

**CONSTRUÇÃO DE UM HELIPORTO NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO (UENF)**

CAROLINE ESPINOSA VIANA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
13 de fevereiro de 2004

**CONSTRUÇÃO DE UM HELIPORTO NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO (UENF)**

CAROLINE ESPINOSA VIANA

“Projeto Final apresentado ao
Laboratório de Engenharia Civil da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense, como parte das
exigências para obtenção do título
de Engenheiro Civil”.

ORIENTADOR: PROF. DYLMAR PENTEADO DIAS

**Campos dos Goytacazes - RJ
13 de fevereiro de 2004**

CONSTRUÇÃO DE UM HELIPORTO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO (UENF)

CAROLINE ESPINOSA VIANA

“Projeto Final apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Civil”.

Aprovada em 13 de fevereiro de 2004.

Comissão Examinadora:

Prof. Paulo César de Almeida Maia (Doutor, Engenharia Civil / Geotecnia) –
PUC-Rio / CEDEX Espanha - Co-orientador

Prof. Sergio Luis González García (Doutor, Estruturas de Concreto) –
COPPE/UFRJ

Prof. Dylmar Penteado Dias (Doutor, Engenharia de Materiais e Metalúrgica) –
IME – Orientador

I. DEDICATÓRIA

À minha família, meus pais Wilson e Regineia, minha avó Maria e aos meus irmãos, Guilherme e Camila.

II. AGRADECIMENTO

Aos meus professores, do ciclo básico e profissional, pelo apoio e conhecimento passados. Em especial, aos professores Dylmar e Paulo Maia.

Aos colegas de turma, futuros colegas de trabalho e amigos para a vida.

A minha amiga, Juliana Soares, pela grande ajuda na realização dos desenhos.

A minha família, pelo carinho e incentivo.

A todos que me apoiaram direta ou indiretamente.

III. RESUMO

Esse projeto tem como objetivo a construção de um heliporto na cidade de Campos dos Goytacazes, que apesar de seu porte, com cerca de 400.000 habitantes, possui apenas o aeroporto Bartolomeu Lizandro e o heliporto na praia de Farol de São Tomé para pousos e decolagens de helicópteros. O local escolhido foi o campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, por seu constante fluxo de helicópteros e sua previsão de crescimento. Brevemente, o campus da UENF contará com um local para Eventos e um Centro de Convivência e Convenções.

IV. PALAVRAS-CHAVE

1. HELIPORTO
2. INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES
3. PAVIMENTO RÍGIDO
4. CONCRETO ARMADO
5. ESTACA FRANKI

V. GLOSSÁRIO

HELIPONTO: Área utilizada para pousos e decolagens de helicópteros;

HELIPORTO: Heliporto público dotado de instalações e facilidades para apoio às operações de helicópteros e de embarque e desembarque de passageiros.

VI. ÍNDICE DE TEXTO

1. INTRODUÇÃO	8
2. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM HELIPORTO	9
3. IMPLANTAÇÃO DO HELIPONTO	10
4. DEFINIÇÃO DA ÁREA PARA CONSTRUÇÃO DO HELIPORTO	11
5. HELICÓPTERO DE PROJETO	11
6. DIMENSIONAMENTO DO HELIPORTO	13
7. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DO HELIPONTO	14
7.1. Esquema das lajes	14
7.2. Definição da altura das lajes	14
7.3. Cálculo das cargas atuantes sobre as lajes	16
7.4. Dimensionamento à flexão	16
7.5. Detalhamento da armadura na laje	Erro! Indicador não definido.
7.6. Escolha da fundação	19
7.6.1. Cálculo das cargas nas estacas	19
7.6.2. Cálculo de capacidade de carga de estaca	19
7.6.3. Detalhamento da fundação	22
7.7. Verificação dos esforços cisalhantes	24
8. DIMENSIONAMENTO DA EDIFICAÇÃO DO HELIPORTO	25
8.1. Esquema das lajes do piso	26
8.2. Definição da altura das lajes	26
8.3. Cálculo das cargas atuantes sobre as lajes	27
8.4. Definição das seções	27
8.5. Cálculo dos momentos fletores	Erro! Indicador não definido.
8.6. Dimensionamento à flexão	30
8.7. Detalhamento da armadura na laje do piso da edificação	31
8.8. Verificação dos esforços cisalhantes	32
9. CONCLUSÃO	33
10. BIBLIOGRAFIA	33
11. ANEXO	34
11.1. Plantas baixas e cortes do heliporto	34
11.2. Perfil do terreno	35

VII. ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Valores dos aluguéis de um helicóptero	9
Tabela 2 – Ficha Técnica do Helicóptero BELL 412	12
Tabela 3 – Resumo do dimensionamento à flexão para o heliponto	17
Tabela 4 – Sondagem do solo	20
Tabela 5 – Comparação da capacidade de carga da estaca com diferentes diâmetros	21
Tabela 6 – Dimensionamento à Flexão da Laje na Seção I-I do Prédio	30
Resumo da área e taxa de armadura da Seção I-I	30
Tabela 7 – Dimensionamento à Flexão da Laje na Seção II-II do Prédio	30
Resumo da área e taxa de armadura da Seção II-II	30
Tabela 8 – Dimensionamento à Flexão da Laje na Seção III-III do Prédio	31
Resumo da área e taxa de armadura da Seção III-III	31

VIII. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Helicóptero de Projeto – Bell 412	12
Figura 2 –Detalhes do Heliponto	13
Figura 3 – Detalhe das Lajes	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
Figura 4 – Detalhamento da armadura da laje	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
Figura 4 – Detalhamento da fundação	23
Figura 5 –Planta Baixa da Edificação do Heliporto	25
Figura 6 – Detalhe da Laje da Edificação	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
Figura 7 – Detalhe da armadura na laje do piso da edificação	31

1. INTRODUÇÃO

O campus da UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro possui uma ampla previsão de crescimento e desenvolvimento, com a construção de novos prédios, como Teatro e Centro de Convivência, sede da UENF, sedes da FENORTE e da TECNORTE, criação de áreas para shows e espetáculos ao ar livre, construção de um Museu Vivo e de uma Área de Lazer.

Com esse desenvolvimento vai haver uma ampliação no número de eventos na Universidade, como encontros, simpósios, semanas científicas, congressos etc., com o aumento de visitantes de outras partes do estado e do país. Sendo o helicóptero, hoje em dia, um meio de transporte urbano moderno e eficiente, todo o empreendimento de alto nível deve oferecer condições para este tipo de transporte.

Atualmente já existe uma freqüente circulação de helicópteros no campus da Universidade, oriunda da presença de autoridades que chegam à cidade de helicóptero, mas esta não possui instalações apropriadas para pousos e decolagens do aparelho.

O município de Campos dos Goytacazes ainda não possui uma infraestrutura para a circulação de helicópteros e os únicos pontos da cidade apropriados para o pouso de helicópteros são distantes do centro da cidade: heliporto do Farol de São Tomé e Aeroporto Bartolomeu Lizandro, que ficam a cerca de 45 Km e 10 Km, respectivamente, do centro da Cidade.

