

SÃO JUDAS

UNIVERSIDADE

CONCRETO ARMADO II

Prof. Rafael Castelo



AULA 0

Pauta

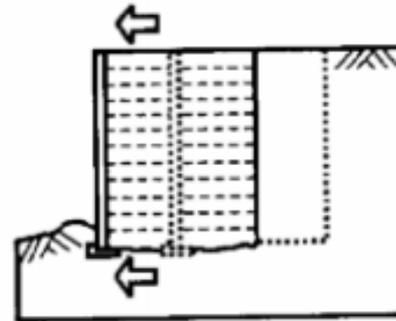
1. ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

CONCRETO ARMADO

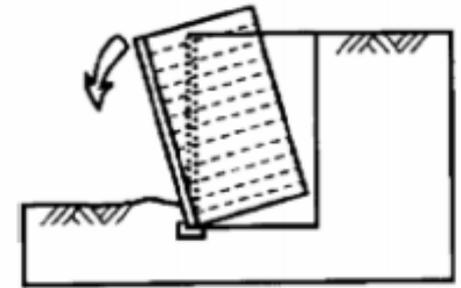
ROTEIRO - SIMPLIFICADO

ESTABILIDADE DE MUROS DE ARRIMO

Na verificação de um muro de arrimo, seja qual for a sua seção, devem ser investigadas as seguintes condições de estabilidade: tombamento, deslizamento da base, capacidade de carga da fundação e ruptura global.



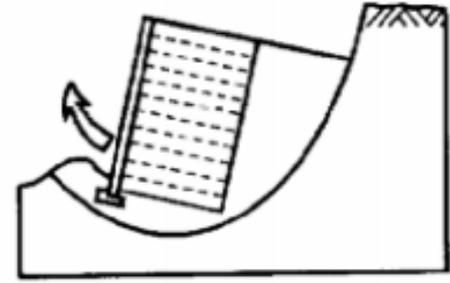
(a) Deslizamento da Base



(b) Tombamento

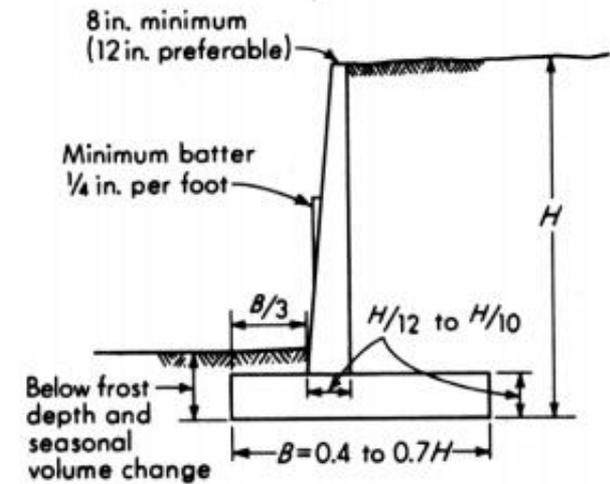
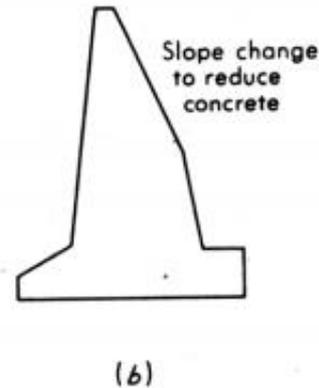
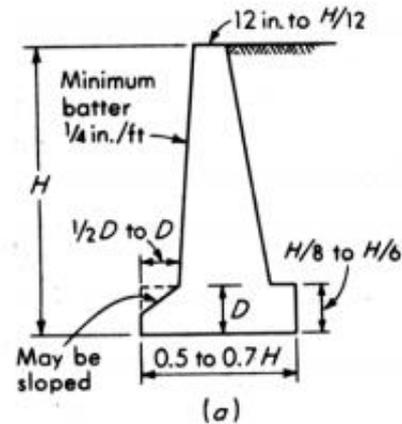


(c) Capacidade de Carga

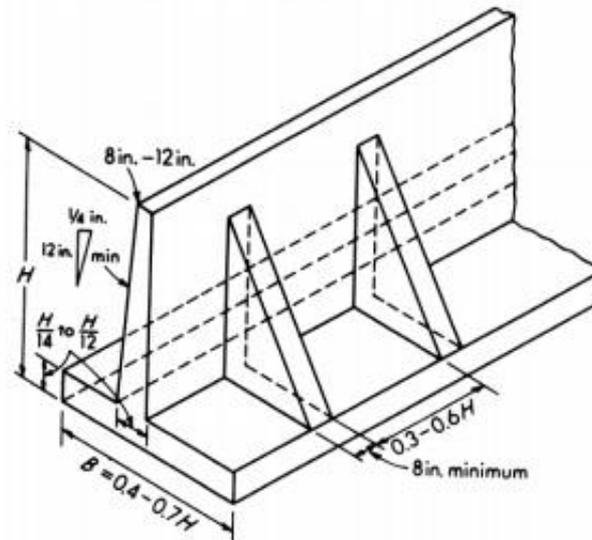


(d) Ruptura Global

ESTABILIDADE DE MUROS DE ARRIMO



O projeto é conduzido assumindo-se um pré-dimensionamento e, em seguida, verificando-se as condições de estabilidade.



