



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

ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO

Acompanhamento e fiscalização do Residencial Castelo da Prata

RAFAEL ARRUDA DE MATTOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Rafael Arruda de Mattos



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Rafael Arruda de Mattos

Rafael Arruda de Mattos - Estagiário

.....
José Bezerra da Silva - Supervisor

"Grandes realizações são possíveis quando se dá importância aos pequenos começos" (Lao Tzu)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, minha família e principalmente aos meus pais que foram sempre meus incentivadores nesta difícil e árdua caminhada.

Agradeço ao professor José Bezerra da Silva por ter sido o meu supervisor, mentor e acima de tudo um grande amigo.

Agradeço ao engenheiro José Eudo Júnior por toda a sua atenção e amizade durante os dias de estágio.

Agradeço aos colegas de turma do quarto amarelo por terem estado sempre presente nos momentos decisivos para o sucesso desta caminhada.

SUMÁRIO

1.0 Apresentação	7
2.0 Introdução	8
3.0 Objetivos	9
4.0 O Empreendimento Residencial Castelo da Prata	10
5.0 Dados referentes ao projeto arquitetônico	11
5.1 Áreas	11
5.2 Localização das fachadas	11
5.3 Projeto Arquitetônico	12
6.0 Canteiro de obras	12
7.0 A estrutura do edifício	13
7.1 Apresentação	13
7.2 Fundações	14
7.3 Lajes	14
7.4 Pilares	18
7.5 Escadas	20
8.0 Concretagem	20
8.1 O Concreto	20
8.2 Concreto dosado em central	21
8.3 Plano de Concretagem	22
8.3.1 Fôrmas e escoramentos	23
8.3.2 Armaduras	23
8.3.3 Planejamento de operários e ferramentas de suporte	24
8.3.3.1 Planejamento para o concreto usinado	24
8.3.3.2 Planejamento para o concreto fabricado in-loco	26
8.3.4 Controle tecnológico do concreto	27
8.3.4.1 Controle tecnológico do concreto dosado em central	27
8.3.4.2 Controle tecnológico dos materiais para o concreto fabricado na própria obra	29
8.3.4.3 Amostragem do concreto	30
8.3.4.4 Lançamento do concreto	31
8.3.4.5 Adensamento do concreto	32
8.3.4.6 Cura do concreto	33
8.3.4.7 Controle da resistência à compressão do concreto	34
8.3.4.8 Retirada das fôrmas e escoramentos	35
9.0 Corpo de funcionários	35
9.1 Funcionários administrativos	35
9.2. Mão-de-obra especializada	35
10.0 Considerações finais	36
11.0 Referências bibliográficas	37
Anexos	38

SUMÁRIO DE FOTOS, TABELAS E FIGURAS

FOTOS

Foto 1 – Detalhe da laje nervurada	15
Foto 2 – Armação e distribuição das ferragens na laje	16
Foto 3 – Detalhe do encontro do pilar com a laje	17
Foto 4 – Detalhe da armadura de combate ao efeito de punção	17
Foto 5 – Detalhe da armadura de um dos pilares do edifício	19
Foto 6 – Detalhe da armação de uma das escadas do edifício	20
Foto 7 – Bombeamento do concreto dosado em central	22
Foto 8 – Conferências das ferragens pelo presente estagiário	24
Foto 9 – Fabricação do concreto na própria obra	27
Foto 10 – Adensamento do concreto na laje do pavimento 07	33

TABELAS

Tabela 1 – Dados referentes ao projeto arquitetônico	11
Tabela 2 – Dimensões dos pilares do pavimento tipo	18
Tabela 3 – Resistência característica à compressão do concreto	34

FIGURA

Figura 1 – Detalhe das juntas de concretagem	25
--	----

1.0. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho relata as atividades referentes ao estágio supervisionado curricular obrigatório do aluno **RAFAEL ARRUDA DE MATTOS**, regularmente matriculado no curso de Engenharia Civil, no período 2003.1, do Centro de Ciências e Tecnologia, na **Universidade Federal de Campina Grande**.

O estágio foi realizado durante o período de **28/04/2003 até 15/08/2003**, totalizando **316 horas**, cumprido integralmente em todas as suas prerrogativas.

2.0. INTRODUÇÃO

Este relatório visa apresentar as experiências de aprendizado realizadas durante o estágio curricular obrigatório do aluno de Engenharia Civil: Rafael Arruda de Mattos, realizado durante o período de 28/04/2003 à 15/08/2003.

O estágio foi cumprido em todas as suas prerrogativas no Condomínio Castelo da Prata, localizado à rua Capitão João Alves de Lira 1107, no bairro da Prata na cidade de Campina Grande – PB.

Durante todo o tempo de estágio teve-se a orientação do Profº José Bezerra da Silva, professor membro da Área de Estruturas, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande. Contou-se ainda com a orientação na obra do Engº Gustavo Tibério Almeida Cavalcanti, engenheiro responsável pela mesma.

O estágio curricular obrigatório visa aprimorar e lapidar os conhecimentos teóricos fornecidos durante todo o curso de graduação em Engenharia Civil, já que fornece ao graduando a oportunidade de presenciar as diversas situações práticas que acontecem diariamente na construção civil, e via de regra desenvolver o senso crítico do mesmo, em circunstâncias não abordadas em sala de aula. Além de tratar com os conhecimentos teóricos e práticos o estagiário vai se deparar com situações em que vai precisar trabalhar em equipe, ou seja, vai melhorar o seu relacionamento interpessoal.

O condomínio Residencial castelo da Prata trata-se de uma obra de grande porte, possuindo 29 pavimentos tipo e duas coberturas, sendo um apartamento por andar, dois pavimentos para a garagem (térreo e subsolo), hall de entrada e mezanino para alojar porteiros e manobristas, além de amplo estacionamento para visitas, salão de festas e de jogos, auditório, sauna , piscina e quadra de esportes . Por se tratar de um empreendimento de grande vulto emprega uma tecnologia ainda pouca utilizada na nossa região, fazendo com que o estagiário se depare com coisas novas e enriquecedoras para o seu aprendizado, além do mais importante, o estágio vai permitir que o aluno melhore sua auto-estima, e o seu comportamento no mercado.

