

Obras de contenção

Obras de estabilização de taludes

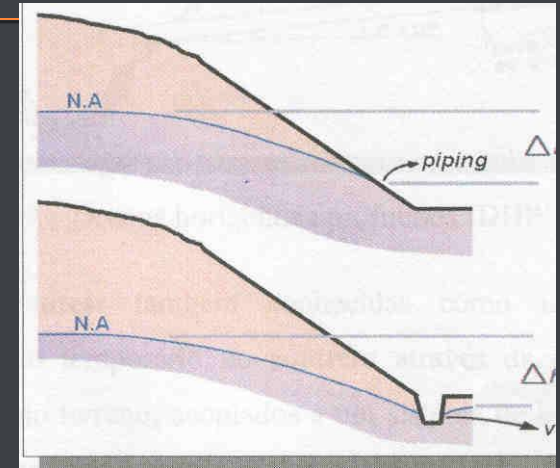
- Drenagem: superficial/subterrânea
- Adequação da geometria
- Proteção superficial
- Estruturas de contenção
- Reforços
- Ancoragens

OBRAS DE DRENAGEM SUBTERRÂNEA

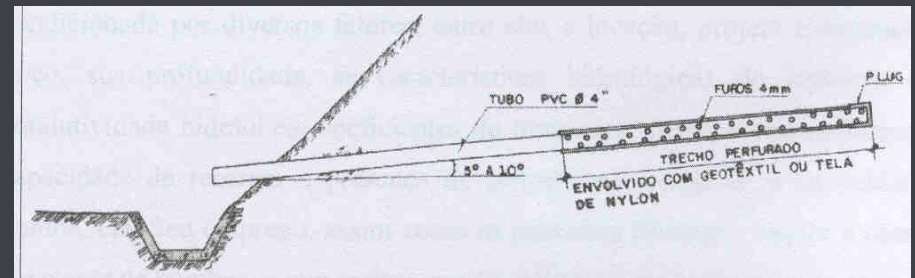
Retirar a água do maciço

Redução das poropressões

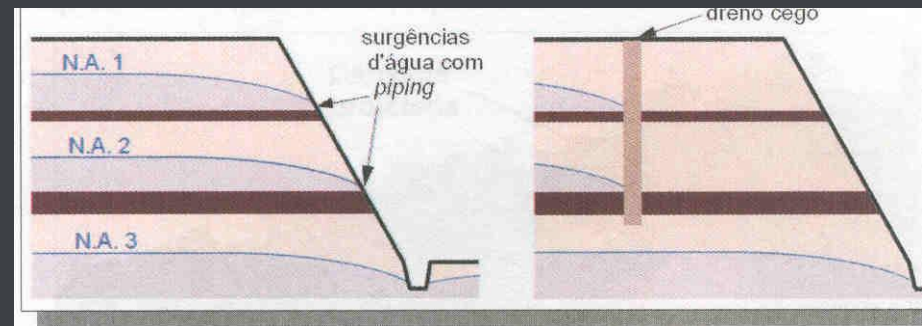
TRINCHEIRAS DRENANTES



DHP

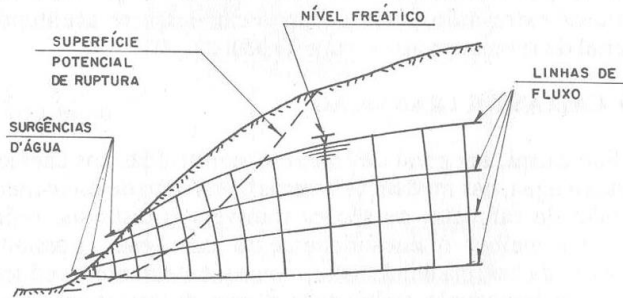


DRENO CEGO

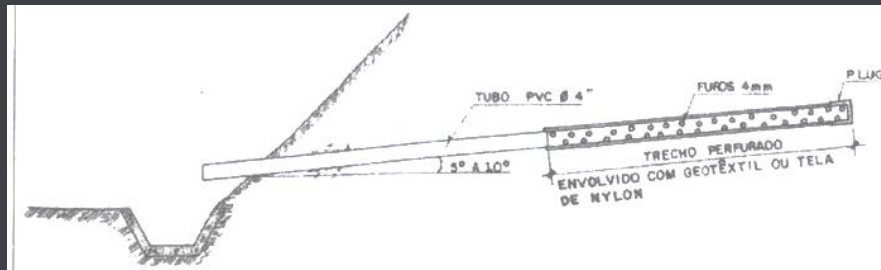
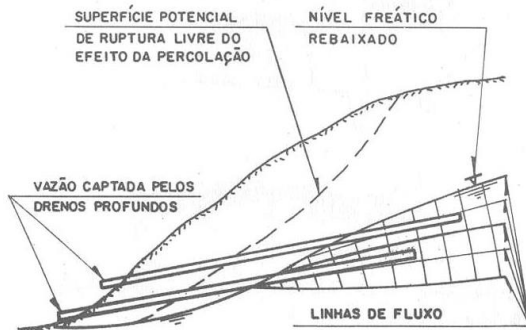


Drenos horizontais profundos - DHP

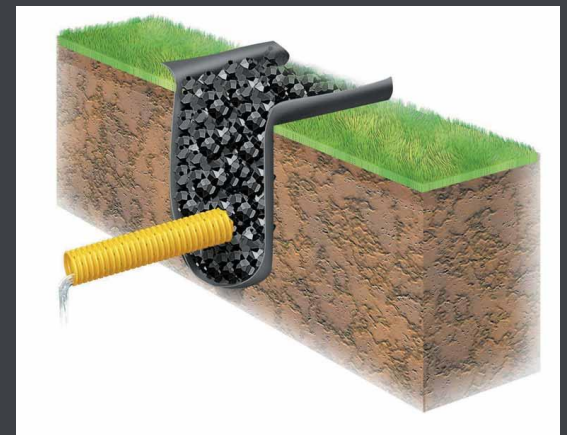
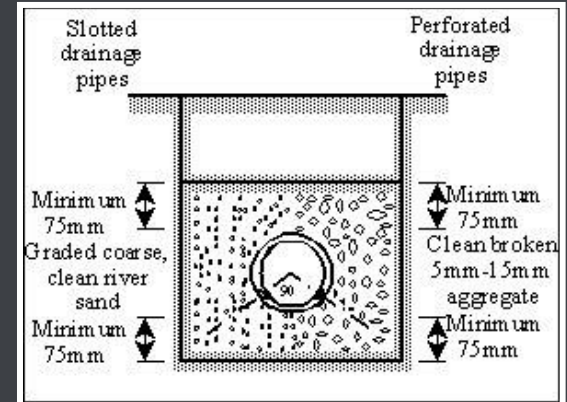
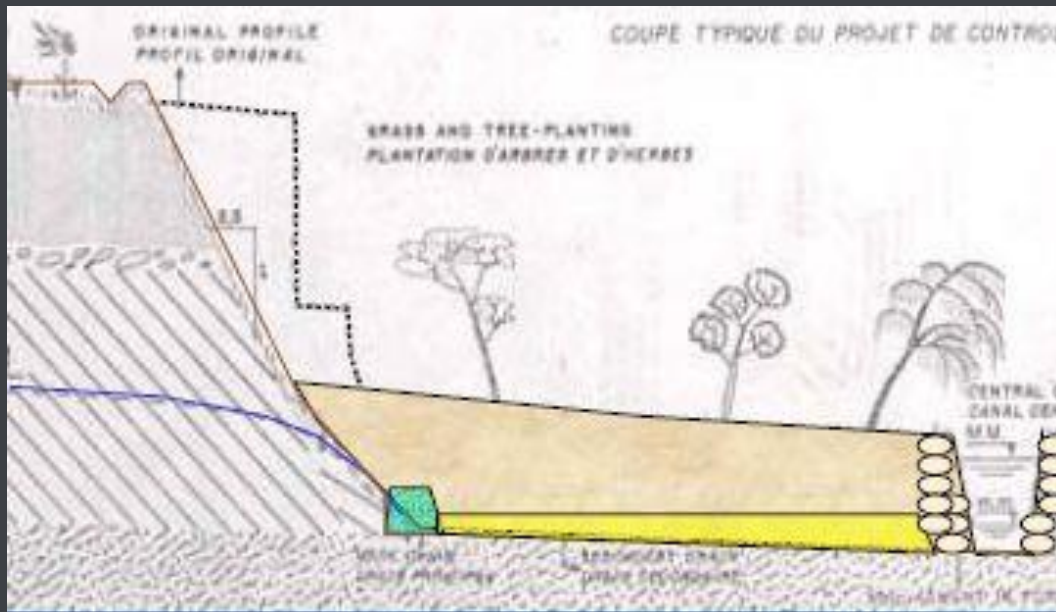
ANTES



