

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

R E L A T Ó R I O

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

TRABALHO APRESENTADO POR:

CARLOS ROBERTO ALVES COSTA

ÁREA DO ESTÁGIO:

CONSTRUÇÃO CIVIL

CÁLCULO ESTRUTURAL

LOCAL DO ESTÁGIO:

EDIFÍCIO DR. CARLOS ALBERTO  
LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS

prof. ORIENTADOR: PERYLLO R. BORBA

prof. SUPERVISOR: MARCO AURÉLIO

~~PROF. MARCO AURÉLIO MARINHO~~  
~~Coordenador de Estágios - DEC - CCT - PRAI - UFPA~~

08/05/84



Biblioteca Setorial do CDSA. Setembro de 2021.

Sumé - PB

	pág.
2.0 - INTRODUÇÃO .....	01.
3.0 - OBJETIVO .....	02.
4.0 - EDIFÍCIO DR. CARLOS ALBERTO .....	03.
4.1 - EXECUÇÃO DAS LAJES .....	03.
4.2 - EXECUÇÃO DAS VIGAS .....	04.
4.2.1 - FERRAGEM .....	04.
4.2.2 - FORMAS .....	04.
4.2.3 - CONCRETAGEM .....	04.
4.2.3.1 - MATERIAIS .....	05.
4.2.3.2 - PREPARO DO CONCRETO .....	05.
4.2.3.3 - TRANSPORTE .....	05.
4.2.3.4 - LANÇAMENTO .....	06.
4.2.3.5 - ADENSAMENTO .....	06.
4.2.3.6 - CURA .....	06.
4.3 - TUBULAÇÃO ELÉTRICA .....	06.
4.4 - OCORRÊNCIAS .....	07.
5.0 - LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS .....	08.
5.1 - MEMÓRIA DE CÁLCULOS .....	09.
5.1.1 - CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTO DE VIGAS .....	09.
5.1.2 - GRÁFICOS .....	16.
6.0 - CONCLUSÃO .....	17.
BIBIOGRAFIA .....	18.
APÊNDICE I - PLANTAS DE FORMA .....	19.
APÊNDICE II - DETALHES .....	20.

2.0 - INTRODUÇÃO

O presente relatório trata das atividades desenvolvidas pelo aluno CARLOS ROBERTO ALVES COSTA, nº de matrícula ..... 7911315-9, realizado no período de 16 de janeiro a 09 de março de 1984.

O estágio foi desenvolvido em duas etapas, a primeira etapa em edificação, onde foi acompanhada a construção do Edifício Dr. Carlos Alberto, situado à rua Napoleão Laureano, Alto Branco, tendo como engenheiro responsável o Dr. Peryllo Ramos Borba. A referida obra é constituída de cinco pavimentos: primeiro e segundo térreo, primeiro, segundo e terceiro andar.

A segunda etapa do estágio, foi realizada no laboratório de ESTRUTURAS do Campus II da Universidade Federal da Paraíba, no lançamento de estruturas, cálculos e detalhes de Cintas e Vigas de concreto armado.

3.0 - OBJETIVO

Permitir ao estagiário a aplicação prática de certo conhecimentos teóricos, como também exercitar, desenvolver e adaptar o estagiário ao futuro meio profissional, diminuindo assim o impacto entre a vida acadêmica e a vida profissional, tornando-os ~~mais aptos~~ para desenvolver as suas potencialidades.

4.0. - EDIFÍCIO DR. CARLOS ALBERTO

A parte acompanhada, foi a execução do terceiro teto, referente a construção das lajes pré-moldadas, colocação da tubulação elétrica e a concretagem de Vigas e Lages, já que as etapas antecedentes haviam sido realizadas, tais como: armação das vigas e colocação das formas.

4.1. - EXECUÇÃO DAS LAJES

As lajes executadas na obra foram pré-moldadas, constituídas de nervuras (trilhos) e blocos vazados, com as seguintes características:

## - Nervura:

Traço: 1:3:3 (cimento:Areia:Casca-  
lhinho)

Ferragem: 2  $\emptyset$  4.2 mm e 1  $\emptyset$  3.4 mm

Comprimento: 3,0 metros.