3.0. OBJETIVOS:

O estagiário tem como objetivos a serem alcançados no desempenho das suas tarefas:

- Sentir na prática todas as responsabilidades que se faz presente no cotidiano de um profissional de engenharia, não só no que diz respeito propriamente a toda teoria vista durante a sua vida acadêmica, mas sim, com as decisões e variantes que são ocorrem durante o dia-a-dia.
- Acompanhar diariamente o cronograma da obra e todas as suas atualizações, se familiarizando com todas as atividades desempenhadas na obra.
- Observar o levantamento dos quantitativos dos materiais necessários.
- Observar as compras de insumos, bem como o controle de estoque dos mesmos.
- Efetuar o controle de medições realizadas com vistas a aprimorar as atividades supracitadas.
- Acompanhar e fiscalizar todas as atividades que compõem o cotidiano da obra, bem como, controle tecnológico do concreto e argamassa fabricados "in-loco", fiscalização da montagem e armação da superestrutura.
- Acompanhar e fiscalizar se todas as normas de segurança estão sendo aplicadas.
- Acompanhar e fazer com que as produções dos operários estejam de acordo com o cronograma estipulado, não deixando que o trabalho se

torne improdutivo, mas sem fazer do mesmo uma atividade extremamente cansativa e estressante.

O cumprimento dos objetivos acima trará ao aluno imensuráveis ganhos a sua formação acadêmica e a sua formação como pessoa, já que será inserido num ambiente de trabalho real.

4.0. O EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL CASTELO DA PRATA.

O Residencial Castelo da Prata é referência para Campina Grande, pois se trata de um mega-empreendimento que veio para dar segurança e conforto para trinta famílias.

A “Torre”, que é como o residencial está sendo chamado, vai marcar verticalmente a sua posição na cidade. Lazer, ginástica e esporte serão atividades desenvolvidas nos 3.880 m² de terreno. Há, ainda, sala para reuniões, um pequeno auditório, salão de festas e dependências que integram os 1.135 m² de área já construída. A área ocupada pela torre corresponde a 9,35% da área total do terreno.

A torre propiciará as famílias que desfrutem de uma vista panorâmica do altiplano da Borborema, além do conforto dos apartamentos cuja planta básica com quatro suítes, salas escritórios e dependências de serviço que poderão ser adaptados às necessidades de cada família.

Servem à “Torre” elevadores codificados, sendo dois sociais (com um panorâmico) e um de serviço. Um gerador de emergência é acionado automaticamente em caso de falta de energia elétrica. O edifício conta ainda com estacionamento para visitantes, antena coletiva, poço artesiano, acesso à internet, além de sistema de segurança integrado.

5.0. DADOS REFERENTES AO PROJETO ARQUITETÔNICO:

5.1. ÁREAS

A torre possui 34 pavimentos, sendo dois de garagem, um de acesso (térreo), 29 tipos e dois de cobertura. A área total de construção é de 14.728,29 m².

Os apartamentos tipos possuem 363,65 m² de área útil e dispõem de quatro vagas na garagem com depósitos individuais.

A seguir será mostrada uma tabela de áreas para melhor entendimento sobre todo o projeto.

TABELA 1 – Áreas referentes ao projeto.

Pavimento/Áreas	Comum Existente	Comum Projetada	Privativa Projetada	Total	Vagas
Subsolo	-	453,68	672,72	1.126,40	63
Semi-enterrado	-	404,53	645,66	1.050,19	59
Térreo	763,63	412,25	-	1.175,88	Visitantes
Mezanino	371,08	77,84	-	448,92	-
Tipo	-	31,90x29= 925,10	363,35x29=10.537,15	11.462,25	-
Cobertura	-	63,80	534,85	599,65	-
Total	1.134,71	2.337,20	12.391,38	15.863,29	122

5.2. LOCALIZAÇÃO DAS FACHADAS

Norte	Rua Capitão João Alves de Lira
Sul	Rua Rodrigues Alves
Leste	Edificações já construídas
Oeste	Edificações já construídas

5.3. PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico é de responsabilidade do arquiteto Carlos Alberto Melo de Almeida em associação com a JCL (Jerônimo Cunha Lima Arquitetos).

Durante o período de estágio foram analisados sempre que possível às plantas de arquitetura procurando solidificar os conhecimentos obtidos durante a graduação. Quando da análise das plantas foram observados detalhes como: insolação, ventilação, divisão e localização dos cômodos. Procurou-se entender o sentido de praticidade e funcionalidade, e a importância destes requisitos sobre a distribuição dos ambientes.

6.0. CANTEIRO DE OBRAS

O canteiro de obras se constitui dos espaços e instalações que vão dar suporte ao andamento harmonioso da obra. Deve ser estrategicamente localizado para que não atrapalhe o processo produtivo e deve possuir um barracão que possa oferecer condições adequadas de estocagem de produtos perecíveis, e segurança para os materiais e ferramentas que compõem o dia-a-dia, além de ser o lugar em que se vai instalar a administração da obra.

O barracão deve ser construído de maneira que ao final da obra possa ser removido, ou seja, pode ser construído de alvenaria ou de madeira.

Além do barracão o canteiro deve possuir espaços para a dobradura de aços; corte de madeiras; fabricação de concreto e argamassas "in-loco"; estocagem de brita, areia, cal; caixas d'água e qualquer outro insumo que porventura apareça no processo construtivo.

Na obra em questão o canteiro oferece amplas condições de trabalhabilidade, já que foi utilizado espaço no próprio edifício para a sua instalação. No primeiro subsolo estão localizados os espaços para dobradura de aços e corte de madeira, além do espaço para estocagem de areia e brita. No primeiro sub-solo ainda foi construído um barracão para estocagem de cimento e cal, já que os mesmos necessitam de um bom acondicionamento, pois se tratam de produtos perecíveis. Como é de boa norma os sacos de cimento devem se acondicionados a uma altura

de pelo menos 10 cm acima do solo, para que a umidade não penetre nos sacos ocasionando a petrificação do mesmo. Os sacos devem ser colocados em pilhas de no máximo 20 sacos para não causar um excesso de peso que também irá prejudicar as características originais do mesmo.

Ainda no primeiro sub-solo está localizada a betoneira para fabricação de concreto. A betoneira se localiza perto do elevador de serviço, também chamado de “prancha” pelos operários e a sua localização foi estrategicamente definida para agilizar o processo de produção do mesmo.

No segundo sub-solo, está localizado o almoxarifado, cozinha e quarto para os operários residentes, além das instalações sanitárias. Tudo construído onde futuramente será o 2º pavimento de garagem.

No andar térreo foi construída uma sala para a administração oferecendo todas as condições para o trabalho do engenheiro residente e uma secretária.

7.0. A ESTRUTURA DO EDIFÍCIO:

7.1. APRESENTAÇÃO

Uma construção tem como exigência primordial suportar todos os esforços produzidos pelo peso próprio, peso dos seus ocupantes, ventos e sobrecargas.

Esses esforços são suportados por um conjunto formado por lajes, vigas e pilares, que formarão o esqueleto de sustentação da construção.