A decisão de se fazer o projeto para a construção de um heliporto no campus da UENF, que fica a 3 Km do centro da cidade, visa atender essas solicitações atuais e futuras, colaborando com o crescimento e desenvolvimento da UENF, do município de Campos dos Goytacazes e de toda a região, o que é um dos objetivos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro desde a sua fundação.

2. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM HELIPORTO

Deslocamentos, em grandes centros, que tomam mais de uma hora por via terrestre, são reduzidos em cinco minutos por via aérea. Deslocamentos entre um escritório no centro da cidade do Rio de Janeiro e outro no centro da cidade São Paulo, que disponham de heliporto, podem ser realizados mais rápidos por helicópteros do que pela ponte-aérea ou por aviões executivos. Isso demonstra a rapidez e a eficiência do uso do helicóptero.

O heliporto no campus da UENF visa mais comodidade aos atuais e futuros usuários de helicópteros do que interesse econômico, pois uso do helicóptero continua restrito a um pequeno número de pessoas bem sucedidas e ao poder público, não se estendendo aos demais por duas razões:

- custo do aluguel de helicóptero;
- a necessidade de uma demanda que justifique a aquisição de um helicóptero para uso particular.

Os valores dos aluguéis¹ de um helicóptero na cidade de Campos dos Goytacazes são descritos abaixo:

Tabela 1 - Valores dos aluguéis de um helicóptero

Trajetos	Distância (Km)	Tempo gasto	Custo (R\$)
Macaé-Campos	100	30 min	320,00
Rio de Janeiro-Campos	274	1 hora e 30min	1028,60
Vitória-Campos	230	1 hora e 10 minutos	720,00
Belo Horizonte-Campos	670	2 horas	2800,00
São Paulo-Campos	900	3 horas e 30 minutos	2400,00

¹ Fonte: *Viação Líder Táxi Aéreo*, referente ao modelo King AIR com capacidade para 05 passageiros.

3. IMPLANTAÇÃO DO HELIPONTO

Uma vez definida como viável a implantação do heliponto, o próximo passo é a elaboração de um projeto. A implantação de um heliponto é condicionada, podendo sofrer restrições, pelo espaço aéreo sobrejacente, obstáculos circunvizinhos, aproveitamento do solo adjacente, bem como pela natureza, dimensões e resistência das áreas de pouso e decolagem. Estes fatores limitam os tipos de aeronaves e os tipos de operações.

Para a implantação de um heliponto, deve-se seguir as seguintes fases:

- Estudos preliminares;
- Elaboração do projeto;
- Autorização do comando da Aeronáutica para a construção;
- Construção;
- Homologação (no caso, público) ou registro (se for, privado);
- Operação/Exploração.

No caso do heliponto em estudo, os estudos preliminares foram feitos com sondagens para se definir o tipo de solo em que se irá trabalhar e que irá resistir aos esforços. Após a construção, o heliponto será objeto de inspeção por uma equipe do Comando da Aeronáutica, que visa a abertura ao tráfego aéreo por meio de homologação no cadastro regional de helipontos.

Um heliponto pode ser implantado, inicialmente, como área de pouso e decolagem ocasional (APDO), limitado a aeronaves específicas, em condições diurnas e por um período de tempo, dentre outras restrições. Depois de aberto ao tráfego aéreo, o heliponto passará a ser operado sob legislação específica do Comando da Aeronáutica.

4. DEFINIÇÃO DA ÁREA PARA CONSTRUÇÃO DO HELIPORTO

De posse da planta geral do campus da UENF, já com sua expansão, foi escolhida uma área entre o Teatro/Centro de Convivência e o Hospital Veterinário para a implantação do Heliporto. Esse local já é onde atualmente ocorrem os pousos e decolagens de maneira informal.

5. HELICÓPTERO DE PROJETO

O denominado helicóptero de projeto é o maior helicóptero que será usado no heliporto, quanto ao peso, dimensões e número de motores. O helicóptero de projeto escolhido foi o Bell 412 (Figura 1 e Tabela 2), com capacidade para 13 passageiros.

Nos grandes centros, geralmente, são usados para projetos helicópteros com capacidade de cinco passageiros. Mas como os helicópteros da região, por causa dos embarques e desembarques de trabalhadores nas plataformas de petróleo da Bacia de Campos, possuem capacidades bem maiores, esse foi o helicóptero escolhido.

A Bell Helicopter é uma das mais bem conceituadas indústrias de helicópteros do mundo, sendo líder mundial de fabricação de helicópteros. Mais de 33 mil helicópteros Bell já foram construídos desde 1946, quando o Bell 47 se tornou o primeiro helicóptero do mundo autorizado a operar comercialmente. Possui estrutura de apoio à frota Bell no Brasil que consiste no maior centro de serviços da América Latina e oficinas homologadas em Macaé, Brasília, Belo Horizonte e Rio de Janeiro.



Figura 1- Helicóptero de Projeto – Bell 412

Tabela 2 – Ficha Técnica do Helicóptero BELL 412

CARACTERÍSTICAS	
Capacidade	2 pilotos e 13 passageiros
Motor	2 turbinas Pratt &Whitney 900 Shp.
Comprimento	17,06 m
Peso Vazio	2.934 Kg
Peso Máximo Decolagem	5.397 Kg
Velocidade máxima	259 km/h
Autonomia de vôo	3,7 horas
Alcance	660 Km
Rotor Principal	4 pás
Diâmetro do rotor principal	14,02 m

6. DIMENSIONAMENTO DO HELIPORTO

O prédio anexo ao heliponto servirá para controle para pousos e decolagens e contará com uma sala de espera, banheiros e uma sala de controle.

O tamanho do heliponto é determinado pelas normas do Ministério da Aeronáutica, em função do helicóptero de projeto. A menor dimensão da pista (A) é igual a $1,5 \cdot B$, sendo B o diâmetro do rotor principal do helicóptero de projeto. Então,

$$A = 1,5 \cdot 14,02 = 21,03 \text{ m}$$

Logo, a laje do heliponto terá: (22 x 22) m. Essa área é denominada Área de Torque, que é onde o helicóptero toca a plataforma. Existe também a Área de Pouso e Decolagem, que compreende toda a área ao redor da Área de Torque, áreas estas mostradas na Figura 2.

O número 5 (Figura 2) significa a carga máxima, em toneladas, permitida no local de pouso. O triângulo aponta para o norte magnético e a letra H, significa heliponto público. O quadrado interno é chamado Área de Torque e o quadrado externo, Área de Pouso e Decolagem. As setas indicam a direção das rampas de aproximação do helicóptero.

