



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE



CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Estágio Curricular

Curso: Engenharia Civil

Professora: Luciano Gomes

Aluno: Giancarlo Barbosa Bezerra; Matrícula: 20011167

Relatório de Estágio

(Ed. Castelo da Prata)

maio de 2005



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

Pensamento

“De tudo ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre começando...

A certeza de que precisamos continuar...

A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto, devemos:

Fazer da interrupção um caminho novo...

Da queda, um passo de dança...

Do medo, uma escada...

Do sonho, uma ponte...

Da procura, um encontro.”

Fernando Pessoa

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, fonte de minha vida e inspiração,
a meus amigos e familiares, que sempre me apoiaram nessa longa caminhada,
aos professores e funcionários que sempre contribuíram na minha formação,
e em especial a minha mãe, minha fortaleza e razão de meu existir.

Dedicatória

Dedico este trabalho a meu avô, José (*in memoriam*),
meu pai em todos os momentos.

SUMÁRIO

1.0 – APRESENTAÇÃO	07
2.0 – INTRODUÇÃO	08
3.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	09
4.0 – O CONDOMÍNIO	12
5.0 – CARACTERÍSTICAS DA OBRA	14
5.1 – ÁREAS	14
5.2 – PROPRIETÁRIOS	14
5.3 – CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES VIZINHAS	15
5.4 – ACESSO	12
5.5 – TOPOGRAFIA	15
5.6 – ESCAVAÇÕES	15
5.7 – FUNDAÇÕES	16
5.8 – ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	16
5.9 – CARACTERÍSTICAS DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS	19
5.10 – ESTRUTURA DE FECHAMENTO	22
5.11 – CANTEIRO DE OBRAS	23
5.12 – CONCRETO	23
5.13 – MÃO-DE-OBRA	25
6.0 – CRONOGRAMA	25
7.0 – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	26
7.1 – EQUIPAMENTOS	26
7.2 – MATERIAIS	29
7.3 – CUSTO DE MATERIAIS	31

8.0 – REVISÃO BIBLIOGRAFICA (CONCRETO ARMADO)	32
8.1 – ARMADURA E CONCRETAGEM	32
8.2 – ADENSAMENTO DO CONCRETO	33
8.3 – CURA	33
8.4 – TESTE DE CONSISTÊNCIA	34
8.5 – TESTE DE RESISTÊNCIA	35
9.0 – SEGURANÇA NA OBRA	36
10.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
10.1 – PONTOS POSITIVOS	37
10.2 – PONTOS A MELHORAR	38
11.0 – SUGESTÕES	39
12.0 – BIBLIOGRAFIA	40

1.0 – Apresentação

O presente relatório de estágio supervisionado referente ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, sob a orientação do professor *Luciano Gomes de Azevedo* e com um período de duração de 6 semanas (45 horas semanais), totalizando 270 horas, sendo realizado na construção do edifício Castelo da Prata sob administração do Engenheiro Civil Gustavo Tibério A. Cavalcante, visando à integração aluno/mercado de trabalho bem como combinar a teoria vivenciada durante todo o curso de Engenharia Civil com a prática de Construção Civil.

O relatório tem a finalidade, também, de aperfeiçoar o aluno nas técnicas da construção civil, possibilitando-o conhecer os materiais e equipamentos atualmente empregados nesta ciência, além disso, se foi observado a relação entre o administrador da obra e os operários, já que é de extrema importância que ambos tenham a melhor interação, pois assim sendo ocorre-se uma maior produtividade em menor tempo e também um aumento da motivação dos empregados, levando-os a executar suas tarefas com um menor desperdício e conseqüentemente com maior eficiência.

2.0 – Introdução

No período referente à realização do estágio se foi observado vários aspectos direcionados a uma construção civil, dentre os quais o que mais se enfatizou, foi o tipo de laje empregada na estrutura.

O estágio concretizou-se através das seguintes atividades:

- Acompanhamento da execução e controle do concreto;
- Levantamento de quantitativos dos materiais necessários;
- Acompanhamento e fiscalização da execução e testes das instalações previstas;
- Conferência de locações e liberações de fôrmas e ferragens;
- Levantamento de quantitativos dos materiais necessários;
- Medições e controle de produção para pagamento de serviços executados;
- Apresentação de relatórios das atividades realizadas no período.

3.0 – Revisão Bibliográfica sobre Laje Nervurada

Este tipo de laje está sendo aplicado na construção da estrutura do edifício onde se esta sendo realizado o estágio (Ed. Castelo da Prata), pelo motivo de tal laje não ser de comum aplicação na região, faz-se necessário um breve comentário a respeito da mesma.

A concorrência no mercado da construção civil tem levado construtoras e projetistas a uma constante busca por soluções que, além de eficazes, tragam diminuição de custos, rapidez e versatilidade de aplicações. Tais exigências fazem com que o setor fuja das soluções convencionais, com materiais e técnicas tradicionais, em busca de inovações apoiadas em recursos tecnológicos sólidos.

Seguindo esta tendência, as lajes nervuradas vêm se firmando gradativamente como excelente solução estrutural com diversas vantagens com relação às estruturas convencionais.

Vantagens - Uma das vantagens da laje nervurada é o custo, já que o consumo de concreto e de armação é baixo. O sistema propicia ainda a redução da quantidade de fôrmas convencionais. Isto acontece porque, por meio da utilização dos elementos inertes, ou de fôrmas industrializadas, basta executar um tablado em nível ou sob as nervuras, com escoramento bastante simples.

Maiores Vãos	Liberdade de criação	Versatilidade
Os vãos vencidos com o uso da laje nervurada liberam espaços maiores, o que é bastante vantajoso em locais como garagens, onde os pilares, além de dificultarem as manobras dos veículos, ocupam espaços que serviriam para vagas.	Aplicada aos pavimentos tipos, esta laje agrada em especial aos arquitetos que passam a ter grande liberdade de criação de layouts, já que o posicionamento das paredes não estará amarrado às vigas presentes na estrutura	Em decorrência de suas características estruturais, a laje nervurada possui grande versatilidade, pois sua aplicação vai de estruturas de edificações comerciais e residenciais à hospitais, garagens e shoppings centers.

Desvantagens - Dadas às pequenas espessuras das nervuras e eventualmente alta densidade de armação, podem surgir problemas de concretagem. Para Bruno Szlak, há ainda uma questão importante a respeito das lajes nervuradas. "É necessário o uso de forro, pois do contrário não há como passar instalações

elétricas, hidráulicas e de ar-condicionado", lembra. Segundo ele, por causa disso, e pela própria espessura do composto laje, a nervurada faz subir o gabarito da edificação. A solução laje nervurada mais o forro aumenta a medida entre pisos dos pavimentos de 2,70 m (aproximadamente para laje convencional) para 3,30 m, com perda de 60 cm. No cômputo total, quando há limitação da legislação urbana para gabaritos das edificações, pode ocorrer a perda de um pavimento em função dessa diferença.