ESCOLHA DA DIMENSÕES

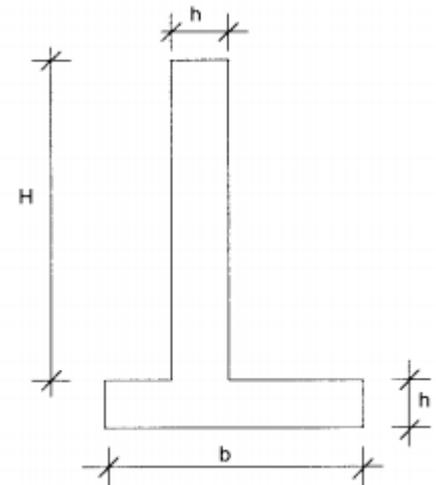
Na fixação das dimensões, o único dado conhecido é a altura do muro (H), pois as cotas do terreno, inferior e superior, são conhecidas no projeto de implantação do mesmo. As outras medidas devem ser determinadas a partir de um pré-dimensionamento, que posteriormente devem ser confirmadas na verificação das resistências das seções.

Alguns processos usados para o pré-dimensionamento, são a seguir comentados.

Huntington [], sugere que a espessura tanto da parede quanto da sapata (h) e a largura da sapata (b), devem estar compreendidas entre os seguintes valores:

$$h = \frac{H}{12} \text{ a } \frac{H}{10}, \text{ onde } H \text{ é a altura do muro.} \quad (3.1)$$

A largura da sapata (b) pode variar de $0,4H$ à $0,7H$, comumente sendo adotado o valor de $b = 0,5H$

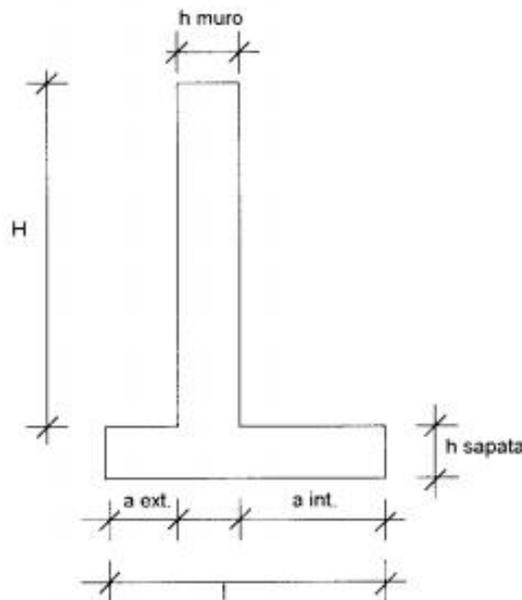


ESCOLHA DA DIMENSÕES

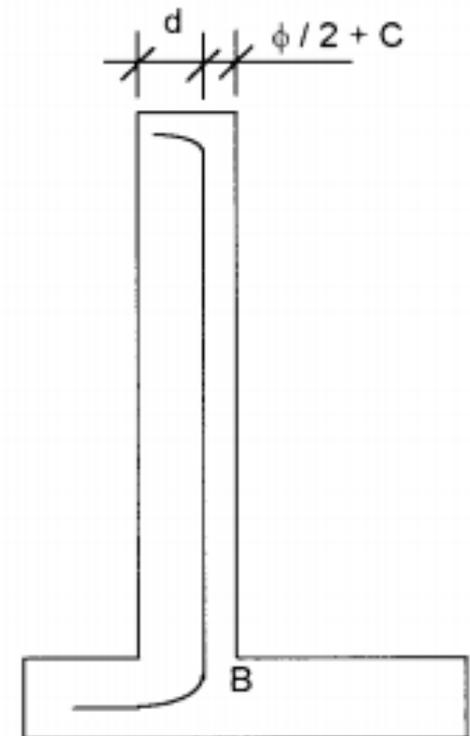
Santos Netto [1994] sugere as seguintes medidas de acordo com a

Figura 3.2:

- a largura da sapata deve medir aproximadamente $\ell = 0,5 H$;
- extremidade da sapata, ou seja, $a_{\text{ext}} = H/6$
- o talão da sapata, ou seja, $a_{\text{int}} = \ell - a - h_2$

