



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**



**RELATÓRIO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO
REALIZADO NO CONDOMÍNIO DO CASTELO
DA PRATA**

DEC

Supervisor: Adjalmir Alves Rocha

Aluna: Milena Trindade Barreto

Campina Grande, Abril de 2004



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

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 Adjalmir Alves Rocha e com um período de duração de 8 semanas sendo realizado na construção do edifício castelo da prata sob a administração do Engenheiro Civil Gustavo Tibério A. Calvacante, 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.

Este trabalho visa, também, aperfeiçoar o aluno nas técnicas da construção civil, possibilitando-o conhecer os materiais e equipamentos atualmente empregados nesta ciência.

ÍNDICE

1.0 - INTRODUÇÃO	5
2.0 – REVISÃO TEÓRICA	6
2.1 – Desperdício na construção	6
2.2 – Contrato com Mão-de-Obra	9
2.3 – Etapas e Atividades de Obras da Construção civil	10
2.3.1 – Limpeza do Terreno	10
2.3.2 – Canteiro de Obras	10
2.3.3 – Locação da Obra	10
2.3.4 – Movimento de Terra	11
2.3.5 – Fundações	11
2.3.6 – Infra-Estrutura	11
2.3.7 – Superestrutura	12
2.3.8 – Alvenaria	12
2.4 – Concreto Armado	12
2.4.1 – Vantagens do Concreto Armado	13
2.4.2 - Desvantagens	13
2.5 – Elementos básicos componentes de uma estrutura de concreto	13
2.5.1 – Fôrmas	13
2.5.2 – Ferragem	15
2.5.3 – Agregado Graúdo	16
2.5.4 – Agregado Miúdo (areia)	17
2.5.5 – Cimento	17
2.6 - Concreto Magro	17
2.7 - Lajes Mistas (Pré - Moldadas)	17
2.7.1 – Montagem	18
2.7.2 – Concretagem	18
2.7.3 – Cura e Retirada das Fôrmas	20
2.8 - Lajes Nervuradas	20
2.8.1 – Histórico	21
2.8.2 – Vantagens das Lajes Nervuradas	22
2.8.3 – Funcionamento da Laje Cogumelo Nervurada	23
2.8.4 – Prescrições Quanto a Espessura	24
2.8.5 – Prescrições Quanto a Geometria da Parte Nervurada	24
2.8.6 - Dimensões dos Pilares	25
2.8.9 - Proteção dos bordos	25
3.0 – METODOLOGIA DO ESTÁGIO	27

3.1 – O Condomínio	27
Os responsáveis técnicos pela obra são os seguintes profissionais:	27
3.2 – Características da Obra	28
3.2.1 – Proprietários	28
3.2.2 – Características das Edificações vizinhas	28
3.3.3 – Acesso	29
3.3.4 – Topografia	29
3.3.5 – Escavações	29
3.3.6 – Fundações	30
3.3.7 – Estrutura de Concreto Armado	30
3.3.8 – Características dos elementos estruturais	31
3.3.9 – Estrutura de fechamento	32
3.3.10 – Canteiro de obras	32
3.3.11 – Concreto	33
3.3.12 – Mão-de-obra	33
3.4 – Cronograma	34
3.5 – Materiais e Equipamentos	34
3.5.1 – Equipamentos	34
3.5.2 – Materiais	36
3.6 – Armadura e concretagem	38
3.7 – Adensamento do concreto	38
3.8 – Cura	38
3.9 – Teste de resistência	39
3.9.1 – Moldagem da Amostra	39
3.10 – Segurança na obra	40
3.11 – Atividades Desenvolvidas	40
4.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	44

1.0 - INTRODUÇÃO

O parque industrial brasileiro apresenta uma necessidade de aumento de competitividade. O mesmo ocorre no setor produtivo do Nordeste e, particularmente no Paraibano. Neste contexto destaca-se o setor da construção civil, empresas construtoras. Este setor produtivo é típico daqueles vistos em países que estão em fase de industrialização incipiente, ou seja, pouco competitivo, baixa produtividade, tímida diversificação de seus produtos acabados e ainda possui altos índices de desperdício e falta de compromisso com o meio ambiente.

O desperdício nas indústrias de construção civil brasileira, de acordo com pesquisas feitas recentemente, fica em torno de 20% em massa, de todos os materiais trabalhados. Por outro lado, as perdas financeiras atingem índices não inferiores a 10% dos custos totais da obra. Estas perdas estão principalmente associadas à má qualificação da mão de obra utilizada, projetos mal elaborados, planejados e orçados.

A construção civil é, sem dúvida, uma das atividades que mais gera empregos e renda movimentando uma grande quantidade de recursos humanos, financeiros. Estes recursos, por sua vez, devem ser geridos de forma racional a fim de se reduzir custos. Uma boa administração dessa atividade começa com um bom planejamento de todas as atividades a serem desenvolvidas e também um bom orçamento.

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o período de Estágio Supervisionado, como também desenvolver no aluno de graduação o senso crítico para que este tenha condições de analisar as técnicas utilizadas para execução de obras, materiais empregados e utilização racional de materiais e serviços de operários.

2.0 – REVISÃO TEÓRICA

A Construção Civil é a ciência que estuda as disposições e métodos seguidos na realização de uma obra arquitetônica sólida, útil e econômica.

Existem três categorias de elementos de uma construção:

- Essenciais – São os elementos indispensáveis à obra como: Fundações, pilares, paredes, suportes, arcos, vigas, telhado, cobertura, pisos, tetos e escadas;
- Secundários – São os elementos tais como: paredes divisórias ou de vedação, portas, janelas, vergas, decorações, instalações hidro-sanitárias e elétricas, calefação;
- Auxiliares – São os elementos utilizados durante a construção da obra, tais como: cercas, tapumes, andaimes, elevadores, guinchos, etc.

A execução dos serviços construtivos apresenta as seguintes fases:

- 1 fase - Trabalhos preliminares: que compreendem os que precedem a própria execução da obra;
- 2 fase - Trabalhos de execução: São os trabalhos propriamente ditos;
- 3 fase - Trabalhos de acabamento: como assentamento de esquadrias, rodapés, envidraçamento, etc.

2.1 – Desperdício na construção

Estudos recentes, têm sido realizados sobre a reciclagem de resíduos sólidos, principalmente nos países subdesenvolvidos que não podem arcar com uma industrialização rápida. Os desperdícios são relativamente altos, chegando a variar entre 40% e 45% do valor total. A reciclagem de resíduos de edificação tem obtido resultados positivos que justificam os investimentos em novas tecnologias, e tem se disseminado com rapidez, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, podendo destacar entre eles: Japão, França, Alemanha, Itália e Brasil (PINTO, 1995).

No Brasil, as informações hoje disponíveis permitem confirmar a significância

das perdas na construção e quantificar a geração dos resíduos da construção e demolição, demonstrando sua supremacia na composição dos resíduos sólidos urbanos em cidades de médio e grande porte. A importância de detectar a ocorrência de uma faixa de valores para as perdas foi reforçada pela pesquisa nacional "Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obra", promovida pelo ITQC — Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil, com recursos da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, tendo envolvido 16 universidades brasileiras e pesquisado o fluxo de materiais em 99 diferentes canteiros de obra (SOUZA et al., 1998). A Tabela 1 apresenta, para a construção empresarial, a significativa variabilidade dos valores detectados para alguns dos materiais, comuns a atividade construtiva. Na mesma tabela são apresentados, também, os resultados obtidos em duas outras pesquisas anteriores sobre o mesmo tema.

TABELA I – Perda de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores

MATERIAIS	PINTO (1)	SOIBELMAN (2)	FINEP/ITQC (3)
Concreto usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	-	36%
Areia	39%	44%	44%

(1) Valores de uma obra (PINTO, 1989)

(2) Média de 5 obras (SOIBELMAN, 1993)

(3) Mediana de diversos canteiros (SOUZA et al., 1998)

A existência da continuidade de procedimentos entre essas pesquisas coloca a pesquisa brasileira em uma posição de destaque no tema. Cumpre ressaltar que a primeira pesquisa, de 1989, mostrou a possibilidade e a importância de investigar-se essa temática; a segunda, de Soibelman e colaboradores em 1993, lançou os parâmetros da metodologia de investigação e revelou a variabilidade dos dados obtidos; a terceira pesquisa, trabalho de 16 universidades coordenado pela EPUSP —

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo entre 1996 e 1998, consolidou a metodologia e imprimiu dimensão numérica e geográfica ao conjunto dos dados coletados. As informações coletadas apontam uma estimativa média de 27% de perda em massa no universo de obras estudadas, situando-se, portanto, no intervalo de 20 a 30%. É importante ressaltar que, devido à variabilidade das situações diagnosticadas, os agentes construtores devem ter sua atenção voltada para o reconhecimento de seus índices particulares, seu patamar tecnológico, buscando investir em melhorias para conquistar competitividade no mercado e racionalidade no uso dos recursos não renováveis.

