



UNIFEOB

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO DE ENSINO
OCTÁVIO BASTOS

ESCOLA DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL - HÍBRIDO

PROJETO INTEGRADO

Sistema de Drenagem Pluvial - Edificação em Área do
Campus

SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP

JUNHO, 2024

UNIFEOB

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO DE ENSINO
OCTÁVIO BASTOS

ESCOLA DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL - HÍBRIDO

PROJETO INTEGRADO

Sistema de Drenagem Pluvial - Edificação em Área do
Campus

MÓDULO: SOLOS E RECURSOS HÍDRICOS

MECÂNICA DOS SOLOS E GEOLOGIA – PROF^a. CLAUDIA
BRANDT

HIDROLOGIA – PROF. EDWIN ANTONIO ARANDA SALDANA

ADMARKREM STEPANT DA CRUZ, RA 1012021100036
CARLOS ALBERTO COLLOZZO DE SOUZA, RA 1012020200274
FERNANDO CESAR BIANCHETTI, RA 1012020200201
KARINGTHON WILKER TORRES, RA 1012020200159

SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP

JUNHO, 2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. PROJETO INTEGRADO	3
3. MEMORIAL DE CÁLCULO	4
4. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

1. INTRODUÇÃO

Nossa equipe teve como meta o estudo para a compreensão do comportamento hidrológico dos solos e os conceitos básicos de hidrologia desenvolvendo técnicas, experimentos e análises para transformação de dados em indicadores visando solucionar problemas relacionados aos temas propostos nas unidades de estudo com intuito de minimizar impactos ambientais causados pelo desenvolvimento humano e incentivar o crescimento urbano sustentável integrando sistemas de drenagem pluvial aos projetos de edificações desenvolvidos no trimestre anterior.

2. PROJETO INTEGRADO

A primeira etapa do nosso projeto integrado foi a revisita ao local do empreendimento para recolhimento de duas amostras de solo para posterior análise.

A análise do solo foi fundamental para a decisão da solução do sistema pluvial adotada para o nosso projeto. A permeabilidade do solo é uma propriedade que permite o escoamento de água através dele. Todos os solos apresentam diferentes níveis de permeabilidade. Esse conhecimento é crucial em obras de engenharia.

Estudando os sistemas de águas pluviais podemos observar uma série de benefícios destacando a eficácia na gestão dessas águas abrangendo diversas etapas como retenção de água, atraso no escoamento, redução de volume de água. Esse conhecimento nos ajudou a determinar o dimensionamento de nosso telhado e a escolha adequada das calhas, também na adoção da construção de uma cisterna para coleta e armazenamento das águas pluviais.

3. MEMORIAL DE CÁLCULO

Para aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, realizamos uma série de atividades práticas que envolveram a coleta de amostras de solo em uma área específica e a subsequente análise dessas amostras em laboratório. Essas atividades são cruciais para compreender as propriedades físicas e mecânicas do solo, como granulometria, plasticidade, permeabilidade e resistência ao corte, entre outras.

A coleta de amostras de solo foi realizada de maneira criteriosa para garantir a representatividade dos dados obtidos. Utilizamos métodos padronizados para a retirada e armazenamento das amostras, visando minimizar alterações nas suas propriedades naturais. Em seguida, no laboratório, submetemos essas amostras a diversos ensaios e testes, empregando equipamentos e técnicas específicas que nos permitiram identificar e quantificar as características principais do solo estudado.

O principal objetivo dos testes e análises de solo realizados no âmbito da disciplina "Mecânica dos Solos e Geologia" é proporcionar aos alunos de engenharia civil uma compreensão prática e aprofundada das propriedades físicas e mecânicas dos solos. Este conhecimento é essencial para a formação de engenheiros capacitados a enfrentar os desafios do planejamento e execução de projetos de construção, que dependem significativamente da interação entre as estruturas e o solo que as suporta.

Especificamente, os objetivos dos testes e análises incluem:

Aplicação Prática dos Conceitos Teóricos: Permitir aos alunos aplicar os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula em um contexto prático. Ao realizar a coleta e análise de amostras de solo, os alunos podem observar diretamente como as propriedades do solo variam e como essas variações influenciam o comportamento do solo sob diferentes condições.

