



Estabilização de taludes





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 retaludamento, 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	Gramíneas
			Vegetação arbórea (<i>mata</i>)	Grama armada com geossintético
		Materiais artificiais	Selagem de fendas com solo argiloso	Vegetação arbórea (<i>mata</i>)
			Canaleta de borda, de pé e de descida (<i>ver caps. 10 e 13</i>)	Selagem de fendas com solo argiloso
			Cimentado	Canaleta de borda, de pé e de descida (<i>ver caps. 10 e 13</i>)
			Geomanta e gramíneas	Cimentado
			Geocélula e solo compactado	Geomanta e gramíneas
			Tela argamassada	Geocélula e solo compactado
Pano de pedra ou lajota	Tela argamassada			
Alvenaria armada	Pano de pedra ou lajota			
Asfalto ou polietileno	Alvenaria armada			
Estabilização de blocos	Retenção	Lonas sintéticas (<i>pxc e outros materiais</i>)	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>)	
		Concreto	Alvenaria de pedra (<i>com rejunte</i>)	
		Gabião	Concreto armado	
		Bloco de concreto articulado	Concreto ciclópico	
		Solo-pneu	Gabião-caixa	
	Outras soluções de contenção	Terra armada	Bloco de concreto articulado (<i>pré-moldado encaixado sem rejunte</i>)	Placa pré-moldada de concreto, ancoragem metálica ou geossintética
		Micro-ancoragem	Solo-pneu	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%	00° 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



RECUOS MÍNIMOS ENTRE a EDIFICAÇÃO e os TALUDES

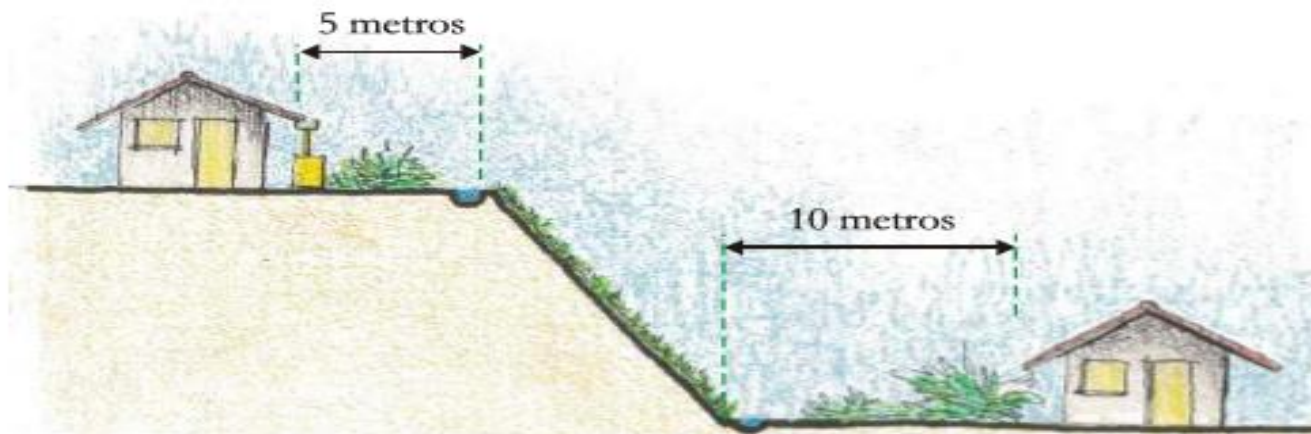
Embora cada situação exija análise técnica para definir o projeto de intervenção, de um modo geral os seguintes limites devem ser observados:

- 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.



