

Nº 178977

Medidas estruturais: concepção de obras

Luiz Antonio Goes

*Palestra apresentada no Curso de
Capacitação para o mapeamento e
gerenciamento de áreas de risco, Mogi
das Cruzes. 84 slides.*

A série "Comunicação Técnica" compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO

CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA O MAPEAMENTO E GERENCIAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

AULA : MEDIDAS ESTRUTURAIS – CONCEPÇÃO DE OBRAS



PREFEITURA DE
MOGI DAS CRUZES



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

TIPOLOGIA DA OBRA PARA ESTABILIZAÇÃO

- Para cada tipo de comportamento **geológico-geotécnico** deve ser escolhido o método que preferencialmente, traga os seguintes benefícios:
 1. Maior **efetividade** na estabilidade ao longo de um período de tempo pré-determinado (vida útil da obra)
 2. Facilidade na execução e manutenção
 3. Tenha o menor custo

TIPOLOGIA DA OBRA PARA ESTABILIZAÇÃO

Para a escolha do método de intervenção por obras deve-se considerar:

1. Condições hidrológicas e hidrogeológicas do local (entorno)
2. Tipo de material geológico (solo e rochas com suas características físico químicas e mecânicas)
3. Desenvolver um projeto que inclua a proteção da área contra infiltração, erosão e processos intempéricos
4. Adoção do método de contenção menos invasiva (evitar escavação/movimentos de terra e rocha)
5. Escolha do método e tecnologia que não seja vulnerável a ação de vandalismo.

TÉCNICAS DE CONTENÇÃO EMERGENCIAIS

As **avaliações expeditas** feitas em vistorias de campo têm o propósito de agrupar duas situações claramente:

1. Áreas que apresentam risco aos moradores/usuários
2. Áreas em que embora apresentem perigos/ameaças, não há risco

EMERGÊNCIA

- Ações visando a estabilização das estruturas e mitigação do risco da situação remanescente pós-ruptura do talude ou a queda de blocos rochosos

TÉCNICAS DE CONTENÇÃO EMERGENCIAIS PÓS-RUPTURA DO TALUDE

1. Reforço de base com cascalhos ou rachão
2. Impermeabilização contra águas pluviais na superfície do talude de solo
3. Paliçadas de madeira com telas de alambrado
4. Desvio das águas superficiais de cotas superiores com canaletas tipo **meia cana** (pré-fabricada ou moldada no local)
5. Suspensão por cabos de aço
6. Escavação de berços (escavações no terreno para acomodar quedas de blocos e os materiais escorregados)

TÉCNICAS DE CONTENÇÃO EMERGENCIAIS POS RUPTURA DO TALUDE



Proteção provisória do talude
- impermeabilização (lonas)

Paliçadas de madeira



Canaletas de drenagem
(meia cana – pre
fabricada)

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DAS CIDADES SECRETARIA NACIONAL DE ACESSIBILIDADE E PROGRAMAS URBANOS

- **MANUAL PARA APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS**
- Programa 2040 – GESTÃO DE RISCOS E RESPOSTA A DESASTRES
- Ação 8865 - Apoio ao Planejamento e Execução de Obras de Contenção de Encostas em Áreas Urbanas
- Definição sobre as **MEDIDAS ESTRUTURAIS**

ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICOS DE ENGENHARIA PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

10.2.2. Os projetos relacionados na proposta deverão ser desenvolvidos para áreas de **Risco Alto (R3) ou Muito Alto (R4)**, conforme critérios de mapeamento de riscos do Ministério das Cidades

- Projetos básicos de engenharia que visem desenvolver soluções para a estabilização de taludes com riscos de deslizamentos e considerem a concepção de **soluções de baixo custo**

INTERVENÇÃO MÍNIMA

10.2.4. A elaboração de **projetos básicos** deverá contemplar, no mínimo, os seguintes aspectos:

- a) estabilização, contenção ou proteção de taludes de solo ou rocha
- b) drenagem de águas pluviais, compreendendo inclusive o lançamento final em valas, córregos ou galerias

11- A MODALIDADE EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONTENÇÃO DE TALUDES

- Intervenções estruturais voltadas à **prevenção de deslizamentos em encostas, rupturas de taludes ou fenômenos erosivos**, causadores de condições de insegurança para pessoas, bens materiais e propriedades particulares e públicas
- As intervenções estruturais consistem de **obras de estabilização de processos de movimentos de massa**, como deslizamentos de solo ou rocha, erosão, corridas de massa, etc.
- Incluídos os retaludamentos, **estruturas de contenção, drenagem profunda, drenagem superficial e obras correlatas**

OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES EM SOLO

a) Retaludamento - Corte e/ou Aterro

b) Muros de Gravidade

c) Muros e Cortinas de Flexão

d) Muros e Cortinas Atirantadas

e) Estruturas de Solo Reforçado

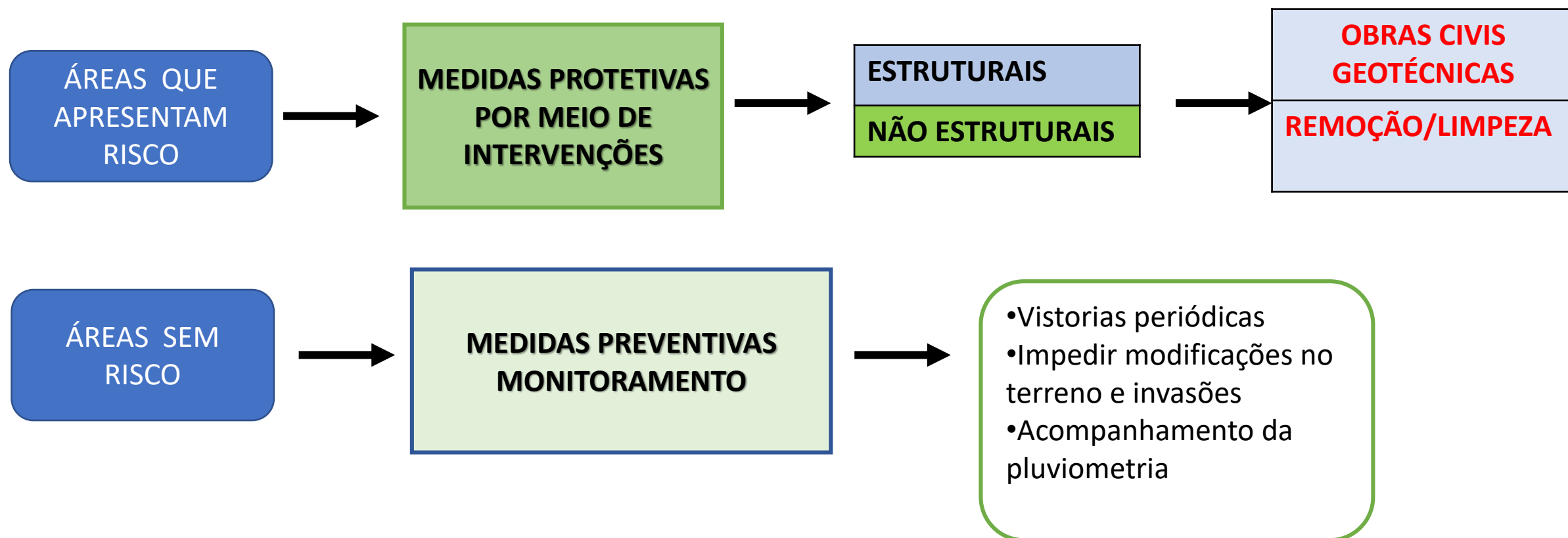
f) Obras de Proteção Superficial

g) Obras de Drenagem Superficial e/ou Profunda

h) Obras de Estabilização De Taludes em Rocha

i) Desmonte e Remoção de Blocos de Rocha

CONDIÇÃO APRESENTADA PELA ÁREA OCUPADA



OBRAS SEM CONTENÇÃO

Retaludamento



Cortes e/ou aterros

**Proteção
superficial**



Materiais de reforço, proteção do terreno e impermeabilização

- Asfalto
- Canaletas de drenagem e drenos
- Cimentado
- Geossintético
- Gramíneas
- Lonas PAD;PVC
- Tela argamassada

**Estabilização
de blocos
rochosos**



Desmonte
Retenção por barreiras e/ou telas
Atirantamento com ou sem estrutura de concreto
Drenos (barbacãs)

OBRAS COM CONTENÇÃO

Muro de arrimo



- Solo cimento ensacado
- Pedra seca
- Alvenaria de pedra
- Concreto armado ou ciclópico
- Gabião
- Contrafortes; Grelhas
- Pilares