Desenvolvimento de Habilidades Técnicas: Proporcionar experiência prática com os equipamentos e métodos utilizados na análise de solos. Isso inclui a familiarização com procedimentos de coleta de amostras, preparação de amostras, e execução de ensaios laboratoriais, como testes de granulometria, limites de Atterberg, compactação e permeabilidade.

Interpretação de Dados: Ensinar os alunos a interpretar os resultados dos testes de solo e a utilizar esses dados para fazer previsões sobre o comportamento do solo em situações reais de engenharia. Isso inclui a análise crítica dos dados obtidos e a

compreensão de suas implicações para o projeto e construção de fundações, aterros, taludes e outras estruturas.

Tomada de Decisões Informadas: Capacitar os alunos a tomar decisões informadas sobre a adequação e preparação dos solos para suportar diferentes tipos de construções. Compreender a importância de fatores como a compactação, drenagem e estabilização do solo é crucial para a concepção de projetos seguros e sustentáveis.

Valorização da Pesquisa e Desenvolvimento: Incentivar uma abordagem investigativa e metódica na engenharia civil, promovendo a importância da pesquisa contínua e do desenvolvimento de novas técnicas e materiais que possam melhorar a eficiência e segurança das construções.

Os equipamentos utilizados para a sondagem foram:

- Anel volumétrico;
- Um cabeçote para alojar o anel volumétrico;
- Bandeja;
- Haste;
- Castelo;
- Pá;
- Enxada;
- Picareta;
- Balde;
- Balança;
- Cápsula de Metal
- Estufa;

A metodologia adotada para a coleta e análise das amostras de solo seguiu procedimentos padronizados e consistiu nas seguintes etapas:

1. **Instruções Iniciais:** A professora Cláudia iniciou a atividade com uma explicação detalhada sobre os procedimentos que seriam realizados e as ferramentas que utilizaríamos para a coleta do solo. Foi essencial entender a importância de cada etapa e como cada ferramenta deveria ser usada para garantir a precisão dos resultados.

2. **Seleção dos Pontos de Coleta:** Fomos até a área de estudo previamente determinada e selecionamos dois pontos distintos para a coleta das amostras de solo. A

escolha desses pontos foi baseada em critérios de representatividade e variação do solo na área.

3. **Preparação da Superfície:** Em ambos os pontos, realizamos a limpeza da superfície, removendo a vegetação e quaisquer detritos superficiais. Esse passo foi crucial para garantir que as amostras coletadas fossem representativas do solo inalterado.

4. **Coleta das Amostras com Anel Volumétrico:**

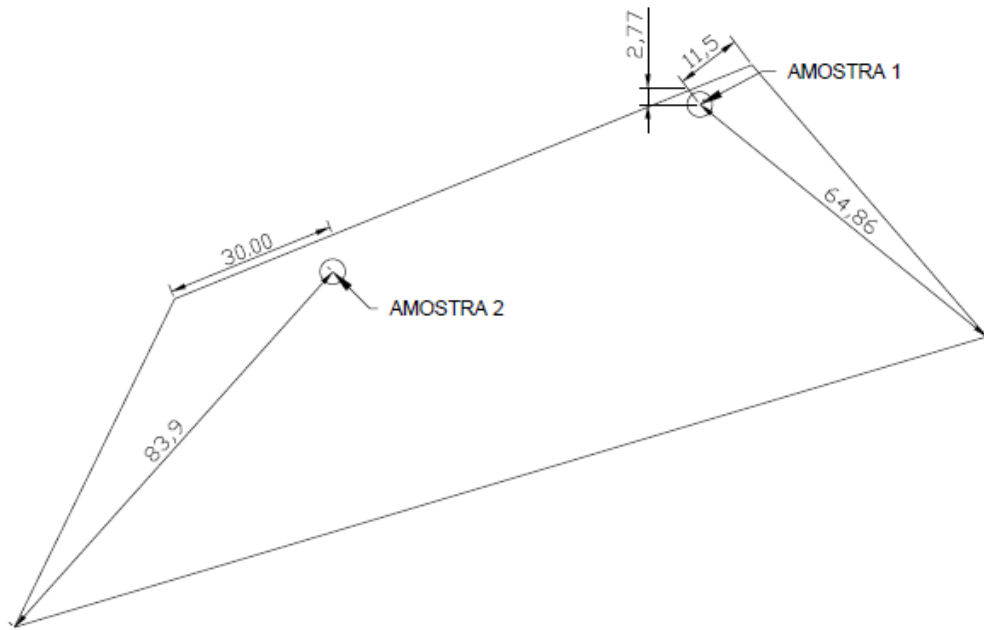
a. **Posicionamento do Anel Volumétrico:** Colocamos o anel volumétrico na superfície limpa. Este anel é fundamental para a coleta de uma amostra de solo de volume conhecido, necessária para a análise posterior.