DEPOIS



Trincheiras drenantes



Drenagem superficial:
não deixar a água entrar no terreno
evitar erosão

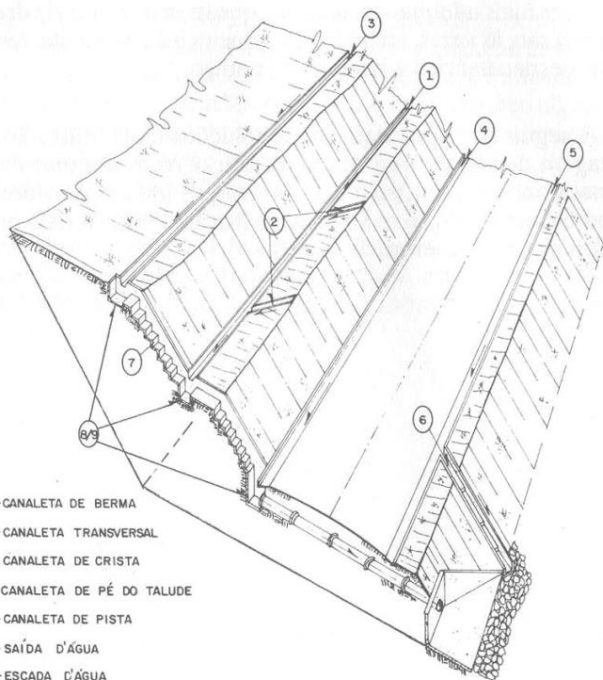
CANALETAS



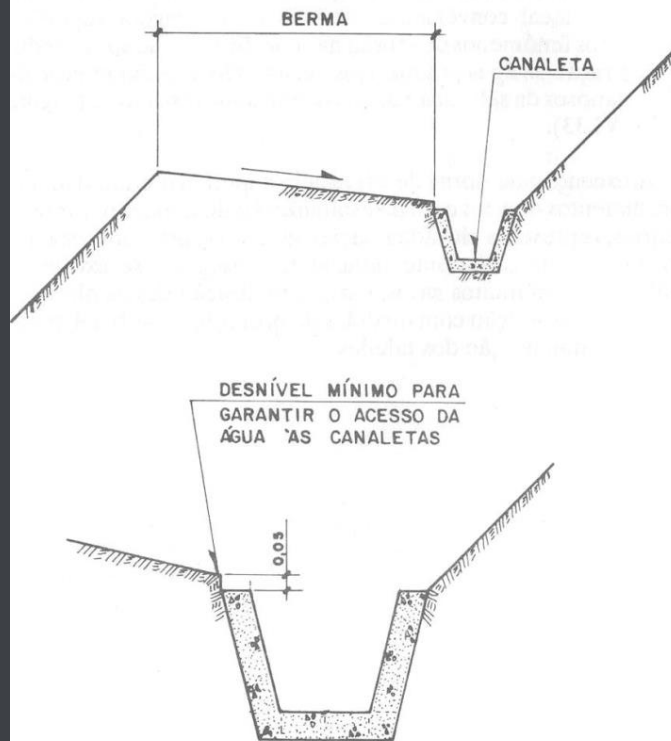
ESCADAS HIDRÁULICAS



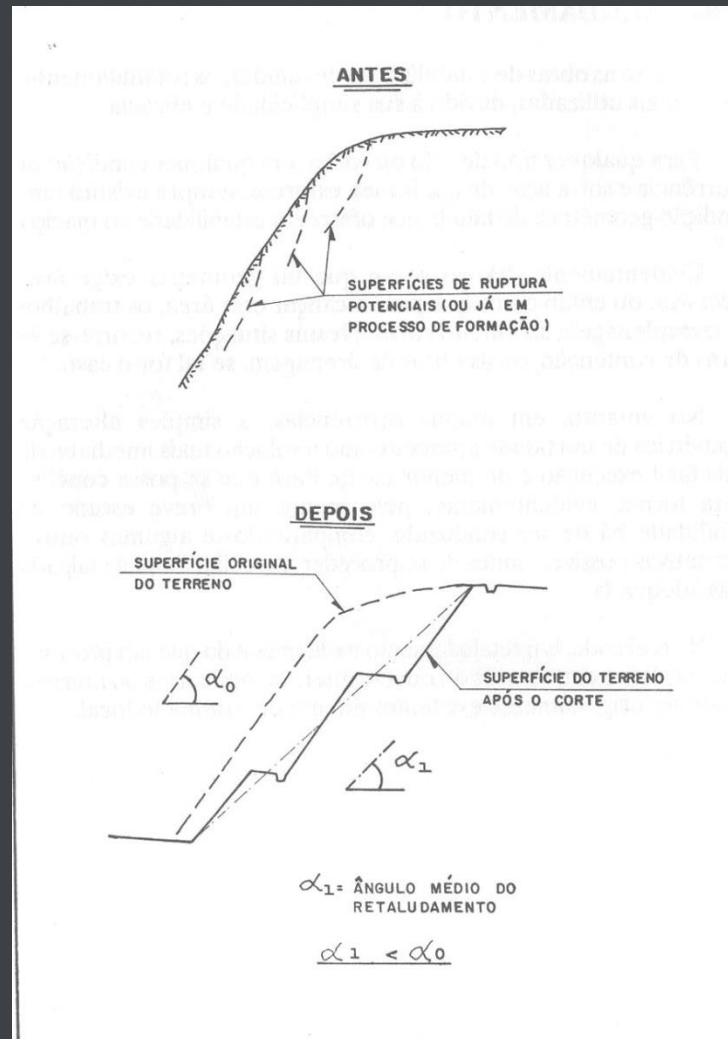
Drenagem superficial em taludes



- 1 - CANALETA DE BERMA
- 2 - CANALETA TRANSVERSAL
- 3 - CANALETA DE CRISTA
- 4 - CANALETA DE PÉ DO TALUDE
- 5 - CANALETA DE PISTA
- 6 - SAÍDA D'ÁGUA
- 7 - ESCADA D'ÁGUA
- 8 - CAIXA DE TRANSIÇÃO / DISSIPACÃO