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

TIPOS de RAÍZES
Mesquita, 1996



sistema radicular pivotante profundo



sistema radicular superficial

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

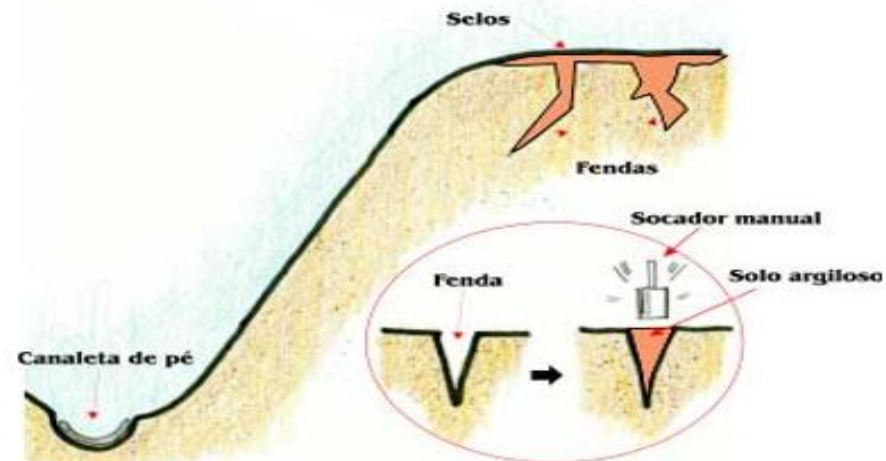
ÁRVORE na BORDA do TALUDE

Espécies Vegetais	Elementos Definidores (m)		
	Altura	Circunferência do Tronco à Altura do Peito (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



FECHAMENTO de FENDAS em ENCOSTAS

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 ser 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.





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



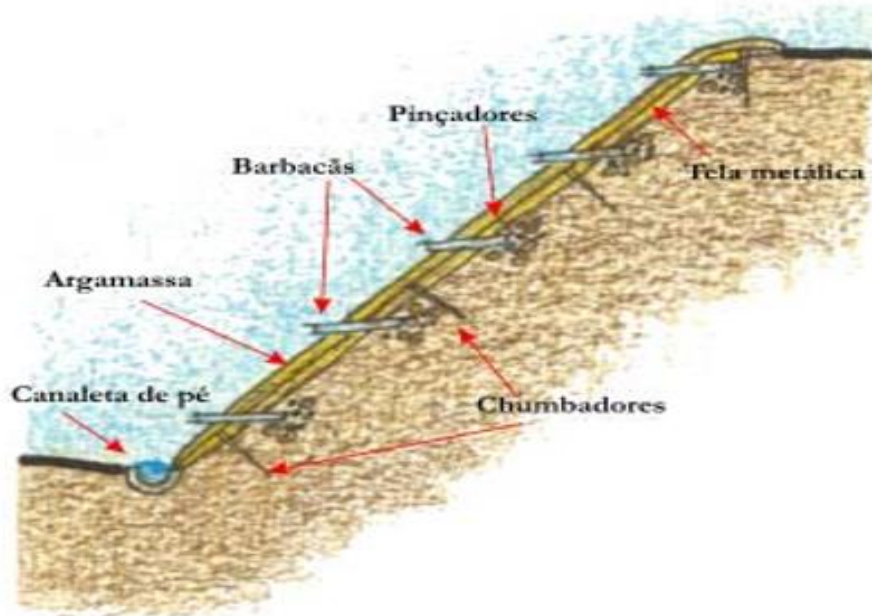
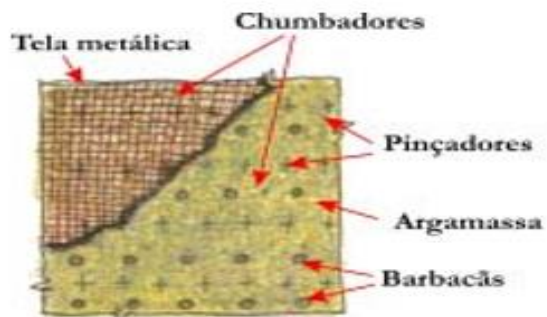
Revestimento com tela argamassada