O edifício Castelo da Prata está sendo construído com um tipo especial de laje, chamada laje nervurada. Este tipo de laje fornece uma maior rigidez, permitindo a cobertura de grandes vãos, o que vai propiciar uma melhor utilização dos mesmos.

Os pilares vão sustentar as cargas transmitidas pelas lajes, mais o seu próprio peso, acumulados a cada pavimento e transmiti-las as fundações que por sua vez vai repassa-las para o solo.

7.2. FUNDAÇÕES

As fundações no caso da “Torre” foram executadas sob a forma de sapatas, já que o terreno onde a construção se localiza apresenta uma formação rochosa a uma profundidade.

Esta formação rochosa, seja de rochas fraturadas, seja de rocha sã, fornecem uma boa pressão admissível, ou seja, resistência admissível do solo. Estas pressões podem ser estimadas numa faixa de 25 kg/cm² a 100 kg/cm² (ver Aderson Moreira da Rocha, Concreto Armado, Vol. II, pg 214, item 6.1.7.) , portanto, um terreno ótimo para o grau de solicitação que uma edificação com 34 pavimentos necessita.

As sapatas foram executadas numa profundidade em que se alcançou a rocha, sobre um concreto magro de regularização de 8 cm de espessura, armada com uma grelha de aço CA 50-A.

Estas informações foram repassadas pelo engenheiro residente da obra, já que na época de execução o presente estagiário ainda não teria iniciado os seus trabalhos.

7.3. LAJES

“Para suportar as cargas verticais transmitidas a um plano horizontal (piso dos edifícios), empregando como material o concreto armado, executa-se uma placa deste material monolítico, a qual tem a denominação de *laje*” (Concreto Armado – ROCHA.Aderson Moreira).

“As exigências da arquitetura moderna conduzem comumente ao emprego do chamado “teto liso”, constituído por lajes vencendo grandes vãos.” (Concreto Armado – ROCHA.Aderson Moreira).

Atualmente a arquitetura tem exigido em seus projetos painéis de lajes com vãos muito grandes e constantes modificações nos pavimentos das edificações, principalmente as residenciais. Para este tipo de situação a laje nervurada se encaixa muito bem, pois a mesma possui uma altura muito grande, aumentando consideravelmente a sua rigidez. Por estas razões que se optou na “Torre” por este tipo de laje.

O residencial Castelo da Prata apresenta o projeto de dois pavimentos tipos, mas como está sendo construído no sistema condominial, os proprietários podem, a qualquer hora, modificar o projeto original.

A laje da "Torre" possui espaçamento de 40 cm entre nervuras, de acordo com a norma brasileira, que prevê o cálculo da laje nervurada como maciça. As espessuras das nervuras são de 4 cm, a espessura da mesa de 15 cm, e a laje possui uma altura de 40 cm. A foto abaixo mostra melhor a laje.

Foto 1: Detalhe da laje nervurada



A laje é armada com fôrmas quadradas de fibra de vidro, com 40 x 40 cm, chamadas na obra de "cambotas", sobre trilhos distantes 40 cm entre si, ou seja, a largura das cambotas.

O escoramento é feito com "estroncas" metálicas distantes entre si cerca de um metro como é de boa norma para este tipo de laje.

A laje, portanto, é calculada como maciça, com a diferença que a armadura positiva está distribuída entre as nervuras. A armadura negativa é distribuída normalmente sobre as cambotas (fôrmas para moldagem da laje) com mostra a foto abaixo.

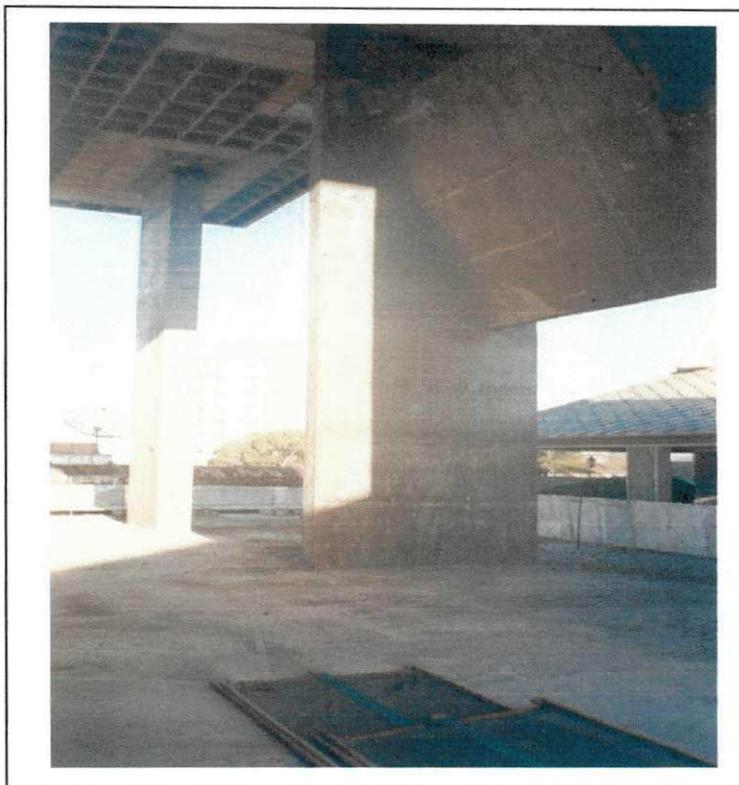
Foto 2: Armação e distribuição das ferragens na laje.



“No encontro da laje com os pilares, a mesma se transforma em laje maciça, com uma densa armadura, para combater o efeito de “punção”. A punção é um esforço concentrado em uma área muito pequena de uma placa.” (Concreto Armado – ROCHA.Aderson Moreira).

A punção se dá devido à tendência que o pilar tem de “rasgar” a laje, por ação do esforço cortante. A norma manda que a tensão máxima de cisalhamento devido à punção se calcula distribuindo a carga concentrada em um contorno C' paralelo ao contorno C da área aplicada e distante $d/2$ sendo d a altura útil da laje. Por estas razões a laje se torna maciça no contorno dos pilares. A foto abaixo ilustra esta situação.

Foto 3: Detalhe do encontro do pilar com a laje.



A foto seguinte mostra a densa armadura para combater o efeito de punção.

Foto 4: Detalhe da armadura de combate ao efeito de punção.



Cada laje consumiu cerca de 662 sacos de cimento, 60 m³ de areia e 60 m³ de brita.

7.4. PILARES

“Para transmitir as cargas de cada pavimento ao solo, dispõe-se de apoios verticais denominados *pilares*” . (Concreto Armado – ROCHA.Aderson Moreira).