## - Bloco:

Traço: 1:2 (cimento:Areia)

Dimensões: (30  $\times$  15  $\times$  6 ) cm.

Para combater de esforços adicionais e dar melhor rigidez ao conjunto (trilhos e blocos), foram colocadas vigas a batidas que tinham como forma de fundo, tábua comum e para escoamento estroncas de 3" com espaçamento de 1,5 m. *Em* algumas estroncas foi necessário o uso de cunha, para uma melhor fixação.

A ferragem usada ficou nas junções das lajes com as vigas (ferragem negativa), tinham um diâmetro de 1/4" e espaçamento em torno de 15 cm.

Para o capeamento foi usado um traço em volume de 1:6:6 (cimento portland: areia lavada: brita). Para o agregado graúdo (brita) foram usadas dois tipos: brita 19 e cascalhinho, nas proporções de quatro partes de cascalhinho e duas partes de brita 19.

As etapas de concretagem de lajes (preparo, lançamento, adensamento e cura) foram idênticos às etapas de concretagem de vigas e estão descritas no item (4.2) Execução das Vigas.

#### 4.2. - EXECUÇÃO DAS VIGAS

##### 4.2.1. - FERRAGEM

Por ocasião do início do estágio, as vigas já estavam armadas e posicionadas, e em algumas faltavam apenas a colocação das formas laterais internas. Os aços CA 50 e CA 60 foram os usados, nos diâmetros de 1/2", 3/8", 1/4", 3/16" e 4,2 mm. Os aços antes de serem utilizados, ficavam em local seco e protegidos de sol e chuvas.

##### 4.2.2. - FORMAS

O material utilizado para confecção das formas foi tábuas comuns de 12". Para escoramento foram utilizados estroncos de 3" com um espaçamento em torno de 1,5 metros, para melhor fixar algumas estroncas, foi necessário uso de cunhas de madeira. Os equipamentos usados para serrar as formas foram: serra elétrica e serrote.

##### 4.2.3. - CONCRETAGEM

- A dosagem usada na obra, foi empírica, com uma resistência especificada pelo calculista de  $90 \text{ Kg/cm}^2$  ( $f_{ck} = 90 \text{ kg/cm}^2$ ).

#### 4.2.3.1 - MATERIAIS

Para a concretagem das vigas, foi usado um traço em volume 1:5:6 (cimento portland: areia lavada: brita). Para o agregado graúdo (brita) foram usados dois tipos: brita 25 e brita 19, nas proporções de quatro partes da brita 19 e duas partes da brita 25.

#### 4.2.3.2 - PREPARO DO CONCRETO

Para a fabricação do concreto, foi usado processo mecânico, utilizando uma betoneira de 350 litros. Os materiais (cimento, areia e brita), foram colocados na betoneira no traço especificado de 1:5:6, isto é, um saco de cimento, cinco partes de areia e seis partes de brita. O adicionamento de água (potável) aos materiais foi feita em função da experiência do servente que operava a betoneira. Após certo tempo de funcionamento era verificada a plasticidade e homogeneidade da mistura, a fim de que pudesse ser utilizada.

#### 4.2.3.3. - TRANSPORTE

Para o transporte de concreto, foram utilizados dois sistemas; horizontal e vertical. Para o horizontal, foram utilizadas latas e para o vertical foi utilizado um pequeno elevador de cargas, movimentado por um motor elétrico (2 hp). O concreto ao ser despejado na betoneira, era transportado nas latas até o elevador, em seguida erguido até o terceiro teto e daí levado ao local de lançamento.



4.2.3.4. - LANÇAMENTO

Antes de ser colocado o concreto nas formas, estas foram molhadas, para que não absorvessem a água de amassamento, o que iria comprometer as reações de endurecimento do concreto.

