



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CAMPUS II - CAMPINA GRANDE - PB

RELATÓRIO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

OBRA DE CONSTRUÇÃO DE UM ESTÁDIO DE FUTEBOL EM
CAJAZEIRAS - PB

EMILTON LIMEIRA DUARTE

MAT. 8221080-1

1984

Prof. Marcos Roberto Marinho
Coordenador de Estágios - DEE - C.T. - FRAI - UFPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222
58.100 - CAMPINA GRANDE - PB
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB



Superintendência de Obras
do Plano de Desenvolvimento do Estado
ESCRITÓRIO REGIONAL SUPLAN
END. TELEG.: SUPLAN
CAJAZEIRAS — PARAIBA
FONE — 531-1576

D E C L A R A Ç Ã O

A Gerencia Regional da Suplan de Cajazeiras, através do Gerente Regional, Engº Civil Henrique Trindade de Moraes, declara para os devidos fins que o aluno EMILTON LIMEIRA DUARTE, matrícula 8221080-1. estudante do curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal da Paraíba, campus II, estagiou na obra de construção do estadio de futebol de Cajazeiras no periodo de 26/12/83 a 26/02/84 e atendendo conveniencia do estagiário prorrogamos até o dia 09/03/84.

Declaramos tambem que o aluno frequentou 40 (quarenta) horas semanais, perfazendo uma carga horária de 400 (quatrocentas) horas durante o estágio.

HENRIQUE TRINDADE DE MORAIS

(Gerente Regional)

ÍNDICE

	Página
1. APRESENTAÇÃO	1
2. CAMPO	2
2.1. <i>Instalação do Canteiro de Obras</i>	2
2.2. <i>Andaime</i>	3
2.3. <i>Escoramento</i>	4
2.4. <i>Formas</i>	4
2.4.1. <i>Moldagem</i>	5
2.4.2. <i>Desmoldagem</i>	5
2.5. <i>Ferragem</i>	6
2.5.1. <i>Dobragem de Ferro</i>	6
2.5.2. <i>Armação de Ferragem</i>	6
2.5.3. <i>Conferência de Ferragem</i>	7
2.5.4. <i>Liberação da Ferragem</i>	7
2.6. <i>Concreto</i>	7
2.6.1. <i>Mistura</i>	8
2.6.2. <i>Transporte</i>	8
2.6.3. <i>Lançamento</i>	9
2.6.4. <i>Adensamento</i>	9
2.6.5. <i>Junta</i>	9
2.6.6. <i>Cura</i>	10
2.6.7. <i>Controle em Laboratório</i>	10
2.7. <i>Fundação</i>	10
2.8. <i>Pilar</i>	11
2.9. <i>Pórticos</i>	11

2.10.	<i>Laje</i>	12
2.11.	<i>Juntas de Dilatação</i>	13
2.12.	<i>Argamassa</i>	13
2.12.1.	<i>Argamassa para Chapisco</i>	13
2.12.2.	<i>Argamassa para Emboço</i>	13
2.13.	<i>Alvenaria de Tijolo</i>	14
2.14.	<i>Alvenaria de Pedra</i>	14
2.15.	<i>Concreto Magro</i>	14
2.16.	<i>Medições</i>	14
2.17.	<i>Locação</i>	15
2.18.	<i>Aterro</i>	15
3.	ESCRITÓRIO	15
4.	LABORATÓRIO	17
4.1.	<i>Granulometria</i>	17
4.2.	<i>Teor de Umidade</i>	18
4.3.	<i>Moldagem de Corpo de Prova</i>	19
5.	OCORRÊNCIA	19

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório refere-se às atividades acompanhadas durante o estágio realizado na construção de um estádio de futebol, na cidade de Cajazeiras, Estado da Paraíba, no período de 26.12.83 a 09.03.84, diariamente, de segunda a sexta-feira, compreendendo um total de quatrocentas horas. O estágio teve a supervisão do Professor Luciano L. Azevedo.

O estádio de futebol, em Cajazeiras, está sendo construído pela Construtora ENARQ e a fiscalização está sendo realizada por um órgão do Estado, a SUPLAN, em virtude de tratar-se de uma obra estadual.

O estádio terá uma capacidade inicial de quatorze mil pessoas, sendo que oito mil em pé e as outras sentadas, distribuídas em dois lances de arquibancadas, sol e sombra.

A arquibancada é constituída por oito módulos, sendo que em dois módulos da arquibancada-sombra será construída uma marquize.

Os módulos concretados são constituídos por:

- a) 9 sapatas
- b) 9 pilares
- c) 3 pórticos
- d) 9 vigas de fachada
- e) 4 vigas frontais
- f) 9 lajes

g) e cintas cujas dimensões variam de módulo para módulo. Após as medições de cada módulo executado, verificou-se um volume de concreto assim distribuído:

a) Sapata	7,20m ³
b) P/1m ³ de pilar	9,07m ³
c) Degrau de arquibancada (laje)	14,75m ³
d) Pórticos por módulo	7,81m ³
e) Cintas	4,98m ³
f) Vigas frontais	7,28m ³

Cada módulo recebeu uma taxa de ferro por m^3 de concreto, que totalizou 115,86 kg/ m^3 .

A Figura anexa a seguir é um corte transversal de um dos módulos concretados.

2, CAMPO

As atividades acompanhadas no campo foram bastante variadas, pois se observou serviços da carpintaria, ferragem, concretagem, alvenaria, compactação de aterro, medições, nivelamentos e, ainda, o início da instalação de água e esgoto de um dos túneis para jogadores.

2.1. INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

O canteiro de obras, que se compõe de instalações provisórias para dar um melhor suporte à execução da obra, é constituído de barracões, cercas, instalações provisórias de água e energia elétrica, tanques para acúmulo d'água equipamentos e ferramentas.

Os barracões têm uma estrutura de madeira, são cobertos de telhas de cimento amianto, piso de cimentado simples desempenado, esquadrias simples prensadas, confeccionadas na própria obra. Foram instalados no canteiro e em lugares distintos, os abrigos de administração, fiscalização, laboratório e almoxarifado, situando-se na parte mais elevada do terreno, os quais foram construídos com certa elevação em relação ao terreno natural. Esses barracões receberam, tanto interna como externamente, uma pintura protetora.

Foram construídos, ainda, barracões para uma oficina onde eram executados consertos de equipamentos, barracões para a ferragem, carpintaria e um ~~centro~~ no qual se alojam operários que não residem na cidade.