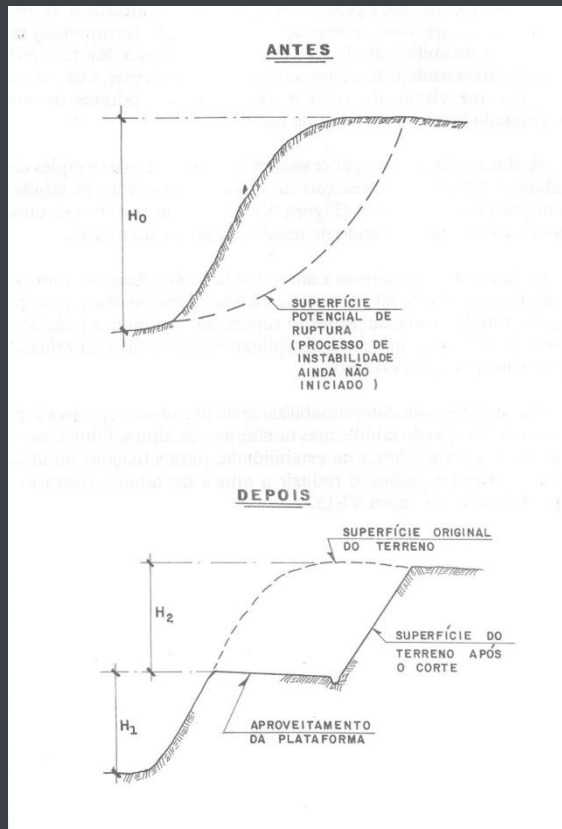


Adequação geométrica

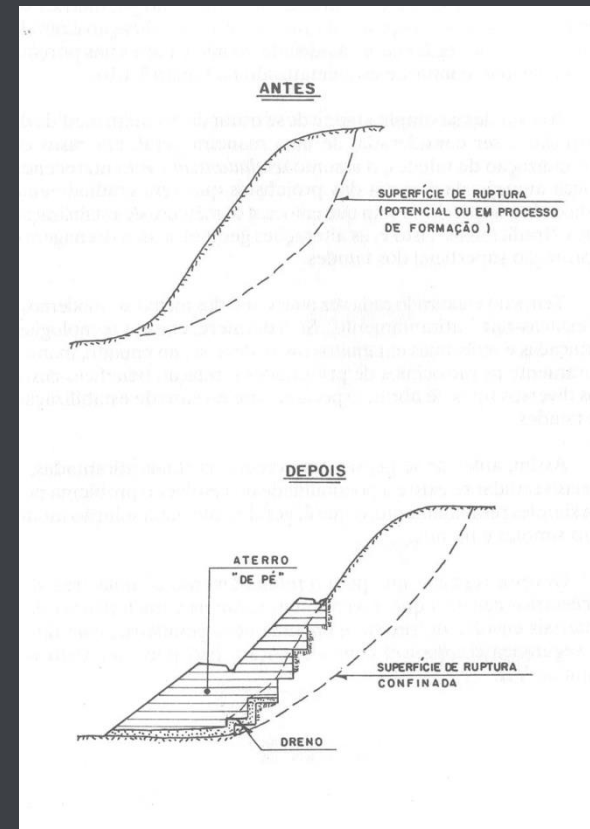


Adequação geométrica

ALÍVIO NO TOPO



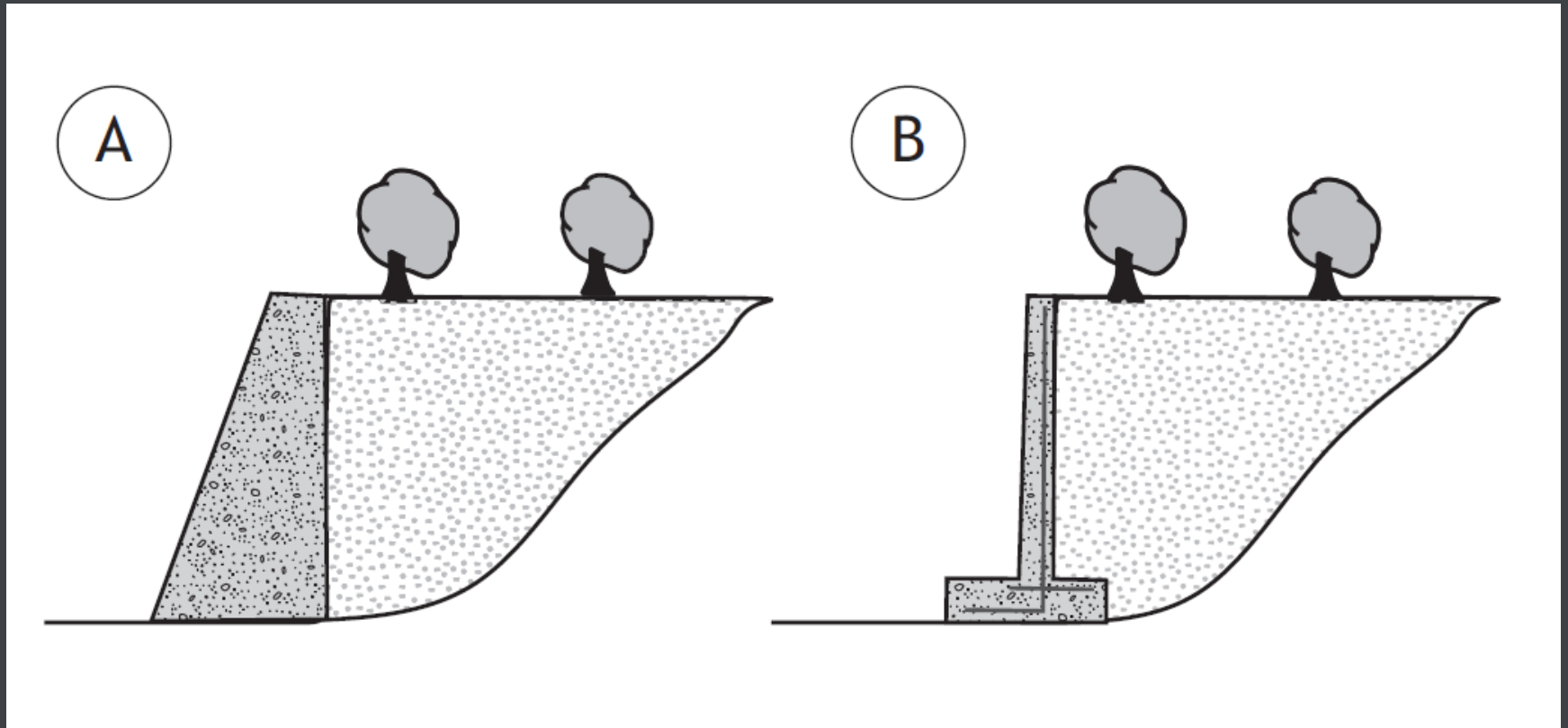
REFORÇO NA BASE



Estruturas de contenção

Muros de arrimo

Tipos de muro de arrimo

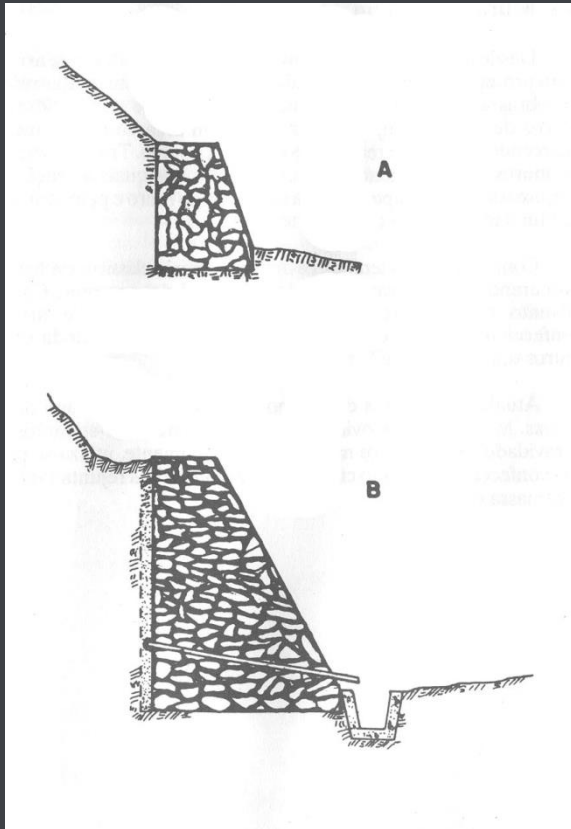


(A) Gravidade

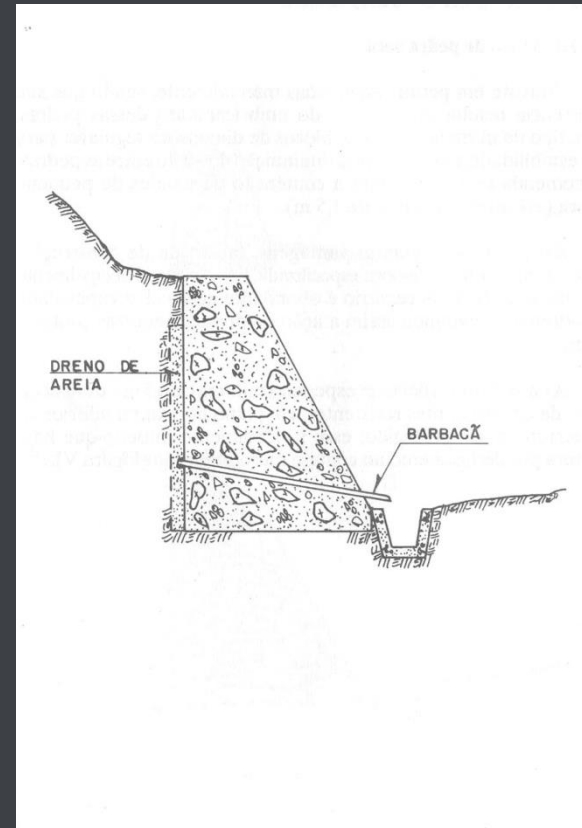
(B) Flexão

Muros tipo gravidade

PEDRA ARGAMASSADA



CONCRETO CICLÓPICO



Muro de pedra seca



(a)



(b)



(c)

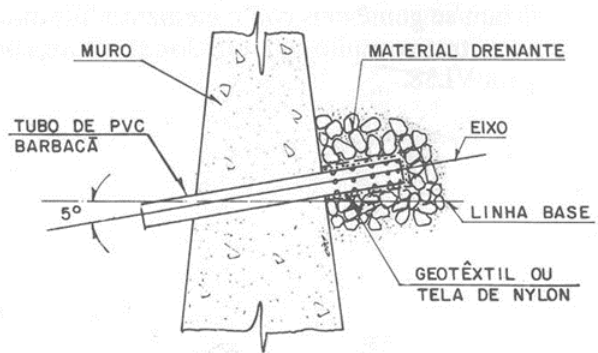
Barbacã



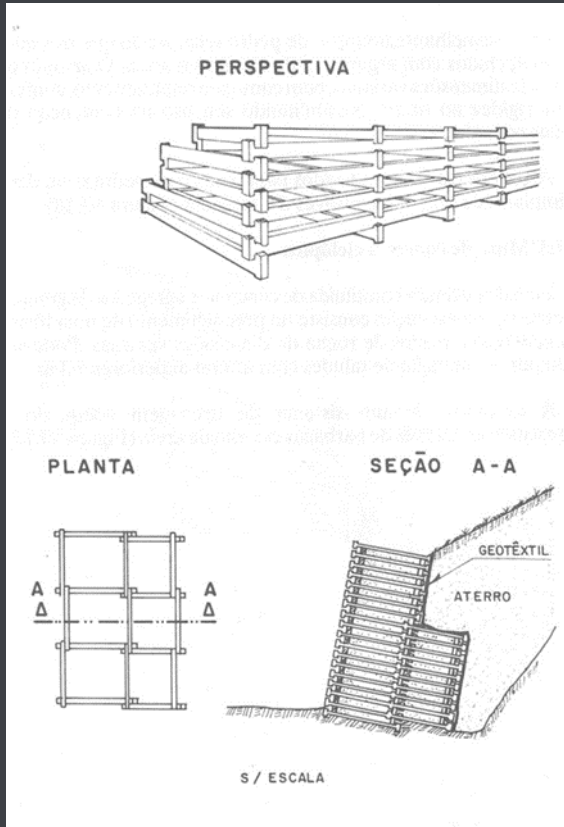
Muro de pedra argamassada



DETALHE DO BARBACÃ

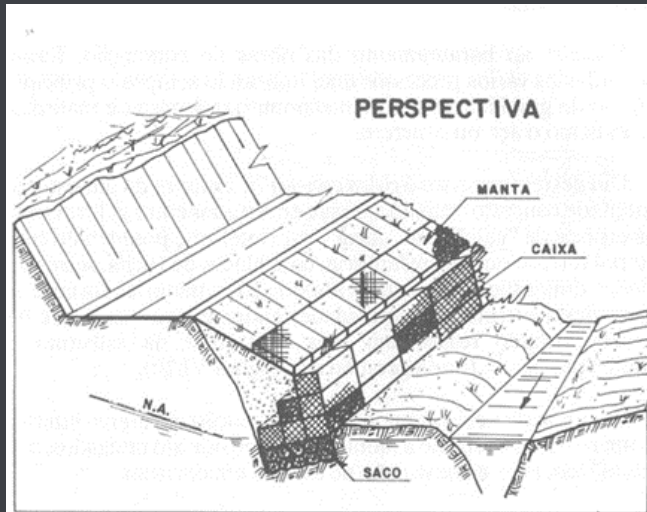


CRIB-WALLS



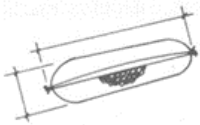
© 2011 Pearson Education, Inc.