O tempo gasto entre o preparo e o lançamento do concreto (20 min. no máximo), como também altura de lançamento (50 cm. no máximo), foram etapas que atenderam as exigências da norma.

4.2.3.5. - ADENSAMENTO

O adensamento do concreto tem por objeto deslocar com esforços, os elementos que o compõem e orientá-los para se obter um menor índice de vazios e desalojar o ar do material. O adensamento ~~no~~ caso, foi manual, fazendo uso de um soquete de madeira (pontagudo), sendo feito em camadas com pouca espessura para melhorar assim a coesão entre os agregados do concreto.

4.2.3.6. - CURA

As medidas tomadas para evitar a evaporação prematura da água de amassamento do concreto, foram consideradas insuficientes pelo estagiário.

As peças deveriam ser molhadas durante os primeiros sete dias após a concretagem. No entanto deu-se alternadamente e apenas nos quatro dias iniciais.

4.3. - TUBULAÇÃO ELÉTRICA

A colocação dos eletrodutos, tubos de PVC (1"), e das caixas dos pontos de luz, seguiu todos os detalhes do projeto elétrico.

4.4. - OCORRÊNCIAS

Na conferência da ferragem das vigas, observou-se as seguintes falhas:

- Vigas que constaram, na planta de detalhes, cinco ferros, sendo dois corridos e três dobrados, mas que, ao ser armada, omitiu-se a colocação de um dos três ferros dobrados, por ordem do proprietário da obra.
- Vigas com balanço numa das extremidades de aproximadamente um metro, ao ser executada o balanço foi diminuído em 50% e a ferragem negativa (cavaletes) deslocado para a parte interna da viga, comprometendo assim o seu funcionamento estrutural.
- Quando da colocação das nervuras entre as vigas, os estribos eram afastados de tal forma que as vezes chegavam a dobrar o espaçamento especificado em planta.
- Havia formas que por já terem sido reaproveitadas, encontravam-se com certos abaluartamentos, como também não apresentavam a limpeza necessária, isto é, tirados os torrões de cimento da concretagem anterior.

Outras falhas observadas:

- Na hora de preparar o concreto, não foram retiradas as folhas e as flores que caíam sobre os agregados (areia, britas), que estavam estocados embaixo de árvores.
- As latas utilizadas para transportar o concreto, eram latas com capacidade para 20 litros, isto é, quando novas, mas como já haviam sido utilizadas nas concretagens anteriores, suas capacidades estavam reduzidas em mais ou menos 50%. Estas mesmas latas foram utilizadas para fazer o transporte dos agregados (areia, britas) até a betoneira para preparo do concreto.

5.0. - LABORATÓRIOS DE ESTRUTURAS

A parte acompanhada, foi o lançamento de estruturas, cálculos e detalhes de cintas de fundação e vigas de concreto armado.

O estágio seguiu normalmente, tendo sido consultado tabelas e fórmulas apresentadas no livro de Concreto Armado - Vol I - Aderson Moreira da Rocha. Foram ainda utilizados dados especificados pelo estagiário:

- Resistência do Concreto à Compressão,  
 $f_{ck} = 90 \text{ kgf/cm}^2$ .
- Controle do Concreto - Tipo C.
- Tipos de Aços - CA 50 e CA 60.

Foram executados cálculos de todas as cintas de fundação e das vigas do primeiro e segundo térreo e 1º andar.

## 5.1 - MEMÓRIA DE CÁLCULOS.

## 5.1.1 - CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DE VIGAS.

- Laje Pré-moldada

. Peso Proprio.  $\rightarrow 200 \text{ Kgf/m}^2$

. Sobrecarga.  $\rightarrow 150 \text{ ''}$

. Par + Revest.  $\rightarrow 50 \text{ ''}$

$g = 400 \text{ Kgf/m}^2$

obs: Para laje rebaixada  $\rightarrow$   $g = 600 \text{ Kgf/m}^2$

. V4 (10x40)