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

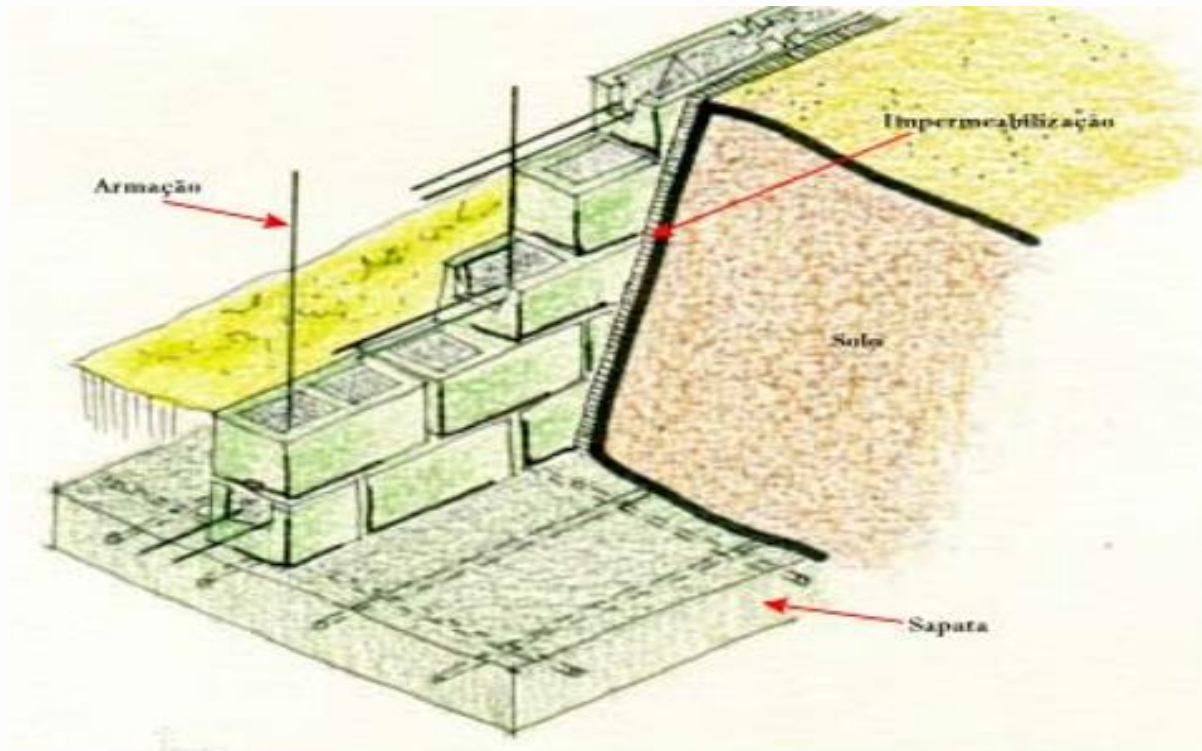


Revestimento com tela argamassada

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

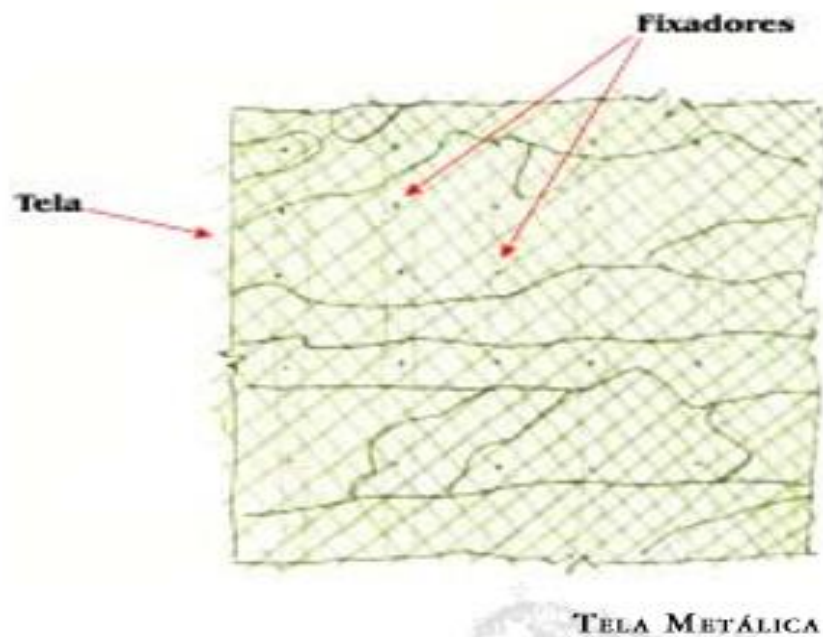
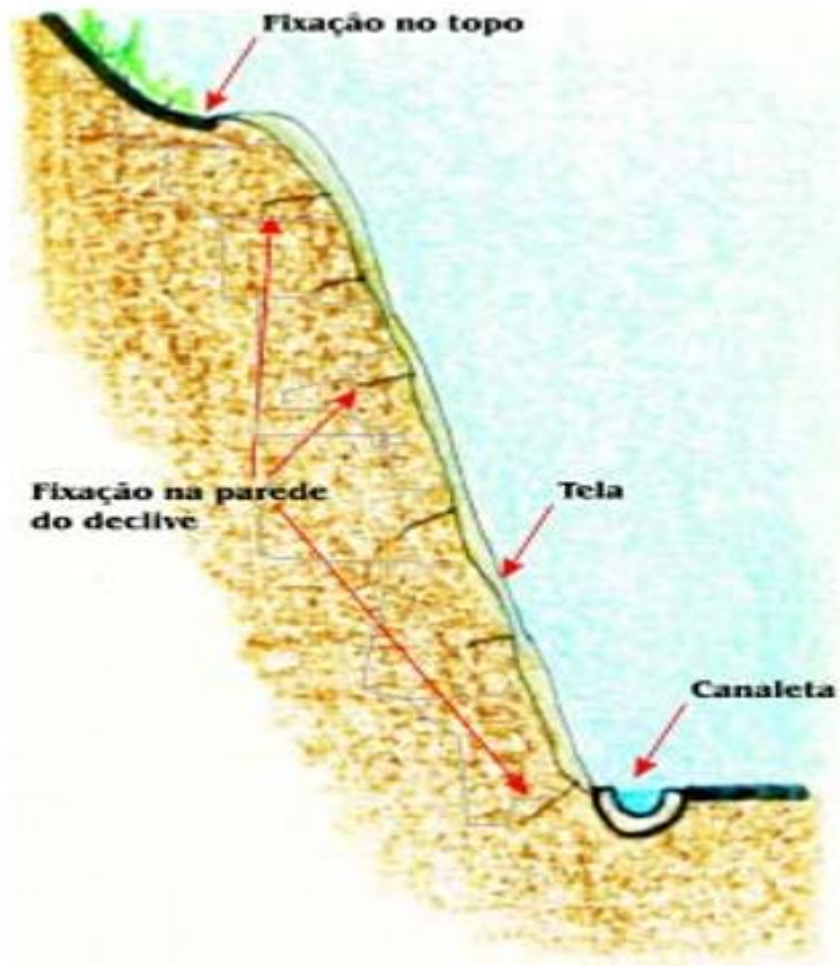