b. **Uso da Haste e do Castelo (peso):** Posicionamos a haste e o castelo sobre o anel volumétrico para facilitar a penetração do anel no solo. No primeiro ponto de coleta, foram necessárias 100 batidas para que o anel penetrasse totalmente no solo, enquanto no segundo ponto, apenas 46 batidas foram suficientes. Este procedimento assegura que a amostra seja extraída sem perturbar significativamente a sua estrutura.

5. **Transporte das Amostras:** Após a coleta, os anéis contendo as amostras de solo foram cuidadosamente retirados e transportados para o laboratório, onde foram armazenados adequadamente para evitar a perda de umidade ou alteração das propriedades do solo.

6. **Ensaio Laboratoriais:** No laboratório, realizamos uma série de experimentos para analisar as propriedades físicas e mecânicas das amostras de solo coletadas. Os ensaios incluíram testes de granulometria, limites de Atterberg, compactação e permeabilidade, entre outros, conforme os padrões estabelecidos pelas normas técnicas de engenharia civil.

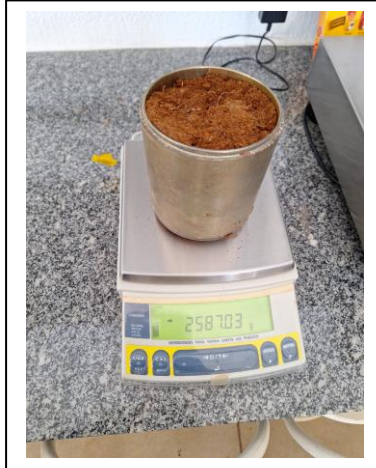
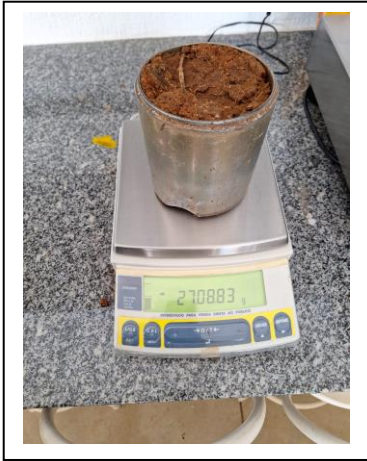
Locação das amostras:



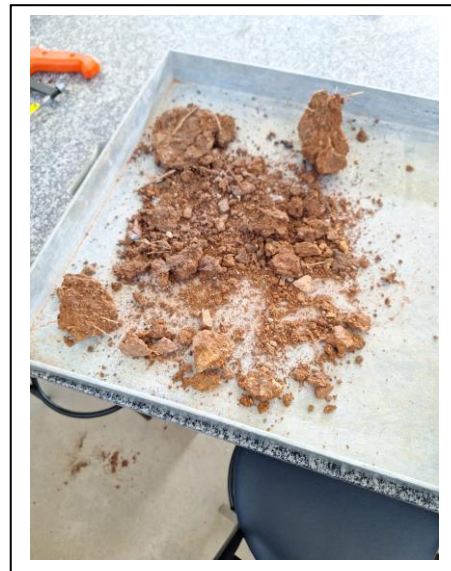
COLETA DO SOLO



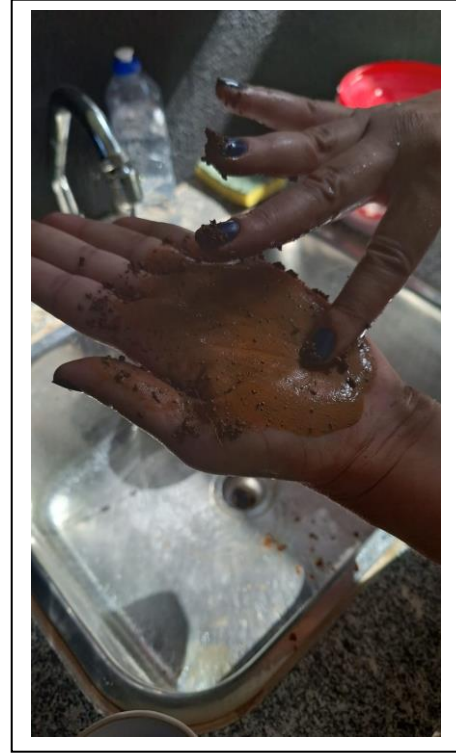
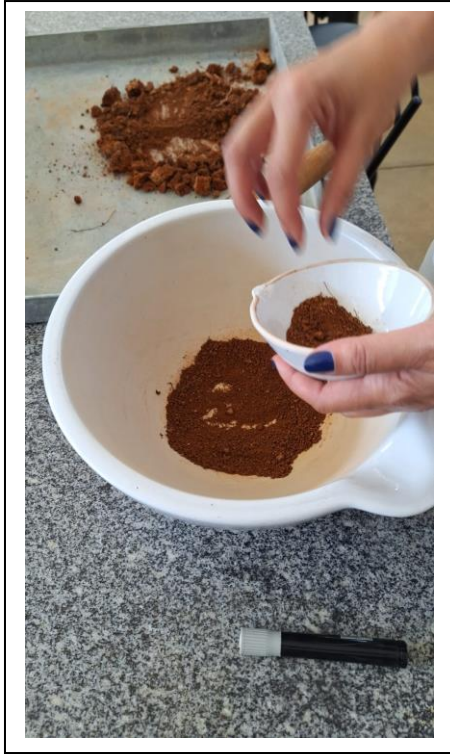
PESAGEM



ANÁLISE PRELIMINAR

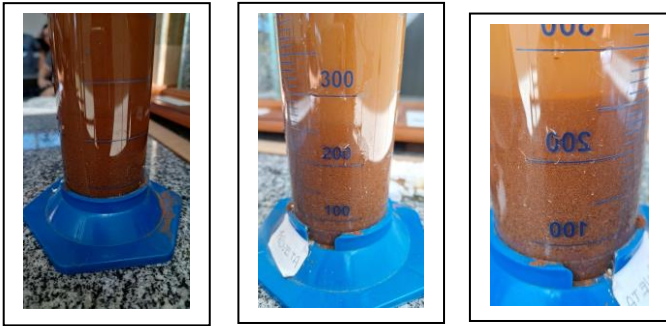


LAVAGEM DA MÃO

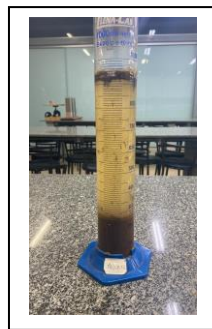


MISTURAS





RESULTADO FINAL



Cálculo do peso específico natural.

Amostra 1:

$$\text{Tara} = 979,86\text{g}$$

$$P1 = 2708,83\text{g}$$

$$P \text{ amostral} = 2708,83 - 979,86 = 1728,97\text{g}$$

$$\text{Peso específico natural: } \frac{\text{massa}}{\text{Volume}} = \frac{1728,97}{976,90} = 1,769 \text{ g/cm}^3$$

Cálculo do teor de umidade:

$$P1 = T + P_s + P_{\text{água}}$$

$$P2 = T + P_s$$

$$P1 - P2 = P_{\text{água}}$$

$$\text{Teor de umidade} = P_{\text{água}} / P_s$$

Amostra 1:**(utilização capsula 6)**

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$72,68 = 25,01 + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$67,54 = 25,01 + 42,53$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$72,68 - 67,54 = 5,04$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

$$\text{Teor de umidade} = 5,04 / 42,53 = 0,118 = 11,8\%$$

(utilização capsula 7)

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$77,28 = 23,87 + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$71,53 = 23,87 + 47,66$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$77,28 - 71,53 = 5,75$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

$$\text{Teor de umidade} = 5,75 / 47,66 = 0,120 = 12,0\%$$

(utilização capsula 8)