Várias publicações têm divulgado alguns dados sugestivos ao aproveitamento preconizado como solução para o problema de entulho da construção civil. Dentre eles, podem ser destacados os trabalhos desenvolvidos no Instituto de Pesquisas e Tecnologia de São Paulo - IPT, em que se quantificou o desperdício na indústria da construção civil (varia entre 30% e 40% do custo total da obra). Destaca-se também que o reaproveitamento dos rejeitos cerâmicos gerados nas edificações, convenientemente beneficiados, pode ser útil como aglomerante pozolânico e agregado em argamassas, podendo reduzir o custo destas (PINTO, 1994; ARAÚJO, NEVES & FERREIRA, 1997). A adição de entulho beneficiado nas argamassas mistas resulta em evidentes melhoras no desempenho mecânico com reduções nos consumos de cimento (30%), da cal (100%) e da areia (15% à 30%), dependendo dos traços avaliados (LEVY & HELENE, 1997).

Segundo MIRANDA (2000) a natureza do entulho influencia o consumo de água das argamassas composta com entulho com elevada absorção de água, como no caso de blocos cerâmicos. Assim, faz-se necessário corrigir o valor da relação água/cimento e de água/materiais secos em função do teor de entulho cerâmico na argamassa e da sua absorção de água total. Por exemplo, quando são fixados a distribuição granulométrica e o traço da argamassa e se corrige a relação água/cimento, não se verifica diferença de consistência entre argamassas distintas (compostas com blocos cerâmicos e com blocos de concreto triturados). Mas, ao contrário, os finos do entulho reciclado de argamassa mista demandam mais água que os finos gerados pela moagem dos blocos cerâmicos e de concreto.

Tendo em vista a grande diversidade dos materiais utilizados na construção civil, é de vital importância o seu conhecimento para o uso em edificações, tanto em elementos estruturais quanto no acabamento. A utilização incorreta dos materiais pode

levar a um colapso no setor da construção, conduzir a maiores riscos de vida e com isso causar transtornos aos usuários, gerando altas despesas de manutenção.

Em uma pesquisa realizada em Campina Grande, NÓBREGA (2002), os resíduos gerados nas obras de edificação neste município, são utilizados como aterro nas próprias construções sem nenhum tipo de tratamento prévio, transportados por agentes coletores, ou depositados em ruas ou terrenos próximos às construções atraindo outros tipos de resíduos como os domiciliares. A quantidade expressiva dos componentes do entulho aumenta o impacto ambiental, pois além de incidir em um consumo de materiais acima do indispensável à produção de um certo bem, esses resíduos são depositados aleatoriamente no meio ambiente.

Os principais tipos de perdas detectadas nas construções desta cidade foram as seguintes:

- Perdas nos estoques - em algumas edificações os materiais eram estocados em locais abertos no próprio canteiro ou em ruas próximas sem nenhum tipo de proteção em relação a chuvas, sol, roubos e vandalismos, ocasionando tijolos quebrados no local de estocagem.
- Perdas por superprodução - produção de argamassa em quantidade acima do necessário.
- Perdas no processamento em loco - nas incorporações, esse tipo de perda origina-se tanto na execução inadequada de alguns serviços, como na natureza de diversas atividades, como por exemplo, para executar instalações, quebravam-se paredes já emboçadas. Nos condomínios, isso também foi observado, porém o que acarretou a parcela mais significativa neste tipo de perda era a mudança constante nos projetos por parte dos condôminos.
- Perdas no transporte - o manuseio dos materiais de construções pelos operários provocava perdas, principalmente, com blocos devido ao equipamento de transporte ser inadequado ou do péssimo manuseio.

2.2 – Contrato com Mão-de-Obra

De acordo com Borges (1997), em um trabalho de uma construção tem-se a necessidade de estabelecer ligação com operários de diferentes especialidades: pedreiros, serventes, mestres, encanadores, carpinteiros, ferreiros, etc.

Em princípio, existem duas formas principais de contrato com operários: por hora ou por tarefa. Os operários trabalhando por hora, poderão ser contratados pelo proprietário ou pelo escritório de construção. Quando os operários trabalham por tarefa tem-se um regime de empreitada entre esse e o cliente, ou entre esse e o escritório de construções. Nos casos de construção por empreitada, o operário é designado como contratado e o proprietário como contratante, nesse caso, o engenheiro ou escritório ocupará o lugar do cliente como contratante.

Na prática de qualquer das modalidades as vantagens variam do porte da obra e de acordo com o desenvolvimento do escritório que executa.

2.3 – Etapas e Atividades de Obras da Construção civil

2.3.1 – Limpeza do Terreno

A limpeza do terreno, de acordo com Borges(1972), se resume no carpinamento para livrá-lo da vegetação. O Material arrancado deverá ser empilhado, e retirado para um local adequado.

2.3.2 – Canteiro de Obras

Segundo Marinho, canteiro de obras são instalações provisórias que dão suporte necessário para a execução da obra. Normalmente é constituído de barracões, cercas ou tapumes, instalações provisórias de água, energia elétrica e equipamentos, tanques para acúmulo de água e ferramentas, etc.

2.3.3 – Locação da Obra

Entende-se por locar a obra a transferência à planta dos respectivos alicerces para o terreno onde será construído.

Nas construções executadas nas cidades, os afastamentos frontais e laterais são especificados pelas secretarias municipais de obras, cabendo ao engenheiro marcar no solo os demais elementos do projeto arquitetônico.

Nas construções rurais, cabe fixar a posição da edificação de acordo com o plano geral da obra. Aqui também há necessidade de ser estabelecido um alinhamento básico, que poderá ser à frente do um deles no caso de serem compostos por mais de

uma edificação. Neste caso, deve-se demarcar também o eixo de todas as edificações, o que permitirá obter exatidão no alinhamento dos demais edifícios componentes do conjunto (Pianca, 1967).

2.3.4 – Movimento de Terra

Nos serviços de edificações, as terraplanagens apresentam-se sobre dois aspectos: terraplanagens para regularização e para alicerces. Se o terreno oferecer irregularidades de nível será indispensável regularizá-lo antes da locação da obra. Se estiver mais elevado do que o nível da via pública, pode ser necessário desaterrá-lo, se isto for aconselhável para a melhoria do aspecto estático do edifício ou para fazer coincidir o plano do pavimento térreo do nível da rua (Albuquerque, 1957).

2.3.5 – Fundações

Os alicerces de uma construção deverão ficar solidamente cravados no terreno firme. Mesmo se tratando de rocha dura não basta assentar o plano das fundações no solo em condições de transmitir toda a carga, é necessário evitar qualquer possibilidade de escorregamento.

Daí decorre a necessidade de abrir-se cavas no terreno sólido para se construir tecnicamente as fundações. De acordo com Vargas e Nápoles Neto (1968), os principais tipos de fundações são: fundação por sapatas ou radiers, fundações por caixões ou tubulões, e fundações por estacas. Em geral todas tem como principal objetivo, distribuir as cargas da estrutura para o solo de maneira a não produzir excesso de deformações do solo que prejudiquem a estrutura.

2.3.6 – Infra-Estrutura

A infra estrutura compreende os alicerces que podem ser de alvenaria ou de pedra argamassada, as cintas de amarração, os tocos de pilares. Os tocos de pilar compreendem a parte do pilar que fica abaixo da cinta de amarração e vai até a fundação.

As cintas são responsáveis pela amarração da estrutura, além de evitar que possíveis recalques no solo provoquem rachaduras na alvenaria. Já a alvenaria de

pedra argamassada ou de tijolos de 1 e 1 ½ vez funcionam de modo a transmitirem os esforços de forma distribuída para o terreno, evitar a ligação direta do solo com a alvenaria ou cinta além de conter o aterro do caixão.

2.3.7 – Superestrutura

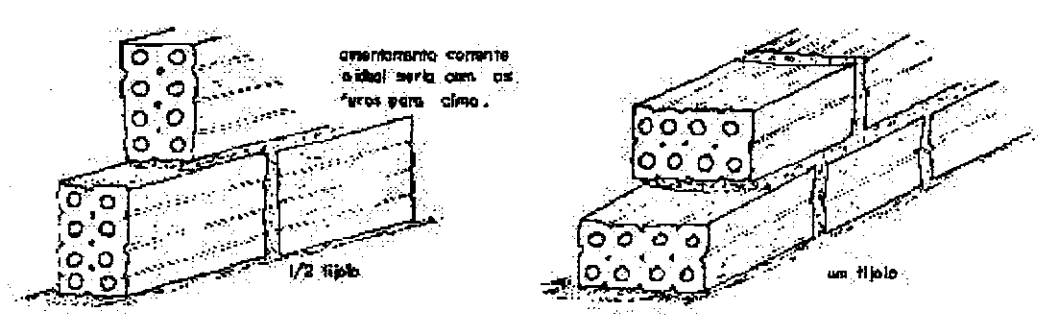
Superestrutura compreende os pilares, vigas e lajes que são responsáveis pela sustentação da edificação. Devem ser projetadas de tal maneira que garanta a estabilidade, conforto e segurança. As peças estruturais podem ser fabricadas in loco ou pré-fabricadas para uma posterior aplicação no local.

Os materiais mais empregados na confecção de peças estruturais são: o concreto armado, madeira e aço.

