

# Estabilização de taludes

**DEFESA CIVIL**  
ESPÍRITO SANTO

**COORDENADORIA ESTADUAL  
DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL**



## Estabilização de taludes

As soluções estruturadoras para os morros são aquelas que possibilitam condições de estabilidade, que só se viabilizam quando a encosta é tratada como um todo, com soluções combinadas de retaludamenio, de proteção superficial com materiais naturais e artificiais e de drenagem adequada à microbacia em questão, além de obras de estrutura de contenção, tais como muros de arrimo, quando necessários.

Obras pontuais, mesmo aquelas que utilizam muros de arrimo, podem perder sua eficácia em pouco tempo, chegando até a serem destruídas, pela falta de harmonia com o restante da área. Focos de erosão ou infiltração na descontinuidade de obra/solo surgem rapidamente após a sua conclusão. Nos casos de avanço de massas já escorregadas ou resultantes de corridas, as soluções são encontradas em barreiras naturais ou artificiais, feitas com vegetação ou muros convencionais. Situações em regiões onde ocorrem, por exemplo, a movimentação de blocos fraturados ou de matacões, podem ser resolvidas através de telas para sua retenção, ou apenas pela sua remoção, quando for tecnicamente viável.

## Estabilização de taludes

É indispensável a visita de inspeção para identificar as características particulares de cada lugar (litologia, morfologia, drenagem). As principais técnicas empregadas nas intervenções para estabilização de encostas são agregadas em três grandes grupos:

- Obras sem Estruturas de CONTENÇÃO
- Obras com Estruturas de CONTENÇÃO
- Proteção para Massas Movimentadas

Obras pontuais, mesmo aquelas que utilizam muros de arrimo, podem perder sua eficácia em pouco tempo, chegando até a serem destruídas, pela falta de harmonia com o restante da área. Focos de erosão ou infiltração na descontinuidade de obra/solo surgem rapidamente após a sua conclusão.

Nos casos de avanço de massas já escorregadas ou resultantes de corridas, as soluções são encontradas em barreiras naturais ou artificiais, feitas com vegetação ou muros convencionais. Situações em regiões onde ocorrem, por exemplo, a movimentação de blocos fraturados ou de matacões, podem ser resolvidas através de telas para sua retenção, ou apenas pela sua remoção, quando for tecnicamente viável.



## Estabilização de taludes

Essas soluções servem para apoiar decisões que permitem a escolha do tipo de obra e serviço que melhor se adequa à estabilização da encosta. Apresentam também como objetivo estimular a criatividade para adaptação e/ou modificação total ou parcial das técnicas apresentadas, diante das características geotécnicas encontradas, dos recursos e mão-de-obra disponíveis e de outros fatores condicionantes.

A drenagem, o esgotamento sanitário e o lixo nos morros são abordados nos capítulos que seguem, uma vez que são elementos de relevantes para a manutenção da estabilidade das encostas.

## OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS

| Grupos                                     | Subgrupos                        |                              | Tipos de Obras                                                            |
|--------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Obras sem estrutura de contenção           | Retaludamento                    | Cortes                       | Taludes contínuo e escalonado                                             |
|                                            |                                  | Aterro compactado            | Carga de fase de talude ( <i>muro de terra</i> )                          |
|                                            | Proteção superficial             | Materiais naturais           | Gramíneas                                                                 |
|                                            |                                  |                              | Grama armada com geossintético                                            |
|                                            |                                  |                              | Vegetação arbórea ( <i>mata</i> )                                         |
|                                            |                                  |                              | Selagem de fendas com solo argiloso                                       |
|                                            |                                  |                              | Canaleta de borda, de pé e de descida ( <i>ver caps. 10 e 13</i> )        |
|                                            |                                  | Materiais artificiais        | Cimentado                                                                 |
|                                            |                                  |                              | Geomanta e gramíneas                                                      |
|                                            |                                  |                              | Geocélula e solo compactado                                               |
|                                            |                                  |                              | Tela argamassada                                                          |
|                                            |                                  |                              | Pano de pedra ou lajota                                                   |
|                                            |                                  |                              | Alvenaria armada                                                          |
|                                            |                                  |                              | Asfalto ou polietileno                                                    |
|                                            |                                  |                              | Lonas sintéticas ( <i>pvc e outros materiais</i> )                        |
|                                            | Estabilização de blocos          | Retenção                     | Tela metálica e tirante                                                   |
|                                            |                                  | Remoção                      | Desmonte                                                                  |
| Obras com estrutura de contenção           | Muro de arrimo                   | Solo cimento                 | Solo cimento ensacado ( <i>sacos de fibra têxtil ou geossintética</i> )   |
|                                            |                                  | Pedra rachão                 | Pedra seca ( <i>sem rejunte</i> )                                         |
|                                            |                                  |                              | Alvenaria de pedra ( <i>com rejunte</i> )                                 |
|                                            |                                  | Concreto                     | Concreto armado                                                           |
|                                            |                                  |                              | Concreto ciclópico                                                        |
|                                            |                                  | Gabião                       | Gabião-caixa                                                              |
|                                            |                                  | Bloco de concreto articulado | Bloco de concreto articulado ( <i>pré-moldado encaixado sem rejunte</i> ) |
|                                            |                                  | Solo-pneu                    | Solo-pneu                                                                 |
|                                            | Outras soluções de contenção     | Terra armada                 | Placa pré-moldada de concreto, ancoragem metálica ou geossintética        |
|                                            |                                  | Micro-ancoragem              | Placa e montante de concreto, ancoragem metálica ou geossintética         |
|                                            |                                  | Solo compactado e reforçado  | Geossintético                                                             |
|                                            |                                  |                              | Paramento de pré-moldado                                                  |
| Obras de proteção para massas movimentadas | Contenção de massas movimentadas | Materiais naturais           | Barreira vegetal                                                          |
|                                            |                                  | Materiais artificiais        | Muro de espera                                                            |

## Estabilização de taludes

### Retaludamento – Recomendações:

- Fazer a remoção do material a partir do topo do talude para evitar acidentes com deslizamentos quando se descalça a base;
- Em taludes contínuos, com mais de 5 m de altura, escalonar degraus (bermas ou banquetas) para reduzir o percurso da água sobre a face do talude;
- Fazer a proteção superficial do talude harmonizada ao sistema de microdrenagem, previamente dimensionada no projeto de retaludamento;
- Remover o material excedente, evitando danos às áreas vizinhas, bem como o assoreamento das linhas de drenagem;
- Em solos arenosos, a frente de trabalho não deve ter mais de 2 m de extensão horizontal; taludes com maior extensão devem ser executados por etapas dentro dos limites de segurança.