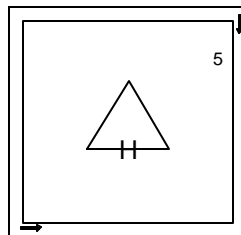


Figura 2 –Detalhes do Heliponto

7. DIMENSIONAMENTO DA LAJE DO HELIPONTO

7.1. Esquema das lajes

- Laje 1 = Laje 6 = Laje 31 = Laje 36

$$\ddot{e} = \frac{L_Y}{L_X} = \frac{1,5}{1,5} = 1 \Rightarrow \text{duas direções}$$

- Laje 2 = Laje 3 = Laje 4 = Laje 5 = Laje 7 = Laje 12 = Laje 13 = Laje 18 = Laje 19 = Laje 24 = Laje 25 = Laje 30 = Laje 32 = Laje 35

$$\ddot{e} = \frac{L_Y}{L_X} = \frac{5,5}{1,5} = 3,7 \Rightarrow \text{uma direção}$$

- Laje 8 = Laje 9 = Laje 10 = Laje 11 = Laje 14 = Laje 15 = Laje 16 = Laje 17 = Laje 20 = Laje 21 = Laje 22 = Laje 23 = Laje 26 = Laje 27 = Laje 28

$$\ddot{e} = \frac{L_Y}{L_X} = \frac{1,5}{1,5} = 1 \Rightarrow \text{duas direções}$$

7.2. Definição da altura das lajes

Laje da área de pouso e decolagem

Para lajes maciças, as condições de deformações-limite serão atendidas quando o valor da altura útil atender a seguinte condição:

$$d > \frac{\ell}{\phi_2 \cdot \phi_3}$$

onde,

ϕ_2 : Coeficiente referente às condições de vinculação e das dimensões da laje²;

ϕ_3 : Coeficiente que depende do tipo de aço²;

ℓ : menor dos dois vãos.

$$d > \frac{1,5}{1,8 \cdot 25} = 0,03 \text{ m}$$

Com isso, o valor da altura da laje poderá ser determinado somando-se o cobrimento, no caso 5,0 cm para lajes em contato com o solo, mais uma vez e meia o diâmetro da armadura empregada ($\phi = 10\text{mm}$).

$$h = 3 + 5,0 + 1 + 0,5 = 9,5 \text{ cm}$$

$$h < h_{\min} = 10 \text{ cm}$$

Utilizar, então, $h = 10 \text{ cm}$.

- Laje da área de torque

Para lajes com mais de 4 m de vão, que suportam cargas na direção desse vão, as alturas mínimas devem ser multiplicadas por $\frac{\ell}{4}$, ou seja:

$$d > \frac{\ell}{\phi_2 \cdot \phi_3} \cdot \frac{\ell}{4}$$

² item 4.2.3.1 da NBI/80

$$d > \frac{5,5}{1,8 \cdot 25} \cdot \frac{5,5}{4} = 0,168 \text{ m}$$

$$h = 16,8 + 5,0 + 1 + 0,5 = 23 \text{ cm.}$$

7.3. Cálculo das cargas atuantes sobre as lajes

- Laje da área de pouso e decolagem

- Peso Próprio: $P_p = \gamma \times h = 25 \times 0,1 = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga de utilização = 2 kN/m^2 - para laje sem acesso ao público
- Revestimento: 1 kN/m^2

$$\text{Carga Total: } 5,5 \times 1,4 = 7,7 \text{ kN/m}^2$$

- Laje da área de torque

- Peso Próprio: $P_p = \gamma \times h = 25 \times 0,23 = 5,75 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga de utilização = 2 kN/m^2 - para laje sem acesso ao público
- Revestimento: 1 kN/m^2

$$\text{Carga Total: } 8,75 \times 1,4 = 12,3 \text{ kN/m}^2$$

7.4. Dimensionamento à flexão

Para o cálculo do dimensionamento a flexão da laje foi feito um estudo da pior situação que a laje irá suportar. Foi analisado o helicóptero em posições variadas e a presença de um caminhão tanque para o abastecimento posicionado sobre a laje.

A pior situação demonstrou que para as lajes com dimensões (1,5 x 1,5)m e as lajes armadas em uma direção terão um momento fletor máximo positivo de 12,7 kN.m.

Então teremos uma $A_s = 16 \text{ cm}^2$, adotando um ϕ de 10 mm obtivemos um espaçamento de 5 cm

Para as lajes com dimensões (5,5 x 5,5)m ocorrerá um momento fletor máximo positivo de 190 kN.m e um momento máximo negativo de 200 kN.m. Com esses resultados temos:

TABELA 3 – RESUMO DO DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO PARA O HELIPONTO

Para $M_d = 12,7 \text{ kN.m}$	
$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	16
Adotando $\phi = 10 \text{ mm}$	
Espaçamento (cm)	5

Para $M_d = 190 \text{ kN.m}$	
$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	70
Adotando $\phi = 16 \text{ mm}$	
Espaçamento (cm)	3

Para $M_d = 200 \text{ kN.m}$	
$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	75
Adotando $\phi = 16 \text{ mm}$	
Espaçamento (cm)	3