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$74,01 = 24,80 + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$68,58 = 24,80 + 43,77$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$74,01 - 68,58 = 5,43$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

$$\text{Teor de umidade} = 5,43 / 43,77 = 0,124 = 12,4\%$$

Teor de umidade médio amostra 1:

$$(11,8 + 12,0 + 12,4) / 3 = \mathbf{12,06\%}$$

Cálculo do peso específico natural.**Amostra 2:**

$$\text{Tara} = 979,86\text{g}$$

$$P1 = 2587,03\text{g}$$

$$P \text{ amostral} = 2587,03 - 979,86 = 1607,17\text{g}$$

$$\text{Peso específico natural: } \frac{\text{massa}}{\text{Volume}} = \frac{1607,17}{976,90} = 1,645 \text{ g/cm}^3$$

Cálculo do teor de umidade:

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

Amostra 2:**(utilização capsula 1)**

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$26,89 = 10,71 + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$25,23 = 10,71 + 14,52$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$26,89 - 25,23 = 1,66$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

$$\text{Teor de umidade} = 1,66 / 14,52 = 0,114 = 11,4\%$$

(utilização capsula 2)

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$28,65 = 10,03 + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$26,87 = 10,03 + 16,84$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$28,65 - 26,87 = 1,78$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

$$\text{Teor de umidade} = 1,78 / 16,84 = 0,105 = 10,5\%$$

(utilização capsula 3)

$$P1 = T + Ps + \text{Págua}$$

$$21,26 = 11,41 + Ps + \text{Págua}$$

$$P2 = T + Ps$$

$$20,08 = 11,41 + 8,67$$

$$P1 - P2 = \text{Págua}$$

$$21,26 - 20,08 = 1,18$$

$$\text{Teor de umidade} = \text{Págua} / Ps$$

$$\text{Teor de umidade} = 1,18 / 8,67 = 0,136 = 13,6\%$$

Teor de umidade médio amostra 2:

$$(11,4 + 10,5 + 13,6) / 3 = \mathbf{11,83\%}$$

Através da execução meticulosa de testes e análises de solo no âmbito da disciplina "Mecânica dos Solos e Geologia", pudemos mergulhar profundamente no cerne das propriedades físicas e mecânicas dos solos, fundamentais para a prática da engenharia civil. Ao longo deste relatório, detalhamos os procedimentos adotados desde a coleta das amostras até os ensaios laboratoriais realizados, evidenciando a importância de cada etapa no processo de compreensão do comportamento do solo.

Em última análise, os testes e análises de solos não são apenas uma componente vital da nossa formação em engenharia civil, mas também representam um passo significativo em direção à nossa capacitação como profissionais capazes de contribuir positivamente para o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Pelos testes podemos concluir que nosso solo estudado é um solo arenoso com silte e uma pequena porcentagem de argila.

Esse teste também nos possibilita chegar a uma conclusão que nosso solo tem uma alta permeabilidade e a drenagem do entorno do nosso prédio poderá ser feita através de piso permeável. De acordo com a NBR 16416 um piso drenante tem praticamente 100% de permeabilidade

Intensidade de Chuva em São João da Boa Vista

Sistema Utilizado Plúvio 2.1

Data de emissão do relatório: 10/06/2024



Plúvio 2.1



Copyright (2005) © GPRH

RELATÓRIO

Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação

LOCALIZAÇÃO:

Localidade: São João da Boa Vista Estado: São Paulo

Latitude: 21°58'09"

Longitude: 46°47'53"

PARÂMETROS DA EQUAÇÃO:

K: 1737,428

a: 0,147

b: 20,452

c: 0,817

MAPA DE LOCALIZAÇÃO:

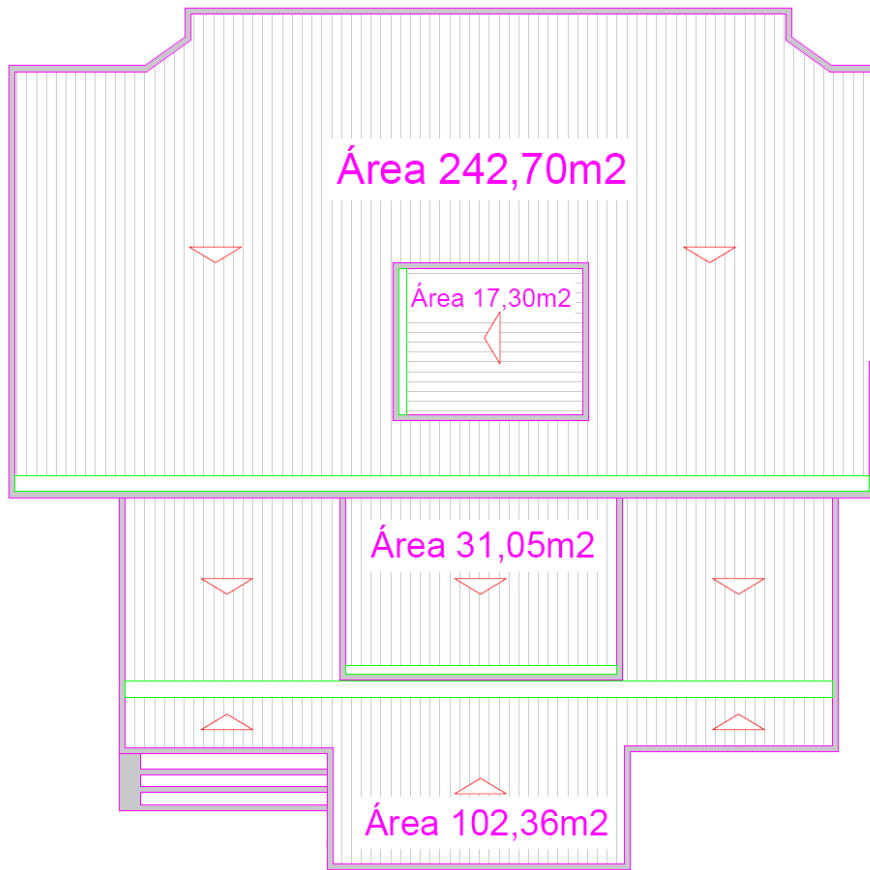
FÓRMULA UTILIZADA

$$i = \frac{K \cdot T^a}{(t + b)^c}$$

$$i = \frac{1737,428 \cdot 5^{0,147}}{(5 + 20,452)^{0,817}}$$

$$i = 156,38 \text{ mm/h}$$

Dimensionamento do Telhado



Cálculo de Vazão dos Telhados

FÓRMULA UTILIZADA

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Telhado 01 (Caixa D'agua)

$$Q = \frac{156,38 \cdot 17,30}{60} \quad Q = 45,09 \text{ l/m}$$

Telhado 02

$$Q = \frac{156,38 \cdot 242,70}{60} \quad Q = 632,55 \text{ l/m}$$

$$Q = 632,55 + 45,09 \quad Q = 677,64 \text{ l/m}$$

Telhado 03

$$Q = \frac{156,38 \cdot 31,05}{60} \quad Q = 80,93 \text{ l/m}$$

Telhado 04

$$Q = \frac{156,38 \cdot 102,36}{60} \quad Q = 266,78 \text{ l/m}$$

$$Q = 266,78 + 80,93 \quad Q = 347,71 \text{ l/m}$$

Dimensionamento das Calhas Retangulares

Formula de MANNING-STRINCKLER

Q = Vazão da calha (l/m)

PM = Perímetro Molhado

S = área molhada (m²)

n = coef. Rugosidade

RH = raio hidráulico (m)

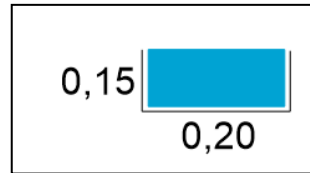
I = declividade da calha (m/m)

K = 60.000

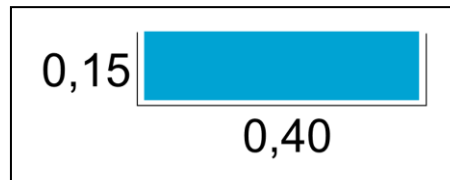
$$Q = \frac{K \cdot S \sqrt[3]{R_{H}^2} \cdot \sqrt{i}}{n}$$

CALHA TELHADO 01 (CAIXA D'AGUA)

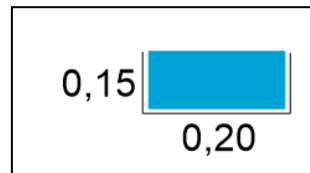
$S = 0,03$
 $PM = 0,5$
 $RH = 0,06$
 $I = 1\%$
 $n = 0,011$
 $K = 60.000$
 $Q = 200,41 \text{ (l)/m}$