## Relações da moradia com os taludes de corte e aterro

### CONVERSÃO das DECLIVIDADES MAIS USADAS

| Porcentagem | Grau    | Proporção |
|-------------|---------|-----------|
| 1%          | 0° 34'  | 1:100     |
| 6%          | 03° 26' | 1:16,7    |
| 15%         | 08° 35' | 1:6,7     |
| 30%         | 16° 41' | 1:3,3     |
| 50%         | 26° 34' | 1:2,0     |
| 58%         | 30° 00' | 1:1,7     |
| 67%         | 34° 00' | 1:1,5     |
| 75%         | 36° 52' | 1:1,3     |
| 100%        | 45° 00' | 1:1,0     |
| 200%        | 63° 27' | 1:0,5     |
| 500%        | 78° 42' | 1:0,2     |
| 1.000%      | 84° 18' | 1:0,1     |

### CLASSIFICAÇÃO dos TALUDES

Scholz, 1972

| Grau      | Classe               |
|-----------|----------------------|
| 0° - 2°   | plano                |
| 2° - 5°   | suavemente inclinado |
| 5° - 15°  | fortemente inclinado |
| 15° - 25° | íngreme              |
| 25° - 35° | muito íngreme        |
| 35° - 55° | precipício           |
| > 55°     | vertical             |



RECUSOS MÍNIMOS entre a EDIFICAÇÃO e os TALUDES

Embora cada situação exija análise técnica para definir o projeto de intervenção, de um modo geral os seguintes limites devem ser observados:

declividade máxima do talude de corte - (1:1,5)

declividade máxima do aterro - (1:2)

distância mínima entre a casa e o talude superior - 3m

distância mínima entre a fossa e a borda do talude inferior - 5m

distância mínima da moradia para a borda do talude inferior - 3m

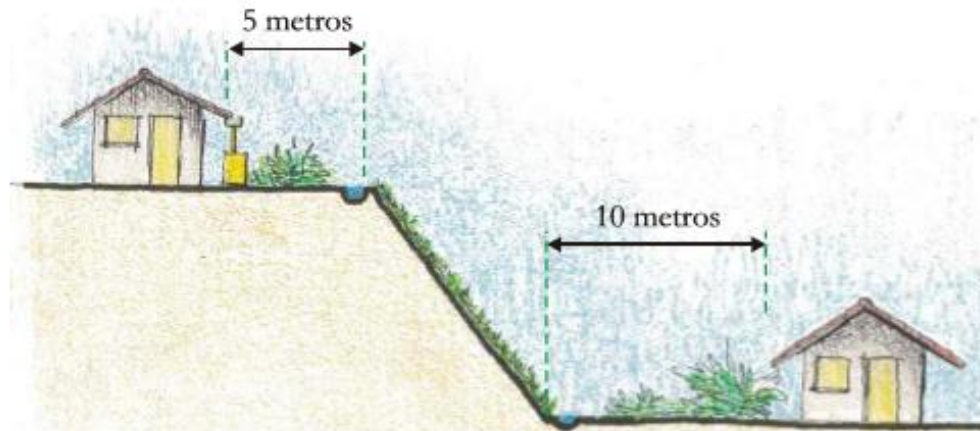
No caso de cortes muito altos e íngremes, acima de 15m, a distância mínima entre a casa e a borda do talude é de 5m.



# COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



É perigoso morar  
a menos de 5 metros da beira  
e a menos de 10 metros  
do pé de barreiras altas.





## Estabilização de taludes

### Proteção Superficial:

Quando a população dos morros é consultada sobre o que acha que segura as encostas, a resposta é quase unânime: muro de arrimo.

Embora seja uma solução indispensável para a contenção de encostas, quando se aplicam ao caso, os muros de arrimo não precisam ser a primeira opção nas situações de redução e prevenção do risco.

A proteção superficial de taludes tem um papel fundamental na sua estabilização, impedindo a ocorrência de processos erosivos e reduzindo a infiltração de água nas superfícies desprotegidas.

## Estabilização de taludes

### Proteção Superficial – Recomendações:

- Adotar, para os revestimentos dos taludes próximos às moradias, gramíneas de menor porte a fim de evitar ninhos de animais nocivos; em taludes muito próximos da moradia, usar preferencialmente revestimentos cimentados;
- Adotar a recomposição vegetal nativa nas áreas desmatadas, em encostas íngremes e em áreas não edificáveis, interditadas à ocupação, adotando práticas de plantio de mudas ou lançamento de sementes;
- Sugerir sempre o corte (e destoca) das touceiras de bananeiras em taludes inclinados ou próximas a depósitos de lixo;
- Erradicar as árvores de grande porte no terço superior da encosta, particularmente as que já se apresentam inclinadas;
- As árvores situadas no pé da encosta e que podem funcionar como barreira vegetal devem ser mantidas; árvores nos patamares, afastadas da borda da encosta, geralmente não oferecem risco;
- Sugerir ou induzir (através da doação de mudas) o plantio de frutíferas de pequeno porte como pitanga, acerola, goiaba, que não oferecem perigo nas encostas e representam fonte alimentar.

## Estabilização de taludes

### Proteção Superficial – Recomendações:

- Adotar, para os revestimentos dos taludes próximos às moradias, gramíneas de menor porte a fim de evitar ninhos de animais nocivos; em taludes muito próximos da moradia, usar preferencialmente revestimentos cimentados;
- Adotar a recomposição vegetal nativa nas áreas desmatadas, em encostas íngremes e em áreas não edificáveis, interditadas à ocupação, adotando práticas de plantio de mudas ou lançamento de sementes;
- Sugerir sempre o corte (e destoca) das touceiras de bananeiras em taludes inclinados ou próximas a depósitos de lixo;
- Erradicar as árvores de grande porte no terço superior da encosta, particularmente as que já se apresentam inclinadas;
- As árvores situadas no pé da encosta e que podem funcionar como barreira vegetal devem ser mantidas; árvores nos patamares, afastadas da borda da encosta, geralmente não oferecem risco;
- Sugerir ou induzir (através da doação de mudas) o plantio de frutíferas de pequeno porte como pitanga, acerola, goiaba, que não oferecem perigo nas encostas e representam fonte alimentar.

## Revestimento com vegetação arbórea

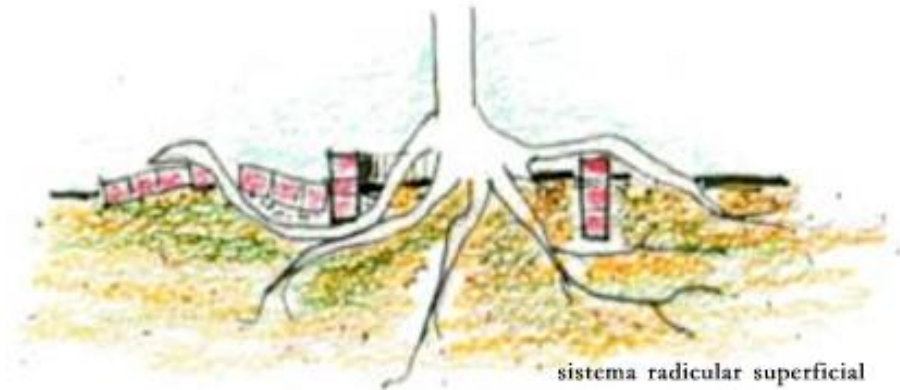
Algumas encostas que tiveram sua cobertura vegetal natural removida podem sofrer deslizamentos ou erosão, oferecendo riscos para redes viárias, gasodutos, linhas de transmissão e outros equipamentos públicos. A recomposição da vegetação de maior porte é, muitas vezes indicada para restaurar a mata natural, melhorando as condições de estabilidade pela presença das raízes e para proteger o solo da erosão e infiltração excessivas.

Em áreas de alto risco, interditadas para ocupação, é também indicada a recomposição da vegetação natural.

