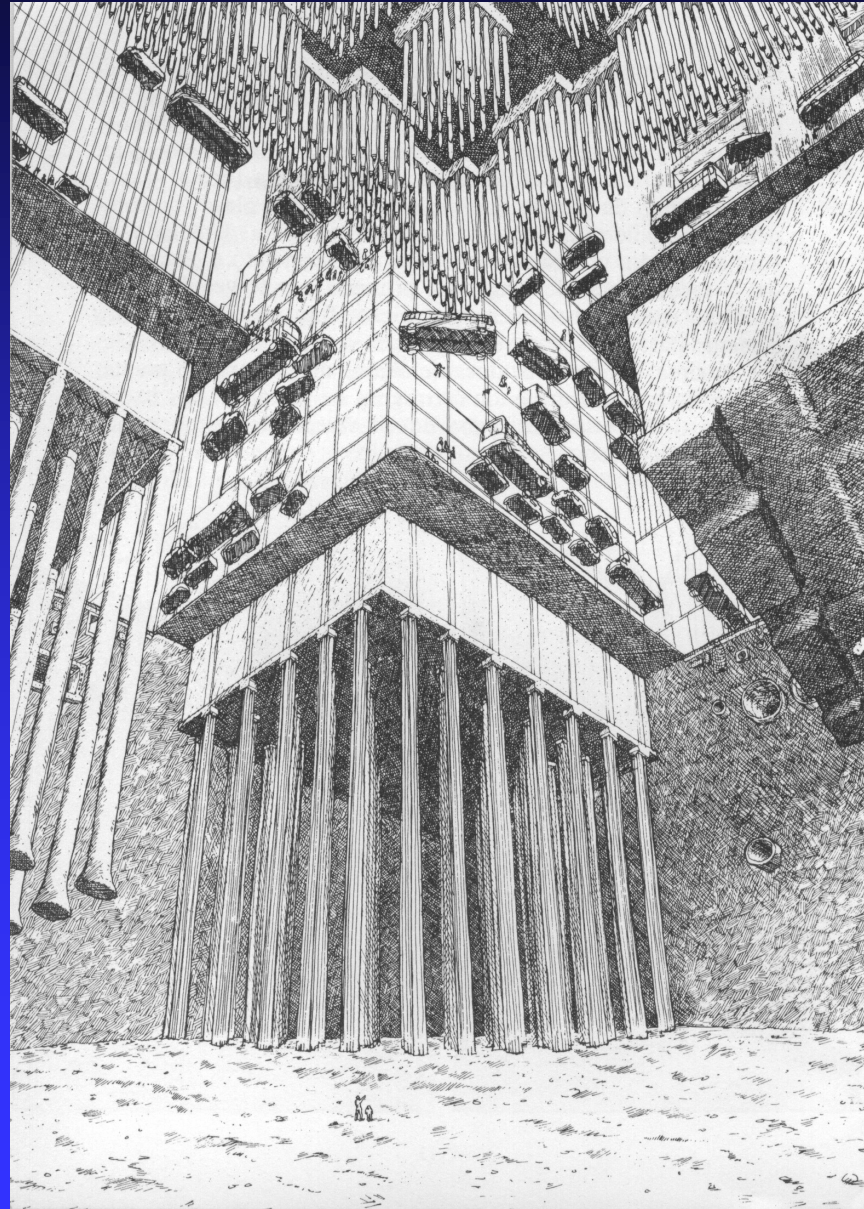


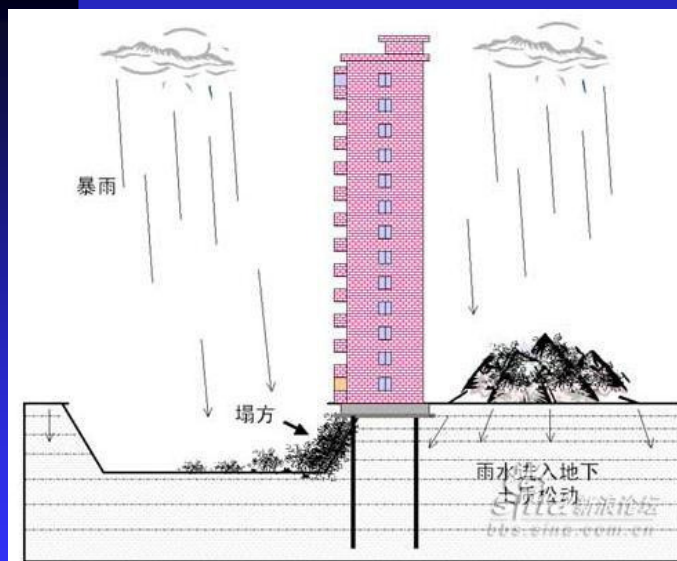
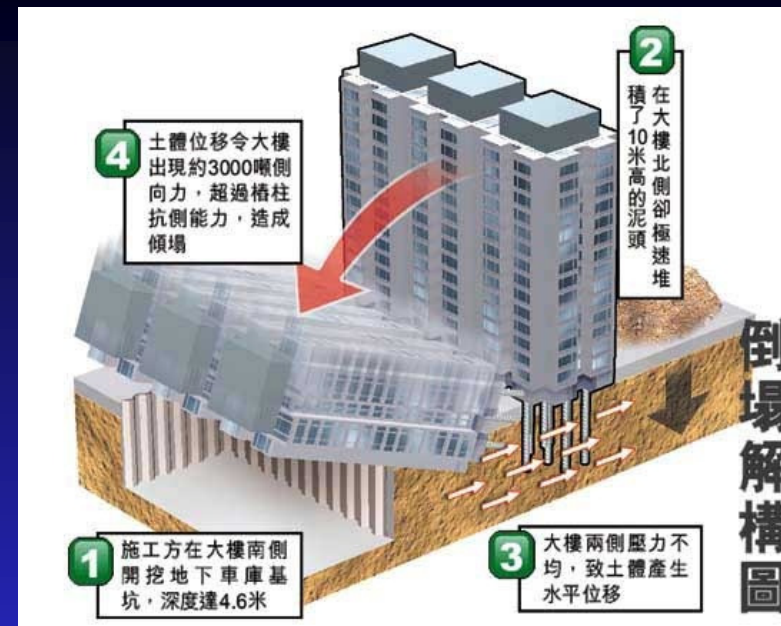
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