2.3.8 – Alvenaria

Chamam-se alvenarias as construções formadas de blocos naturais ou artificiais, susceptíveis de resistirem unicamente aos esforços de compressão e dispostos de maneira tal que as superfícies das juntas sejam normais aos esforços principais.

As alvenarias são mais utilizadas para fechamento, podem ser construídas com tijolos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de solo cimento entre outros.



2.4 – Concreto Armado

O concreto armado é um material constituído de água, areia, cimento e brita que combatem bem os esforços de compressão, no entanto devido sua resistência a tração ser bem menor, foi usado aço para combater estes esforços formando assim o

concreto armado. O concreto armado é empregado em todos os tipos de estruturas e, dado o seu baixo custo, vem, cada vez mais ocupar lugares antes exclusivos de outros materiais estruturais. É usado em estruturas de edifícios residenciais, industriais, pontes, túneis, barragens, abóbadas, silos, reservatórios, cais, fundações, obras de contenção, galerias de metro, etc.(SUSSEKING, 1980).

2.4.1 – Vantagens do Concreto Armado

- Economia;
- Adaptação a qualquer tipo e facilidade de execução;
- Excelente solução;
- Grande durabilidade;
- Resistência a efeitos térmicos, atmosféricos e desgastes mecânicos.

2.4.2 - Desvantagens

- Peso próprio;
- Dificuldade para reformas ou demolições;
- Baixo grau de proteção térmica que oferece;
- Fissuração da região tracionada.

2.5 – Elementos básicos componentes de uma estrutura de concreto

2.5.1 – Fôrmas

É o molde de fôrmas de madeira para a execução da estrutura de concreto. Esta é dividida em duas partes:

- Caixão: é a parte que fica em contato com o concreto;
- Estruturação: é a parte que e colocada para suportar o carregamento.

De acordo com CHAVES (1996), as formas devem ser constituídas de modo que:

- Dê as peça as forma projetada;
- Não se deformem sensivelmente quando da concretagem;
- Nas peças de grandes vãos, tenham sobrelevações que compensem as deformações que terão quando sob a carga do concreto;
- As fôrmas e escoramentos devem suportar o peso do concreto mais as cargas acidentais correspondentes ao próprio durante a concretagem;
- As fôrmas devem ser constituídas, de modo a facilitar a sua desmontagem sem choques nem esforços desnecessários que possam danificar a peça de concreto ainda fresco.

Tipos de fôrma

As fôrmas podem ser de: madeira, aço, plástico ou fibra de vidro. Normalmente a mais usada é a de madeira, principalmente nas obras de pequeno porte.

- Madeiramento

É o material mais utilizado para a confecção de formas, portanto de aplicação provisória, já que, após a pega total do concreto será retirado.

Utilizamos o pinho de terceira qualidade. É madeira imprópria para usos mais delicados como de carpintarias e marcenarias, que são fornecidas para madeiramento de fôrmas de concreto. Deve-se, no entanto, recusar tábuas com excesso de nós, pois racham facilmente, dando assim baixo rendimento. Os tipos de madeiras mais utilizadas no Nordeste são: pinho, pinus e maçaranduba.

Execução da fôrma

Existem duas maneiras de se fazer às fôrmas: por firmas especializadas e também pode ser feita na obra. Quando é feita na obra precisa-se fazer um estudo do tipo de fôrma a ser usada, pois existem três opções: tábuas comuns, maderit resinado e maderit plastificado.

O maderit plastificado pode ser usado até 15 vezes enquanto o resinado de quatro a cinco vezes.

Fôrmas para lajes, vigas e pilares em uma estrutura de concreto

- Fôrmas para Lajes

São constituídas de um piso de tábuas de 1" apoiadas sobre uma trama de pontaletes horizontais, transversais, e longitudinais, estes por sua vez apóiam-se nos pontaletes verticais. Os pontaletes horizontais são separados a cad 0,90 m a 1,00m e os verticais formando um quadriculado de 0,90m a 1,00m. Quando a distância do piso a laje for maior que 3,00 m é necessário um sistema de travessas e escoras para evitar flambagem dos pontaletes, ao receberem a carga de concretagem.

Deve-se ter bastante cuidado nas folgas das fôrmas das lajes, pois no ato da concretagem dependendo do tamanho da abertura, permitirá a passagem do cimento mudando o traço antes feito para se conseguir atingir uma certa resistência, que não será mais alcançada caso haja vazamento. Uma forma de evitar que isto ocorra e tapar estas aberturas com raspa de Madeira.

- Fôrmas para os pilares

São constituídas de quatro tábuas laterais, estribados com cintas para evitar o seu abaulamento no ato da concretagem. São deixadas portinholas nos pés dos pilares para permitir a ligação dos ferros de um para outro pavimento.

- Fôrmas para as vigas

Semelhantes aqueles dos pilares, apenas se diferenciando por que têm a parte superior livre. Devem ser escorados de 0,80 m em 0,80 m, aproximadamente, por pontaletes verticais como as lajes.

2.5.2 – Ferragem

Os ferros podem ser CA - 25, CA - 50 e CA - 60, para o caso do nordeste, pois são únicos fabricados. Atualmente usam-se mais o CA - 50 e CA - 60.

Estes são recebidos em feixes de barras de 12m, aproximadamente. O número de barras de cada um feixe varia com a bitola e tem o peso variando em torno de 90 kg.

O trabalho com o concreto pode ser dividido em duas fases:

- Corte e preparo;
- Armação.

A primeira parte é executada em qualquer local da obra previamente preparada para tal serviço, onde será colocada à bancada de trabalho com os alicates de corte. A barra deve, portanto, ser estendida antes de ser cortada. A seguir serão feitos os dobramentos, formando ganchos e cavaletes. Este trabalho de ser feito em série para melhor rendimento, isto é, quando o ferreiro estiver lidando com um feixe de 6,3mm já deve cortar todos os ferros desta bitola e a seguir dobrá-los, antes de iniciar o trabalho com outra bitola.

A segunda fase, isto é, a armação, é executada sobre as próprias formas no caso de vigas e lajes, no caso de pilares a armação é executada previamente pela impossibilidade de fazê-lo dentro das fôrmas.

2.5.3 – Agregado Graúdo

Sempre que se usa betoneira ou vibrador, prefere-se a pedra como agregado graúdo devido a sua limpeza e uniformidade uma vez que é um produto obtido mecanicamente.

As pedras britadas são separadas por peneiras de diferentes malhas e numeradas segundo o seu tamanho. Para o concreto, usam-se os números 1,2 e 3, dependendo da dosagem estudada. Com o pedregulho ou cascalho, tal uniformidade não existe, variando de remessa a remessa, tamanho de suas pedras. Além disso como é retirado do solo se não houver uma boa lavagem virá misturado com terra o que prejudica a resistência do concreto.

2.5.4 – Agregado Miúdo (areia)

Deve ser sempre grossa e lavada, não se devendo em absoluto admitir outra areia para o concreto. Um mau agregado miúdo trará péssimo concreto. A areia não poderá ter substâncias orgânicas, nem na sua mistura. Quando se constrói em local onde não há areia de boa qualidade a solução é de fato difícil.

2.5.5 – Cimento

A única recomendação necessária é que o cimento portland utilizado seja novo. Cimento pedrado e sinal de cimento velho e seu uso é proibido para o concreto. Observa-se o seguinte quanto ao cimento, particularmente quando destinado a estruturas de concreto armado:

- Deve ser armazenado em local abrigado de intempéries, umidade do solo e de outros agentes nocivos às suas qualidades;
- A embalagem original deve ser conservada até o momento da utilização;
- Lotes de cimento recebidos em épocas diferentes não devem ser misturados mas colocadas em pilhas separadas para seu emprego de ordem cronológica de recebimento.

2.6 - Concreto Magro

É um concreto simples, aplicado para lastro de piso, ou sob sapatas, que tem função impermeabilizante e de regularização. Os traços normalmente utilizados são 1:4:8 ou 1:5:10 (Cimento: areia: brita). A espessura é variável de 5 a 10 cm.

A aplicação deve ser precedida de preparação do terreno, esta preparação e constituída de nivelamento e apiloamento que serve para uniformizar a superfície e evitar que a terra solta se misture com o concreto, estragando a dosagem.

2.7 - Lajes Mistas (Pré - Moldadas)

Basicamente o painel da laje é constituído de vigas de pequeno porte (vigotas), onde são apoiados os blocos, que podem ser de cerâmica ou de concreto; a seguir

aplicada uma camada de concreto de cobertura com o mínimo de espessura de 3 cm de espessura.

As vigotas são colocadas no sentido da menor direção da peça.

A principal vantagem desse tipo de laje é o reduzido emprego de madeiramento para fôrmas e cimbramento.

É importante saber que a primeira vigota não é encostada na parede lateral, pois se começa com um bloco apoiado na parede e na primeira vigota.

2.7.1 – Montagem

As vigotas devem ser apoiar pelo menos 5cm de cada lado da parede. As lajotas devem ser encaixadas sobre as vigotas. A primeira e a última carreiras de lajotas podem ser apoiadas na própria cinta de amarração.