1. Carregamento:

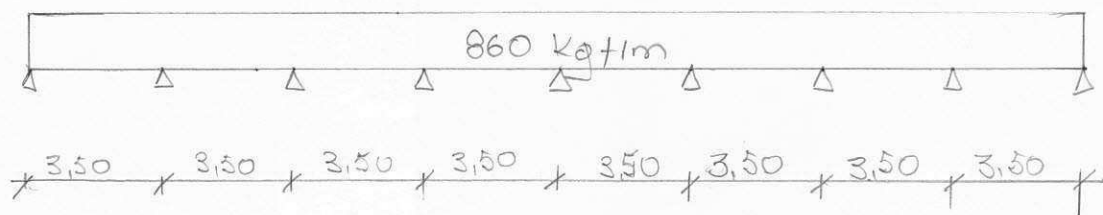
. Carga da laje  $\rightarrow \frac{1,35}{2} \times 400 = 270 \text{ Kgf/m}$

. Peso da Parede  $\rightarrow 0,10 \times 0,40 \times 2500 = 100 \text{ ''}$

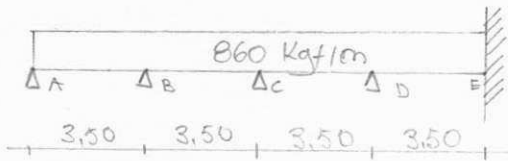
. Peso próprio  $\rightarrow 2,7 \times 0,15 \times 1200 = 486 \text{ ''}$

$g = 860 \text{ Kgf/m}$

. V4  $\Rightarrow$



• Por simetria:



2. Cálculo pelo Método de Cross



a) Momento de Engastamento Perfeito

$$M_{BA} = -\frac{qL^2}{8} = \frac{860 \times 3,50^2}{8} = -1316,88 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$$

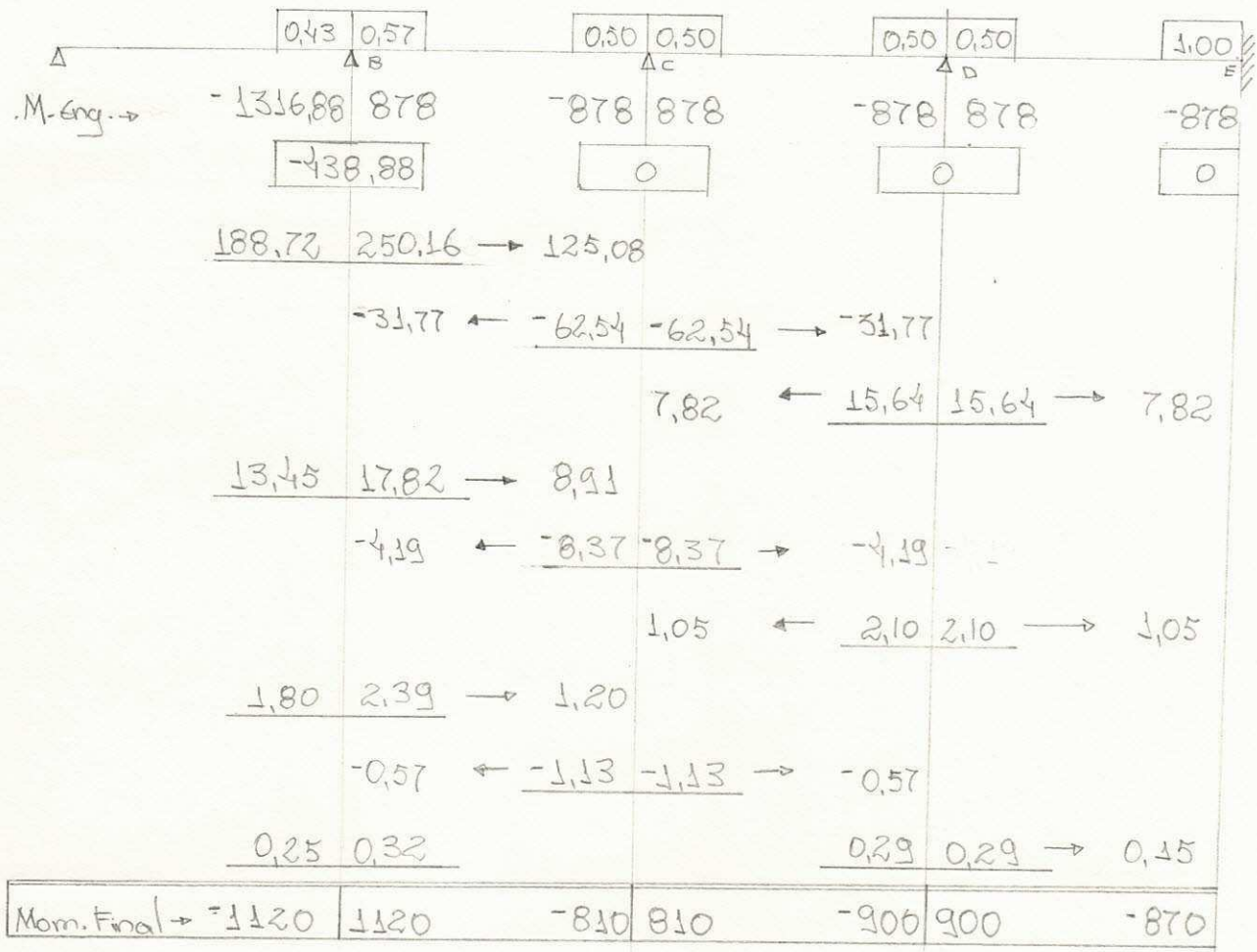
$$M_{BC} = M_{CD} = M_{DE} = \frac{qL^2}{12} = \frac{860 \times 3,50^2}{12} = 878 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{CB} = M_{DC} = M_{ED} = -\frac{qL^2}{12} = -878 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$$