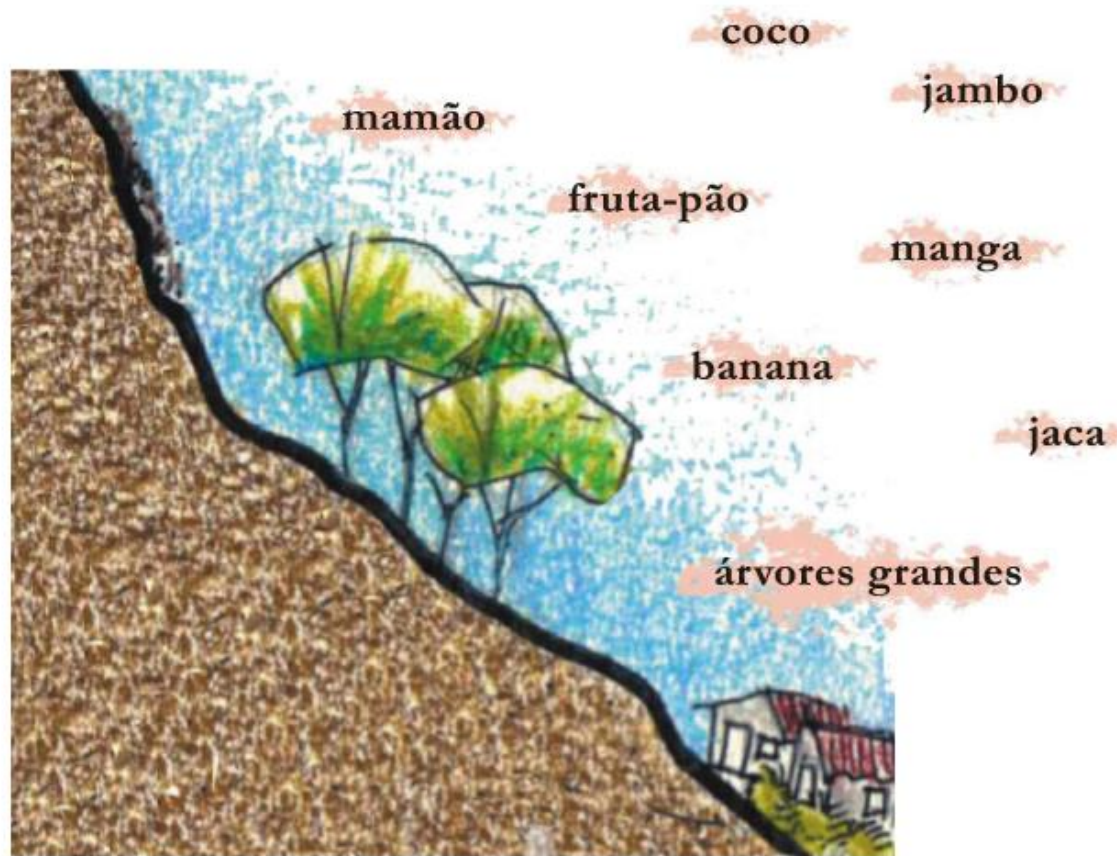
Dependendo das condições de acesso e segurança, pode ser feito o replantio através de mudas e sementes, ou através do lançamento aéreo de sementes, de espécies variadas da flora nativa, ou ainda por hidrossemeadura.



## Revestimento com vegetação arbórea



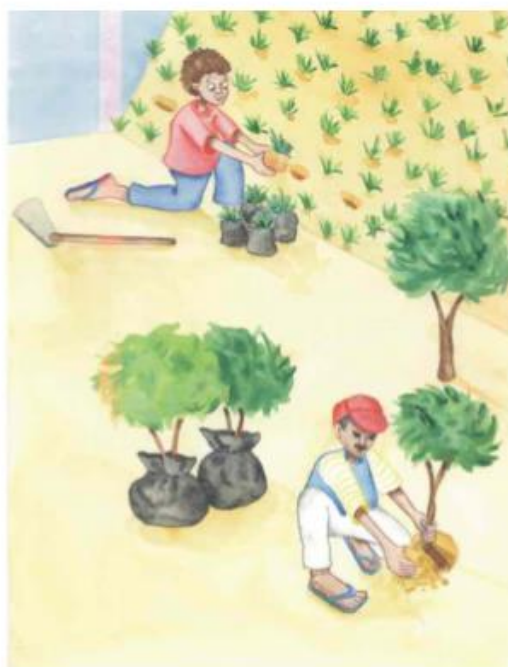
Plantadas nas encostas,  
algumas árvores acumulam água no solo  
e provocam queda de barreiras.



## Certo

### É bom plantar nos morros

As plantas ajudam a conservar o terreno,  
pois evita que a terra seja carregada pela água da chuva.  
Além disso, é muito agradável um jardim em volta de nossa casa.



### Plantar perto das casas:

pequenas fruteiras,  
plantas medicinais e de jardim.

goiaba, pitanga, carambola,  
laranja, limão, araçá,  
pinha, acerola, urucum,  
jasmim, rosa, leucena,  
pata-de-vaca, hortelã,  
cidreira, boldo e capim santo

## Revestimento com vegetação arbórea

CLASSIFICAÇÃO das ESPÉCIES ARBUSTIVAS e ARBÓREAS SEGUNDO o PORTE

*Mesquita, 1996*

ÁRVORE na BORDA do TALUDE

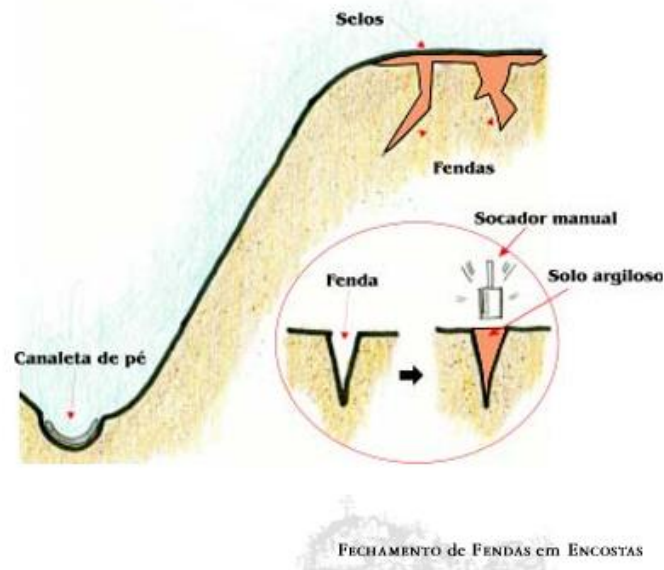
| Espécies Vegetais        | Elementos Definidores<br>( m ) |                                                       |                  |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
|                          | Altura                         | Circunferência do Tronco à Altura do Peito<br>( CAP ) | Diâmetro da Copa |
| Arbustos                 | 2,0 – 5,0                      | 0,2 – 0,35                                            | 1,5 – 3,0        |
| Arvoretas                | 2,5 – 6,0                      | 0,2 – 0,50                                            | 2,0 – 3,5        |
| Árvores de pequeno porte | < 6,0                          | 0,4 – 0,80                                            | < 5,0            |
| Árvores de médio porte   | 6,0 – 12,0                     | 0,7 – 1,75                                            | 5,0 – 10,0       |
| Árvores de grande porte  | > 12,0                         | 1,0 – 3,00                                            | 8,0 – 15,0       |



## Selagem de fendas com solo argiloso



FENDA de RUPTURA  
UR-10, Recife



O recobrimento da área da fenda com lonas plásticas reduz a infiltração direta de água através da fenda, porém, sem o redirecionamento das águas que se infiltram na superfície da encosta, representa uma solução tópica de pequeno efeito.