1.5. Detalhamento da armadura na laje

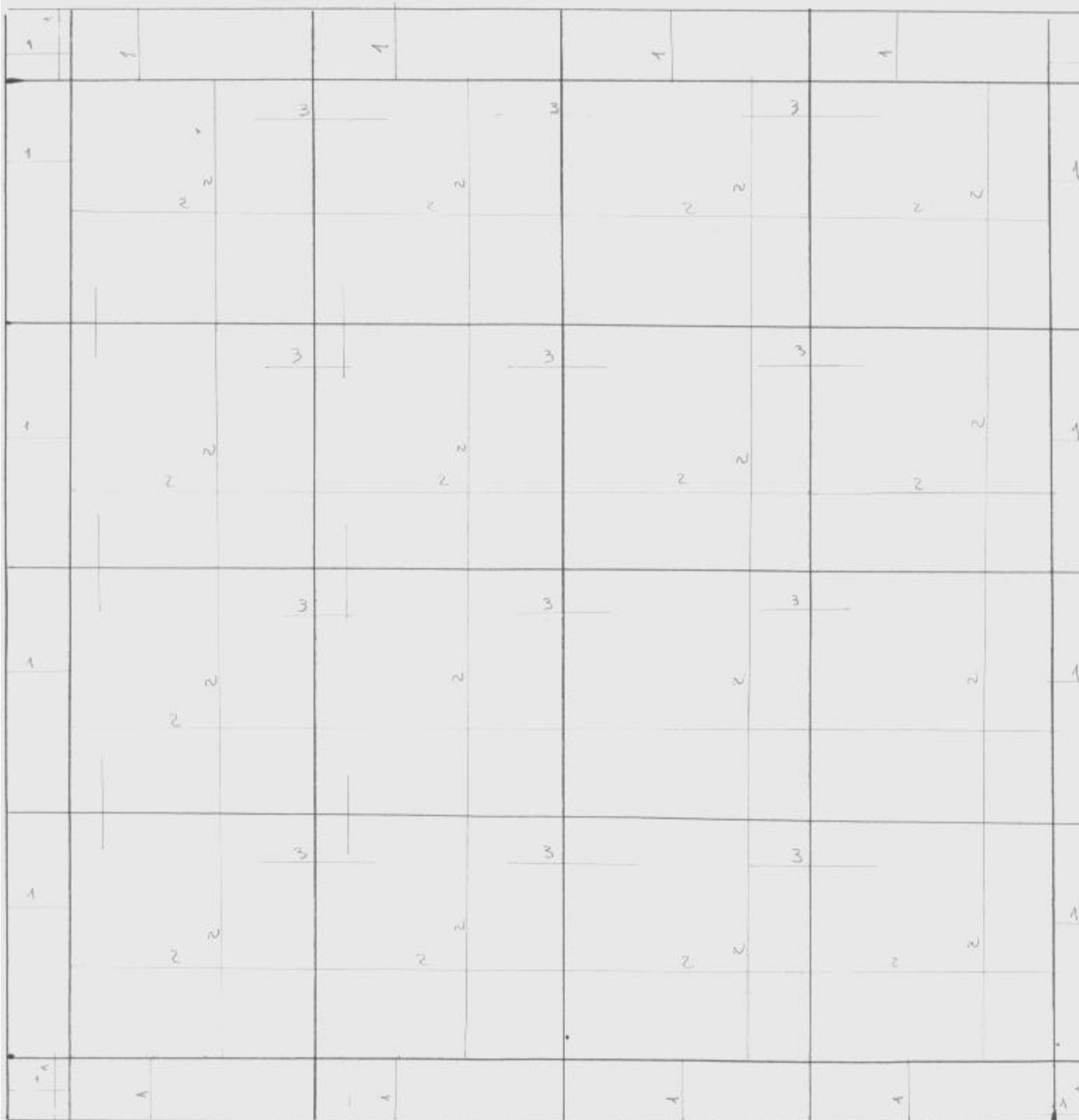


Figura 4 – Detalhamento da armadura da laje

φ = 10 mm - c 15-150

7.5. Escolha da fundação

O resultado do perfil do subsolo do terreno da Universidade está no anexo 2, esse perfil foi conseguido com dados de uma sondagem realizada próxima ao local escolhido para a instalação do heliporto, demonstrada na tabela 4.

De acordo com esse laudo e pelo conhecimento de problemas posteriores a execução de fundações no local. Foi-se escolhido uma fundação profunda, no caso, uma Estaca Franki. Um tipo de estaca eficiente, de fácil execução e com um custo mais barato.

7.5.1. Cálculo das cargas nas estacas

De acordo com a análise da pior situação que pode ocorrer na laje, visto no item 7.4 e considerando que a viga onde essa laje irá descarregar seja com dimensão (30 x 40) foi verificado que a maior carga que uma estaca suportará será de 100 kN.

7.5.2. Cálculo de capacidade de carga de estaca

Tipo de Estaca : Franki
Profundidade (m) : 12
Geometria(Quadrada/Circular) : circular

TABELA 4 – SONDAGEM DO SOLO

Profundidade	Tipo de solo	1+2	2+3
1,0	Areia	6	8
2,0	Areia	9	12
3,0	Silte Argiloso	10	14
4,0	Silte Argiloso	5	6
5,0	Silte Argiloso	2	5
6,0	Silte Argiloso	2	4
7,0	Argila Siltosa	3	6
8,0	Argila Siltosa	4	7
9,0	Argila Siltosa	3	7
10,0	Argila Siltosa	5	8
11,0	Silte Argiloso	4	7
12,0	Silte Argiloso	8	15
13,0	Silte Argiloso	9	11
14,0	Silte Argiloso	7	9
15,0	Silte Argiloso	11	12
16,0	Areia	13	17
17,0	Areia	16	21
18,0	Areia	17	25
19,0	Areia	17	25
20,0	Areia	12	16
21,0	Areia	15	22
22,0	Areia	13	12
23,0	Areia	8	15
24,0	Areia	9	13
25,0	Areia	10	19
26,0	Areia	14	17
27,0	Silte Argiloso	10	15
28,0	Silte Argiloso	11	20
29,0	Silte Argiloso	14	23
30,0	Silte Argiloso	7	6

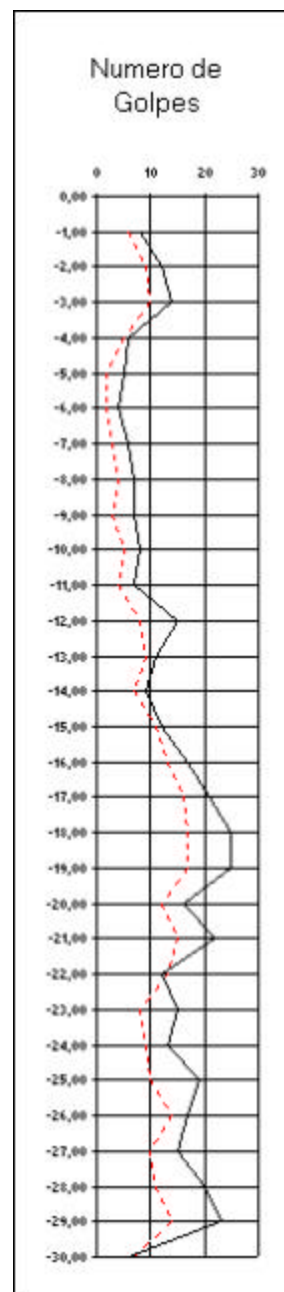


TABELA 5 – COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE DE CARGA DA ESTACA COM DIFERENTES DIÂMETROS

Para diâmetro de 30cm		
Método	Aoki Veloso	Decourt/Quaresma
Coeficiente de Forma (Rp)	2,50	5,00
Resistência de Ponta (Kgf)	7153,41	31101,77
Coeficiente de Forma (RI)	5,00	2,00
Resistência de Lateral (Kgf)	17439,99	22053,98
Res. de Rup. (Kgf)	24593,39	53155,75
Resistência (Kgf)	12296,70	26577,87

Resistência Adotada	24593,39Kgf
---------------------	--------------------

Para diâmetro de 35 cm		
Método	Aoki Veloso	Decourt/Quaresma
Coeficiente de Forma (Rp)	2,50	5,00
Resistência de Ponta (Kgf)	9736,58	42332,96
Coeficiente de Forma (RI)	5,00	2,00
Resistência de Lateral (Kgf)	20346,65	25729,64
Res. de Rup. (Kgf)	30083,23	68062,60
Resistência (Kgf)	15041,62	34031,30

Resistência Adotada	30083,23Kgf
---------------------	--------------------

Para diâmetro de 40 cm		
Método	Aoki Veloso	Decourt/Quaresma
Coeficiente de Forma (Rp)	2,50	5,00
Resistência de Ponta (Kgf)	9736,58	42332,96
Coeficiente de Forma (RI)	5,00	2,00
Resistência de Lateral (Kgf)	20346,65	25729,64
Res. de Rup. (Kgf)	30083,23	68062,60
Resistência (Kgf)	15041,62	34031,30

Resistência Adotada	41812,93Kgf
---------------------	--------------------

7.5.3. Detalhamento da fundação

Com os dados obtidos acima foi possível verificar que será necessário que uma estaca seja colocada no meio do vão da laje. Considerando essa situação a teremos os seguintes resultados:

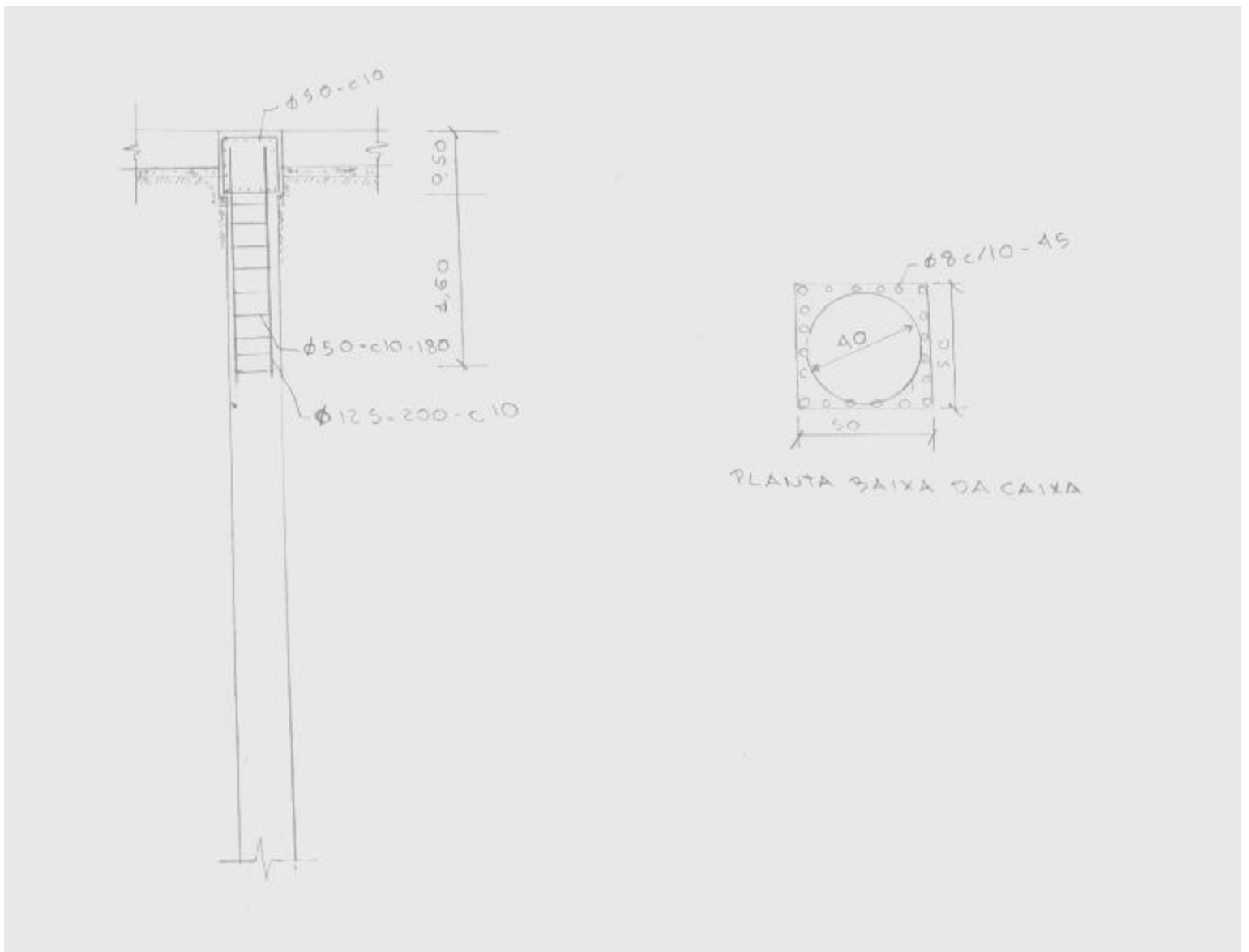


Figura 4 – Detalhamento da fundação

7.7 Verificação dos esforços cisalhantes

Deve-se analisar se a laje necessita ou não de armadura transversal para resistir aos esforços de tração oriundos da força cortante. Para isso a resistência do projeto ao cisalhamento (V_{Rd1}) deve ser maior ou igual ao esforço solicitado (V_{sd}).

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

- Cálculo do Esforço Resistente (V_{rd1})

$$V_{rd1} = [\tau \cdot k \cdot (1,2 + 4r)] \cdot b \cdot d$$

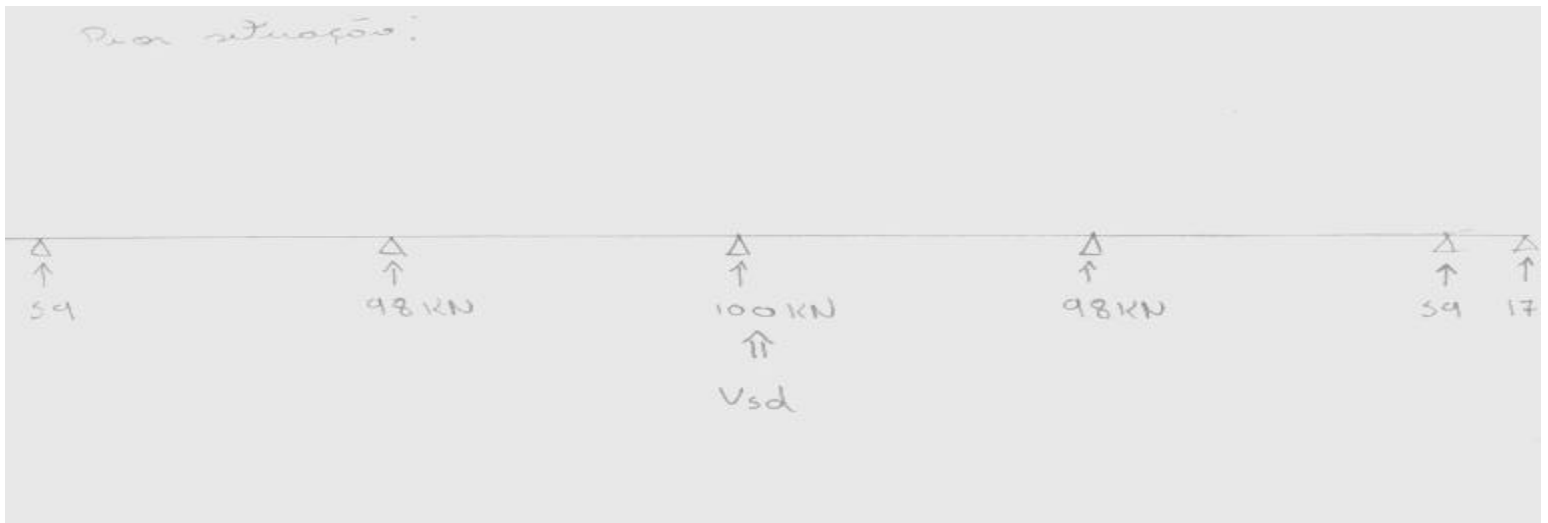
$$\tau = 0,25 \cdot f_{cd} = 3,575 \text{ MPa}$$

$$\kappa = 1,6 - d = 1,4525$$

$$\rho \text{ para } M_d = 37,65 \text{ kN.m} = 0,004 < 0,02 \text{ ok!}$$

$$V_{rd1} = 1041,65 \text{ kN}$$

- Cálculo do Esforço Solicitante (V_{sd})



$$V_{sd} \leq V_{Rd1} \rightarrow \text{não necessita de armadura transversal}$$

8.1. Esquema das lajes do piso

- Laje 1

$$\ddot{e} = \frac{L_Y}{L_X} = \frac{5,3}{3,23} = 1,64 \Rightarrow \text{duas direções}$$