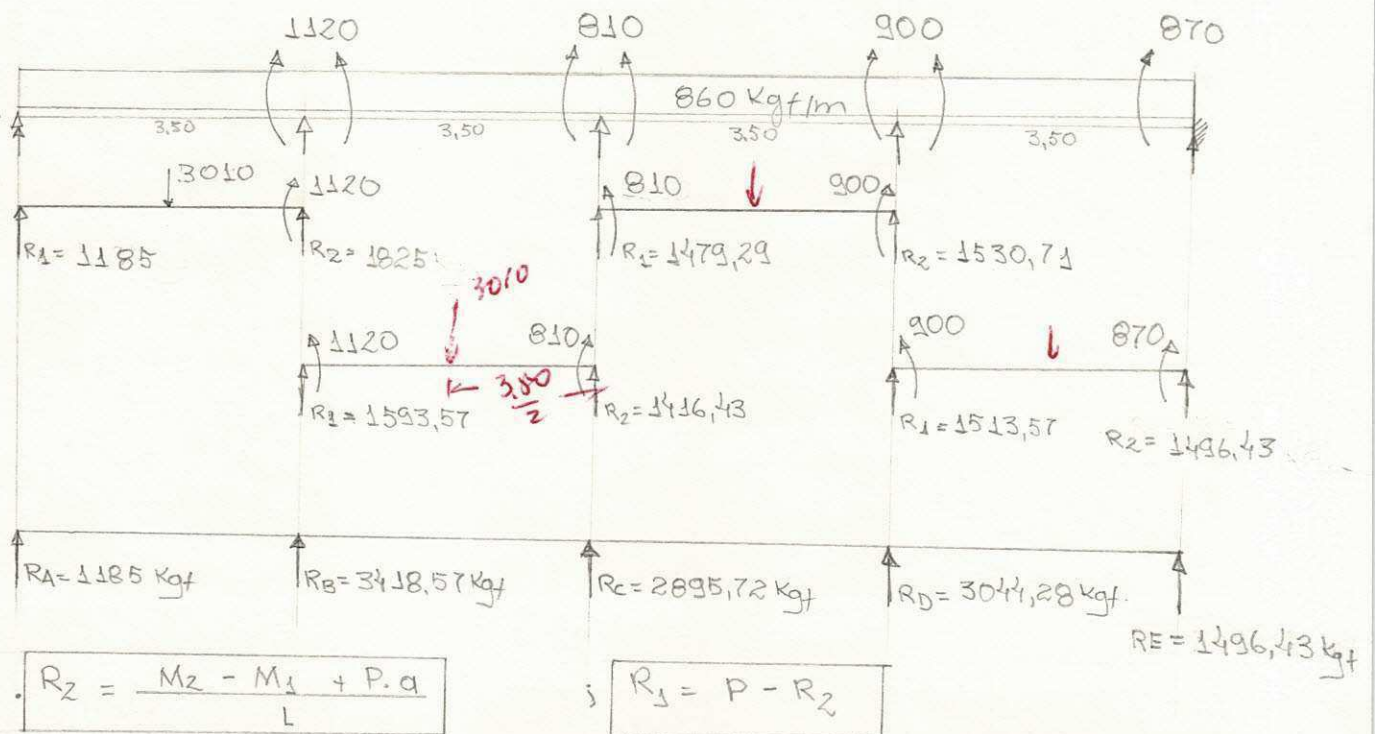
b) Cálculo do Coeficiente de Distribuição.

