



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



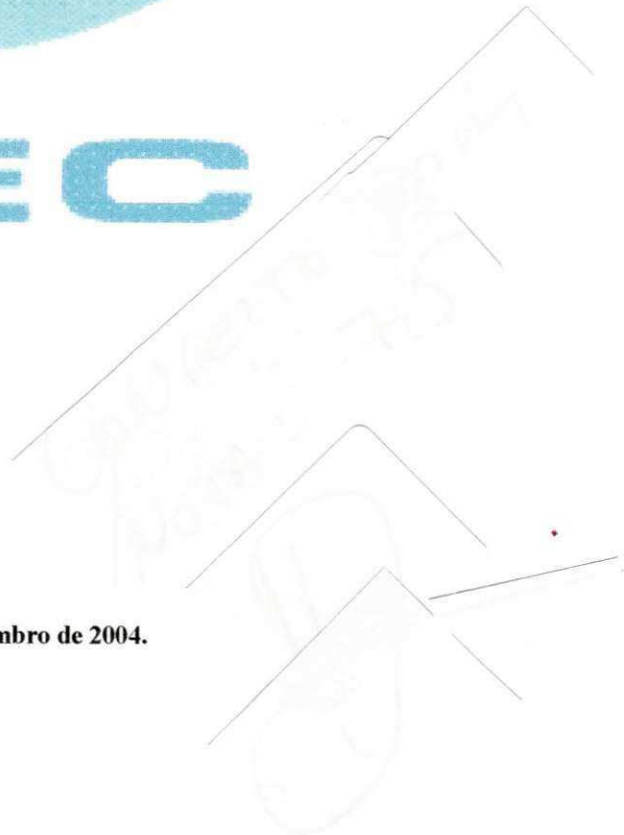
**RELATÓRIO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
REALIZADO NO CONDOMÍNIO DO CASTELO  
DA PRATA**

**DEC**

**Supervisor: José Bezerra da Silva**

**Aluna: Érica Oliveira da Nóbrega**

**Campina Grande, Novembro de 2004.**





Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

## **Agradecimentos**

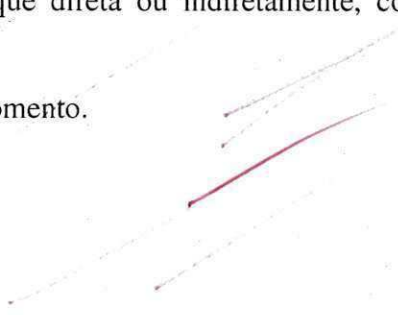
A Deus, por ter permitido-me alcançar os meus objetivos, oferecendo-me força, coragem e motivação.

Ao professor Jose Bezerra da Silva, pelo apoio e orientação.

Ao Engº Gustavo Tibério de Almeida Cavalcanti pela oportunidade de estagiar em seu empreendimento, também ao Mestre de Obra Paulo, por ter prestado esclarecimentos quando foi necessário.

Aos professores, funcionário, que contribuíram com minha formação acadêmica e em fim a todos – pais, irmãos, amigos que direta ou indiretamente, colaboraram com incentivos constantes.

Reparto com todos este vitorioso momento.



## **Apresentação**

O presente relatório de estágio supervisionado sob a orientação do professor José Bezerra da Silva e com um período de duração de 5 semanas realizado na construção do edifício Castelo da Prata sob a administração do Engenheiro Civil Gustavo Tibério A. Calvacante, visa 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.

# ÍNDICE

<b>1.0 - INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2.0 – REVISÃO TEÓRICA</b>	<b>4</b>
<b>2.1 – Contrato com Mão-de-Obra</b>	<b>4</b>
<b>2.2 – Etapas e Atividades de Obras da Construção civil</b>	<b>5</b>
2.2.1 – Limpeza do Terreno	5
2.2.2 – Canteiro de Obras	5
2.2.3 – Locação da Obra	5
2.2.4 – Movimento de Terra	6
2.2.5 – Fundações	6
2.2.6 – Infra-Estrutura	6
2.2.7 – Superestrutura	7
2.2.8 – Alvenaria	7
<b>2.3 – Concreto Armado</b>	<b>7</b>
2.3.1 – Vantagens do Concreto Armado	8
2.3.2 - Desvantagens	8
<b>2.4 – Elementos básicos componentes de uma estrutura de concreto</b>	<b>8</b>
2.4.1 – Fôrmas	8
2.4.2 – Ferragem	10
2.4.3 – Agregado Graúdo	10
2.4.4 – Agregado Miúdo (areia)	11
2.4.5 – Cimento	11
<b>2.5 - Concreto Magro</b>	<b>11</b>
<b>2.6 - Lajes Mistas (Pré - Moldadas)</b>	<b>12</b>
2.6.1 – Montagem	12
2.6.2 – Concretagem	12
2.6.3 – Cura e Retirada das Fôrmas	14
<b>2.7 - Lajes Nervuradas</b>	<b>14</b>
2.7.1 – Histórico	14
2.7.2 – Vantagens das Lajes Nervuradas	15
2.7.3 – Funcionamento da Laje Cogumelo Nervurada	17
2.7.4 – Prescrições Quanto a Espessura	17
2.7.5 – Prescrições Quanto a Geometria da Parte Nervurada	18
2.7.6 - Dimensões dos Pilares	18
2.7.7 - Proteção dos bordos	18
<b>3.0 – METODOLOGIA DO ESTÁGIO</b>	<b>19</b>

