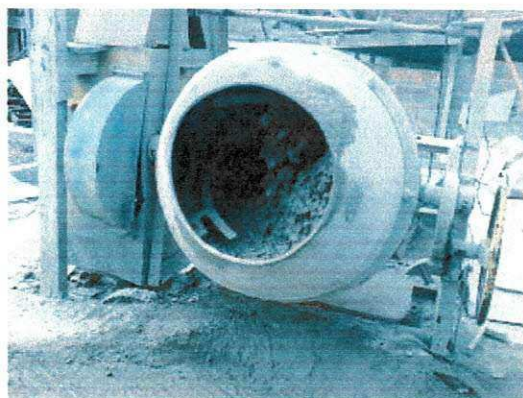


Figura 4.8 – Betoneira



Figura 4.9 – pilar defeituoso

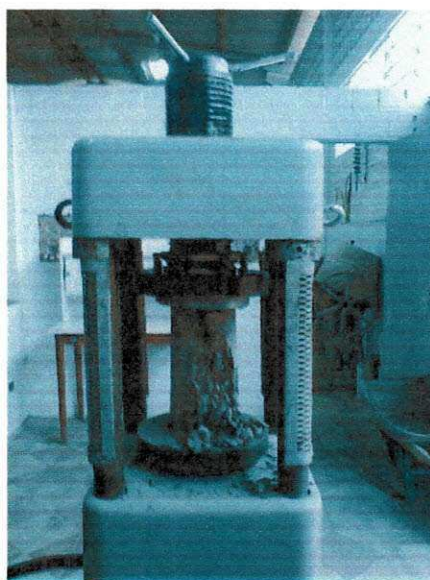


Figura 4.10 – Ruptura de corpo de prova



Figura 4.11– Demolição do pilar

### **4.3 – Execução das vigas**

A execução das vigas foi acompanhada de forma detalhada. Primeiramente o mestre de obras fornecia os dados para que os carpinteiros pudessem colocar o fundo das vigas (tábuas com largura própria de cada viga) já com escoramento apropriados e altura definida, logo após os ferreiros montavam cuidadosamente a armadura acompanhando o projeto estrutural, dependendo do comprimento da viga, poderia ser armada no local ou ser armada antes de ser colocada no seu devido local. Depois, os carpinteiros colocavam os painéis laterais, já com a aplicação de desmolde, fixando conforme a tipo de escoramento, sendo que, na parte externa os painéis tinham altura igual da viga e na parte interna tinham que retirar a altura da laje, pois a concretagem é feita de uma só vez.



Figura 4.12 - Armadura da viga.



Figura 4.13 – viga com painel lateral

### **4.3.1 Tipos de escoramento das vigas**

#### **4.3.1.1 Escoramento com cavaletes**

O escoramento com cavaletes foi feito na fase inicial, pois a altura da viga era indefinida, por causa do terreno que é muito acidental e a altura do pé direito maior. As escoras eram espaçadas a cada 1 metro e fixados uns aos outros com sarrafos longitudinal para assegurar ainda mais a estabilidade.

Nesse tipo de escoramento os painéis das vigas continham sarrafos transversais para dar mais rigidez à peça e era fixado com pregos de bitola 18 x 27 o que dificulta a retirada.



Figura 4.14 – escoramento tipo cavalete



Figura 4.15 – Painéis das vigas com sarrafos transversais

#### 4.3.1.2 Escoramento com garfos

Este tipo de escoramento foi escolhido para ser utilizado a partir do mezanino, considerando que a altura do pé direito será constante até o fim da obra e também a facilidade de execução, pois serão encaixado os painéis e fixados com auxílio de palmetas laterais utilizando uma menor quantidade de prego deixando mais fácil a retirada dos painéis.

Os painéis utilizados serão com sarrafos no sentido longitudinal da peça, já que o garfo ira ajudar na fixação dos painéis da viga. O espaçamento do garfo varia de 70 a 80 centímetros no máximo que da pra garantir uma maior rigidez a peça.



Figura 4.16 – Escoramento tipo garfo



Figura 4.17 – Painéis das vigas com sarrafos longitudinais

## 4.4 – Execução das lajes

### 4.4.1 Laje maciça

A execução deste tipo de laje é a mais demorada na parte de estrutura requerendo um maior detalhamento na ferragem, pois além da armadura positiva e negativa ainda existe as armaduras de reforço nos pilares, armadura de cisalhamento (punção) e armadura contra colapso progressivo.