ESQUEMA do SISTEMA CONSTRUTIVO de MURO de ALVENARIA ARMADA
Adaptado de FIDEM, 2001a

- 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

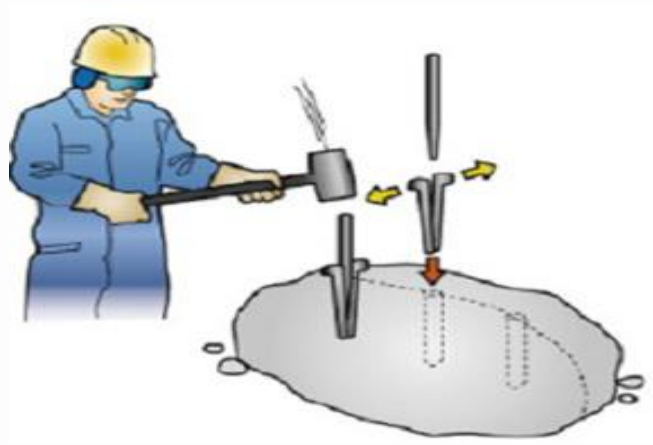


Fonte: GEOBRUG



ESESP - Escola de
Serviço Público
do Espírito Santo

Argamassa expansiva



Fonte: Gouvêa&Gouvêa

Cunhas