Os pilares da “Torre” estão dispostos segundo a planta de locação da figura 1 em anexo:

Como se trata de uma obra de grandes dimensões, os pilares se tornam muito grandes, com alguns tomando a dimensão de viga-parede, ou seja, a relação entre a maior e a menor dimensão seja maior do que quatro, segundo a norma brasileira.

A planta de pilares do pavimento tipo, com o posicionamento dos mesmos na laje segue em anexo.

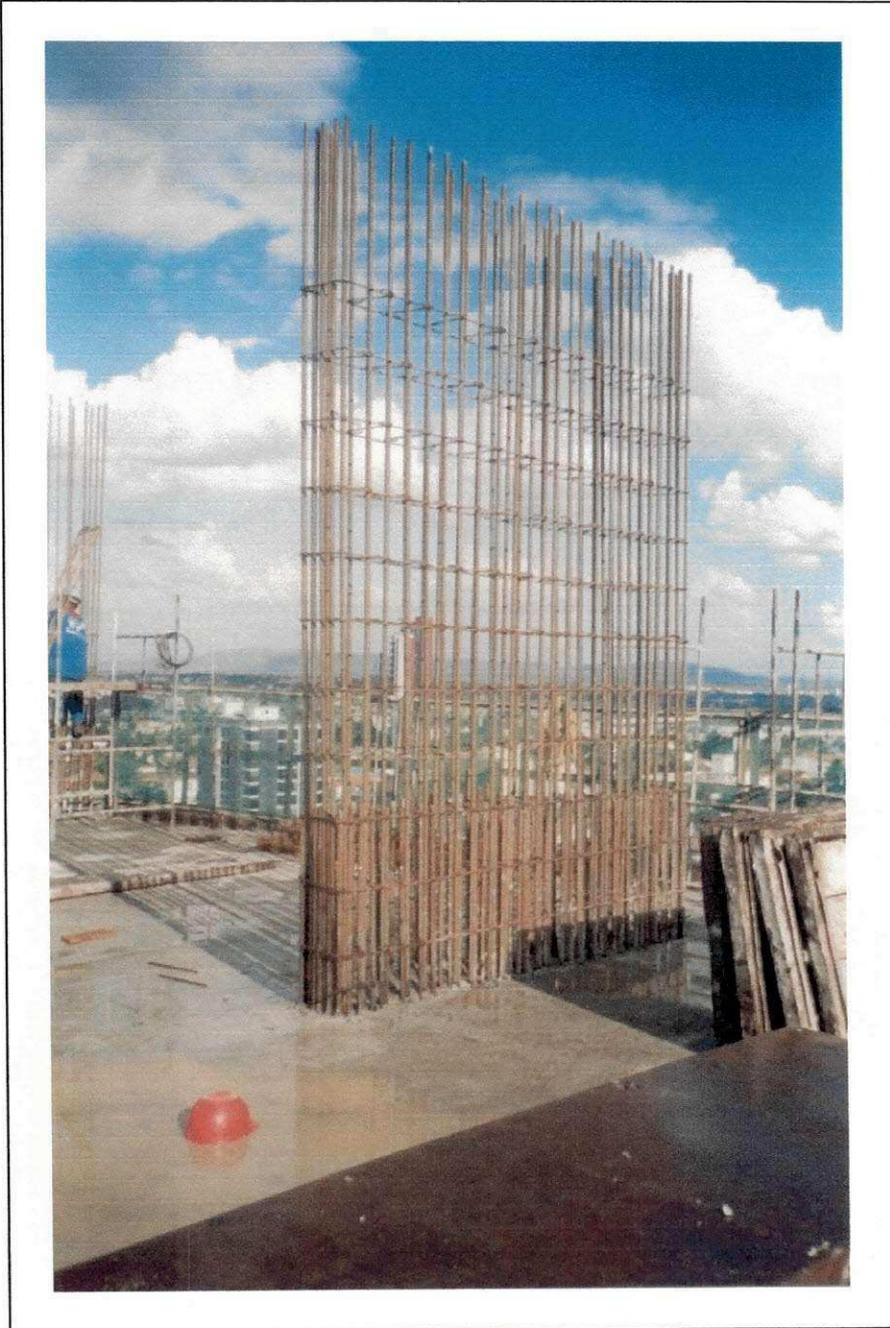
Os pilares do pavimento tipo possuem as seguintes dimensões:

TABELA 2 – Dimensões dos Pilares do pavimento tipo.

PILAR	DIMENSÃO (cm)
P9	600 X 40
P10	600 X 40
P12	135 X 35
P14	295 X 35
P15	70 X 120
P16	20 X 210
P17	20 X 210
P19	295 X 35
P20	75 X 100
P22(poço do elevador)	455 X 205
P23	20 X 240
P24	60 X 220
P25	60 X 220

A foto abaixo ilustra a armação de um dos pilares “Torre”.

Foto 5: Detalhe da armadura de um dos pilares do edifício.



7.5. ESCADAS

As escadas que compõem o edifício são do tipo um U, com patamar. São totalmente de concreto, não só as lajes, como também os degraus, por uma questão prática, já que a mesma pode ser concretada até juntamente com laje do pavimento imediatamente superior.

As escadas são do tipo longitudinais, ou seja, são dimensionadas como uma laje bi-apoiada, com armadura longitudinal como ilustra a foto abaixo.

Foto 6: Detalhe da armação de uma das escadas do edifício.



8.0. CONCRETAGEM

8.1. O CONCRETO

O concreto utilizado para a concretagem de todas as peças estruturais da “Torre” deve possuir um f_{ck} de 30 MPa, de acordo com as especificações do projeto estrutural.

A primeira parte do presente estágio, toda a concretagem da obra foi executado com o concreto dosado em fornecido pela Supermix.

A segunda parte do estágio a concretagem passou a ser executado com concreto fabricado "in loco", por razões econômicas e por um melhor cumprimento do cronograma estabelecido.

8.2. CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

O concreto é um dos materiais mais utilizados em nosso país e em todo o mundo.

A busca constante da qualidade, a necessidade da redução de custos e a racionalização dos canteiros de obras fazem com que o concreto dosado em central seja cada vez mais utilizado.