**Outras
soluções**



Terra armada
Solo reforçado com geossintético

**Contenção
de massas rompida**



Cortina vegetal
Muros de proteção (muros de
espera)

TÉCNICAS DE ESTABILIZAÇÃO- ESCAVAÇÃO/REMOÇÃO

Para eliminar o risco, caso o problema esteja restrito a blocos rochosos devidamente identificados como instáveis, pode-se executar sua remoção ou sua fragmentação em dimensões menores

- Cantaria
- Métodos de desmonte por explosivos convencionais e plásticos;
- Argamassas ou lamas expansivas;
- Pólvora negra;
- Boulder buster;
- Expansão mecânica - Darda; e
- Derrubada por alavancas (manual)

TÉCNICAS DE ESTABILIZAÇÃO – SISTEMAS DE PROTEÇÃO

Uma outra alternativa que minimiza intervenções como escavação e instalações de obras de grande porte, são os sistemas de proteção:

1. Telas de proteção
2. Telas de amortecimento
3. Barreiras e cercas (alambrado)
5. Telas para quedas de blocos

MEDIDAS ESTRUTURAIS

Além das obras específicas para estabilização, outras obras complementam as medidas estruturais:

- Serviços de limpeza e recuperação
- Obras de drenagem de subsuperfície
- Obras de terraplenagem de médio a grande porte
- Remoção de moradias

OBRAS DE DRENAGEM POR CANALETAS



DRENAGEM POR CANALETAS E ESCADAS HIDRÁULICAS



ESTRUTURA PARA ESTABILIZAÇÃO DO BLOCO ROCHOSO



PROTEÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DE TALUDES POR ARGAMASSA COM OU SEM TELA



CANALIZAÇÃO DE CÓRREGOS POR ESTRUTURAS DE GRAVIDADE (GABIÕES)



TERRA ARMADA PARA ESTABILIZAÇÃO DE ATERRO

- Regularização de terreno com Terra Armada



ESCADAS HIDRÁULICAS PARA DESLOCAMENTO DE CONCENTRAÇÃO DE ÁGUA NA CRISTA DO TALUDE



MUROS DE ARRIMO

- Trata se de uma estrutura volumétrica formada por blocos destinada a estabilizar encostas junto às edificações nas áreas urbanas, pontes, estradas ou ruas
- Podem ser constituídos de paredes verticais ou quase verticais, sendo apoiados numa fundação rasa ou profunda

Podem ser classificados como:

- Muros de gravidade
- Muros de concreto armado
- Muros de concreto protendido

MUROS OU BARREIRAS DE PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS DE LASCAS OU BLOCOS DE MENOR DIMENSÃO



DESMONTE DE ROCHA POR EXPANSIVOS - REMOÇÃO



DESMONTE MECÂNICO E POR ONDA DE CHOQUE



RETALUDAMENTO E DESMONTE POR EXPANSIVOS



Retaludamento de
talude rochosos



MURO DE PEDRA – ALVENARIA – PEDRA SECA



TIRANTES PASSIVOS – ANCORAGEM NO SOLO



PROTEÇÃO CONTRA QUEDA POR TELAS DE ALTA RESISTÊNCIA

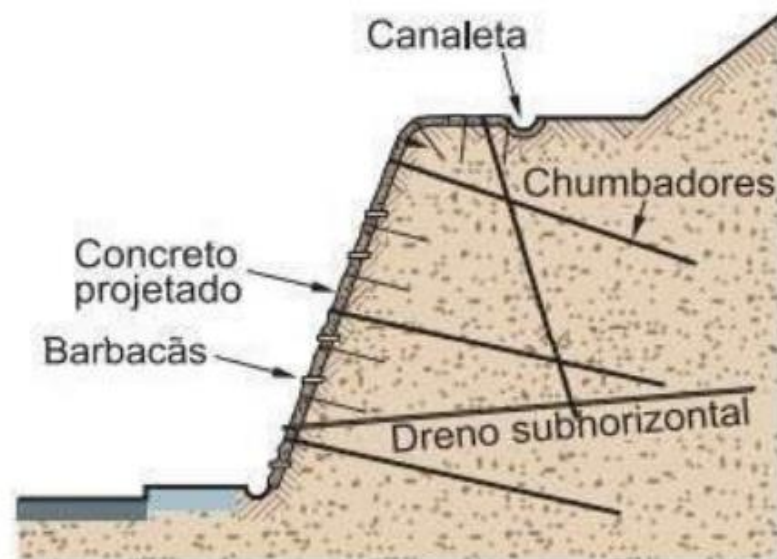


MUROS DE ESPERA/MUROS DE SEGURANÇA

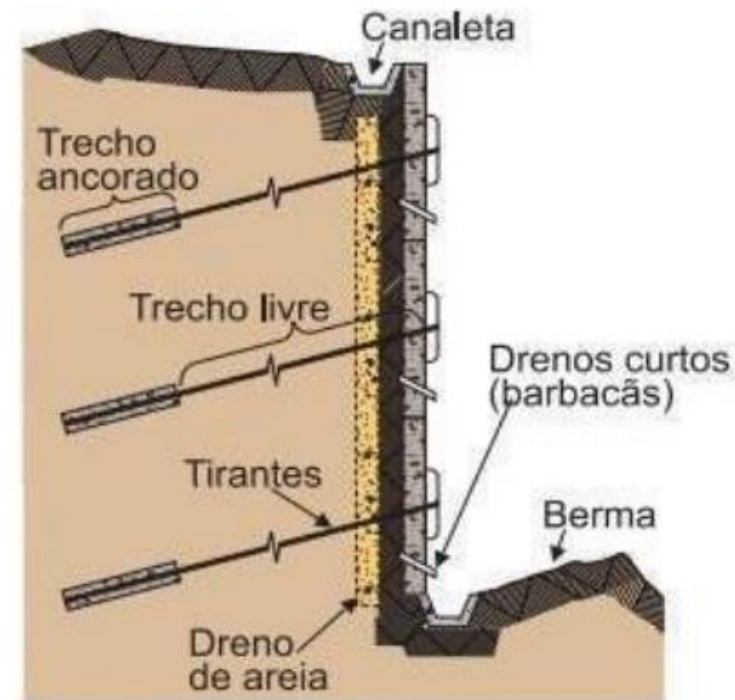


ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES COM TIRANTES

Solo grampeado



Cortina atirantada



Fonte: Talus Engenharia (2020)

ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES COM TIRANTES

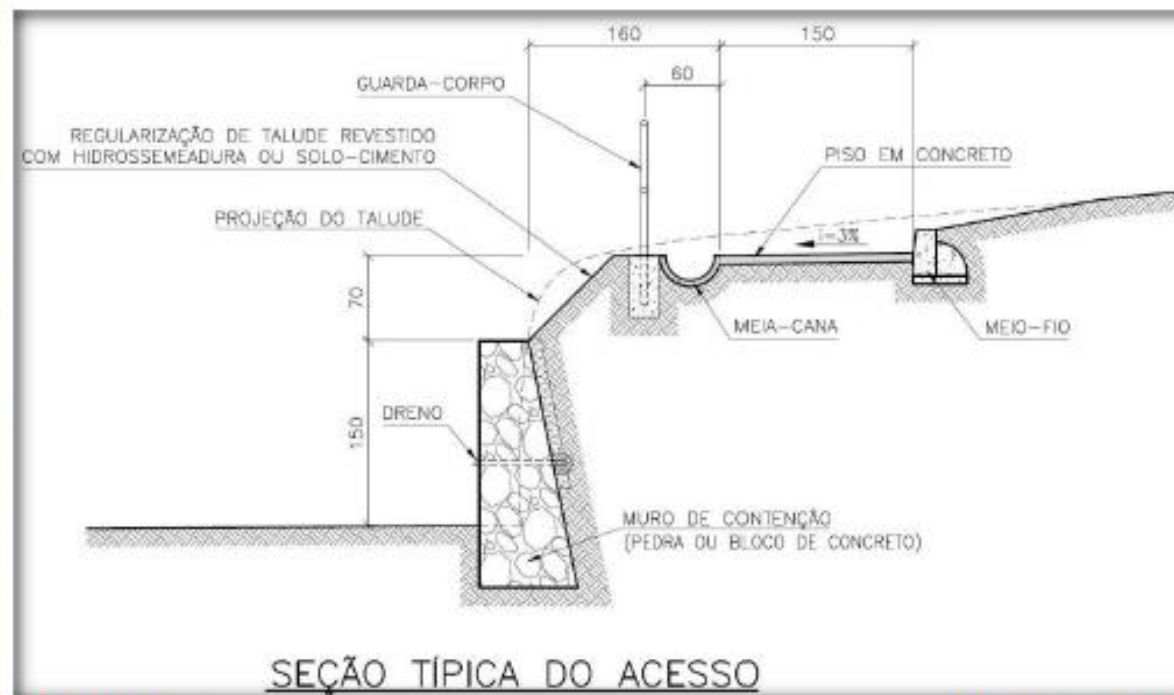


OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO - CONDUÇÃO DA ÁGUA SUPERFICIAL

