OBRAS DE TERRA

MUROS DE ARRIMO OU DE CONTENÇÃO

CURSO: Engenharia Civil

SÉRIE: 10º Semestre

DISCIPLINA: Obras de Terra

CARGA HORÁRIA SEMANAL: 02 aulas-hora

CARGA HORÁRIA SEMESTRAL: 40 aulas-hora

1.DEFINIÇÕES

MURO DE ARRIMO OU DE CONTENÇÃO

Muro de arrimo são estruturas usadas para prevenir que o solo assuma sua inclinação natural.

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

1ª. Etapa

Pré-dimensionamento.

O projeto é conduzido assumindo-se um pré-dimensionamento

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

(Cálculo do empuxo de terra)

3ª. Etapa

Verificação das condições de estabilidade

Tombamento .

Escorregamento.

Ruptura do terreno de fundação

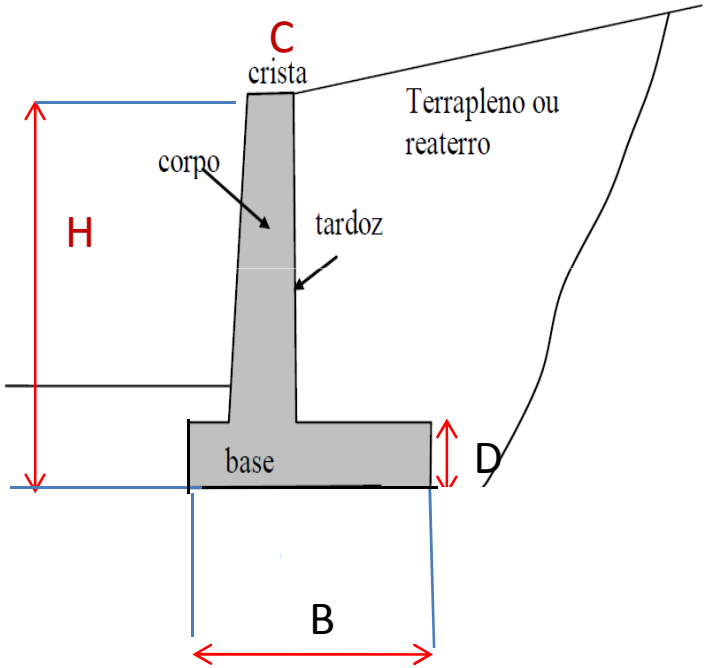
PROJETO DE MURO DE ARRIMO

1ª. Etapa

Pré-dimensionamento.

MURO DE GRAVIDADE	
CRISTA	C ≤ H/12 (mínimo=30cm)
LARGURA DA BASE	B = 0,5 a 0,7 H
ALTURA DA BASE	D = H/8 A H/6

MURO DE FLEXÃO	
CRISTA	C = 20 cm
LARGURA DA BASE	B= 0,4 a 0,7 H
ALTURA DA BASE	D= H/12 a H/10



PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

- **Cálculo do Peso do Muro (material – ex. concreto);**
- **Cálculo do empuxos totais (solo) ;**
- **Cálculo dos Momentos .**

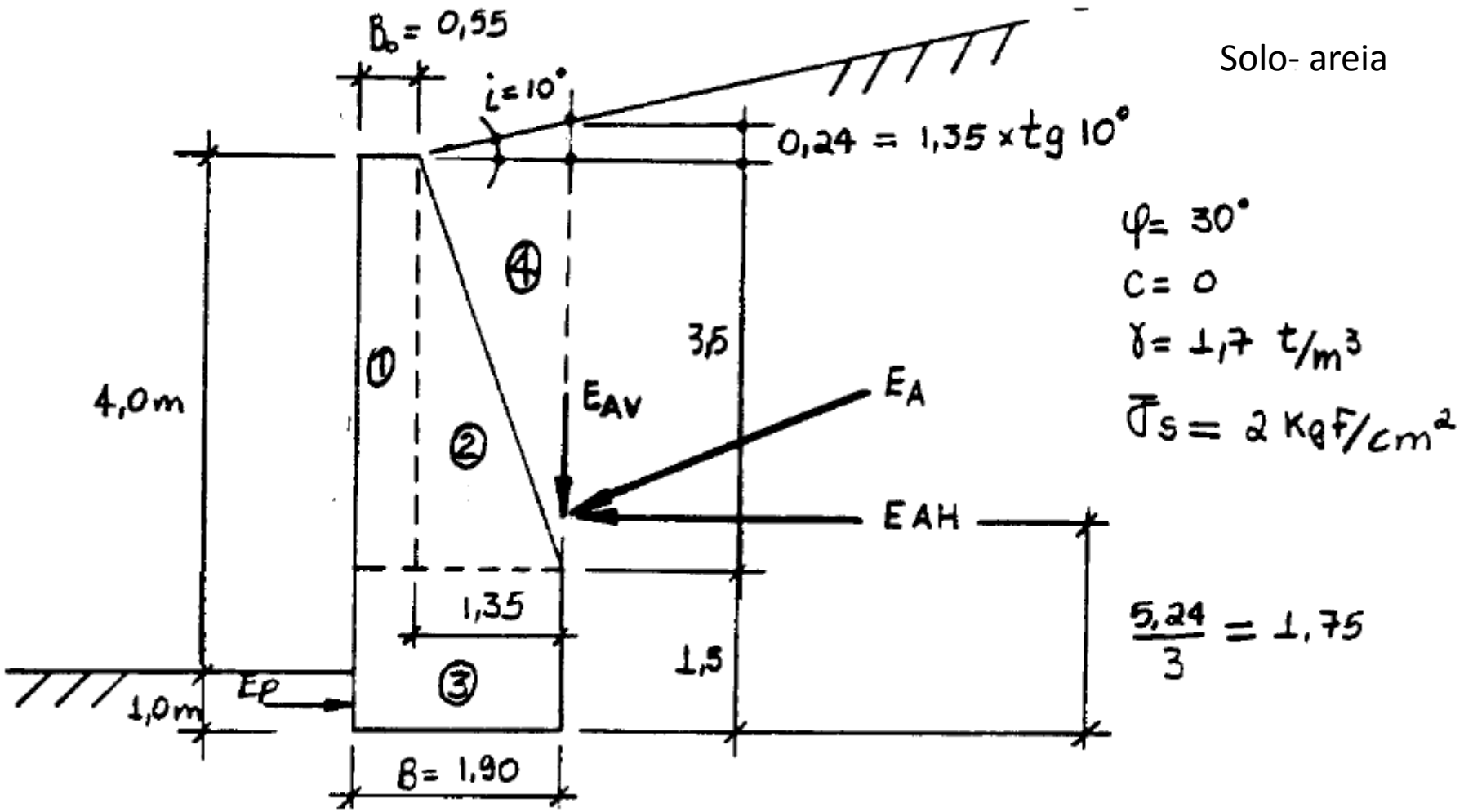
- **DETERMINAÇÃO DO EMPUXO DE TERRA**
- **AÇÃO PRODUZIDA PELO MACIÇO TERROSO SOBRE OBRAS EM CONTATO**

Métodos mais utilizados:

- **METODO DE RANKINE**
- **MÉTODO DE COULOMB**

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.



2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

1. Cálculo dos peso do muro e momentos (peso)

Area	*Peso (t)*	*Braço de alavanca*	*Momento*
1	*0,55x3,5x2,2=2,24*	*0,55/2=0,275*	*1,17*
2	*[(1,35x3,5)/2]x2,2=5,2*	*0,55+(1,35/3) = 1*	*5,2*
3	*1,9x1,5x2,2=6,27*	*0,95*	*5,96*
4	*[(3,74x1,35)/2]x1,7=4,29*	*0,55+(2/3)*1,35=1,45*	*6,22*
soma	*20t*		*18,55*

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

2. Cálculo dos empuxos totais (Rankine)

$$K_a = \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \Rightarrow k_a = 0{,}35 \Rightarrow E_a = \frac{1}{2}.\gamma H^2.k_a = 8{,}17t$$

$$E_{ah} = E_a \cos i. = 8{,}05t$$

$$E_{av} = E_a sen i. = 1{,}42t$$

$$K_p = \frac{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \Rightarrow k_p = 3{,}0 \Rightarrow E_p = \frac{1}{2}.\gamma H^2.k_p = 2{,}55t$$

$$(E_p)projeto = \frac{E_p}{FS}. = \frac{E_p}{3} = 0{,}85t$$

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

- **Cálculo dos empuxos totais (ativo e passivo**)
- **Cálculo dos pesos dos muros**
- **Cálculo dos momentos**

- As teorias de Rankine e Coulomb satisfazem o equilíbrio de esforços vertical e horizontal.

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

3ª. Etapa

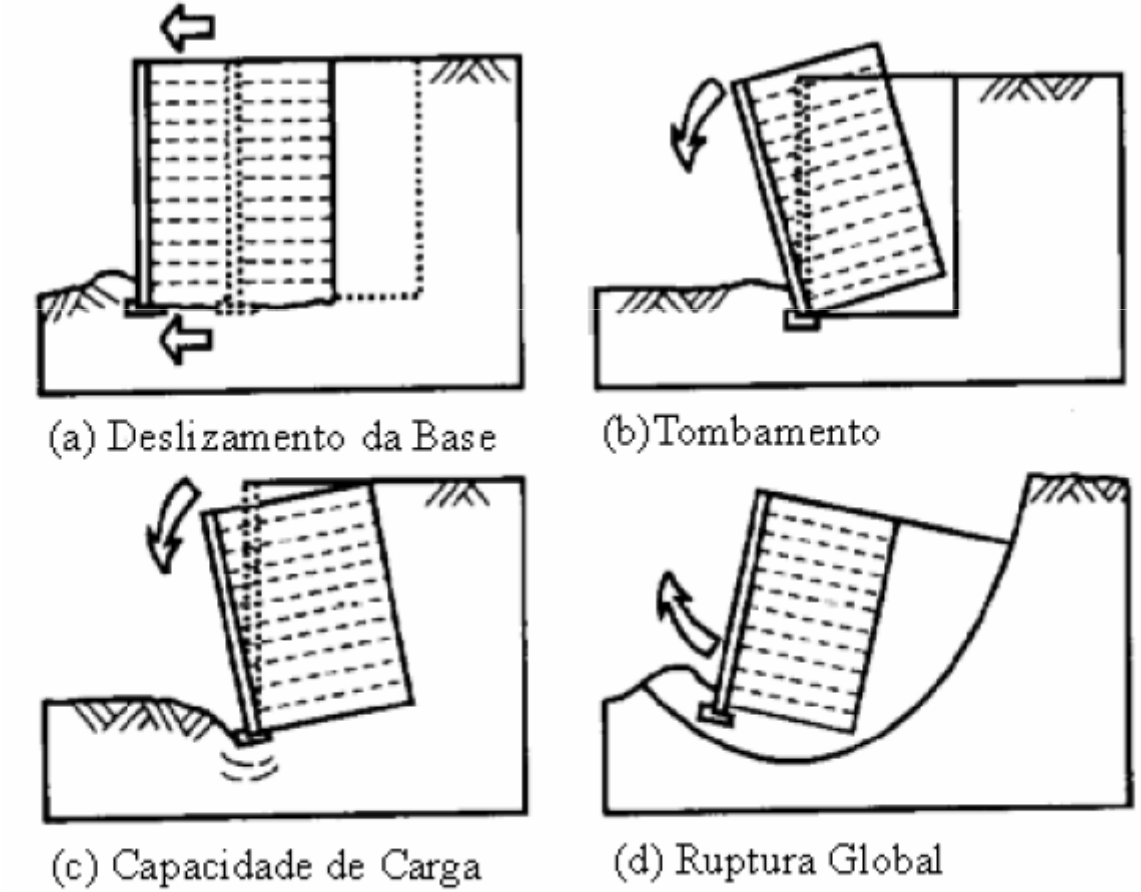
Verificação das condições de estabilidade

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.**

ESTABILIDADE DOS MUROS DE ARRIMO

Verificação de condições de estabilidade



PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

- **METODO DE RANKINE**

Mais utilizado porque:

- ***as soluções são simples, especialmente quando o retroaterro é horizontal.***

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes

Supõe-se que se elimine uma parte do maciço e se substitua por um plano imóvel, indeformável e sem atrito.