O madeirite é armazenado no almoxarifado, da mesma forma que o cimento, com a finalidade de protegê-lo de umidades, para que suas propriedades não sofram alterações. O cimento utilizado é o NASSAU POZOLANA CP 320.

Os ferros são colocados bem próximos do barracão da ferragem e são

também identificados por uma plaqueta de madeira, na qual consta o número de ferro e seu respectivo tamanho.

A areia, a brita, o barro e a cal são depositados perto da betoneira, enquanto o tanque de água também foi construído nas proximidades da betoneira.

A localização dos agregados facilitou muito o seu transporte, que é realizado através de padiolas, para a betoneira, além de reduzir o tempo da confecção de um concreto ou de uma argamassa.

No contorno do terreno destinado à obra, foram construídas cercas de arame farpado com o intuito de proteger a obra, evitando a entrada de pessoas estranhas no canteiro. O acesso dessas pessoas é também controlado por vigias da construtora.

No canteiro foram implantadas instalações provisórias de energia elétrica, telefone e água, sendo esta última abastecida por um poço localizado nas proximidades. Foi construído um tanque de alvenaria para acumular água, em virtude de um abastecimento d'água a um canteiro ser efetuado, obrigatoriamente sem interrupção.

Os equipamentos utilizados foram: betoneira, vibradores de imersão com diâmetros de 20 a 60 mm, guincho, serras elétricas de disco, dumper para o transporte interno dos materiais.

As ferramentas utilizadas mais comuns foram: carro-de-mão, pás, picaretas, enxadas, chibancas, além das ferramentas geralmente usadas por pedreiros, carpinteiros e ferreiros.

2.2. ANDAIME

Os andaimes eram construídos pela carpintaria, para oferecerem condições de continuidade dos serviços, como construção de alvenaria, concretagem de pilares, vigas, lajes, com alturas mais elevadas em relação ao solo, oferecendo, também, boas condições de trabalho para os operários.

A construção de andaime era feita com madeira de manque roliça, co

locadas umas sobre as outras e emendadas por pedaços de sarrafos, que eram pregados em volta das emendas. O contraventamento era feito com sarrafos e varas, o estrado do andaime era feito de chapas de madeirite.

2.3. ESCORAMENTO

No escoramento é usada a madeira de mangue, tipo madeira roliça e contraventada com sarrafos e vara, cuja finalidade é evitar que as formas venham a abrir durante a concretagem, provocando um deslocamento em relação à linha de prumo. Esse deslocamento pode acarretar uma flangem nas chapas de madeirite, gerando fissuras nas peças concretadas.

2.4. FORMAS

A confecção das formas, assim como todos os trabalhos com madeira, ficava a cargo do chefe da carpintaria, que distribuía a confecção das mesmas com a sua equipe, passando a orientar e inspecionar todos os serviços da carpintaria.

As formas são confeccionadas com madeirite de 1cm, pregadas também com sarrafos na vertical e costelas ou gravatas na horizontal. Na confecção os trabalhos são manuais, sendo utilizada a serra de disco para cortar as chapas do madeirite nas dimensões desejadas, atendendo sempre a planta de forma.

As pequenas alterações nas medidas das formas eram feitas com o serrote, na maioria das vezes estas alterações se faziam necessárias, mas por detalhes construtivos.

Para a concretagem das lajes de arquibancada, a carpintaria confecciona um tipo de forma mais conhecido em ~~obra~~ como taipal, também feitas com madeirite pregadas com sarrafos. Para suporte desta forma é construído um escoramento mais aprimorado.

A estrutura do estádio é um concreto aparente, razão pela qual a utilização do madeirite na confecção das formas para concreto aparente liso atende as especificações de materiais; em virtude disto, utilizou-se apenas o plastificado. O madeirite resinado não é utilizado nas formas para concreto liso.

Segundo as especificações de materiais, o uso de uma madeira não plastificada para as formas de concreto aparente requer uma aplicação de um agente protetor de forma. A aplicação do agente protetor de formas será efetuada antes da colocação das armaduras e precederá de 4 horas no mínimo ao lançamento do concreto.

2.4.1. Moldagem

A moldagem ou abafamento das formas é feita após a fiscalização liberar a ferragem da peça para ser concretada. Essa moldagem atende a planta de forma e é feita de maneira a ter uma colocação precisa. posição das formas, prumo e nível, é objeto de verificação permanente, especialmente durante o processo de lançamento e adensamento do concreto. Quando se fazia necessário, a correção era efetuada imediatamente com escoras.

Para que as formas não abrissem, furava-se os painéis com uma furadeira elétrica e, às vezes, com um formão, colocando-se pedaços de arame de um lado para o outro da forma, que serviam de amarração para estrocas.

As falhas nas juntas são calafetadas a fim de evitar fulgas do componente mais fino do concreto.

2.4.2. Desmoldagem

A desmoldagem era feita de modo a não provocar defeitos na peça; o tempo de desmoldagem dependia das peças concretadas, enquanto os pilares, vigas e a parte inferior das lajes da arquibancada, foram desmoldadas após 21 dias de suas concretagens. As lajes e vigas frontais da arquibancada foram desmoldadas após 72 horas da concretagem, outras peças, como pilares e cintas do muro perimetral, também foram desmoldadas antes de 21 dias.

As falhas de concretagem eram corrigidas com uma argamassa preparada com areia, passando na # nº 30 no traço 1:4, adicionando-se um aditivo Cika para acelerar a pega. As falhas foram aprofundadas um pouco mais para posteriormente colocar o material com uma colher de pedreiro. As falhas deveriam ser feitas com uma injeção de argamassa, para se conseguir melhor preenchimento dos

vazios da peça.

2.5. FERRAGEM

A parte de ferragem tem seu encarregado, o chefe dos armadores; a equipe é responsável por todo o trabalho de aplicação de ferro no canteiro da obra. Os aços utilizados são: CA-50A, CA-60A, CA-50B e o CA-60B, fabricados pela AÇO NORTE; todavia, as bitlas dos mesmos variam de acordo com as necessidades do projeto. As bitolas variam de 4,00mm até 1".

2.5.1. Dobragem de Ferro

Os ferros são dobrados na central da ENARQ, em João Pessoa, atendendo a um rumaneio, que é enviado à Central. O rumaneio é um tipo de pedido que solicita a ferragem a ser consumida na obra, assim como a dobragem dos ferros, de acordo com o detalhe de ferragem. São colocados todos os detalhes do ferro a ser dobrado.

