



FUNDAÇÕES

GBAZP – ESALQ – USP



Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP

" Sarrafe



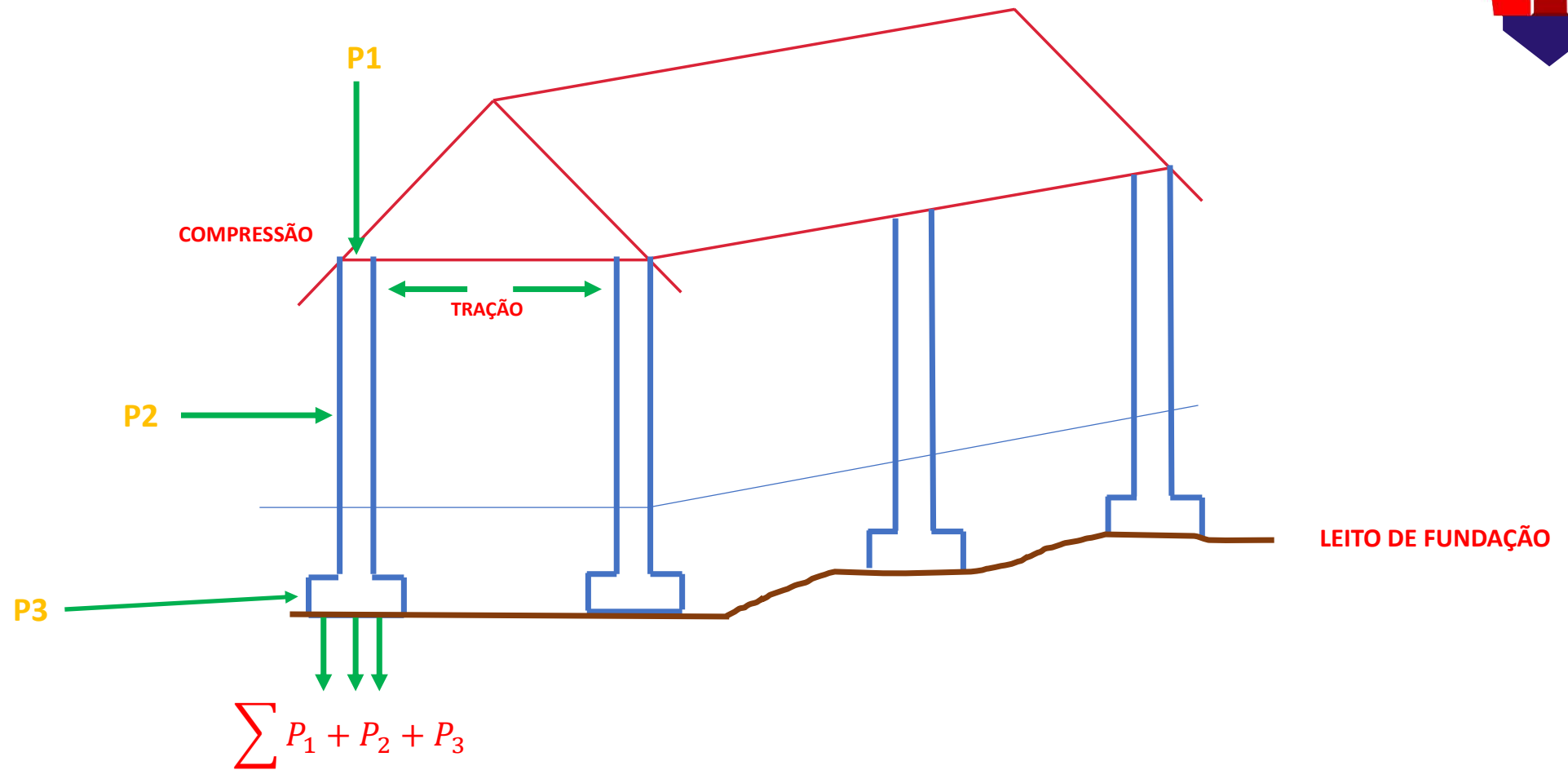
Definição

Fundação é a obra, geralmente enterrada, que serve para suportar a casa, prédio, ponte ou viaduto.

Transmitir o peso da estrutura à superfície do terreno.



- ✓ Segurança contra a ruptura das peças estruturais (vigas, pilares, lajes).
- ✓ Segurança contra ruptura do terreno.
- ✓ Há a necessidade do conhecimento da resistência do terreno.
- ✓ $R = P / S$





Capacidade de Carga

Caracterizado pelo aumento rápido das deformações

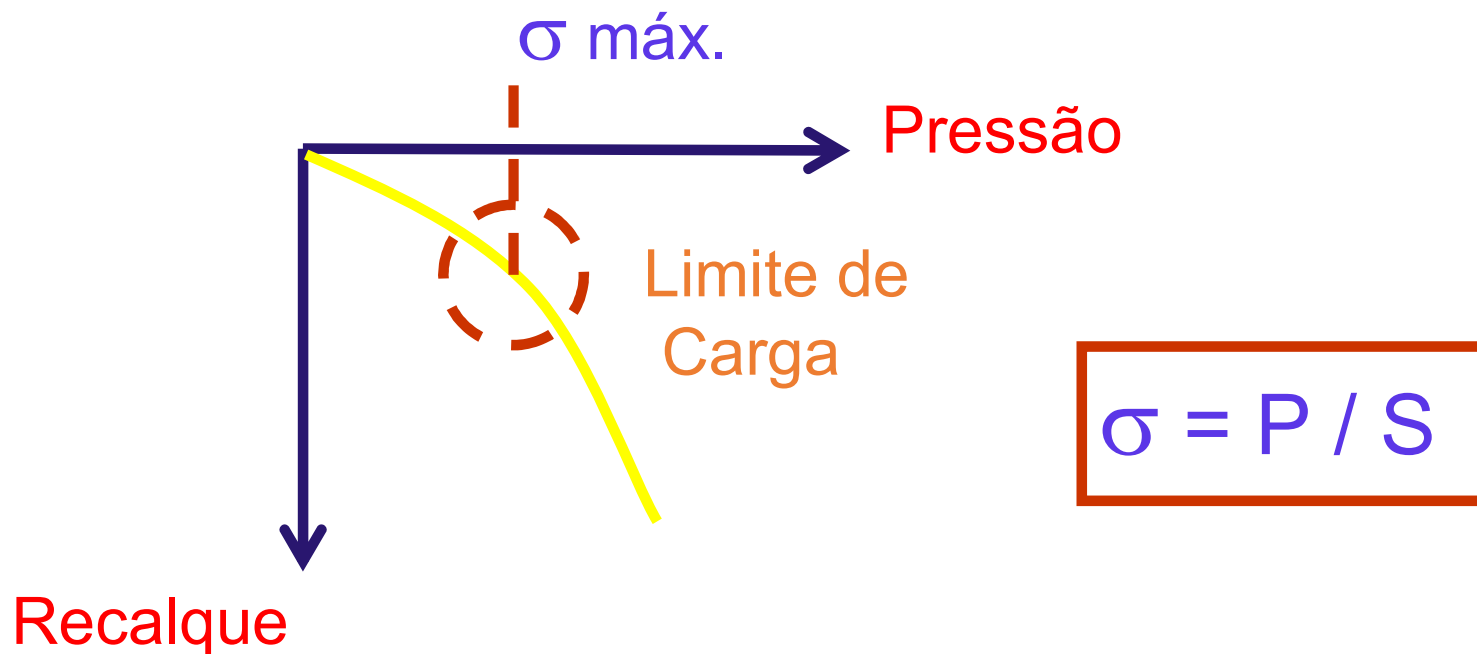




Tabela 1- Sobrecargas ou Cargas Úteis

Compartimentos

Sobrecargas
kg/m²

Laje de forro (desvio do telhado).....	100
• Lajes de piso residências, escritórios, salas comuns....	200
• Enfermarias, salas de recepção.....	250
• Assembleias, aulas.....	350
• Bibliotecas	400
• Salões de dança, garagens, auditórios	500
• Telhado - peso de pessoa	60
• Escadas	250



Tabela 2- Peso Específico de Materiais

Materiais

Alvenaria em pedra.....	2.200 - 2.400 kg/m ³
• Alvenaria tijolo maciço, revestido.....	1.600 kg/m ³
• Alvenaria tijolo furado, revestido.....	1.300 kg/m ³
• Baldrame	1.800 kg/m ³
• Concreto simples	2.200 - 2.400 kg/m ³
• Concreto armado.....	2.400 kg/m ³
• Soalhos de madeira c/ argamassa.....	45 kg/m ²
• Ladrilhos e pedras do piso.....	50 kg/m ²
• Mármore 2 e 3 cm.....	80 – 90 kg/m ²
• Revestimento de paredes	25 kg/m ³
• Revestimentos de tetos de laje.....	25 kg/m ²
• Telhado completo- telha francesa.....	125 kg/m ²
• Telhado completo- telha canal.....	15kg/m ²
• Telhado completo- ondulado 5mm.....	90kg/m ²
• Impermeabilização terraço.....	50 kg/m ²
• Madeira de Lei.....	800 kg/m ³



Determinação da Pressão Admissível

- Por meio de teorias da mecânica do solo;
- Por meio de provas de cargas sobre placas;
- Por meios Empíricos.

Grau de Compressibilidade do terreno-resistência: (Método da Percussão)



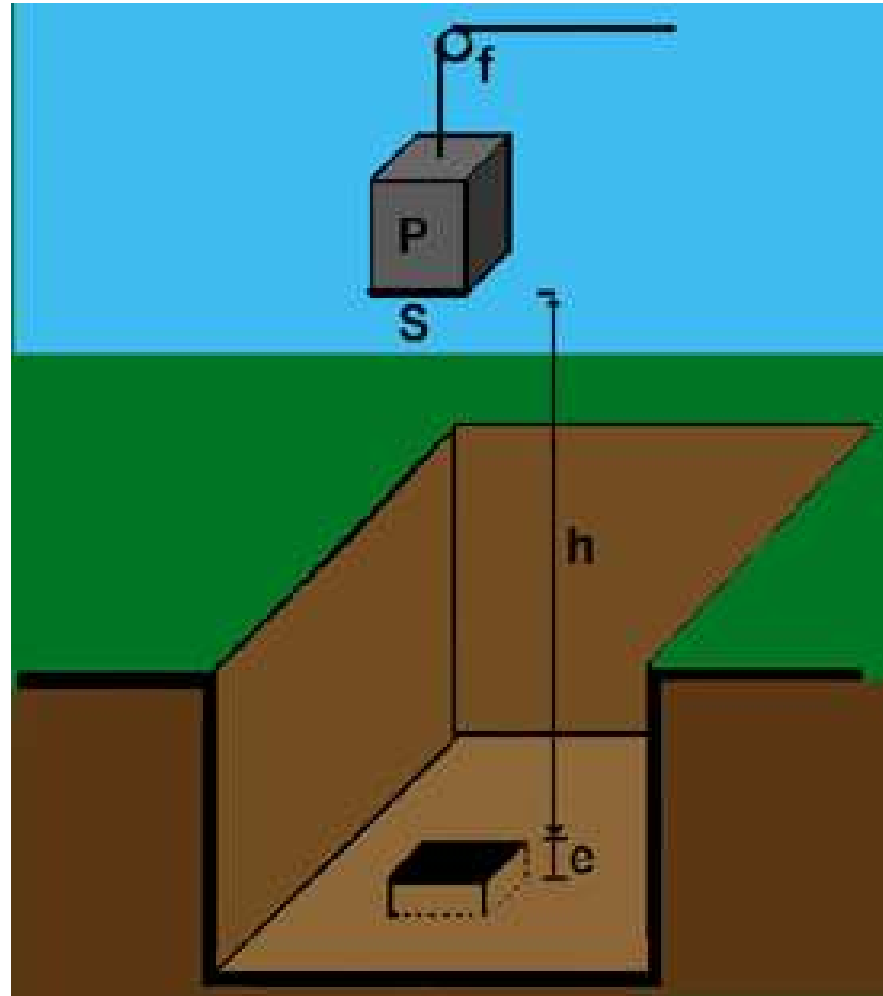
Princípio: A percussão de um volume que cai de uma certa altura, repetidas vezes sobre o mesmo ponto do terreno, provocará um adensamento no mesmo.

$$R = P \frac{[(n.h) + (n+1)]}{S \quad e \quad 2}$$

⇒ O coeficiente de segurança é de 90%.



n = número de quedas (10)
 h = altura de queda
 e = espessura que aprofundou o terreno.





Exemplo

Calcular a resistência do solo pelo método da percussão sabendo-se que foram utilizados um volume com a carga de 100 kg e área de seção transversal 400 cm², sabendo-se que à altura de queda até a profundidade da vala é de 1,5 m, espessura de aprofundamento do terreno 20 cm e número de quedas 10.

$$R = \frac{P}{S} \cdot \left[\frac{(n \cdot h)}{e} + \frac{(n+1)}{2} \right]$$

$$R = \frac{100}{400} \cdot \left[\frac{(10 \cdot 150)}{20} + \frac{(10+1)}{2} \right]$$

$$R = 20,12 \text{ kg / cm}^2 \cdot 0,1 \text{ (coeficiente de segurança de 90\%)}$$

$$R = 2 \text{ kg / cm}^2$$



EFEITOS DOS RECALQUES NAS ESTRUTURAS

Danos Estruturais :

são os danos causados à própria construção.