- Retaludamento com Contenções em Alvenaria de Pedra



FOTO SA-BR-01-09



Detalhe 03

PAE Codesal -2016



PREFEITURA DE
MOGI DAS CRUZES



SAO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

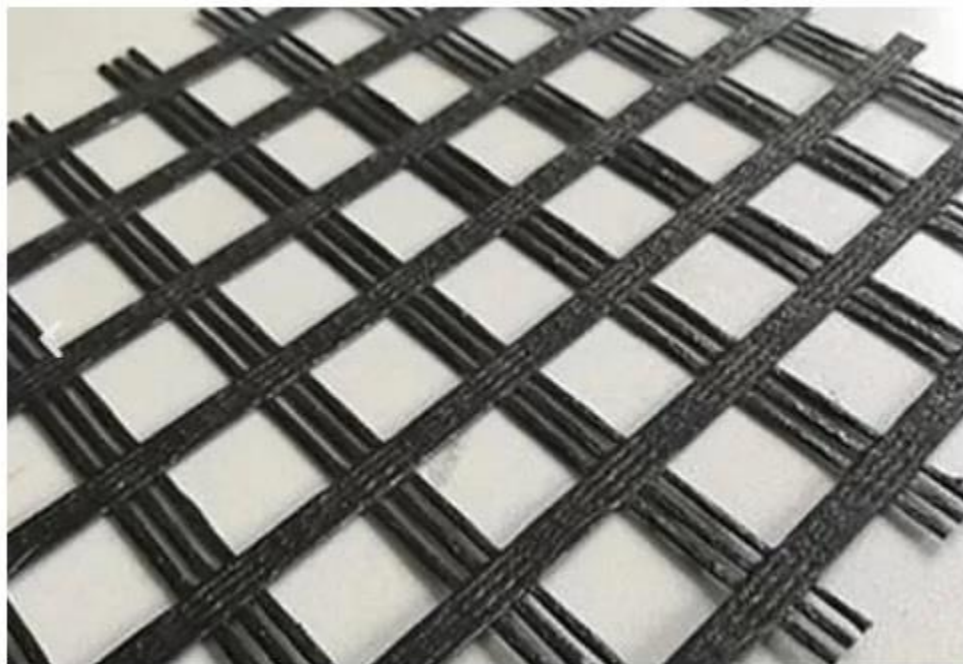
CANALETA MOLDADA NO LOCAL



SOLO REFORÇADO COM GEOTEXTIL



SOLO REFORÇADO COM GEOGRELHA



GABIÃO CAIXA



GABIÃO CAIXA



GABIÃO CAIXA MONTAGEM



GABIÃO COLCHÃO



GABIÃO SACO



ESTACA RAIZ E TIRANTES



ESTACAS JUSTAPOSTAS



MURO A FLEXÃO DE CONCRETO ARMADO



MURO COM VIGAS ALAVANCAS



MURO DE BLOCOS DE CONCRETO



MURO DE BLOCOS CERÂMICOS



ELEMENTOS ENCAIXÁVEIS



ENCAIXES



MURO DE PERFIS METÁLICOS



ESTACAS PRANCHA



SOLO GRAMPEADO



MURO COM BOLSACRETO



GRELHA E TIRANTES

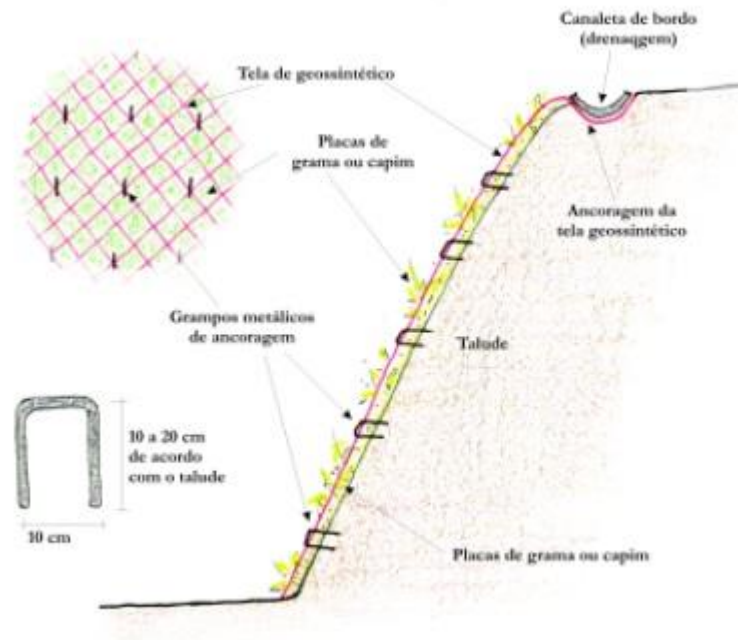


PROTEÇÕES SUPERFICIAIS

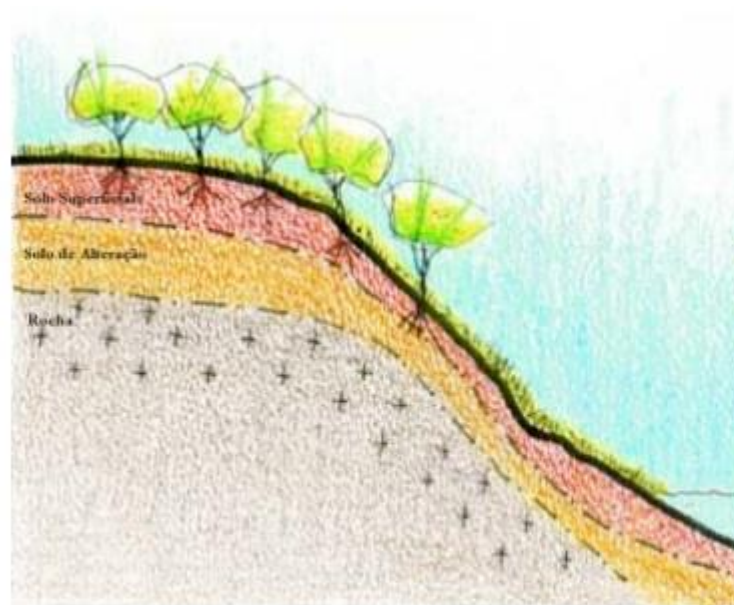
■ POR VEGETAÇÃO

Critério para Indicação	Solução	Finalidade	Detalhes Técnicos
Solo exposto em qualquer declividade	Revestimento vegetal (precedido de retaludamento ou escarificação da superfície do talude)	Plantio de gramíneas por leivas	Regularização e preparo do solo com terra vegetal para receber as placas retangulares (40x20x6cm); em declividades superiores a 34°, as placas deverão ser grampeadas com pequenas estacas de bambu ou madeira; devem ser irrigadas para melhor resultado.
		Plantio de mudas	Preparo do solo, abertura de linhas de sulco de 10x10cm segundo curvas de nível com distância entre linhas de 30cm e plantio das touceiras; irrigar durante o período de pega.
		Hidrosemeadura (jateamento de sementes)	Semeadura por jateamento é indicado para taludes íngremes onde as práticas convencionais são dificultadas pela declividade; jatos de água com sementes e adubo (químico ou orgânico) são lançados por compressores em caminhões-pipa sobre a encosta previamente preparada; também não dispensam a rega.

PLANTIO DE GRAMÍNEAS EM PLACAS



VEGETAÇÃO ARBÓREA



PERFIL de SOLO RESIDUAL
Adaptado do Manual de Recuperação de Áreas Degradadas em Loteamentos
IPT e Governo do Estado de São Paulo, 1986