Nessas condições o estado de tensões da outra parte do maciço não irá variar e a pressão vai crescer com o aumento da profundidade e valerá:

. $\sigma_h = K_0 . \sigma_v = K_0 . \gamma . z$

Essas pressões são denominadas PRESSÕES DE REPOUSO e K_0 é o COEFICIENTE DE EMPUXO NO REPOUSO.

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

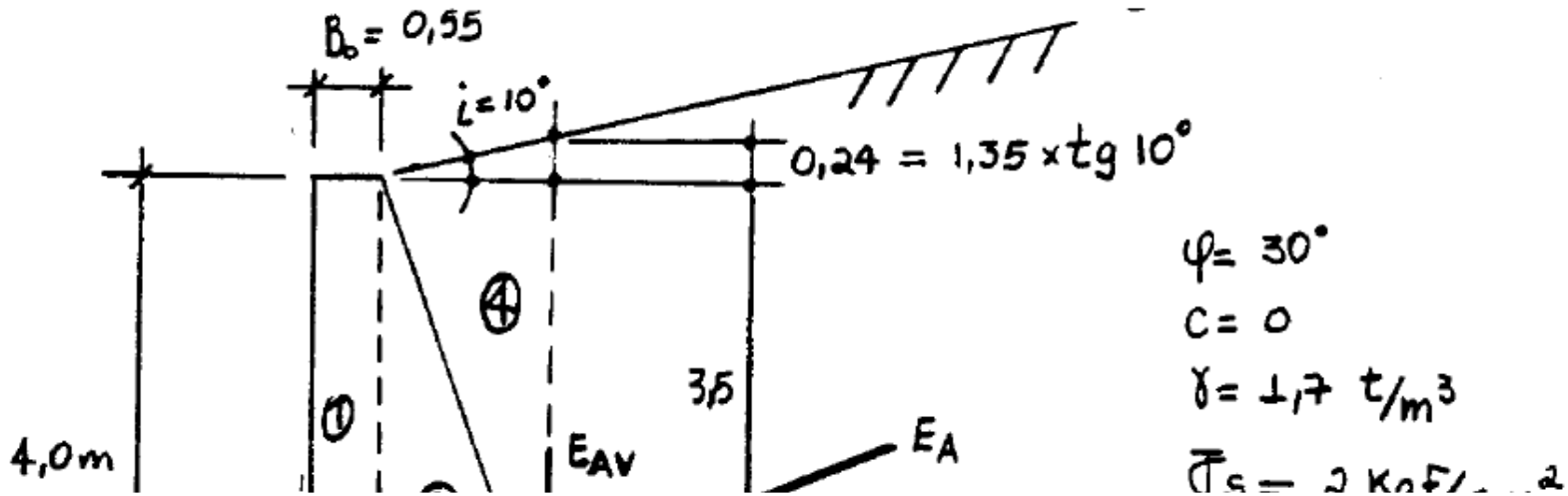
2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes

5. EXEMPLOS DE DIMENSIONAMENTO

Exemplo: *Verificar a estabilidade do muro com retroaterro inclinado*

O atrito solo-muro na base será desprezado, portanto vale a teoria de Rankine



PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa
Definição dos esforços atuantes

- **Fórmula de Rankine**

$$\sigma_h = \sigma_v N_\varphi + 2c\sqrt{N_\varphi}$$

Onde:

σ_h e σ_v são *Tensões Principais*

$$N_\varphi = tg^2(45 + \varphi/2)$$

com

φ *o ângulo de atrito interno*
c *a coesão do material*

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

- **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.**

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

- **METODO DE COULOMB**
- Supõe que:
- ***Empuxos laterais NÃO são limitados a paredes verticais;***

- ***A força resultante do empuxo NÃO é necessariamente paralela à superfície do terreno devido ao ângulo de atrito solo-parede.***

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa
Definição dos esforços atuantes

- **Fórmula de Rankine**

$$\sigma_h = \sigma_v N_\varphi + 2c\sqrt{N_\varphi}$$

Onde:

σ_h e σ_v são *Tensões Principais*

$$N_\varphi = tg^2(45 + \varphi/2)$$

com

φ *o ângulo de atrito interno*
c *a coesão do material*

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes

- **Fórmula de Rankine- SOLOS NÃO COESIVOS**
- $\sigma_h = \sigma_v N_\varphi$ *c (coesão) = 0*

$$\sigma_v = \gamma h$$

$$Ka = 1/N_\varphi = tg^2(45 - \varphi/2)$$

$\sigma_h = Ka.\ \gamma h$

(φ o ângulo de atrito interno)

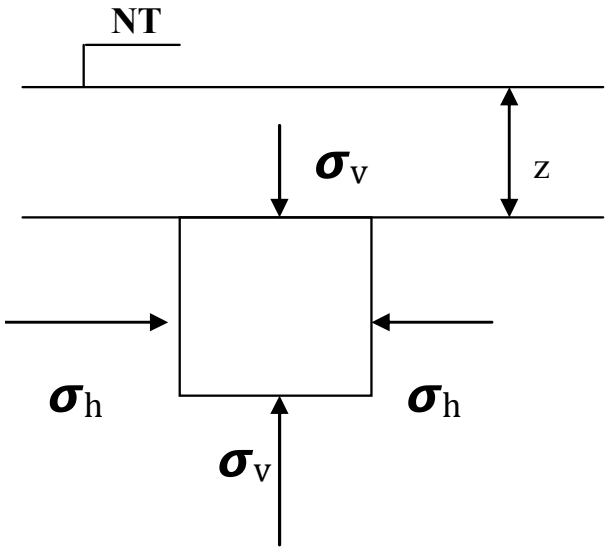
PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes

Considerando uma massa semi-infinita de solo o cálculo da pressão vertical σ_v em uma profundidade z é dado por:

$\sigma_v = \gamma . z$ (peso específico do solo x espessura da camada de solo)



PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa
Definição dos esforços atuantes

- **Fórmula de Rankine**

$$\sigma_1 = \sigma_3 N_\varphi + 2c\sqrt{N_\varphi}$$

Onde:

σ_1 e σ_3 são Tensões Principais

$$N_\varphi = tg^2(45 + \varphi/2)$$

φ = ângulo de atrito interno
c = coesão do material

PROJETO DE MURO DE ARRIMO

2ª. Etapa

Definição dos esforços atuantes.