**ENGENHARIA
GEOTÉCNICA e de
FUNDAÇÕES**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

*Vista artística de uma
fundação.
Macaulay, D., 1992*





Situações que não podem ocorrer

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Situações que não
podem ocorrer



26 10 2001

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Situações que não podem ocorrer



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Edifício com 5 andares, que apresenta 2° de inclinação

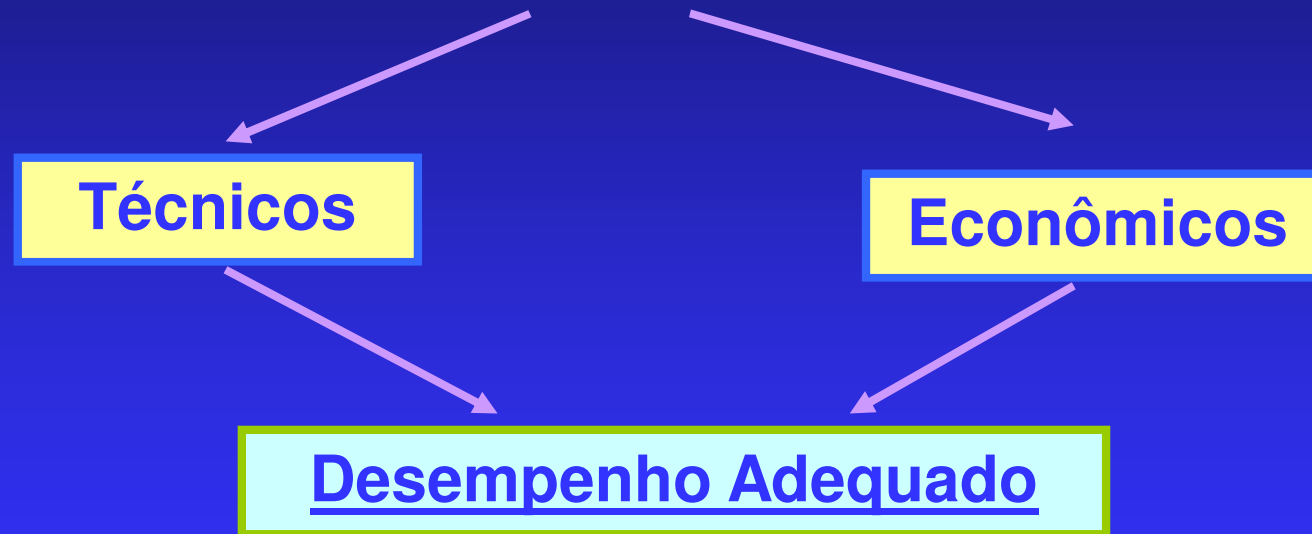


Núncio Malzoni



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Critérios para Escolha de Fundações



Ruptura – Estado Limite Ultimo

Recalques – Estado Limite de Serviço

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

ESTADOS LIMITES

Estado Limite Ultimo - ELU: Estado que pela sua simples ocorrência determina a paralização no todo ou em parte do uso da construção - **RUPTURA**

Estado Limite de Serviço - ELS: Estado que por sua ocorrência, repetição ou duração, causa efeito estrutural que não respeita as condições especificadas para o uso normal da construção ou que são indícios de comprometimento da durabilidade da estrutura - **RECALQUES**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Atendimento aos Estados Limites

**Segurança perante Ruptura – Fator de
Segurança - FS**

**Estimativa recalques e comprovação
aceitabilidade em relação a tipo de
estrutura/acabamento/funcionabilidade**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Prova de carga em Placa