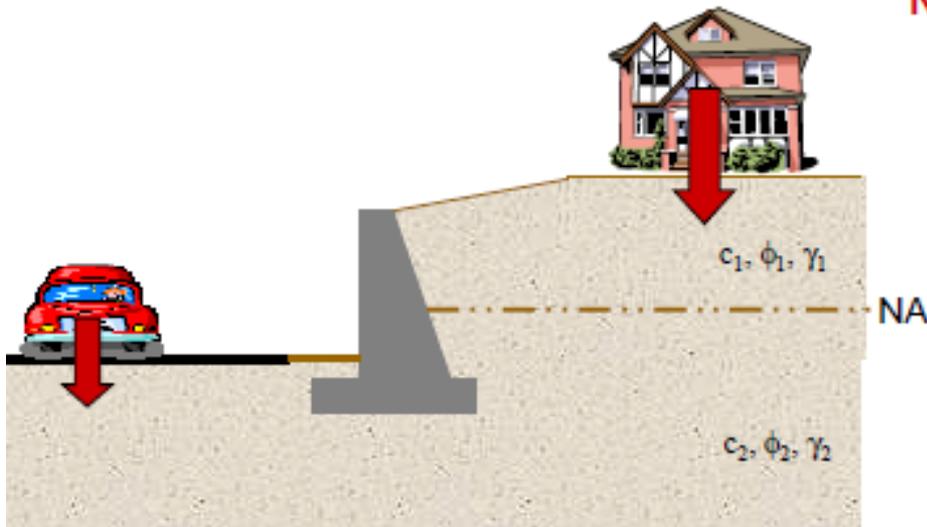


$$h_2 = d + \frac{\phi}{2} + c$$



Critérios de Projeto de Muros de Arrimo

Natureza e Geometria do Problema

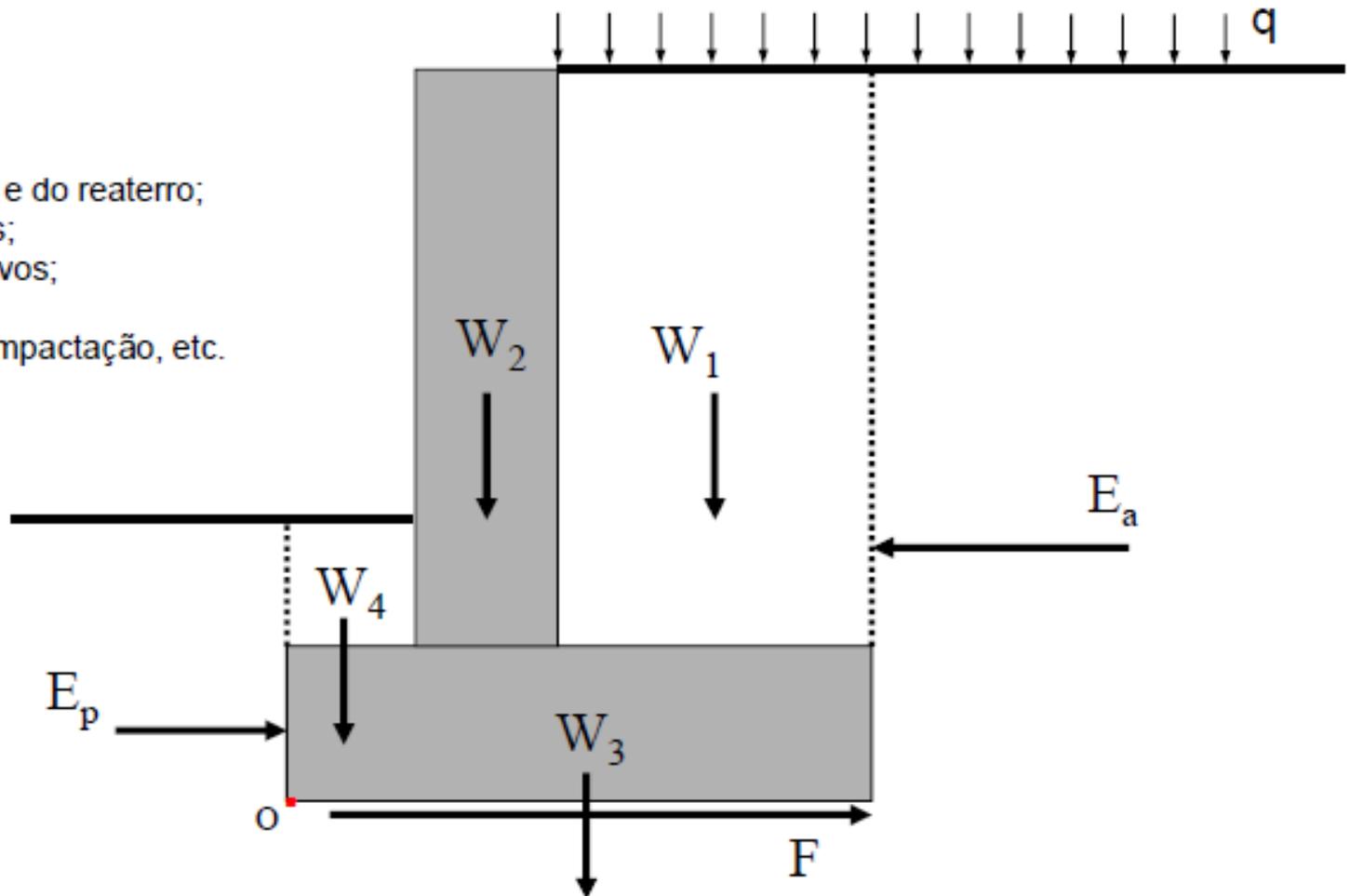


- altura e inclinação do solo de arrimo;
- perfil do subsolo;
- estruturas adjacentes;
- cargas de tráfego;
- posição do NA;
- simetrias de carregamento, etc