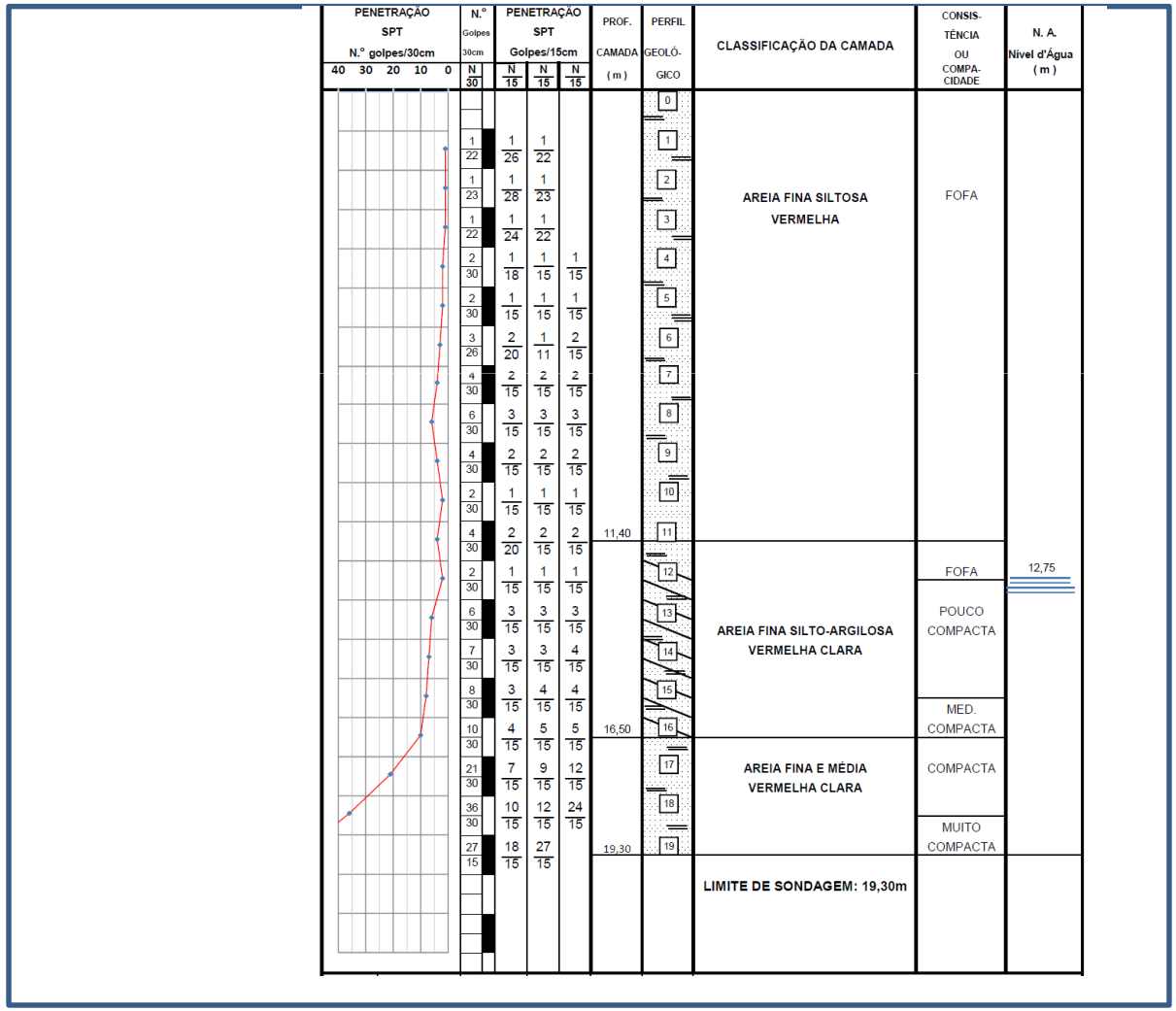
Empuxo ativo

Empuxo passivo

- **EMPUXO DE TERRA- AÇÃO PRODUZIDA PELO MACIÇO TERROSO SOBRE OBRAS EM CONTATO**

1ª. Etapa

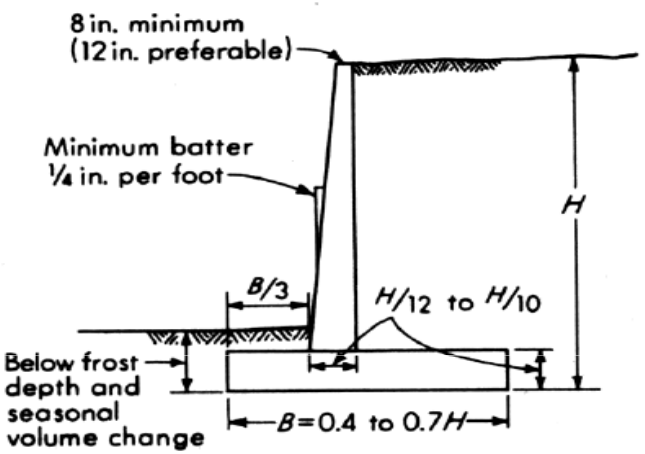
Pré-dimensionamento- muro de gravidade H= 6,00m



1ª. Etapa

Pré-dimensionamento- muro de flexão H= 5,00 m

PENETRAÇÃO SPT N.° golpes/30cm (40 30 20 10 0)	N.° Golpes 30cm	PENETRAÇÃO SPT Golpes/15cm	PROF. CAMADA (m)	PERFIL GEOLÓGICO	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA	CONSISTÊNCIA OU COMPACIDADE	N. A. Nível d'Água (m)
	N 30	N 15 / N 15 / N 15					
	1 / 22	1 / 26		0	AREIA FINA SILTOSA VERMELHA	FOFA	
	1 / 23	1 / 28		1			
	1 / 22	1 / 24		2			
	2 / 30	1 / 18		3			
	2 / 30	1 / 15		4			
	3 / 26	2 / 20		5			
	4 / 30	2 / 15		6			
	6 / 30	3 / 15		7			
	4 / 30	2 / 15		8			
	2 / 30	1 / 15		9			
	4 / 30	2 / 20	11,40	10			
	2 / 30	1 / 15		11	AREIA FINA SILTO-ARGILOSA VERMELHA CLARA	FOFA	12,75
	6 / 30	3 / 15		12		POUCO COMPACTA	
	7 / 30	3 / 15		13			
	8 / 30	3 / 15		14			
	10 / 30	4 / 15	16,50	15		MED. COMPACTA	
	21 / 30	7 / 15		16	AREIA FINA E MÉDIA VERMELHA CLARA	COMPACTA	
	36 / 30	10 / 15		17			
	27 / 15	18 / 15	19,30	18		MUITO COMPACTA	
				19	LIMITE DE SONDAGEM: 19,30m		



2ª. Etapa – Definição dos esforços atuantes

Cálculo dos esforços –Rankine x Coulomb

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

- **Entretanto é mais utilizada porque:**

- *as soluções são simples, especialmente quando o retroaterro é horizontal.*

- *dificilmente se dispõe dos valores dos parâmetros de resistência solo-muro .*

- *trito solo-muro pode ser expresso pela mudança na direção do empuxo total EA*
- *Para paramentos não verticais, o solo pode ser incorporado ao muro*

2ª. Etapa – Definição dos esforços atuantes

Cálculo dos esforços –Rankine x Coulomb

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

- Entretanto é mais utilizada porque:
- *as soluções são simples, especialmente quando o retroaterro é horizontal.*
- *dificilmente se dispõe dos valores dos parâmetros de resistência solo-muro ().*
- *No caso ativo, o efeito do atrito solo-muro no valor do coeficiente de empuxo ativo Ka é desprezível. O efeito do coeficiente de atrito solo-muro pode ser expresso pela mudança na direção do empuxo total EA*
- *Para paramentos não verticais, o solo pode ser incorporado ao muro*

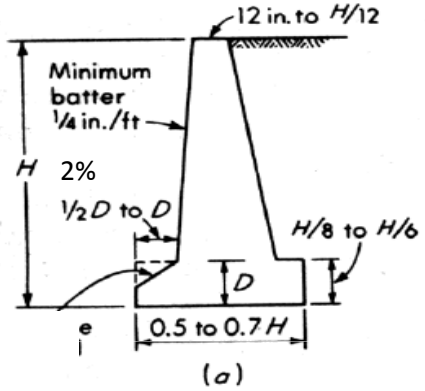
- As grandes limitações da teoria de Rankine são:
- *O retroaterro deve ser plano*
- *A parede não deve interferir na cunha de ruptura*
- *Não existe resistência mobilizada no contato solo-muro*

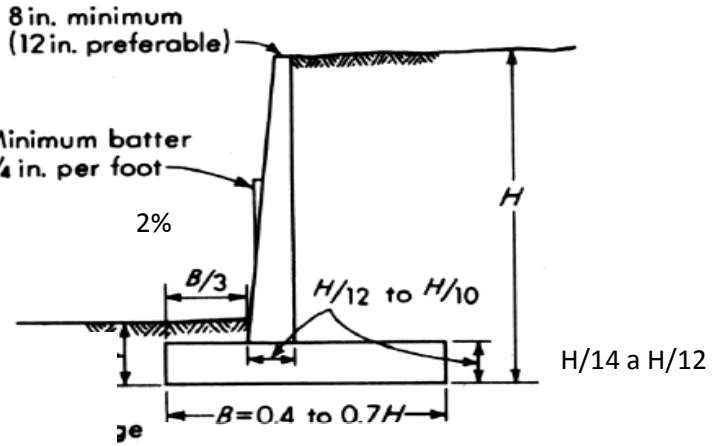
- *Apesar de mais geral, a solução de Coulomb também impõe que:*

- *O retroaterro deve ser plano*

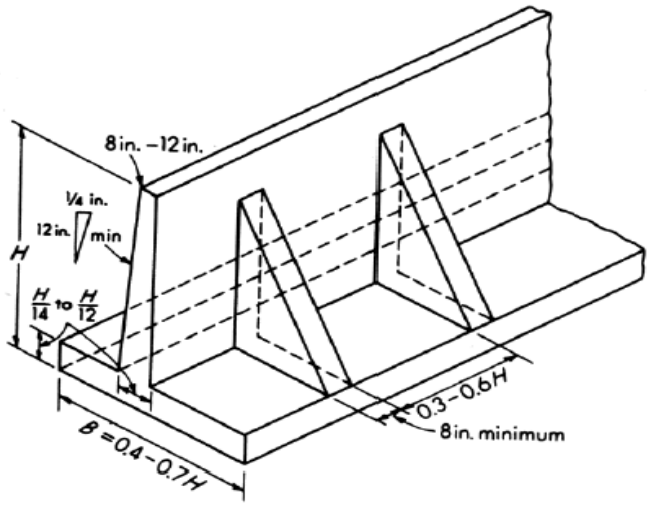
  A face da parede deve ser plana

1ª. Etapa – pré dimensionamento





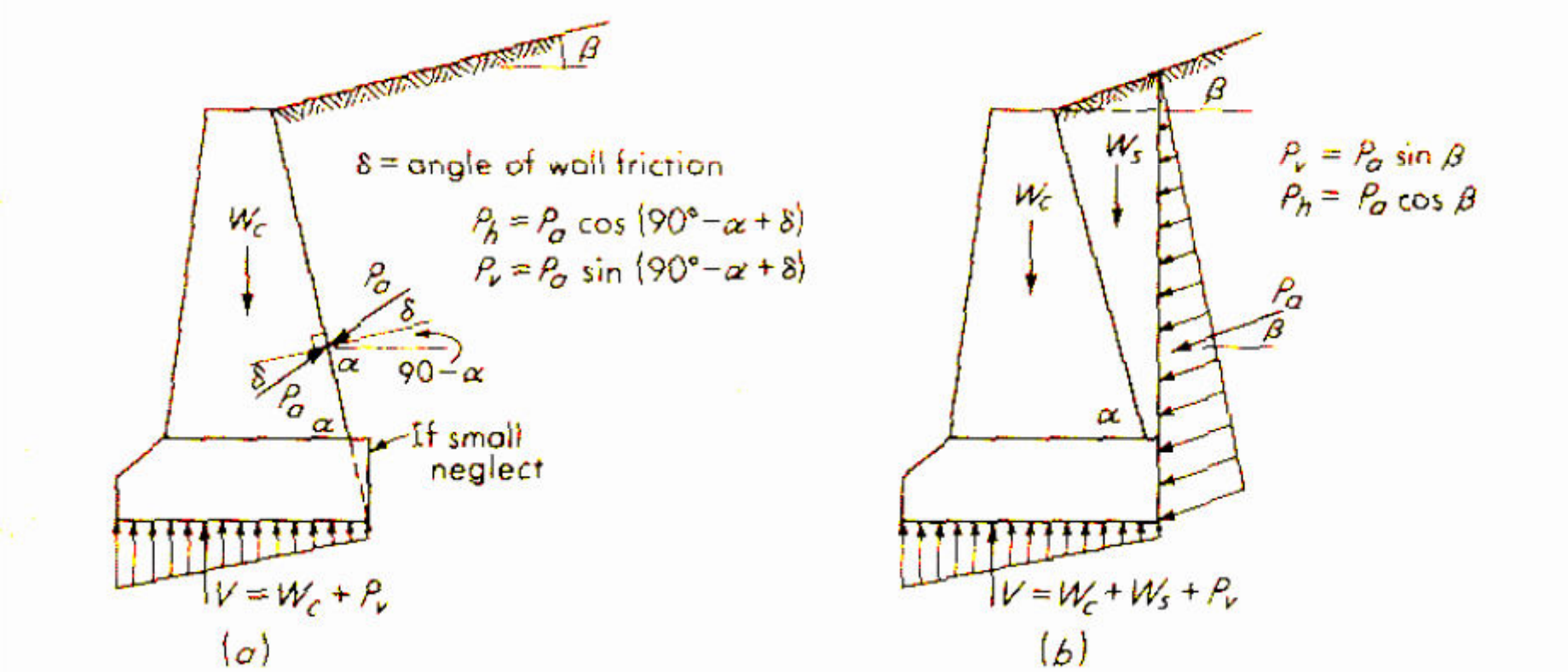
H/14 a H/12



2ª. Etapa – Definição dos esforços atuantes

Cálculo dos esforços –Rankine x Coulomb

As teorias de Rankine e Coulomb satisfazem o equilíbrio de esforços vertical e horizontal.