Inicialmente os carpinteiros trabalhavam para colocar o assoalho (fôrma da laje) para isto, colocavam longarinas e a “costela” com pontaletes, escorando o assoalho que é nivelando com auxílio de palmetas, logo após, colocavam caibros transversalmente com espaçamentos de no máximo 20 cm para dar mais rigidez aos maderites que tem uma espessura de 15 milímetros. Logo após, passava em todo o assoalho o desmolde, em seguida cobriu com uma lona plástica para a preservação do maderite.

Com o assoalho pronto, o ferreiro começa a distribuir a armadura positiva no sentido longitudinal e transversal, pontilhando para fixá-las umas nas outras, em seguida, distribui a armadura de punção e contra colapso progressivo, para depois inserir a armadura negativa da laje, para garantir o revestimento do concreto é usado um espaçador de plástico apropriado para o tipo de ferragem.



Figura 4.18 - Costela e longarina



Figura 4.19 - Assoalho



Figura 4.20 - Armadura positiva



Figura 4.21 - Armadura negativa



Figura 22– Espaçadores para lajes

#### 4.4.2 Laje pré-moldada

Com a chegada dos trilhos, que é feito em uma empresa terceirizada, dois ajudantes ficam encarregados de montar os trilhos sobre as vigas, sempre verificando o espaçamento com blocos cerâmicos, estes pré-moldados são montados na direção do menor vão. Os carpinteiros colocam escoramento tipo “costela” para garantir que a laje não apresente flecha, para isto, deixam no meio da laje um desnível aproximadamente de 2 cm.



Figura 4.23 – Montagem da laje pré-fabricada



#### 4.5 - Execução da escada

É construída por um carpinteiro. A construção da escada é realizada através da colocação de fôrmas de madeira (assoalho) e tábuas nas laterais onde estas são marcadas o local que será posto os degraus, sendo utilizado prumo e nível para garantir um melhor acabamento, a ferragem é colocada com espaçadores tipo “caranguejo” separando a ferragem positiva da negativa seguindo o projeto estrutural e concretada-se manualmente.



Figura 4.24 – Montagem da ferragem na escada



Figura 4.25 – Concretagem da escada

## 4.6 - Concretagem

A concretagem dos pilares é realizada com o concreto produzido na própria obra, utilizando uma betoneira elétrica, uma padiolas para areia e outra para a brita. Já o concreto das vigas e lajes é terceirizado, sendo comprado a empresa Supermix, seguindo os procedimentos seguintes: O concreto é bombeado utilizando um caminhão da empresa por dutos que são fixos e inspecionados antes da concretagem, e expelido por um duto ou mangueira flexível que facilita o manuseio do operário, necessitam de 10 (dez) ajudantes, sendo 2 para dar direcionar a mangueira, 4 para ficar acompanhando com o vibrador ( 2 no transporte e 2 orientando o local a ser vibrado), 2 espalhando e deixando nivelado utilizando uma inchada, 2 para alisar a superfície concretada e ainda fica um carpinteiro checando as fôrmas no pavimento inferior do atual, verificando se existe vazamentos, ou buchos nas fôrmas.



Figura 4.26 – Concretagem de lajes e vigas

## 4.7 - Medidas de proteção contra queda de altura

Durante a construção das primeiras lajes havia apenas cordas amarradas a ferros para amarração dos cintos de segurança, porem com o termino da segunda laje começou a usar telas de proteção (guarda-corpos) e fechar os andares com alvenaria. O guarda-corpo está de acordo com as normas com 1,20x0,70x0,20m.



Figura 4.27 - Telas de proteção

#### 4.8 – Elevador

Na instalação do elevador na obra, devem-se tomar todos os cuidados necessários a trazer total segurança de uso. De início deve-se fazer uma base única de concreto, nivelados com chumbadores bem fixados. Dessa base depende a sustentação e prumo da torre. A torre é uma estrutura vertical que sustenta a cabine e o cabo de tração dos elevadores na obra. Devem ser montadas a uma distância da rede elétrica que impeça o contato acidental, ou isoladas conforme as normas da concessionária local de transmissão de energia elétrica. O trecho da torre acima da última laje deve ser mantido fixo, no sentido contrário da edificação para evitar o tombamento. Deve ter dispositivos de segurança que impeça a abertura da barreira, quando não estiver no nível do pavimento.



Figura 4.28 – Montagem do elevador

## 5.0 - Cálculo da cisterna

Um mosteiro localizado em Bananeiras – PB solicitou uma doação do cálculo de uma cisterna com um volume aproximado de  $352 \text{ m}^3$ , com dimensões: 22 metros de comprimento 10 metros de largura e 1,6 metros de altura, já que no local tinha disponível barras de ferros com 6,3 mm e 12,5mm, utilizamos os recursos do Cype CAD com a participação dos engenheiros Aldo Camboim e Rodrigo Miranda foi desenvolvido o projeto todo em concreto armado, mas o engenheiro notou que poderia pôr fileiras de blocos cerâmicos para reduzir os custos.