Na execução da laje nervurada, a fôrma consiste geralmente de um tablado plano, sobre o qual se colocam blocos de poliestireno expandido (isopor), ou concreto celular, ou de tijolos vazados, que funcionarão como elementos inertes preenchendo o espaço entre as nervuras de concreto.

Algumas desvantagens desse processo:

- Os blocos de isopor são relativamente caros e pouco práticos, muito leves e frágeis, tornando difícil o processo de concretagem.
- O enchimento com material mais pesado pode acarretar um aumento de carga permanente na estrutura, que chega a ultrapassar 100 kg/m².

Podem ainda ser usadas caixas de compensado invertidas, entre as nervuras, que serão retiradas por ocasião da desformagem. Trata-se de solução cara, principalmente devido à deterioração do compensado em contato com o concreto fresco e à dificuldade de desformagem, tornando muito baixo o índice de reutilização desses elementos.

É cada vez mais difundida nos países europeus e nos Estados Unidos, a construção de lajes nervuradas com uso de fôrmas plásticas, pois estas não apresentam os inconvenientes das fôrmas de madeira ou dos blocos de isopor. A Astra S/A, engajada na colocação de sua tecnologia a serviço da construção civil, põe a disposição do mercado, a Fôrma Plástica para fundição de laje nervurada.

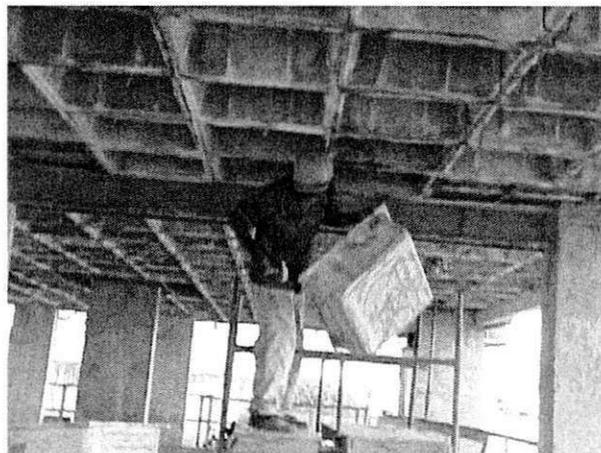


Foto 1 (Fôrma Plástica sendo retirada)

Características:

- Confeccionada pelo processo de injeção, em polipropileno copolímero virgem, protegido contra raios UV (Ultra Violeta) da luz solar.
- Rigidez e estabilidade dimensional graças às nervuras paralelas em seu interior e treliçadas nas bordas.
- Excelente resistência à flexão, impacto e tração, necessária para suportar o peso do concreto e sobrecargas.
- Seu formato tronco-piramidal confere extrema facilidade para empilhamento e desfôrma.
- Agilidade no manuseio , pois cada peça pesa apenas 3,3 kg.
- Praticidade no transporte: um caminhão com capacidade de 37m³ carrega 640 peças.
- Facilidade na estocagem: 500 peças empilhadas com altura de 15 unidades, ocupam uma área de 13m².

Observações :

- 1-É aconselhável a pulverização das fôrmas com material desmoldante para obter uma desfôrma mais fácil e um melhor acabamento.
- 2-O diâmetro do vibrador utilizado para adensar o concreto não deve exceder 40 mm.
- 3-O material que compõe a fôrma está sujeito a contrações e dilatações térmicas cujas deformações são admissíveis até ordem de 1%.
- 4-Aberturas feitas na nervura devem ser dispostas à meia altura da laje, com diâmetro inferior a $H/3$. (ver desenho abaixo)
- 5-As aberturas na mesa da laje, se menores que 200cm^2 , podem ser feitas em qualquer lugar, já as maiores não podem exceder a área de uma fôrma e seu posicionamento exige considerações no cálculo estrutural.

4.0 – O Condomínio

O estágio foi realizado no condomínio sob razão social: **Condomínio Residencial Castelo da Prata**, CNPJ nº 04359082/0001-16. O empreendimento localiza-se na rua Capitão João Alves de Lira e consiste em um edifício de 24 (vinte e quatro) pavimentos, havendo 1 (um) por andar, totalizando 19 (dezenove) tipo, 2 (dois) de cobertura e 2 (dois) de garagem. O terreno possui 3.880 m^2 , sendo que já havia uma área construída de 1.135 m^2 , a qual será adaptada para salão de festa. A área ocupada pela torre representa 9,35% da área total do terreno. A área total de construção é de $14.728,29\text{ m}^2$.

As áreas comuns são compostas por:

- Subsolo 1 com garagem (21 vagas);
- Subsolo 2 com garagem (43 vagas);
- Área de lazer e salão de festas;

- Sauna;
- Auditório;
- Três elevadores, sendo um panorâmico.

Cada apartamento, conforme pode ser conferido na Planta Baixa do Pavimento Tipo A em anexo, terá:

- Quatro suítes;
- Salas;
- Escritórios;
- Dependência de serviços adaptável as suas necessidades;
- Quatro vagas na garagem, com depósitos individuais;
- Cada apartamento tipo terá 363,35 m² de área útil.

Os responsáveis Técnicos pela obra são os seguintes profissionais:

- Arquitetura

Arquiteto: Carlos Alberto Melo de Almeida

- Projeto de Instalações Hidráulicas

Arquiteto: Carlos Alberto Melo de Almeida

- Projeto de Instalações Elétricas

Engenheiro Elétrico: Ricardo Amadeu A. Costa

- Administração

Engenheiro Civil: Gustavo Tibério A. Cavalcante

Outras obras dos empreendedores:

Edifício Antares com 4.287,80 m²

Edifício Santa Mônica com 41.657,89 m²

Edifício Vandoume com 1.852,96 m²

Edifício Aquarius com 3.487,03 m²

Edifício Maria Augusta com 7.287,80 m²

Edifício Turmalina com 6.887,80 m²

Edifício Signus com 4.287,80 m²

5.0 – Características da Obra

5.1 – Áreas

Para efeito de simplificação, resumiu-se a área do edifício de acordo com a tabela a seguir:

TABELA I - ÁREAS

Áreas (m ²) Pavimento	Comum Existente	Comum Projetado	Privativo Projetado	Total	Vagas
Subsolo	-	453,68	672,72	1.264,40	63
Semi-enterrado	-	404,53	645,66	1.050,19	59
Térreo	763,63	412,25	-	1.175,88	-
Mezanino	371,08	77,84	-	448,92	-
Tipo	-	31,90x29 = 925,10	363,35x29 = 10.573,15	11.462,25	-
Cobertura	-	63,80	534,85	598,65	-
Total	1.134,71	2.337,20	12.391,38	15.863,29	122

5.2 – Proprietários

O edifício está sendo construído sob forma de condomínio, sendo de natureza jurídica, com responsabilidade conjunta dos proprietários dos apartamentos, em número de 13 (treze) dos quais 3 (três) fazem parte da comissão de fiscalização. Periodicamente são realizadas reuniões para se definir nestas e avaliar decisões tais como compra de material, formas de pagamento, etc.