ENCOSTA COM COBERTURA NATURAL ARBÓREA



BIOMANTA



CRIB WALL



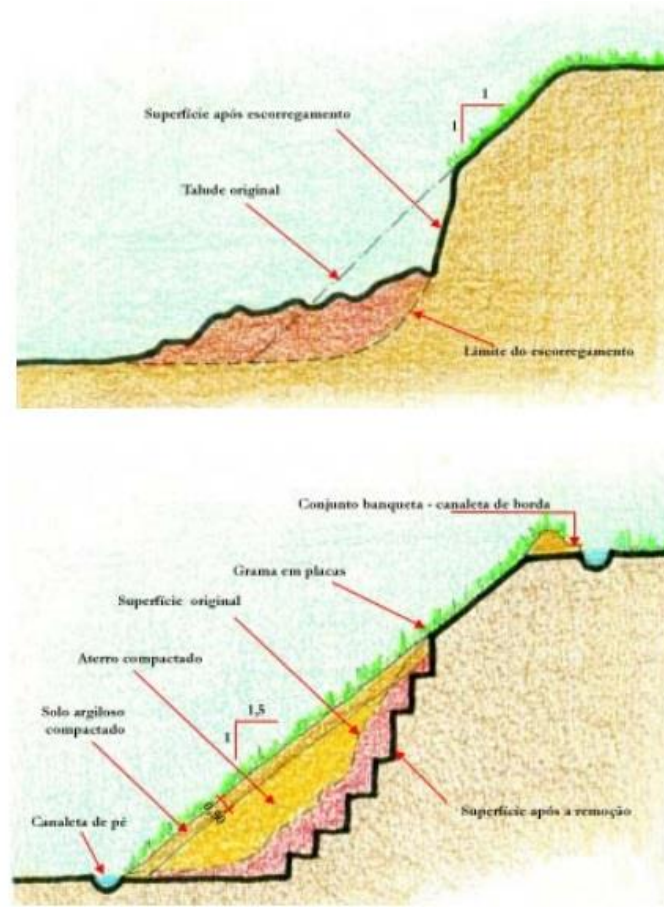
BARREIRA DINÂMICA



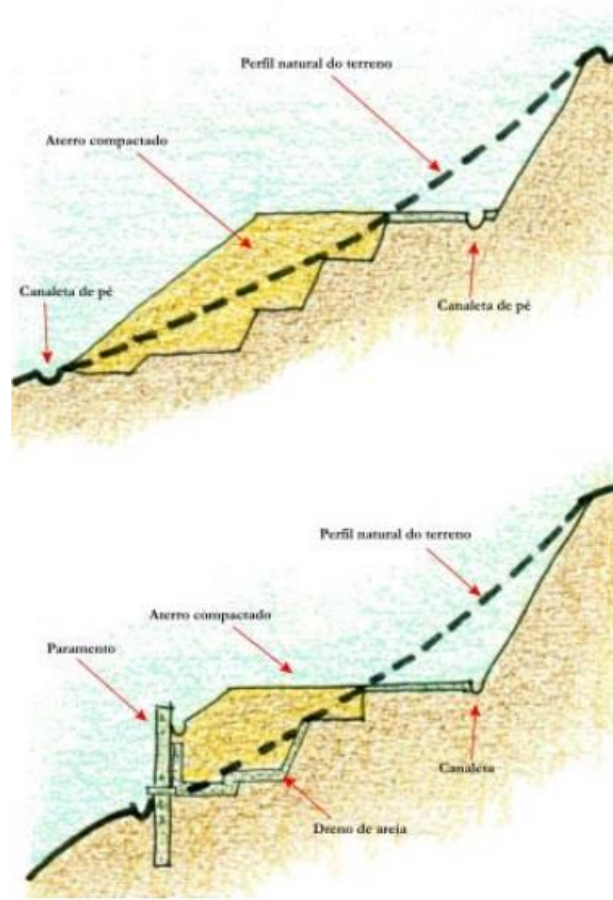
SISTEMA SPIDER



RETALUDAMENTOS – ALTERAÇÕES DE GEOMETRIA E RECOMPOSIÇÕES



RETALUDAMENTO E CONTENÇÃO ASSOCIADA



MORADIA SOBRE ATERRO



CUIDADOS COM A MANUTENÇÃO

- MANUTENÇÃO NAS OBRAS DE PROTEÇÃO SUPERFICIAIS; BIOMANTAS E ARGAMASSAS (TALUDES COM ALTERAÇÕES DE GEOMETRIA)
- MANUTENÇÃO NOS SISTEMAS DE DRENAGENS SUPERFICIAIS; CANALETAS, CAIXAS DE TRANSIÇÃO, ESCADAS DE ÁGUA
- MANUTENÇÃO EM MUROS, CORTINAS, SOLOS GRANPEADOS ETC.