Nó	BARRA	K	$\sum K$	d
B	BA	$3EJ/L = 3EJ/3,5 = 0,86EJ$	$2,0EJ$	0,43
	BC	$4EJ/L = 4EJ/3,5 = 1,14EJ$		0,57
C	CB	$4EJ/L = 1,14EJ$	$2,28EJ$	0,50
	CD	$4EJ/L = 1,14EJ$		0,50
D	DC	$4EJ/L = 1,14EJ$	$2,28EJ$	0,50
	DE	$4EJ/L = 1,14EJ$		0,50
E	ED	$4EJ/L = 1,14EJ$	$1,14EJ$	1,00

c) Cross



d) Calc. das Reações



$$\cdot R_A = 1185 \text{ Kgf}$$

$$\cdot R_D = 3044,28 \text{ Kgf}$$

$$\cdot R_B = 3418 \text{ Kgf}$$

$$\cdot R_E = 1496,43 \text{ Kgf}$$

$$\cdot R_C = 2895 \text{ Kgf}$$

### e) Cortante

$$\cdot Q_A = 1185,00 \text{ Kgf}$$

$$Q_C^d = 1479,30 \text{ Kgf}$$

$$\cdot Q_B^e = -1825,00 \text{ ''}$$

$$Q_D^e = -1530,70 \text{ ''}$$

$$\cdot Q_B^d = 1593,60 \text{ ''}$$

$$Q_D^d = 1513,60 \text{ ''}$$

$$\cdot Q_C^e = -1496,40 \text{ ''}$$

$$Q_E = -1496,43 \text{ ''}$$

$$\boxed{\cdot Q_{\max} = 1825 \text{ Kgf}}$$

### f) Momentos

Positivos.

$$\cdot \text{V\~{A}O } \bar{A}B \rightarrow x = \frac{R}{g} = \frac{1185}{860} \rightarrow x = 1,38 \text{ m}$$

$$M_x = R \cdot x - g \frac{x^2}{2} \rightarrow M_x = 1185 \times 1,38 - \frac{860 \times 1,38^2}{2} \rightarrow$$

$$M_x = 816,40 \rightarrow \underline{M_x \approx 820 \text{ Kgf} \cdot \text{m}}$$

$$\cdot \text{V\~{A}O } \bar{B}C = 360 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$$

$$\cdot \text{V\~{A}O } \bar{C}D = 470 \text{ ''}$$

$$\cdot \text{V\~{A}O } \bar{D}E = 440 \text{ ''}$$

} Estes Momentos foram obtidos através do gráfico anexo.