Usar, sempre que possível, solo argiloso, não expansivo e não orgânico, pelas suas propriedades impermeabilizantes, baixo custo e facilidade de aplicação.

## Revestimento com materiais artificiais

### *Revestimento com lonas sintéticas (PVC e outros materiais)*



Uso Generalizado de LONAS PLÁSTICAS DO INVERNO

É um revestimento utilizado largamente nos períodos de inverno, em caráter emergencial, nos morros da Região Metropolitana do Recife, embora sempre levante polêmicas quanto ao seu uso. Tem uma vida útil curta (semanas, a poucos meses), apresentando melhores resultados quando corretamente colocadas. Devem ser aplicadas antes da saturação da encosta, tendo um importante efeito na redução do volume da água infiltrada, reduzindo a ocorrência de acidentes. A permanência da lona após as chuvas impede a retomada do crescimento da vegetação sobre a encosta e a evaporação da água da encosta, devendo ser removida quando as condições de segurança permitirem.

## Recomendações:

- A encosta deve ser previamente preparada com roçagem, destocamento e remoção de arbustos, deixando apenas gramíneas e vegetação rasteira;
- Escavar no solo uma valeta de crista que funcionará como canaleta de borda e servirá para a fixação superior da lona;
- Recobrir a borda superior da lona com o solo escavado para a valeta, fixando-a com pontaletes (estacas de madeira com 30 a 40cm de comprimento), em intervalos máximos de 2 metros; as laterais das lonas também deverão fixadas com os pontaletes;
- Quando a altura da encosta ultrapassar as dimensões da lona, as partes deverão ser colocadas com, pelo menos, 1 metro de superposição, usando-se a lógica de escoamento contínuo em que a parte superior deve recobrir a parte inferior;

## Revestimento com geomanta e gramíneas



foto cedida pela empresa MACCAFERRI do Brasil Ltda (Recife)



foto cedida pela empresa MACCAFERRI do Brasil Ltda (Recife)



- A geomanta atua como proteção contra erosões superficiais provocadas pelo impacto das chuvas e fluxos superficiais durante o período de desenvolvimento e fixação dos vegetais;
- Constituída de materiais sintéticos que não degradam, tem a aparência de uma manta extremamente porosa que oferecem ancoragem adequada para as raízes após o crescimento da vegetação;
- Essa solução apresenta vantagem de utilização quando não se dispõe de tempo suficiente para a implantação da cobertura vegetal e/ou quando a inclinação do talude dificulta solução com o plantio de gramíneas.

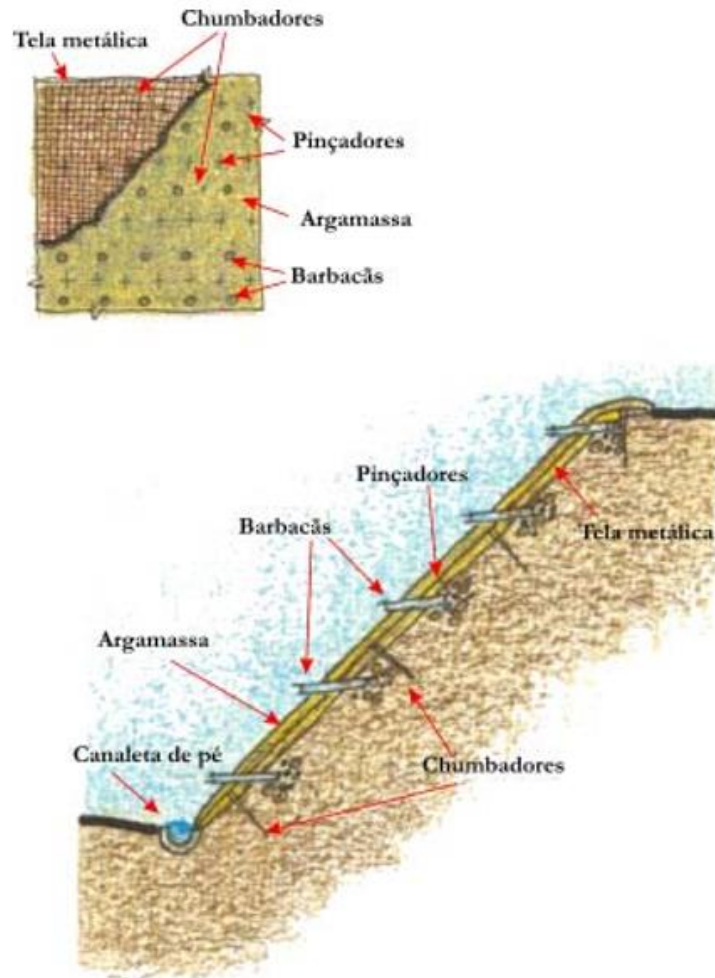
## Revestimento com tela argamassada



REVESTIMENTO COM TELA ARGAMASSA  
*Camaragibe*

A tela argamassada, para revestimento de taludes, consiste no preenchimento e revestimento de uma tela galvanizada, por uma argamassa de cimento Portland e areia, no traço 1:3.

ESQUEMA CONSTRUTIVO de REVESTIMENTO com TELA ARGAMASSADA  
*Adaptado de Cunha, 1991*

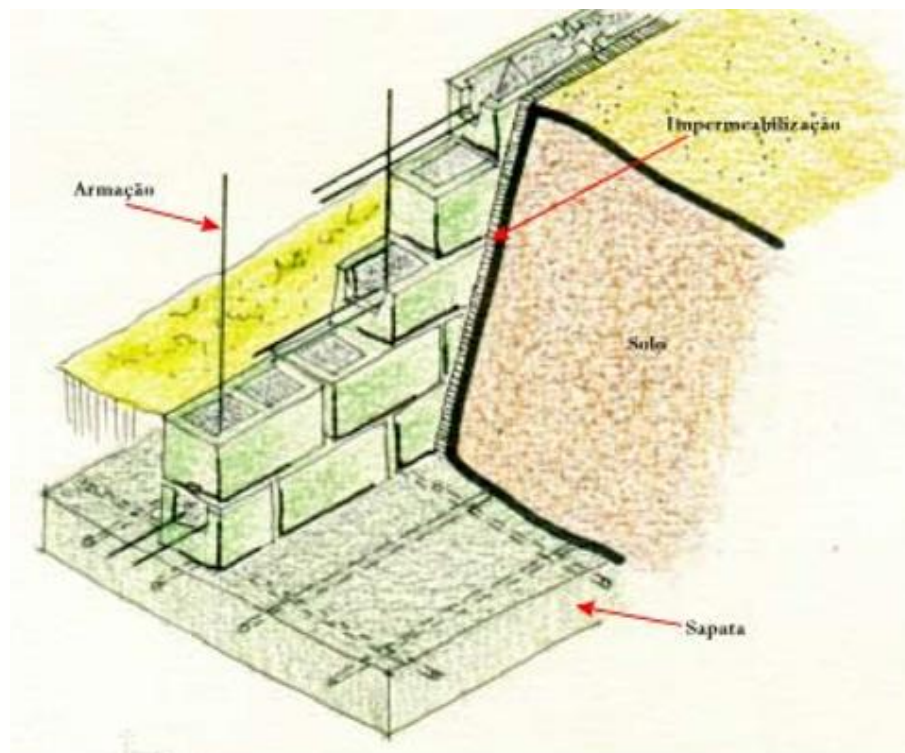


## Revestimento com tela argamassada

### Recomendações:

- Solos argilosos são mais adequados que os solos arenosos para receber as telas argamassadas, já que implicam maior retenção de umedecimento interno;
- Solos arenosos, cujo maior problema é a erosão, podem receber revestimento simples (cimentados, solo-cimento);