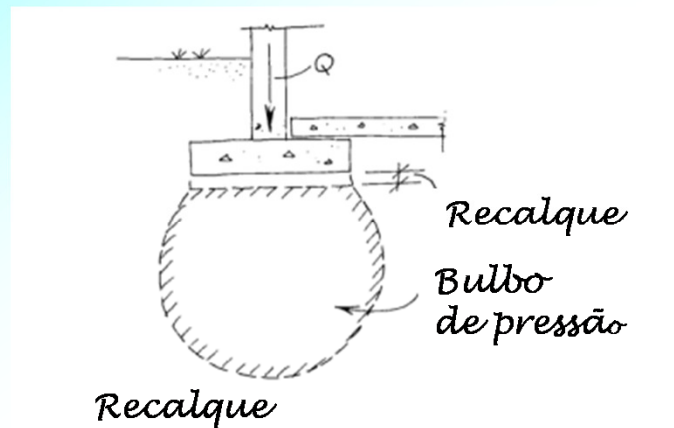
Modelo



Protótipo

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

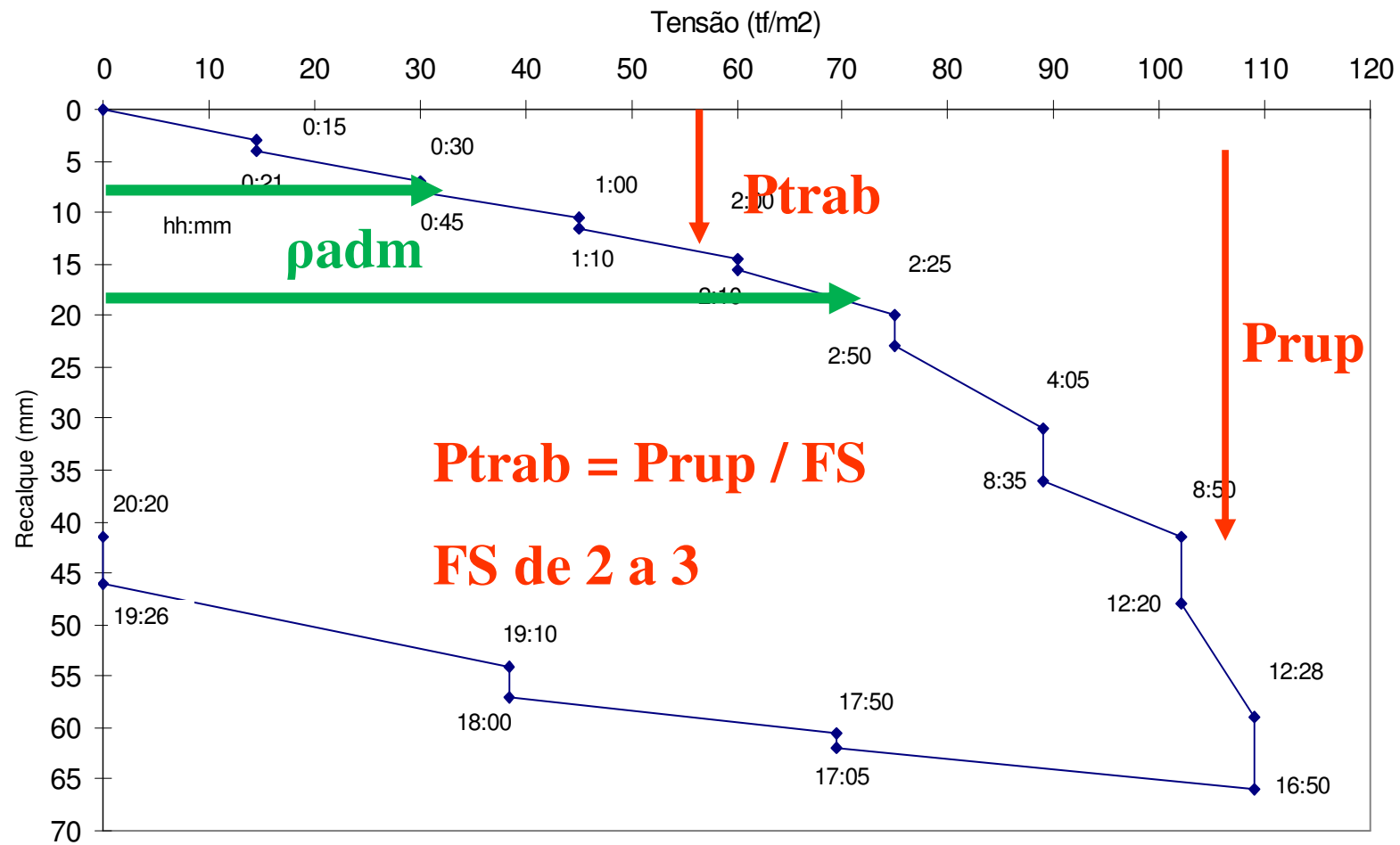
Bulbo de tensão abaixo da sapata



- a) Aumento de tensão
- b) Compressibilidade

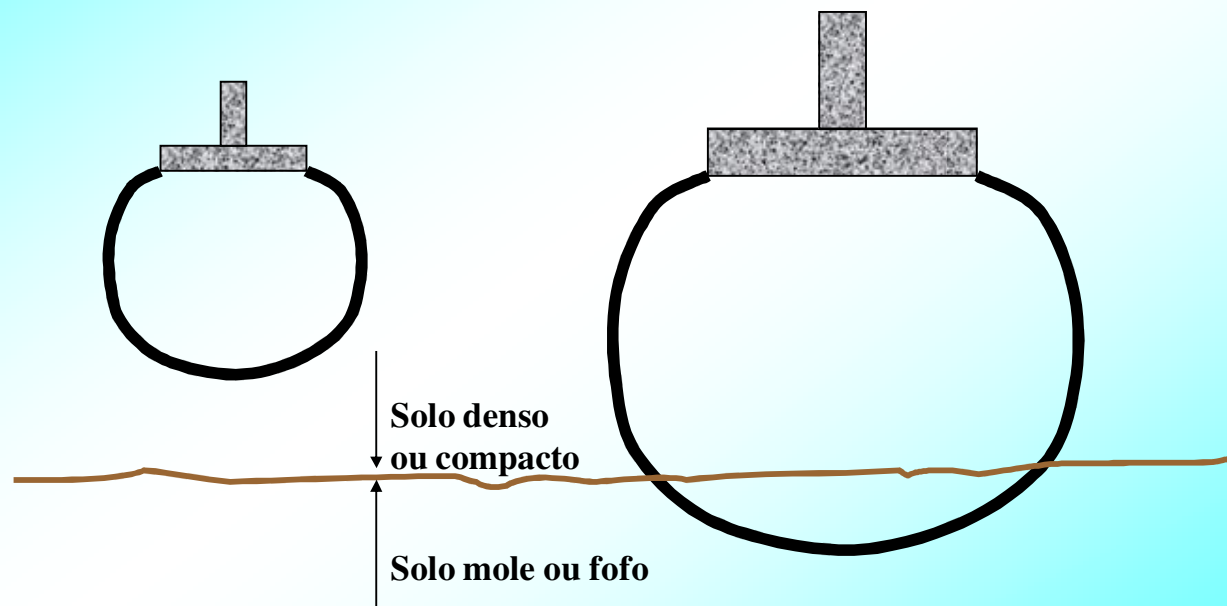
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Prova de Carga em Placa Circular $\phi = 80$ cm



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Efeito do tamanho do bulbo de tensão



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Elementos Necessários para o Projeto de FUNDAÇÕES e Critérios de Projeto