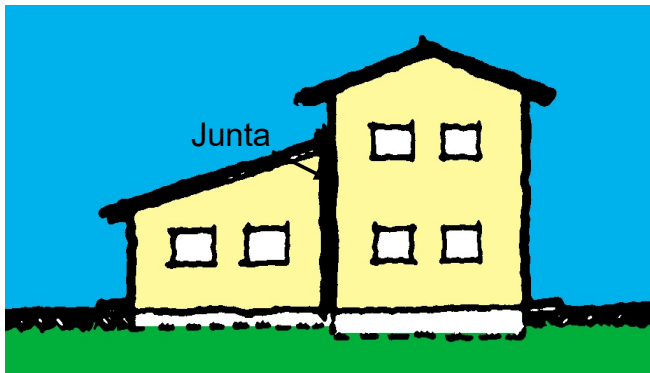
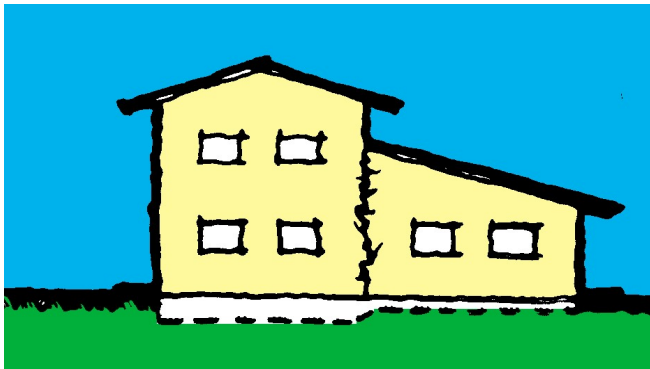
Danos Arquitetônicos:

são danos causados à estética da construção.

Danos Funcionais:

são danos causados à utilização da construção.

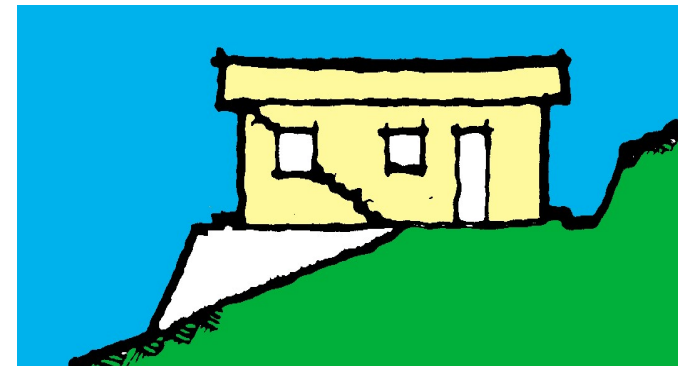
Trinca devido a situações de carregamento diferentes

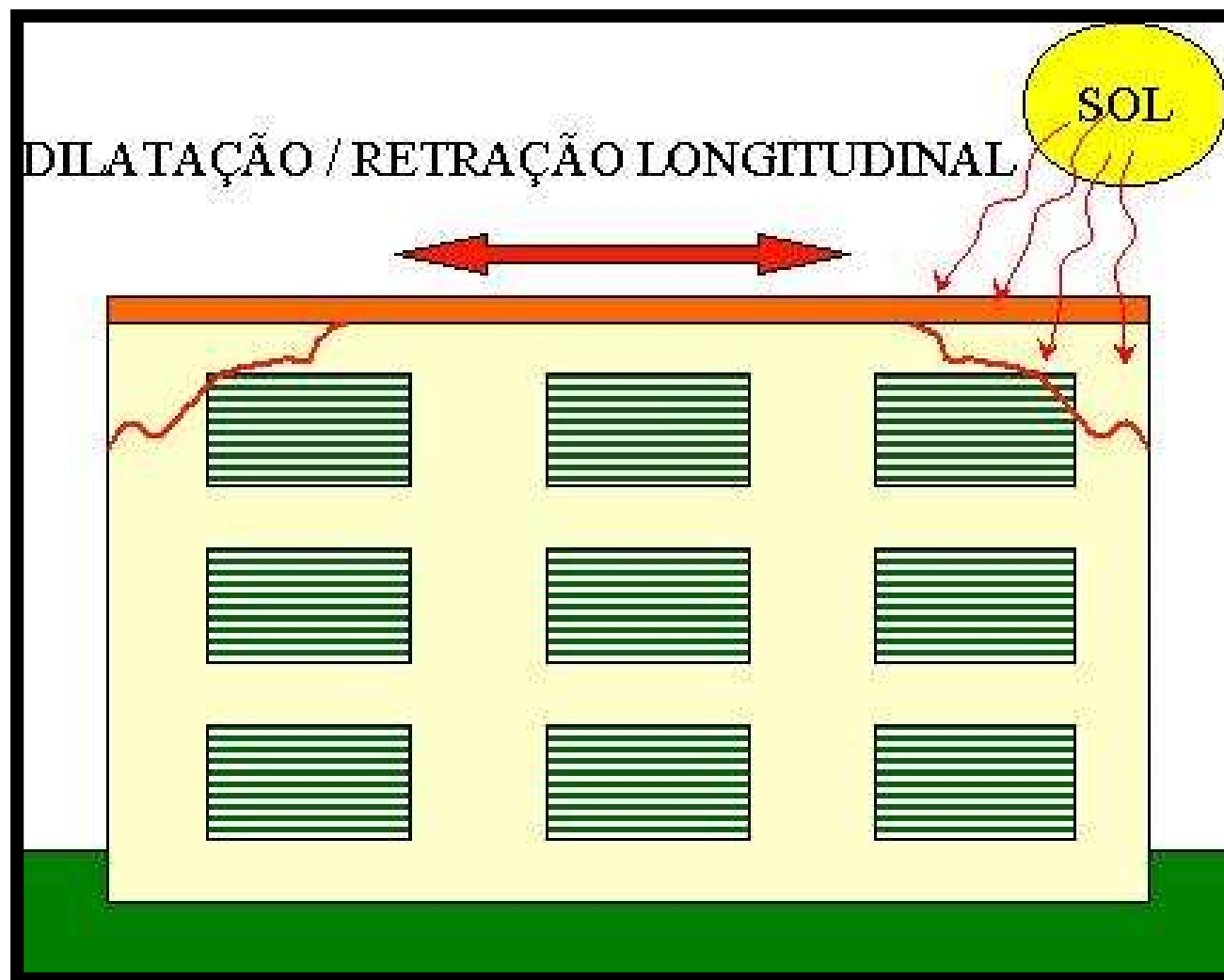


Trinca devido a fundações em diferentes níveis



Trinca devido a recalques de aterros mal compactados





Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP



Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP

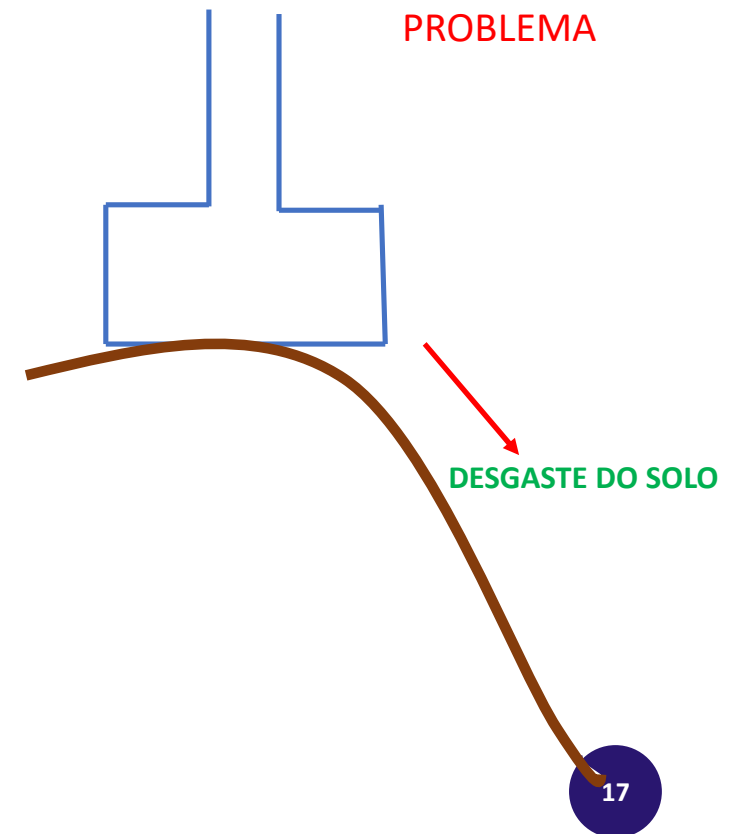
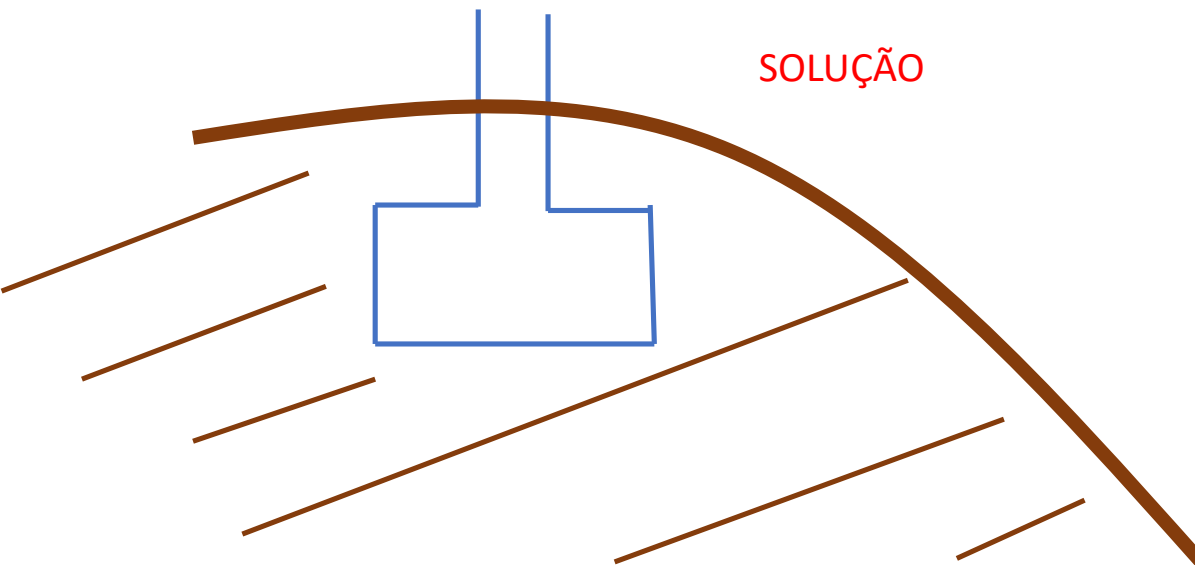


Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP



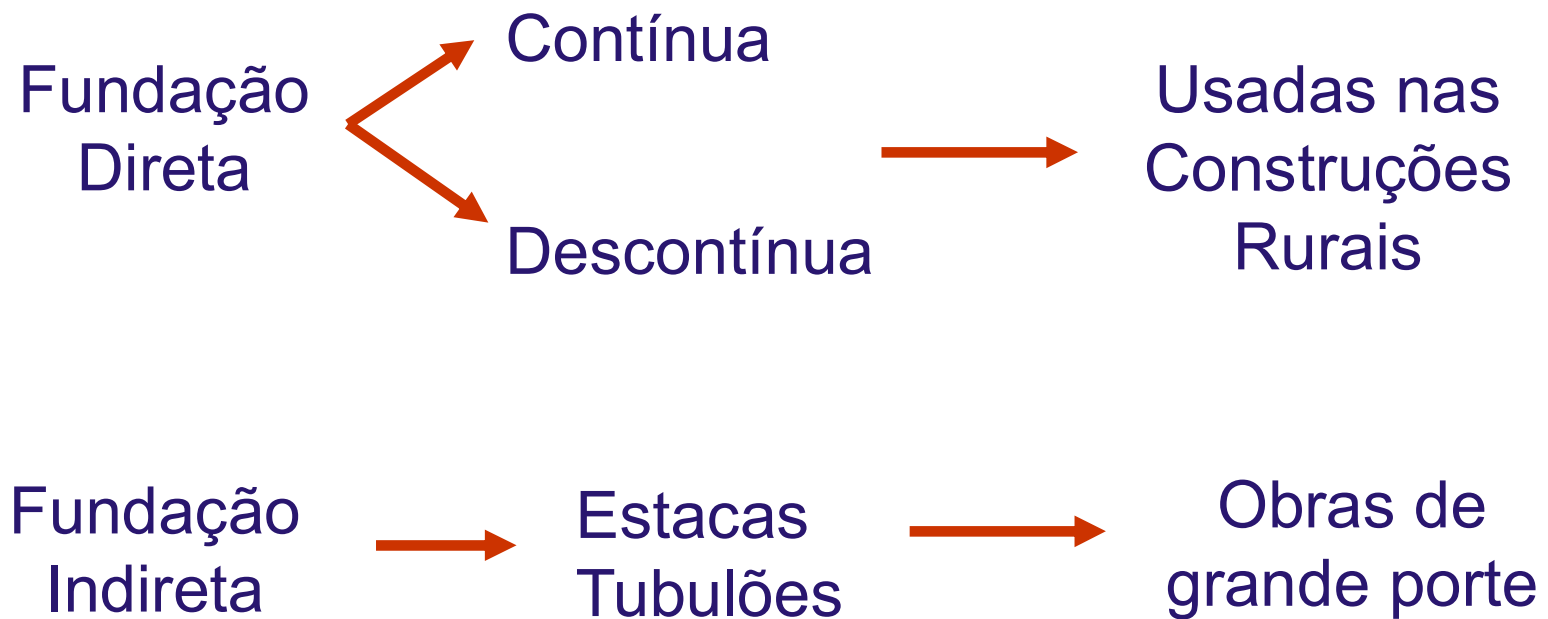
Porque enterrar as fundações ?