Esforços no muro (a) Coulomb (b) Rankine

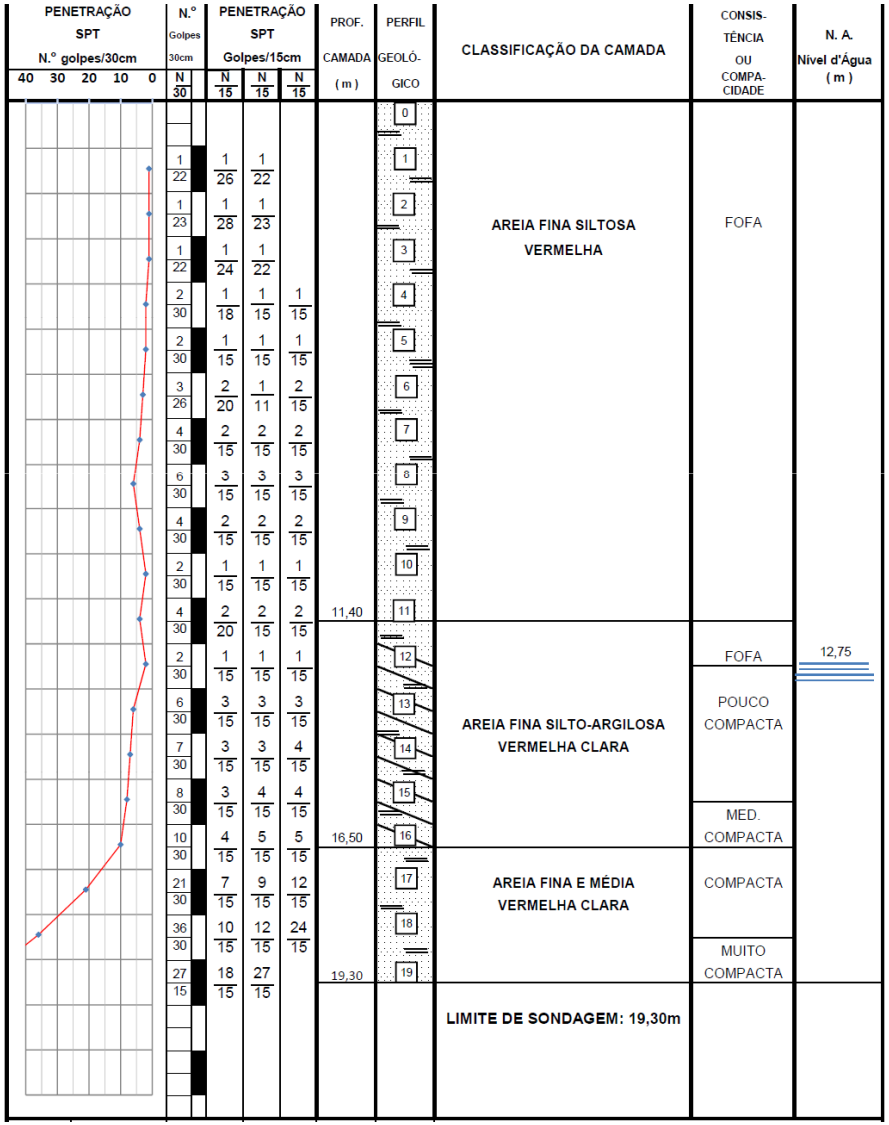
ESTABILIDADE DOS MUROS DE ARRIMO

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, como indica a Figura.

3ª. Etapa –Verificação das condições de estabilidade.

http://www.multiplus.com/MURO_DE_ARRIMO/Muro_de_Arrimo.asp


PENETRAÇÃO SPT
N.° golpes/30cm
40 30 20 10 0
N.° Golpes 30cm
N 30
PENETRAÇÃO SPT
Golpes/15cm
N 15
N 15
N 15
PROF. CAMADA (m)
PERFIL GEOLÓ-GICO
CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA
CONSIS-TÊNCIA OU COMPA-CIDADE
N. A. Nível d'Água (m)
AREIA FINA SILTOSA VERMELHA
FOFA
11,40
AREIA FINA SILTO-ARGILOSA VERMELHA CLARA
FOFA
POUCO COMPACTA
MED. COMPACTA
12,75
16,50
AREIA FINA E MÉDIA VERMELHA CLARA
COMPACTA
MUITO COMPACTA
19,30
LIMITE DE SONDAGEM: 19,30m

COMO DEVE SER ESCOLHIDO O MÉTODO CONSTRUTIVO?

- **Deve-se ter em mente que em todos os métodos o sistema de drenagem deve ser adequado ao tipo de solo tão quanto o próprio método em si.**

- **O espaço físico a ser utilizado deve ser analisado, assim como as condições de acesso do material e equipamentos.**

- **Muitos são viáveis tecnicamente, mas pouco competitivos.**

- **Analisar preços e prazos faz-se extremamente necessário tentando sempre conciliar a maior facilidade construtiva possível.**

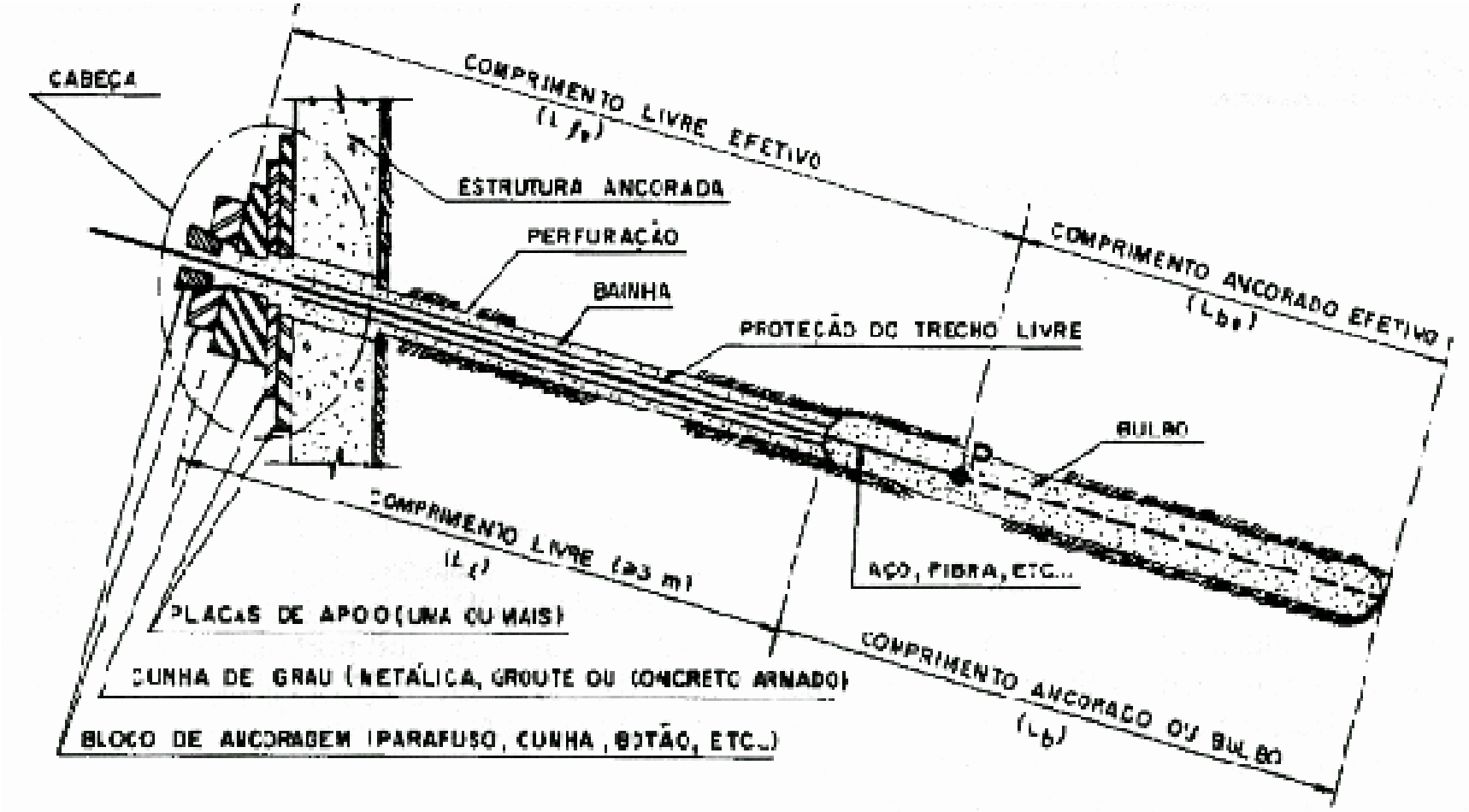
CORTINA ATIRANTADA

- São contenções ancoradas ou acopladas a outras estruturas por meio de tirantes, o que dá a estabilidade requerida ao maciço.
- Muros delgados de concreto armado ancorados por tirantes protendidos.
- O paramento pode ser composto por placas isoladas para cada tirante, por placas englobando dois ou mais tirantes ou por cortina única, incorporando todos os tirantes.
- Utilizado em estabilizações de taludes de encostas e de corte