O contrato é firmado com declaração em cartório e possui um responsável técnico contratado pelo condomínio. Todas ocorrências durante a execução da obra, são registradas num livro de ATA, também registrado em cartório.

Para execução da parte estrutural do edifício contratou-se a empresa **Omega** com sede em João Pessoa, a modalidade de contrato utilizado foi o de *Preço Global*, nesta modalidade de contrato, os serviços são contratados para depois de inteiramente executado.

Um contrato dessa modalidade, deve ser feito somente se dispões de um projeto completo em todos os detalhes, ou seja, com as quantidades e especificações de todos os serviços bem definidos, para evitar dúvidas relativas aos fatores acima

mencionados, assim como os pagamentos. O faturamento é feito subdividindo-se o preço total em parcelas que devem ser pagas de acordo com o desenvolvimento da obra. O BDI – Benefício e Despesas Indiretas – é incluído no preço total após o cálculo do custo direto total.

5.3 – Características das Edificações Vizinhas

As edificações existentes ao Oeste e ao Leste do edifício se constituem em casas com estrutura de concreto armado, com idade estimada de 25 (vinte e cinco) anos, e apesar de apresentarem um bom estado de conservação durante as escavações das fundações houve um aparecimento de pequenas fissuras, mas que foi concertado pelos responsáveis.

Há um muro como elemento divisionário erguido em alvenaria assentada sobre alicerce de pedra argamassada de pedra e com pilares de concreto armado.

5.4 – Acesso

O acesso à obra se dá através da Rua Rodrigues Alves e da Rua Capitão Alves de Lira (Figura), utilizando-se o portão principal (3,50 m x 2,10 m) para veículos, e para funcionários e visitante o portão secundário (1,00 m x 2,10 m).

5.5 – Topografia

A superfície do terreno possuía um pequeno declive ($\pm 5\%$), sendo ideal para o esgotamento das águas pluviais, foi necessário uma pequena movimentação de terra para a locação da obra através de procedimentos mecânicos e manuais.

5.6 – Escavações

Para a execução das escavações foram utilizados os seguintes procedimentos:

5.6.1 – Uso de explosivos

A empresa responsável pelo desmonte foi a DESTROL – DESMONTE DE ROCHA LTDA de Recife, que utilizou a razão de 1 kg de explosivo para cada m³ de rocha a ser retirado. Foram retirados do local 300 m³ de rocha para alocação das sapatas custando para o condomínio R\$ 40,00/m³ de rocha, num total de R\$ 12.000,00 para se concluir esta etapa que durou 60 dias com o auxílio de máquinas para a retirada de material.

5.6.2 – Características da Obra

Para este serviço, foram locadas um Compressor modelo Chicago Pneumático 180, equipado com rompedor pneumático e perfuratriz pneumática à Construtora Triunfo Ltda de Campina Grande num custo de R\$ 2.500,00 os 60 dias de locação, iniciando-se em 04 de Julho de 2002.

Máquinas Tipo: Pás-carregadeiras;
Retroescavadeiras;
Britadores.

5.7 – Fundações

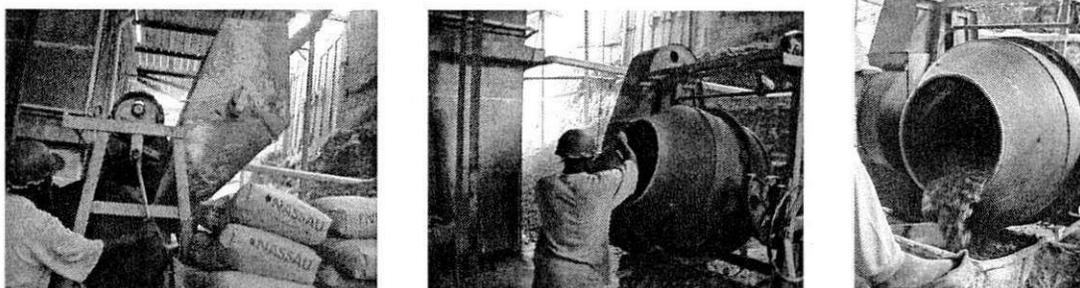
As sapatas das fundações foram construídas em concreto armado, isoladas, de concreto armado cujo valor da resistência à compressão f_{ck} é de 16MPa.

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

5.8 – Estrutura de Concreto Armado

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

concreto usinado era bombeado, a saber: quebra de motor do bombeamento e o entupimento da tubulação.



Fotos 1,2 e 3 (Processo de fabricação do concreto *in locu*)

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

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

As lajes e os pilares são concretadas com concreto confeccionado *in locu*. A tabela a seguir mostra os valores do rompimento de 4 (quatro) corpos de prova do concreto utilizado no dia 09 de Janeiro de 2005 no condomínio Castelo da Prata.

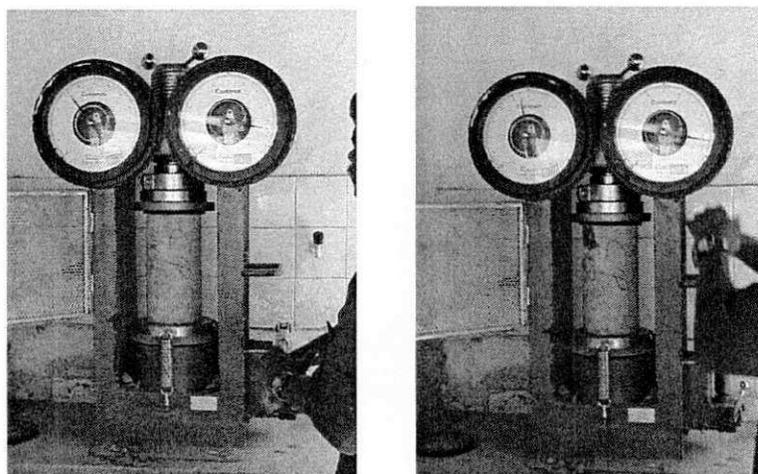


Foto 4 e 5 (Processo de rompimento dos corpos de prova confeccionados *in locu*)