ELEMENTOS NECESSÁRIOS

- 1- Topografia da Área
- 2- Investigações geológico-geotécnicas
- 3- Informações da estrutura
- 4- Informações das construções vizinhas
- 5- Conhecimento das práticas locais
- 6- Noção de preço das soluções

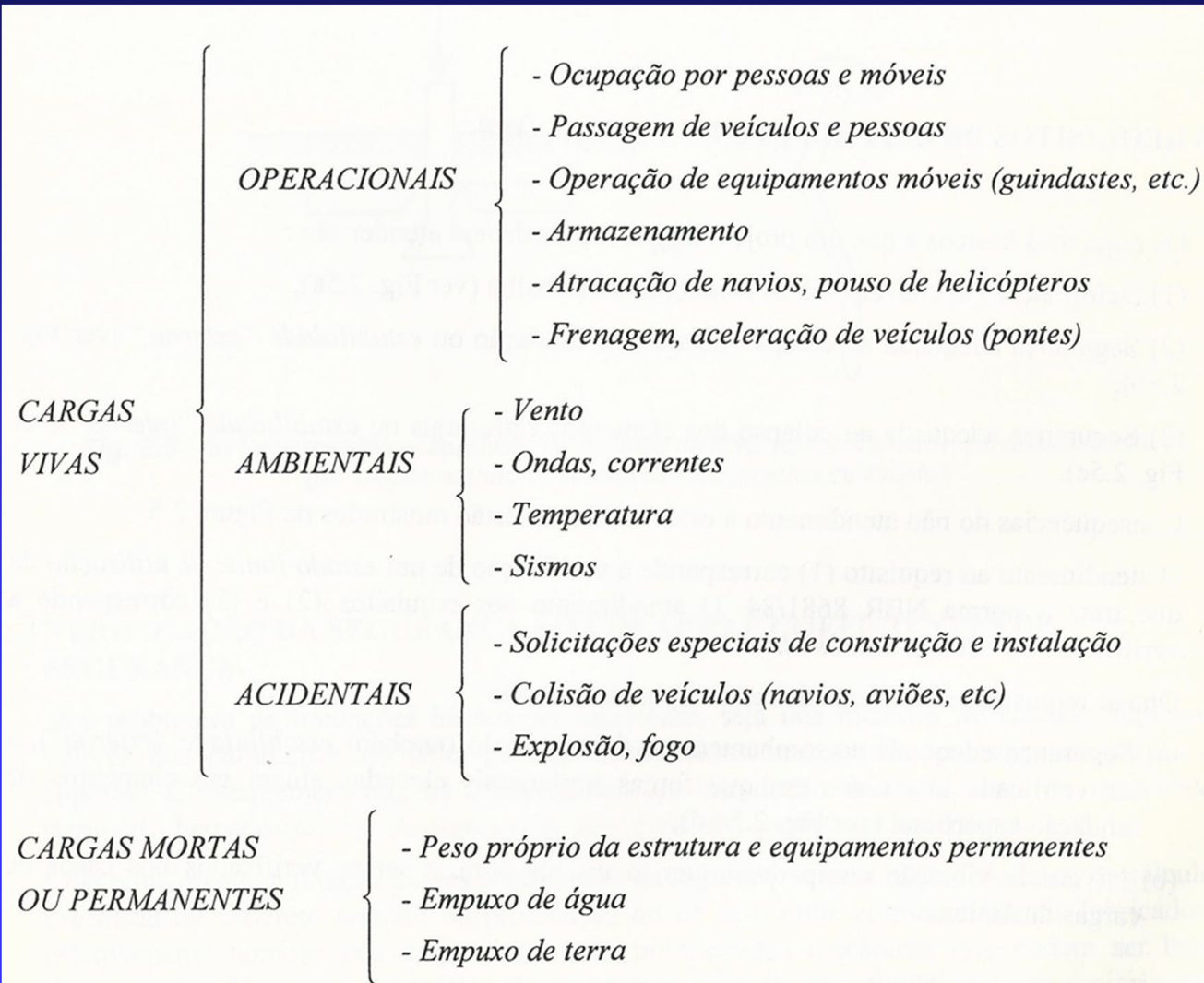
CRITÉRIOS DE PROJETO

Ações nas Fundações

- a- Cargas Vivas:
 - cargas operacionais
 - cargas ambientais (ventos, ...)
 - cargas acidentais (colisão, ponte rolante, ...)
- b- Cargas Mortas:
 - peso próprio
 - empuxos (solo, água)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