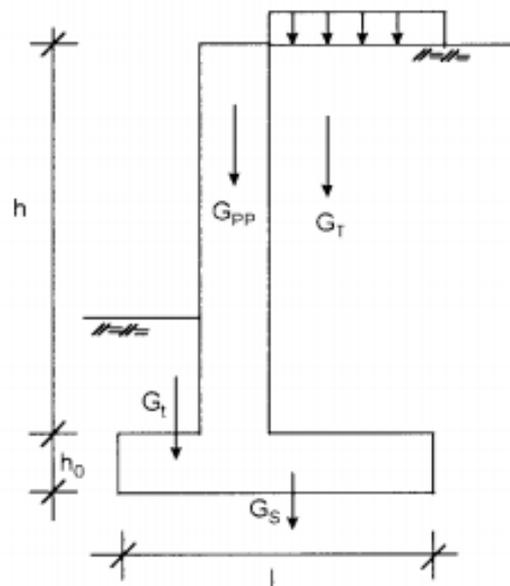
Critérios de Projeto de Muros de Arrimo

- pesos do muro e do reaterro;
- empuxos ativos;
- empuxos passivos;
- sobrecargas;
- esforços de compactação, etc.



AÇÕES VERTICAIS

As ações verticais são compostas pelo peso próprio do muro e da sapata e pelo peso de terra atuando sobre o muro, como, mostra a Figura 3.5.



G_{pp} = peso próprio do muro

G_T = peso próprio de terra sobre o talão da sapata

q = ação da sobrecarga

G_s = peso próprio da sapata

G_t = peso próprio de terra sobre a ponta da sapata

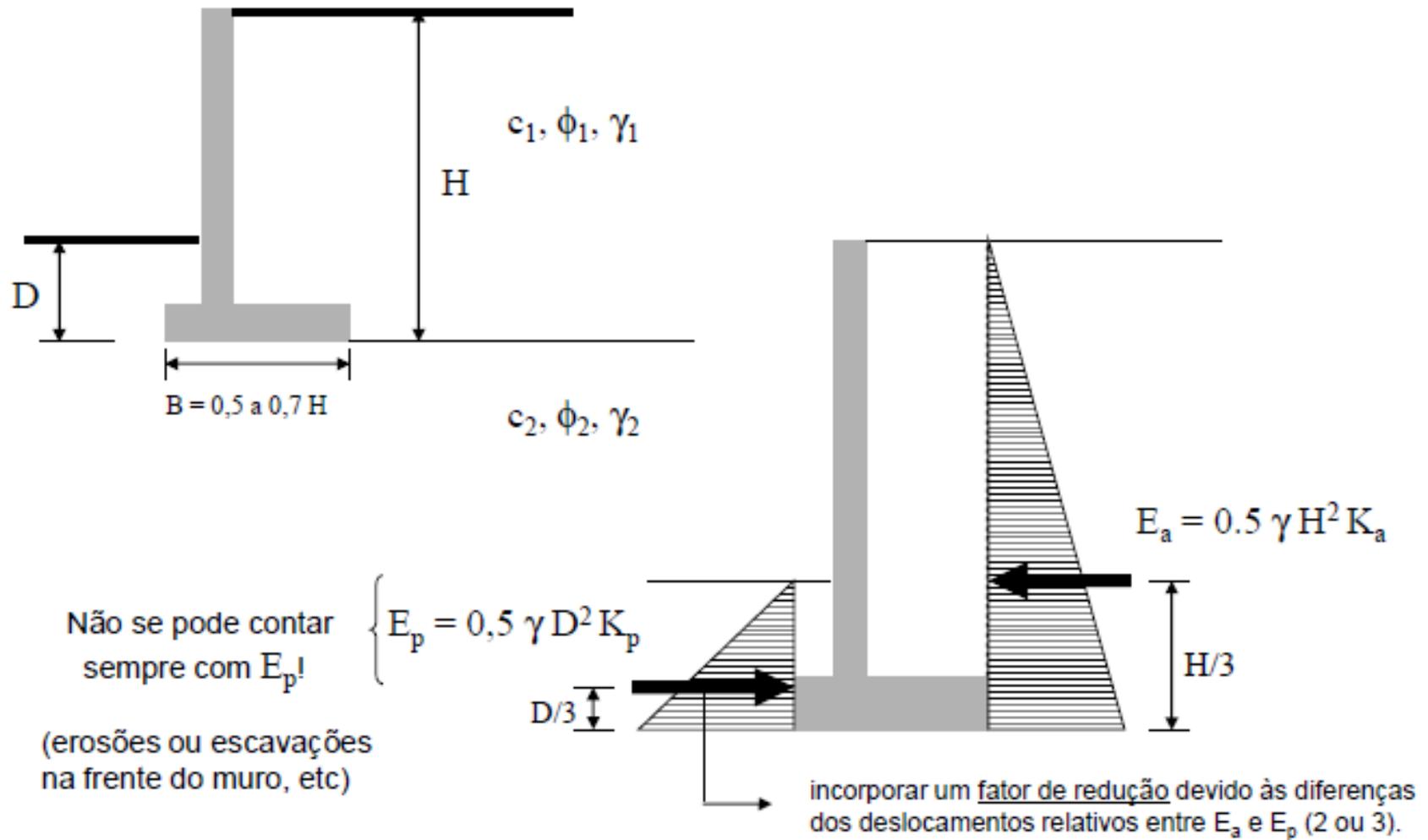
Figura 3.5 - Cargas verticais atuantes no muro e na sapata.