## Negativos

- $M_B = 1120 \text{ kgf.m}$
- $M_C = 820 \text{ ''}$
- $M_D = 906 \text{ ''}$
- $M_E = -870 \text{ ''}$

## Dimensionamento:

- VÃO -  $\overline{AB}$ 
  - (+)  $\rightarrow M = 820 \text{ kgf.m}$
  - (-)  $\rightarrow M = 1120 \text{ ''}$
  - $\rightarrow Q = 1830 \text{ kgf.}$

### - Armadura Positiva:

$$\bullet M_d = 1,4 \times 820 \rightarrow M_d = 1150 \text{ kgf.m}$$

$$\bullet M_{d1} = \mu b d^2 f_{cd}$$

$$\therefore \mu = 0,256 \rightarrow f(\text{aqul.})$$

$$b = 0,10 \text{ m.}$$

$$d = 37,0 \text{ cm.}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,4} = \frac{90}{1,4} \rightarrow f_{cd} = 64 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\bullet M_{d1} = 0,256 \times 0,10 \times 37^2 \times 64 \rightarrow \underline{\underline{M_{d1} = 2245,0 \text{ kgf.m}}}$$

•  $M_d < M_{d1} \rightarrow$  logo a armadura é simples.



$$r = \frac{d}{\sqrt{M_d/b}} = \frac{37}{\sqrt{1150/0,10}} \rightarrow r = 0,345 \rightarrow L_{ab_{21}} \rightarrow \alpha = 39,78$$

$$A_s = \frac{M_d}{\alpha d} \rightarrow A_s = \frac{1150}{39,78 \times 37} \rightarrow \underline{A_s = 0,78 \text{ cm}^2}$$

$$\text{com } A_s = 0,78 \text{ cm}^2 \rightarrow L_{ab_{18}} \rightarrow \underline{2 \phi 5/16''}$$

- Armadura Negativa

$$M_d = 1,4 \times 1120 \rightarrow M_d = 1570 \text{ Kgf.m}$$

$$r = \frac{37}{\sqrt{1570/0,10}} \rightarrow r = 0,295 \rightarrow L_{ab_{21}} \rightarrow \alpha = 38,26$$

$$A_s = \frac{1570}{38,26 \times 37} \rightarrow A_s = 1,11 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} 3 \phi 5/16'' \\ 2 \phi 3/8'' \end{cases}$$

Para os vãos  $\overline{BC}$ ,  $\overline{CD}$  e  $\overline{DE}$  foi usada a mesma ferragem do vão  $\overline{AB}$ , isto em função dos momentos serem aproximadamente iguais, pequena bitola e uma maior segurança.