No canteiro de obra são executadas dobragens quando, por motivos construtivos, são feitas algumas modificações.

A seguir, encontra-se anexas duas cópias de rumaneio utilizado na obra.

2.5.2. Armação de Ferragem

Acompanhei a armação de pilares, vigas, pórticos, lajes de arquibancada e cintas do muro perimetral. O chefe dos armadores de posse do detalhe de ferragem da peça a ser armada, procurava os referidos ferros que eram identificados por uma plaqueta de madeira, na qual constavam o número do ferro e o seu respectivo tamanho.

Na armação da ferragem os ferros são ponteados com arame 18 recozido; quando durante a execução surgia alguma dúvida a respeito do tamanho, tipo ou bitola, o chefe dos armadores recorria a uma cópia do rumaneio, em seu poder para certificar-se do referido ferro.

Para que as peças ficassem com o recobrimento recomendada por nor

CORTE E DOBRAGEM DE AÇO

ORDEM DE SERVIÇO Nº

FOLHA

Nº 01114

Obra: ESTADIA DE FUTEBOL DE CAIAREIRASNº 334

Executado

Planta: ARMAÇÃO DOS PORTICOS

Ordenado Por:

Em: 1PT-11 E 14

Data:

Por:

Equipe: 28 PRETO

T	Ø	N	Q	Comp. Unit.	Pêso	DETALHES
A60	70	02	370	210		
A60	6.4	13A	2000	185		
A50	3/4"	11	08			
	3/4"	11A	08			
	7/8"	20	04			
	7/8"	21	04			
	7/8"	22	04			
	3/4"	12	06	1068		
	3/4"	13	06	1245		
	3/8"	06	28	720		
	3/4"	14	06	1010		
	3/4"	15	06	1050		
	3/8"	07	28	720		
	7/8"	16	04	875		

CORTE E DOBRAGEM DE AÇO

ORDEM DE SERVIÇO Nº

FOLHA

Nº 1417

Obra: ESTRADA DE TUBERIAS DE CIMENTO

Nº 334

Executado

Planta: APLICAÇÃO DOS PORTICOS

Ordenado Por:

Em: 1/1/1

PT 11 E 14

Data: 1/1/1

Por:

Equipe: 2º PRÉTO

T	Ø	N	Q	Comp. Unit.	Pêso	DETALHES
250	1"	26	04	1265		30/80 970 85 90
	1"	27	04	1199		30/80 904 85 90 30/
	1"	28	04	1105		30/65 840 90 30/
						30/40
	1"	29	04	1255		30/70 775 90
	1"	30	04	1255		30/70 775 90 200 200
	1"	31	04	1254		30/75 709 90 200 30/60
						30/120
	1"	32	04	1194		30/75 649 90
	1"	33	04	1168		30/95 583 90 200 200
	1"	34	04	1108		30/95 523 90 200 200
	1"	35	04	1025		30/95 440 90 200 200 30/120 30/120
						30/120

ma, colocava-se sobre a ferragem amarradas, as cocadas. São feitas de argamas sa com uma altura equivalente ao recobrimento; cocada não é um termo técnico da Engenharia Civil, mas é o termo com o qual os operários identificam este artifício usado para se conseguir o recobrimento desejado.

2.5.3. Conferência de Ferragem

A conferência é realizada pelo encarregado da ferragem e pelo Engenheiro da SUPLAN; durante a conferência, observa-se todos os detalhes da ferragem positiva, negativa, de pele e estribo. São observados a posição corretos dos ferros, o número de ferros, os tamanhos, bitola, tipo do aço, comprimento de ancoragem, comprimento de traspasse, o número de estribo e seu respectivo espaçamento.

Observando-se alguma irregularidade durante a conferência, o Engenheiro da SUPLAN ordena ao encarregado da ferragem para proceder as correções devidas. Não sendo observadas irregularidades, a peça recebe a liberação para ser concretada. Antes da concretagem, eram observados, preliminarmente, as formas ~~de~~ limpeza, algumas vedações e superfícies.

2.5.4. Liberação da Ferragem

Após a conferência da ferragem, o Engenheiro da SUPLAN liberava a respectiva peça para ser concretada; com a liberação da ferragem, o chefe da carpintaria executava o abafamento da forma, observando as juntas e calafetando-as quando preciso.

As datas da liberação da ferragem eram colocadas em um quadro cujo modelo se encontra anexo a este relatório.

2.6. CONCRETO

O concreto é conseguido com uma mistura em proporções bem definidas de cimento, areia, brita e água; essas proporções para a mistura são determinadas através de métodos de dosagem dos concretos. A massa específica do concreto normalmente utilizada é a massa da unidade de volume, incluindo os vazios é usual tomar para o concreto simples 2.300 kg/m^3 e 2.500 kg/m^3 para o concreto

armado.

O concreto resiste bem aos esforços de compressão e mal aos de tração; em média, o concreto resiste à compressão dez vezes mais que a tração. O concreto resiste mal ao cisalhamento, em virtude das tensões de distensão que se verificam em planos inclinados.

O controle do concreto é feito por um técnico da SUPLAN, que acompanhava de perto todos os serviços; para a concretagem eram observados vários serviços, como teor de umidade da areia e correção do traço, se preciso, maneira de carregar as padiolas, maneira de alimentar a betoneira, fator água cimento, tempo de mistura, tempo de transporte, lançamento, adensamento e moldagem de corpos de prova.

De acordo com a umidade da areia, fornecida pelo laboratório, era, feitas modificações no traço, ou seja, correções de volume de areia, já que o aumento da umidade acarreta o inchamento e, com isso, uma diminuição do volume de areia na padiola.

2.6.1. Mistura

A mistura ou amassamento do concreto consiste em fazer com que os materiais componentes entrem em contato íntimo, de modo a obter-se um recobrimento de pasta de cimento sobre as partículas dos agregados, bem como uma mistura geral de todos os materiais. A principal exigência com relação à mistura é que seja homogênea, a maneira de alimentar a betoneira é importante, visando a uma mistura homogênea; sem ela, poderemos ter um decréscimo sensível da resistência mecânica e da durabilidade dos concretos.

A mistura do concreto, assim como da argamassa, é feita mecanicamente, em uma betoneira vasculante.