METODO DE RANKINE

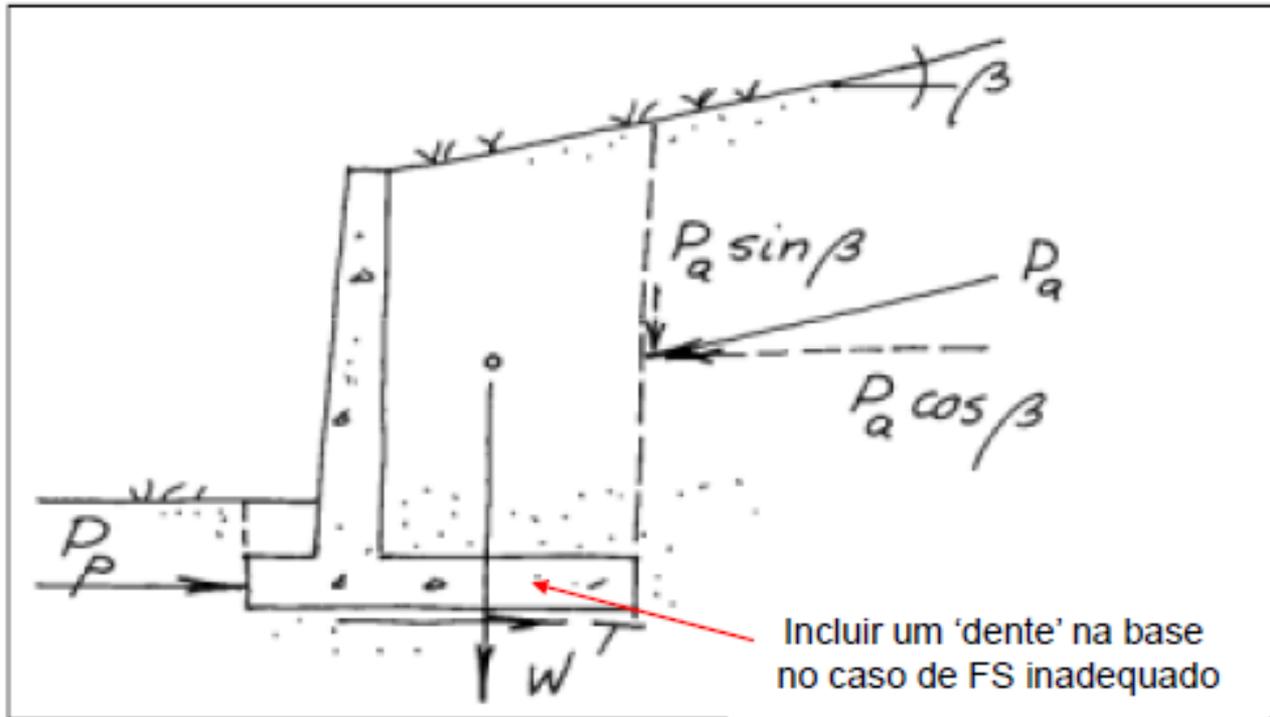
- Supõe que:
- ***Empuxos laterais são limitados a paredes verticais;***
- ***Empuxos laterais variam linearmente com a profundidade;***
- ***A pressão resultante é encontrada a 1/3 da altura (acima da base da parede);***
- ***A força resultante do empuxo é paralela a superfície do terreno.***

A solução de Rankine tende a fornecer valores mais elevados de empuxo ativo.