AÇÕES ATUANTES EM FUNDAÇÕES



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Requisitos para uma Fundação

1. Economia
2. Segurança adequada (capacidade de suporte, deslizamento, tombamento, etc.)
3. Pequenos recalques (total e diferencial)
4. Pequenos efeitos sazonais (ressecamento, expansão)
5. Problemas construtivos (estabilidade das escavações, levantamento do fundo, problemas de nível d'água, vibrações, etc)
6. Efeitos ambientais (Rebaixamento permanente do nível d'água)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

FLUXOGRAMA PARA PREVISÃO DE COMPORTAMENTO

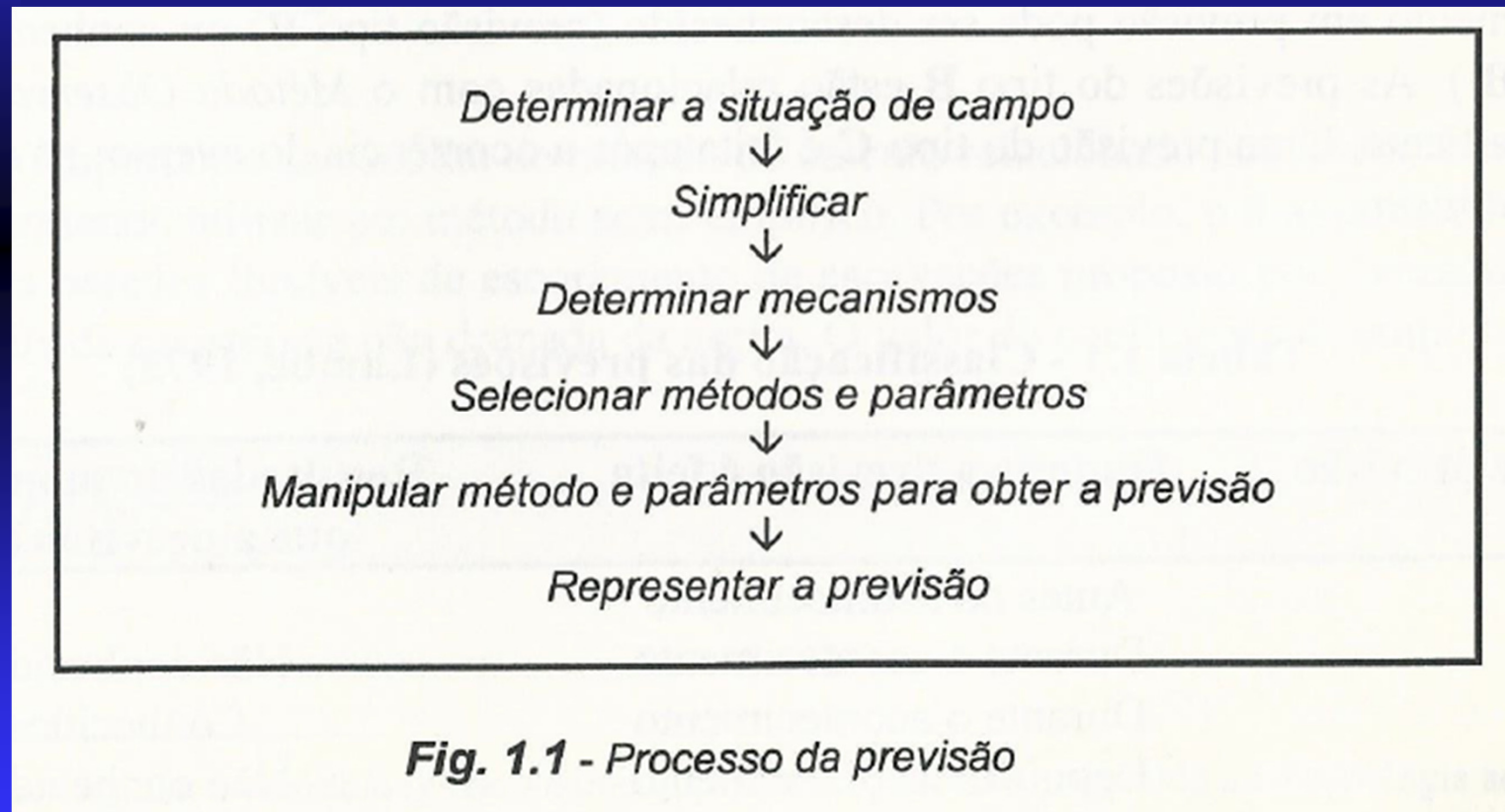
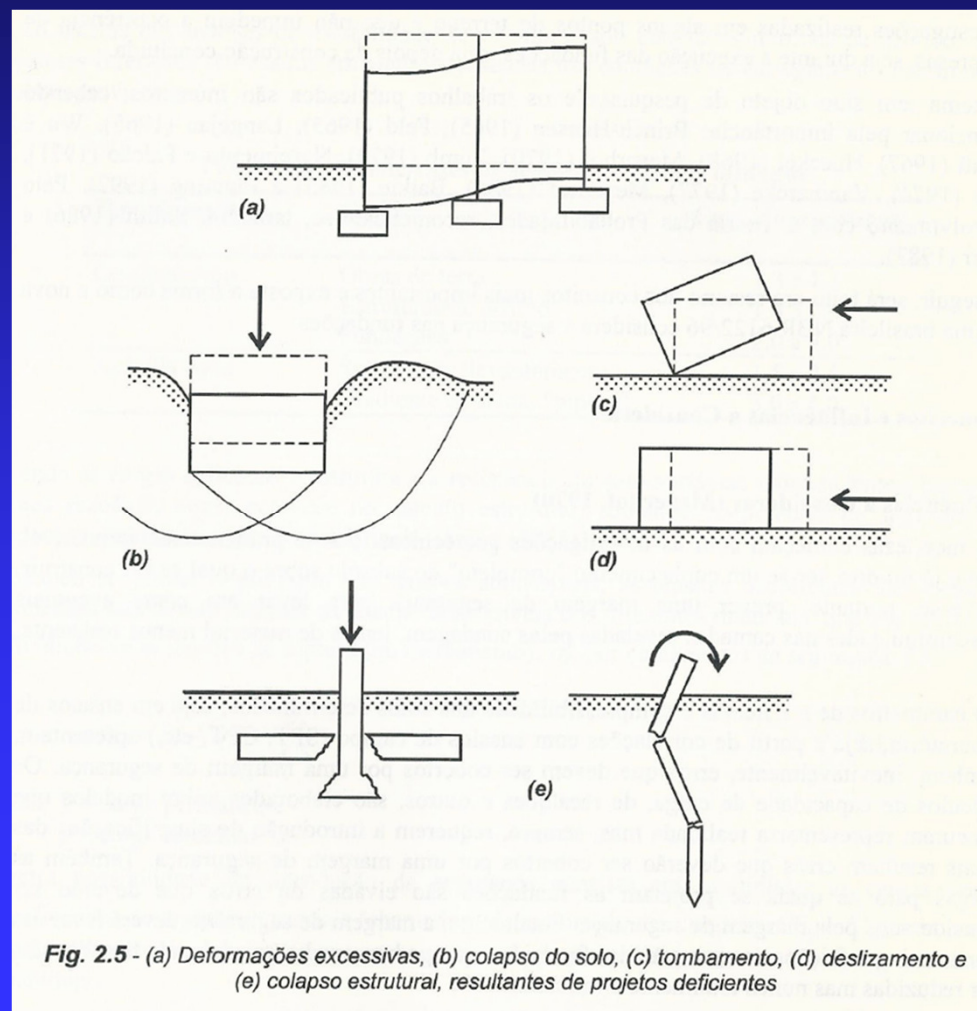