**CALHA TELHADO 02**

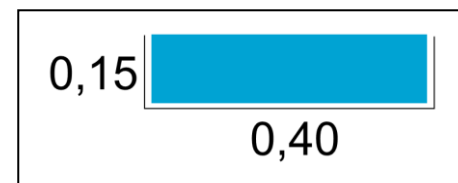
$S = 0,06$
 $PM = 0,7$
 $RH = 0,085714$
 $I = 1\%$
 $n = 0,011$
 $K = 60.000$
 $Q = 410,34 \text{ (l)/m}$

**CALHA TELHADO 03**

$S = 0,03$
 $PM = 0,5$
 $RH = 0,06$
 $I = 1\%$
 $n = 0,011$
 $K = 60.000$
 $Q = 200,41 \text{ (l)/m}$

**CALHA TELHADO 04**

$S = 0,06$
 $PM = 0,5$
 $RH = 0,085714$
 $I = 1\%$
 $n = 0,011$
 $K = 60.000$
 $Q = 410,34 \text{ (l)/m}$



Dimensionamento dos Condutores Verticais

TABELA UTILIZADA

Condutores Verticais

O dimensionamento dos condutores verticais também pode ser feito com emprego da tabela a seguir que fornece o diâmetro do condutor e o valor máximo da área de telhado drenada pelo tubo.

Área de cobertura para condutores verticais de seção circular

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m ²)
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212
150	11,53	348
200	25,18	760

Fonte: Adaptado de BOTELHO & RIBEIRO Jr. (1998).



Cálculo das Somatórias das Vazões

Diâmetro por Área de Cobertura

Somatória do Telhado 01 +
Telhado 02

Telhado 01 = 17,30m²
Telhado 02 = 242,70m²

Total = 260 m²

Diâmetro 150 - ok

Diâmetro por Área de Cobertura
Somatória do Telhado 03 +
Telhado 04

Telhado 03 = 31,05m²
Telhado 04 = 102,36m²

Total = 133,41 m²

Diâmetro 125 - ok

Diâmetro por Vazão (L/S)

Somatória do Telhado 01 +
Telhado 02

Telhado 01 = 45,09 l/m
Telhado 02 = 632,55 l/m

Total = 677,64 l/m

Convertendo Litro/Segundo 11,29

Diâmetro por Vazão (L/S)

Somatória do Telhado 03 +
Telhado 04

Telhado 01 = 80,93 l/m
Telhado 02 = 266,78 l/m

Total = 347,71 l/m

Convertendo Litro/Segundo 5,79

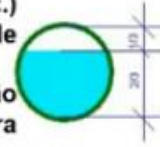
Diâmetro 125 - ok

Dimensionamento dos Condutores Horizontais

Condutores Horizontais

Os condutores horizontais (terraços, áreas abertas, pátios, etc.) devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo



Capacidade de condutores horizontais de seção circular.

D (mm)	Vazão (L/min)											
	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

unifeob

Somatória Total da Vazão do Prédio

Telhado 01 = 45,09 l/m

Telhado 02 = 632,55 l/m

Telhado 03 = 80,93 l/m

Telhado 04 = 266,78 l/m

Total = 1025,35 l/m

Considerando uma inclinação de 1%

Resolveria com um Tubo de Diâmetro de 200mm

4. CONCLUSÃO

Fica claro durante o estudo do projeto a ligação das duas Unidades de Estudo. As unidades contribuíram diretamente para o desenvolvimento das competências técnicas, atitudinais e socioemocionais nesse trimestre.

REFERÊNCIAS

PIMENTEL, Luciene. **Hidrologia- Engenharia e Meio Ambiente**. São Paulo: Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 9788595155510. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595155510/>.

GRIBBIN, John E. **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais: Tradução da 4ª edição norte-americana**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014. E-book. ISBN 9788522116355. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522116355/>.

PINTO, Nelson L. de S.; HOLTZ, Antonio Carlos T.; MARTINS, José A.; e outros **Hidrologia básica**. São Paulo: Editora Blucher, 1976. E-book. ISBN 9788521217886. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521217886/>

BARNES, Graham. **Mecânica dos Solos- Princípios e Práticas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788595155084. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595155084/>.

MURRIETA, Pedro. **Mecânica dos Solos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788595156074. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156074/>.

CAPUTO, Homero P.; CAPUTO, Armando N. **Mecânica dos Solos: Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9788521638032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521638032/>