- Evitar o escorregamento lateral
- Elimina ou remove a camada superficial do terreno. (baixa resistência)





Classificação





1. Fundações Diretas Contínuas (FDC)

- São valas contínuas sob todo seguimento das paredes.
- São utilizadas quando o leito de fundação se encontra até a profundidade de 1,5 m.
- Em obras rurais e habitação de 1 a 2 pavimentos, o leito resistente pode ser encontrado muitas vezes até uma profundidade de 0,5 m.

Fundações Diretas Contínuas



Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP



Vale já concretada

Fundações Diretas Contínuas



Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP

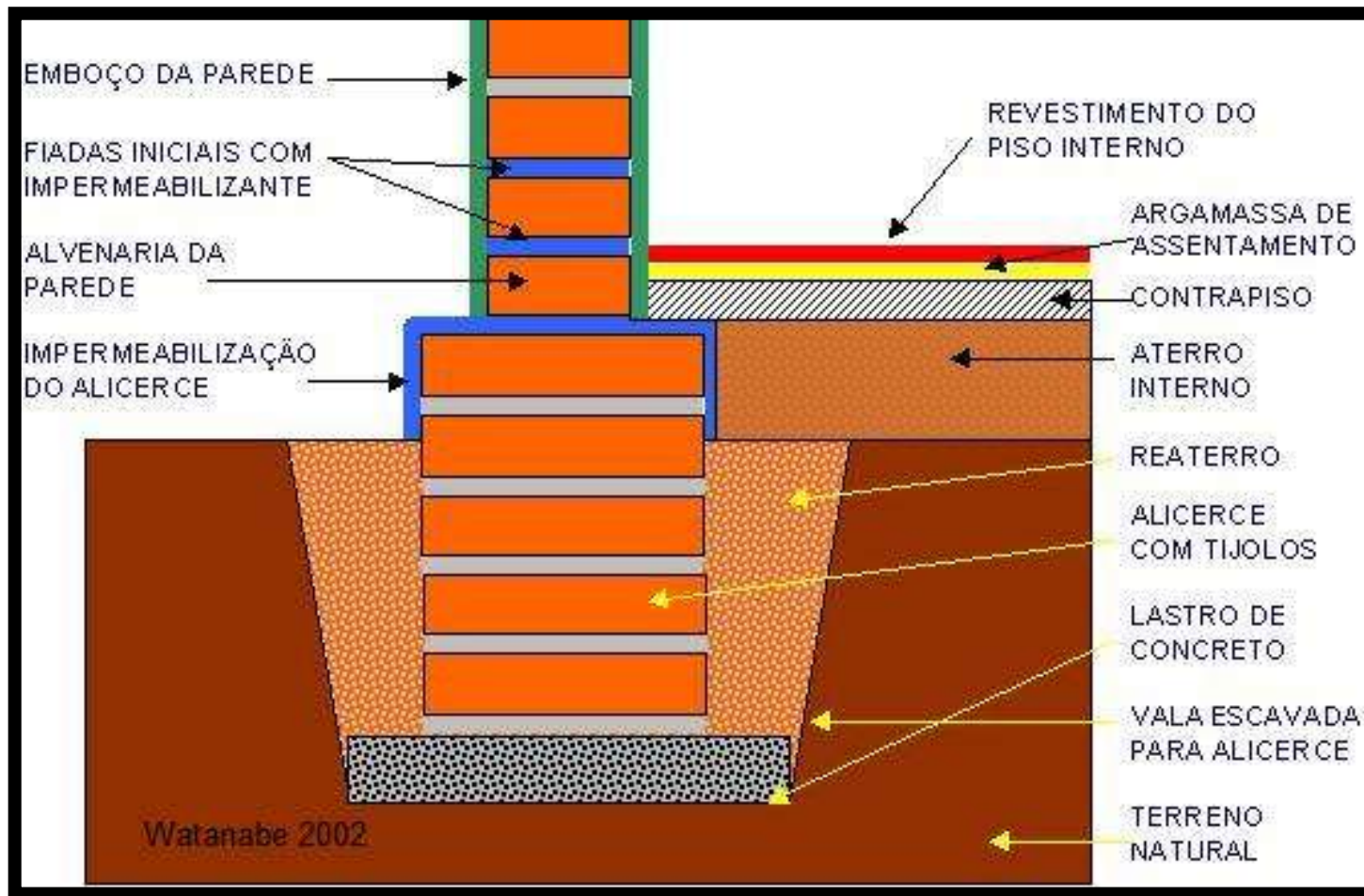


2. Fundações Diretas Descontínuas (FDD)

- São usadas quando o leito de fundação for superior a 1,5 m.
- É o caso de obras onde as cargas do telhado, laje e alvenaria são descarregados em vigas e estes em pilares.
- Exemplo: Galpões de máquinas, avícolas, etc.

As fundações diretas apresentam 2 tipos de alicerces ou sapatas:

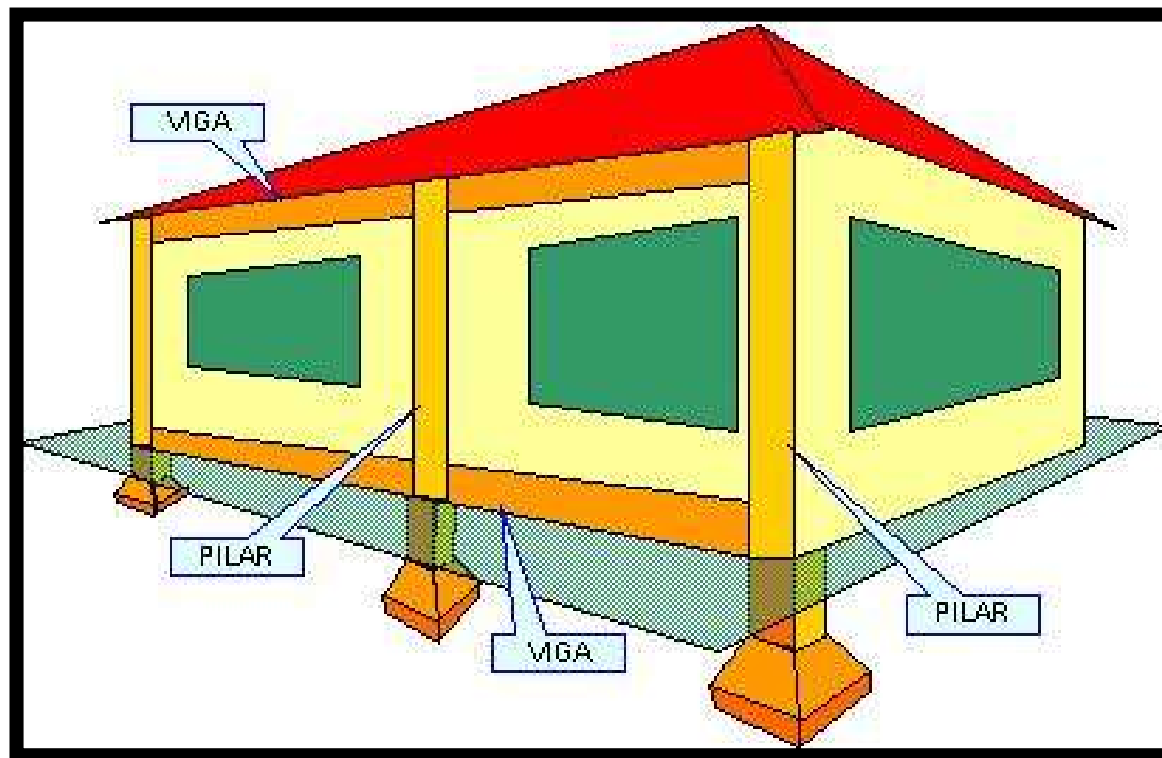
- Em alvenaria de tijolos maciços- Pequenas construções
- Em blocos de concreto- Para maiores exigências

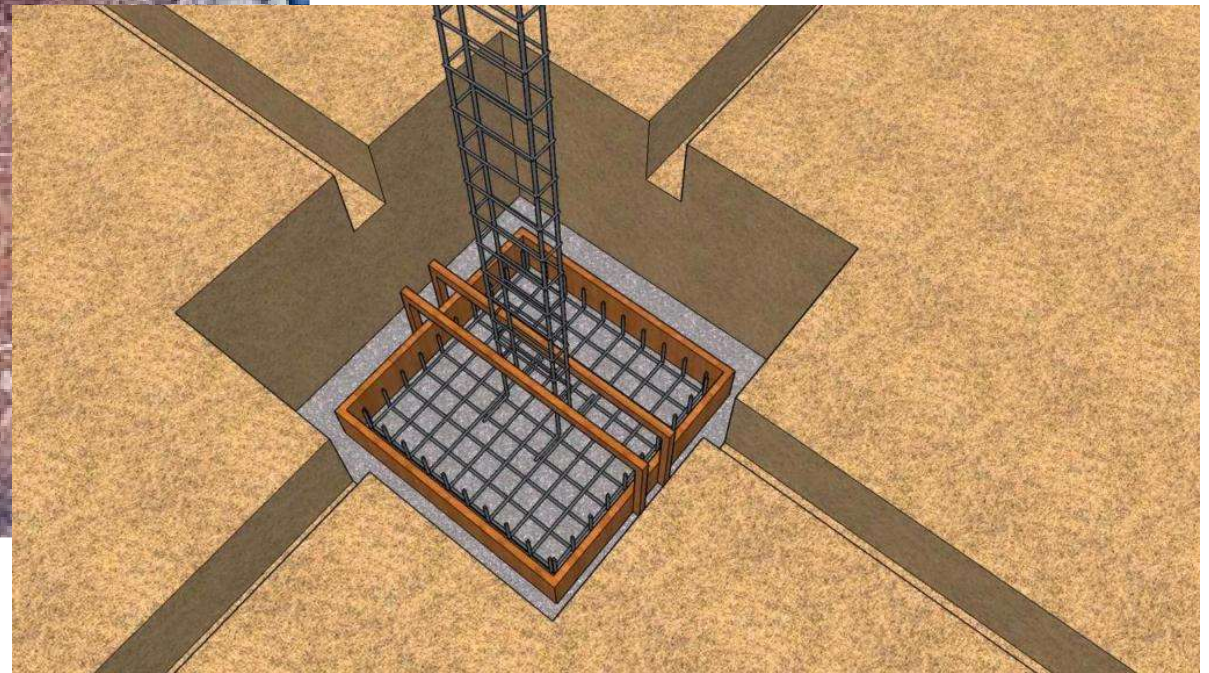
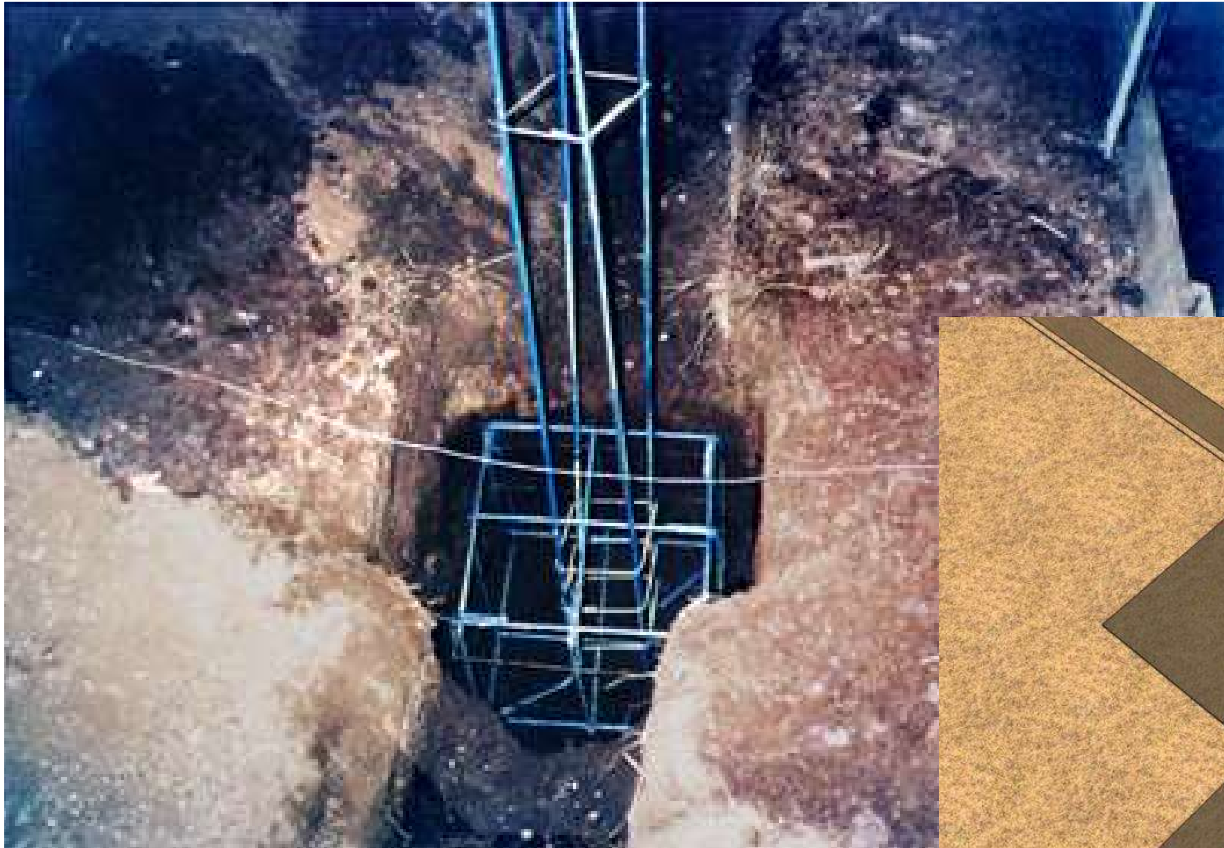


Os alicerces em alvenaria só podem ser empregados para casas térreas e em terreno firme.