Entre as vantagens de se aplicar o concreto dosado em central, destacam-se:

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

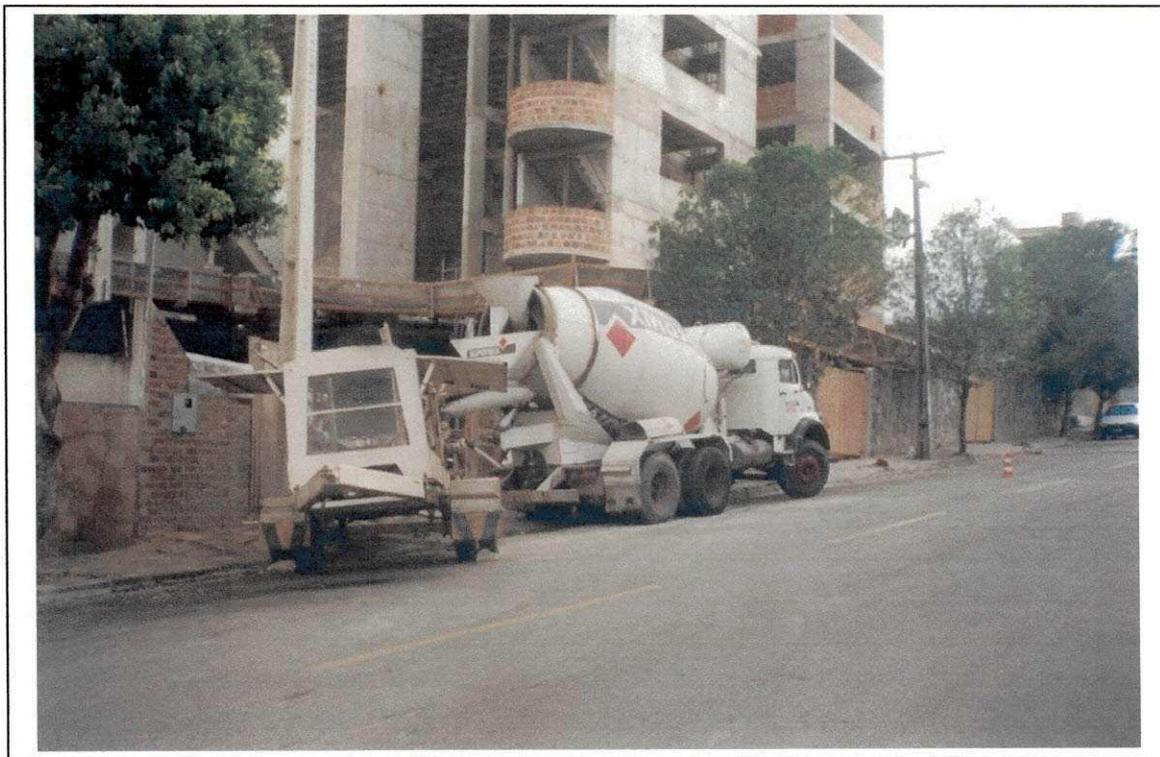
A partir do f_{ck} estabelecido pelo projetista, foi pedido a Supermix um concreto com as seguintes características:

- $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$;
- Consumo de cimento por m^3 CP II Z 32 = 412 kg;
- Consumo de areia lavada por $\text{m}^3 = 0,586 \text{ m}^3$;

- Consumo de brita B19 por $m^3 = 0,304 m^3$;
- Consumo de brita B25 por $m^3 = 0,459 m^3$;
- Aditivo retardador de pega 722 – CB = $824 ml/m^3$;
- Aditivo plastificante 75 – RX = $402 ml/m^3$;
- Abatimento = $(10 \pm 1) cm$;

A foto abaixo ilustra o bombeamento do concreto usinado.

Foto 7: Bombeamento do concreto dosado em central.



8.3. PLANO DE CONCRETAGEM

Para assegurar a qualidade da peça a ser concretada deve-se tomar um conjunto de medidas antes do lançamento do concreto. A seguir será apresentado um algoritmo das medidas que foram tomadas para o sucesso da concretagem:

8.3.1. Fôrmas e Escoramentos

- Conferiram-se as dimensões baseadas no projeto;
- Verificou-se a capacidade de suporte e de deformação das formas provocadas pelo peso próprio do concreto, ou seja, tirou-se a “contra-flecha”, que é a linguagem mais utilizada na prática;
- Verificou-se a estanqueidade das formas para se evitar a fuga da nata;
- Verificou-se o intertravamento das fôrmas para evitar-se deslocamentos durante o lançamento e a vibração do concreto;
- Limpam-se as fôrmas e aplicou-se o desmoldante, que no caso em questão foi óleo diesel;

8.3.2. Armaduras

- Conferiu-se todas as bitolas, quantidade e dimensões das barras baseadas no projeto;
- Conferiu-se o posicionamento das armaduras nas fôrmas de acordo com o projeto;
- Verificou-se o cobrimento das armaduras (“cocadas”/ espaçadores) especificados no projeto; (observou-se que as “cocadas” eram pré-fabricadas na própria obra, de argamassa com a mesma relação a/c do concreto, a fim de garantir homogeneidade durante a concretagem da peça.)
- Limpam-se as armaduras a fim de se garantir a aderência do concreto;

A próxima foto mostra a conferência das armaduras pelo presente estagiário:

Foto 8: Conferência das ferragens pelo presente estagiário.



8.3.3. Planejamento dos Operários e Ferramentas de Suporte

Para se garantir uma boa produtividade deve-se dimensionar a equipe envolvida nas operações de lançamento, adensamento e cura, quando se tratava de concreto usinado, e, produção, transporte, lançamento, adensamento e cura, quando se tratar de concreto fabricado in-loco.

8.3.3.1. Planejamento para o concreto usinado

O fornecimento do concreto usinado era feito pela concreteira Supermix, em caminhões com capacidade para 6 m³.

Em se tratando da concretagem da laje, que possuía um volume de 83 m³ de concreto, se faziam necessários 14 caminhões para o enchimento total. Portanto a necessidade de se programar um dia inteiro para a concretagem, ou seja,

começava-se de manhã cedo, aproveitando-se que todos os operários se faziam descansados, no ponto alto de suas produtividades.

Para o concreto usinado a mobilização de operários não era tão grande. Contava-se então com: 1 servente para a mangueira, 2 serventes para o espalhamento, 2 serventes para o adensamento (feito com vibradores de imersão) e 1 servente para o nivelamento.

Ocorria que vez ou outra apareciam alguns transtornos que terminavam por atrapalhar a concretagem, tais como: A bomba do “bomba-lança” quebrava; havia um atraso no fornecimento por parte da concreteira. Por isso incluiu-se um planejamento para possíveis interrupções, como: juntas de concretagem e encontro dos pilares. Observou-se que as juntas de concretagem estavam de acordo com a boa norma, num plano de 45° com a horizontal e com barras de aço durante toda a sua extensão para evitar-se fissuração por retrações plásticas. O desenho abaixo esquematiza as juntas.