GABIÕES



GABIÕES

TIPO SACO



TIPO MANTA



TIPO CAIXA



Proteção de margens

GABIÕES CAIXA



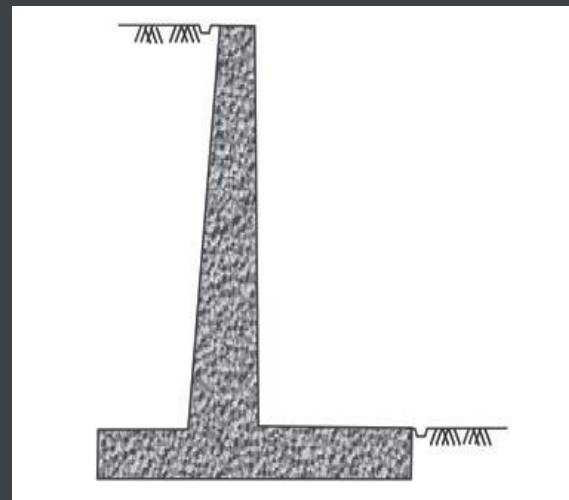
COLCHÃO RENO



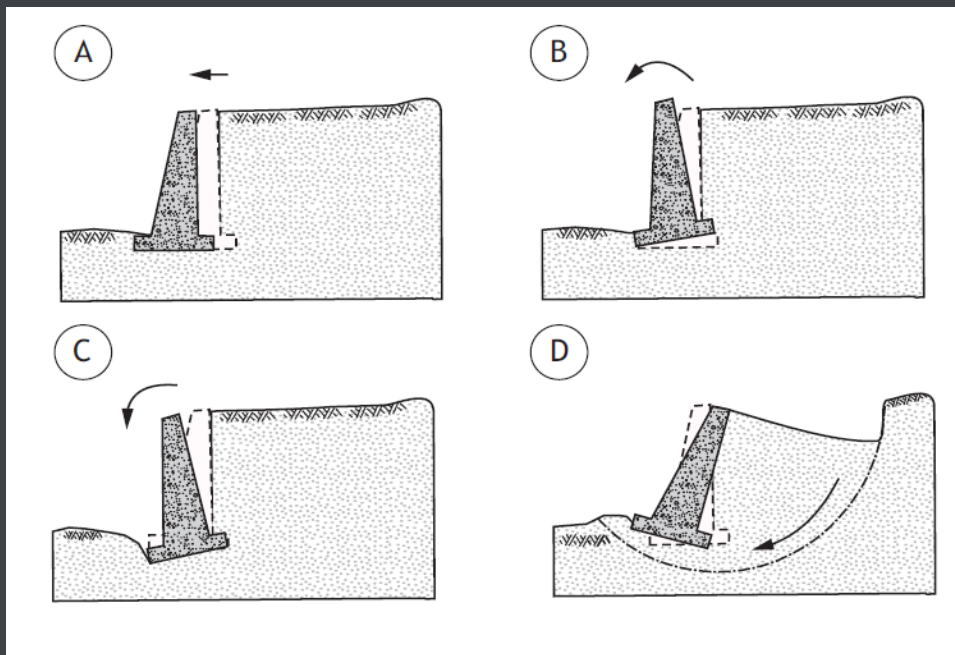
Rio tietê



Muros de concreto a flexão

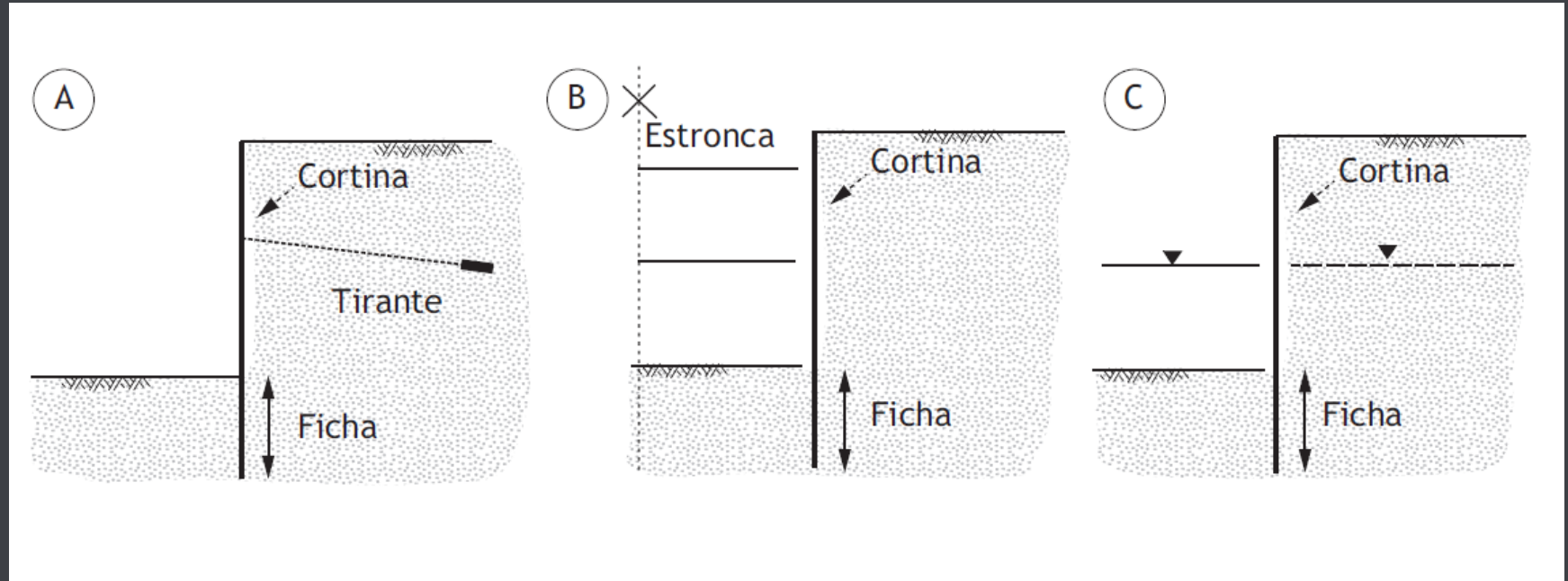


Estabilidade dos muros



- (A) Deslizamento
- (B) Tombamento
- (C) Capacidade de carga (fundação)
- (D) Estabilidade global

Cortinas

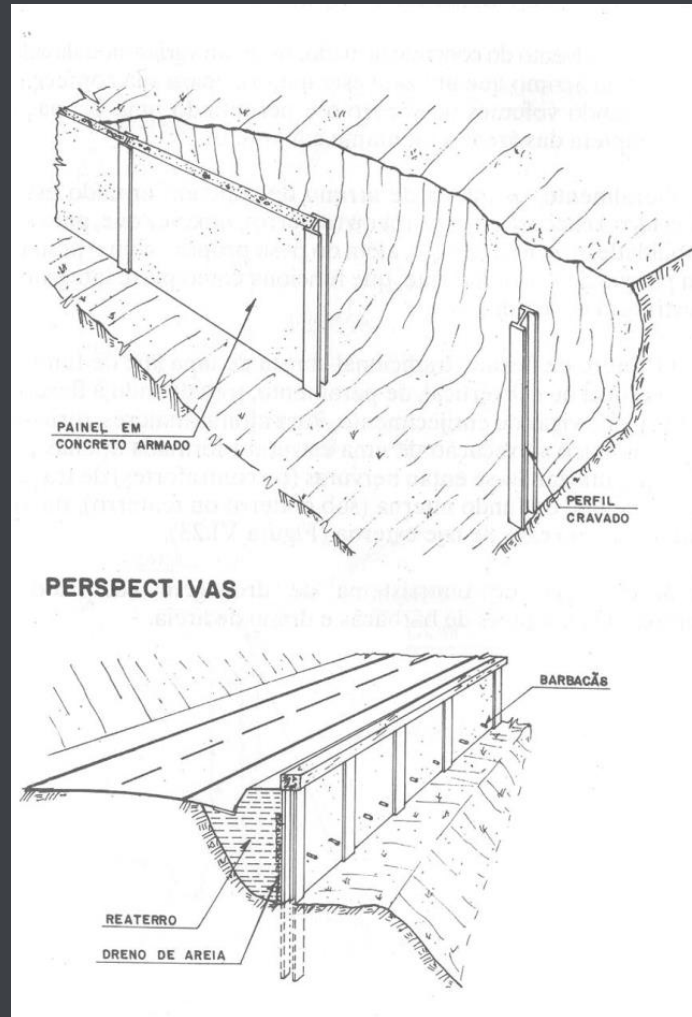


(A) Atirantadas

(B) Estroncadas

(C) Em balanço

Cortinas cravadas



Cortina atirantada



Parede diafragma



1. Escavação em solo com Clâm Shell do primeiro painel



Solo

Solo

2. Escavação em solo com Clâm Shell do segundo painel



Solo

3. Escavação em solo com Clâm Shell entre os painéis



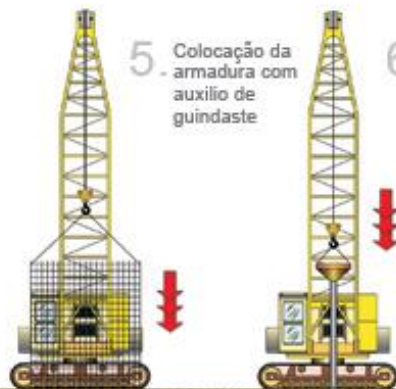
Solo

4. Colocação das juntas e chapa-espelho com auxílio de guindastes



Solo

5. Colocação da armadura com auxílio de guindaste



6. Colocação do tubo de concretagem com auxílio de guindaste



7. Concretagem da parede com caminhão betoneira



8. Retirada do tubo de concretagem, juntas e chapa-espelho com auxílio de guindaste



Solo

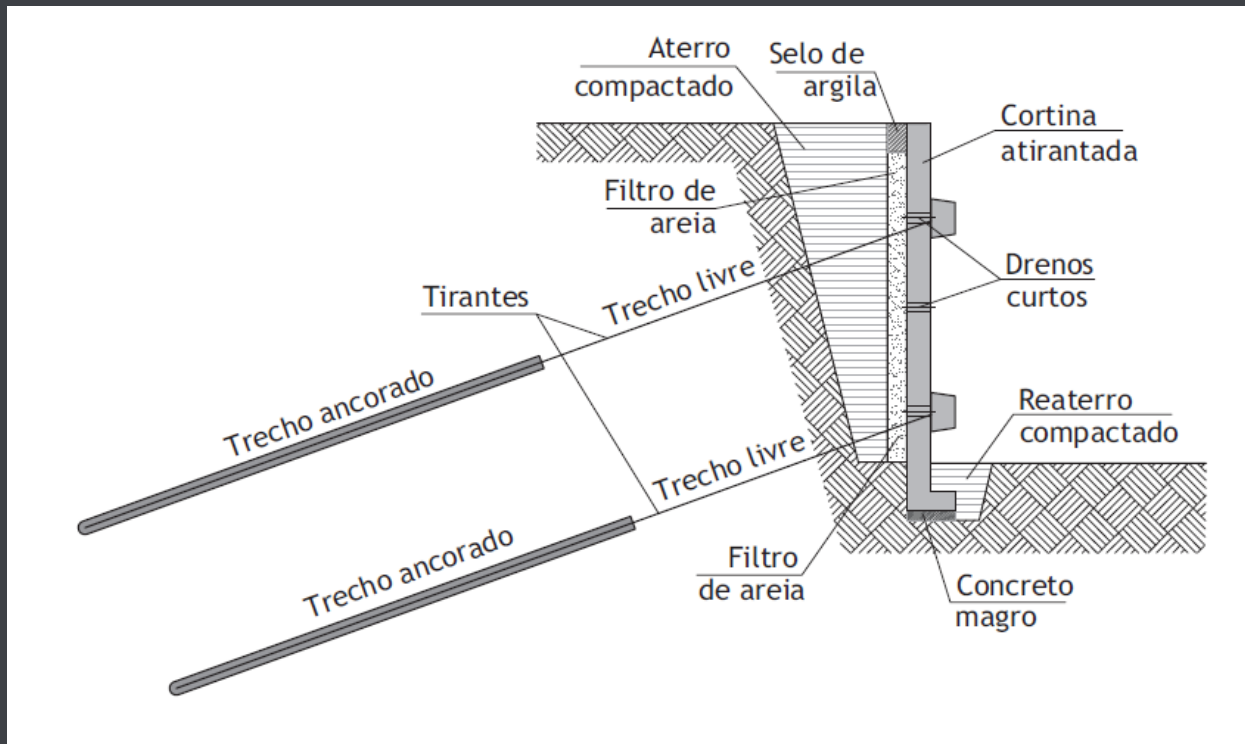
Parede diafragma + estroncas com perfis metálicos