Fig. 1.1 - Processo da previsão

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Comportamentos a Serem Objeto de Atenção e Verificação



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Coeficientes de Segurança em Conceito de Segurança Global

Tabela 2.1 - Coeficientes de segurança globais mínimos

Tipo de ruptura	Obra	Coef. de segurança
Cisalhamento	Obras de terra	1,3 a 1,5
	Estruturas de arrimo	1,5 a 2,0
	Fundações	2,0 a 3,0
Ação da água	Subpressão, levantamento	1,5 a 2,5
	Gradiente de saída, "piping"	3,0 a 5,0

Tabela 2.3 - Coeficientes de segurança globais mínimos

Condição	Coefficiente de segurança
Capacidade de carga de fundações superficiais	3,0
Capacidade de carga de estacas ou tubulões sem prova de carga	2,0
Capacidade de carga de estacas ou tubulões com prova de carga	1,6

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Coeficientes de Segurança em Fundações Diretas em Função do Tipo de Estrutura e do Conhecimento do Subsolo

Tabela 2.2 - Coeficientes de segurança mínimos para fundações superficiais (Vesic, 1970)

Categoria	Características da categoria	Estruturas típicas	Exploração do subsolo	
			Completa	Limitada
A	Carga máxima de projeto ocorre frequentemente; consequências de colapso desastrosas	Pontes Ferroviárias; Armazens; Silos; Estruturas Hidráulicas e de Arrimo	3,0	4,0
B	Carga máxima de projeto ocorre ocasionalmente; consequências de colapso sérias	Pontes Rodoviárias; Edifícios Industriais e Públicos	2,5	3,5
C	Carga máxima de projeto ocorre raramente	Edifícios de Escritórios e Residenciais	2,0	3,0

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Coeficientes de Segurança em Conceito de Segurança Parcial

Tabela 2.4 - Coeficientes de ponderação das resistências

Parâmetro	Obtido		
	<i>In situ</i> ¹	Laboratório	Correlações ²
Tangente do ângulo de atrito interno	1,2	1,3	1,4
Coesão (estabilidade e empuxo de terra)	1,3	1,4	1,5
Coesão (capacidade de carga de fundações)	1,4	1,5	1,6

1 Ensaios CPT, Palheta (Vane), Pressiômetro

2 Ensaios SPT, Dilatometro

Tabela 2.5 - Coeficientes de ponderação da capacidade de carga de fundações

Condição	Coeficiente
Fundação superficial (sem prova de carga) *	2,2
Fundação profunda (sem prova de carga) *	1,5
Fundação com prova de carga	1,2