2.7.2 – Concretagem

Deve-se sempre ser iniciada pela manhã, para que haja rendimento durante o dia. Quando sabemos que a concretagem total requer mais do que um dia de trabalho, não devemos iniciá-la no sábado, para não interromper durante um dia inteiro (domingo) que é tecnicamente errado. Deve se também respeitar a altura de queda do concreto segundo as características de cada peça.

- a. A preparação do concreto pode ser feita mistura manual ou mecânica (com betoneira).

- b. Para que se possa respeitar com exatidão a dosagem prevista, deve-se utilizar caixote construído (padiolas) para medir as quantidades dos diversos componentes do concreto.
- c. O lançamento do concreto nas fôrmas (conhecido como concretagem) só deve ser feito quando satisfeitas as seguintes circunstâncias (CHAVES, 2001):
 - d. A limpeza interna das fôrmas;
 - e. Vedação das juntas por onde possa derramar o concreto;
 - f. As fôrmas de madeiras terem sido molhadas até a saturação;
 - g. O concreto pode ser transportado e lançado nas fôrmas, o mais depressa possível, imediatamente após o amassamento;
 - h. Preferencialmente a concretagem de uma peça deve ser contínua e total;
 - i. Criação de um plano de lançamento (plano de concretagem) no caso de grandes estruturas.

Transporte

O meio de transporte do concreto deve ser tal que evite desagregação ou segregação de seus elementos como também a perda de qualquer deles por vazamento ou a evaporação.

Os transportes mais usados são: carros de mão de "pneus", latas, caminhões betoneiras, ou através de bombeamento.

O percurso na horizontal deve ser o menor possível.

O adensamento manual só é aconselhável para obras de pequeno volume de concreto, e que a resistência desejada no concreto seja pequena. Mecanicamente, usa-se vibradores, que poderão ser paca ou imersão. É o processo indicado para obras de médio e grande porte.

O adensamento deve ser feito durante e imediatamente após o lançamento do concreto, deve ser contínuo, deve ser feito com cuidado para que o concreto possa preencher todos os cantos da fôrma.

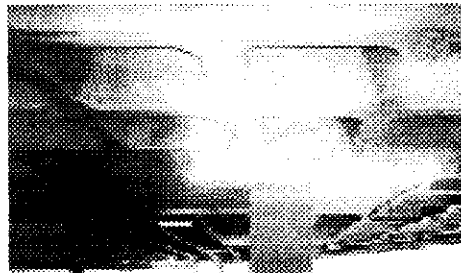
2.7.3 – Cura e Retirada das Fôrmas

O concreto preparado com o cimento portland deve ser mantido umedecido por diversos dias após sua concretagem, pois a água é indispensável às reações químicas que ocorrem durante o endurecimento do concreto, principalmente durante os primeiros dias. A cura torna o concreto mais resistente e durável, quando bem realizada.

Após todo o processo de cura e completo endurecimento, dá-se a desmoldagem das fôrmas, para que o concreto possa resistir às cargas que atuam sobre ele. O prazo para retirada das fôrmas, considerando-se a utilização de cimento portland comum, não deve ser diferente dos indicados a seguir:

- | | |
|--|---------|
| a) Paredes, pilares e faces laterais das vigas | 3 dias |
| b) Lajes com espessura de até 10 cm | 7 dias |
| c) Lajes com espessura superior a 10 cm | 21 dias |
| d) faces inferior de vigas de até 10 m de vão | 21 dias |
| e) Arcos e faces inferiores de vigas de mais de 10 m | 28 dias |

2.8 - Lajes Nervuradas



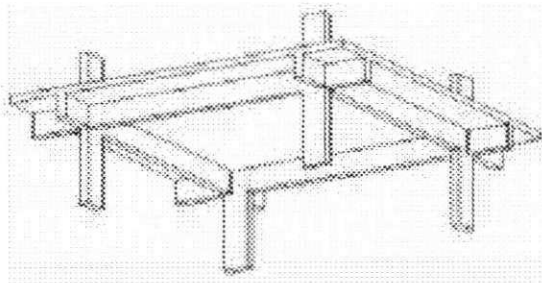
2.8.1 – Histórico

Provavelmente os primeiros a utilizarem uma laje sem vigas em concreto foram os americanos. Tem-se notícia da construção de uma obra com este tipo de laje já em 1906 e apesar de não existir nenhum método de cálculo mais preciso, o bom comportamento que teve, frente as provas a que foi submetida, possibilitou que fossem construídas mais de mil estruturas nos sete anos seguintes.

Na Europa, foi a Rússia que começou a usar este método construtivo. No ano de 1908 um engenheiro chamado A. F. Loleyt calculou, projetou e construiu um prédio com lajes cogumelo de 4 andares, na qual se usou um sistema de armadura ortogonal. No ano de 1933, uma equipe de engenheiros russos desenvolveram um sistema de laje cogumelo nervurada para efeito de estudos.

No começo as lajes sem vigas eram maciças e apoiadas em capitéis para melhorar a resistência a punção, criando um agradável efeito arquitetônico. Hoje, com o avanço dos métodos de cálculo e dos materiais de construção, não se necessita mais utilizar capitéis em estruturas convencionais, sendo seu uso somente justificável quando há vãos grandes ou cargas elevadas ou ate mesmo para dar um efeito arquitetônico.

As lajes nervuradas derivam da laje maciça e também das lajes que se engastavam elasticamente em uma rede de vigas com uma rigidez relativamente alta, que eram apoiadas nos suportes e formavam em conjunto espacial de pórticos cruzados ortogonalmente.



2.8.2 – Vantagens das Lajes Nervuradas

O uso de lajes cogumelo nervuradas já é bastante difundido na Europa e também nos Estados Unidos. Nestes países o nível de industrialização da construção civil é bastante alto e as estruturas onde se usa este sistema permitem que seja bem aproveitada esta tecnologia disponível, acarretando em uma aceleração da obra. Por exemplo, a Espanha, país com bastante experiência nestes tipos de laje que tem uma indústria de engenharia civil que fornece formas prontas e blocos de enchimento reaproveitáveis.

O Brasil ainda trabalha predominantemente com lajes apoiadas em vigas, mas tem crescido o aumento do uso de lajes cogumelo. As vantagens são inúmeras, mesmo que o grau de industrialização não seja igual à de outros países. Pode-se citar algumas das vantagens:

1. Simplificação da execução da obra

Uma laje cogumelo tem uma forma muito mais simples que o sistema laje + vigas, necessitando de uma quantidade menor de madeira ou de metal já que a forma é simplesmente um plano contínuo com recortes somente onde passam os pilares, sem mais nenhuma complicação, exceto se houver desníveis no pavimento ou execução de capitéis. Já o sistema laje + vigas necessita de fôrmas para vigas nas duas direções, complicando bastante a execução das formas.

2. Menor tempo de execução

Por ser uma obra mais simples torna-se mais rápida de ser executada, especialmente no caso em que se usar formas prontas.

3. Permite uma grande liberdade de projeto

Como o teto vai ficar totalmente liso (sem a presença de vigas), não há problema de onde colocar as divisórias, e considerando-se os aspectos dos esforços, pode-se modificá-los à vontade. Nas lajes cogumelo, as divisórias não necessitam estar uma

embaixo da outra nos sucessivos andares do prédio, para esconder as vigas que sustentam a estrutura.

4. Menor custo

A laje cogumelo nervurada, permite uma economia de concreto e mão-de-obra, sendo portanto economicamente vantajosa em relação a outras lajes, especialmente para vãos grandes e cargas elevadas, onde a laje nervurada tem uma destacada vantagem sobre as lajes maciças. Além disto, a diminuição do volume de concreto resulta numa diminuição do peso próprio da estrutura, repercutindo-se em economia nos pilares e fundações.

5. Facilita a introdução de dutos de ar-condicionado

Sem vigas, os dutos têm espaço livre para serem dirigidos para qualquer direção.

6. Melhora-se as condições sanitárias

Este aspecto é importante nas empresas de indústria de alimentos, como câmaras frigoríficas, por exemplo, pois nos cantos onde as vigas se encontram com a laje acumulam-se poeira, teias-de-aranha, etc.

Sendo assim, percebe-se que o sistema com nervuras tem um potencial muito grande de utilização. A construção de obras com lajes cogumelo no Brasil está em franca expansão, necessitando-se, portanto de uma norma que oriente este tipo de sistema construtivo, já que a atual refere-se de maneira muito sucinta. Há também pontos obscuros no cálculo da estrutura que necessitam melhor esclarecimento.

2.8.3 – Funcionamento da Laje Cogumelo Nervurada

As lajes nervuradas foram idealizadas para terem um aproveitamento mais eficiente do concreto e para aliviar o peso próprio.

As nervuras funcionam como uma malha de vigas, formando uma grelha e por causa dos vazios, a resistência a torção diminui bastante. Para compensar este efeito e a excessiva flexibilidade, aumenta-se a altura da laje sem aumentar excessivamente o peso. Para cargas normais e vãos pequenos, como em edifícios residenciais, a laje cogumelo maciça passa a ser vantajosa em relação a nervurada.