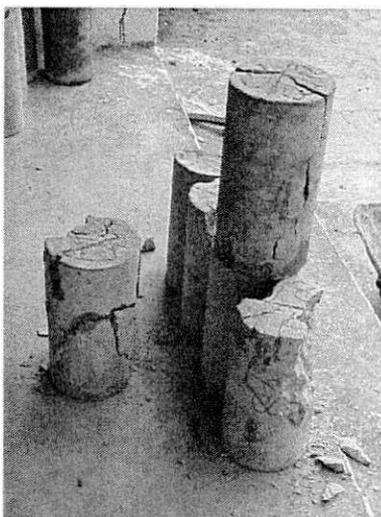


Foto 6 (Corpo de prova depois de rompido)

Tabela II (RESULTADO DE MOLDAGENS)

Data de Moldagem	f_{ck} do Cimento Adc.	Brita	Idade (dias)	Val. De Romp. (MPa)
09/01/2005	22,0	19/25	7	20,4
09/01/2005	22,0	19/25	7	23,9
09/01/2005	22,0	19/25	7	22,4
09/01/2005	22,0	19/25	7	21,9

5.8.1 – Estrutura de Concreto Armado

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

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

5.9 – Características dos elementos estruturais

5.9.1 – Vigas

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

5.9.2 – Lajes

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

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

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

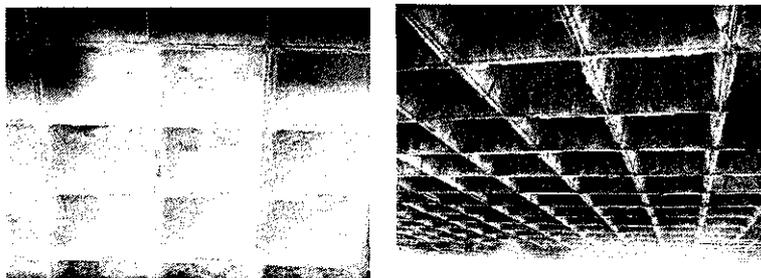


Foto 7 e 8 (Laje Nervurada)

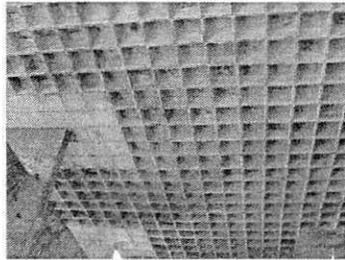


Foto 9 (Encontro da laje nervurada com o pilar)

Após 15 (quinze) dias os suportes são retirados parcialmente, já às formas são retiradas 3 (três) dias após a concretagem, estas são retiradas com ajuda de ar comprimido, como pode ser visto logo a seguir.

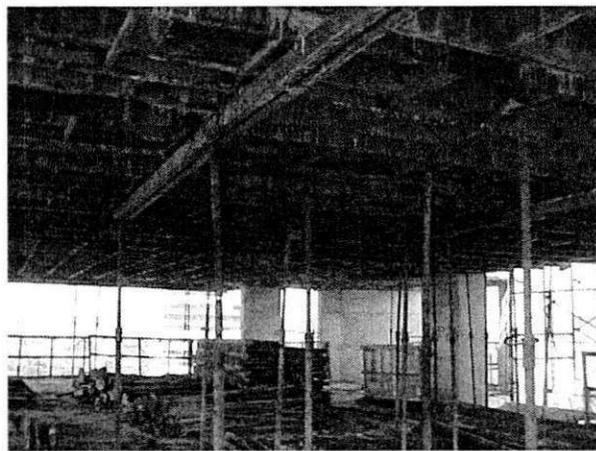


Foto 10 (suportes de sustentação da laje)



Foto 11 (Retirada dos suportes de sustentação da laje)



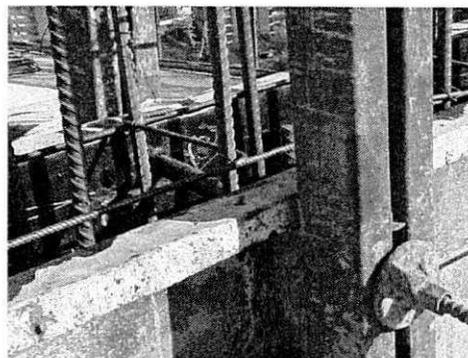
Foto 12 (Retirada das fôrmas da laje)

5.9.3 – Pilar

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



Foto 13, 14 e 15 (solda de pedaços de ferro para garantir com que a fôrma não encoste, garantindo assim um recobrimento perfeito da ferragem)



5.10 – Estrutura de Fechamento

O fechamento da estrutura de sustentação, ou seja, a alvenaria de vedação – tanto interna como externamente em cada apartamento – será através de tijolos de oito furos (20x17x9 cm) provindos da Cerâmica Jardim, na cidade de Guarabira, no brejo paraibano.

A princípio só foram erguidas as paredes externas a uma altura de um metro, tendo uma função mais de segurança.

Estes são assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço (1:2:8 em volume) com juntas de 15 mm.



Foto 16 (observa-se a estrutura de fechamento)

5.11 – Canteiro de Obras

O canteiro de obras se constitui no conjunto de instalações que dão suporte a uma edificação, à administração, ao processo produtivo e aos trabalhadores.

É de fundamental importância, que durante o planejamento da obra, a construção do canteiro de obras e das áreas de vivência fiquem bem definidos, para que o processo de construção não seja prejudicado, e em paralelo, ofereça condições de segurança para as pessoas que venham desempenhar suas atividades profissionais na construção.

O fato de algumas instalações do canteiro, principalmente as áreas molhadas serem de madeira dificulta a lavagem e aumenta a retenção de água, deixando o ambiente mais úmido e conseqüentemente mais vulnerável ao desenvolvimento de organismos patógenos.

5.12 – Concreto

O f_{ck} estabelecido em projeto é de 30 MPa, sendo realizado o traço com cimento em peso, e agregados em volume mensurados com padiolas, conforme figura a seguir. Uma parte do concreto foi fornecida pela Supermix ou seja, é usinado e trazido em caminhões-betoneira em remessas de 6,5 m³. Já o restante foi fabricado *in loco*, através do uso de betoneiras.

- Dosagem do concreto dos pilares:

3 sacos de cimento;

4 volumes de brita;

2 volumes de areia.

40 a 50 litros de água conforme inspeção visual do teor de umidade da areia.

- Dosagem do concreto das lajes:

2,5 sacos de cimento;

4 volumes de brita;

2 volumes de areia.

40 a 50 litros de água conforme inspeção visual do teor de umidade da areia.