---

<b>3.1 – O Condomínio</b>	<b>19</b>
<b>3.2 – Características da Obra</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1 Materiais e Equipamentos</b>	<b>20</b>
<b>Os materiais e equipamentos utilizados na obra são:</b>	<b>20</b>
<b>3.3 – Segurança na obra</b>	<b>22</b>
<b>3.4 – Atividades Desenvolvidas</b>	<b>22</b>
<b>4.0 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>25</b>

## **1.0 - INTRODUÇÃO**

A construção civil é, sem dúvida, uma das atividades que mais gera empregos e renda movimentando uma grande quantidade de recursos humanos, financeiros.

É grande a importância do acompanhamento de todas as fases desenvolvidas num empreendimento, desde a elaboração do projeto até o fim de sua execução. O conhecimento prático dessas etapas faz com que o engenheiro recém-formado evite tropeçar em coisas simples, apesar dos sólidos conhecimentos teóricos.

Desta forma, o estágio supervisionado tem como objetivo desenvolver a aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos no curso até o momento na prática, aquisição de novos conhecimentos gerais e termos utilizados no cotidiano, bem como promover um bom relacionamento profissional com as pessoas envolvidas no trabalho.

## **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 – 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.

## **2.2 – Etapas e Atividades de Obras da Construção civil**

### **2.2.1 – Limpeza do Terreno**

A limpeza do terreno, de acordo com Borges(1997), se resume no mero carpimento para livrá-lo da vegetação. O Material arrancado deverá ser empilhado, e retirado para um local adequado.

### **2.2.2 – 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.

### **2.2.3 – 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).

#### **2.2.4 – 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).

#### **2.2.5 – 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.

#### **2.2.6 – 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.

### 2.2.7 – Superestrutura

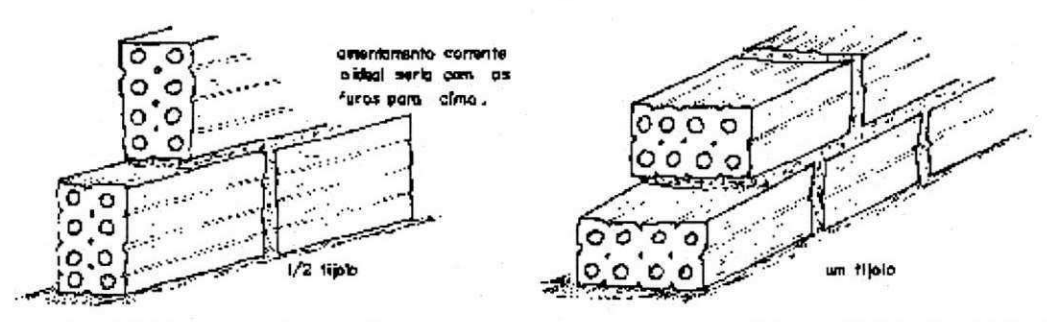
Superestrutura compreende os pilares, vigas e lajes que são responsáveis pela sustentação da edificação. Devem ser projetadas de tal maneira que garanta a estabilidade, conforto e segurança. As peças estruturais podem ser fabricadas in loco ou pré-fabricadas para uma posterior aplicação no local.

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

### 2.2.8 – 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.



### 2.3 – 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 à 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).

### **2.3.1 – 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.

### **2.3.2 - Desvantagens**

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

## **2.4 – Elementos básicos componentes de uma estrutura de concreto**

### **2.4.1 – 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.

#### **2.4.2 – 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.

#### **2.4.3 – 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.

#### **2.4.4 – 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.

#### **2.4.5 – 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.

#### **2.5 - 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.

## **2.6 - 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.

### **2.6.1 – 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.

### **2.6.2 – 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.

### **Lançamento**

O intervalo Máximo entre a confecção do concreto e o lançamento é de 1 hora (NB-1). Esse critério só não é válido quando se usar retardadores de pega no concreto. Em nenhuma hipótese pode ser lançado após o início de pega.

### **Adensamento**

Pode ser manual ou usando ferramentas apropriadas.

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.

### **2.6.3 – 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

## **2.7 - Lajes Nervuradas**

### **2.7.1 – 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 a provas a que foi submetida, possibilitou que fossem construídas mais de mil estruturas nos sete anos seguintes.

Na Europa, foi a Russa 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 até 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.

### **2.7.2 – 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.

### **2.7.3 – 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.

### **2.7.4 – 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 esbelteza ou o critério da flecha máxima. A solução mais econômica para fixação da altura de lajes é o critério da flecha máxima.