Obras de escavação da estação Santo Amaro do Metrô

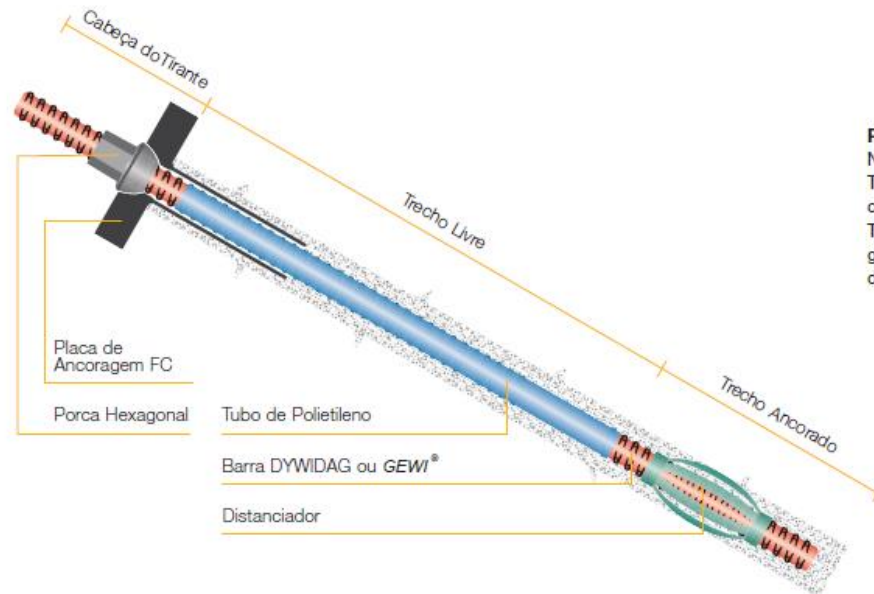
Ancoragens e reforços

Tirantes



Elemento linear capaz de transmitir esforços de tração entre suas extremidades (solo e placa de ancoragem)

Elementos de um Tirante



Placa de Ancoragem FC

Porca Hexagonal

Tubo de Polietileno

Barra DYWIDAG ou GEWI®

Distanciador

PROTEÇÃO SIMPLES

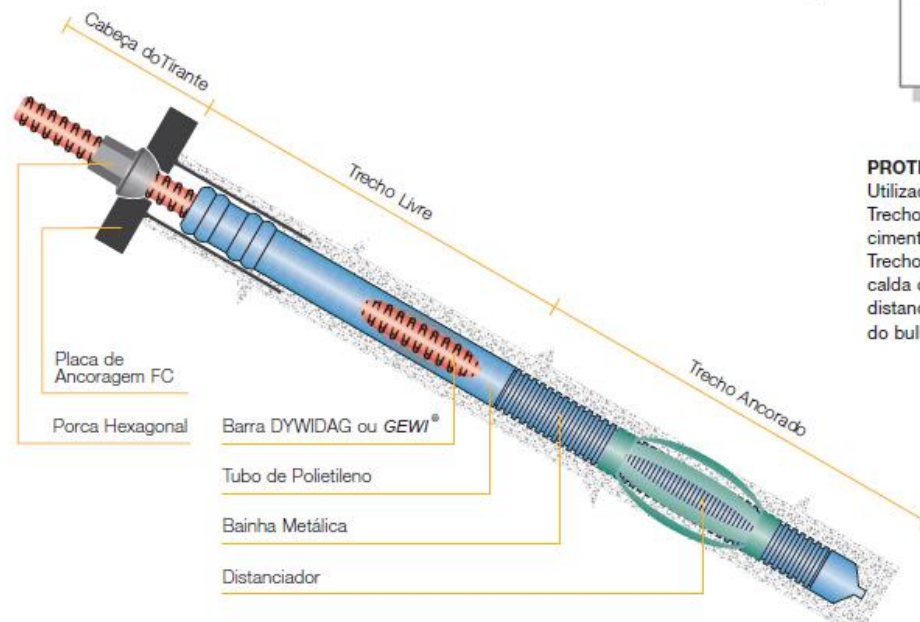
Normalmente utilizada em tirantes provisórios. Trecho livre protegido por injeção de calda de cimento e tubo de polietileno.

Trecho ancorado com distanciadores que garantem o cobrimento adequado da injeção do bulbo de ancoragem.



© DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL

DSI



Placa de Ancoragem FC

Porca Hexagonal

Barra DYWIDAG ou GEWI®

Tubo de Polietileno

Bainha Metálica

Distanciador

PROTEÇÃO DUPLA

Utilizada para tirantes permanentes.

Trecho livre protegido por injeção de calda de cimento e tubo de polietileno.

Trecho ancorado protegido por injeção de calda de cimento e bainha metálica, mais distanciadores para o cobrimento adequado do bulbo.

Cortina atirantada



ESTABILIZAÇÃO DE BLOCOS ROCHOSOS



Tirantes

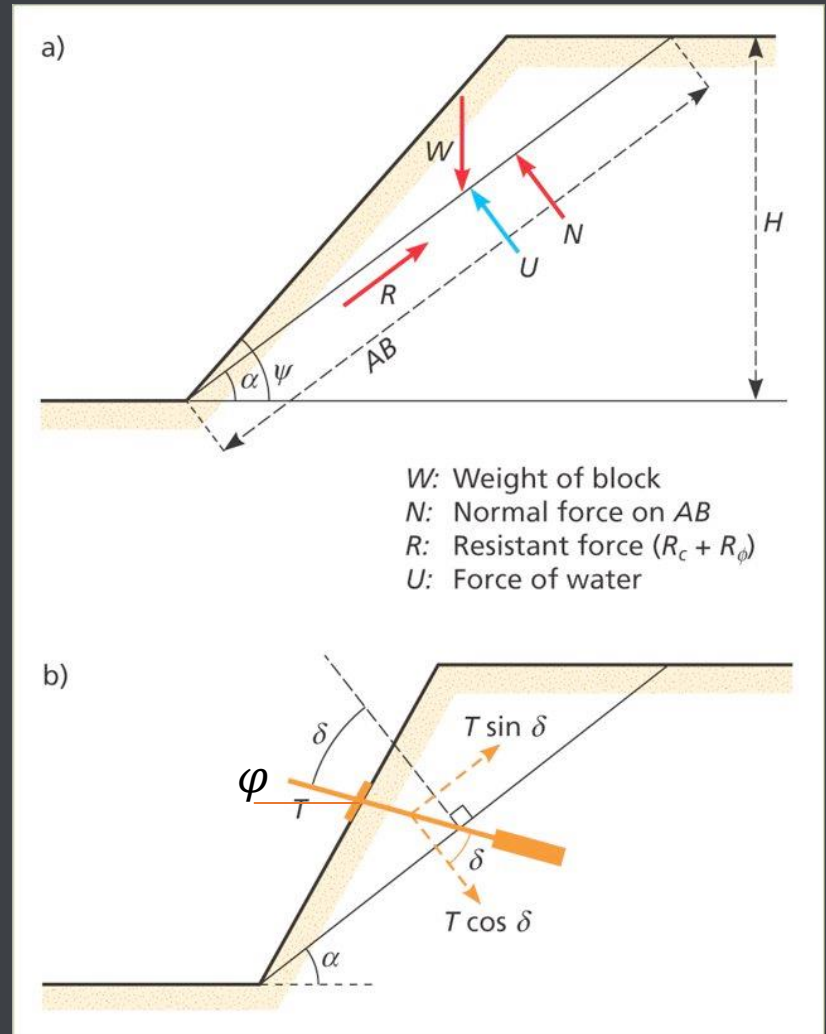
Princípio básico: aumento das forças de resistência de atrito, por acréscimo de tensão normal:

$$FS = \frac{cA + (P \cdot \cos\alpha - U + T \cos\delta) \operatorname{tg}\phi}{P \cdot \operatorname{sen}\alpha - T \operatorname{sen}\delta}$$

ou

$$FS = \frac{cA + (P \cdot \cos\alpha - U + T \operatorname{sen}(\alpha + \varphi)) \operatorname{tg}\phi}{P \cdot \operatorname{sen}\alpha - T \operatorname{cos}(\alpha + \varphi)}$$

Sendo φ o ângulo de inclinação do tirante com o plano horizontal



Tirantes

Vantagens:

- Delgado
- Autoportante (não transmite grandes esforços a fundação)
- Trabalha ativamente
- Reduz deslocamentos

Tirantes

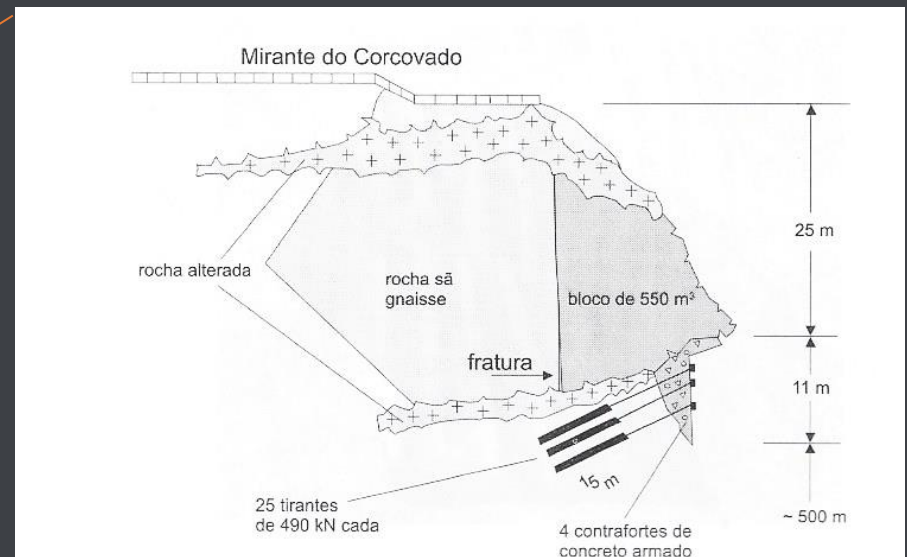
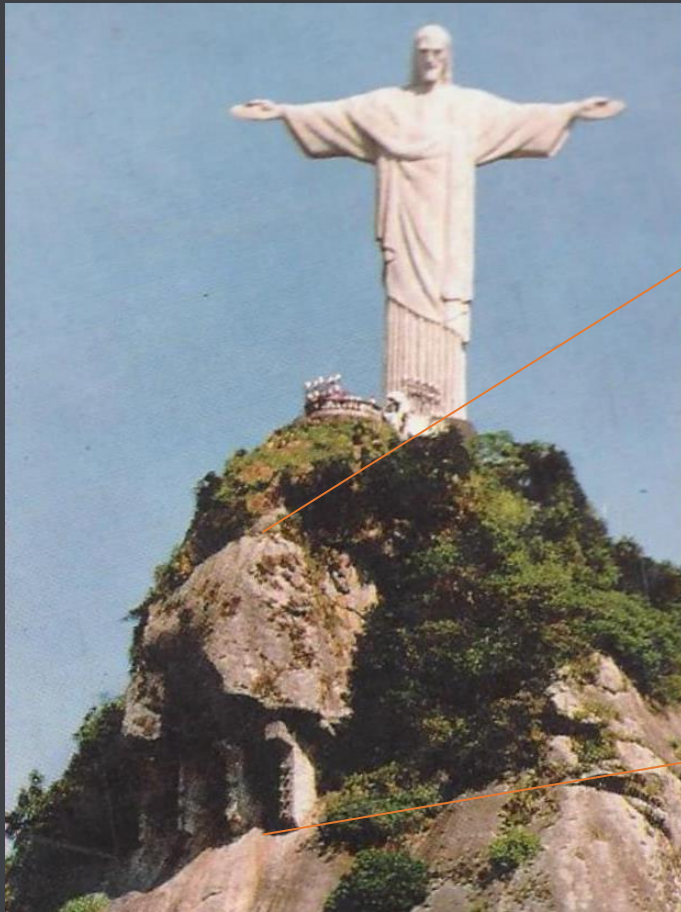
Limitações:

- Necessita de conhecimento preciso da geologia da zona de influência
- Custo elevado
- Não recomendável para massas de tálus e aterros

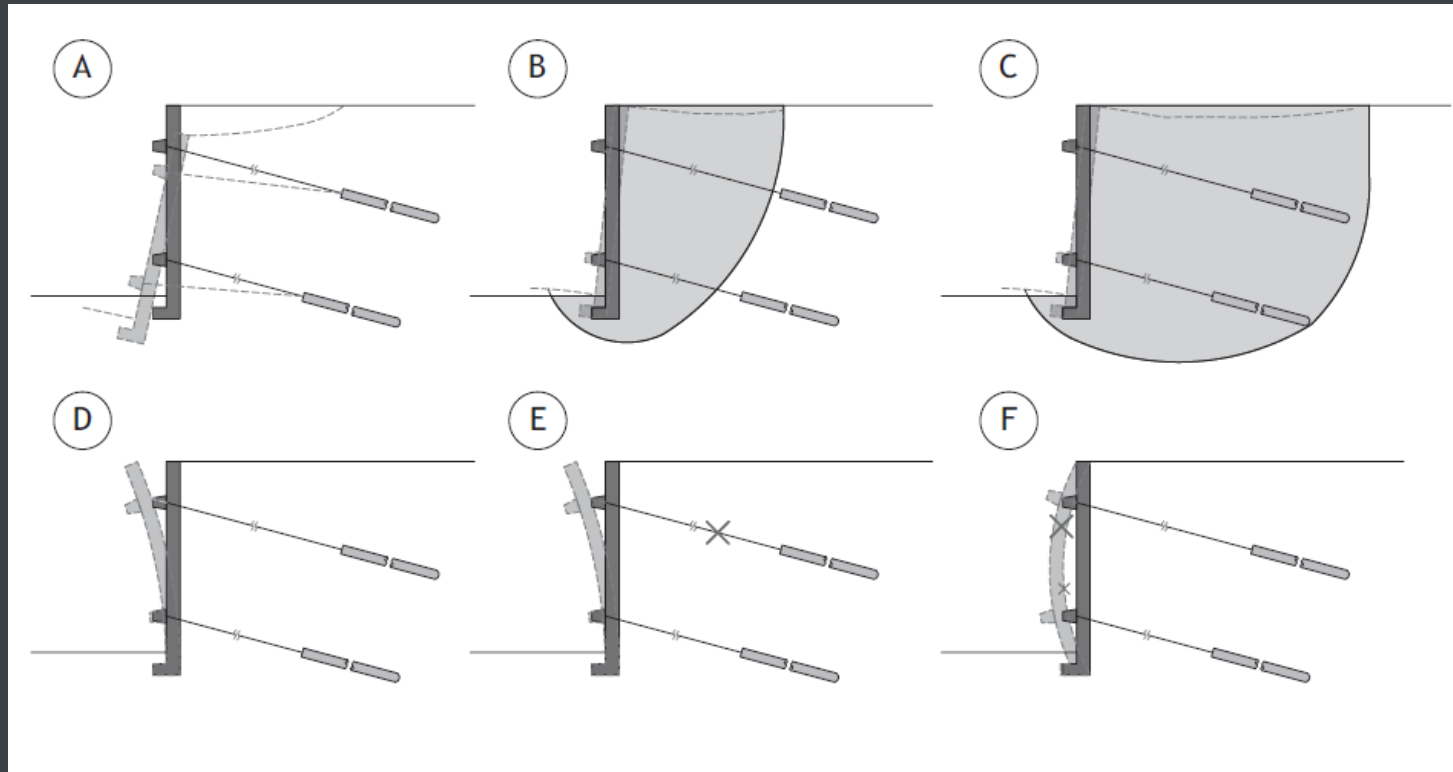
Aplicação da carga de incorporação



Ancoragem em rocha



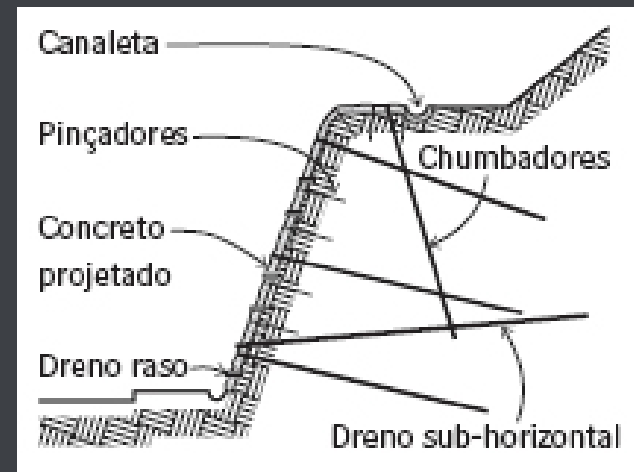
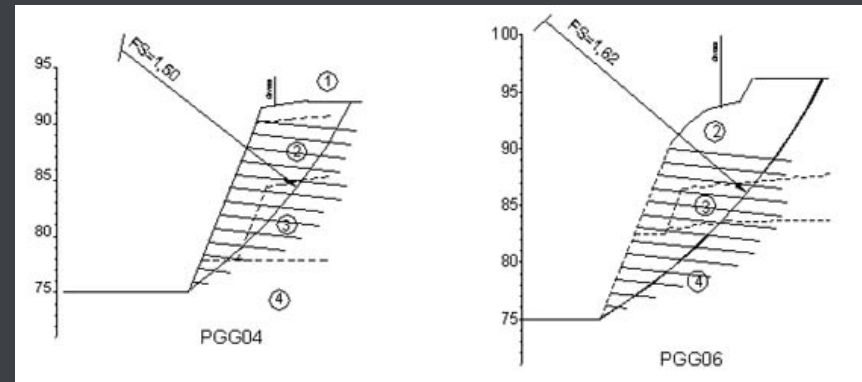
Rupturas de tirantes



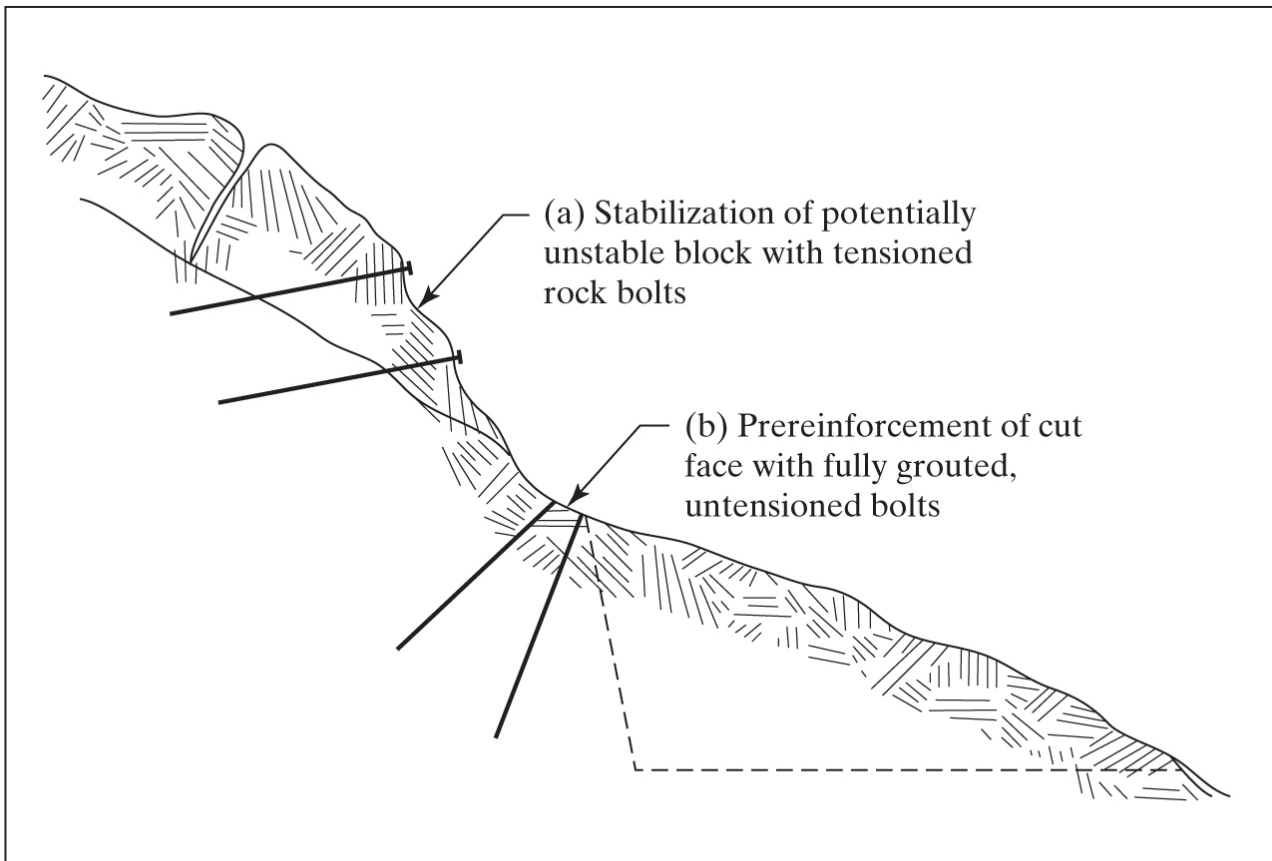
(A) Ruptura da Fundação (B e C) Ruptura de talude
(D) Deformação excessiva (E) Ruptura de tirante
(F) Ruptura do painel

Chumbadores ou grampos

- Surgiu da técnica do NATM
- Não são protendidos
- Atuam como reforço ao maciço de solo ou rocha (principalmente rocha muito fraturada)