## Revestimento com muro de alvenaria armada



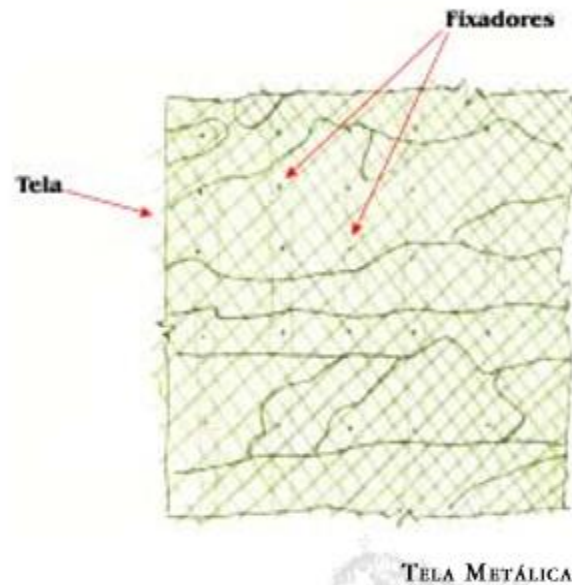
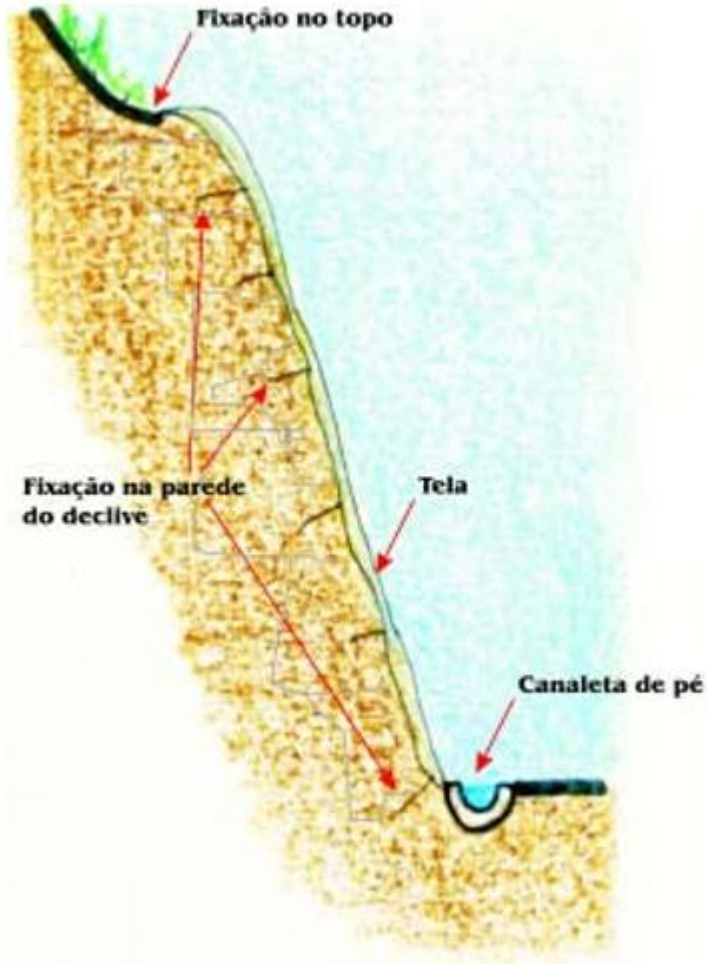
ESQUEMA do SISTEMA CONSTRUTIVO de MURO de ALVENARIA ARMADA  
*Adaptado de FIDEM, 2001a*

- O muro de alvenaria armada é um muro de flexão com funcionamento similar ao de concreto armado, formada por uma parede de alvenaria armada assentada com argamassa de cimento e areia (1:3), apoiada em uma base de concreto enterrada;
- A sua utilização é recomendada para alturas inferiores a 2 metros;
- Devem ser previstos dispositivos de drenagem constituídos por drenos de areia ou barbacãs, para reduzir a pressão da água sobre o muro e para aliviar as poropressões na estrutura de contenção, aumentando a vida útil da obra.



## Estabilização de Blocos

Retenção com tela metálica e tirantes



As telas são fixadas no topo da crista e na parede da encosta, com grampos de fixação distribuídos em intervalos regulares. A tela deve ser protegida da corrosão para garantir sua eficácia de proteção e aumentar sua vida útil.

## Estabilização de Blocos

### Remoção e Desmonte

Encostas em áreas de rochas cristalinas podem estar sujeitas à instabilização de blocos fraturados ou ao rolamento de matacões.

O clima quente e úmido de uma certa região favorece à decomposição química gradual da rocha, de fora para dentro, e com maior intensidade ao longo das fraturas. Desse modo é pouco provável a ocorrência de encostas naturais em rochas cristalinas que preservem blocos angulosos: a tendência é o seu arredondamento, formando os matacões que se posicionam nas camadas mais superficiais dos solos.

A remoção é indicada quando esses blocos ameaçam moradias ou rodovias, devendo ser executada com equipamento adequado para evitar acidentes durante a remoção.