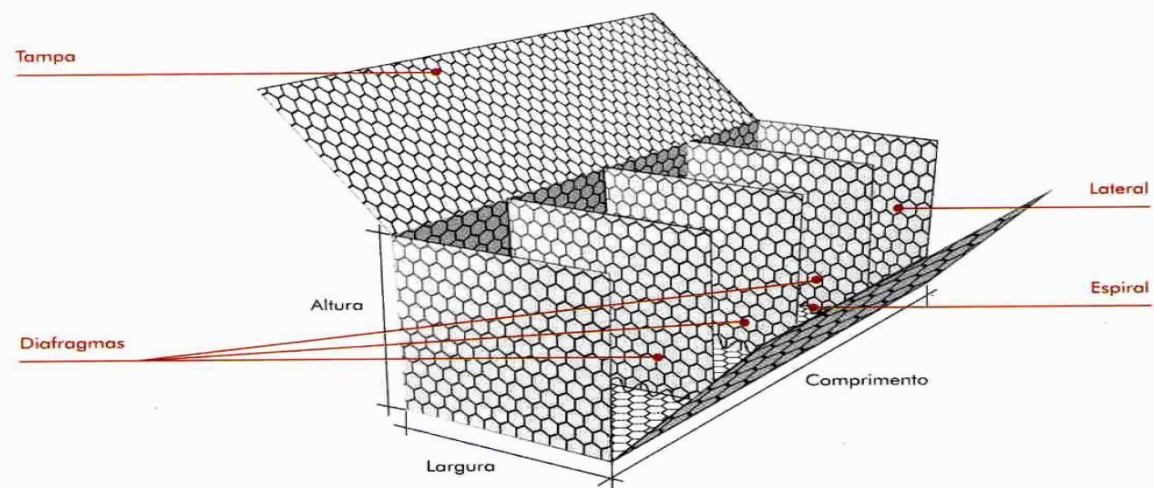


Martelo pneumático

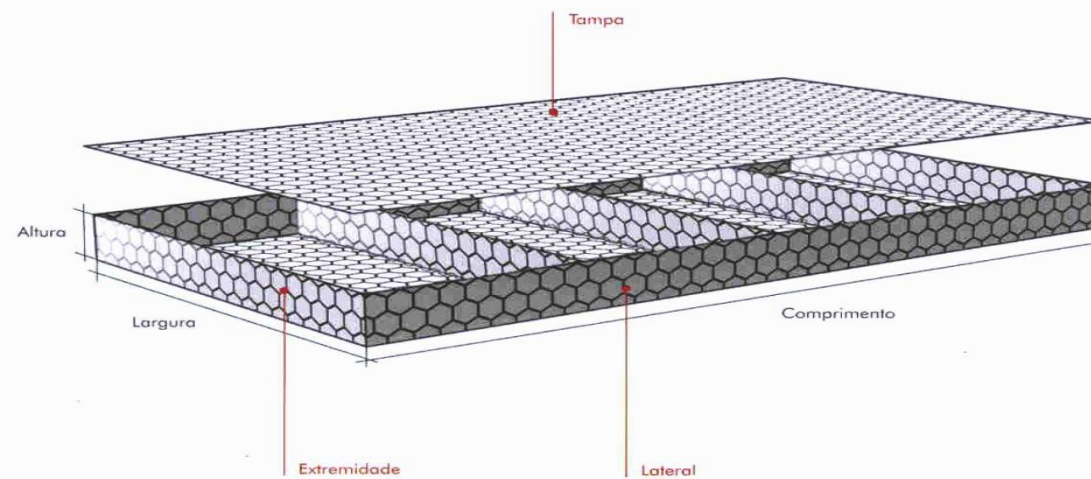


Fonte: Gouvêa&Gouvêa

Gabião-caixa



Gabião-colchão



Fonte: Incotep



Gabião tipo-colchão

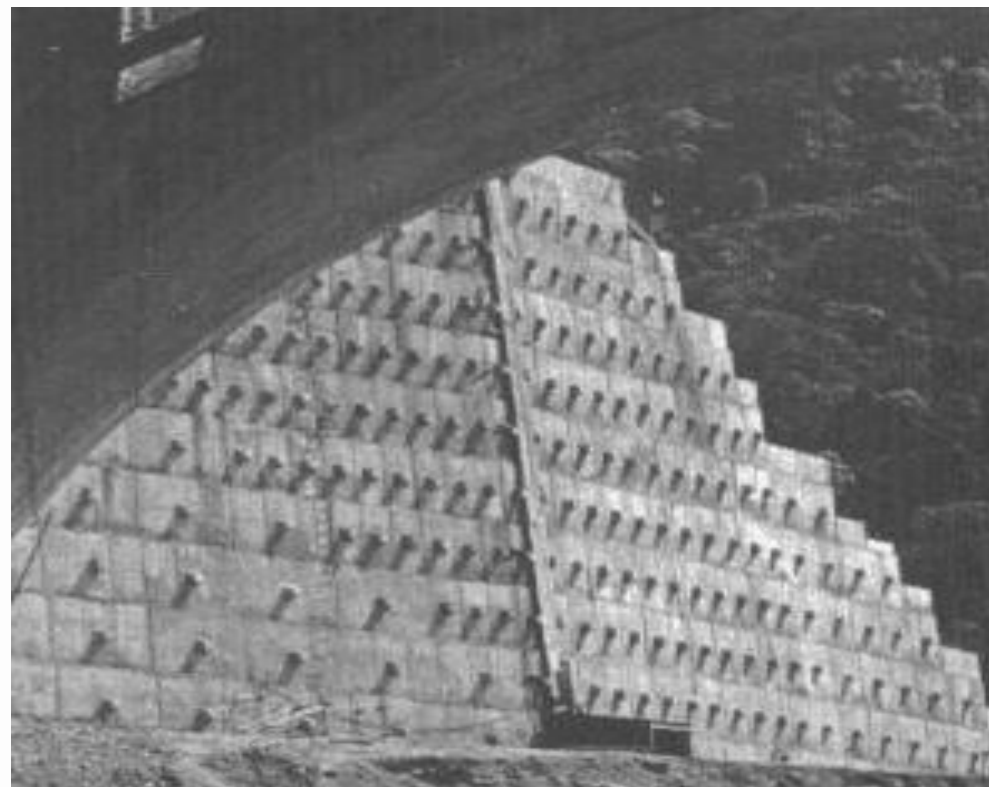
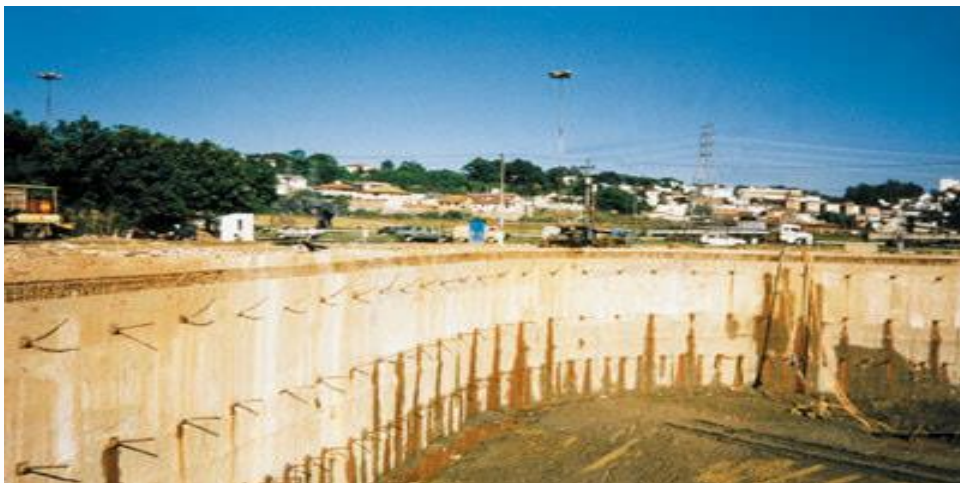
Gabião tipo-caixa