- Cisalhamento

$$Q_d = 1,4 \times 1830 \rightarrow Q_d = 2565 \text{ Kgf.}$$

$$- A_{sc} = \frac{Qd}{0,87 \times d \times f_{yd}}$$

$$\therefore d = 0,37 \text{ m}$$

$$f_{yd} = \frac{5000}{1,15}$$

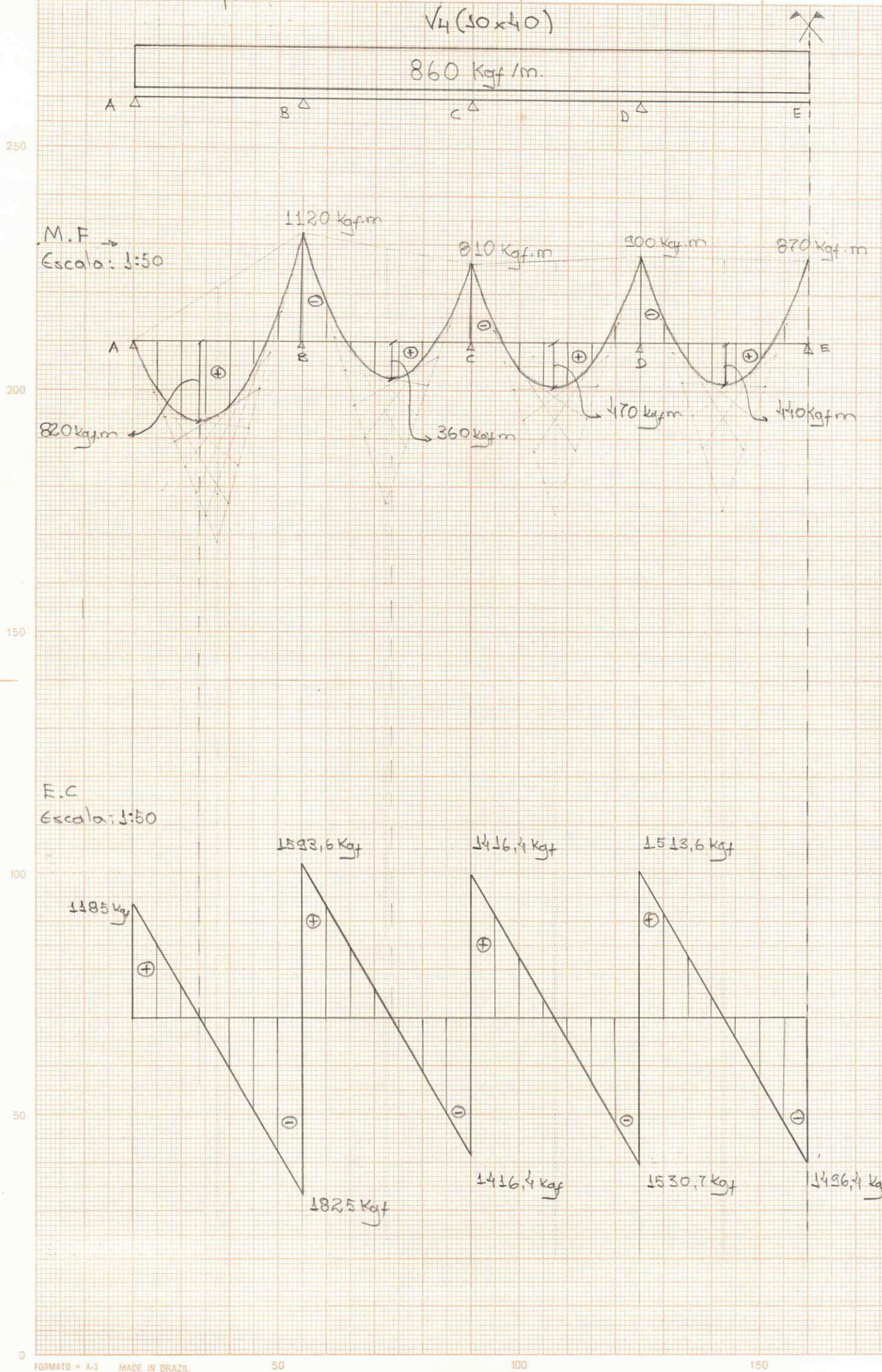
$$A_{sc} = \frac{2565}{0,87 \times 0,37 \times \frac{5000}{1,15}}$$

$$\rightarrow A_{sc} = 1,83 \text{ cm}^2$$

Usando só estribo  $\rightarrow A_{se} = A_{sc}$ .

$$A_{se} = 1,83 \text{ cm}^2 \rightarrow \emptyset 5,0 \text{ c. 15.}$$

obs: No detalhe será dobrado ferro, só por um maior índice de segurança.



6.0

CONCLUSÃO:

Baseando-se na experiência adquirida durante o período de estágio, pode-se ver a importância do relacionamento operário/engenheiro, como também observar as falhas no processo de execução.

Além de toda teoria adquirida durante o curso é importante saber como e onde aplicá-la, a fim de que futuramente não haja deficiência na vida profissional.

Com o desenvolvimento de cálculos durante a 2ª etapa do estágio foram adquiridas práticas e segurança que só poderão ser ampliadas no decorrer da vida profissional.

BIBIOGRAFIA:

ROCHA, ADERSON MOREIRA - Concreto Armado Vol.I.

BARRASS, ROBERT - Os Cientistas Precisam Escrever.

AZEVEDO, HÉLIO ALVES - O Edifício até sua Cobertura.