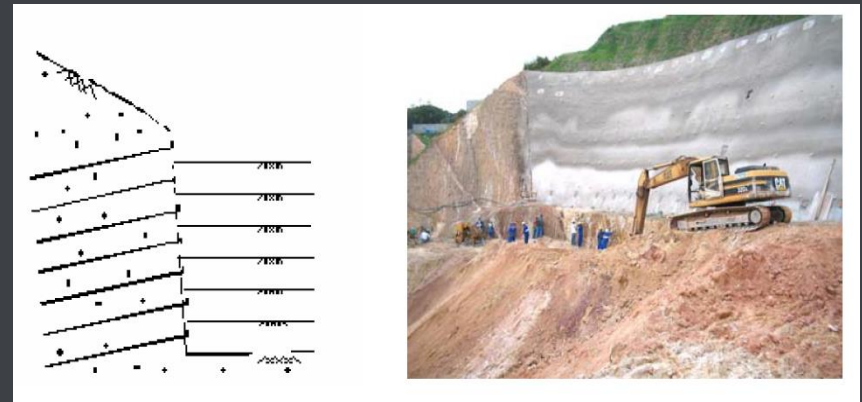
Aplicação: tirantes e chumbadores



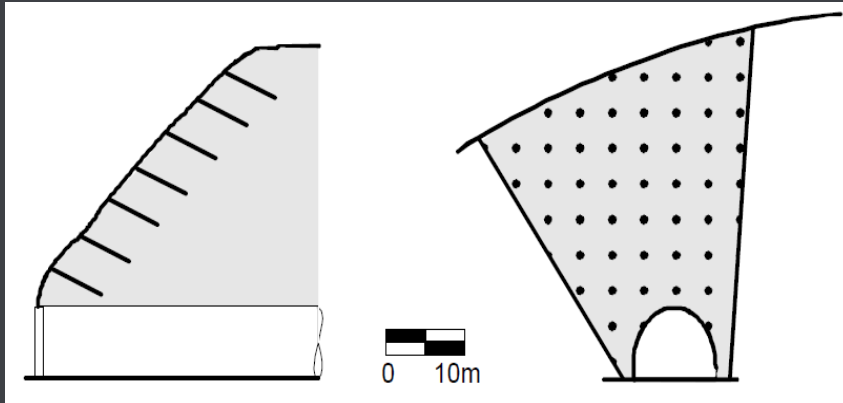
UTILIZAÇÃO DE CHUMBADORES

TALUDES NATURAIS

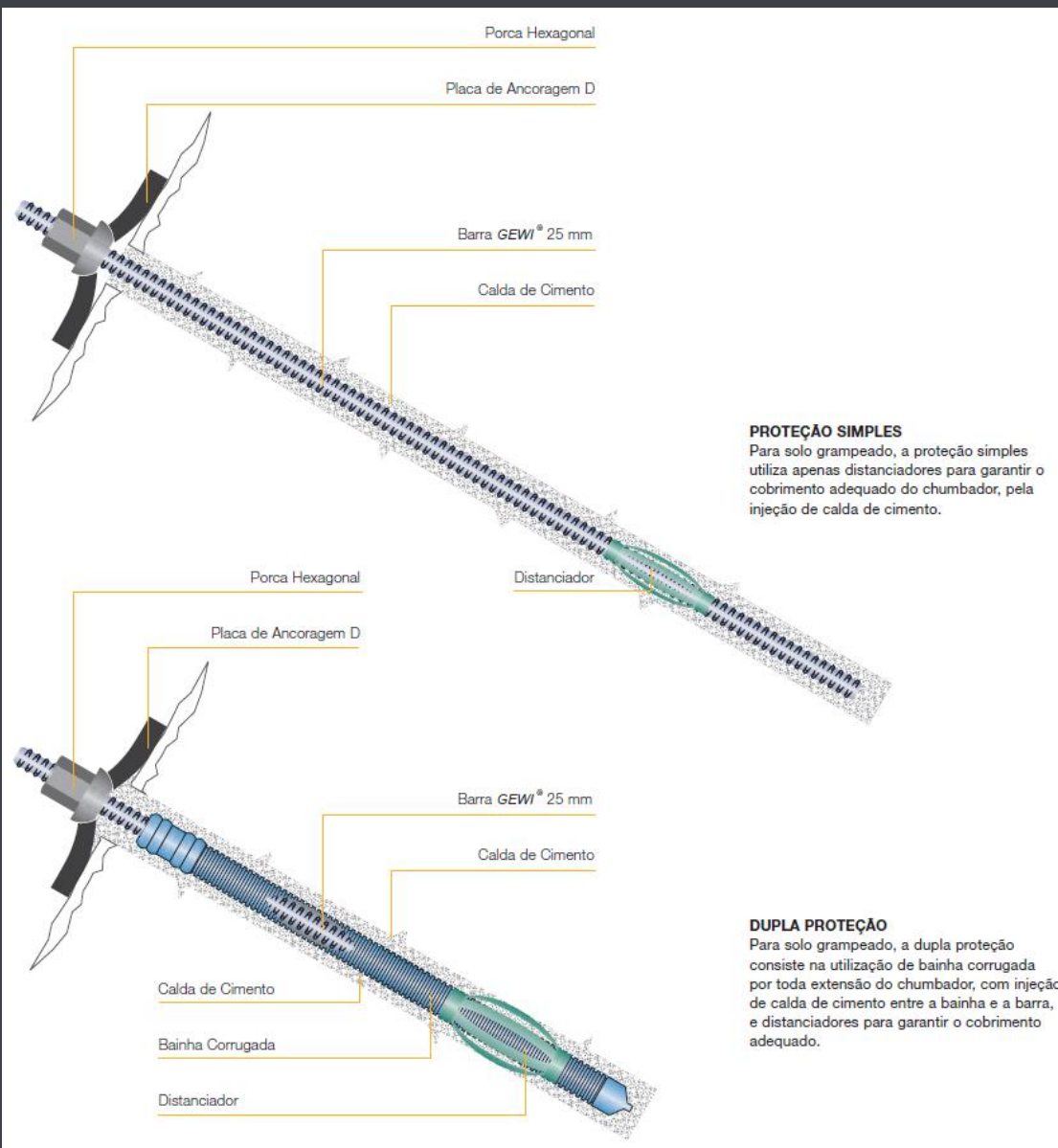
ESCAVAÇÕES



Desemboques de túneis



Chumbadores - detalhe



Grampos com concreto projetado



Importante: drenagem



Paramento

GRAMA

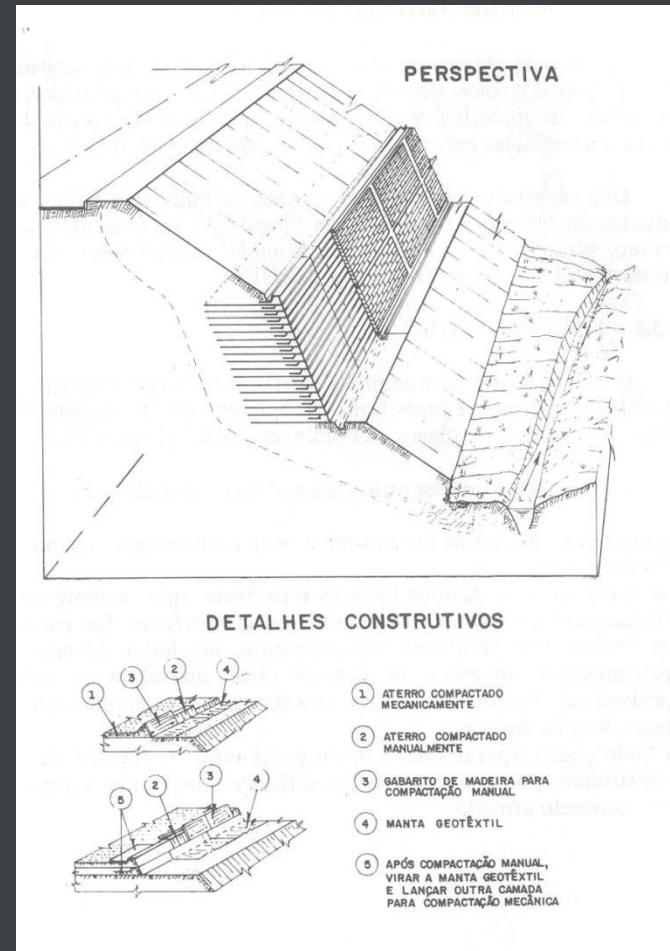
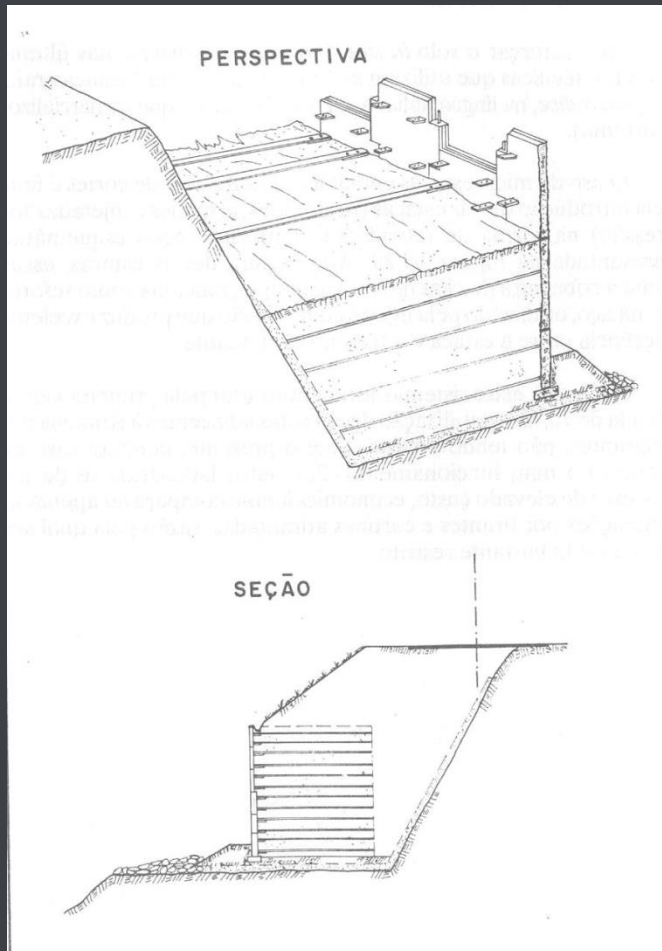