2.6.2. Transporte

Todo transporte horizontal do local da mistura até as proximidades da concretagem era feito com o Damper, o concreto era levado depois por carrinhos-de-mão ou baldes, até a peça a concretar.

Toma-se precauções tanto no tempo como no transporte, para que o concreto não perca sua homogeneidade, evitando-se a segregação dos materiais.

O transporte utilizado é classificado, sob outros aspectos, como transporte descontínuo.

2.6.3. Lançamento

A altura do lançamento, principalmente nos pilares, não ultrapassava a 2 metros, tendo sido, na sua maioria, alturas inferiores a 2 metros, já que esta altura de lançamento é preconizada por norma para concretagens comuns.

A altura de queda era observada porque, ao lançar o concreto de grande altura ou deixá-lo correr livremente, haverá tendência à separação entre a argamassa e o agregado graúdo.

Antes do lançamento do concreto, molhava-se as formas a fim de impedir a absorção da água de amassamento, procurava-se calafetar as vedações para não permitir a fuga da nata de cimento.

O lançamento do concreto era feito logo após o transporte, observando sempre o intervalo de tempo entre mistura, transporte e lançamento. O lançamento nas formas era realizado através de baldes.

2.6.4. Adensamento

O adensamento do concreto era feito por processo mecânico, usando-se vibradores de imersão, com o objetivo de eliminar os vazios no interior das peças, aumentando sua compacidade. O tempo de vibração era o suficiente para que uma pequena camada de argamassa começasse a fluir na superfície; o operador procurava estabelecer um raio de ação do vibrador para evitar que alguns pontos ficassem supervibrados e outros com vibração deficiente. A retirada do vibrador era feita de maneira lenta, para não provocar vazios.

2.6.5. Junta

As juntas de concretagem apareciam em função de interrupções dos trabalhos de execução; foram feitas interrupções na zona comprimida dos pórticos a uma altura de 10cm abaixo da face superior, sendo feita a complementação juntamente com a concretagem das lajes de arquibancada. A concretagem das Vigas frontais, na região próxima ao pilar, onde seu esforço corrante é máximo, foi

feita concomitantemente com a do pilar.

A concretagem de alguns pilares foi feita por etapas, acarretada por detalhes de execução, e por terem alturas que ultrapassam a altura de lançamento preconizada por norma.

Na continuação da concretagem de uma viga ou pilar, colocava-se um adesivo, com a finalidade de melhorar a adesividade entre o concreto a ser lançado e o concreto existente na peça. O adesivo usado era o plastiman, preparado na proporção de 1:10, ou seja, 1 litro de adesivo para 10 litros de água.

2.6.6. Cura

A cura do concreto era feita lançando água sobre o mesmo, por meio de uma mangueira, com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, que rege a pega e seu endurecimento.

A Norma Brasileira NB-1/77 exige que a proteção se faça nos 7 primeiros dias contados do lançamento.

2.6.7. Controle em Laboratório

Durante a concretagem um técnico da SUPLAN, responsável pelo controle do concreto, mandava o funcionário do laboratório colher certa quantidade de concreto suficiente para que fossem moldados corpos de prova. No laboratório moldava-se dois corpos de prova para cada peça concretada; após a moldagem e o capeamento, colocava-se os corpos de prova em tanques com água, retirando-os depois de 28 dias, para serem rompidos.

Todos os resultados da compressão axial são arquivados pela fiscalização, em um quadro cujo modelo se encontra anexo. Todo esse trabalho é realizado com o objetivo de conhecer a qualidade do concreto executado; esse concreto deve oferecer uma resistência f_{ck} estipulada pelo calculista.

2.7. FUNDAÇÃO

No início do estágio a fundação do lance de arquibancada-sombra já estava pronta, inclusive com pilares e topos de pilares já concretados. Para fundação foram construídas sapatas, tipo de fundação direta em concreto estrutu

ral.

Construiu-se uma fundação em bloco para as estacas premoldadas do alambrado; a fundação constava de dois blocos superpostos, com dimensões diferentes, em que o bloco inferior era de 40 x 40cm com altura igual à do alicerce de alvenaria de pedra feita para o muro do alambrado; acima deste um bloco de 20 x 20cm, com mesma altura do muro.

Para os pilares construídos no reforço do muro perimetral, projetou-se uma fundação excêntrica, por não ser possível projetar uma sapata simples. A fundação do muro perimetral é de alvenaria de pedra, bloco corrido.

2.8. PILAR

Os pilares são todos de seção transversal retangular; nas armaduras transversais o calculista colocou, além dos estribos, ganchos para melhor contraventamento do pilar, em virtude dos mesmos terem dimensões tais como 25 x 70; 30 x 100; 30 x 120.

A NB-1 recomenda que se subdivida os estribos, colocando estribos duplos para contraventar os ferros longitudinais, sendo distância máxima entre eles de 40 cm.

O comprimento de transporte variava de acordo com o diâmetro do ferro utilizado, obedecendo sempre aos valores normalizados $0,6 \ell_v$ dado pela fórmula:

$$\ell_v = \frac{\phi}{4} \frac{f_{yd}}{d}; \quad f_{yd} = \frac{f_y}{1,15}; \quad d = 0,9 \times f_{cd} \quad \text{e} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,4}$$

2.9. PÓRTICOS

Na aplicação da ferragem de um pórtico, foi feita uma substituição na armadura de pele; segundo o quadro de ferragem, o $\phi = 3/8"$, a central enviou um $\phi = 1/2"$ e o mesmo foi aplicado.

Sabemos que substituições como esta são justificáveis quando existe uma mudança do tipo do aço a ser usado, colocar um CA60 por um CA50; nesta substituição deverá ser observada a relação que existe entre as respectivas se

ções dos ferros; a seção de ferro do CA60 = 1,5 da seção do CA50. Mesmo assim, observa-se que houve um superdimensionamento da armadura de pelo, visto que o calculista dimensionou sete ferros para uma seção de 25 x 80. A NB-1 recomenda uma porcentagem mínima de $0,05\% b_w d = 0,05\% \times 25 \times 80 = 10\text{cm}^2 = 2\phi 3/8''$.