Os esforços em uma laje nervurada ocorrem de maneira relativamente complexa e não existem métodos de cálculo que levem em conta a atuação de cada esforço, nem é totalmente conhecido a maneira como eles atuam nas lajes.

Apesar de ser uma estrutura bem concebida, não se deve perder de vista um aspecto muito importante; a resistência de uma laje nervurada e, principalmente, a capacidade de resistir a deformações é menor que em uma laje maciça já que a resistência a torção nas lajes nervuradas, como já foi dito antes, é reduzida por causa dos vazios existentes entre as nervuras, ou então é preenchido com material inerte, já as lajes maciças o concreto que aí se encontra absorve a torção.

2.8.4 – Prescrições Quanto a Espessura

A NBR 6118 no subitem 6.1.1.1 fixa as espessuras mínimas para as lajes cogumelos (segundo o critério de utilização):

- 12 cm, para lajes de cobertura não em balanço;
- 15 cm, para lajes de piso e lajes em balanço,
- 15 cm, para lajes destinadas à passagem de veículos.

As espessuras das lajes devem também obedecer aos critérios da esbeltez ou o critério da flecha máxima. A solução mais econômica para fixação da altura de lajes é o critério da flecha máxima.

2.8.5 – Prescrições Quanto a Geometria da Parte Nervurada

A NBR 6118 no subitem 6.1.1.3 fixa:

- a) A distância livre entre nervuras não deve ultrapassar 100 cm;

- b) A espessura das nervuras não deve ser inferior a 4 cm e da mesa não deve ser menor que 4 cm nem que $1/15$ da distância livre entre nervuras;
- c) Nas lajes armadas numa só direção, são necessárias nervuras transversais sempre que haja cargas concentradas a distribuir ou quando o vão teórico for superior a 4 m, exigindo-se duas nervuras no mínimo se esse vão ultrapassar 6 m;
- d) O apoio das lajes deve ser feito ao longo de uma nervura;
- e) Nas nervuras com espessura inferior a 8 cm não é permitido colocar armadura de compressão no lado oposto à mesa.

2.8.6 - Dimensões dos Pilares

Para os pilares que suportam lajes cogumelo, a NBR 6118 prescreve as seguintes limitações (subitem 6.1.3.1):

- A menor dimensão dos pilares não-cintados não deve ser inferior a 20 cm, nem a $1/25$ da sua altura livre. O diâmetro do núcleo dos pilares cintados não deve ser inferior a 20 cm, nem a $1/10$ de sua altura livre.
- Se os pilares suportarem lajes cogumelo, esses limites passam a ser 30 cm e $1/15$ para os não-cintados, e 30 cm e $1/10$ para os cintados, devendo ainda a espessura em cada direção não ser inferior a $1/20$ da distância entre eixos dos pilares nessa direção.

2.8.9 - Proteção dos bordos

Os bordos também são pontos fracos da laje cogumelo nervurada, geralmente as patologias que surgem neste tipo de lajes se produzem nos bordos, segundo Tesoro (15). Portanto é necessária uma proteção para os bordos.

No Brasil é usual o emprego de vigas de bordo de altura maior que a da laje. Na Espanha, partindo-se da idéia de que a laje e a viga podem trabalhar juntas, é usual o emprego de vigas de bordo da mesma altura da laje. Estas vigas estão sujeitas a esforços de torção, momentos fletores e esforços cortantes.

Há muitas dúvidas quanto a avaliação dos esforços atuantes nas vigas de bordo, inclusive com relação a contribuição da armadura da extremidade da laje na redução da armadura das vigas de bordo.

3.0 – METODOLOGIA DO ESTÁGIO

3.1 – O Condomínio

O estágio foi realizado no CONDOMÍNIO RESIDENCIAL CASTELO DA PRATA, sob razão social. O empreendimento localiza-se na rua Capitão João Alves de Lira e consiste em um edifício de 23 pavimentos, tendo 1 apartamento por andar, fazendo um total de 19 tipo, 2 de cobertura e 2 de garagem. O terreno possui 3880m², sendo que já havia uma área construída de 1135m², a qual será adaptada para salão de festas, sala de recepção e salas de ginástica.

As áreas comuns são compostas por:

- Subsolo 1 com garagem para 21 vagas;
- Subsolo 2 com garagem para 43 vagas;
- Área de lazer e salão de festas;
- Sauna;
- Auditório;
- Três elevadores, sendo um deles panorâmico.

Cada apartamento, conforme a planta baixa do pavimento tipo em anexo, terá:~

- 4 Suítes;
- Sala;
- Escritórios;
- 2 Dependência de empregados;
- 4 Vagas na garagem, com depósitos individuais;
- Cada apartamento tipo terá 363,35m² d 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

3.2 – Características da Obra

3.2.1 – Proprietários

O edifício do Castelo da Prata está sendo construído sob forma de condomínio, sendo de natureza jurídica, com responsabilidade conjunta dos proprietários dos apartamentos. Periodicamente são realizadas reuniões para se definir metas e avaliar decisões importantes a serem tomadas. 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, que também é registrado em cartório.

Para a execução da parte estrutural do edifício contratou-se a empresa Omega com sede em João Pessoa, a modalidade de contrato foi o de preço global, nesta modalidade de contrato, os serviços são contratados para entrega depois d inteiramente executados.

Um contrato com esta modalidade deve ser feito somente quando se dispõe de um projeto executivo completo em todos os seus detalhes, ou seja, com as quantidades e especificações de todos os seus serviços bem definidos, para evitar dúvidas relativas aos fatores mencionados assim como pagamentos. O faturamento é feito subdividindo-se o preço total em parcelas, que devem ser pagas de acordo com o desenvolvimento da obra.

3.2.2 – Características das Edificações vizinhas

Tanto as edificações situadas ao Oeste como ao Leste do edifício se constituem em casas com estrutura de concreto armado, e apesar de apresentarem um bom estado de conservação, durante as escavações das fundações ocorreu o aparecimento de pequenas fissuras, mas que foi concertado pelos responsáveis, ou seja, pela parte do condomínio do Castelo da Prata.

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

3.3.3 – Acesso

O acesso ao Condomínio do Castelo da Prata se dá através da Rua Rodrigues Alves, portão secundário (1,00 m x 2,10m) para funcionários e visitantes e da Rua Capitão João Alves de Lira, portão principal (3,50m x 2,10m) para veículos. A planta de situação se encontra em anexo.

3.3.4 – Topografia

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

3.3.5 – Escavações

Para a execução das escavações, foi necessário de perfuração e do uso de explosivos.

A empresa responsável pelo desmonte foi a DESTROL – DESMONTE DE ROCHA LTDA de Recife, que utilizou 1 Kg de explosivo para cada m^3 de rocha a ser retirado. Foram retirados do local $300 m^3$ de rocha para a locação das sapatas. O custo para cada metro cúbico foi de R\$ 40,00, dando um total de R\$12.000,00. Para concluir esta etapa durou 60 dias, com o auxílio d máquinas para a retirada de material.

Para o serviço de perfuração foram locados um Compressor modelo Chicago Pneumático 180, equipado com rompedor pneumático e perfuratriz pneumática a Construtora Triunfo Ltda de Campina Grande. O custo foi de R\$ 2.500,00 para os 60 dias de locação. As máquinas utilizadas foram: Pás- carregadeiras, Retroescavadeiras e Britadores.

3.3.6 – Fundações

As sapatas das fundações foram construídas sobre um terreno com características de rocha, regularizadas com concreto magro, com uma espessura de 0,08m. Estas foram concretadas com um concreto armado de resistência a compressão de 16 Mpa (fck).

3.3.7 – Estrutura de Concreto Armado

Parte do concreto que foi utilizado no início da obra foi fornecido pela empresa Supermix, a outra parte foi confeccionado *in locu*, preparado com o auxílio de uma betoneira. A partir do décimo pavimento, todo o concreto ficou sendo fabricado na obra. A razão para ter decidido substituir o concreto usinado pelo betonado, deu-se por alguns fatores, como: quebra de motor no momento do bombeamento, entupimento da tubulação e também problemas gerados devido aos horários que tornavam-se incompatíveis a medida que necessitava-se dar continuidade ao lançamento do concreto, quando muitas vezes a Supermix não agilizava as entregas deste insumo dentro do prazo estabelecido para a concretagem.

As cintas, lajes nervuradas e pilares, foram executados com concreto armado com uma resistência a compressão de 30 MPa (fck).

Concreto Betonado

O concreto foi confeccionado *in locu*, com um fck de 30 MPa, com um consumo médio de 410 Kg de cimento CP II F – 32 por m³ e britas 25-19 e areia natural. Para os pilares o consumo de cimento variou de acordo com o seu tamanho. Observe a tabela abaixo com o volume e quantidade de sacos de cimento de cada pilar

Tabela II – Volume e quantidade de sacos de cimento de cada pilar

Pilar	Volume (m ³)	Quant. de sacos de cimento
19 e 22	2,90	27
20	1,95	16
21	5,50	49
23	1,35	15
24 e 29	3,65	31
25	3,65	31
Escadas	3,35	28

No pavimento do 13º andar ocorreu algumas reduções dos pilares. Para o pilar 14 e 19 houve uma redução de 5cm e também uma diminuição na quantidade de ferros. No pilar 9 teve uma abertura no meio, de 1,20m sendo preenchido apenas com alvenaria. A redução desses pilares, é devido a diminuição de cargas, que acontece com o decorrer da elevação do edifício.