- Cálculo das padiolas:

Traço unitário: 1 : 2,1 : 1,4

Em peso: 50 kg : 120 kg : 70kg

- Padiola para areia:

$$V_{\text{areia}} = \frac{70.000}{\gamma_{\text{areia}}} = \frac{70.000}{1,47} = 47.619 \text{ cm}^3$$

$$60 \times 40 \times H = 47.619 \text{ cm}^3 \rightarrow H = 19,84 = 20 \text{ cm}$$

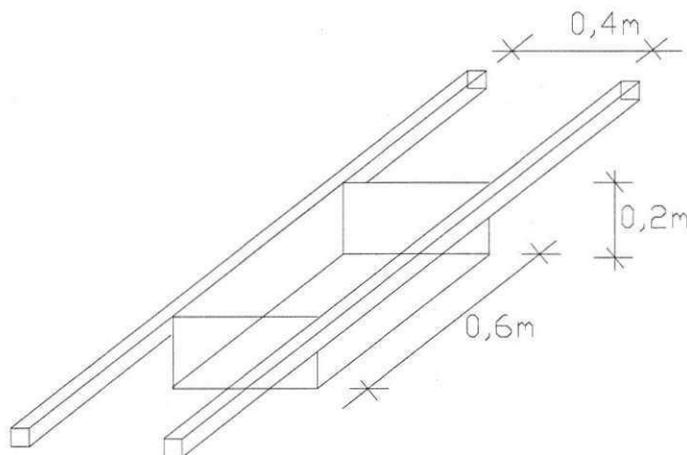


Fig 1 (padiola dimensionada para areia)

- Padiola para Brita:

$$V_{\text{brita}} = \frac{105.000}{\gamma_{\text{brita}}} = \frac{105.000}{1,47} = 71.428 \text{ cm}^3$$

$$60 \times 40 \times H = 71.428 \text{ cm}^3 \rightarrow H = 29,76 = 30 \text{ cm}$$

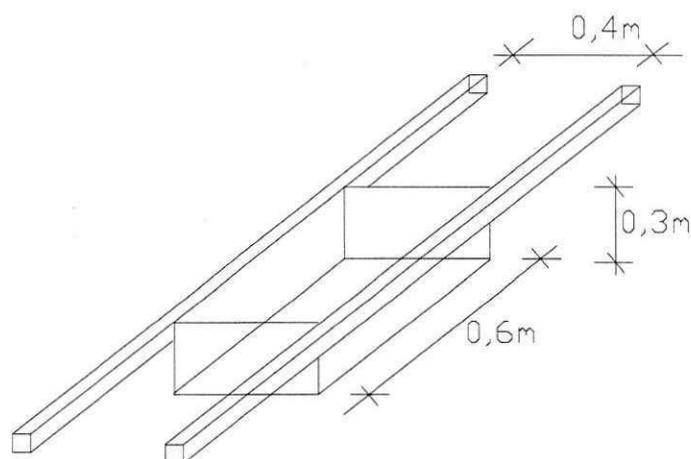


Fig.2 (Padiola dimensionada para brita)

5.13 – Mão de Obra

A jornada de trabalho do condomínio é: de segunda à sexta-feira, de 7:00h às 12:00h e de 13:00h às 17:00h, totalizando às 45 horas semanais e eventualmente (quando é concretada a laje de um dos pavimentos), trabalha-se extra no sábado nos mesmos horários ou conforme seja necessário.

6.0 – Cronograma

Ao iniciar o estágio a edificação se encontrava com a laje do vigésimo segundo pavimento já concretada e iniciando a colocação das fôrmas dos pilares do próximo pavimento.

Logo, tendo sido iniciada na segunda quinzena do mês de dezembro de 2004.(15/12/04), não foi possível ao estagiário acompanhar os trabalhos de escavação e aterros, locação da obra, fundação, construção da estrutura de concreto do pavimento térreo e mezanino, bem como dos dezenove pavimentos tipo. Atualmente a edificação se encontra com a confecção da caixa

7.0 – Materiais e Equipamentos

7.1 – Equipamentos

Por opção dos condôminos os equipamentos ficaram por responsabilidade da empresa contratada. Eis os principais equipamentos.

7.1.1 – Fôrmas

As fôrmas utilizadas para confeccionar as lajes são polipropileno e aplica-se especialmente à produção de lajes nervuradas. Sendo reforçadas internamente, deforma o mínimo na concretagem, e o seu reduzido peso permite um fácil manuseio em obra além da simplicidade na montagem e desfôrma, já que são apoiadas diretamente sobre o escoramento, dispensando tabuado para a execução da laje. Outra característica das fôrmas é que elas não ocupam muito espaço para serem guardadas.



Foto 17 (Fôrmas de polipropileno)

Outros fatores devem ser considerados, como:

- O acabamento do concreto em contato com a fôrma é de ótima qualidade, sendo freqüentemente deixado com acabamento final;
- É imprescindível usar desmoldante nas fôrmas e não usar pregos para sua fixação;
- Ao desfôrmar deve-se evitar forçar nos cantos das fôrmas;

- O diâmetro do vibrador para concretagem não deve exceder 45 mm. E com o tipo de fôrma utilizada na obra deve-se utilizar o vibrador com diâmetro de 40 mm no máximo.

Tabela III (Dimensões da Fôrma Plástica)

Altura da Fôrma (cm)	Espessura da Mesa (cm)	Altura total (cm)	Largura Média da Nervura (cm)	Momento de Inércia (cm ⁴)	Peso Próprio (kgf/m ²)	Espessura Média (cm)	Volume Área em Negrito (dm ³)
18,00	5,00	23,0	9,85	16,977	259,00	10,80	40,10

Já para confecção dos pilares são utilizadas fôrmas metálicas, as quais são fabricadas no próprio canteiro de obra.

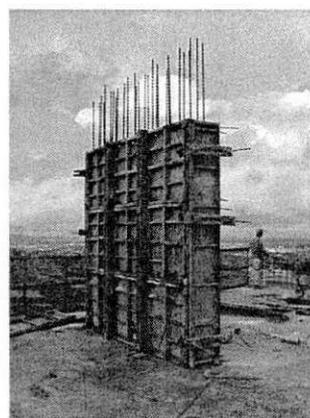
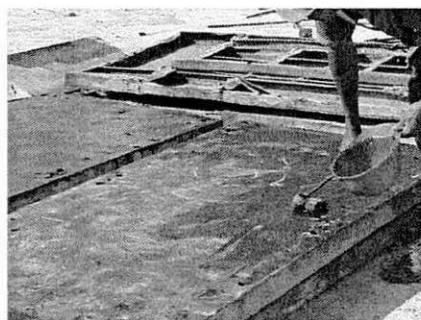


Foto 18, 19 (Fôrmas de aço dos pilares)

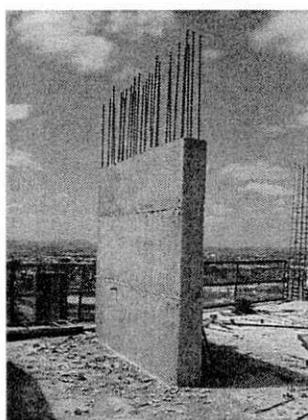


Foto 20 (Pilar depois de retirada a fôrma)

7.1.2 – Vibrador de Imersão

Equipamento utilizado para o adensamento do concreto. São utilizados para cada concretagem, 1 (um) vibrador, ocupando assim um operário. O vibrador utilizado nesta obra tem 1,5 CV de potência.