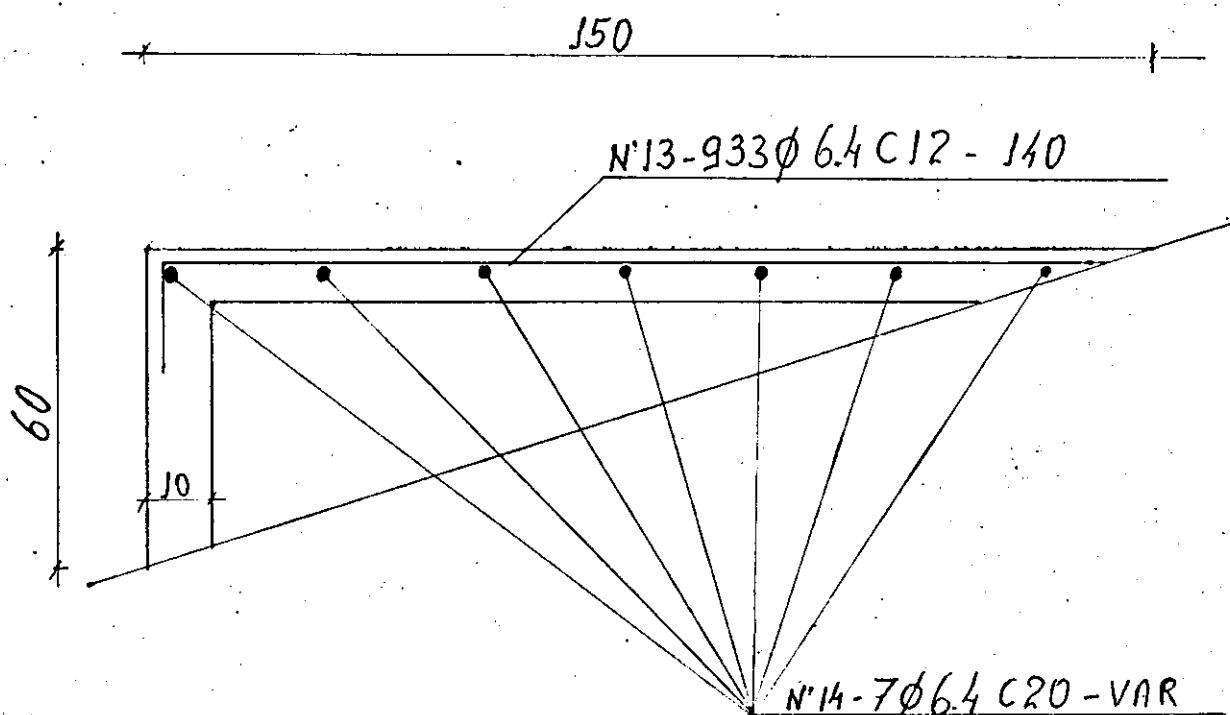
Esta armadura está a favor da segurança, porém contra a economia.
(Ver detalhe da ferragem em anexo)...

2.10. LAJE

A laje da arquibancada tem uma espessura de 8cm, uma largura de 1,50m e um comprimento variado de 13m, na parte mais baixa da arquibancada, até 15m na parte mais alta. Os módulos da parte central da arquibancada, que ficam sob a marquise, tem um comprimento de 16m na parte mais elevada da arquibancada.

Esses comprimentos variados das lajes vão dar à arquibancada um desenvolvimento semelhante ao de uma elipse.

A laje possui apenas uma ferragem negativa.



2.11. JUNTAS DE DILATAÇÃO

As construções de concreto armado, em virtude das oscilações de temperatura, estão sujeitas a dilatações e contrações, o que gera movimentos na estrutura. Baseado nessas oscilações, os módulos que compõem a arquibancada foram executados com uma junta de dilatação de 25cm. Os pilares do muro perimetral também foram executados com juntas de dilatação para cada 30m de comprimento; nas juntas de dilatação foi colocado isopor.

2.12. ARGAMASSA

As argamassas são materiais de construção constituídos por uma mistura íntima de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo e água. Além desses componentes essenciais, presentes nas argamassas, podem ainda ser adicionados produtos especiais, com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto.

A mistura da argamassa era feita na betoneira e o transporte horizontal feito por um Dumper e carrinhos-de-mão, enquanto a argamassa foi aplicada em vários serviços, sua composição era função da finalidade dos serviços.

2.12.1. Argamassa para Chapisco

É uma camada áspera de argamassa preparada com cimento, areia, barro e cal, no traço 1:3 (1 cimento, 4 areia, 2barro e 2 cal) e lançada com o uso da colher sobre as superfícies a serem chapiscadas. O objetivo do chapisco é tornar uma superfície rugosa que ofereça melhor aderência para a segunda etapa de acabamento, que é o emboço.

2.12.2. Argamassa para Emboço

O emboço é uma camada de massa, argamassa, que é lançada sobre o chapisco com a finalidade de deixar todas as paredes desempenadas ou niveladas. Na mistura para o emboço, o cimento é colocado na hora da aplicação; para tanto a massa já está curtida. Nestas misturas foram utilizados 1 cimento, 4 areia, 2 barro e 2 cal.

2.13. ALVENARIA DE TIJOLO

Foi construída alvenaria de uma vez e de meia vez, com tijolos furados de oito e de seis furos assentados com massa. As paredes de meia vez foram construídas com o tijolo a espelho (assentado em pé), foram assentados no muro do alambrado e nas paredes que limitam as dependências internas do túnel, sob as arquibancadas. As paredes de meia vez com o tijolo a chato (assentado deitado), foram construídas no reforço do muro perimetral.

As alvenarias de uma vez foram construídas no restante do muro perimetral, que estava para concluir, e nos embasamentos. Os túneis ficam sob as arquibancadas e quase que na mesma cota do gramado. Para construir o acesso do campo para o túnel foi preciso cortar o solo natural e construir uma alvenaria de embasamento para conter o solo.

2.14. ALVENARIA DE PEDRA

Construiu-se alvenaria de pedra para alicerces de alvenaria de embasamento e alicerces para o muro perimetral e muro do alambrado.

2.15. CONCRETO MAGRO

Usou-se concreto magro em piso de regularização com uma espessura aproximada de 10cm; usou-se também sob as grelhas de sapatas; construiu-se um bloco de concreto magro, cujas dimensões variavam de acordo com as dimensões da grelha da sapata, a fim de regularizar o terreno e evitar o contato direto da ferragem da grelha com o solo. Tanto no piso de regularização como nas sapatas o concreto era espalhado e compactado após o lançamento. O concreto foi confeccionado no traço 1:3:6.