3.3.8 – Características dos elementos estruturais

Vigas

Devido ao tipo de laje utilizada na construção do edifício do Castelo da Prata, não há necessidade de utilização de vigas, facilitando o posicionamento das paredes, já que estas não estará amarrada as vigas. As vigas só existirá nas bordas de cada pavimento, pois é onde o momento negativo é maior.

Lajes

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

A altura da laje é de 35cm, sendo 5cm de recobrimento. Na confecção da laje são utilizadas fôrmas plásticas reutilizáveis e são 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.

As fôrmas são retiradas com 3 dias após a concretagem, com ajuda de ar comprimido; já as escoras, só são retiradas após 15 dias.

Pilar

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

3.3.9 – Estrutura de fechamento

O fechamento da estrutura de sustentação, ou seja, a alvenaria de vedação – tanto interna como externamente em cada apartamento – será feita através de tijolos de oito furos (20 x 17 x 9cm), vindo da cidade de Guarabira da cerâmica Jardim.

A princípio só foram erguidas as paredes externas a uma altura de 1m, tendo mais uma função de segurança

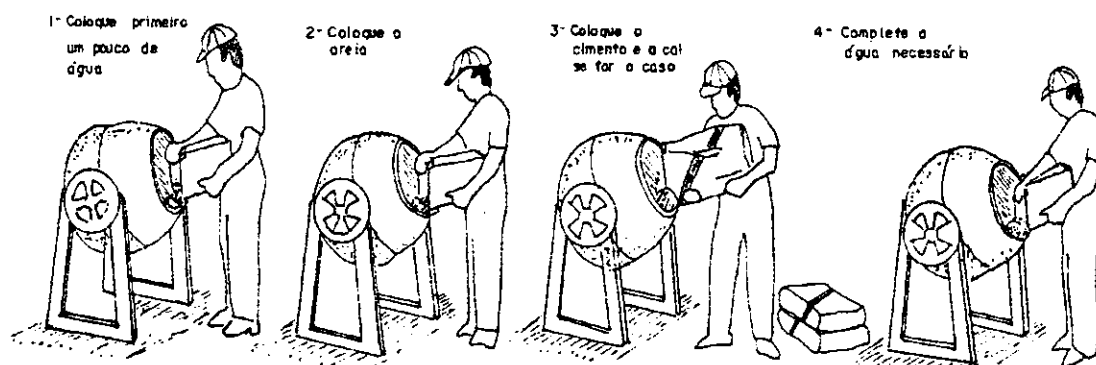
3.3.10 – Canteiro de obras

O canteiro de obras são instalações provisórias que dão o suporte necessário para que uma obra seja construída. Consta normalmente de: Barracões, cercas ou tapumes, instalações provisórias de água, energia elétrica e equipamentos, tanques para acúmulo de água e ferramentas.

É de fundamental importância, que durante o planejamento da obra, a construção do canteiro de obras fique bem definido, 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.

3.3.11 – Concreto

O fck estabelecido em projeto é de 30 MPa, sendo realizado o traço com cimento em peso e agregados em volume, medidos em padiolas no traço de 1:2:2 cimento, areia grossa e brita 25. Uma parte de concreto foi fornecido pela Supermix, ou seja, é usinado e trazido em caminhões- betoneiras em remessas de 6,5 m³. Já o restante foi produzido in loco, através do uso de betoneiras.



3.3.12 – Mão-de-obra

O trabalho no condomínio é realizado de Segunda a Sexta-feira, de 7 h às 12 h e de 13 h as 17 h, totalizando às 45 horas semanais eventualmente (quando é concretada a laje de um dos pavimentos, ou quando se quer dar horas extras), trabalha-se extra no Sábado nos mesmos horários ou conforme seja necessário.

Tabela III – Distribuição dos funcionários e suas remunerações segundo o Sindicato dos Trabalhadores Intermunicipal nas Industrias da Construção Civil e do Mobiliário do Estado da Paraíba.

Função	Remuneração			
	Mensal (R\$)	Semanal(R\$)	Dia(R\$)	Hora(R\$)
Serventes	260,00	60,70	8,67	1,18
Profissionais	363,00	84,70	12,10	1,65
Encarregados	396,00	92,40	13,20	1,80
Mestre de obra	460,00	107,33	15,33	2,09
Guincheiros	299,00	69,77	9,97	1,36
Vigia	266,10	62,09	8,87	1,21
Betoneiros	267,00	62,30	8,90	1,21
Secretaria	300,00	70,00	10,00	1,36

3.4 – Cronograma

O estágio foi iniciado no dia 05 de janeiro, quando a edificação se encontrava com a laje do décimo segundo pavimento já concretada (tinha acabado de concretar), começando o estágio logo no início da colocação das fôrmas. e com o início das fôrmas dos pilares do próximo pavimento colocadas.

Como a obra foi iniciada em 2002, não foi possível acompanhar os trabalhos de escavação e aterros, locação da obra, fundação, construção da estrutura de concreto do pavimento térreo e mezanino, bem como dos 12 primeiros pavimentos. Atualmente a edificação se encontra na laje do décimo quarto andar, de um total de 23 andares, ficando programado a concretagem de uma laje a cada mês.

3.5 – Materiais e Equipamentos

3.5.1 – Equipamentos

Os condôminos optaram que os equipamentos ficassem por responsabilidade da empresa contratada. Os Principais equipamentos são:

Fôrmas

As formas utilizadas para confeccionar as lajes são de polipropileno, estas são utilizadas especialmente para produção de lajes nervuradas. Recomenda-se o seu uso devido: ao peso reduzido facilitando o manuseio; o reforço interno que proporciona uma deformação mínima na concretagem; simplicidade de montagem e desfôrma já que são apoiadas diretamente sobre o escoramento dispensando tabuado para execução da laje além que elas não ocupam muito espaço para serem guardadas.

Já para a confecção dos pilares são utilizadas formas metálicas, as quais são montadas no próprio canteiro de obra.

Outros fatores devem ser considerados, como:

- O acabamento do concreto em contato com a fôrma é de ótima qualidade, sendo freqüentemente deixado como acabamento final (concreto aparente);

- É indispensável usar desmoldante nas fôrmas e não usar pregos para sua fixação;
- Ao desformar deve-se evitar forçar os cantos das fôrmas;
- O diâmetro do vibrador para a concretagem não deve exceder 45 mm. E com o tipo de forma utilizadas na obra deve-se utilizar o vibrador com diâmetro de 40 mm no máximo.

Tabela IV – Dimensões da forma plástica

Altura da forma (cm)	Espessura da mesa (cm)	Altura total (cm)	Largura média da nervura (cm)	Momento de Inércia (cm ⁴)	Peso próprio (kg/m ²)	Espessura média (cm)
18	5	23	9,85	16,98	259	10,8

Vibrador de Imersão

É um equipamento utilizado para realizar o adensamento do concreto. O vibrador utilizado nesta obra tem 1,5 CV de potência.

Serra Elétrica

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

Betoneira

Equipamento utilizado para produção de argamassa. Nesta obra, a betoneira tem capacidade para 580 l e potência de 7,5 CV (1730 RPM).

Prumo a laser

Equipamento utilizado para verificar o prumo, o nível da alvenaria e das estruturas de concreto.

Obs.: Mesmo existindo o prumo a laser, durante a fixação das formas e elevação da alvenaria, utiliza-se também o prumo manual e latas de concreto penduradas por fio de arame.

Ferramentas

Nesta obra utilizou-se as seguintes ferramentas:

- Pás;
- Picaretas
- Carros de mão;
- Colher de pedreiro;
- Prumos manuais;
- Escalas;
- Ponteiros;
- Nível, etc

3.5.2 – Materiais

Aço

Utilizado nas peças de concreto armado, foram utilizados o aço CA – 50B e o aço CA – 60B, com diâmetro conforme especificado no projeto.

Areia

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

Para a argamassa da alvenaria: areia grossa peneirada na peneira de 5 mm

Água

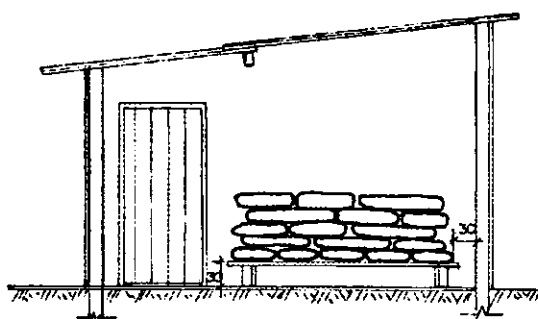
A água utilizada na obra foi fornecida pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba).

Agregado Graúdo

O agregado utilizado para os pilares é a brita 19 e para as lajes, é a brita 19 e a brita 25.

Cimento

O cimento utilizado é o cimento Portland Nassau CP II – Z – 32. Estes são 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.