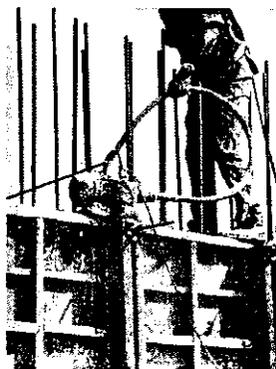


Foto 21 (Vibrador de Imersão)

7.1.3 – Serra Elétrica

Há dois tipos de serra, a que é utilizada para serrar a madeira e a que é utilizada para serrar a ferragem.

7.1.4 – Betoneira

Equipamento utilizado para a produção de argamassa. Nesta obra, a betoneira tem capacidade para 580 litros e potência de 7,5 cv (1730 rpm).

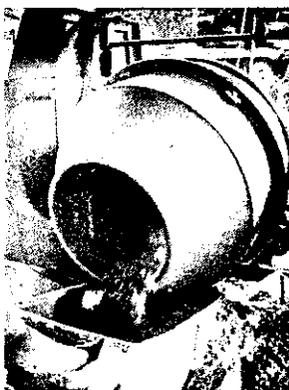


Foto 22 (Betoneira)

7.1.5 – Prumo à Laser

Equipamento utilizado para verificar o prumo e o nível da alvenaria e das estruturas de concreto, utilizando o raio laser tendo em vista que este se propaga a longas distâncias sem a necessidade de meio físico como é o caso da mangueira, além de ser bastante preciso.

OBS.: Mesmo existindo o prumo a laser, durante a fixação das fôrmas, e elevação da alvenaria, são usados também o prumo manual e corpos de prova pendurados por fio de arame.

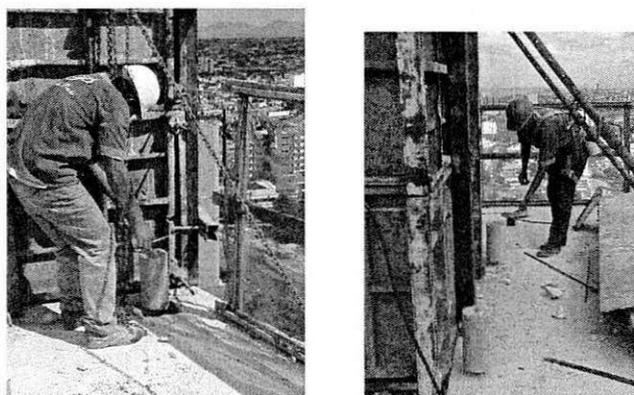


Foto 23 e 24 (Uso do prumo manual)

7.1.6 – Ferramentas

São utilizadas as seguintes ferramentas: pás; picaretas; carros de mão; colher de pedreiro; prumos manuais; escadas; ponteiros; nível, etc.

7.2 – Materiais

7.2.1 – Aço

Utilizado nas peças de concreto armado, usou-se CA – 50B e o aço CA – 60B, com diâmetros conforme especificados no projeto.

7.2.2 – Areia

Para o concreto: areia grossa peneirada na peneira de 10 mm;

Para levantamento de alvenaria: areia grossa peneirada na peneira de 5 mm.

7.2.3 – Água

Fornecimento feito pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA); considerando-se a mesma potável.

7.2.4 – Agregado Graúdo

O agregado utilizado para os pilares foi a brita 19 e para lajes, foram utilizadas a brita 19 e a 25.

7.2.5 – Cimento

O cimento utilizado foi: Portland Nassau CP II – Z – 32.

Onde foram empilhados com altura máxima de 10 sacos e abrigado em local protegido das intempéries, assentados em um tablado de madeira para evitar a umidade do solo.

7.2.6 – Tijolos

Tijolos cerâmicos com oito furos. Até o presente momento as paredes estão na altura de um metro nos vãos cuja estrutura está pronta, isto por determinação das leis trabalhistas.

7.2.7 – Madeira

As bandejas especificadas em Normas de segurança do trabalhador - madeira serrada de 5x5 cm usada para fazer apra-lixo.

Tábuas de madeiras – possuindo um reaproveitamento de 10 vezes.

7.2.8 – Armação

Confecção realizada na própria obra, compreendendo as operações: corte; dobramento; montagem; ponteamto; colocação das “cocadas”.

7.3 – Custo dos Materiais

Na tabela a seguir encontram-se os preços de alguns materiais utilizados na obra, posteriormente acompanharemos a evolução dos preços fazendo um comparativo.

Tabela IV (Custo dos Materiais)

Item	Descrição	Unidade	Preço Unit. (R\$)
1	Areia	m ³	15,12
2	Brita 19 e 25	m ³	30,00
3	Cimento	50 kg	20,70
4	Chapa de madeirit plastificado 2,44x1,17m, e = 15 mm	Unid	50,50
5	Chapa de madeirit 2,44x1,17 m, e = 15 mm	Unid	20,00
6	Luvras de Proteção	Par	7,00
7	Tábua de 30x400 cm (melancieiro serrado) e = 2,5 cm	m ³	390,00
8	Prego 18x27 - (2,1/2x10)	kg	1,67
9	Prego 15x18 - (1,1/2x13)	kg	1,86
10	Linha (madeira)	m ³	400,00
11	Tijolo de 8 furos (9x20x18)	Milheiro	120,00
12	Pontaletes de Pinos ou Eucalipto (4cm)	Unid	3,60

O responsável técnico pela obra, também é responsável por outras obras no sistema de condomínio, desta forma os pedidos embora custeados por pessoas jurídicas diferentes vêm algumas vezes em um só lote de mercadoria, facilitando assim a negociação de menores preços e descontos, quando não, prazos melhores de pagamento.

Não foi possível obter desconto na compra do cimento, no entanto se conseguiu que o material já pago permanecesse em forma de crédito no depósito da

empresa responsável pelo fornecimento, possibilitando assim que o requerido fosse sempre o mais novo em estoque.

Conseguiu-se com uma madeireira que as tábuas de 30 cm de largura fossem negociadas pelo preço das tábuas de 15 cm. Isto só foi possível por existir na obra uma serra para transformar as de 30 cm em duas de 15 cm gastando-se neste caso apenas com a mão-de-obra.