2.16. MEDIÇÕES

A fiscalização, juntamente com um encarregado de serviços da construtora, efetuava as respectivas medições das etapas concluídas. Após a execução dos serviços, as medições eram realizadas em unidades de área ou de volume, a alvenaria de tijolo era feita em unidade de área. Para o concreto, o aterro e as medições eram realizadas em unidades de volume.

A medição tem, como objetivo, liberar fraturas.

2.17. LOCAÇÃO

A locação da obra foi realizada através de instrumentos topográficos, o teodolito e a mira. Utilizava-se banquetas onde se marcava, com pregos, os eixos das sapatas, pilares etc.

Os piquetes que marcavam as alturas do aterro do campo tinham suas cotas conferidas através da mira.

2.18. ATERRO

O aterro sob a arquibancada era feito até 10cm abaixo da altura superior do cintamento, com um solo homogeneizado manualmente e um pouco úmido. A compactação era realizada manualmente, em camadas de 20cm, com um malho. Os dez centímetros restantes eram completados com uma camada de concreto magro, no traço 1:3:6, com a finalidade de regularização, para receber o piso.

3. ESCRITÓRIO

O órgão fiscalizador, a SUPLAN, era composta de dois engenheiros, um técnico de nível médio que era auxiliado por um laboratório fazia o controle do concreto e, ainda, dois técnicos que acompanhavam diariamente todos os serviços de campo.

O objetivo da fiscalização é verificar se no desenvolvimento da referida obra estão sendo observados os projetos, especificações e demais requisitos previstos.

No escritório tive a oportunidade de ver os projetos estrutural, elétrico, hidro-sanitário e de sonorização.

De acordo com a umidade da areia, fazia-se a correção do traço. A nova quantidade de areia a ser aplicada no traço é dada pela fórmula abaixo:

$$a = \frac{100 \times \text{proporção de areia no traço}}{100 - \text{umidade da areia no canteiro da obra}}$$

Com os dados do peneiramento, fornecidos pelo laboratório, preenchia-se as planilhas de granulometria para determinar sua análise granulométrica.

O desenrolar da obra, no que se refere à liberação de ferragem, concretagem e rompimento de corpo de prova, é registrado em um quadro cujo modelo se encontra anexo.

Na sala da fiscalização observou-se, ainda, o cronograma físico-financeiro da obra e o diário de ocorrências. O diário é um livro em que são anotados, tanto pela construtora como pela fiscalização, fatos julgados importantes, como:

a) Pela Construtora

- As consultas à Fiscalização
- As datas de conclusão de etapas
- Falhas no serviço de terceiros não sujeitas à sua ingerência
- A eventual escassez de material que resulte em dificuldade para a obra
- As solicitações à Fiscalização de liberações de peças de concreto, para efetuar o lançamento

b) Pela Fiscalização

- Atestado da veracidade dos fatos anotados pela Firma
- Prejuízo formado sobre o andamento da obra, tendo em vista os projetos, especificações, prazos e cronogramas
- Soluções às consultas lançadas ou formuladas pela Construtora, com correspondência simultânea para a autoridade superior
- Liberações para lançamento de concreto, dos diversos elementos estruturais.

No escritório da construtora, instalado ao lado da Fiscalização, trabalhavam o Engenheiro encarregado pela obra, um encarregado de serviços, auxiliados por um setor de pessoal que controlava os serviços burocráticos no que

se refere a pagamento e contratação de operários, compra de materiais, controlados por um almoxarifado, como também o pagamento de todos os serviços.

No escritório da Construtora tive a oportunidade de observar a maneira como é feita a solicitação de ferro para o canteiro de obras. Essa solicitação é realizada através de um rumaneio, no qual são colocados todos os detalhes do ferro.

4. LABORATÓRIO

O laboratório, instalado próximo ao almoxarifado, é controlado pela Fiscalização, dando, assim, um importante auxílio para o controle de concreto. São feitos, diariamente, ensaios de granulometria da areia e brita, o teor de umidade, através do speddy e a moldagem de corpos de prova quando está havendo a concretagem.

4.1. GRANULOMETRIA

Granulometria ou composição granulométrica do agregado é a proporção relativa, expressa em percentagem, dos diferentes tamanhos de grãos que se encontram constituindo o todo. Pode ser expressa pelo material que passa nas peneiras, especificadas para o ensaio, ou pelo material retido.

Fazia-se granulometrias dos materiais fornecidos, com o objetivo de se justificar dos diâmetros dos agregados; miúdo e graúdo, visando o emprego correto dos mesmos nos traços estabelecidos para o concreto e argamassa a serem confeccionados.

Com o resultado da granulometria, determinava-se também o módulo de finura e o diâmetro máximo dos agregados.

$$\text{Módulo de finura} = \frac{\% \text{ retidas acumuladas}}{100}$$

Diâmetro máximo do agregado é a abertura da peneira em que ficar retida, acumulada, uma percentagem igual ou imediatamente inferior a 5%.

Para o agregado miúdo, areia, tomava-se 1000g como amostra, procedendo-se ao peneiramento nas peneiras: 4 - 8 - 16 - 30 - 50 - 100 da série Tyler

Para o agregado graúdo, brita, tomava-se 3000g como amostra, procedendo-se ao peneiramento nas peneiras $1\frac{1}{2}$ - 1 - $\frac{3}{4}$ - $\frac{3}{8}$ para a brita 38, e nas peneiras 1 - $\frac{3}{4}$ - 4 para a brita 25.

Através da granulometria foram condenadas carradas de brita, para o concreto estrutura, por apresentarem um diâmetro máximo acima das especificações normalizadas para certas peças a serem concretadas, ou seja, 1,2 o diâmetro máximo do ferro. Essa brita foi aproveitada em concreto magro para piso de regularização.

4.2. TEOR DE UMIDADE

Determinava-se duas unidades por dia 6:30 e 13:30 através do método do expedito speedy. A unidade se determina por este processo, pela pressão do gás resultante da ação da água contida na amostra sobre o carbureto de cálcio, que se introduz no aparelho.

A aparelhagem deste método é constituído por:

- Conjunto speedy
- Ampolas com cerca de 6,5g de carbureto de cálcio (CaC_2)

O peso da amostra a ser utilizada é estimado pela unidade que se admite a amostra possuir, de acordo com a Tabela seguinte.