Muro de pedra arrumada em gaiola metálica - Gabião



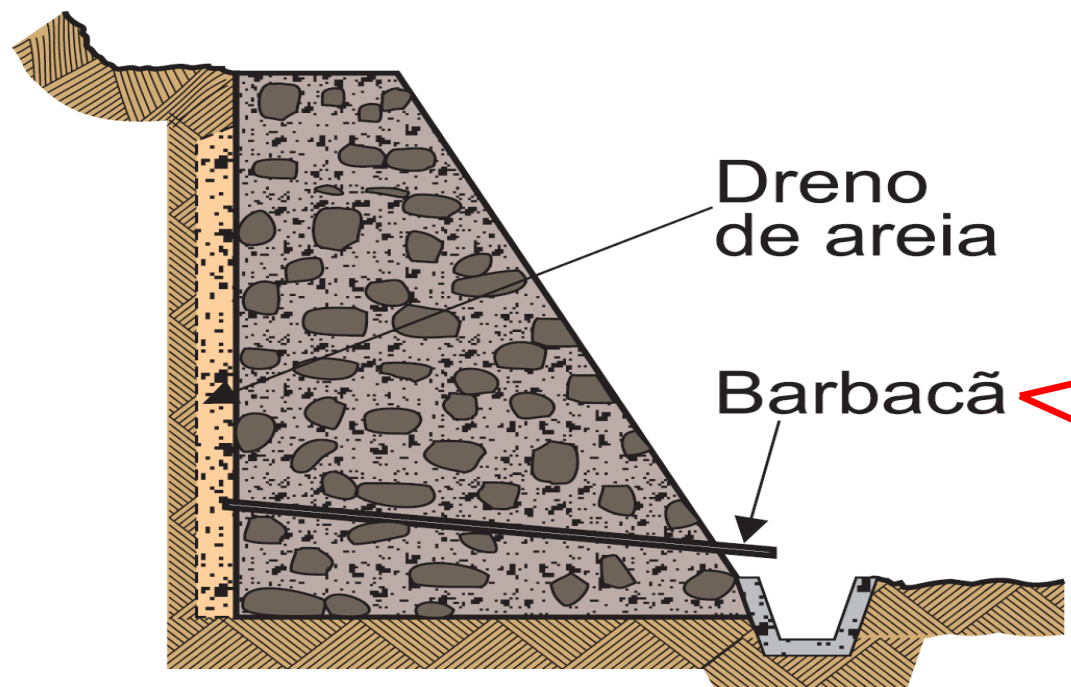
Cortina atirantada



Fonte: Hachich et al 1998

Muro de concreto ciclópico

Barbacãs



Sistema de drenagem









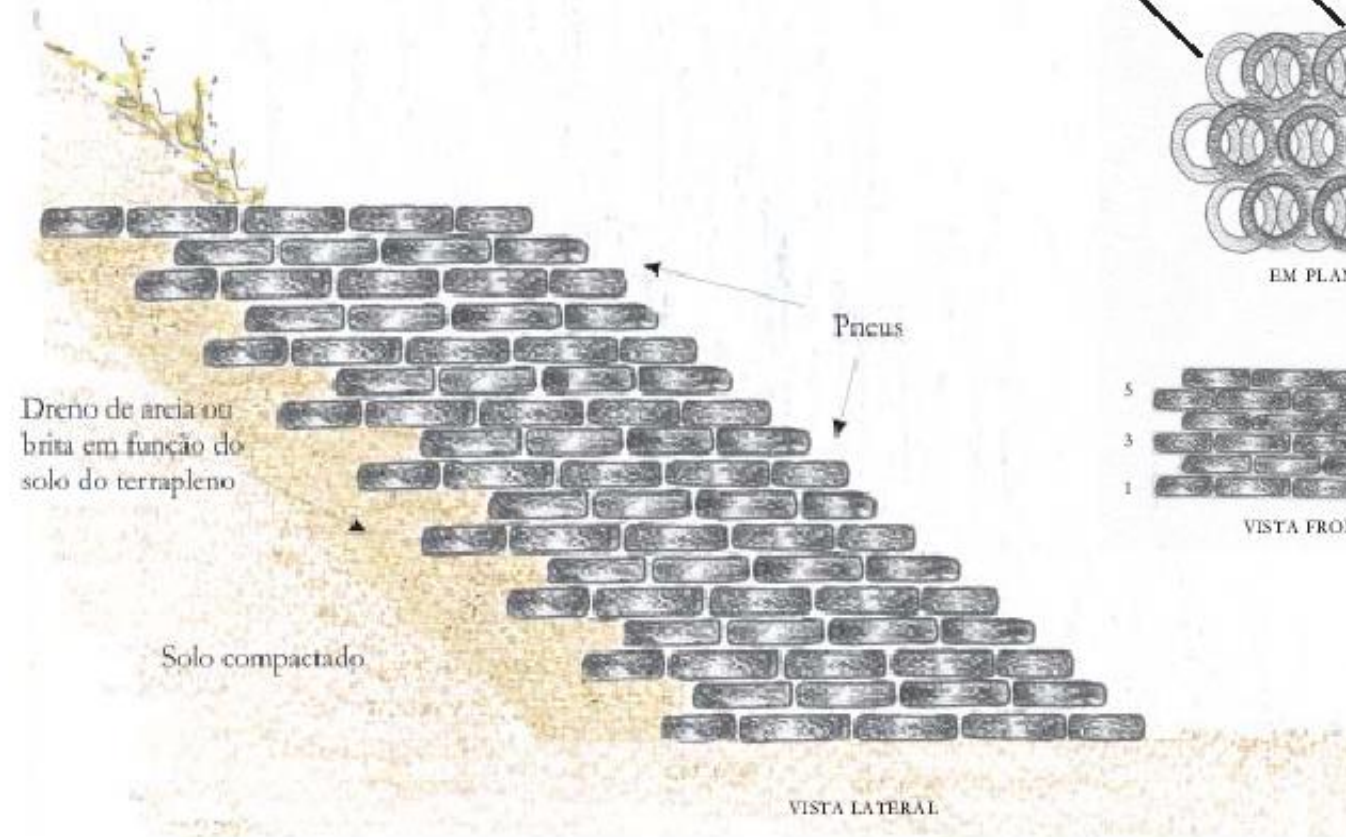


Estabilização de talude c/Geomanta
Bandeirantes - Cariacica/ES – Mar/2015



Contenção com pneus

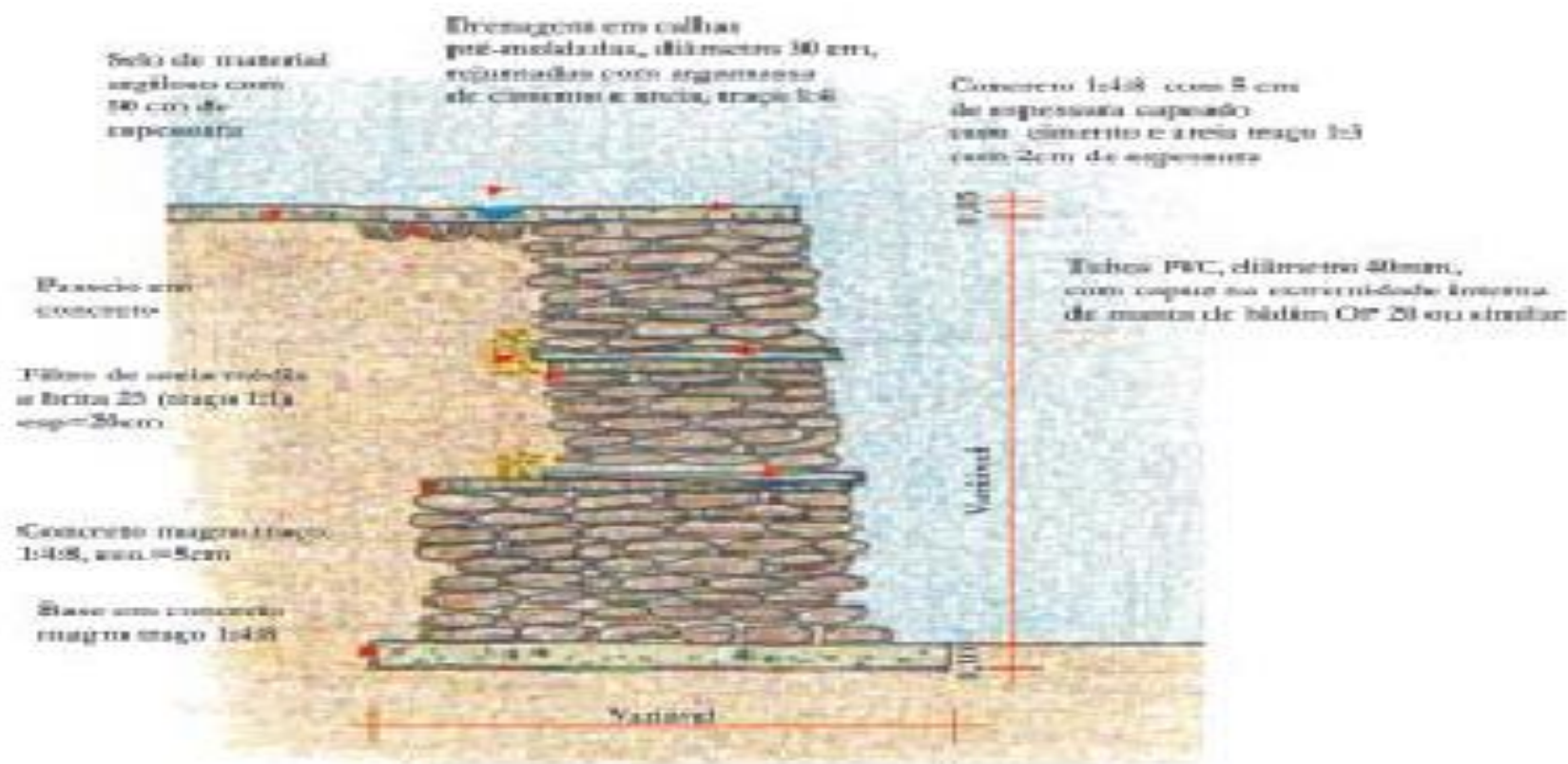
EXEMPLO do SISTEMA CONSTRUTIVO de SOLO-PNEU



Solo cimento-ensacado

ESQUEMA DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE MURO DE SOLO-CIMENTO ENSACADO