PLACAS DE CONCRETO

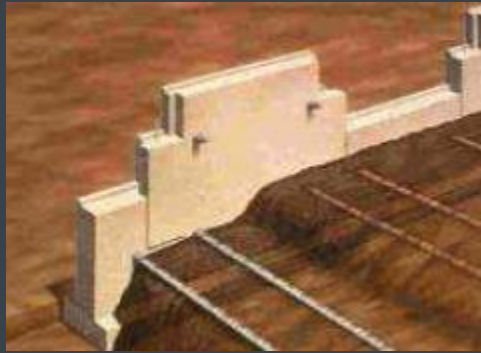


Aterro reforçado

Terra armada



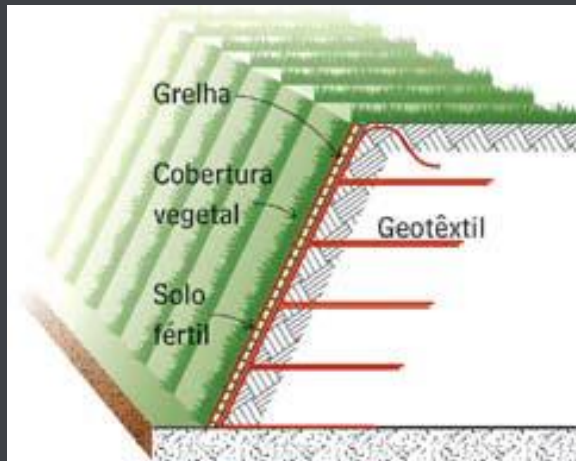
Terra armada



Reforço com geotêxtil

REVESTIMENTOS COM
MANTA
VEGETAL

COM CONCRETO
PROJETADO

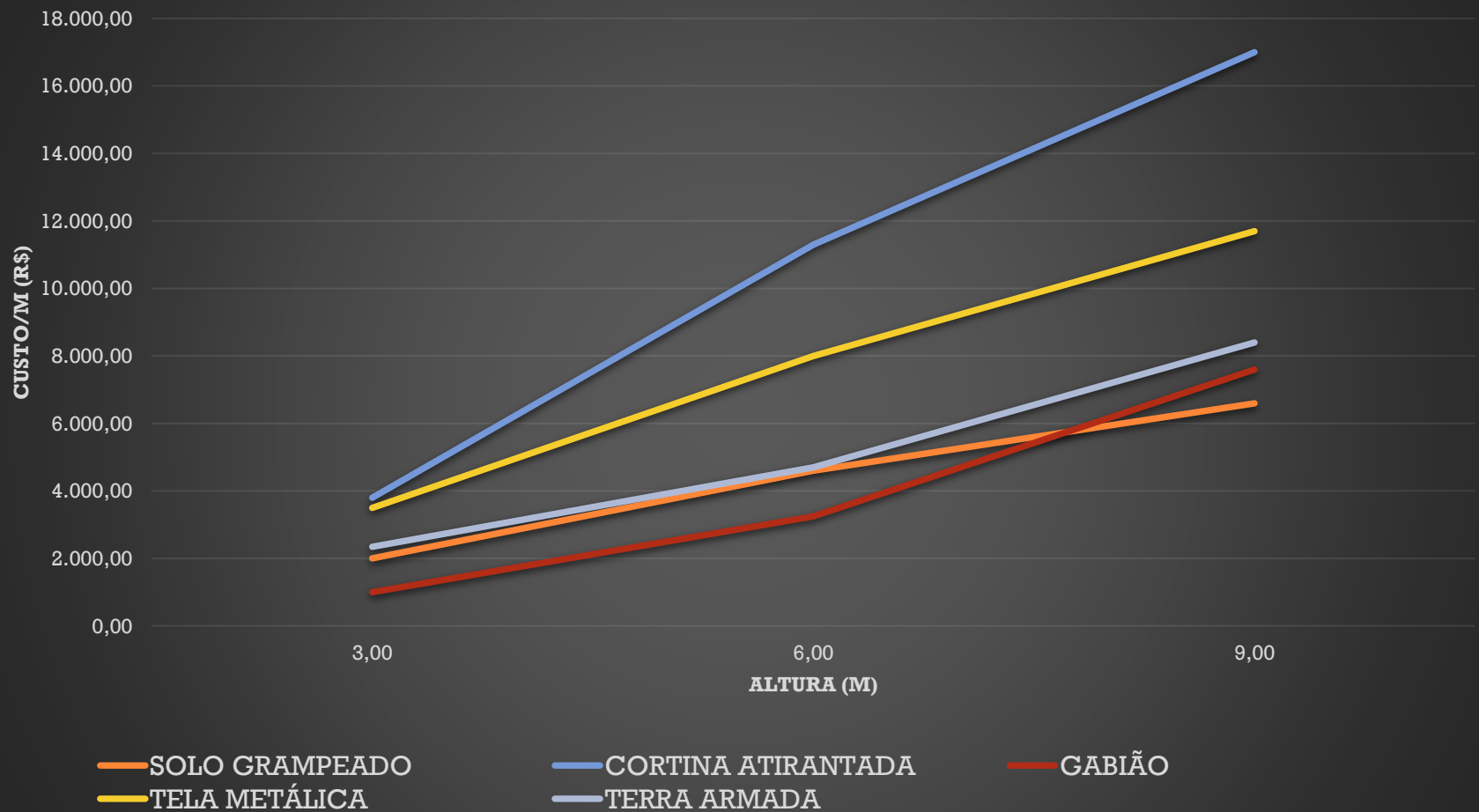




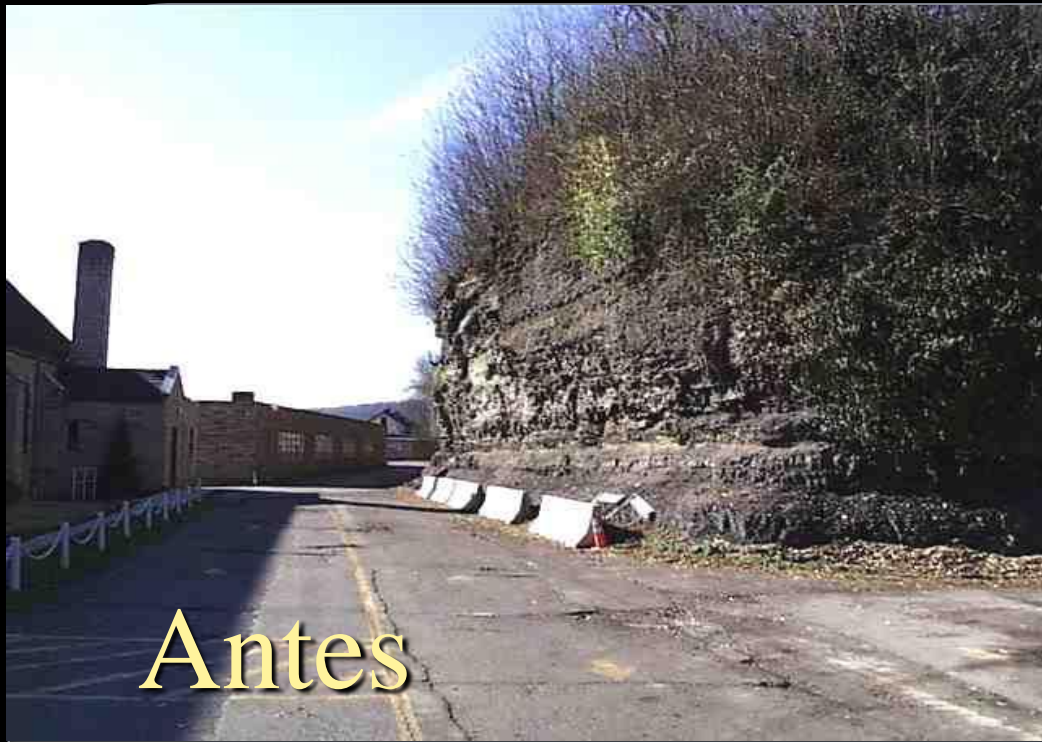
Tela metálica de alta resistência



Contenções: comparativo de custos (Nov/2015)



Obras de proteção superficial



Antes



Após

Antes

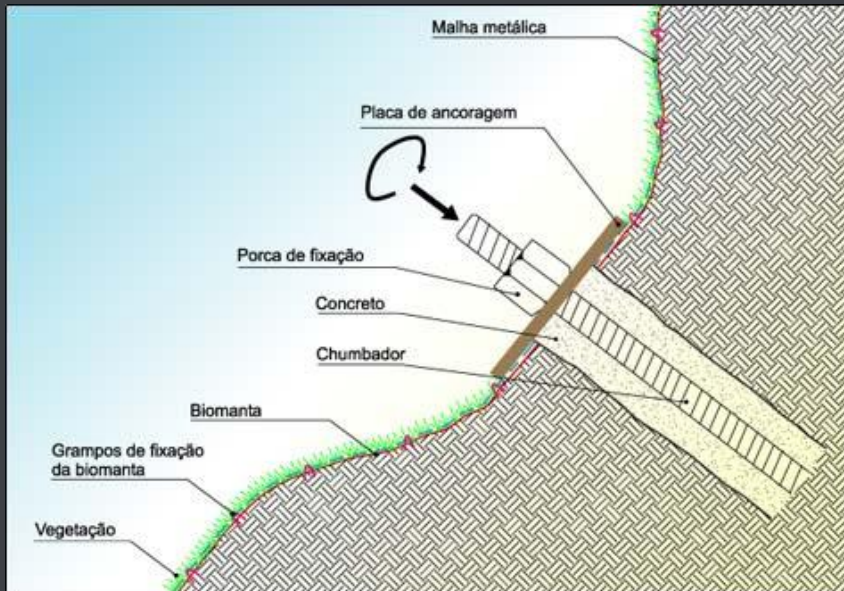


Após



Proteção contra erosão com biomantas





Barreiras de proteção

Muros de proteção



Refinaria Presidente Bernardes (Cubatão)

Obras de proteção contra corridas de detritos



Proteções metálicas







Tetos





MÉTODOS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES (KANJI, 1997)

PRINCÍPIO BÁSICO	MÉTODO DE ESTABILIZAÇÃO
Redução das pressões Hidrostáticas	Drenagem superficial (canaletas, revestimento vegetal, impermeabilizações) Drenagem interna (DHP's, galerias, drenos radiais, drenos de areia, geotêxteis filtrantes)
Redução das tensões cisalhantes	Suavização do talude (redução da inclinação, corte no topo)
Introdução de forças resistentes	Estabilização sem pré-escavação (cortinas atirantadas, estacas, chumbadores/tirantes isolados) Estabilização exigindo pré-escavação e reaterro (muros de arrimo, solo reforçado grampeamento, geotêxteis ou geogrelhas, micro-ancoragem, terra-armada)
Melhoria das propriedades do solo	Solo-cimento Inclusão de elementos de malha Injeções químicas Sistemas radiculares
Apoios estruturais	Vigas verticais de concreto Contrafortes
Barreiras de proteção	Muros de impacto Cercas de retenção Telas metálicas