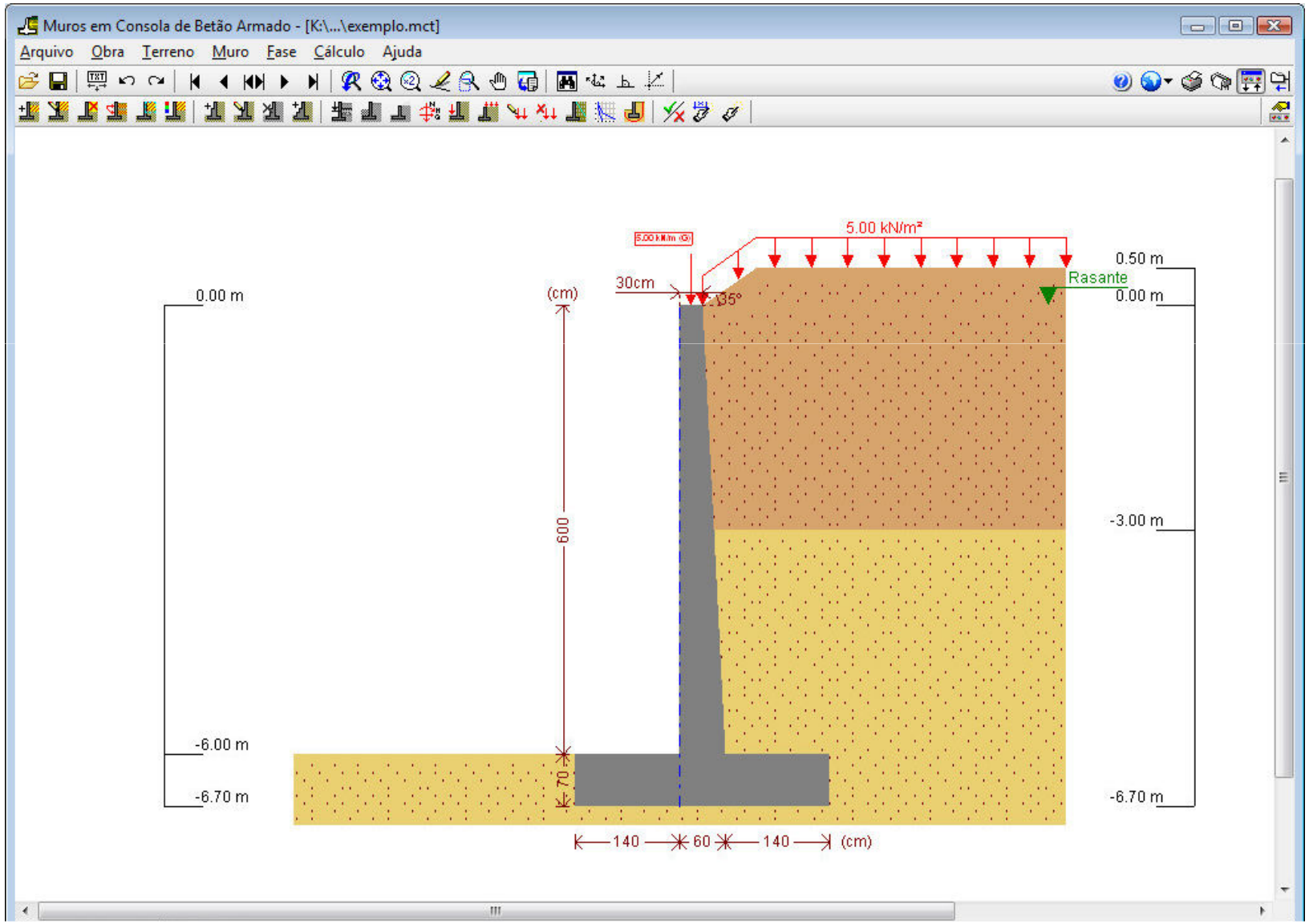
CORTINA ATIRANTADA

- Podem ser rígidas ou flexíveis;
- Tirantes podem ser provisórios ou definitivos;
- Alto custo e demora de execução;
- Método mais seguro e com maior vida útil.

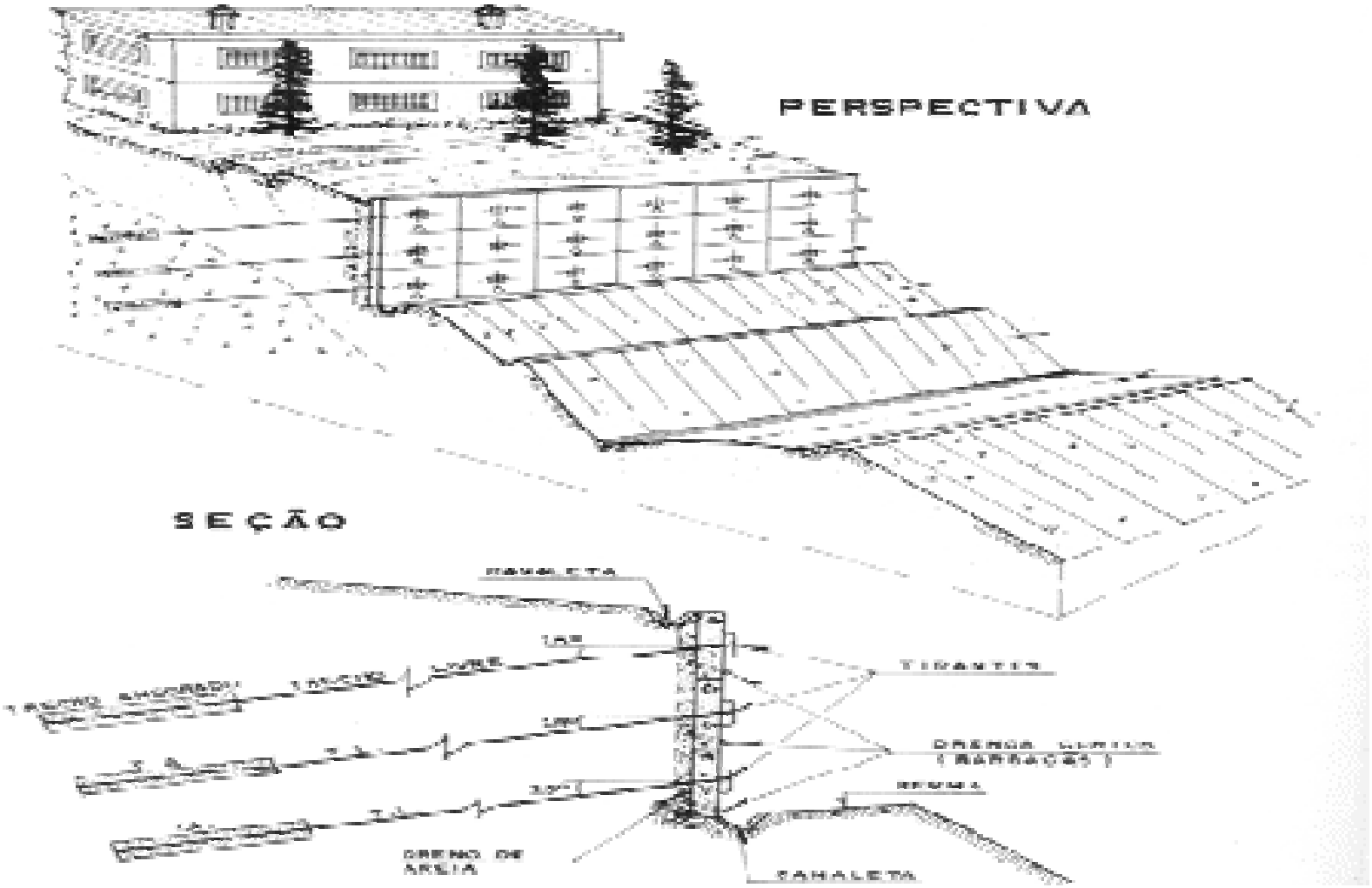
CORTINA ATIRANTADA



PROJETO DE MURO DE ARRIMO



CORTINA ATIRANTADA



CORTINA ATIRANTADA

CORTINA ATIRANTADA

- Em certas circunstâncias, é o único sistema de escoramento exeqüível como, por exemplo, em muitos casos de contenção de encostas.

- Não ocupam espaço entre os paramentos facilitando, desta forma, as escavações e a execução da estrutura definitiva.

- Podem ser provisórios ou definitivos.

- No caso de serem utilizados como escoramento definitivo, requer tratamentos e proteções especiais contra corrosão.

CORTINA ATIRANTADA

- Como são instalados nos terrenos adjacentes às contenções, só podem ser utilizados, mesmo que de forma provisória, com autorização dos proprietários desses terrenos.

- Quando da elaboração de um projeto de um atirantamento, é necessário levar em consideração que eles podem interferir com as fundações (rasas ou profundas) das edificações vizinhas.

- As perfurações para instalação dos tirantes podem provocar recalques, as injeções para fixação dos mesmos levantamentos do terreno e a protensão destes podem introduzir esforços horizontais nas fundações das edificações adjacentes.

- Devido às dificuldades e aos custos cada vez maiores das escavações em lugares confinados, os tirantes têm sido adotados, quando possível, como uma alternativa econômica de escoramento.

SOLO GRAMPEADO

- É um processo passivo que atua somente quando a movimentação do maciço de terra, que faz com que os grampos que não são protendidos passem a funcionar.

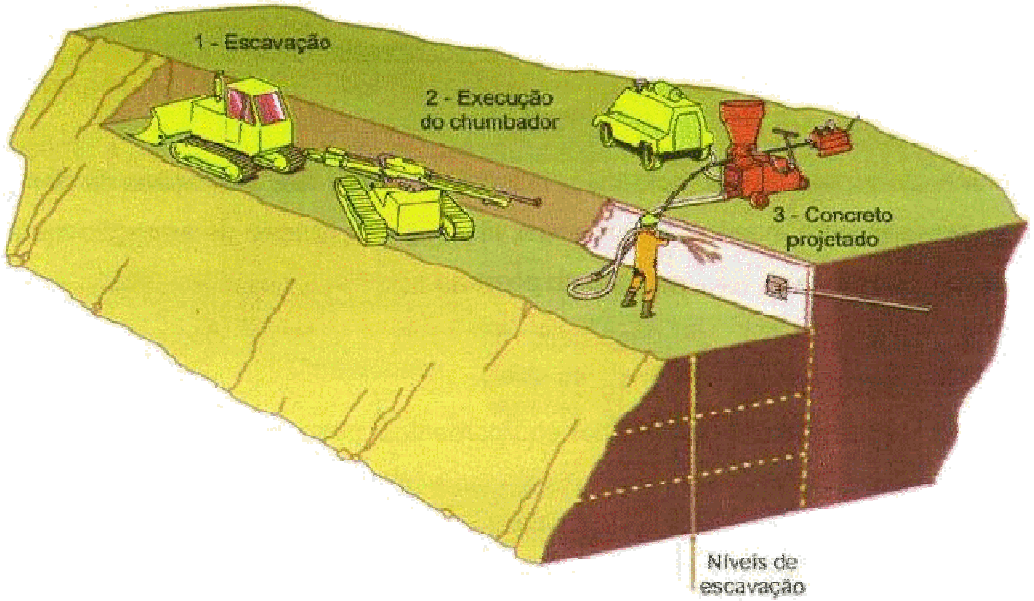
- O processo tem inicio com o corte do terreno e acerto da superfície.