8.0 – Revisão Bibliográfica (Concreto Armado)

8.1 – Armadura e Concretagem

O congestionamento de barras, no ponto em que estas são unidas geralmente nas bases para os pilares e continuação dos mesmos no pavimento superior (nos nós) observa-se dificuldades ou a obstrução para a passagem do agregado graúdo entre as barras, ocasionando o “brocamento”, - termo utilizado na obra – que é a ausência de agregado graúdo no recobrimento da armadura gerando um vazio, parcialmente preenchido pela pasta, prejudicando o recobrimento necessário para combater os efeitos da oxidação da armadura.

Para assegurar a continuidade da armadura e evitar o congestionamento das barras foi sugerido que os ferros de espera fossem dobrados para dentro.

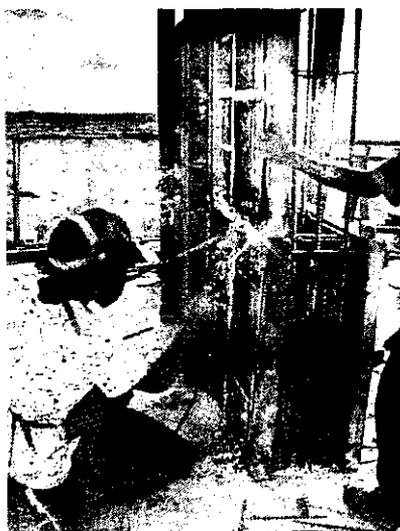


Foto 25 (observa-se o dobramento para dentro dos ferros de espera)

8.2 – Adensamento do Concreto

O adensamento é feito com o vibrador de imersão de forma a tingir toda área onde existe concreto e profundidade das peças. Outro cuidado importante é em prolongar seu uso como forma de evitar a separação dos componentes do concreto e não permitir que o vibrador toque às armaduras.

8.3 – Cura

As peças estruturais estão sendo hidratadas a partir do dia em que são retiradas as fôrmas sendo molhadas 3 (três) vezes por dia. Vale salientar que a água (que não a do traço) durante a execução da concretagem é prejudicial, no entanto, após este período, é essencial durante o período de cura, portanto, os dias úmidos e com neblina ajudam bastante na cura do concreto, principalmente nesta estação por que esta fase da obra passa.

- Observações importantes:

Uma vez misturados os materiais, este aglomerado deve estar bem homogêneo, para que o concreto assuma o papel de resistir à compressão, poder ser moldado, etc., o que não é possível quando os materiais trabalham separadamente. Por isso é de fundamental importância conhecer a idoneidade da empresa fornecedora do concreto, pois de nada adiantará todo o cuidado na execução da obra.

O transporte do concreto é realizado por de um motor que bombeia através de uma tubulação, segundo o operador o motor utilizado de uma potência para elevar o concreto a uma altura de 100 m.

Pela Norma NBR 6118/03 a altura de lançamento do concreto deve ser inferior a 2 m (dois metros). A saída de concreto nesta obra é mais ou menos na altura da cintura dos operários que seguram a extremidade do conduto, ou seja, 1,1m.

A vibração é feita, como já foi mencionada anteriormente, com vibrador mecânico de imersão com a preocupação de não deixar ligado o vibrador, quando este não estiver com a extremidade livre do mangote submerso, tal descuido prejudica o funcionamento dos mancais do equipamento.

8.4 – Teste de consistência

8.4.1 – Abatimento

A consistência do concreto é medida através de um teste bastante simples, mas de grande importância para se verificar a trabalhabilidade, este teste é chamado de Slump test, ou teste de abatimento, que é realizado com um tronco de cone metálico seguindo orientações da norma.

A consistência da falta de trabalhabilidade do concreto é a dificuldade de adensá-lo e o acabamento de menor qualidade. O técnico da Supermix realiza o teste seguindo os passos abaixo descritos:

1. É coletada uma amostra do concreto depois de descarregado 0,5 m³ de concreto do caminhão e em volume aproximado de 30 litros;
2. É colocado cone sobre a placa metálica **bem nivelada** e apoiado os pés sobre as abas inferiores do cone (**passo A**);
3. O cone é preenchido em 3 camadas iguais e são aplicados 25 golpes uniformemente com a haste metálica (**passo B**), distribuídos em cada camada;
4. A camada junto à base é adensada, de forma que a haste de socamento penetre em toda a espessura. No adensamento das camadas restantes, a haste penetra até ser atingida a camada inferior adjacente;
5. Após a compactação da última camada, o excesso de concreto é retirado e a superfície é alisada com uma régua metálica (**passo B – detalhe**);
6. O cone é retirado içando-o com cuidado na direção vertical (**passo C**);
7. Uma haste é colocada sobre o cone invertido e a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto é medida, expressando-se o resultado em milímetros (**passo D**).

Tabela V (Valores de abatimento aceitáveis para os tipos de obras)

Tipo de Obra	Abatimento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Paredes de fundação e sapatas	8	2
Sapatas planas (corridas) e paredes de infra-estrutura	8	2
Lajes, Vigas e paredes armadas	10	1
Pilares de edifícios	10	2
Pavimentos	8	2

8.5 – Teste de Resistência

Depois do concreto ser aceito por meio do ensaio de abatimento, deve-se coletar uma amostra que seja representativa para o ensaio de resistência que também deve seguir as especificações das normas brasileiras.

8.5.1 – Retirada da Amostra

A amostra não deve ser retirada aleatoriamente, visto que esta deve ser a mais representativa possível do concreto em seu estado normal. Para tanto devemos seguir algumas orientações, quais sejam:

- Não é permitido retirar amostras, tanto no princípio quanto no final da descarga da betoneira;
- A amostra deve ser colhida no terço médio do caminhão betoneira;
- A coleta deve ser feita cortando-se o fluxo de descarga do concreto, utilizando-se para isso um recipiente ou carrinho de mão;
- deve-se retirar uma quantidade suficiente, 50% maior que o volume necessário, e nunca menor que 30 litros.

Em seguida, a amostra deve ser homogeneizada para assegurar sua uniformidade.

8.5.2 – Moldagem da Amostra

A moldagem da amostra dos corpos de prova segue também, etapas normalizadas a fim de se manter a maior representatividade possível e qualidade nos valores obtidos em laboratório. Para se obter resultados confiáveis, foram seguidos os seguintes passos

- Foram preenchidos moldes cilíndricos (150x300 mm) em quatro camadas iguais e sucessivas, aplicando-se 30 golpes em cada camada, distribuídos uniformemente. A última camada conteve um excesso de concreto que foi retirado com régua metálica.
- Os corpos de prova foram deixados nos moldes, sem sofrer perturbações e em temperatura ambiente por 24 horas;
- Após este período foram identificados os corpos de prova e transferidos para o laboratório, onde foram rompidos para testar sua resistência

9.0 – Segurança na Obra

Devido à ocorrência de chuva, verificou-se o acúmulo de água na lateral esquerda do terreno devido aos buracos deixados pelo trabalho de escavação para a fundação, como estes têm uma profundidade de cerca de 50 cm, acredita-se que poderão servir de abrigo para larvas de insetos transmissores de microorganismos patogênicos. Para que isso não ocorra solicitou-se o bombeamento desta a fim de manter a saúde dos operários.