- Laje 2

$$\ddot{e} = \frac{L_Y}{L_X} = \frac{5,3}{5,23} = 1,01 \Rightarrow \text{duas direções}$$

8.2. Definição da altura das lajes

$$d > \frac{\ell}{\phi_2 \cdot \phi_3} \cdot \frac{\ell}{4}$$

- *Laje 1*

$$d > \frac{3,23}{1,51 \cdot 25} \cdot \frac{3,23}{4} = 0,06 \text{ m}$$

$$h = 7 + 5 + 1 + 0,5 = 13 \text{ cm}$$

- *Laje 2*

$$d > \frac{5,23}{1,7 \cdot 25} = 0,12 \text{ m}$$

$$h = 12 + 5 + 1 + 0,5 = 20 \text{ cm}$$

8.3. Cálculo das cargas atuantes sobre as lajes

- *Laje 1*

- Peso Próprio: $P_p = \gamma \times h = 25 \times 0,13 = 3,25 \text{ kN/m}^2$
- Carga da estrutura: $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga de utilização = 2 kN/m^2 - para laje sem acesso ao público
- Revestimento: 1 kN/m^2

$$\text{Carga Total: } 7,75 \times 1,4 = 10,85 \text{ kN/m}^2$$

- *Laje 2*

- Peso Próprio: $P_p = \gamma \times h = 25 \times 0,2 = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- Carga da estrutura: $1,5 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga de utilização = 2 kN/m^2 - para laje sem acesso ao público
- Revestimento: 1 kN/m^2

$$\text{Carga Total: } 9,5 \times 1,4 = 13,3 \text{ kN/m}^2$$

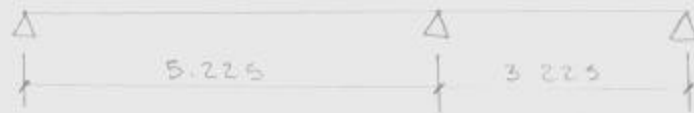
8.4. Definição das seções

- Seção I-I





- Seção III-III



8.5. Cálculo dos momentos fletores

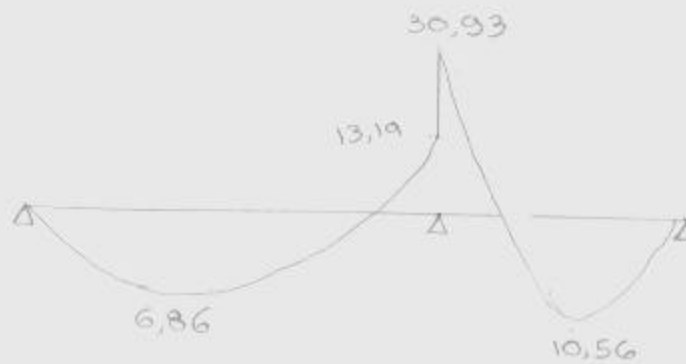
- Seção I-I



- Seção II-II



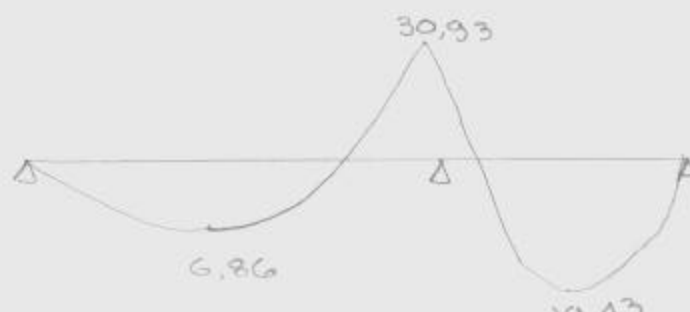
- Seção III-III



momento corrigido:

$$m_2 = 10,56 + \frac{(30,93 - 13,19)}{2} = 19,43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Seção III-III – corrigido



8.6 Dimensionamento à flexão

Tabela 6 – Dimensionamento à Flexão da Laje na Seção I-I do Prédio

Resumo da área e taxa de armadura da Seção I-I	
Altura útil (m)	0,07
M_d (kN.m)	2,11
F_{cd} (Mpa)	14300
x (m)	0,0032
F_{yd} (Mpa)	435000
A_s (cm ²)	7,06
A_{smin} (cm ²)	1,95
Adotando $\bar{\sigma} = 10\text{mm}$	
Espaçamento (cm)	11

Tabela 7 – Dimensionamento à Flexão da Laje na Seção II-II do Prédio

Resumo da área e taxa de armadura da Seção II-II	
Altura útil (m)	0,14
M_d (kN.m)	10,56
F_{cd} (Mpa)	14300
x (m)	0,0081
F_{yd} (Mpa)	435000
A_s (cm ²)	17,75
Adotando $\bar{\sigma} = 12.5 \text{ mm}$	
Espaçamento (cm)	7

Tabela 8 – Dimensionamento à Flexão da Laje na Seção III-III do Prédio

Resumo da área e taxa de armadura da Seção III-III	
Altura útil (m)	0,14
M_d (kN.m)	30,9
F_{cd} (Mpa)	14300
x (m)	0,0025
F_{yd} (Mpa)	435000
A_s (cm ²)	33,3
Adotando $\bar{\sigma} = 12.5$ mm	
Espaçamento (cm)	3