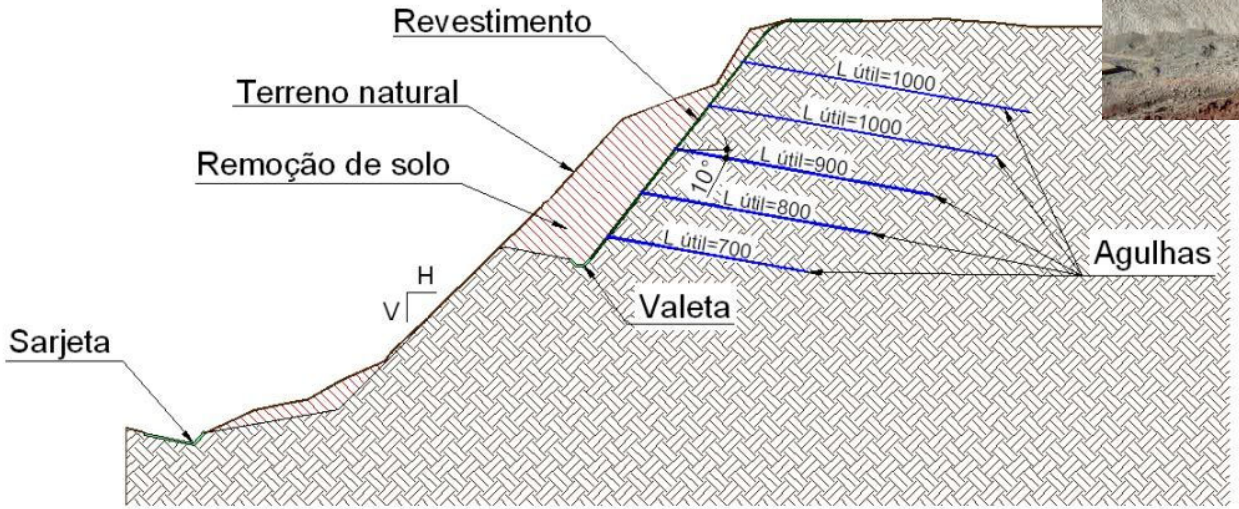
- Em seguida perfura-se a terra e inserem-se as barras de ferro centralizando-as no furo e fixando-as com uma nata de cimento injetada.

- A superfície do maciço é recoberta com uma tela metálica e logo em seguida é feito um revestimento com concreto projetado que da uma espessura final de parede que varia entre cinco até seis centímetros.

- As barras se distanciam de 80 centímetros a 1, 40 metros uma da outra.

SOLO GRAMPEADO





SOLO GRAMPEADO

- Esse processo deve ser empregado apenas em solos firmes para evitar que a terra escorra por entre os grampos.

- O segredo do sucesso do solo grampeado está na qualidade das investigações geotécnicas e no acompanhamento e avaliação de desempenho da obra.

- Isto é, sondagens e ensaios de resistência dos solos na fase de projeto e nos ensaios de laboratório e de campo na fase de obra.

- Os espaçamentos horizontais e verticais entre os grampos e as profundidades são determinados por procedimentos de cálculos de dimensionamento que necessitam das propriedades de resistência dos solos e da aderência do grampo com os solos.

- Assim, é de fundamental importância o conhecimento desses parâmetros geotécnicos.

SOLO GRAMPEADO

LEVANTAMENTO DE PARAMETROS GEOTÉCNICOS PARA PROJETO E ACOMPANHAMENTO DA OBRAS

Fase de projeto:

- Investigações geologicas e geotécnicas:
- Sondagens de reconhecimento de solos;
- Ensaios de resistência de solos;
- Ensaios de aderencia- grampos com solo

Fase de obra:

- Ensaios de campo e laboratório para acompanhamento e avaliação de desempenho da obra.

- Os espaçamentos horizontais e verticais entre os grampos e as profundidades são determinados por procedimentos de cálculos de dimensionamento que necessitam das propriedades de resistência dos solos e da aderência do grampo com os solos.

INFLUÊNCIA DA ÁGUA

Grande parte dos acidentes envolvendo muros de arrimo está relacionada ao acúmulo de água no maciço.

A existência de uma linha freática no maciço é altamente desfavorável, aumentando substancialmente o empuxo total.

O acúmulo de água, por deficiência de drenagem, pode duplicar o empuxo atuante.

O efeito da água pode ser direto, resultante do acúmulo de água junto ao tardoz interno do muro, ou indireto, produzindo uma redução da resistência ao cisalhamento do maciço em decorrência do acréscimo das pressões intersticiais.

INFLUÊNCIA DA ÁGUA

A resistência ao cisalhamento dos solos é expressa pela equação:

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi' = c' + (\sigma - u) \tan \phi'$$

onde: c' e ϕ' = parâmetros de resistência do solo;

σ'= tensão normal efetiva;

σ = tensão normal total ;

u = poropressão.

INFLUÊNCIA DA ÁGUA

Devido aos inúmeros efeitos que a água pode exercer sobre um maciço de solo ou de rocha, é extremamente necessário que se tomem os cuidados recomendados no que diz respeito à drenagem adequada do terreno.

Ela causa o aumento do peso especifico, aumento da poro-pressão e por conseqüência a diminuição da pressão efetiva, das forças de percolação, subpressão e outros.

Sabido os efeitos é extremamente necessário evitá-los através de drenagem adequada ao terreno.

INFLUÊNCIA DA ÁGUA

O efeito direto é o de maior intensidade podendo ser eliminado ou bastante atenuado, por um sistema de drenagem eficaz.

Todo cuidado deve ser dispensado ao projeto do sistema de drenagem para dar vazão a precipitações excepcionais e para que a escolha do material drenante seja feita de modo a impedir qualquer possibilidade de colmatação ou entupimento futuro.

1.DEFINIÇÕES

- **TALUDE**

- **É uma inclinação que delimita o maciço de terra, podendo o mesmo ser natural ou artificial.**

- **Natural como o caso das encostas e artificial como no caso dos cortes e aterros.**

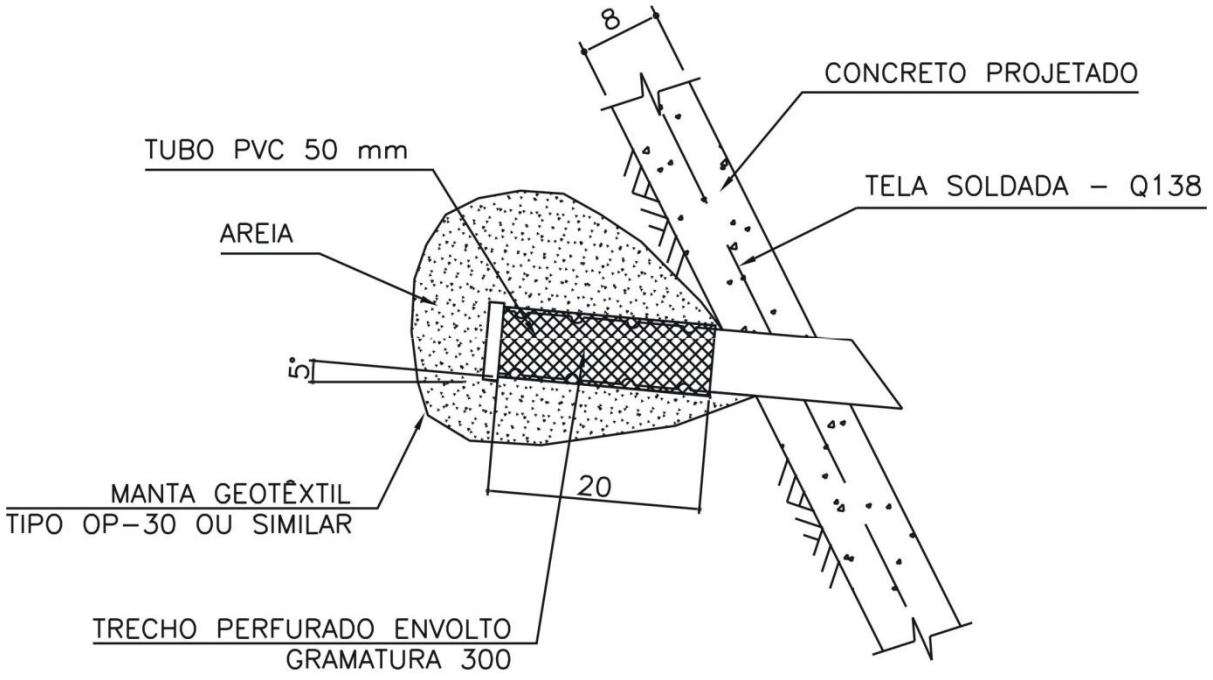
INFLUÊNCIA DA ÁGUA

- **3.1. Sistemas de Drenagem**
- Sistemas de **drenagem subsuperficiais** (drenos horizontais, trincheiras drenantes longitudinais, drenos internos de estruturas de contenção, filtros granulares e geodrenos) têm como função controlar as magnitudes de pressões de água e/ou captar fluxos que ocorrem no interior dos taludes.
- Estes sistemas tendem a causar rebaixamento do nível piezométrico, sendo o volume de água que flui através dos drenos diretamente proporcional ao coeficiente de permeabilidade e ao gradiente hidráulico.
- Com o rebaixamento do nível piezométrico, o gradiente hidráulico diminui e o fluxo então vai se reduzindo progressivamente até se restabelecer uma condição de regime permanente.
- Em solos de baixa condutividade hidráulica, esta redução pode significar a inexistência de um volume de drenagem visível a olho nu, a qual não deve, entretanto, ser associada à deterioração do dreno.
- Este tipo de comportamento muitas vezes gera dúvidas quanto a eficácia do sistema de drenagem, sugerindo a possibilidade de colmatação. Neste sentido, recomenda-se a monitoração contínua, através da instalação de piezômetros, comparando-se registros antes, durante e após a construção.