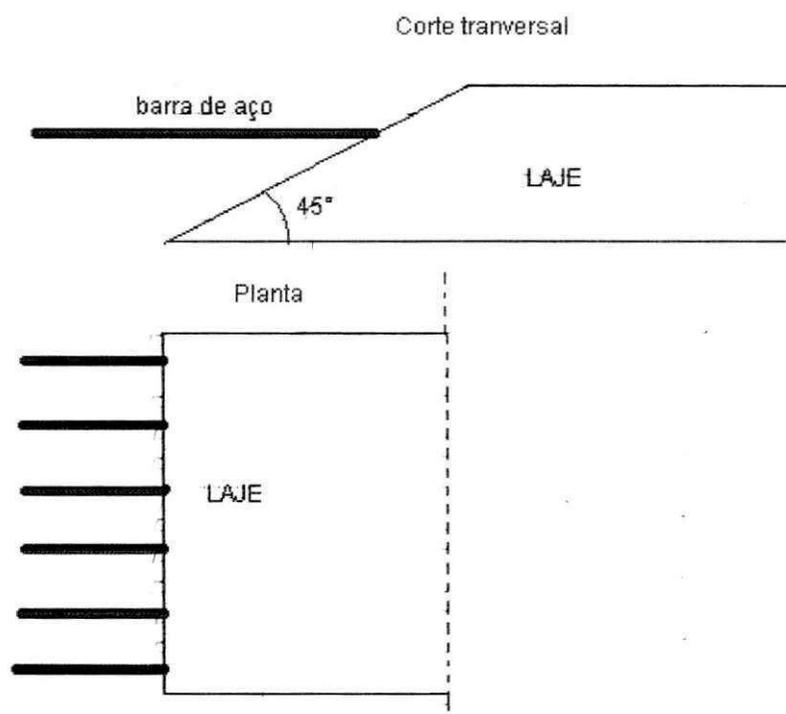


Figura 1: Detalhe das juntas de concretagem

8.3.3.2. Planejamento para concreto fabricado in-loco.

O concreto fabricado in-loco possui o mesmo f_{ck} do usinado, ou seja, 30 MPa. Para o alcance desta resistência característica o concreto foi dosado no traço 1: 2: 2 (cimento, areia e brita 19), com um fator água/cimento igual a 0,5 sendo o cimento em massa, com consumo de 450 kg/m³, com areia e a brita em volume (1 carrinho de mão de 40 litros). A partir das especificações para o concreto, achou os seguintes consumos para uma betonada: 1 saco de cimento, 40 litros de areia (o correspondente a um carrinho de mão), 40 litros de brita e 18 litros de água.

Para a confecção usou-se uma betoneira com capacidade de 600 litros. Para o transporte utilizou-se carrinhos, também chamados de jericas e o elevador para alcançar a altura de concretagem.

A equipe de operários foi dimensionada de forma a alcançar uma alta produtividade e rapidez, já que esta forma de concretagem demanda de grandes tempos, em torno de cinco dias para a finalização da mesma laje de 80 m³ já mencionada anteriormente. Trabalhavam portanto: 1 servente comandando a betoneira, ou seja, despejando e mexendo os materiais; 2 serventes para carregar a betoneira com brita e areia; 2 serventes para transportar as jericas carregadas até o elevador; 2 serventes para retirar e transportar o concreto até o ponto de lançamento; 1 servente para espalhar; 2 serventes fazendo o adensamento com vibradores de imersão e 1 servente nivelando a laje; totalizando uma equipe de 11 operários.

A produtividade era em torno de 16 m³ por dia, tornando, mais do que nunca importante, as juntas de concretagem descritas no sub-item anterior.

A foto abaixo ilustra o concreto sendo fabricado na própria obra:

Foto 9: Fabricação do concreto na própria obra.



8.3.4. CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

8.3.4.1. Controle do recebimento do concreto dosado em central (Usinado)

Para o controle tecnológico do concreto dosado em central deve-se observar alguns etapas para a garantia de um bom composto:

1. Recebimento do concreto:

Com a chegada do caminhão deve-se verificar se o produto está sendo entregue de acordo com o pedido, conferindo-se no documento de entrega:

- *Volume de concreto;*
- *Abatimento (slump-test);*

- *Resistência à característica a compressão do concreto (f_{ck}); ou consumo de cimento/ m^3 ;*
- *Aditivo, quando solicitado;*

Antes da descarga do caminhão betoneira deve-se ainda avaliar se a quantidade de água existente no concreto está compatível com as especificações, não havendo falta ou excesso de água. A falta de água dificulta a aplicação do concreto, criando nichos de concretagem. Por sua vez, o excesso de água, embora facilite a aplicação do concreto, diminui consideravelmente sua resistência.

2. Ensaio de abatimento (slump-test)

A simplicidade deste ensaio o consagrou como o principal controle de recebimento do concreto na obra. Embora limitado, expressa a trabalhabilidade do concreto através de um único parâmetro (abatimento). O presente estagiário realizou um ensaio de acordo com as seguintes etapas:

- *Coletou-se uma amostra de concreto depois de descarregar 0,5 m^3 de concreto do caminhão, em um volume aproximado de 30 litros, como manda a norma;*
- *Colocou-se o cone sobre a placa metálica bem nivelada e apoiaram-se os pés sobre as abas inferiores do cone;*
- *Preencheu-se o cone com 3 camadas iguais e aplicaram-se 25 golpes uniformemente distribuídos em cada camada;*
- *Adensou-se a camada junto à base, de forma que a haste de socamento penetre em toda a espessura. No adensamento das camadas restante, a haste deve penetrar até ser atingida a camada anterior adjacente;*
- *Após a compactação da última camada, retirou-se o excesso de concreto e alisou-se a superfície com uma régua metálica;*
- *Retirou-se o cone içando-o com cuidado na direção vertical;*

- *Colocou-se a haste sobre o cone invertido e mediu-se a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto, adquirindo-se assim o valor do abatimento.*

O resultado obtido do ensaio de abatimento realizado com sucesso pelo presente estagiário foi de (10 ± 1) cm, de acordo com a solicitação à concreteira.

8.3.4.2. Controle tecnológico dos materiais para o concreto fabricado na própria obra

O controle tecnológico do concreto constitui em um conjunto de operações necessárias para a verificação das condições referentes aos materiais empregados na fabricação do concreto.

- Cimento

O cimento a ser empregado deve se apresentar em estado pulverulento. Caso sejam observados grãos maiores, isto indica que o cimento já se apresenta hidratado (conhecido no meio da construção, como cimento pedrado) neste caso deve-se rejeitar inicialmente o seu uso nos concretos estruturais e proceder aos ensaios preconizados pela ABNT. Em função dos resultados, aceita-se ou rejeita-se o lote.