UMIDADE ESTIMADA EM %	PESO DA AMOSTRA EM g
5	20
10	10
20	5
30 ou mais	3

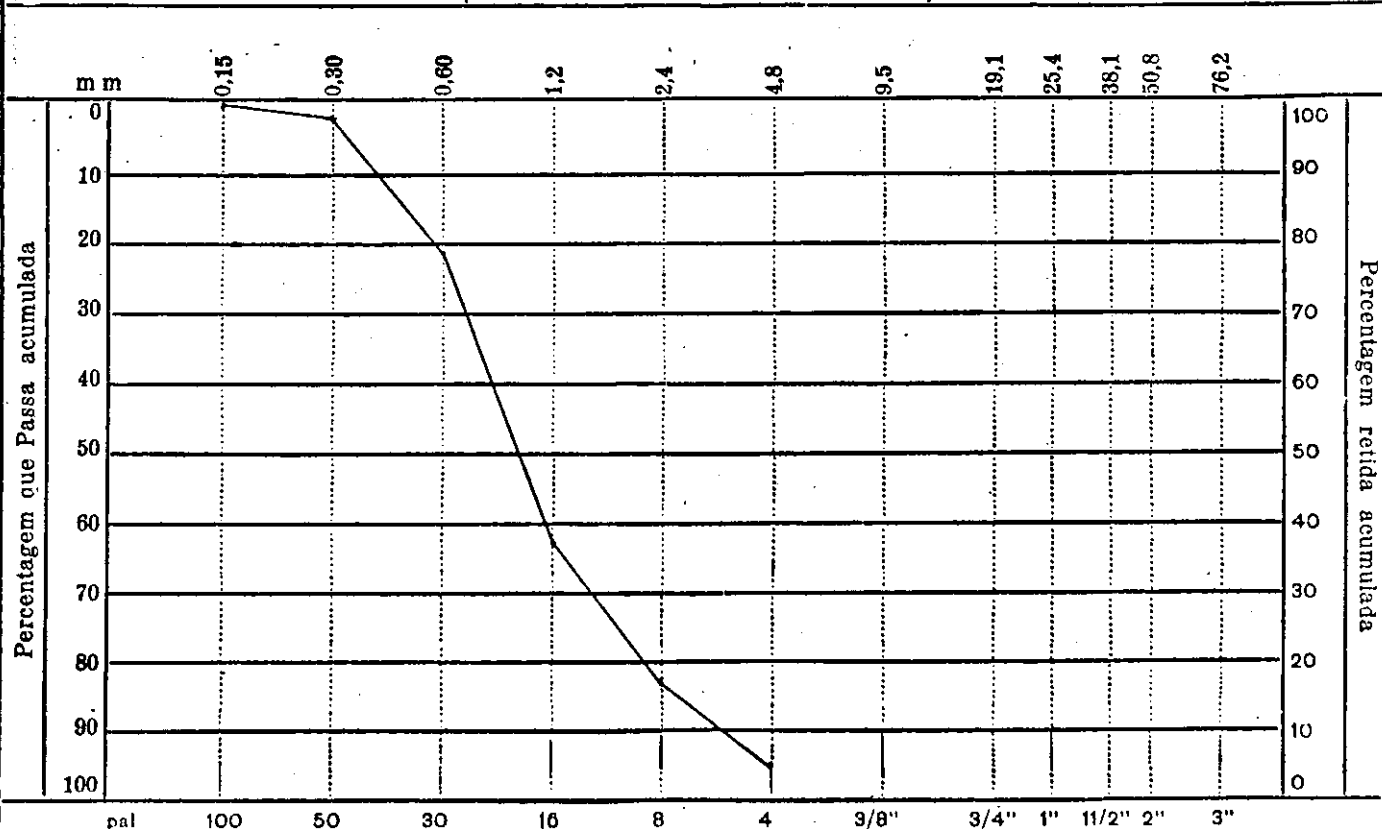
ENARG GRANULOMETRIA DE AGREGADOS

Rodovia:	Trecho:	Obra: ESTADIO
Localização: CAJAZEIRAS	Procedência do Material:	Registro:
Laboratório: SUPLAN	Calculista:	Data:
	Visto:	

Peneiramento **1000 g**

Peneiras		Peso Retido Gramas	Porcentagem em Peso		
mm	pol		Retida Parcial	Retida Acumulada	Passando Acumulada
76	3"				
50	2"				
38	1 1/2"				
25	1"	0			
19	3/4"				
9,5	3/8"				
4,8	n.º 4	50	5,00	5,00	95,00
2,4	n.º 8	130	13,00	18,00	82,00
1,2	n.º 16	200	20,00	38,00	62,00
0,6	n.º 30	410	41,00	79,00	21,00
0,3	n.º 50	180	18,00	97,00	3,00
0,15	n.º 100	30	3,00	100,00	0,00
Prato					
Totais					

Tipo de Agregado: AREIA	Diâmetro Máximo: 4,8	Módulo de Finura: 3,3
--------------------------------	-----------------------------	------------------------------



Observações

ENARG GRANULOMETRIA DE AGREGADOS

Rodovia:		Trecho:		Obra: ESTADIO	
Localização: CAJAZEIRAS		Procedência do Material:		Registro:	
Laboratório: SUPLAN		Calculista: Visto:		Data: 25/01/84	

P e n e i r a m e n t o			3,000kg		
Peneiras		Peso Retido Gramas	P e r c e n t a g e m e m P e s o		
mm	pol		Retida Parcial	Retida Acumulada	Passando Acumulada
76	3"				
50	2"				
38	1 1/2"				
25	1"	920.0	30.7	30.7	
19	3/4"	1930.0	64.3	95.0	
9.5	3/8"	120.0	4.0	99.0	
4.8	n.º 4				
2.4	n.º 8				
1.2	n.º 16				
0.6	n.º 30				
0.3	n.º 50				
0.15	n.º 100				
Prato					
Totais					

Tipo de Agregado: BRITA		Diâmetro Máximo: 38	Módulo de Finura: 8.2
--------------------------------	--	----------------------------	------------------------------

mm	0.15	0.30	0.60	1.2	2.4	4.8	9.5	19.1	25.4	38.1	50.8	76.2	
0													100
10													90
20													80
30													70
40													60
50													50
60													40
70													30
80													20
90													10
100													0
pal	100	50	30	10	8	4	3/8"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	

Observações	OK
-------------	-----------

4.3. MOLDAGEM DE CORPO DE PROVA

Os corpos de prova são moldados em quatro camadas, adensados com um ferro de $\phi = 1/2''$. Após uma hora, é feito o capeamento com cimento e com um período de 24 horas, após o capeamento, coloca-se os C.P. em um tanque d'água, sendo retirados apenas dias antes para o rompimento. São moldados dois corpos de prova para cada peça concretada.