A sapata simples é pontual, isto é, localiza-se em pontos determinados da parede.





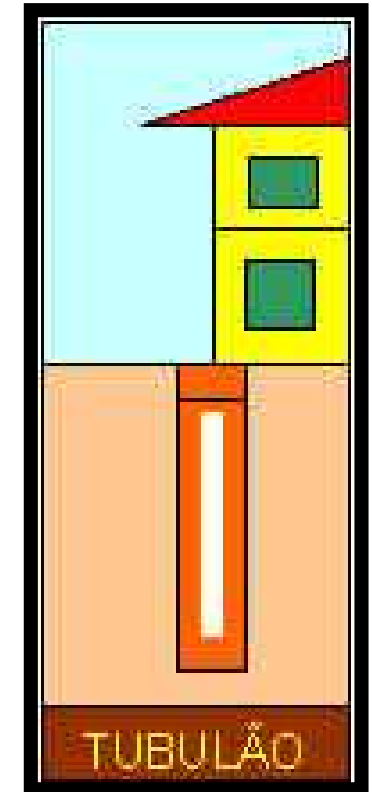
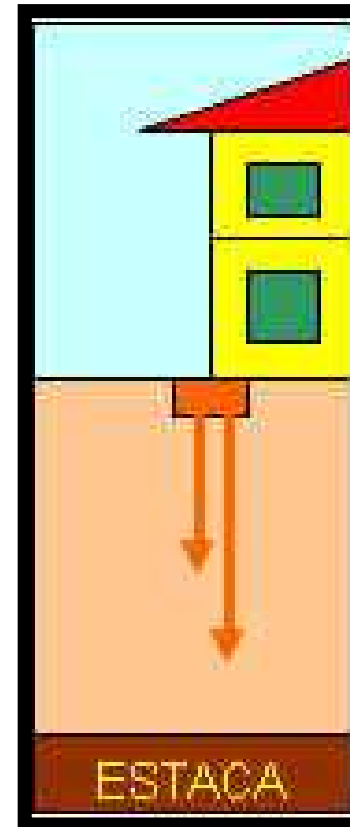
Vala e Estrutura para Sapata

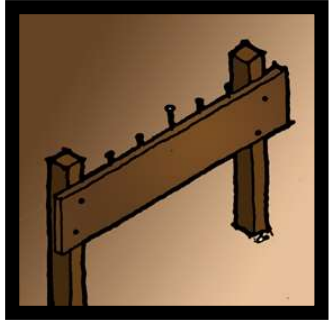
Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP



3. Fundações Indiretas

- Usadas quando o terreno resistente está muito profundo, de 5 a 7 ou 9 m.
- Quando a carga da construção é muito alta.
- Nesse caso ambos os processos anteriores são inviáveis, tornando-se antieconômicos sendo necessário usar estacas de concreto, tubulões, etc.
- Sondagens- Firms especializadas

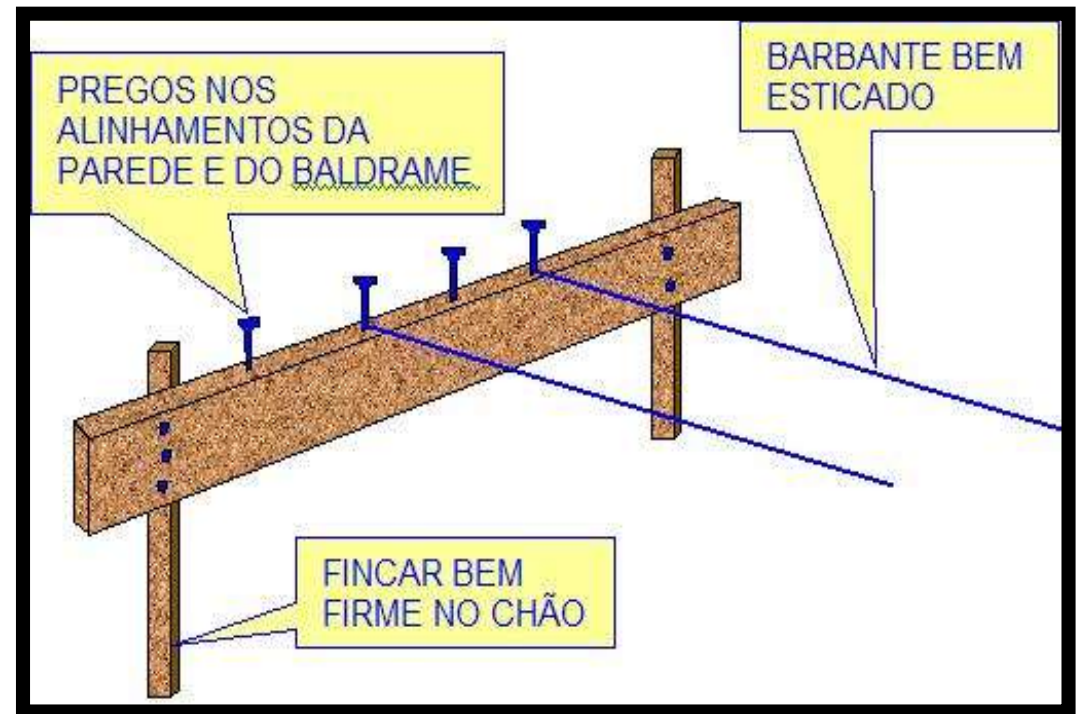




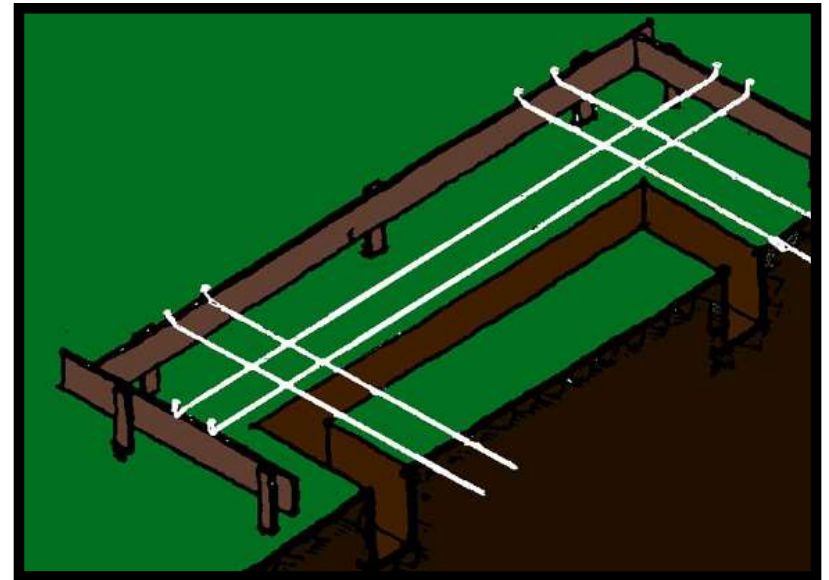
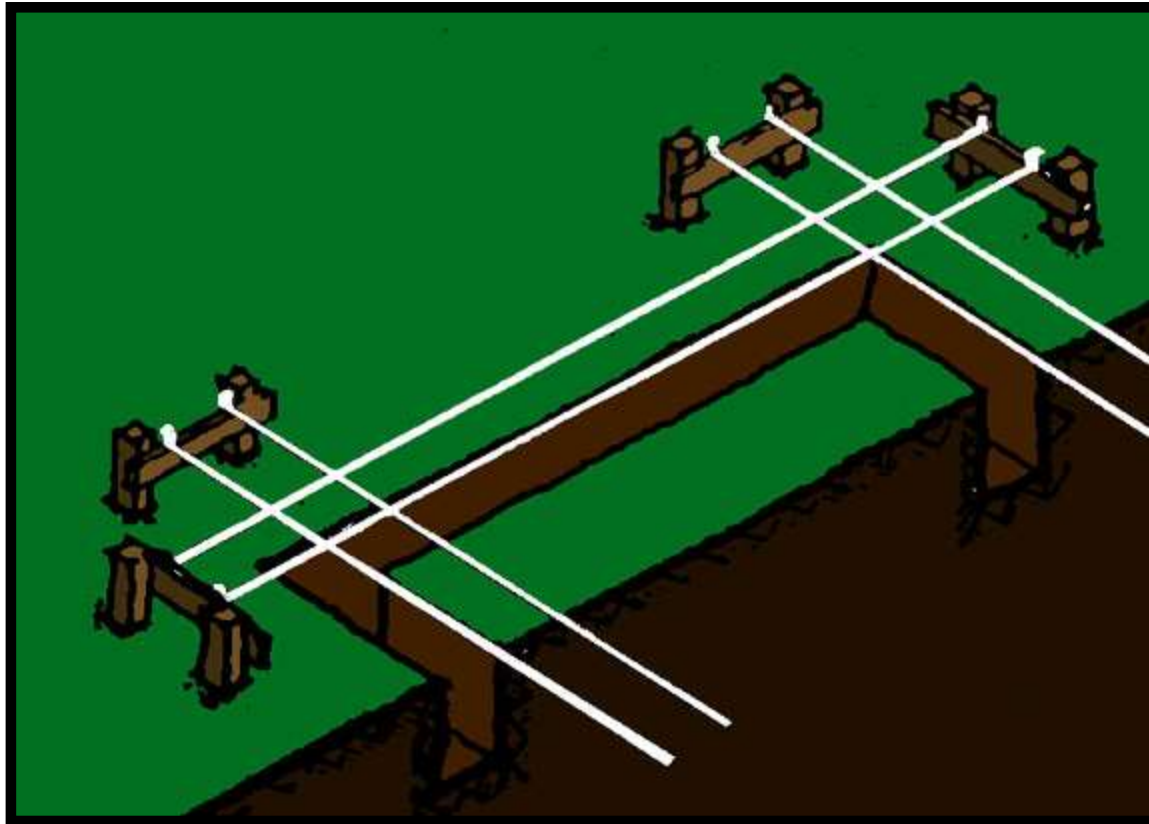
3. Locação



- Atividade fácil
- Erros cometidos, são praticamente incorrigíveis
- Faz-se o uso de cavaletes e tábuas corridas
- Locação de Paredes

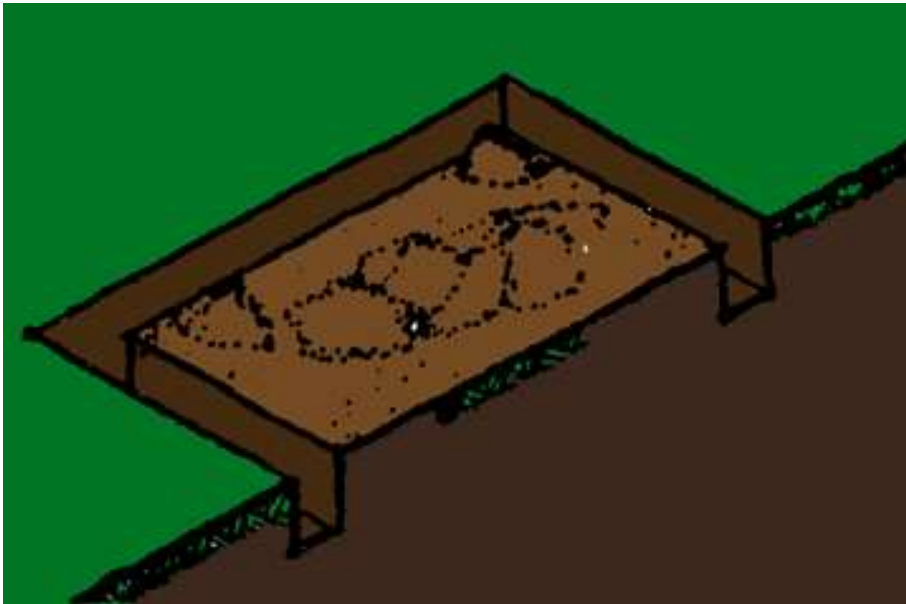


Locação da Fundação com Emprego de Cavalete





2. Escavação das Valas



Local para a deposição da terra escavada





Valas



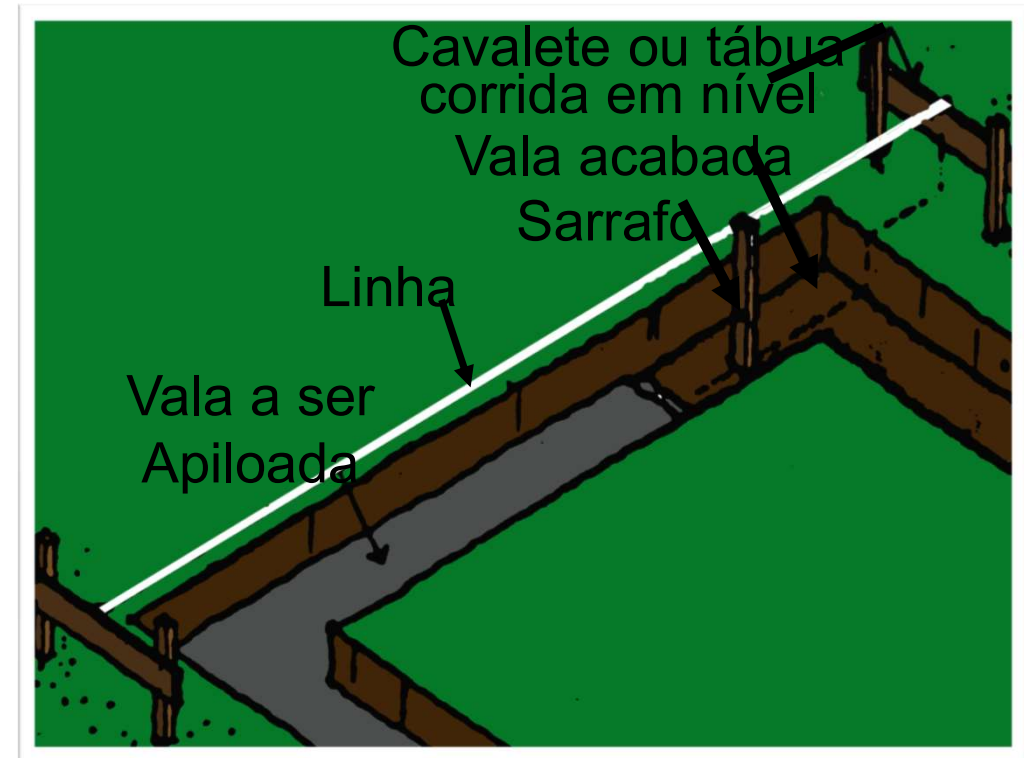


3. Apiloamento do Fundo das Valas

Função:

Melhora condições de suporte do terreno
Detectar heterogeneidade do sub-solo
(panelas e formigueiros)

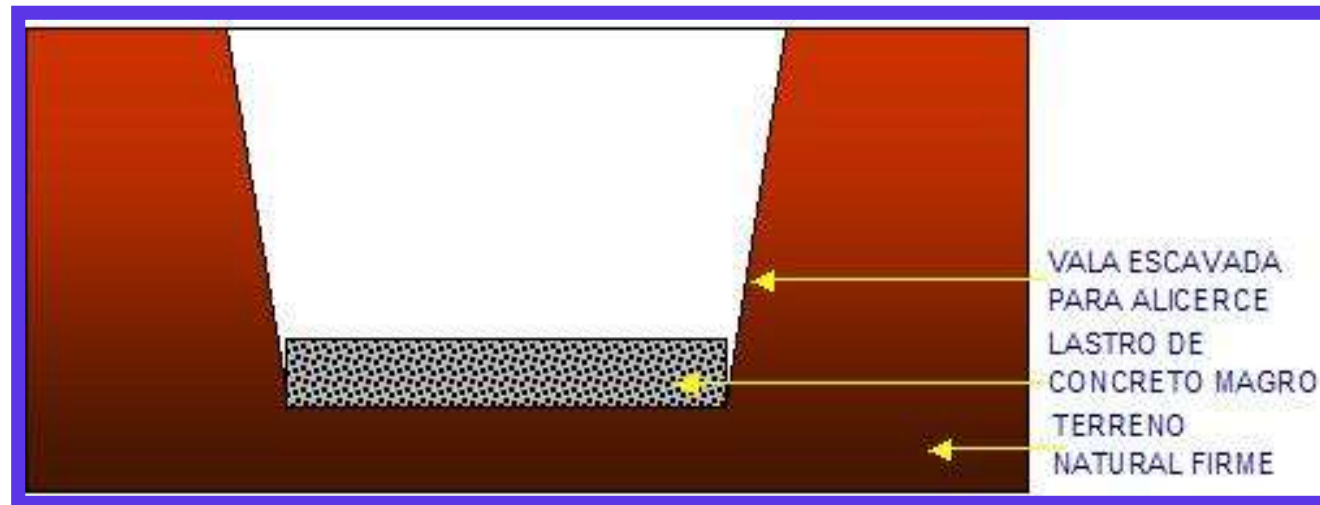
Quanto mais pesado o soquete e mais alta sua queda, mais eficiente será apiloamento.



Após apilamento deve-se fazer o acerto final do fundo da vala.

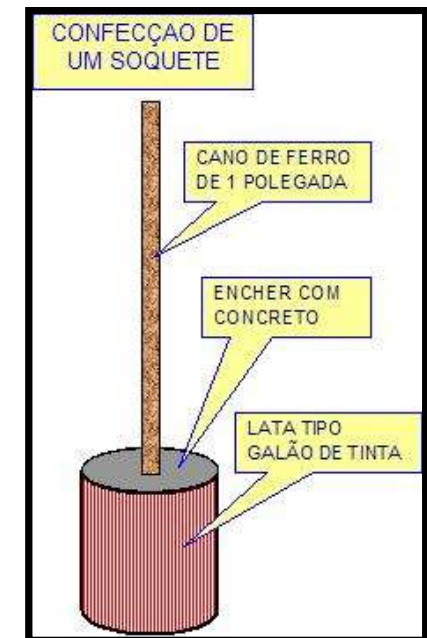
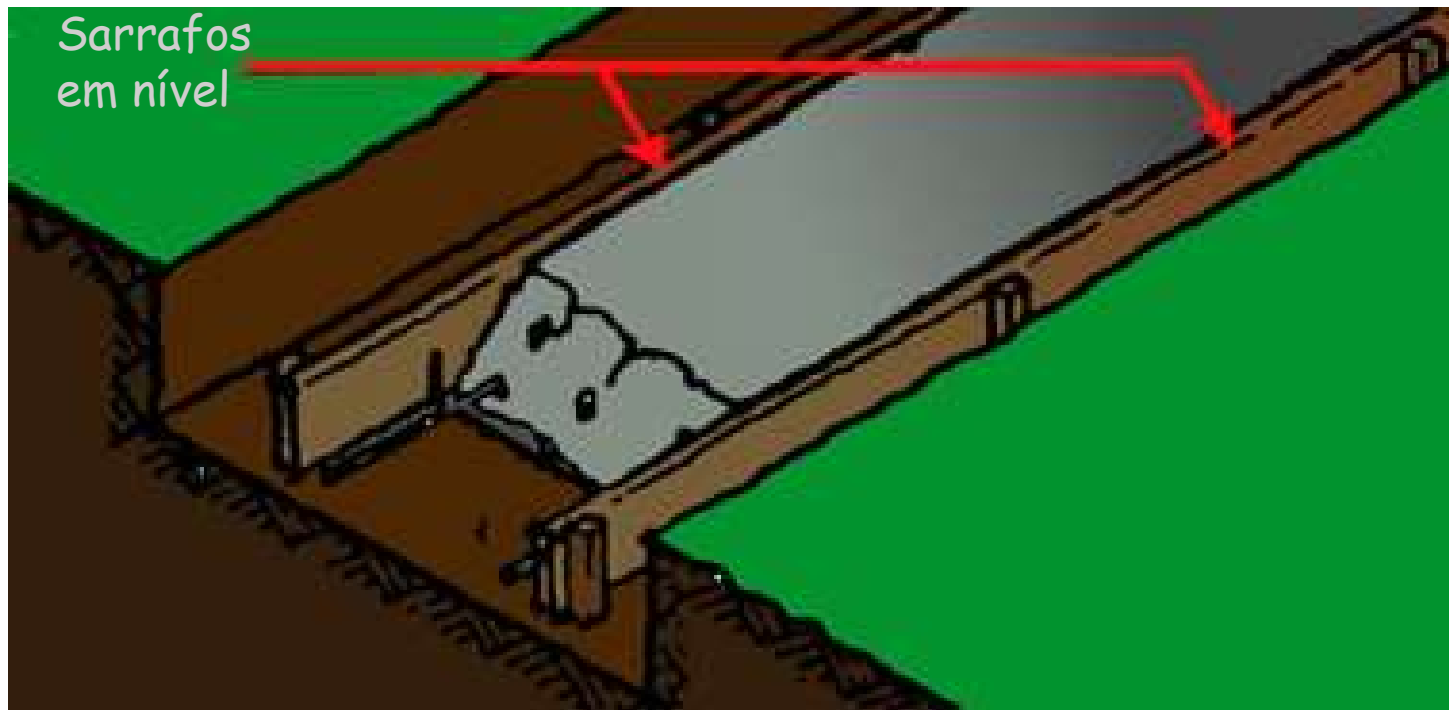


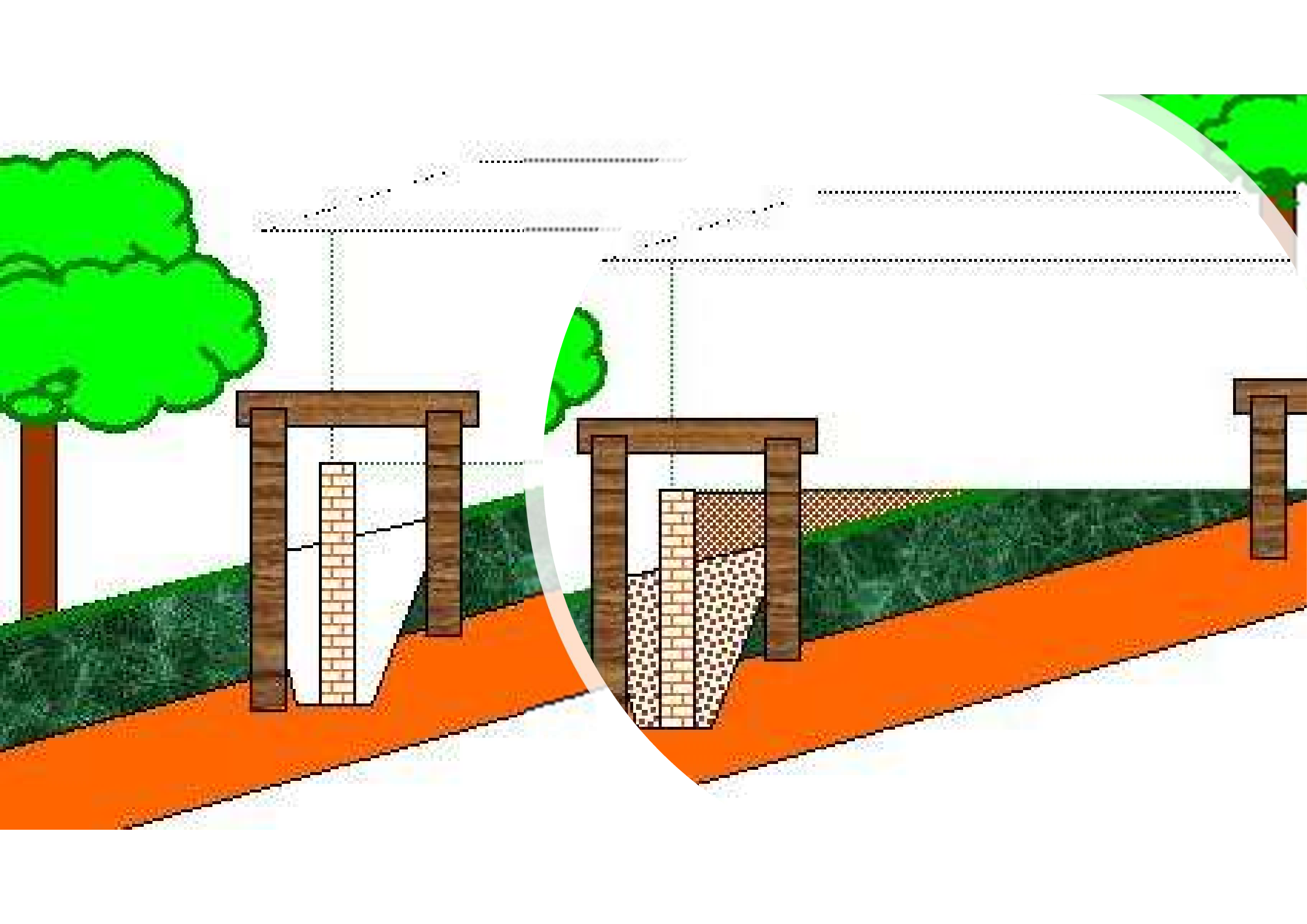
O alicerce não pode ficar em contato direto com a terra do fundo da vala.



Prepare um Concreto Magro no traço 1:5:10

Espalhe o concreto no fundo da vala deixando uma espessura média de 4 centímetros.