Adaptado de FIDEM, 2001a





Curva do Saldanha
Vitória - ES – Maio/2014



Pancas/ES – Setembro/2007



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

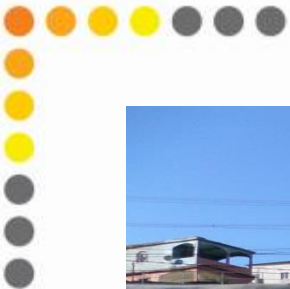




Estabilização de bloco rochoso
Morro da Boa Vista – Vila Velha/ES – Jun/2017



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



Concreto projetado
Serra/ES – Julho/2016





Retaludamento Anchieta/ES – Mar/2015





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





Considerações Finais

- É para isso que a Defesa Civil existe, para **Prevenir**, **Mitigar** os riscos, **Preparar** a comunidade e mobilizar os órgãos competentes em caso de alertas, dar a **Resposta** na hora certa e ajudar na **Reconstrução** quando necessário e em caráter emergencial.





Roney Gomes Nascimento – Eng.º Civil
Gerente de Operações

(27)-999031694 (Particular)

(27)-992523696 (institucional)

engroney@gmail.com

roney.nascimento@bombeiros.es.gov.br

CEPDEC / CBMES

(27)-31943698 / Gerência de Operações

defesacivil@bombeiros.es.gov.br

www.defesacivil.es.gov.br





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