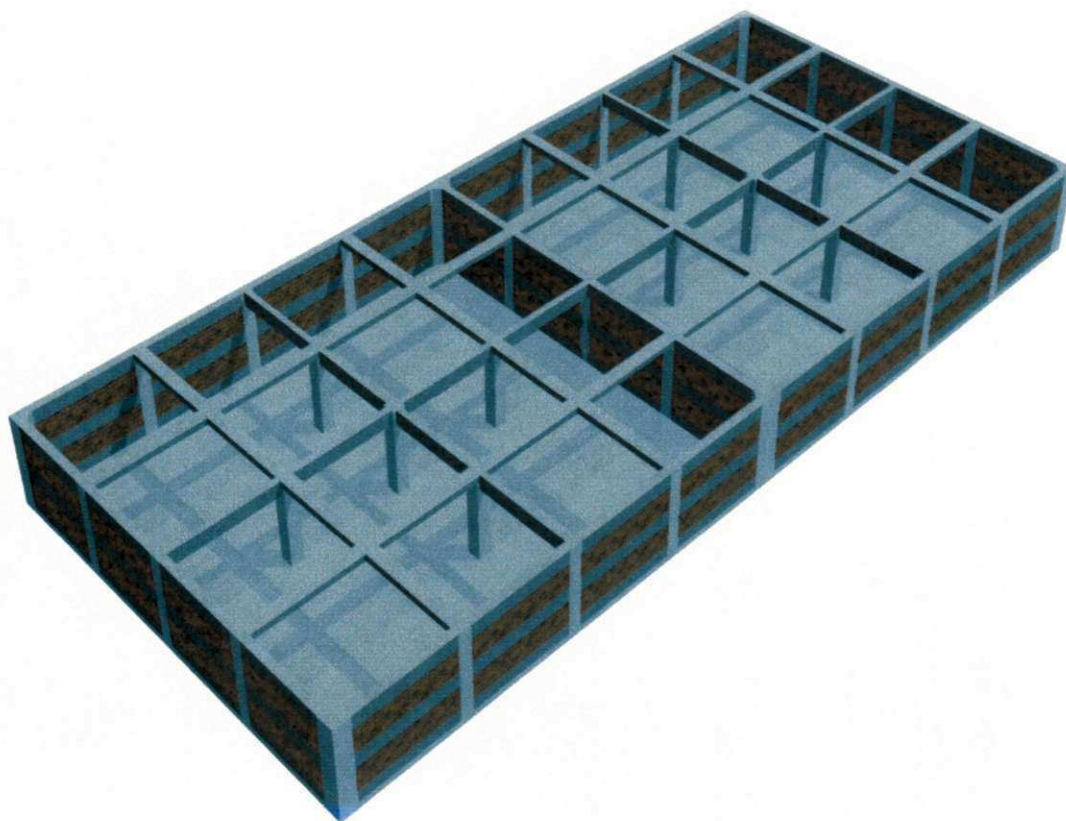


Figura 5.1 – Cisterna

## 6.0 – Considerações finais

Finalizando o estagio no condomínio residencial Portal da Serra, foram observados vários pontos importantes dentro de uma obra, dos quais alguns merecem ser destacados.

É de fundamental importância que o engenheiro responsável pela obra esteja sempre presente na mesma e tenha um bom relacionamento com todos os trabalhadores, principalmente com o mestre-de-obras que exerce uma função de liderança entre os outros.

Para evitar grandes desperdícios de materiais e perda de ferramentas o almoxarifado deve ser observado regularmente. Vale ressaltar que o mestre de obra deve desempenhar trabalhos reaproveitando ao máximo os materiais (maderite, tábuas, caibros, sarrafos, pedaços das barras de aço, pregos, etc.). Também é importante a organização constante da obra com a separação dos materiais reaproveitáveis dos que se tornam lixo.

Outro ponto que merece atenção é a realização de uma revisão geral nas fôrmas e ferragens das vigas, “cabeças dos pilares” e lajes, verificando cuidadosamente a fixação das escoras, quantidade de barras, diâmetros, espaçamentos e recobrimento do concreto, comparando o mesmo ao mostrado no projeto estrutural. Sendo acompanhado durante a concretagem o uso adequado dos vibradores.

Durante o estagio foi possível analisar a qualidade do concreto produzido na obra, necessitando recalcular um novo traço com as padiolas já existentes, mostrando assim, os possíveis erros na execução realizando ensaio de resistência do concreto em laboratório da UFCG.