Outro problema enfrentado é a passagem de corrente elétrica para as partes externas do vibrador que logo foi solucionado com a utilização de luvas de borracha por parte dos operários além de alerta-lo sobre o perigo do contato com a água e a corrente elétrica ao mesmo tempo.

10.0 – Considerações Finais

10.1 – Pontos Positivos

Durante o estágio observou-se a importância do mestre-de-obras para a construção. Este profissional serve de intermediador entre o engenheiro, e os operários, responsáveis pelo andamento da obra.

Foi possível observar a correta disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras, a fim de evitar grandes deslocamentos por parte dos operários.

Outros pontos fundamentais são os cuidados com a proteção dos operários, dotados de equipamentos individuais. Nos foram mostradas as exigências atuais sobre a segurança no trabalho, as disposições do “apara-lixo”, a necessidade de se manter os vãos concluídos com a alvenaria fechada, além da segurança na operação do elevador.

Outro fator importante foi à escolha do terreno uma vez que o local é bastante procurado para se residir por parte de pessoas da classe média-alta padrão compatível com as características da construção.

10.1.1 – A concretagem

Para evitar que se caia concreto nos espaços destinados as passagens dos condutos hidráulicos optam por colocar caixilhos de madeirit com pó-de-serra no interior das fôrmas desses espaços.

Fatores importantes foram levados em consideração nesta etapa, tais como o posicionamento correto da ancoragem das ferragens negativas, o trabalho constante do vibrador, principalmente naquelas peças estruturais dotadas de grande quantidade de ferragem.

Embora os vergalhões dos pilares apresentassem ligeira oxidação, não se verificou ferrugem solta, sendo assim, foi aceito o material na confecção das armaduras dos pilares e vigas.

Durante o estagio foi possível obter informações indispensáveis para se manter a qualidade do concreto, desde sua produção até a cura, além de conhecermos

dispositivos como tarugos, utilizados nos pilares para manter a distância entre as barras, principalmente as da extremidade.

Em ensaio Slump test realizado na própria obra, foi verificado abatimento de 7,5 cm. Este valor está dentro da faixa aceitável conforme tabela já verificada.

Mostrou-se algumas peças e dispositivos utilizados para aumentar a segurança na obra contra acidentes de trabalho.

Um ponto importante a ser verificado antes da concretagem é a firmeza das laterais dos pilares apesar de todos serem confeccionados de chapas metálicas, visto que o concreto proveniente de bombeamento é lançado de uma só vez na peça, exigindo resistência lateral das fôrmas, já que o peso é muito grande. As dimensões dos elementos estruturais estão todos dentro das especificações da NBR 6118/03.

10.2 – Pontos a Melhorar

Um cuidado indispensável durante a concretagem é manter na posição correta a ancoragem das ferragens negativas movidas em virtude da caminhada dos operários sobre a laje.

Algumas formas de pilares foram retiradas antes de 48 horas exigidas pela norma podendo comprometer a resistência desta peça estrutural.

Algumas barras de pilares encontravam-se juntas, fato corrigido pelo encarregado de ferragem.

Durante a vibração verificou-se que algumas vezes, o mangote do vibrador não foi retirado do pilar lentamente, podendo ocasionar vazios no interior deste. Outro detalhe é que algumas vezes o vibrador permaneceu ligado fora da argamassa, podendo causar com isto, a quebra dos mancais.

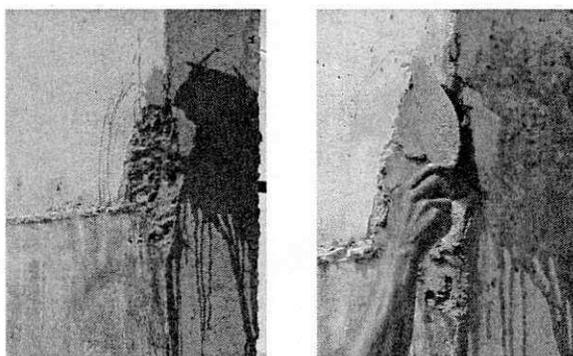


Foto 26 e 27 (observa-se o surgimento de uma bicheira e o conserto em seguida)

Chamou-se a atenção do mestre-de-obra para a vibração das armaduras, fato que pode ocasionar vazios em seu redor, comprometendo a aderência.

11.0 – Sugestões

Seria mais produtivo se as concretagens começassem por volta das 8hs, desta forma se evitaria o uso de juntas frias e também o fato dos trabalhadores estarem envolvidos em outras atividades no início da manhã e enfrentarem a concretagem já um tanto cansados.

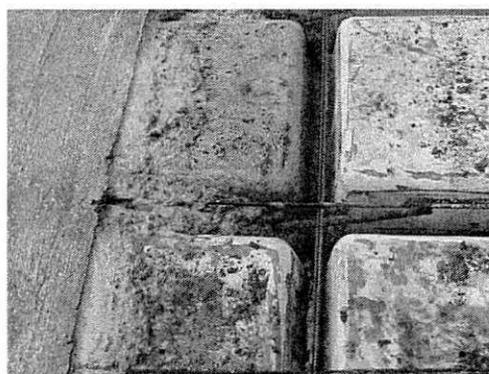


Foto 28 (observa-se o uso de juntas frias)

Tem-se como sugestão para se manter a posição da ferragem negativa das lajes, amarrar as pontas dos ferros com fios de arame para que a ancoragem não gire, formando assim uma estrutura mais rígida.

É importante que se mantenha sempre cobertos os vergalhões, que serão utilizados na obra. Algumas vezes o vento retirou a lona plástica que protegia estes.

Tem-se como sugestão, realizar os ensaios de qualidade do concreto com outra empresa tendo em vista que os resultados dados pela mesma empresa que analisa e fornece o concreto causa uma certa insegurança por parte dos condôminos que, embora não possuem conhecimento específico do assunto acreditam que estes resultados tendem a aprovar todos os carregamentos das betoneiras.

13.0 – Bibliografia

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

YAZIGI, Walid; A Técnica de Edificar/Walid Yazigi - 2ª Edição, São Paulo – Pini: SindusCon-SP, 1999;

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

Notas de aula do prof. Milton Bezerra das Chagas Filho.

Apostila do Curso de Construções de Edifícios do Prof. Marcos Loureiro Marinho – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

Apostila do Curso de Materiais de Construção I e II da Pontifca Universidade Católica do Paraná – Curso de Engenharia Civil.