METODO DE RANKINE



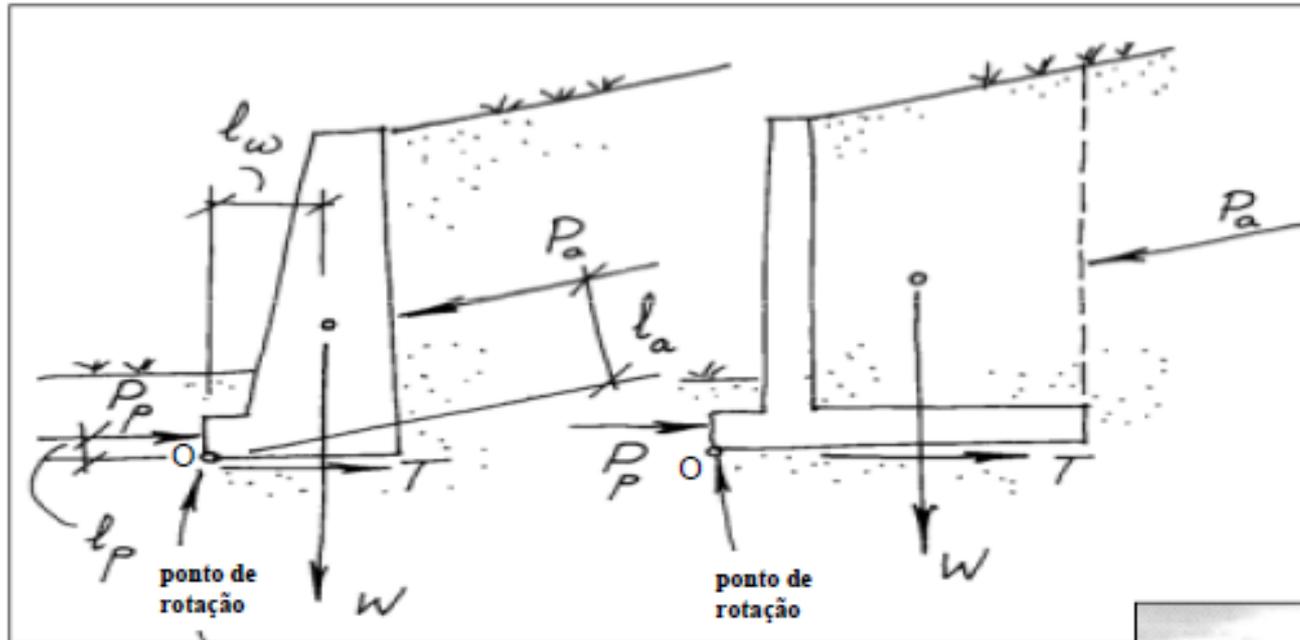
Deslizamento ao Longo da Base do Muro



$$FS_d = \frac{\sum \text{forças resistentes}}{\sum \text{forças atuantes}} > 1,5$$

← 2,0 no caso de reaterros em solos coesivos

Tombamento do Muro



$$FS_T = \frac{\sum \text{momentos resistentes}}{\sum \text{momentos atuantes}} > 2,0$$

(em relação ao ponto O)



Cuidado...as forças verticais do aterro podem produzir também esforços horizontais

Em função da elasticidade do material (E e μ), verifica-se existir, uma proporcionalidade entre a tensão vertical e a correspondente tensão horizontal. O material recebe o esforço, absorve-o e se deforma segundo seus parâmetros de elasticidade. Dentro deste princípio, qualquer valor de pressão horizontal será sempre calculado em função da pressão vertical que, em função apenas da ação do peso próprio do solo, corresponde, no sentido vertical, à pressão efetiva (e ocorrendo pressão neutra adicionando-se o valor da mesma).

Cuidado...as forças verticais do aterro podem produzir também esforços horizontais

$\sigma_H = K \cdot \sigma_V$ sendo **K** o chamado coeficiente de empuxo de terra.

- *Diagrama de tensões horizontais*

Caso se desloque um volume de massa de solo de uma região, podemos substituí-lo por um plano cujo traço é OO' . Conforme a Figura 6.2, teremos:

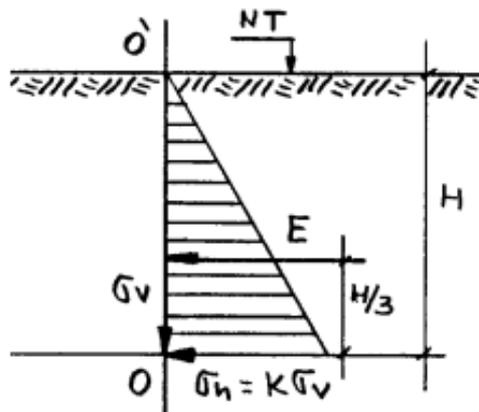


Figura 6.2 – Diagrama de tensões horizontais

Maciço de solo homogêneo, com uma única camada sem NA e com o terrapleno horizontal ($i = 0$), isto é, não há desenvolvimento de pressão neutra.

A pressão lateral, normal a um plano vertical, será σ_H que, sendo proporcional a σ_V , dará um diagrama de distribuição idêntica (mesma forma) que para esta tensão.