8.7 Detalhamento da armadura na laje do piso da edificação

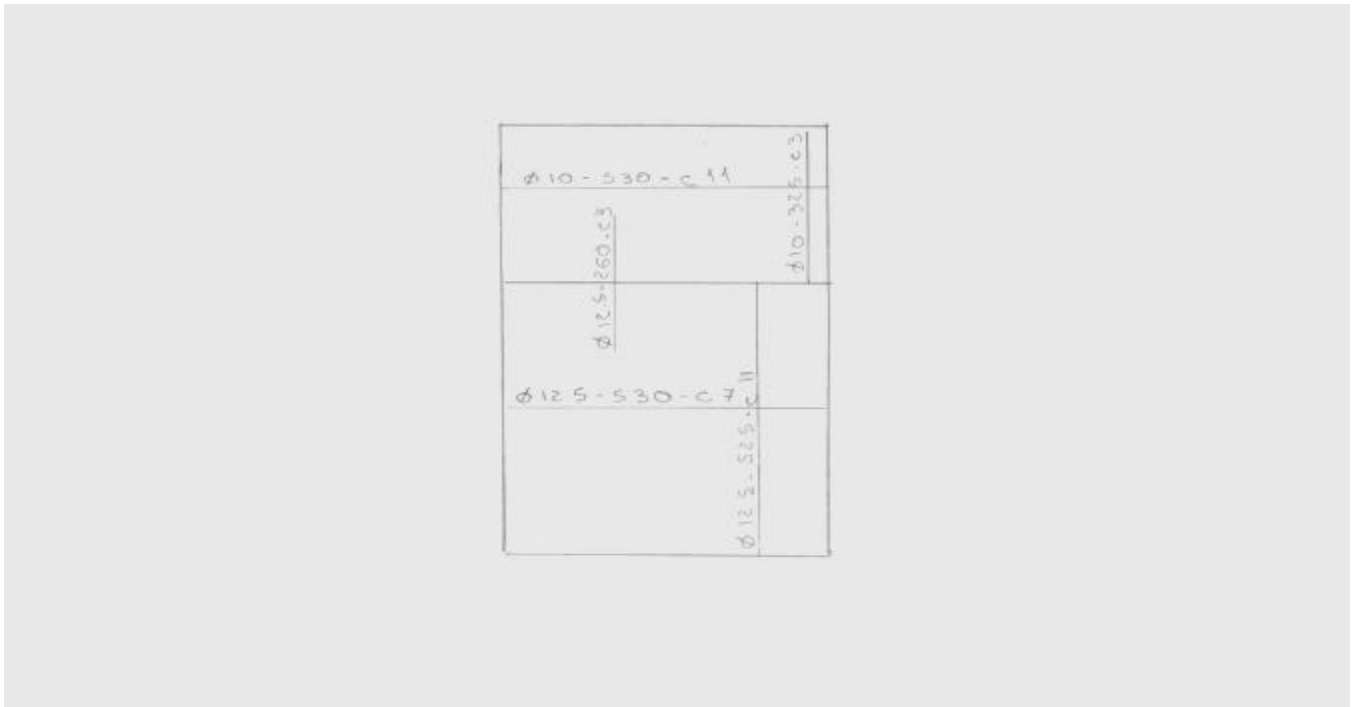


Figura 7 – Detalhe da armadura na laje do piso da edificação

8.8 Verificação dos esforços cisalhantes

- Cálculo do Esforço Resistente (V_{rd1})

$$V_{rd1} = [t \cdot k \cdot (1,2 + 4r)] \cdot b \cdot d$$

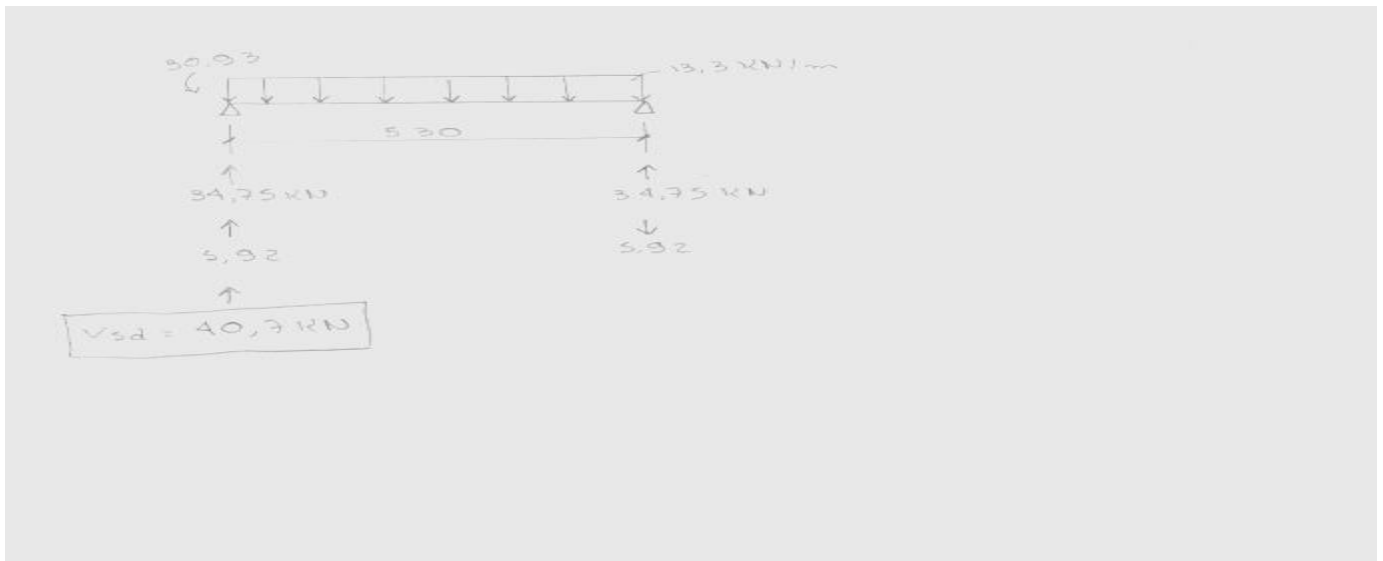
$$\tau = 0,25 \cdot f_{cd} = 3,575 \text{ MPa}$$

$$\kappa = 1,6 - d = 1,46$$

$$\rho \text{ para } M_d = 37,65 \text{ kN.m} = 0,027 < 0,02 \text{ ok!}$$

$$V_{rd1} = 875 \text{ kN}$$

- Cálculo do Esforço Solicitante (V_{sd})



$$V_{sd} \leq V_{Rd1} \rightarrow \text{não necessita de armadura transversal}$$

9 CONCLUSÃO

Pelos aspectos apresentados nesse trabalho, pode-se afirmar que a construção do heliporto no campus da UENF é algo necessário e, principalmente, viável.

É um investimento que irá enriquecer a Universidade e a região. A proximidade da UENF com o centro tornará mais rápida a locomoção dos visitantes que chegam à Campos e no âmbito da Universidade, facilitará a chegada de pesquisadores e administradores.

Haverá a melhora até dos atendimentos médicos de emergência já que nenhum hospital da cidade é equipado com heliporto.