### **2.7.5 – 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.

### **2.7.6 - 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.

### **2.7.7 - 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 27 pavimentos, tendo 1 apartamento por andar, fazendo um total de 23 tipo, 2 de cobertura e 2 de garagem. O terreno possui 3880m<sup>2</sup>, a qual será adaptada para salão de festas, sala de recepção e salas de ginástica.

#### **3.2 – Características da Obra**

O edifício do Castelo da Prata está sendo construído sob forma de condomínio, sendo de natureza jurídica, com responsabilidade conjunta dos proprietários dos apartamentos.

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 de 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.

O concreto utilizado na obra é confeccionado *in locu*, preparado com o auxílio de uma betoneira. Antes era fornecido pela empresa Supermix. 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 entre O concreto confeccionado possui um  $f_{ck}$  de 30 MPa, com um consumo médio de 410 Kg de cimento CII F – 32 por  $m^3$  e britas 25-19 e areia natural. Para os pilares o consumo de cimento variou de acordo com o seu tamanho.

As cintas, lajes nervuradas e pilares, foram executados com concreto armado com uma resistência a compressão de 30 MPa ( $f_{ck}$ ).

As vigas só existirá nas bordas de cada pavimento, pois é onde o momento negativo é maior.

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. 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.

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.

O  $f_{ck}$  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. Atualmente o concreto é produzido in loco, através do uso de betoneiras.

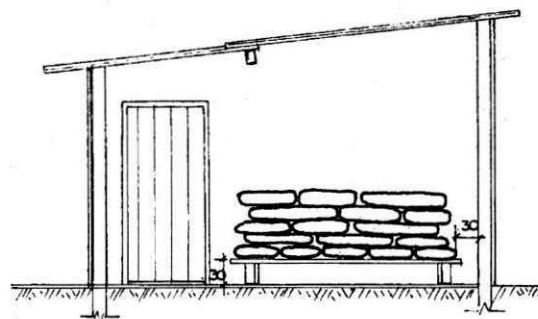
### **3.2.1 Materiais e Equipamentos**

Os materiais e equipamentos utilizados na obra são:

- fôrmas metálicas para confecção dos pilares;



- fôrmas polipropileno para confeccionar as lajes, especialmente utilizadas para lajes nervuradas;
- vibrador de Imersão com 1,5 CV de potência. 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-se nas armaduras.
- betoneira com capacidade para 580 l e potência de 7,5 CV (1730 RPM);
- prumo manual e latas de concreto penduradas por fio de arame, durante a fixação das formas e elevação da alvenaria;
- ferramentas: pás; picaretas, carros de mão; colher de pedreiro; prumos manuais; escovas; ponteiros; Nível, etc;
- aço CA – 50B e o aço CA – 60B, com diâmetro conforme especificado no projeto;
- areia utilizou-se:  
para o concreto: areia grossa peneirada na peneira de 10 mm.  
para a argamassa da alvenaria: areia grossa peneirada na peneira de 5 mm.
- O agregado utilizado para os pilares é a brita 19 e para as lajes, é a brita 19 e a brita 25;
- 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.



- 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.

## **5.0 – BIBLIOGRAFIA**

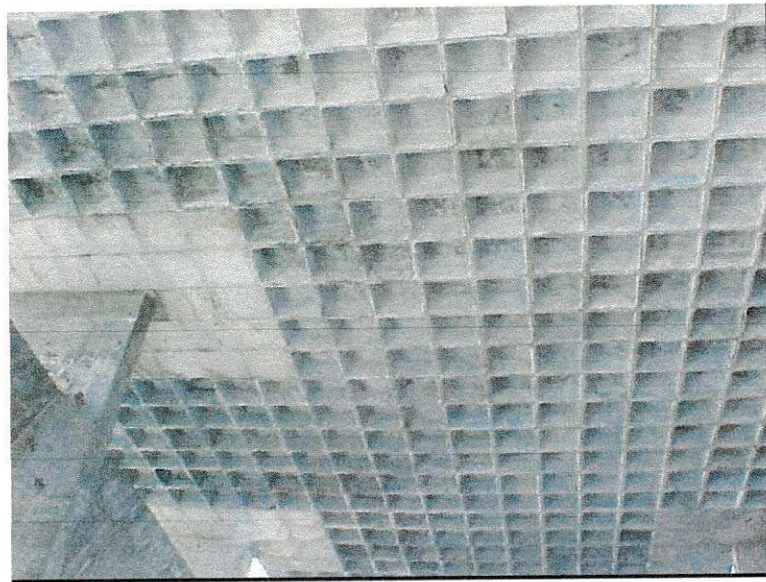
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6118 Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro, ABNT, 1978, 63p.

BORGES, Alberto de Campos; Prática das Pequenas Construções, Volume I, 8ª Edição – Editora Edgard Blucher Ltda, 1997.

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 – Laje Nervurada**



**Figura 2 - Armação dos pilares**



**Figura 3 – Concretagem dos pilares**



**Figura 4 – Retirada das formas das Lajes**