Importância do sistema de drenagem

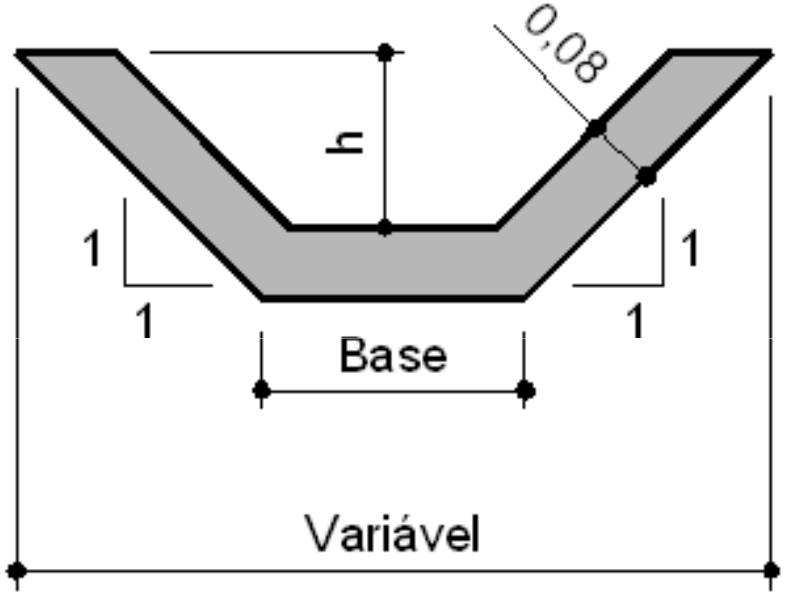
Consiste basicamente na captação do escoamento das águas superficiais através de canaletas, valetas, sarjetas ou caixas de captação e, em seguida, condução destas águas para um local conveniente.

sistema de drenagem



BARBACÃ

sistema de drenagem



DETALHE DA VALETA

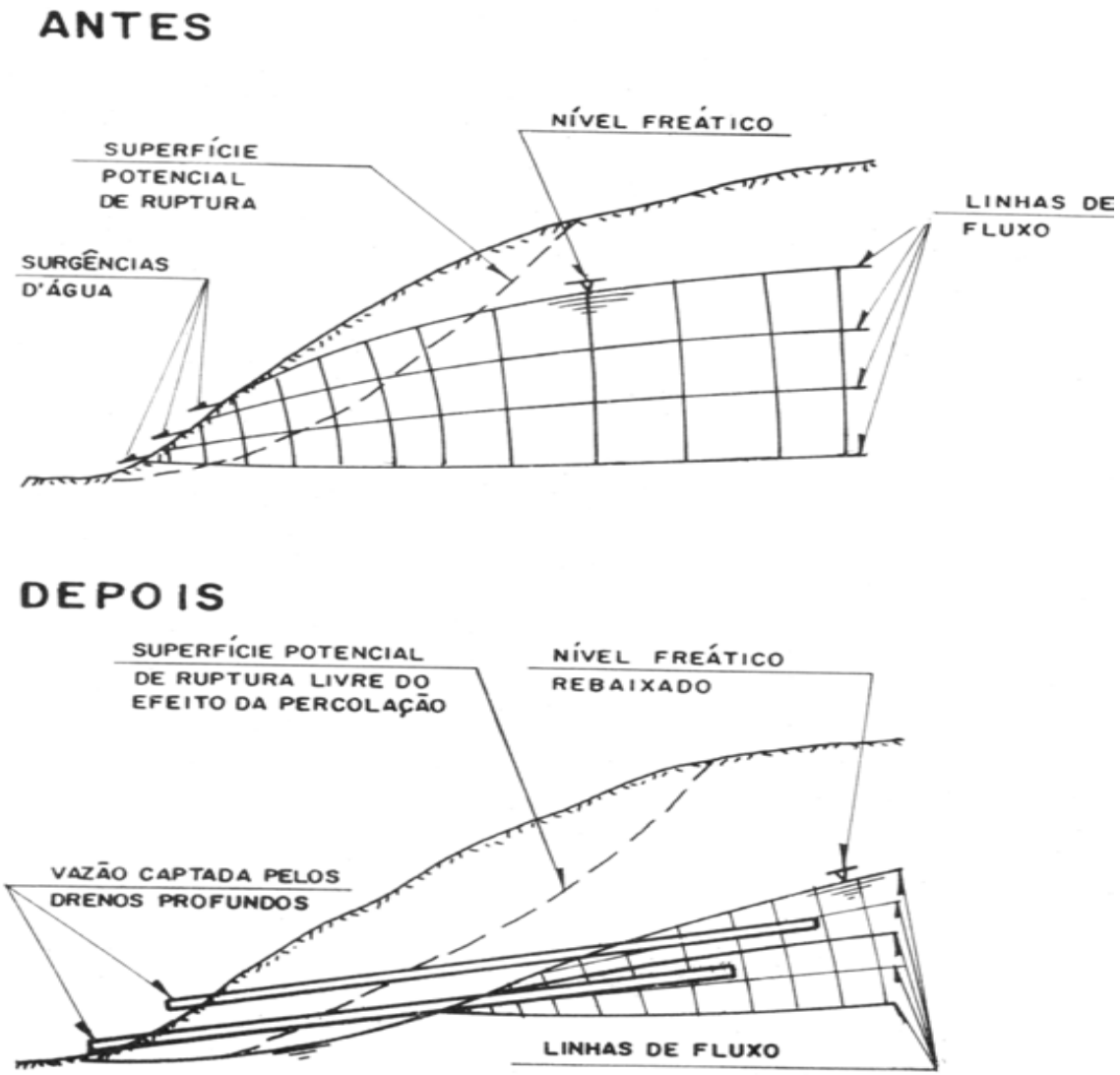
Importância do sistema de drenagem

Quanto à água que se infiltra no interior do talude, esta pode ser coletada através de drenos.

Os drenos podem ser de subsuperficie, que coletam a água localizada logo atrás do paramento, ou profundos para que a água escoe através do mesmo para fora do maciço.

A drenagem profunda objetiva essencialmente promover processos que redundem na retirada de água da percolação interna dos maciços (do fluxo através de fendas e fissuras de um maciço terroso ou através de fendas e fissuras de maciços rochosos) reduzindo a vazão de percolação e as pressões neutras intersticiais.

Importância do sistema de drenagem



Geossintéticos

São materiais utilizados em diversas finalidades: reforço de aterros, filtração, drenagem, barreiras impermeáveis e separação de materiais.

Os mais utilizados como elementos de reforço em solo são:

geogrelhas;

geo-nets (geo redes);

geotexteis (tecidos e não-tecidos);

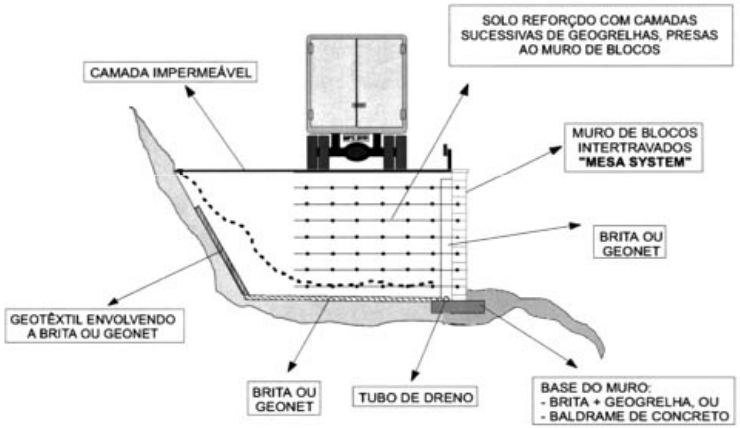
geocompostos (combinação de geossintéticos).

Os geossintéticos possuem forma, composição e dimensões variadas, mas seu funcionamento em sistemas de contenção de taludes é relativamente simples

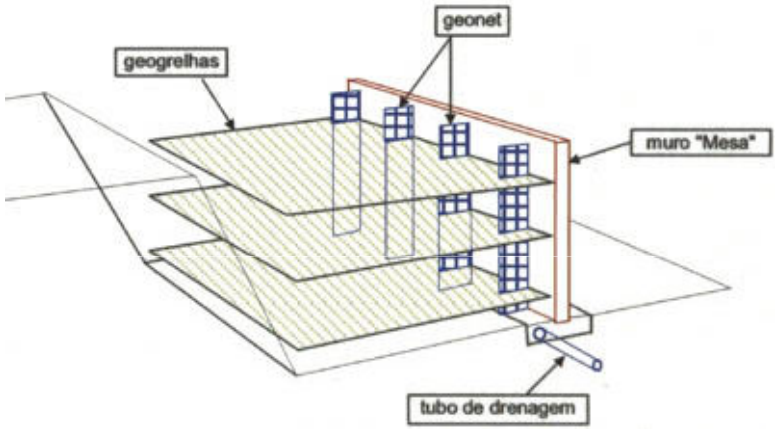
INFLUÊNCIA DA ÁGUA

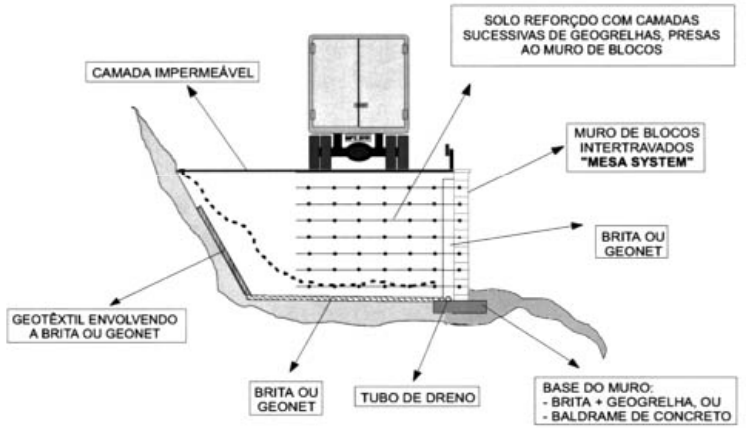
- **3.1. Sistemas de Drenagem**
- Para um comportamento satisfatório de uma estrutura de contenção, é fundamental a utilização de sistemas eficientes de drenagem.
- Os sistemas de drenagem podem ser **superficiais ou internos**.
- Em geral, os projetos de drenagem combinam com dispositivos de proteção superficial do taluder.
- Sistemas de **drenagem superficial** devem captar e conduzir as águas que incidem na superfície do talude, considerando-se não só a área da região estudada como toda a bacia de captação.
- Diversos dispositivos (canaletas transversais, canaletas longitudinais de descida (escada), dissipadores de energia, caixas coletoras etc.) podem ser selecionados para o projeto, dependendo da natureza da área (ocupação densa, com vegetação etc.), das condições geométricas do talude, do tipo de material (solo/rocha).

Geossintéticos



Geossintéticos





Geossintéticos

O princípio de funcionamento dos geossintéticos é simples.

Em geral, o solo possui grande resistência à compressão, mas pouca à tração.