Algumas recomendações devem ser dotadas de modo que o cimento se apresente sempre em forma de uso.

- Utilizar o cimento em ordem cronológica. Novos lotes devem ser separados dos existentes utilizando-se, sempre os lotes (cimentos) anteriores;
- O armazenamento dos sacos de cimento deve ser em estrados de madeira, distantes 30 cm do piso e das paredes, em ambiente fechado;
- Os lotes devem ser constituídos de 10 sacos. Caso o lote seja armazenado por um tempo inferior a 15 dias, o lote poderá ser constituído de 15 sacos;
- Não se deve utilizar marcas nem tipos de cimentos diferentes.

Utilizou-se na obra os cimentos CP II – F – 32 e CP II – Z – 32.

- Agregados

Os lotes de agregados (miúdo e graúdos) devem ser estocados distantes dos outros de modo que não ocorram misturas.

Devem ser observados a “limpeza/pureza” dos agregados. Estes não devem apresentar materiais pulverulentos e torrões de argila, raízes, etc. Caso seja detectada presença de torrões de argila e materiais pulverulentos estes agregados deverão ser submetidos a ensaios e, em função dos resultados, aceitos ou rejeitados.

- Aço

Sempre que possível, submeter às amostras de aços empregados (as diversas bitolas) aos ensaios de tração e dobramento, de acordo com a ABNT.

Na obra utilizou-se o aço CA 50A fornecido pela Gerdau.

- Água de amassamento

Normalmente as águas fornecidas pelas empresas de abastecimento d'água são usadas sem nenhum inconveniente na fabricação de concreto. No entanto, em obras, normalmente distantes dos centros, muitas vezes não se dispõe desta água. Neste caso, torna-se necessário submeter esta água a ensaios químicos.

A água utilizada pela obra era a mesma distribuída para a população, portanto potável, sem restrições quanto a sua utilização.

8.3.4.3. Amostragem do concreto (Para o concreto usinado e fabricado na própria obra)

Depois do concreto ser aceito por meio do ensaio de abatimento (no caso do concreto usinado) e ao tempo de fabricação (no caso do concreto fabricado in-loco),

deve-se coletar uma amostra que seja representativa para o ensaio de resistência que também deve seguir as especificações da norma brasileira:

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

A moldagem deve respeitar as seguintes orientações:

- Preencher os moldes cilíndricos (150 mm x 300 mm) em quatro camadas iguais e sucessivas, aplicando 30 golpes em cada camada, distribuídos uniformemente. A última conterá um excesso de concreto que deve ser retirado com a régua metálica;
- Deixar os corpos-de-prova nos moldes, sem sofrer perturbações e em temperatura ambiente por 24 horas;
- Após este período deve-se identificar os corpos-de-prova e transferi-los para o laboratório, onde serão rompidos para atestar sua resistência.

8.3.4.4. Lançamento do concreto:

Na concretagem, quando do lançamento do concreto, o presente estagiário procurou respeitar os seguintes cuidados:

- Procurar lançar o concreto o mais próximo possível da sua posição final;
- Não deixar acumular concreto em determinados pontos da fôrma;
- Evitar a segregação e o acúmulo de água na superfície do concreto;

- Lançar em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades para o centro das fôrmas;
- A nova camada deve ser lançada antes do início de pega da camada inferior;
- A altura do lançamento não deve ser superior a 2 m. Para alturas de lançamento elevadas sem acesso lateral (janelas), utilizar calhas e funis.
- Procurar que o transporte interno do concreto com carrinhos ou jericas a 60 m, tendo em vista a segregação e a perda de consistência.
- Começar a concretagem pela parte mais distante do local de recebimento do concreto.

8.3.4.5. Adensamento do concreto

Quando do adensamento o presente estagiário procurou orientar os operários para seguir cuidadosamente as seguintes orientações, visando um adensamento sem problemas.

- Evitar, tanto a falta, quanto o excesso de vibração;
- Determinar a altura das camadas em função do equipamento utilizado;
- Fazer com que o vibrador de imersão penetrasse cerca de 5 cm na camada inferior;
- Evitar o adensamento a menos de 10 cm da parede das fôrmas devido ao aparecimento de bolhas de ar perda de argamassa;
- Evitar que o vibrador tocasse as armaduras para que não haja deslocamento das mesmas;

A próxima foto ilustra o adensamento do concreto da laje do andar tipo 07:

Foto 10: Adensamento do concreto na laje do pavimento 07.



8.3.4.6. Cura do concreto

A cura do concreto é uma etapa importante da concretagem pois evita a evaporação prematura da água e fissuras no concreto. Após o início do endurecimento, o concreto continua a ganhar resistência, mas para que isso ocorra de forma satisfatória, o estagiário procurou observar os seguintes cuidados:

- Iniciar a cura tão logo a superfície concretada tenha resistência à ação da água (algumas horas) estendendo por no mínimo, 7 dias;
- Manter o concreto saturado até que os espaços ocupados pela água sejam então ocupados pelos produtos de hidratação do cimento;
- Mantendo um processo contínuo de cura, tais como: molhagem das fôrmas, aspersão, recobrimento (areia, serragem, terra), impermeabilização superficial, submersão, cura a vapor.

A adoção do processo correto de cura, pelo menos em obras locais, ainda contém alguma resistência, devido a necessidade de se trabalhar algum tempo após

a concretagem, ou seja, existe uma movimentação contínua sobre a laje, dificultando os processos.

8.3.4.7. Controle da resistência à compressão do concreto

O controle da resistência a compressão do concreto da “Torre” era feita de forma estatística, rompendo-se os corpos-de-prova moldados no local da obra em laboratório (Atecel). Após a ruptura aos 28 dias dos corpos-de-prova e de posse dos resultados, inicia-se o controle sistemático, recomendado para f_{ck} 's maiores ou iguais a 16 MPa, que é o caso da “Torre”.

O presente estagiário teve a oportunidade de acompanhar a moldagem e o rompimento dos corpos-de-prova referentes ao 8º pavimento. Com os resultados em mão o presente estagiário fez o controle sistemático, para saber-se então se o concreto atingiria a resistência especificada pelo projetista, no caso, 30 MPa.

Tabela 3 – Resistência característica à compressão do concreto

Corpo-de-prova	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)
01	35
02	33
03	34
04	35
05	34

Segundo a norma NBR 12655, item 5.6.2.2.: “O valor estimado da resistência característica é dada por”:

$f_{ck,est} = f_1$ para $n < 20$ e $f_{ck,est} = f_i$ para $n \geq 20$, onde $i = 1 + 0,05.n$, adotando-se a parte inteira” onde $n =$ número de exemplares.”