Aterrando terreno





Figura 5: Enchimento das valas



Figura 6: Revestimento das valas



- De acordo com as condições de projeto
- Atividades:

- Concretagem da Sapata Corrida.
- Alvenaria de embasamento → última fiada recebeu impermeabilização.
- Alvenaria → Impermeabilização → Argamassa de 1 a 1,5 cm.
- Reaterro das Valas → feito em camadas de 10 a 15 cm.
- Execução do Contrapiso



4. Execução das Fundações propriamente dita:



Regra Básica para o Dimensionamento

1. Calcular os itens que tem sobrecargas e a densidade de cada material
2. Calcular as cargas atuantes que incidem sobre 1 m linear de parede mais a carga
3. Levar os resultados à fórmula:

$$R = P/S$$

Prof.^a Dr.^a Késia Oliveira da Silva-Miranda
kosilva@usp.br
GBAZB – ESALQ - USP

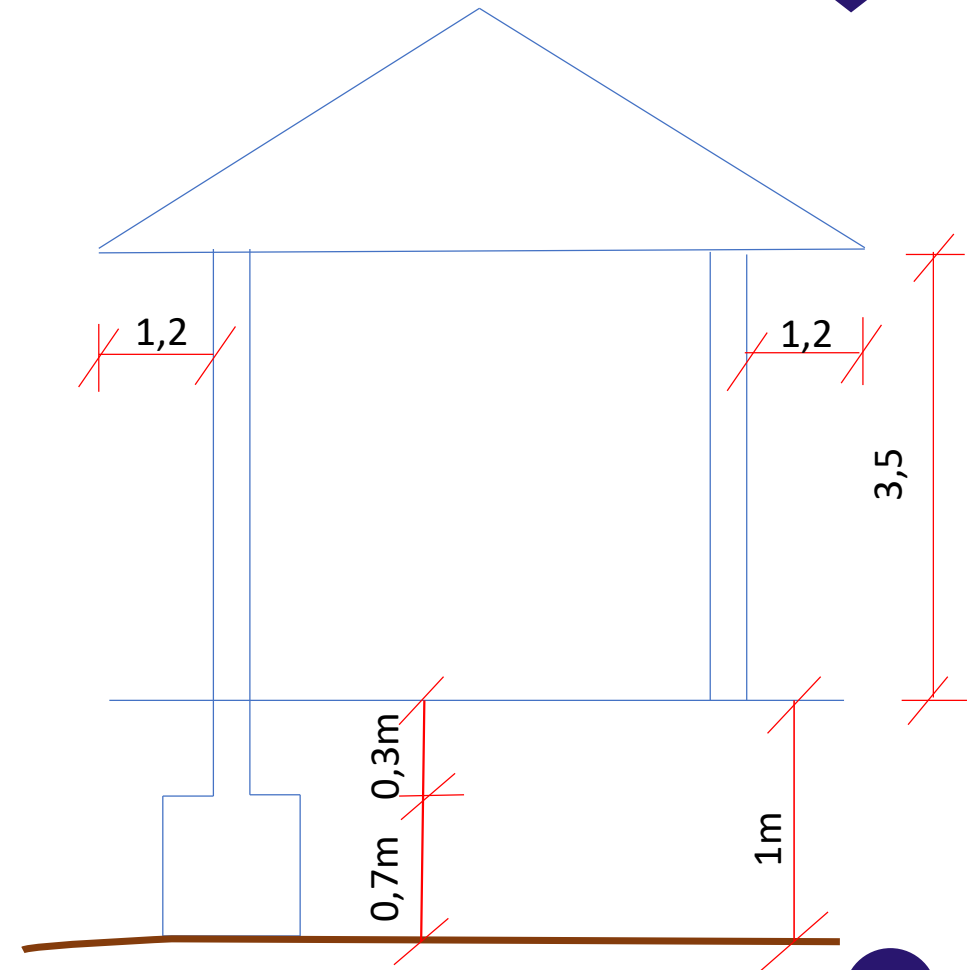
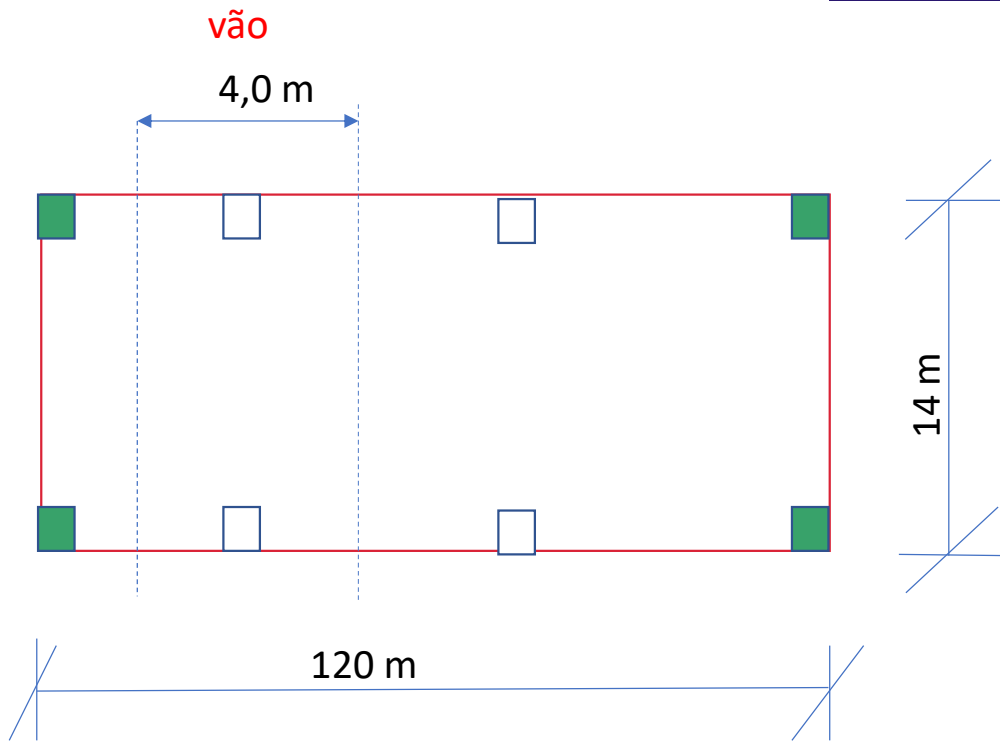
EXEMPLO



Dimensionar a estrutura de fundações para um galpão de 14 m de largura por 120 m de comprimento com beirais de 1,20 m de cada lado . Sabe-se que a cobertura do barracão foi realizada com telhas francesas, e que o pé direito é de 3,5 m, admitindo-se um toco de pilar de 30 cm. O leito de fundação se encontra a uma profundidade de 1 m e a resistência do terreno foi determinada, sendo $1,2 \text{ kg/cm}^2$. Os pilares foram confeccionados em concreto armado com as dimensões de 20 por 20 cm. A distância entre pilares é de 4 m.



EXEMPLO





1. CÁLCULO DAS CARGAS ATUANTES

A) Telhado (P1)

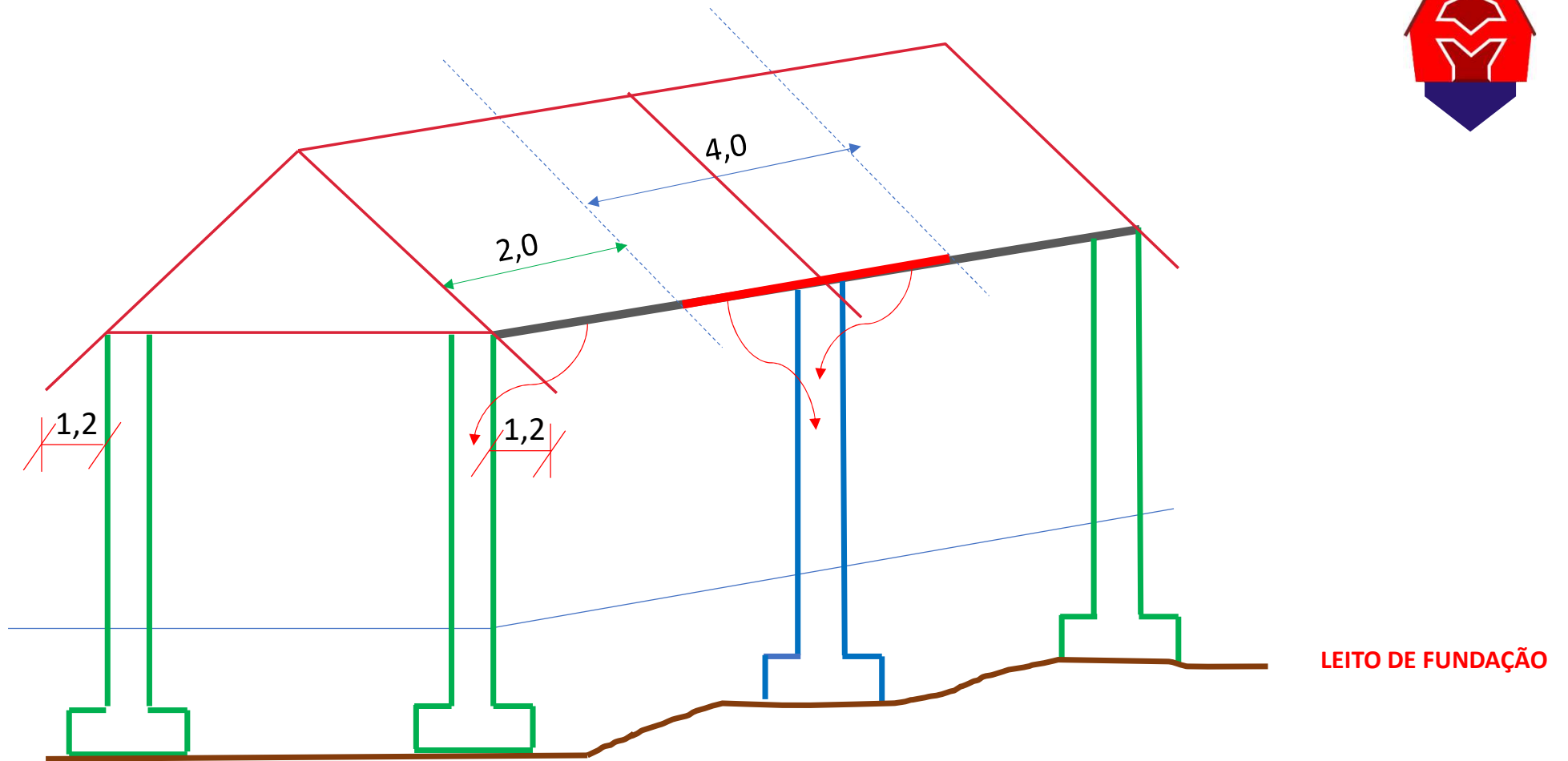
$$P_{1=} 4. \left[\frac{(1,2+14+1,2).(125+60)}{2} \right]$$

$$P_{1=} 6068 \text{ kg}$$

B) Pilar (P2)

$$P_2 = (0,2 \times 0,2 \times 3,8) \times 2400$$

$$P_2 = 364,8 \text{ kg}$$

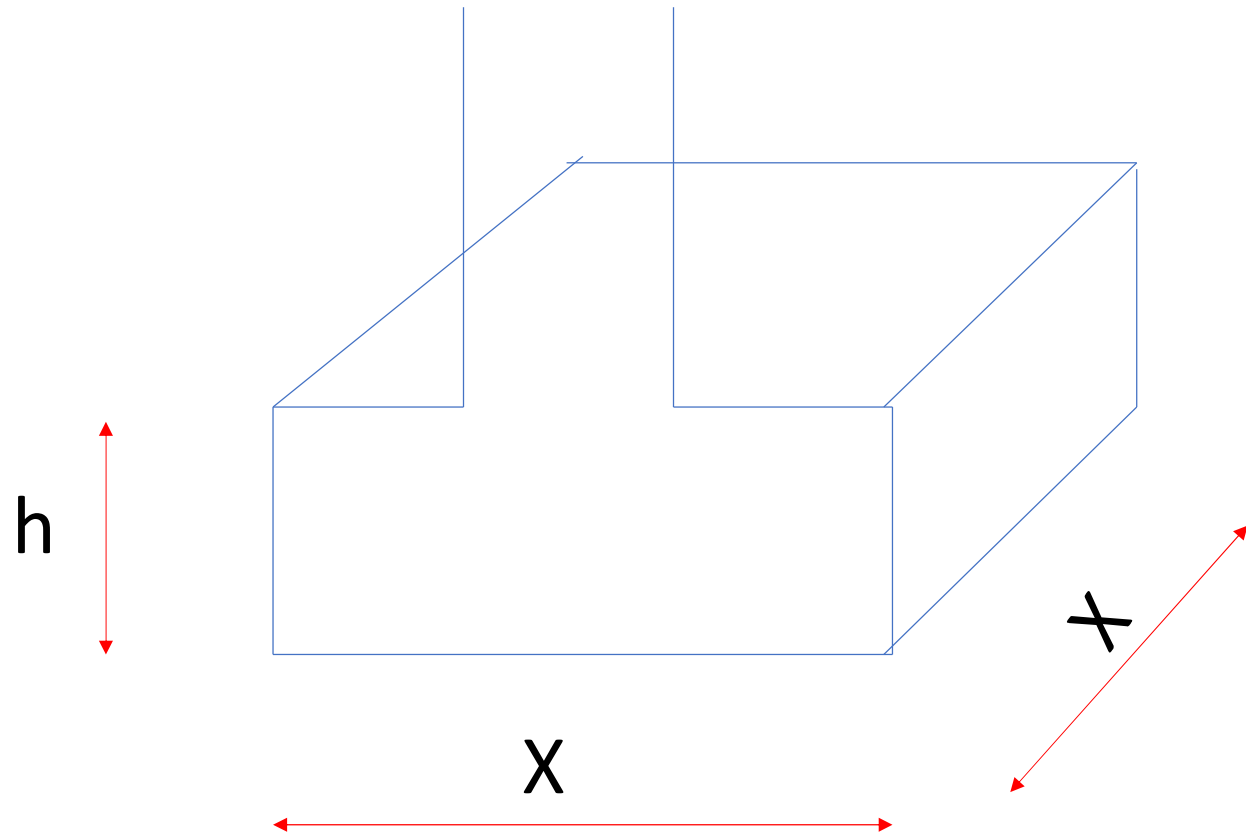




C) Sapata (P3)