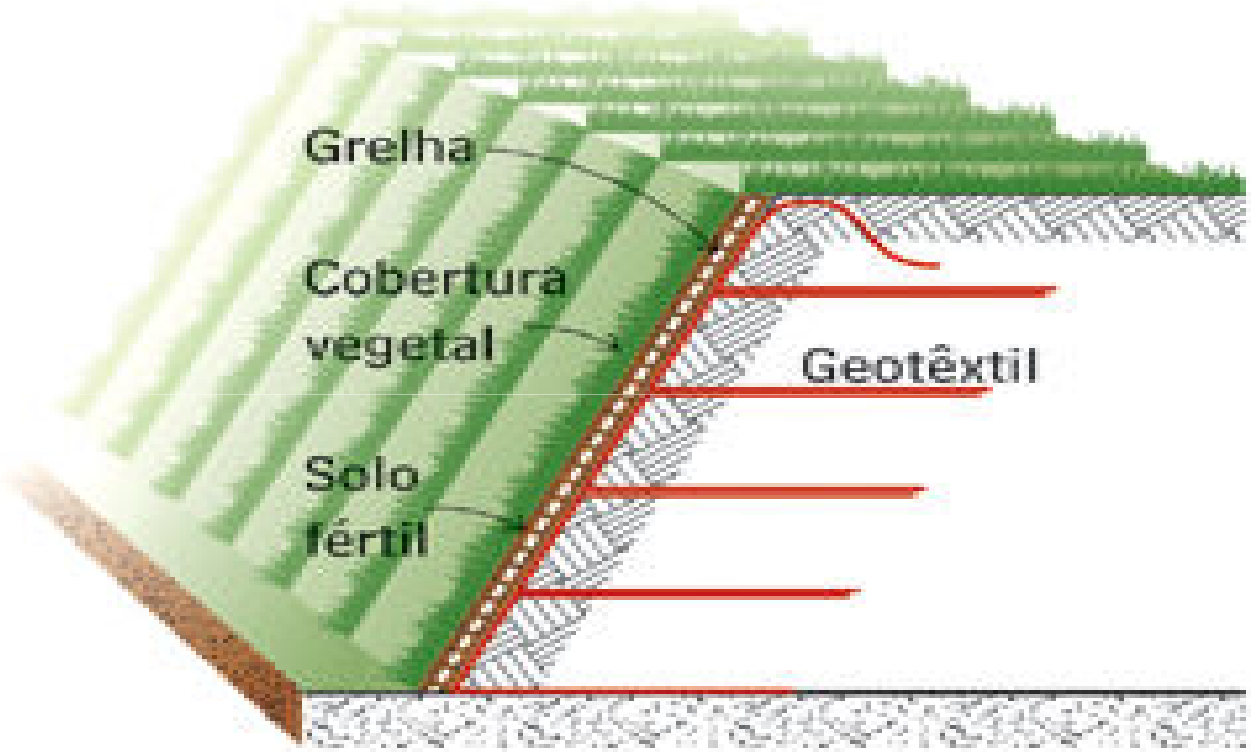
A função dos elementos poliméricos é justamente dar mais resistência à tração ao solo que, dessa forma, tem mais sustentação para evitar deslizamentos.

Inclusive, sempre que possível, faz-se a obra com o solo do próprio local, reduzindo os custos de transporte.

No exemplo abaixo, as sementes são colocadas na terra e a grama atravessa o geossintético sem danificá-lo.

As raízes ajudam a aumentar a resistência à tração da contenção.

Geossintéticos



É composto por diversos polímeros em geral, poliamida, polipropileno e poliéster que são fundidos e extrudados. Podem ser tecidos ou não-tecidos de acordo com a presença ou não de tramas na estrutura. São bastante permeáveis e permitem o escorrimento da água, evitando a saturação do talude.

ANGULO DE TALUDE NATURAL

- Todo solo tem um ângulo de talude natural diferenciado.
- Esse ângulo deve ser o maior ângulo possível quando este está sujeito a intempéries, para que não haja a ruptura do equilíbrio do maciço.

ANGULO DE TALUDE NATURAL

- **SOLOS NÃO COESIVOS-AREIAS**
- Em solos não coesos (areias) o ângulo de inclinação praticamente coincide com o ângulo de atrito interno do solo
- **SOLOS COESIVOS -ARGILAS**
- Nos solos mais coesos como as argilas que possuem certa impermeabilidade o ângulo teoricamente seria de 90 graus .
- porem devido às fissuras causas pela ação da retração, quando o terreno fica molhado e depois seco, acaba por permitir a infiltração de água causando a instabilidade do terreno.
- Por conseqüência o ângulo de talude natural de materiais coesivos fica em torno de 40 graus.

ANGULO DE TALUDE NATURAL

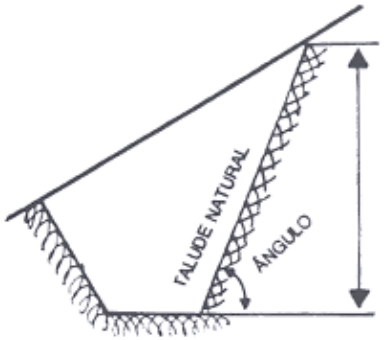
- **SOLOS NÃO COESIVOS-AREIAS**
- Em solos não coesos (areias) o ângulo de inclinação praticamente coincide com o ângulo de atrito interno.
- .

ANGULO DE TALUDE NATURAL

Tabela 1- Ângulo de talude natural para diferentes tipos de solos

Tipo de terreno	**Angulo do talude natural das terras em relação a um plano horizontal**	
	Terreno seco	**Terreno submerso**
Rocha dura	80º a 90º	80º
Rocha mole (podre)	55º	55º
Escombros rochosos, pedras	45º	40º
Terra vegetal	45º	30º
Terra forte (misto de areia e argila)	45º	30º
Argila	40º	20º
Pedregulho	35º	30º
Areia fina	30º	20º

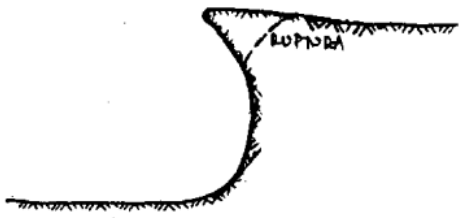
Fonte: Rousselet.



Valores indicativos do ângulo máximo no qual a partir do mesmo faz-se necessário a utilização de contenção para evitar escorregamentos . Cada tipo de solo apresenta um valor real e depende do grau de compactação, homogenidade, permeabilidade da camada superficial, presença de vibrações, escavações vizinhas e sobrecargas adicionais.

RUPTURAS

- Outro movimento a ser evitado é o do colapso ou desprendimento da crista do talude.



CONTENÇÕES

As contenções estão presentes em grande parte das obras civis realizadas, sejam elas utilizadas em caráter provisório ou de forma definitiva, de acordo com a necessidade de cada obra, objetivando sempre sua função principal que é a de proporcionar estabilidade e segurança.

Elas permitem realizar escavações em locais limitados existentes em grandes centros urbanos. São utilizadas em subsolos de edificações, estabilização de encostas, canalizações, saneamento, inalação de dutos e etc.

Obras civis costumam gerar grande impacto na geologia de um terreno e, portanto são bastante suscetíveis as leis da natureza.

O solo é um material muito heterogêneo e com características que podem variar facilmente quando sob condições adversas.

Chuvas, extração da vegetação, tensões externas acabam por interferir em suas propriedades e resistências, portanto as contenções não devem apenas contrapor-se aos empuxos ou tensões em terreno onde a condição de equilíbrio foi alterada, seja por uma escavação, corte ou aterro do mesmo.

Elas devem controlar a água e sustentar interferências.

A água por meio de bombas submersas em terrenos que apresentem certa permeabilidade ou para casos mais graves onde a água se infiltra pelo fundo ou pelas paredes utilizando sistema de rebaixamento. As interferências são todo e qualquer tipo de coberturas de valas que possibilitam o transito, utilidades subterrâneas (redes de esgoto, água, tubulações de gás e etc.) e edificações lindeiras.

Toda e qualquer modificação no terreno faz com que o mesmo se deforme para tanto se faz necessário uma re-estabilizaçao do mesmo, pois este já não conta com a vegetação cujas raízes proporcionam mais consistência ao terreno e absorvem parte da água.

COMO DEVE SER ESCOLHIDO O MÉTODO CONSTRUTIVO?

Muros de Arrimo

A principal função dos muros de arrimo de concreto armado é conter o solo e como conseqüência transmitir esforços ao terreno de sua fundação em sapata corrida ou bloco sobre estacas. O software considera muros de arrimo em balanço em que o empuxo do solo é equilibrado pelo muro trabalhando a flexão, como uma viga em balanço engastada na sua fundação.

Para cada projeto, o usuário especifica a Norma, o concreto e aço, critérios de cálculo, casos e combinações de carregamento, a seção do muro, os solos e cargas atuantes no solo. O usuário fornece as dimensões do muro e o software calcula as armaduras do muro, bem como obtém as dimensões e armaduras da fundação. O software fornece todos os diagramas de esforços, comportamento do terreno e verifica o círculo de deslizamento mais desfavorável para a analise da estabilidade global do muro de arrimo.

Gera pranchas de forma e armadura com tabela de ferro, memória de cálculo com os dados de projeto e os resultados obtidos. As pranchas podem ser obtidas em plotter, impressora ou arquivo DWG ou DXF diretamente para o CAD.

http://www.multiplus.com/MURO_DE_ARRIMO/Muro_de_Arrimo.asp

COMO DEVE SER ESCOLHIDO O MÉTODO CONSTRUTIVO?

contenções estão presentes em grande parte das obras civis realizadas, sejam elas utilizadas em áter provisório ou de forma definitiva, de acordo com a necessidade de cada obra, objetivando mpre sua função principal que é a de proporcionar estabilidade e segurança. Elas permitem realizar avações em locais limitados existentes em grandes centros urbanos. São utilizadas em subsolos de ficações, estabilização de encostas, canalizações, saneamento, inalação de dutos e etc.

ras civis costumam gerar grande impacto na geologia de um terreno e, portanto são bastante cetíveis as leis da natureza. O solo é um material muito heterogêneo e com características que dem variar facilmente quando sob condições adversas. Chuvas, extração da vegetação, tensões ernas acabam por interferir em suas propriedades e resistências, portanto as contenções não deve enas contrapor-se aos empuxos ou tensões em terreno onde a condição de equilíbrio foi alterada, a por uma escavação, corte ou aterro do mesmo. Elas devem controlar a água e sustentar erferências. A água por meio de bombas submersas em terrenos que apresentem certa meabilidade ou para casos mais graves onde a água se infiltra pelo fundo ou pelas paredes utilizan ema de rebaixamento. As interferências são todo e qualquer tipo de coberturas de valas que sibilitam o transito, utilidades subterrâneas (redes de esgoto, água, tubulações de gás e etc.) e ficações lindeiras.

http://www.multiplus.com/MURO_DE_ARRIM
O/Muro_de_Arrimo.asp

la e qualquer modificação no terreno faz com que o mesmo se deforme para tanto se faz necessári a re-estabilizacao do mesmo, pois este já não conta com a vegetação cujas raízes proporcionam ma

LINKOGRAFIA

- http://murosterrae.blogspot.com.br/

  http://dc244.4shared.com/doc/-7a9xuwa/preview.html#4.3.TIPOS DE CONTENÇÃO|outline

ESTABILIDADE DE TALUDES
http://www.ebah.com.br/content/ABAAAACzkAJ/estabilidade-taludes?part=3-

CRIB WALL

CRIB WALL

São estruturas formadas por elementos pré-moldados de concreto armado ou de madeira ou aço, que são montados no local.

Esse método surgiu para melhorar o uso de concreto e aço, barateando o processo.

É composto de peças de concreto que se encaixam, formando uma gaiola.

O formato final lembra a estrutura de uma fogueira, de onde deriva o nome.

Para preencher as caixas é utilizado o próprio material retirado no corte