Tijolos

São utilizados os tijolos cerâmicos com 8 furos. As paredes se apresentam a uma altura de um metro nos vãos cuja estrutura está pronta.

Madeira

As bandejas especificadas em normas de segurança do trabalho – madeira serrada de 5 x 5cm usada para fazer apra-lixo.

Tábuas de madeira possuindo um reaproveitamento de 10 vezes

Armação

Confecção realizada na própria obra, compreendendo as operações:

- Corte;
- Dobramento;
- Montagem;

- Ponteamento;
- Colocação das "cocadas".

3.6 – Armadura e concretagem

Geralmente nas bases dos pilares e continuação dos mesmos no pavimento superior, ocorre o congestionamento de barras, dificultando a passagem do agregado graúdo entre as barras, ocasionando o "brocamento", que é a ausência de agregado graúdo no cobrimento da armadura, gerando um vazio preenchido parcialmente pela pasta, prejudicando o cobrimento necessário para combater os efeitos da oxidação da armadura.

3.7 – Adensamento do concreto

O adensamento do concreto é feito com vibrador de imersão, atingindo toda a área onde existe concreto como também a profundidade das peças. Outro cuidado importante é não prolongar seu uso, evitando a separação dos componentes do concreto e nem permitir que o vibrador encoste nas armaduras.

3.8 – Cura

As peças estruturais são hidratadas a partir do dia em que são retiradas as fôrmas, sendo molhadas 3 vezes ao dia. A água durante a execução da concretagem é prejudicial, no entanto, após este período, é essencial para a cura. Portanto os dias úmidos e com neblina, ajudam na cura do concreto.

Observações:

É de extrema importância que os materiais estejam bem misturados, originando um aglomerante bem homogêneo, para que o concreto assuma o papel de resistir à compressão.

O transporte do concreto é feito com carrinhos-de-mão.

Pela norma NBR 6118 a altura de lançamento do concreto deve ser inferior a 2m.

A vibração é feita, como já foi dito anteriormente, com vibrador mecânico de imersão. Deve-se tomar cuidado para não deixar o mesmo ligado, quando este estiver com a extremidade livre do mangote submerso, tal descuido prejudica o funcionamento dos mancais do equipamento.

3.9 – Teste de resistência

Retira-se uma amostra que seja representativa para o ensaio de resistência. A amostra não deve ser retirada aleatoriamente, devendo-se seguir algumas orientações:

- Não é permitido retirar amostras, tanto no princípio quanto no final da descarga da betoneira;
- A coleta deve ser feita cortando-se o fluxo de descarga do concreto,;
- Deve-se retirar uma quantidade suficiente, 50% maior que o volume necessário, e nunca menor que 30 litros;
- A amostra deve ser homogeneizada para assegurar sua uniformidade.

3.9.1 – Moldagem da Amostra

A moldagem dos corpos de prova também deve seguir etapas normalizadas, foram seguidos os seguintes passos:

- Foram preenchidos moldes cilíndricos (150 mm x 300 mm) em quatro camadas iguais e sucessivas, aplicando-se 30 golpes em cada camada, distribuídos uniformemente. A última contém um excesso de concreto que é retirado com uma régua metálica;
- Os corpos de prova são deixados nos moldes, sem sofrer perturbações e em temperaturas 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.

3.10 – Segurança na obra

Verificou-se que nesta obra é obrigatório para os operários e visitantes o uso de capacete. Os operários também devem utilizar botas e luvas. Os soldadores devem utilizar máscaras metálicas e os operários responsáveis pela concretagem devem estar protegidos com cinto de segurança.

Para proteger os operários e também visitantes de acidentes causados por quedas de objetos provindos dos pavimentos superiores utilizaram-se bandejas e telas protetoras.

Contra possíveis acidentes nos elevadores, pode-se dispor de dois freios, um mecânico e outro elétrico.

A maioria das formas utilizadas são metálica o que diminui bastante a incidência de pedaços de madeiras e pregos que geralmente ficam expostos após a desfôrma causando acidentes.

3.11 – Atividades Desenvolvidas

Do dia 05 de janeiro ao dia 09 de janeiro (1º semana):

- Alinhamento da linha de eixo dos pilares para o 13º andar com o 9º andar;
Depois é conferido no 13º andar, se está em esquadro. Esta análise é feita em vários pontos, não podendo diferir de mais de 0,5cm.
- Armação dos pilares 19, 24 e 9;
Os ferros demoraram a chegar, atrasando a armação do restante dos pilares.
Os ferros são amarrados com estribos e com ganchos.
Uma observação importante é que ocorreram algumas mudanças em alguns pilares;
 - No pilar 19 houve uma redução de 24 varas de ferros para 20 varas e uma diminuição no tamanho de 35cm para 30cm,
 - No pilar 9 houve uma abertura no meio do pilar de 1,20m, essa abertura irá ser preenchida apenas com alvenaria,
 - No pilar 14 também ocorreu uma diminuição no tamanho do pilar de mesmo valor que o pilar 19.

- Colocação das fôrmas nos pilares 19 e 24;
As fôrmas são de chapas metálicas.

Procedimento

Primeiro deve-se retirar toda a sujeira de concreto que estiver que na fôrma, com um lixador elétrico. Depois, passa uma camada de óleo diesel para diminuir o atrito na hora que for concretar.

As fôrmas são amarradas com parafusos, estes se encontram dentro de dutos plásticos para facilitar na hora da retirada desses. Os parafusos são utilizados para não ocorrer embuxamentos laterais dos pilares.

- Concretagem dos pilares 19 e 24;

Concreta 2,77m + 0,33m (laje). Deixando passar os ferros dos pilares de 0,90m acima do piso, para depois amarrar com o pilar do outro andar.

A chuva prejudicou um pouco esta semana, tendo que parar algumas vezes de concretar o pilar para terminar no outro dia.

- Retirada das fôrmas dos pilares 19 e 24;

As fôrmas dos pilares são retiradas depois de 24h.

- Análise dos corpos de prova da laje tipo do 13º andar.

Para a análise dos corpos de prova, foram retirados 2 amostras para cada dia. De acordo com a norma, se houvesse um especialista na hora da retirada do corpo de prova, só era preciso ser retirado apenas 1.

Os corpos de prova foram levados para o laboratório da ATECEL e deram os resultados abaixo, segundo a resistência à compressão simples. Foi desprezado o menor valor.

- Rompimento à 22 dias:

$$CP\ 48 = F/A \rightarrow CP\ 48 = 54/177 \times 100 = 30,5\ MPa$$

$$CP\ 48 = F/A \rightarrow CP\ 48 = 56/177 \times 100 = 31,63\ MPa$$

- Rompimento à 20 dias:

$$CP\ 49 = F/A \rightarrow CP\ 49 = 46/177 \times 100 = 25,99\ MPa$$

$$CP\ 49 = F/A \rightarrow CP\ 49 = 46/177 \times 100 = 25,99\ MPa$$

- Rompimento à 18 dias:

$$CP\ 50 = F/A \rightarrow CP\ 50 = 43/177 \times 100 = 24,29\ MPa$$

$$CP\ 50 = F/A \rightarrow CP\ 48 = 43/177 \times 100 = 24,29\ MPa$$

Nesta semana, houve a visita no prédio do Turmalina; para conhecer a parte de acabamento final. Foi uma visita bastante proveitosa, já que até o fim do estágio não daria tempo para ver essa parte.

Do dia 12 de janeiro ao dia 16 de janeiro (2º semana):

- Armação dos pilares 10, 12, 15, 17, 20, 24 e 25;
- Colocação das fôrmas dos respectivos pilares;
- Concretagem dos pilares;
- Retirada das fôrmas dos pilares;
- Armação da laje-tipo do 13º andar.

Do dia 19 de janeiro ao dia 23 de janeiro (3º semana):

- Armação da laje-tipo do 13º andar;
- Colocação das “cumbucas” das lajes (fôrma de aba curta);

Em cima dessas cumbucas, deve-se passar também óleo diesel, para facilitar na hora da retirada dessas fôrmas.

- Começou a colocar os ferros positivos e negativos nas lajes.

Nessa hora é preciso ter o acompanhamento direto do engenheiro de execução da obra, para conferir se os tamanhos, os espaçamentos, as bitolas e as quantidades de ferros estão de acordo com a planta de ferragens.

Do dia 26 de janeiro ao dia 30 de janeiro (4º semana):

- Os estagiários foram levados para ver o concreto sendo preparado na betoneira;
- Início da concretagem da laje;

Após concretar a laje, deve-se uniformizá-la para que não fique desigual. A laje permanece com as fôrmas de 14 a 15 dias, sendo necessário ser molhada durante os quatro primeiros dias, ou seja, durante a cura do cimento. O escoramento deve ficar durante aproximadamente um mês.

Do dia 02 de fevereiro ao dia 06 de fevereiro (5º semana):

- Término da concretagem da laje;
- Armação dos pilares do 14º pavimento;
- Colocação das formas de alguns pilares;
- Início da concretagem dos pilares.