10 BIBLIOGRAFIA

- FUNDAÇÕES, Editora PINI
- FUNDAÇÕES, Veloso e Lopes, COPPE/RJ
- MECÂNICA DOS SOLOS, Caputo
- CÁLCULO E DETALHAMENTO DE ESTRUTURAS USUAIS DE CONCRETO ARMADO, Carvalho e Figueiredo.
- NBR 6118/2003
- Sites da Web:

<http://www.aerosite.com.br>

www.aerodinamica.com.br

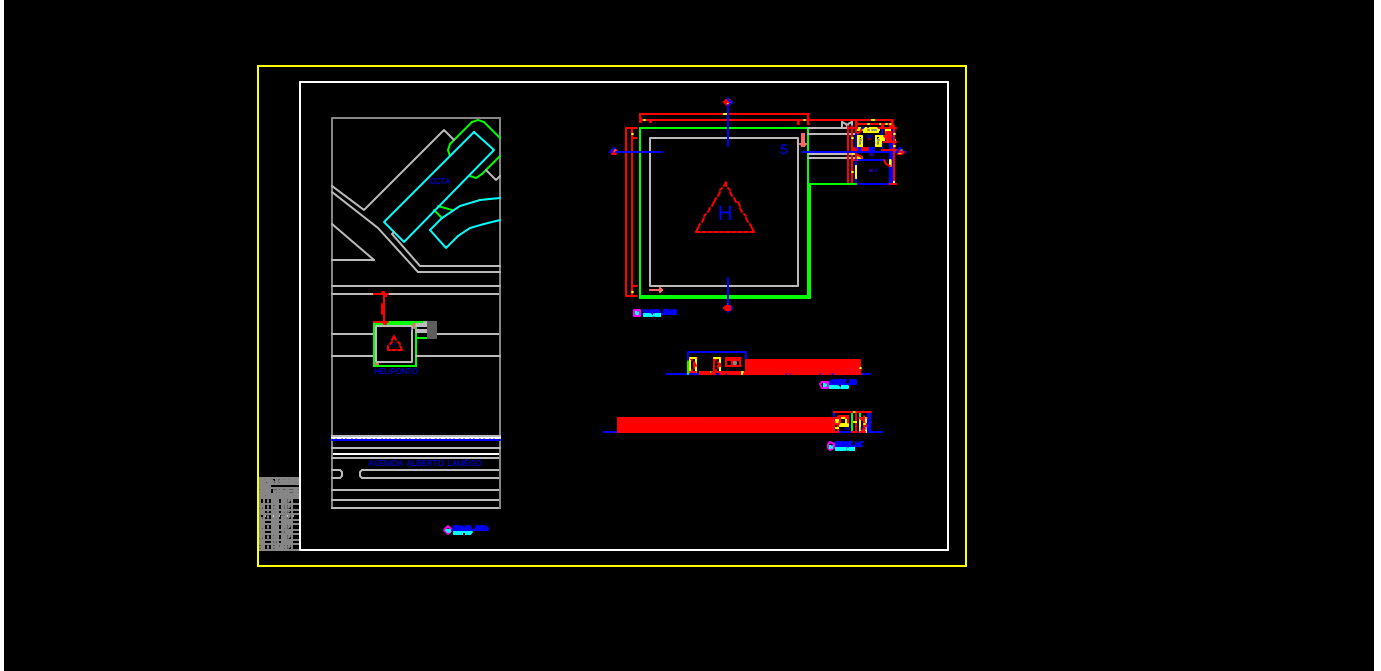
www.aeroplan.com.br

www.oheliponto.com.br

www.dinheirovivo.com.br/pessoal/transporte/avioes

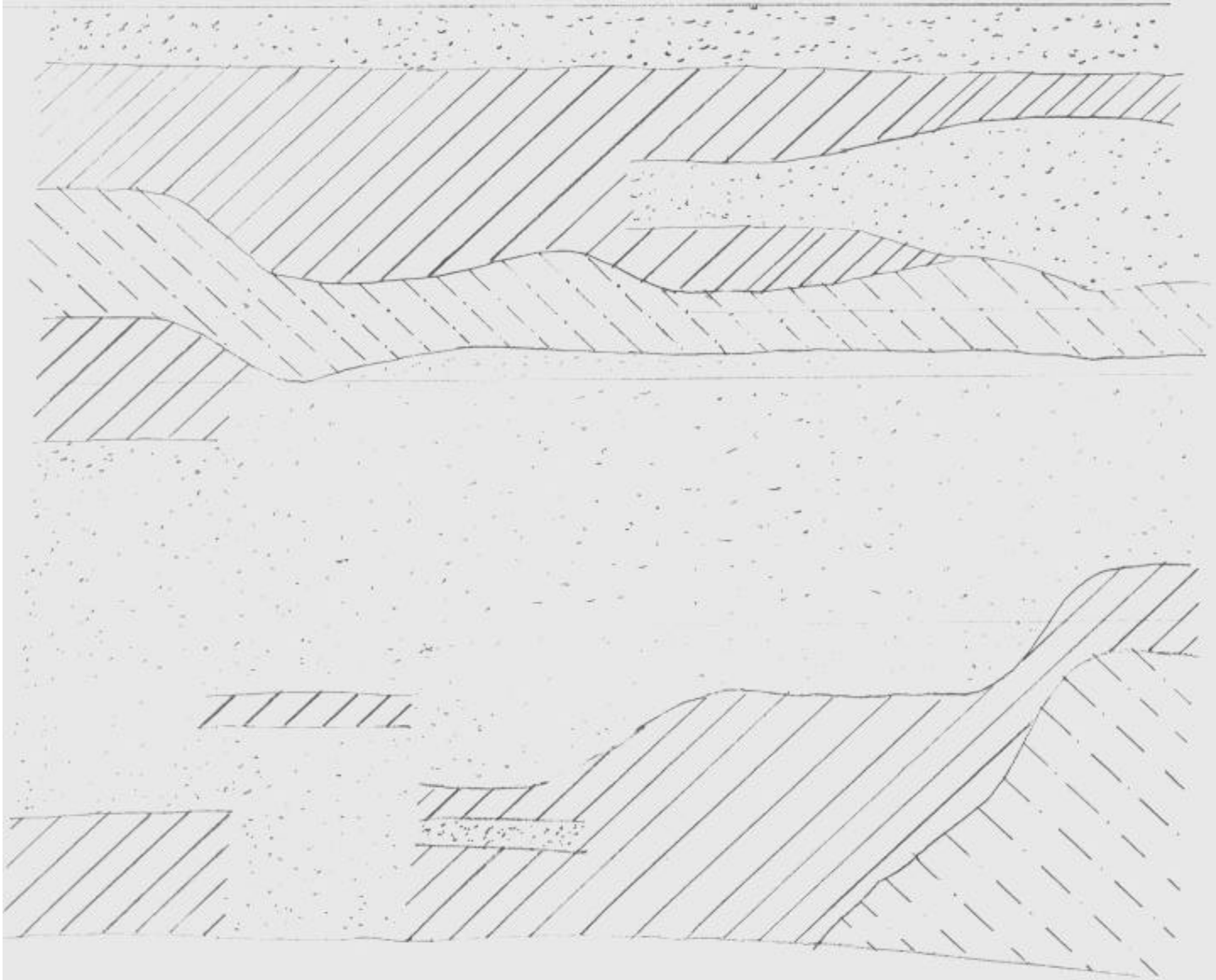
11 ANEXO

11.6 Plantas baixas e cortes do heliporto






11.7 Perfil do terreno

ANEXO 2 - PERFIL DO SUBSOLO



LEGENDA

-  AREIA
-  SILTE ARGILOSO
-  ARGILITE SILTOSA