* capacidade de carga obtida por método empírico ou semi-empírico

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Danos em Estruturas

Tabela 2.6 - Relação entre abertura de fissuras e danos em edifícios
(Thornburn e Hutchinson, 1985)

Abertura da fissura (mm)	Intensidade dos danos			Efeito na estrutura e uso do edifício
	Residencial	Comercial ou público	Industrial	
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Muito leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito leve	Apenas estética. Deterioração acelerada do aspecto externo.
1 a 2	Leve a moderada	Leve a moderada	Muito leve	
2 a 5	Moderada	Moderada	Leve	Utilização do edifício será afetada e, no limite superior, a estabilidade pode, também, estar em risco
5 a 15	Moderada a severa	Moderada a severa	Moderada	
15 a 25	Severa a muito severa	Severa a muito severa	Moderada a severa	
> 25	Muito severa a perigosa	Severa a perigosa	Severa a perigosa	Cresce o risco da estrutura tornar-se perigosa

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Danos em Estruturas

Tabela 2.7 - Classificação de danos visíveis em paredes tendo em vista a facilidade de reparação (I.S.E., 1989)

Categoria do Dano	Danos Típicos	Largura aproximada da fissura (mm)
	Fissuras capilares com largura menor que 0,1mm são classificadas como desprezíveis.	< 0,1
1	Fissuras finas que podem ser tratadas facilmente durante o acabamento normal.	<1,0
2	Fissuras facilmente preenchidas. Um novo acabamento é, provavelmente, necessário. Externamente, pode haver infiltrações. Portas e janelas podem empenar ligeiramente.	<5,0
3	As fissuras precisam ser tornadas acessíveis e podem ser reparadas por um pedreiro. Fissuras que reabrem podem ser mascaradas por um revestimento adequado. Portas e janelas podem empenar. Tubulações podem quebrar. A estanqueidade é, freqüentemente, prejudicada.	5 a 15 ou um número de fissuras (por metro) > 3
4	Trabalho de reparação extensivo envolvendo a substituição de panos de parede, especialmente sobre portas e janelas. Esquadrias de portas e janelas distorcidas; pisos e paredes inclinados visivelmente. Tubulações rompidas.	15 a 25, porém, também, função do número de fissuras.
5	Essa categoria requer um serviço de reparação mais importante, envolvendo reconstrução parcial ou completa. Vigas perdem suporte; paredes inclinam perigosamente e exigem escoramento. Janelas quebram com distorção. Perigo de instabilidade.	Usualmente > 25, porém, também, função do número de fissuras.

Conceituação Distintos Tipos de Recalques que Afetam Estruturas

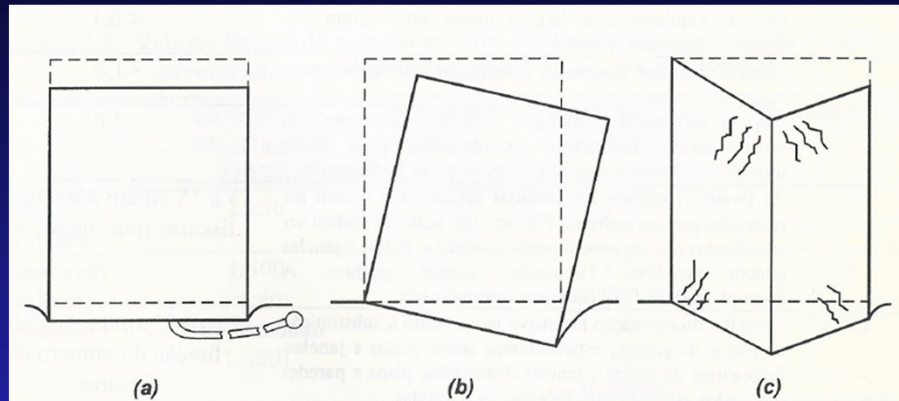


Fig. 2.10 - Principais modos de deformação de uma estrutura: (a) recalques uniformes, (b) recalques desuniformes sem distorção e (c) recalques desuniformes com distorção