$$P_3 = (0,7 \cdot X^2) \times 1800$$

$$P_3 = 1260X^2 \text{ kg}$$



2. CÁLCULO DA SAPATA PELA RESISTÊNCIA



$$R = \frac{\Sigma P1+P2+P3}{S}$$

$$R = 1,2 \text{ kg/cm}^2 \times 10.000 = 12000 \text{ kg/m}^2$$

$$12000 = \frac{6.068 + 364,8 + 1260X^2}{X^2}$$

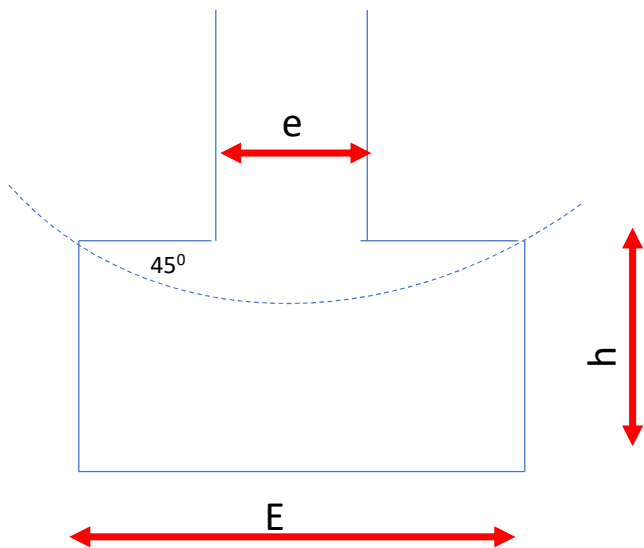
$$X = 0,77 \text{ m}^2$$

OBS: a sapata tem 0,77 x 0,77 x 0,7

3. VERIFICAÇÃO



Calcular a altura mínima para a sapata não trincar



$$h = 0,5 \cdot (E - e)$$

$$h = 0,5 \cdot (0,77 - 0,2)$$

$$h = 0,29 \text{ m}$$

$$0,29 < 0,7 \text{ OK!!!!}$$

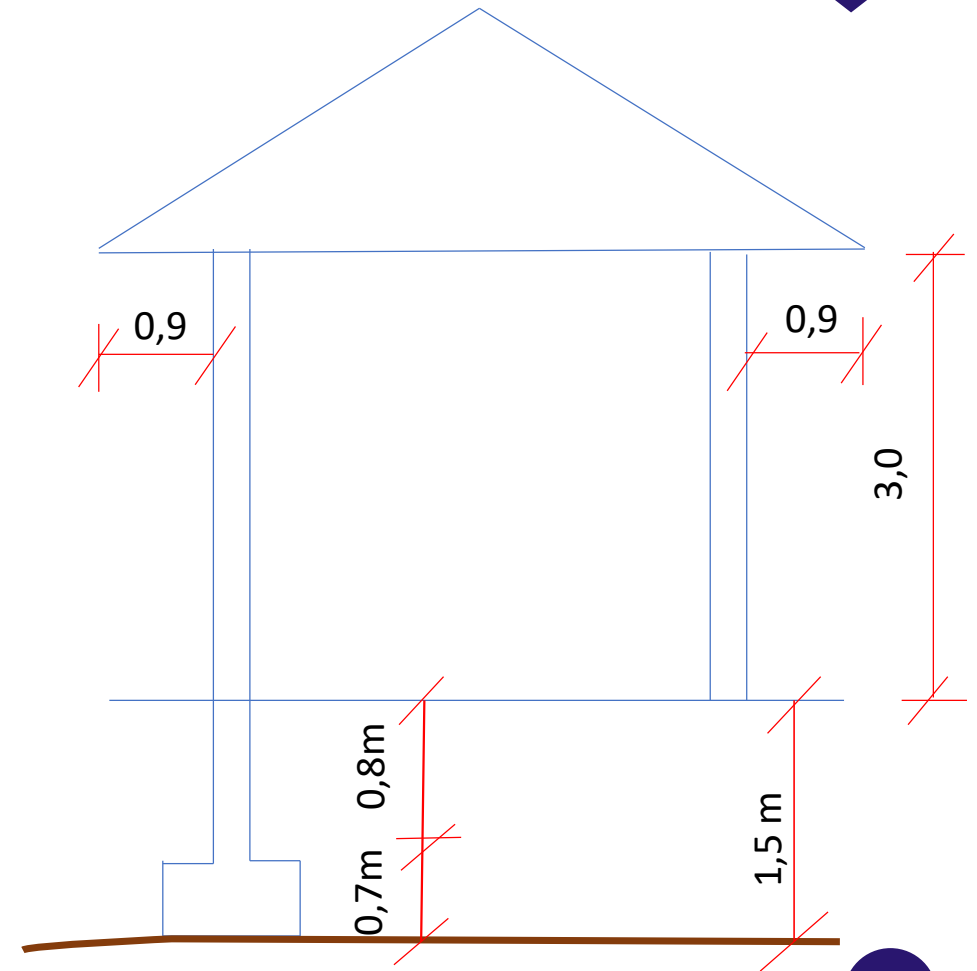
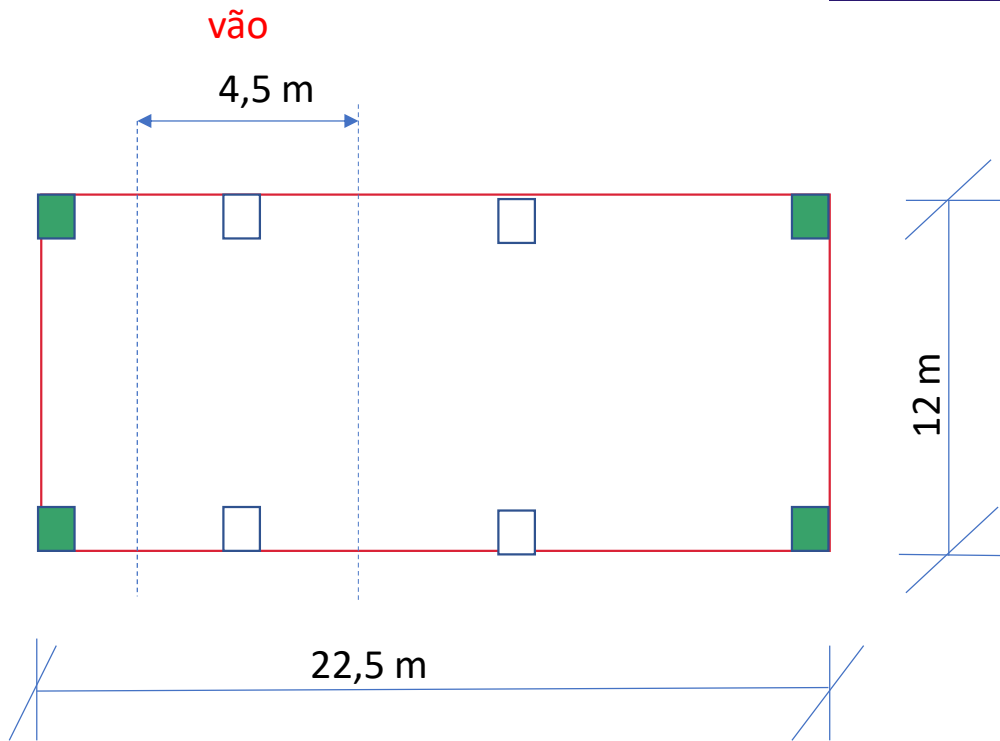
LISTA DE FUNDAÇÕES - 2

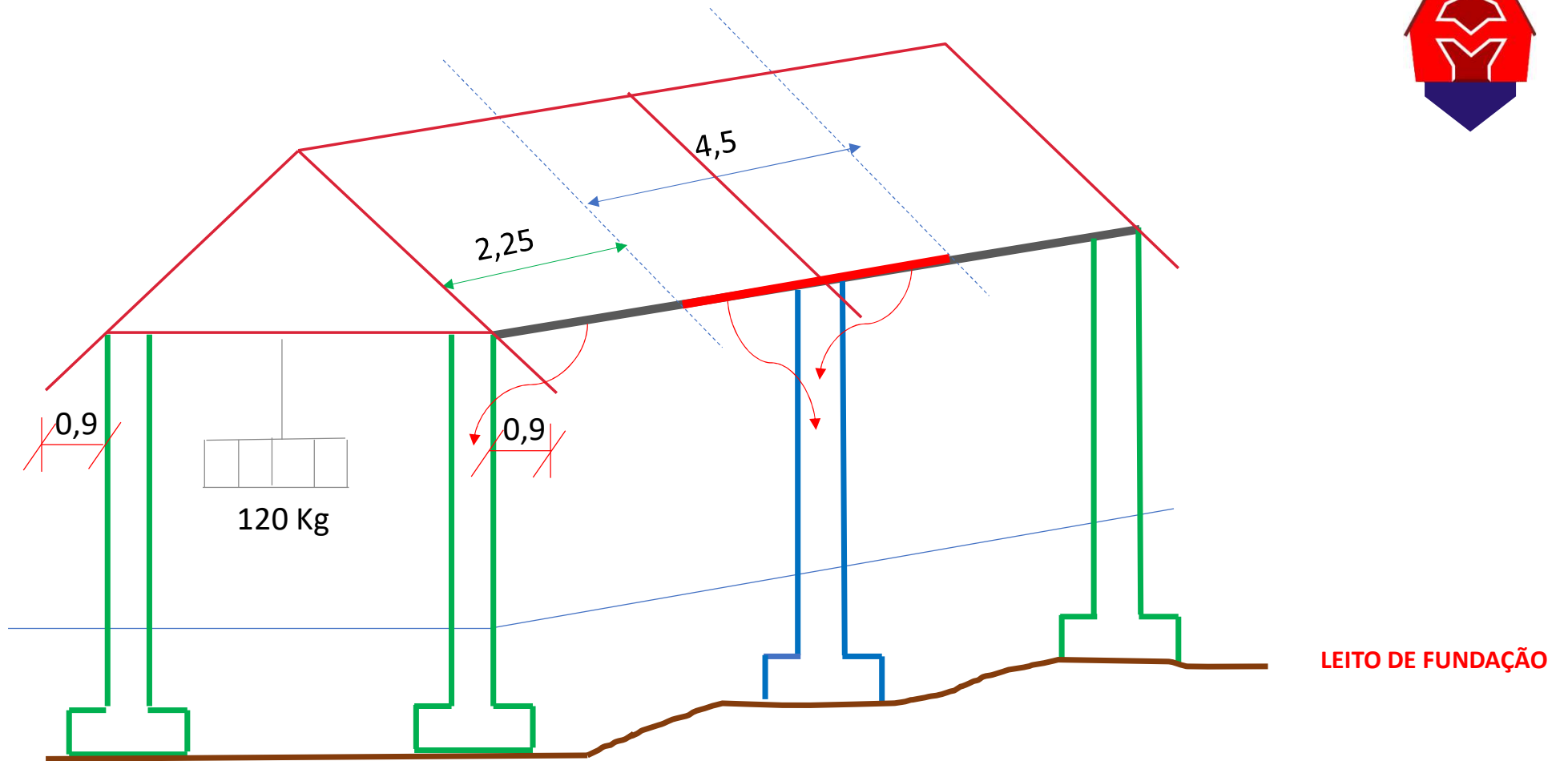


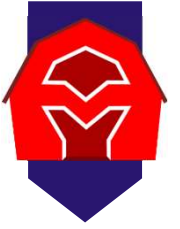
4) Ao iniciar um projeto de implantação de uma instalação para coelhos, foram adotados os seguintes passos: determinação do leito de fundação, que se encontra a 1,5 m de profundidade. As dimensões do galpão para a criação de coelhos serão de 12 m de largura por 22,5 m de comprimento. Porém, o pé direito está projetado para ser de 3 m de altura, devido a disponibilidade de madeira de 25 x 25 para os pilares. A cobertura do galpão é de telha canal, e os beirais de 0,9 m de cada lado. Ao se determinar o toco de pilar de 80 cm, verificou-se que a resistência do solo foi calculada pelo método da percussão sendo de 0,75 kg/cm². Porém, nos cálculos de alicerce, deve-se considerar o peso total sobre o terreno ao longo de todo perímetro do galpão, sob os pilares há uma viga de madeira de 10 x 20 cm de seção, onde as tesouras do telhado são fixadas no distanciamento de 4,5 m, referente à distância entre pilares. Todas as gaiolas, com os animais, foram fixadas nos tirantes das tesouras, descarregando uma carga de 120 kg/tesoura. De acordo com essas informações determine:



EXEMPLO







A) A carga que os pilares das extremidades (P1 + P2)

A) Cálculo do Telhado (P1) – pilares das extremidades

$$P_{1\text{■}} = 2,25 \left[\frac{(0,9 + 12 + 0,9) \cdot (60 + 150)}{2} \right] + \frac{120}{2}$$