Do dia 09 de fevereiro ao dia 13 de fevereiro (6º semana):

- Fim da colocação das formas do 14º pavimento;
- Término da concretagem dos pilares;
- Retirada das formas dos pilares;
- Armação da laje tipo do 14º andar

Do dia 16 de fevereiro ao dia 20 de fevereiro (7º semana):

- Término da armação da laje;
- Colocação das cumbucas da laje;
- Colocação das ferragens positivas e negativas.

Do dia 23 de fevereiro ao dia 27 de fevereiro (8º semana):

- Concretagem da laje.

4.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 pela execução da obra.

Observou-se a correta disposição dos materiais e equipamentos no canteiro de obras, a fim de evitar grandes deslocamentos por parte dos operários o que poderia ocasionar menor produção.

Outro ponto fundamental é o cuidados com a segurança dos operários, dotados de equipamentos individuais tais como: capacete, luvas botas, cinto de segurança...

Deve-se atentar também para aspectos relacionados às exigências de segurança no trabalho; as disposições do "apara-lixo", elevação das alvenarias até 1,50m dos pavimentos com estrutura concluída, além da segurança na operação do elevador.

Para evitar que se caia concreto nos espaços destinados a passagem dos condutos hidráulicos, optou-se por colocar caixilhos de madeirit com pó-de-serra no interior das formas destes espaços.

Durante o estágio foi possível obter informações indispensáveis para se manter a qualidade do concreto, desde sua produção até a cura além de se conhecer dispositivos como cocadas utilizados nos pilares para manter a distância entre as barras, principalmente as da extremidade.

5.0 – BIBLIOGRAFIA

Apostila do Curso de Construções de Edifícios do professor Marcos Loureiro Marinho - Universidade Federal da Paraíba.

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

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

Notas de Aula do Professor Milton Bezerra das Chagas Filho da Universidade Federal de Campina Grande.

PETRUCI, E. G. Concreto de Cimento Portland, 13 ed, São Paulo, globo 1998,307p

Anexos

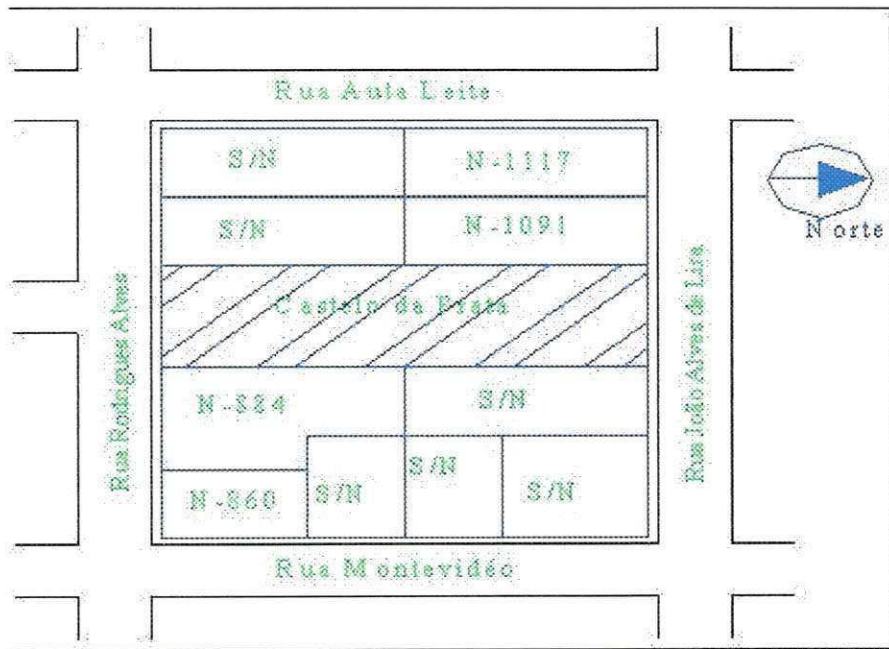


Figura 1 – Planta de Situação

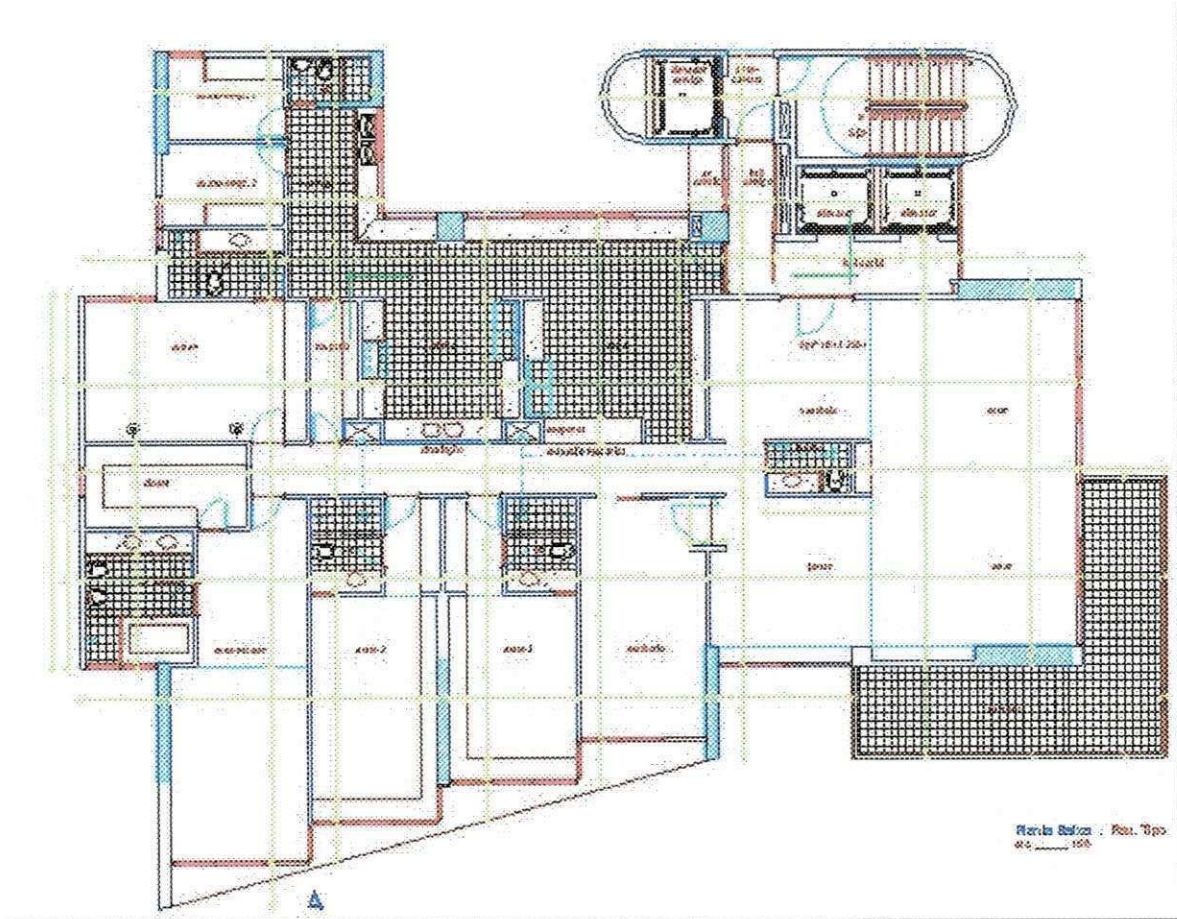


Figura 2 – Pavimento tipo

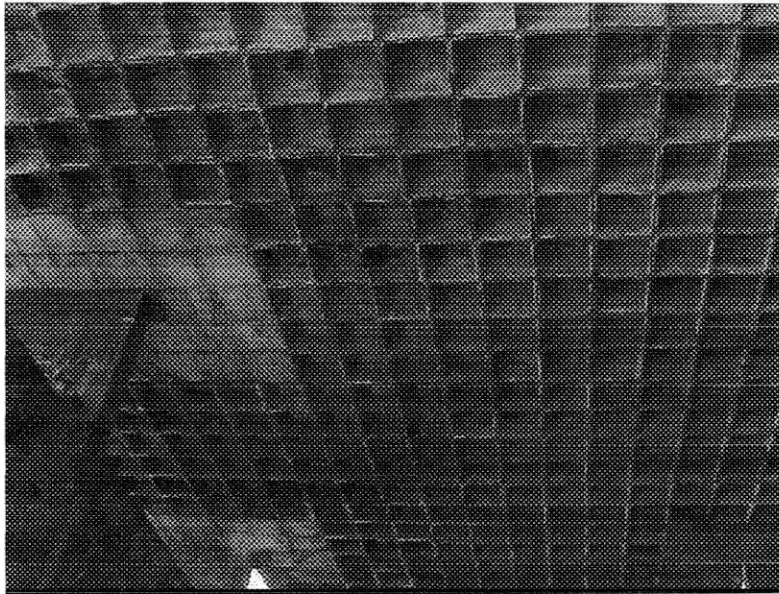


Figura 3 – Laje Nervurada



Figura 4 – Ferro de Espera dos Pilares



Figura 5 - Armação dos pilares



Figura 6 – Colocação das fôrmas dos pilares



Figura 7 – Concretagem dos pilares



Figura 8 – Retirada das formas das Lajes