Cuidado...as forças verticais do aterro podem produzir também esforços horizontais

onde: q_{ep1} = ação devido à sobrecarga

q_{ep2} = ação de terra atuando sobre o muro (empuxo).

$$\sigma_{hi} = K_a \cdot \gamma \cdot h_0 = K_a \cdot \gamma \cdot \frac{q}{\gamma} = \boxed{K_a \cdot q}$$

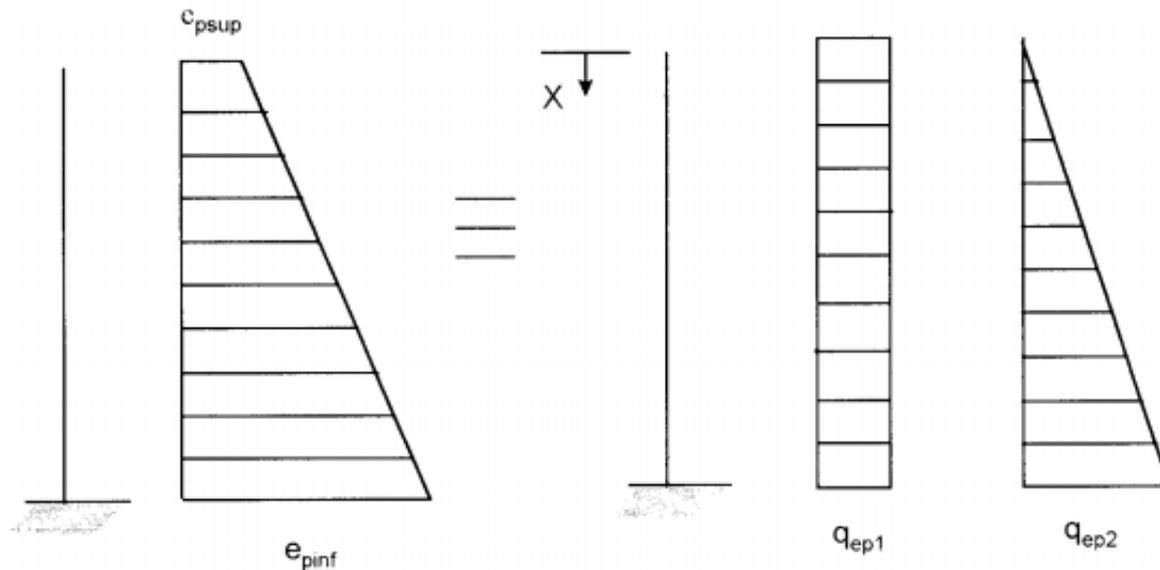


Figura 3.11 - Esforços atuantes na parede do muro.

EMPUXO ATIVO - A Estrutura se desloca para fora do terrapleno

O esforço do solo desenvolvido sobre a estrutura de contenção, é, neste caso, chamado de Empuxo Ativo .

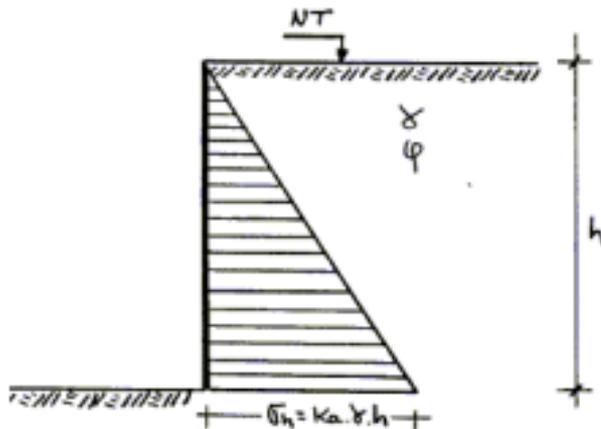


Figura 6.9 – Diagrama de pressões horizontais:
empuxo ativo

Dentro de todas as considerações já feitas sobre o maciço, como no caso de empuxo no repouso, temos:

$$\sigma_v = \gamma \cdot h$$
$$\sigma_h = K_a \cdot \gamma \cdot h$$

Onde: K_a = coeficiente de empuxo ativo

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot h^2$$

Ka e Kp

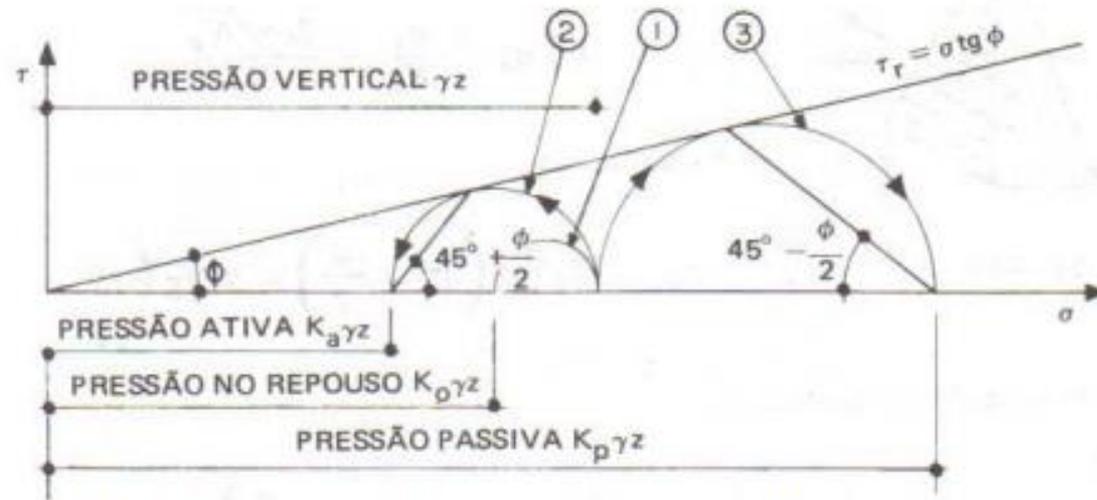


Figura 6. 7 - Estado de tensões nos estados Ativo e Passivo.

Partindo da tensão vertical $\sigma_v = \gamma z$ observa-se que o maciço expandindo-se, a tensão horizontal σ_h decresce até que o círculo torna-se tangente à reta de Coulomb; neste ponto, ocorre a ruptura e o valor de σ_h é dado por $K_a \gamma z$. Assim, os pontos de tangência representam estados de tensão sobre planos de ruptura.

Observa-se, assim, que no estado ativo a plastificação do maciço dá-se ao longo de planos definidos por um ângulo de $45 + \frac{\phi}{2}$ com a horizontal e um ângulo de $45 - \frac{\phi}{2}$ no estado passivo.

Ka e Kp

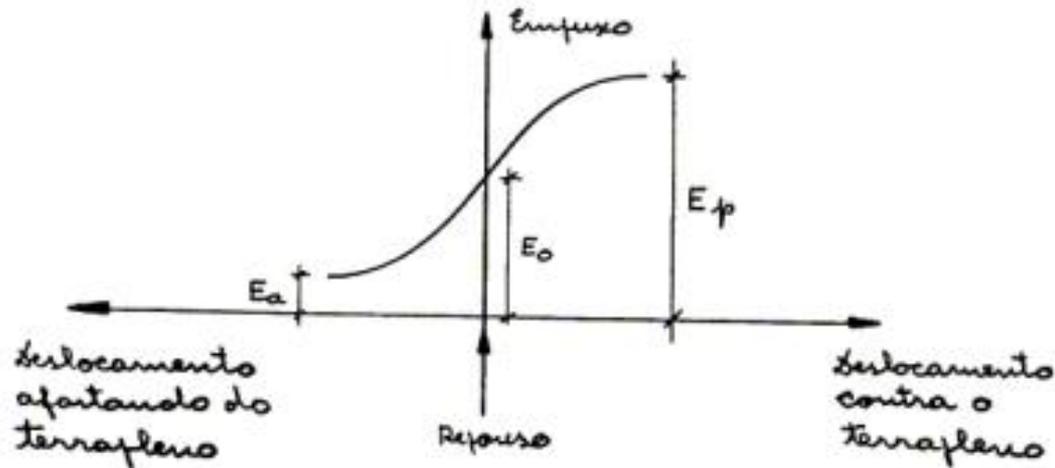


Tabela 6. 6 – Coeficientes de empuxo ativo e passivo de acordo com φ

φ	Ka	Kp
0°	1,00	1,00
10°	0,70	1,42
20°	0,49	2,04
25°	0,41	2,47
30°	0,33	3,00
35°	0,27	3,69
40°	0,22	4,40
45°	0,17	5,83
50°	0,13	7,55
60°	0,07	13,90

$$K_a = \frac{1}{N_\varphi} = \frac{1}{\operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)} = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$K_p = N_\varphi = \operatorname{tg}^2 \alpha = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Deslizamento

A segurança contra o deslizamento deve ser analisada a partir da soma das forças na direção horizontal. Conta-se apenas com a componente tangencial (T), já que para a consideração da aderência no solo, seria necessário a realização de ensaios de cisalhamento do terreno, ou "in situ".

Neste caso, a única força que deve resistir à componente T é a força de atrito existente entre a sapata e o solo de fundação. Esta força de atrito é definida como sendo:

$$F_a = \mu F_N \quad (3.6)$$

onde: μ é o coeficiente de atrito solo-concreto, cujos valores são pré-fixados, em função da superfície de contato entre o solo e a sapata.

O professor Pimenta Velloso em seu livro “Muros de Arrimo” adota os valores:

O professor Pimenta Velloso em seu livro “Muros de Arrimo” adota os valores:

Para muros de paredes lisas	$\delta = \frac{1}{3}\varphi$
Para muros de paredes normais	$\delta = \frac{2}{3}\varphi$
Para muros de paredes rugosas	$\delta = \frac{3}{4}\varphi$