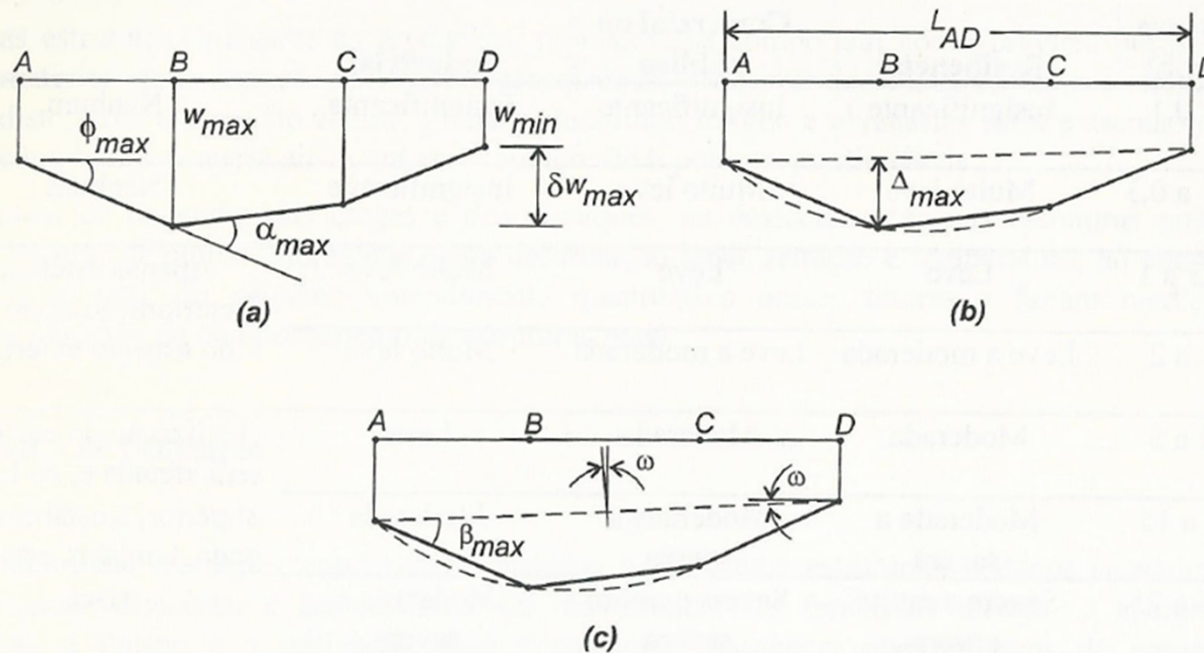


Fig. 2.9 - Deslocamentos de uma estrutura (I.S.E., 1989)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Danos em Estruturas função de Recalques Diferenciais Específicos

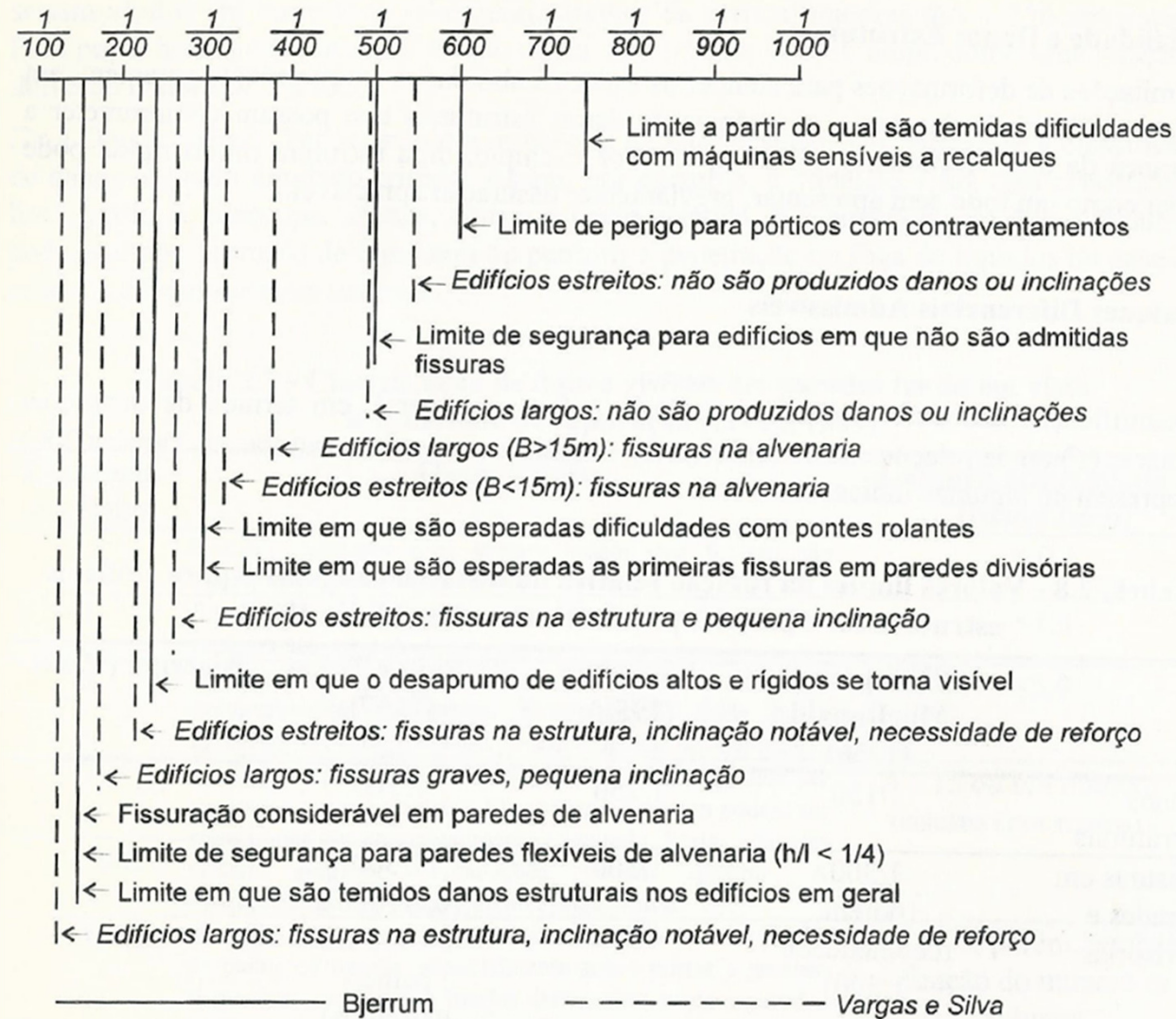


Fig. 2.11 - Distorções angulares e danos associados