5. OCORRENCIA

Na concretagem das vigas de fachada, foi feita uma mudança no traço, mudando-se o diâmetro da brita, visto que o diâmetro máximo do concreto deve ser compatível com as dimensões e geometria da peça, para evitar a segregação e falhas de concretagem.

Na seção central da viga, apoiada em um pilar, verifica-se uma grande concentração da ferragem negativa, a norma preconiza que o espaço entre as armaduras deve ser superior a 1,2 vezes o $\phi_{\max}$ da brita.

Alguns pisos de regularização foram quebrados, recompactados e concretados com o concreto magro, porque as calhas que vão drenar uma parte das águas não tinham sido colocadas. Estas águas estavam se infiltrando sob o piso danificando-o.

Durante a execução dos trabalhos, observou-se a paralização de alguns serviços; estas paralizações se deram por vários motivos:

- Os encarregados da obra foram consultar o responsável pelo projeto, a fim de que o mesmo tomasse conhecimento e emitisse sugestões para algumas modificações no projeto, acarretadas por detalhes construtivos;

- A concretagem de algumas peças sofreu uns dois dias de atraso, porque o encarregado do concreto estava viajando por motivos de saúde.

DENOMINAÇÃO		VIGAS DE ARQUIBANCADA																										
		V2F	VBF	V4F	V5F	V6F	V7F	V8F	V9F	V10F	V20	V30	V40	V50	V60	V70	V80	V90	V1H	V2H	V3H	V4H	V5H	V6H	V7H	V8H	V9H	OT
SOL E SUBTERRÂNEO	INERÇÃO FERRAGEM									16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	06/01	06/01										06/02
	CONCRETAGEM									19/01	19/01	19/01	19/01	18/01	18/01	18/01	10/01	10/01										
	COMPRESSÃO LÍQUIDA TENSÃO Kg/cm ²																	293										
	COMPRESSÃO LÍQUIDA TENSÃO MÉDIA/PEÇA																		248									
SOL E SUBTERRÂNEO		LAJES DE ARQUIBANCADA																										
		L2F	L3F	L4F	L5F	L6F	L7F	L8F	L9F	L10	L20	L30	L40	L50	L60	L70	L80	L90	L1H	L2H	L3H	L4H	L5H	L6H	L7H	L8H	L9H	OT
	INERÇÃO FERRAGEM									16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	16/01	16/01										
	CONCRETAGEM									19/01	19/01	19/01	19/01	18/01	18/01	18/01	18/01	18/01										
	COMPRESSÃO LÍQUIDA TENSÃO Kg/cm ²																											

Obs:

DESCRIÇÃO		PORTICOS																									
		PT-1	PT-2	PT-3	PT-4	PT-5	PT-6	PT-7	PT-8	PT-10	PT-11	PT-12	PT-13	PT-14	PT-15	PT-16	PT-17	PT-18	PT-19	PT-20	PT-21	PT-22	PT-23	PT-24	PT-25	PT-26	
COLUNA	EXECUÇÃO FERRAGEM	06/02	06/02	06/02	06/02	06/02	06/01				23/01	23/01	23/01														
	CONCRETAGEM				10/01	10/01	10/01				27/01	27/01	27/01														
	COMPRESSÃO UNIAL TENSÃO Kg/cm ²				256	203	200																				
	COMPRESSÃO UNIAL TENSÃO MÉDIA/PEÇA				256	192	199																				
VIGAS		VIDAS DE FACHADAS																									
		D VF1	D VF1	E VF1	E VF1	D VF2	D VF2	E VF2	E VF2	D VF3	D VF3	E VF3	E VF3	A VF4	A VF4	B VF4	B VF4	C VF4	C VF4	F VF4	F VF4	D VF4	D VF4	H VF4	H VF4		OBS
	EXECUÇÃO FERRAGEM																					04/01	04/01	30/01	30/01		
	CONCRETAGEM																					09/01	09/01	03/02	03/02		
	COMPRESSÃO UNIAL TENSÃO Kg/cm ²																					243	205				
																							224	224			

Obs:

DESCRIÇÃO

FILA - 5 (PILARES)

	S0	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	OBS
ENTRADA,ÃO (CONCRETO MAIOR) (DATA)	19/7	19/7	19/7	19/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	20/7	
LIBERAÇÃO FERRAGEM	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	21/7	
SAPATA DO PILAR	CONCRETO																											
	207	207	203	237	225	220	228	228	220	223	228	228	285	285	240	185	135	180	185	185	243	255	255	255	255	255	255	2
TOPO DO PILAR	CONCRETO																											
	211	193	203	216	227	174	180	239	197	234	203	235	256	285	257	209	200	259	260	215	303	290	259	269	289	286	286	1
ELEVADO DO PILAR	CONCRETO																											
CORPO DE PROVA	QUANTIDADE/ PILAR																											

1 - (I) - (L) -

CINTAS (C) - VIGAS (V) - LAJES (L) - PAREDE (PR)

1 - (V) - (L) - (PR) - Nº	27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42	C43	C44	C45	C46	C47	C48	C49	C50	C51	C52	C53	C54
LIBERAÇÃO FERRAGEM	21/11	10/11	1/12	28/11	5/12	12/12	14/12	17/12	28/11	6/12	28/11	5/12	28/11	5/12	21/11	21/11	21/11	21/11	1/12	10/11	10/11	10/11	24/11	25/11	24/11	28/11	28/11	
CONCRETO	20/11	10/11	1/12	27/11	7/12	13/12	15/12	20/12	27/11	7/12	27/11	7/12	27/11	7/12	20/11	22/11	20/11	27/11	10/11	10/11	10/11	10/11	1/12	1/12	1/12	1/12	1/12	
COMPRESSÃO AXIAL TENSÃO kg/cm²	237	250	216	220	251	274	261	220	223	260	225	248	260	231	196	223	211	251	237	249	252	272	272	272	272	272	272	272

1 - Cálculo de carga por pilar

2 - Cálculo de carga por pilar para os pilares comitidos nos eixos 3/4 (comitidos nos eixos 3/4) (53,1 a 54,3)