Ordenando-se os corpos-de-prova, segundo a norma, tem-se:

$33 = 33 < 34 = 34 < 35 = 35$, portanto o $f_{ck,est} = 33 \text{ MPa}$, a estrutura é aceita automaticamente sem problemas.

O controle é importante como testemunho da segurança da estrutura que será futuramente utilizada.

8.3.4.8. Retirada das fôrmas e escoramentos

A retirada das fôrmas deve ser feita quando o concreto se achar suficientemente endurecido. Exceto no caso de concreto com altas resistências iniciais (ARI), a retirada das fôrmas da “Torre” seguia rigorosamente a norma:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores: Deixando os pontaletes (estroncas) devidamente encunhados e espaçados: 14 dias;
- Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias.

9.0. CORPO DE FUNCIONÁRIOS

9.1. FUNCIONÁRIOS ADMINISTRATIVOS

Além do engenheiro responsável pela obra e administração do condomínio, Gustavo Tibério Cavalcanti, a obra possui ainda:

- 1 engenheiro residente;
- 1 secretária geral;

9.2. MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA

A mão-de-obra especializada é composta dos seguintes funcionários:

- 2 mestres de obra;
- 2 soldadores;
- 1 pedreiro;
- 1 carpinteiro;
- 2 ferreiros;
- 11 serventes;

10.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar como de enorme proveito o estágio realizado no edifício Residencial Castelo da Prata.

Ao fim do referido tempo de estágio, procurou-se atentar para todos os problemas e soluções que compõem a vida de um engenheiro. O acompanhamento de um empreendimento deste porte forneceu uma grande chance de aprendizado, pois o estagiário se deparou com inúmeras situações técnicas que atualmente a escola de engenharia não fornece aos seus estudantes.

A estrutura do edifício é uma das mais modernas da região, oferecendo um grande know-how para quem se faz presente diariamente acompanhando as etapas construtivas desde a fundação, passando pelas lajes, pilares, escadas, poços de elevadores além, das atividades intermediárias que amarram o processo produtivo.

Procurou-se durante o cumprimento de todo estágio estreitar relações, tanto humanas, como técnicas, aliando os conhecimentos obtidos em sala de aula com a prática do dia-dia de uma obra, engrandecendo de maneira voluptuosa o caráter profissional do estagiário em questão, que dentro de pouco tempo será posto a prova, mas não como na escola, em sim, sem o direito de errar.

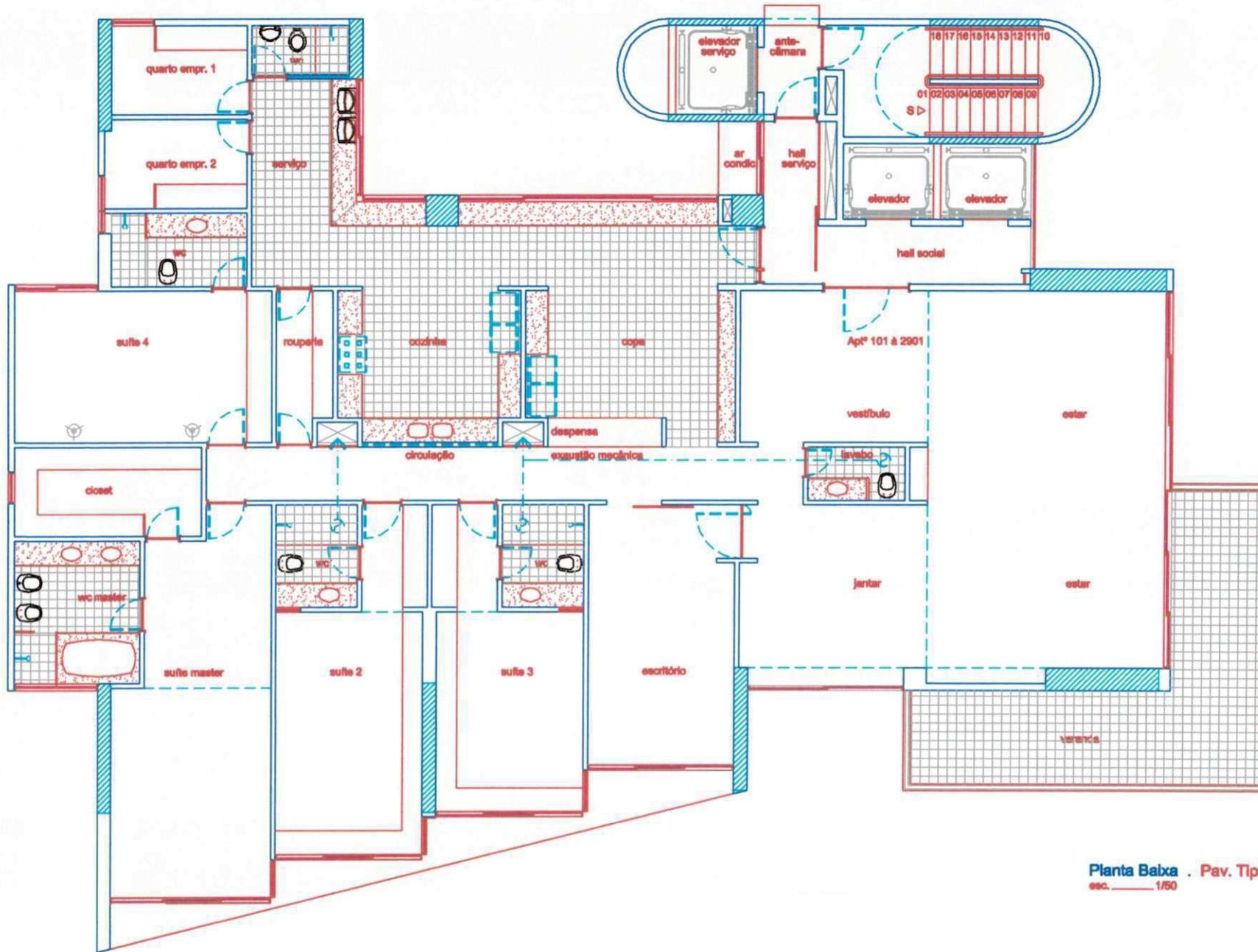
11.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROCHA – Aderson Moreira. Concreto Armado; Vols. I, II, III, IV – São Paulo:Nobel, 1985 – 1999.

Manual do Concreto Dosado em Central – Publicação ABESC.

ANEXOS

8



Planta Baixa . Pav. Tipo
 esc. 1/50