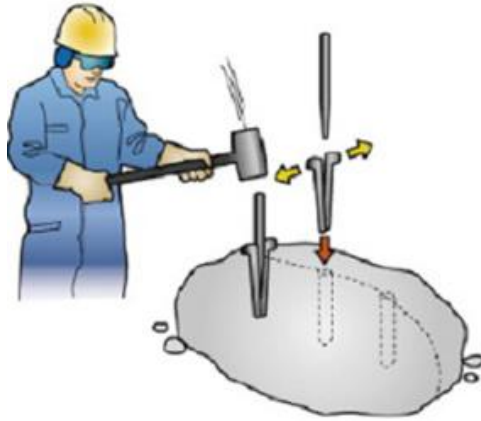
## Tela de Proteção



Fonte: GEOBRUG



## Argamassa expansiva



Fonte: Gouvêa&Gouvêa



## Cunhas

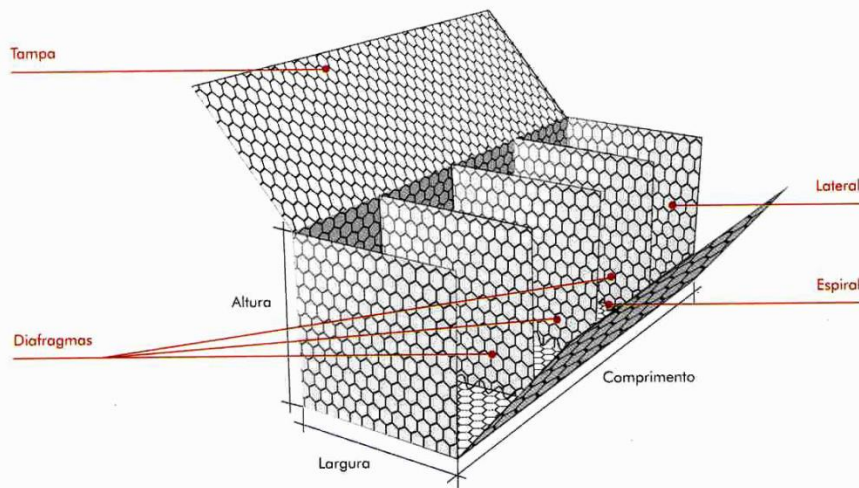


## Martelo pneumático

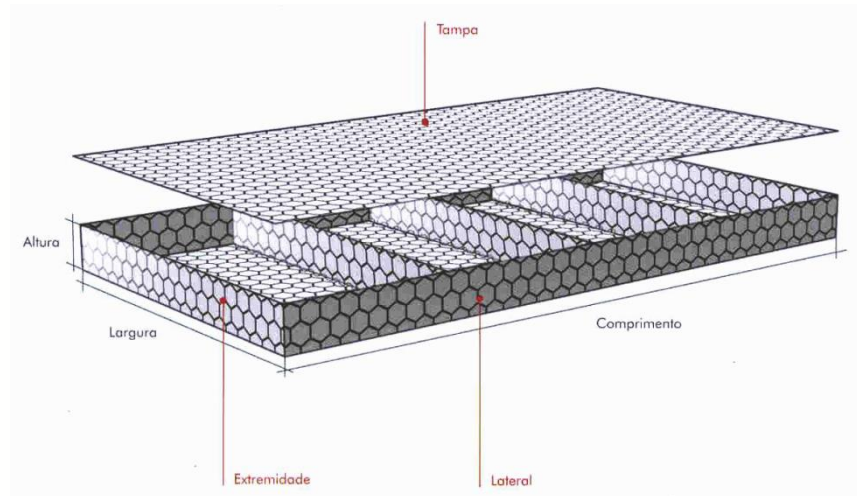


Fonte: Gouvêa&Gouvêa

## Gabião-caixa



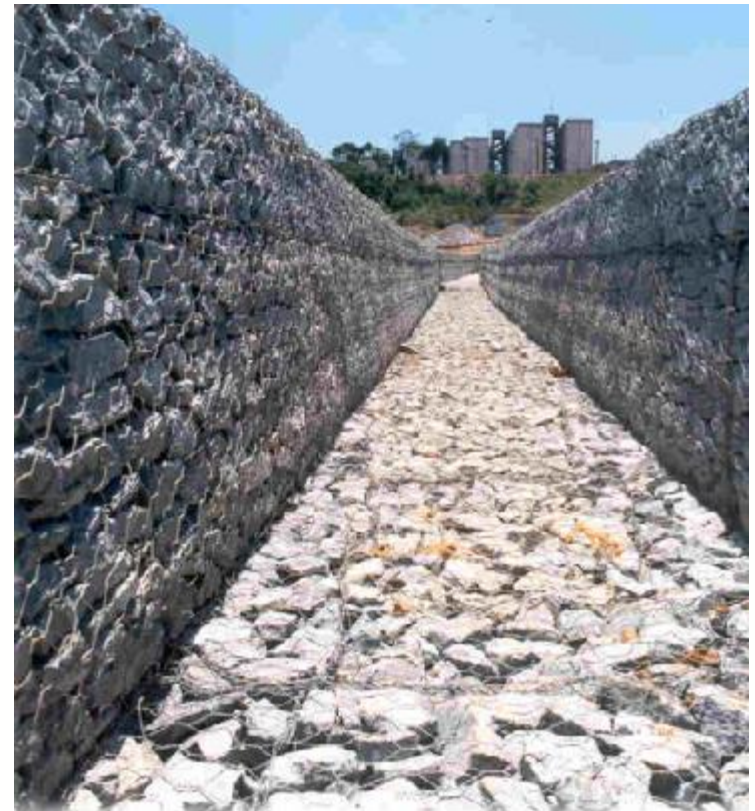
## Gabião-colchão







Gabião tipo-caixa



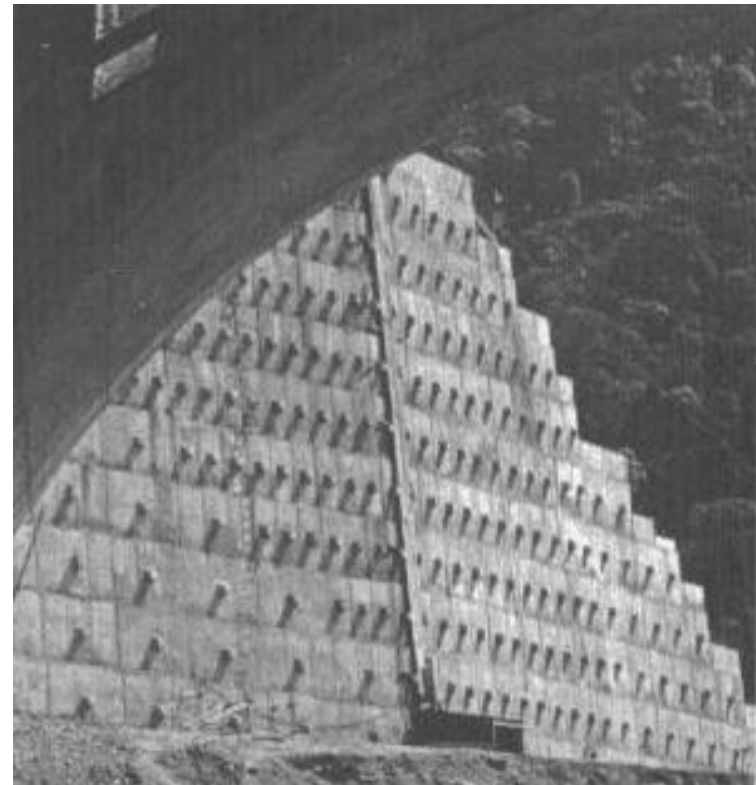
Gabião tipo-colchão

## Muro de pedra arrumada em gaiola metálica - Gabião





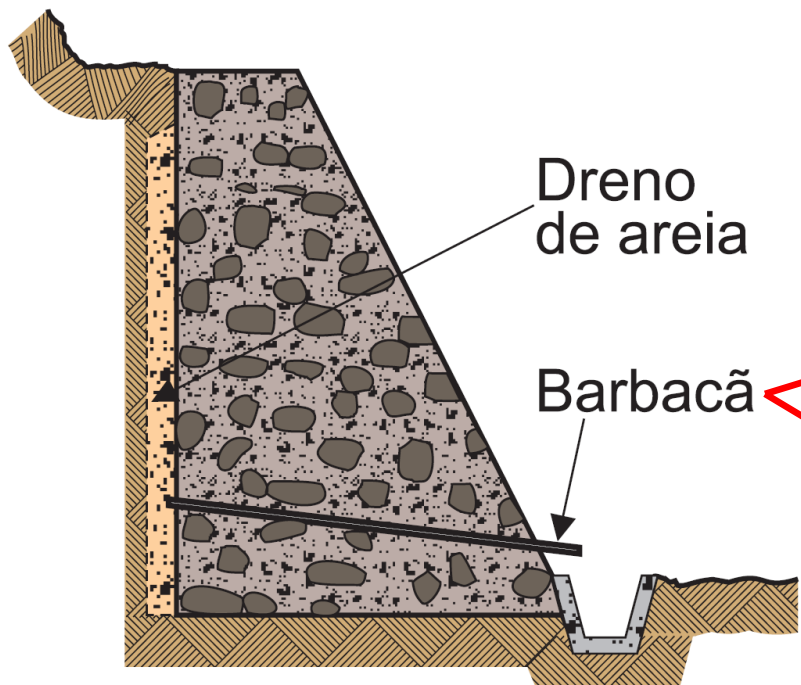
## Cortina atirantada



Fonte: Hachich et al 1998

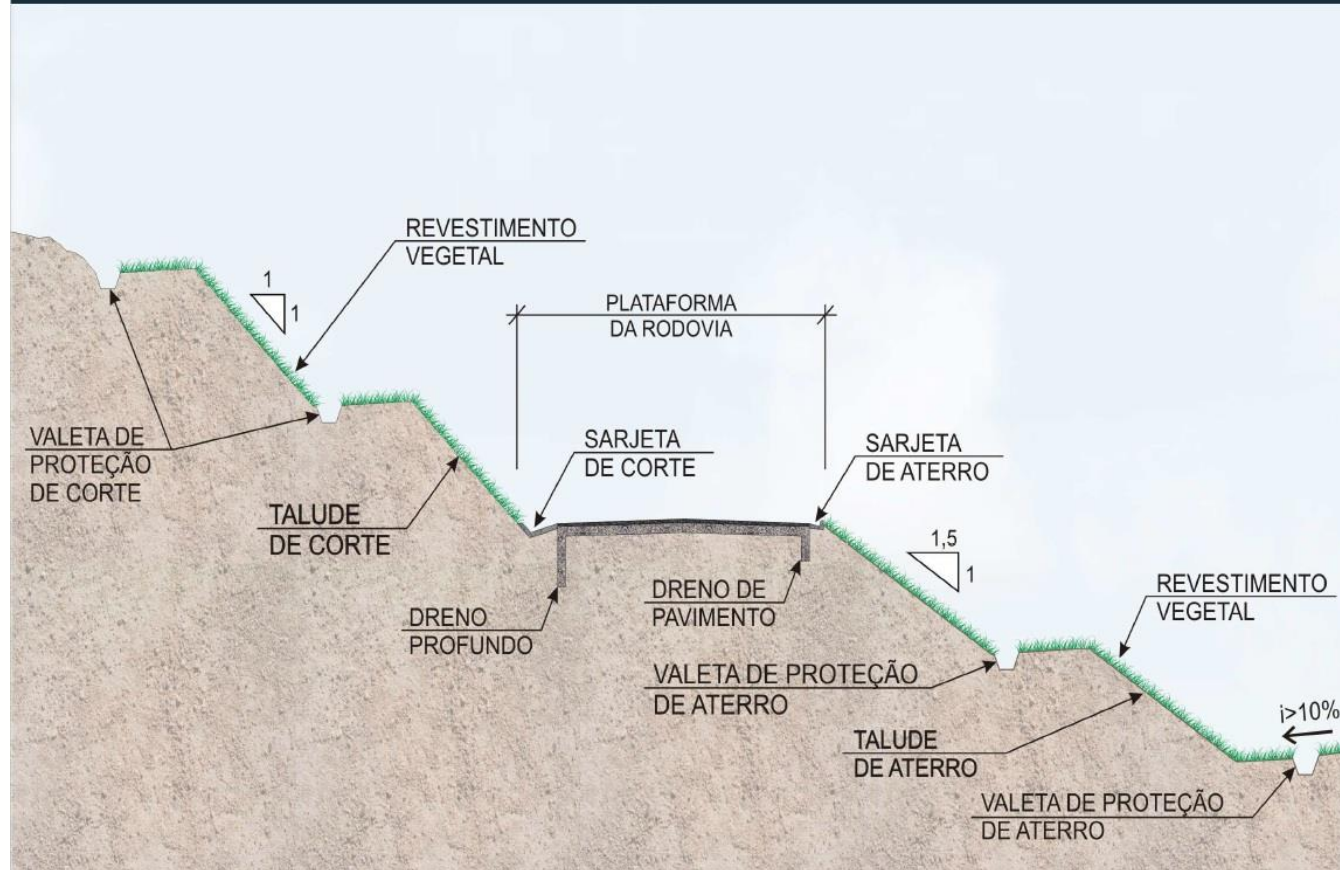
## Muro de concreto ciclópico

### Barbaças



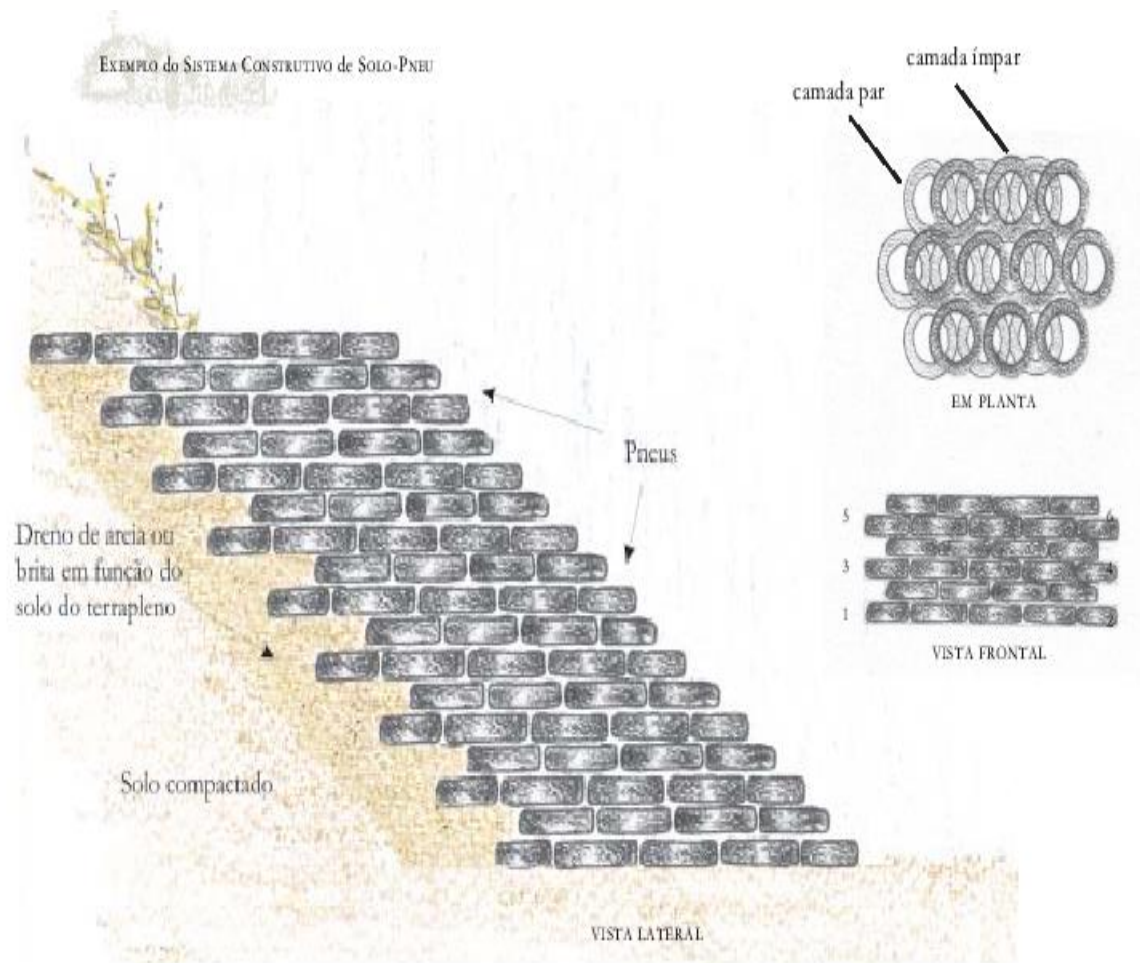


## Sistema de drenagem





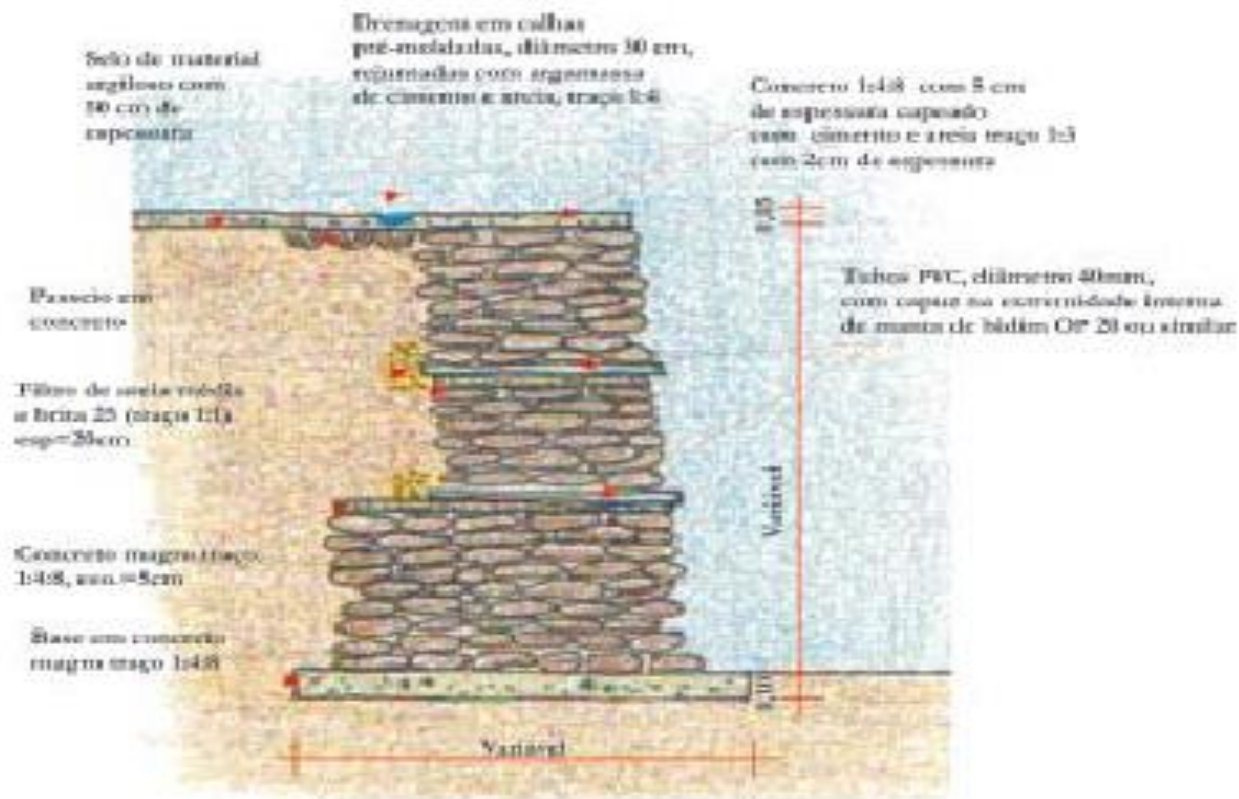