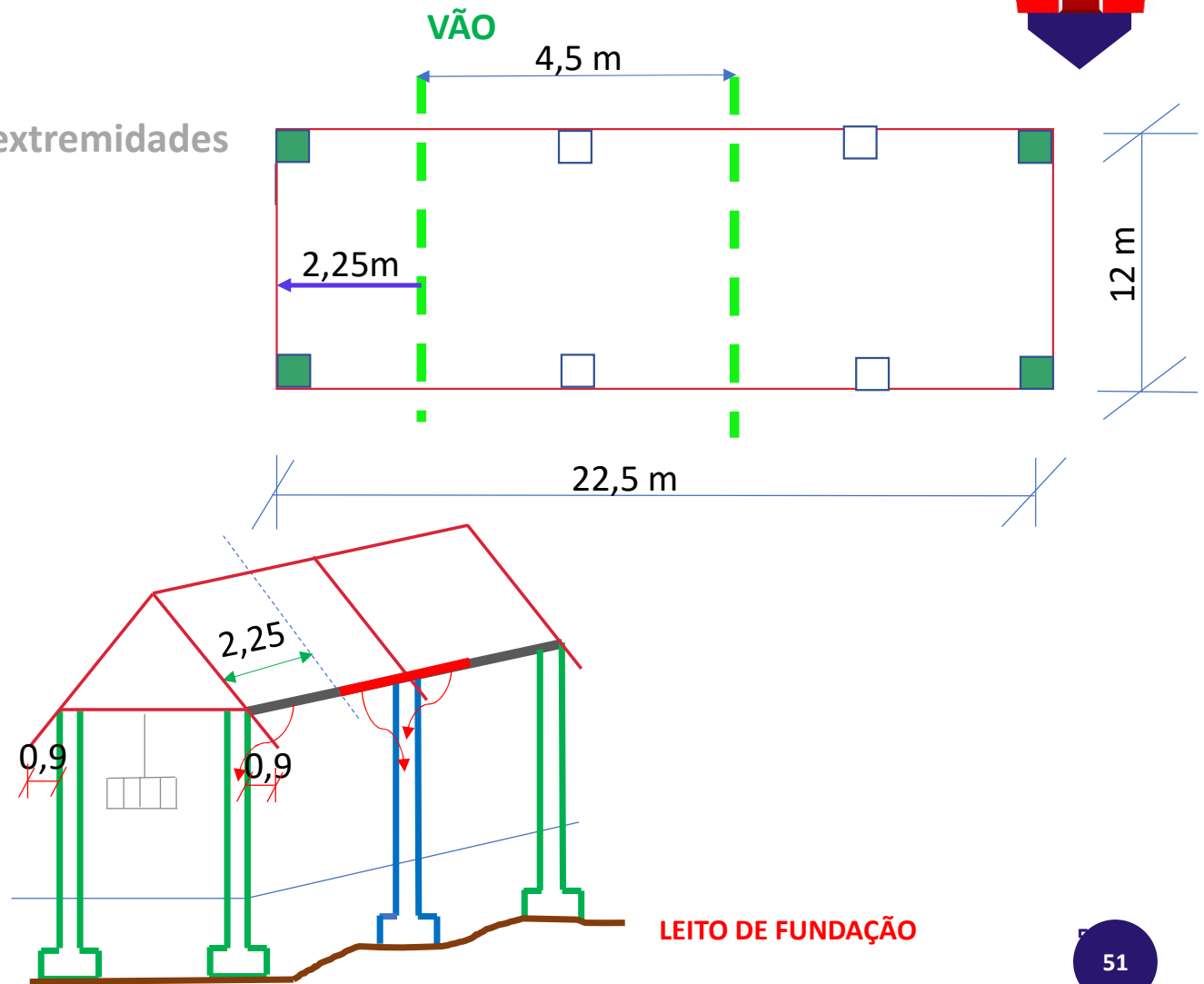
$$P_{1\text{■}} = 3320,25 \text{ kg}$$

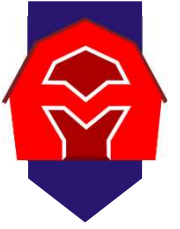
B) Cálculo da Viga (P2)

$$P_{2\text{■}} = (2,25 \times 0,1 \times 0,2) \cdot 800$$

$$P_{2\text{■}} = 36 \text{ kg}$$

RESP. Os Pilares das extremidades recebem cada um deles 3.356,25 Kg





A) A carga que os pilares do centro (P1 + P2)

A) Cálculo do Telhado (P1) – pilares do centro

$$P_{\square 1} = 4,5 \left[\frac{(0,9 + 12 + 0,9) \cdot (60 + 1)}{2} \right] + \frac{120}{2}$$

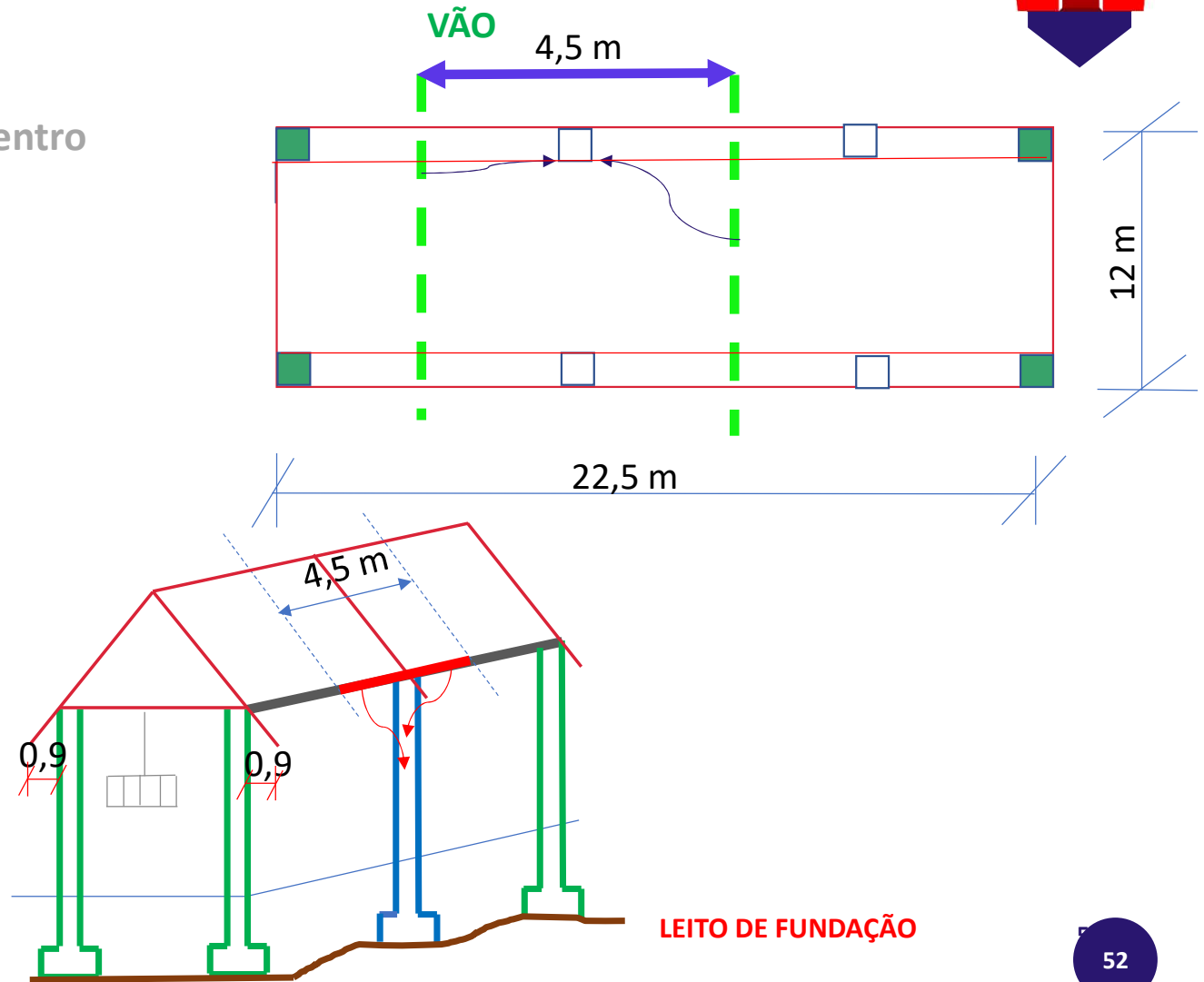
$$P_{\square 1} = 6580,5 \text{ kg}$$

B) Cálculo da Viga (P2)

$$P_{\square 2} = (4,5 \times 0,1 \times 0,2) \cdot 800$$

$$P_{\square 2} = 72 \text{ kg}$$

RESP. Os Pilares do centro recebem cada um deles **6652 Kg**





B) Quais as dimensões da sapata para a região do barracão mais sobrecarregada $(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)$

Cálculo do Pilar (P3)

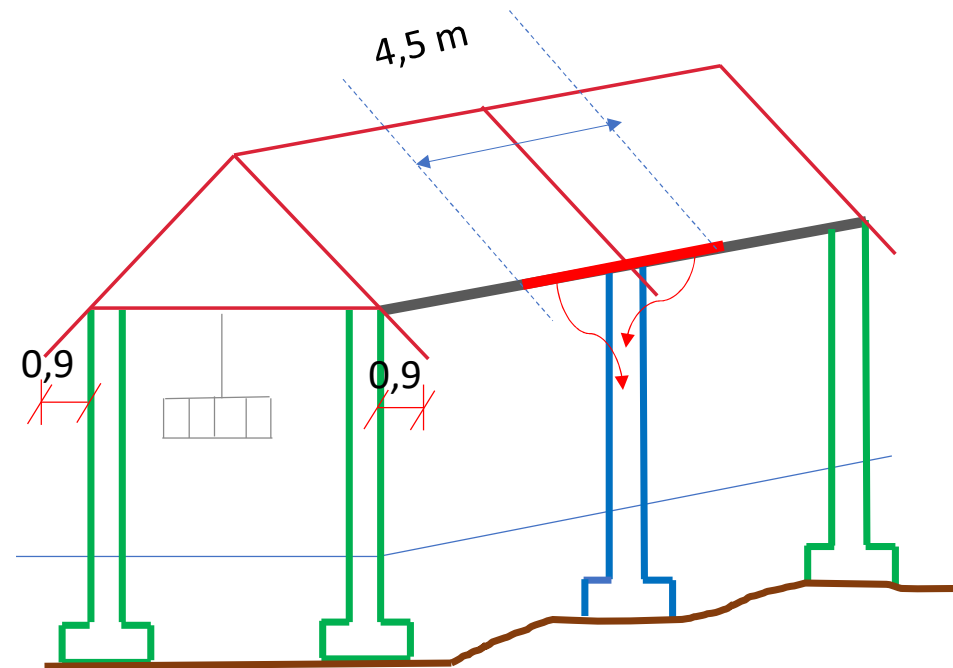
$$P_{\square 3} = (0,25 \times 0,25 \times 3,8) \cdot 800$$

$$P_{\square 3} = 190 \text{ Kg}$$

Cálculo da Sapata (P4)

$$P_{\square 4} = (X \cdot X \cdot 0,7) \cdot 1800$$

$$P_{\square 4} = 1260 X^2 \text{ Kg}$$



LEITO DE FUNDAÇÃO



B) Quais as dimensões da sapata para a região do barracão mais sobrecarregada $(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)$

Cálculo da sapata pela resistência

$$R = \frac{\sum P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{S}$$

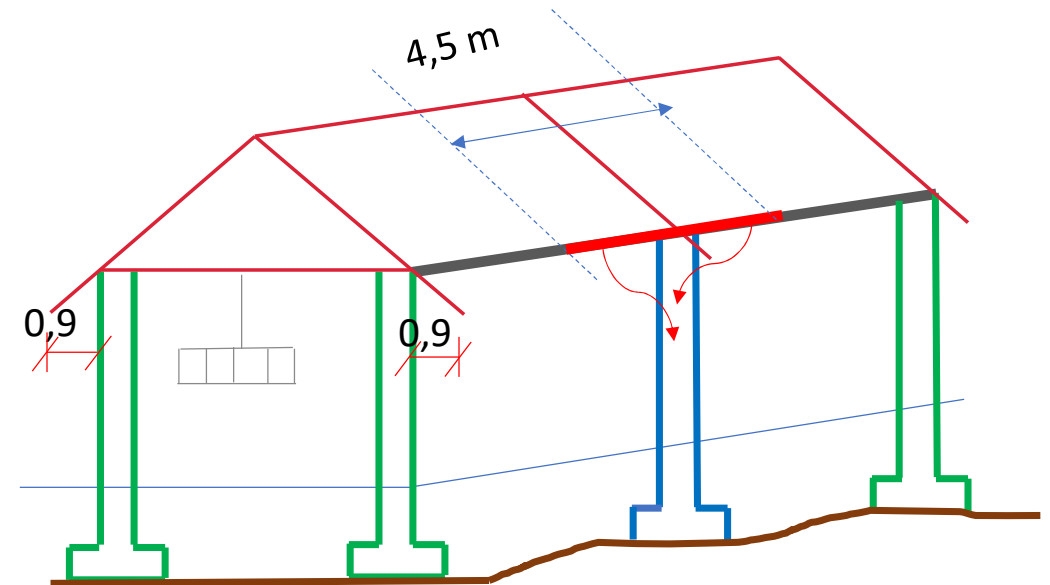
$$7500 = \frac{6580,5 + 72 + 190 + 1260 x^2}{x^2}$$

$$x = 1,05 \text{ m}$$

Verificação

$$h_{\text{mín}} = 0,5 (1,05 - 0,25)$$

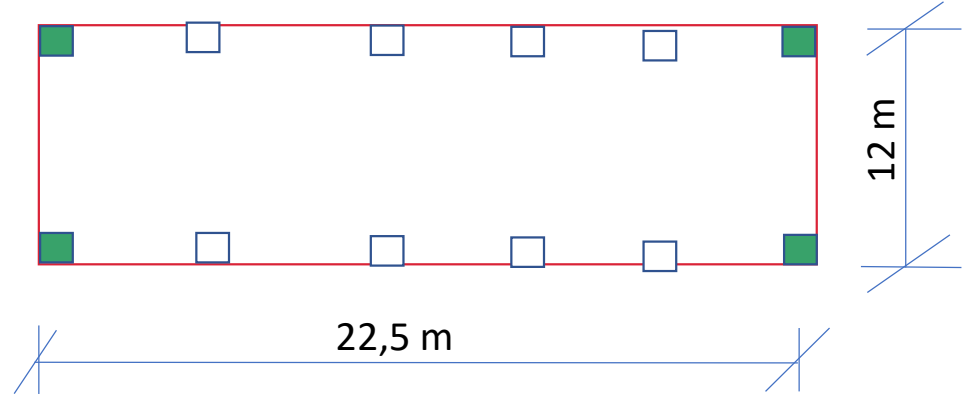
$$h_{\text{mín}} = 0,4 \text{ m} < 0,7 \text{ m OK!!!!}$$



C) Qual a carga total que a construção descarrega no solo? Considere que a construção tenha 6 pilares de cada lado.



- < sobrecarga
- > sobrecarga



$$P_{\blacksquare} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot 4 \quad P_{\blacksquare} = (3320,25 + 36 + 190 + 1389,15) \cdot 4 \quad P_{\blacksquare} = 19.741,6 \text{ Kg}$$

$$P_{\square} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot 8 \quad P_{\square} = (6580,5 + 72 + 190 + 1389,15) \cdot 8 \quad P_{\square} = 65853,2 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{total descarregado no solo}} = 19741,6 + 65853,2 = 85594,8 \text{ Kg ou } 85,6 \text{ Ton}$$