## Contenção com pneus



## Solo cimento-ensacado

ESQUEMA DO SISTEMA CONSTRUTIVO de MURO de SOLO-ÇIMENTO ENSACADO

*Adaptado de FIDEM, 2001a*





Curva do Saldanha  
Vitória - ES – Maio/2014



# COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



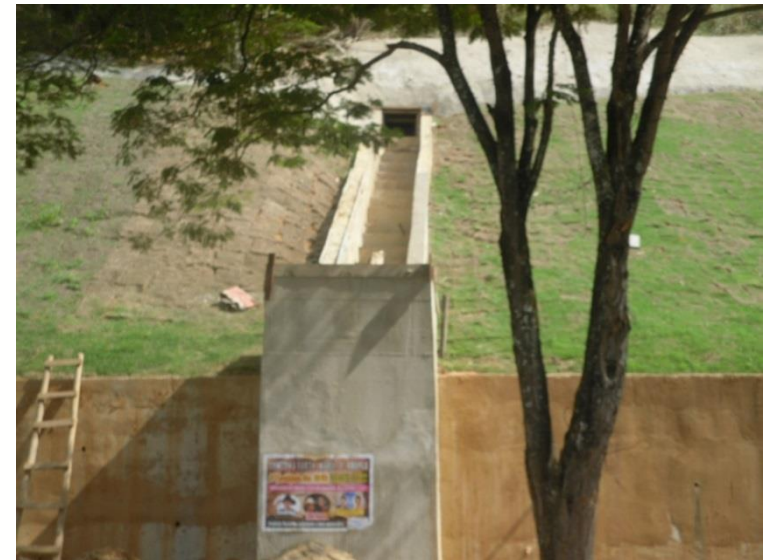
Pancas/ES – Setembro/2007



# COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



Estabilização de talude em solo –  
Ibiraçu/ES – Maio/2014







Estabilização de bloco rochoso  
Morro da Boa Vista – Vila Velha/ES – Jun/2017



# COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



Estabilização de talude c/Geomanta  
Sotelândia - Cariacica/ES – Feb/2015



Estabilização de talude c/Geomanta  
Zona Rural de Marataízes/ES – Maio/2017







Estabilização de talude c/Geomanta  
Bandeirantes - Cariacica/ES –  
Mar/2015





# COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



Contenções ao longo da Rodovia Sta Maria x Sta Leopoldina/ES - Out/2014



# COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL



Concreto projetado  
Serra/ES – Julho/2016



Retaludamento  
Anchieta/ES – Mar/2015







Estrada BR 262 x Vila Bethânia  
Viana/ES – Mar/2015



Obrigado pela atenção e boa sorte no desempenho de suas atividades!

**Roney Gomes Nascimento – Eng.º Civil**  
**Gerente de Operações**  
**(27)-999031694**  
**engroney@gmail.com**

**CEPDEC / CBMES**  
**(27)-31943696 / Gerência de Operações**  
**defesacivil@bombeiros.es.gov.br**  
**www.defesacivil.es.gov.br**