MURO ROMPIDO



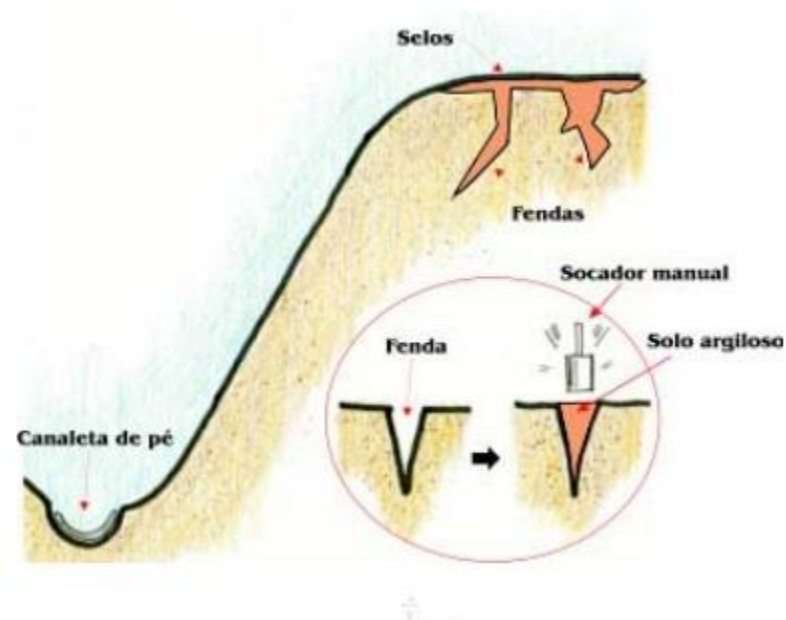
TALUDE ROMPIDO



CANALETA OBSTRUÍDA



TAMPONAMENTO DE FENDAS EM TALUDES



TIPOLOGIAS HABITACIONAIS PARA ENCOSTAS

- O TIPO DE EDIFICAÇÃO EM CONSONÂNCIA COM O MEIO FÍSICO
- AS PRÓPRIAS MORADIAS ATUANDO COMO CONTENÇÕES
- EVITA-SE DESTA FORMA A IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS ESTRUTURAIS
- A QUE SE DIZER QUE É UM MODO DE “MEDIDA NÃO ESTRUTURAL”
- INÚMERAS POSSIBILIDADES

MORADIAS ESCALONADAS NA ENCOSTA



MORADIAS COMO CONTENÇÕES



VINÃ DEL MAR - CHILE



IPT - CAMPOS DO JORDÃO - GILSON

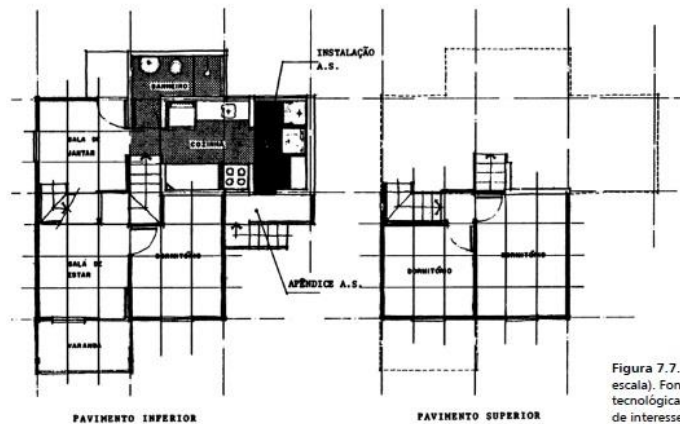


Figura 7.7. Plantas da unidade tipo A (s/ escala). Fonte: IPT (1984). Alternativas tecnológicas para construção de habitações de interesse social – 1. p. 17.

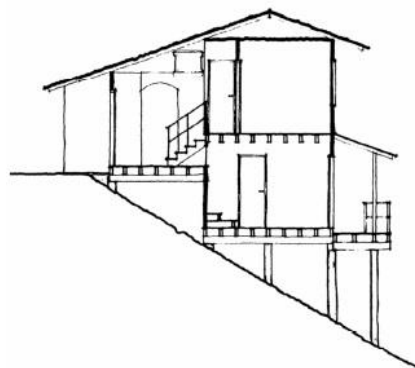


Figura 7.8. Corte da unidade tipo A (s/escala). Fonte: IPT (1984). Alternativas tecnológicas para construção de habitações de interesse social – 1. p. 20.

IPT – CAMPOS DO JORDÃO – ANGELO



IPT – TIPOLOGIAS PARA ENCOSTAS - FARAH



IPT – PETRÓPOLIS - LAG

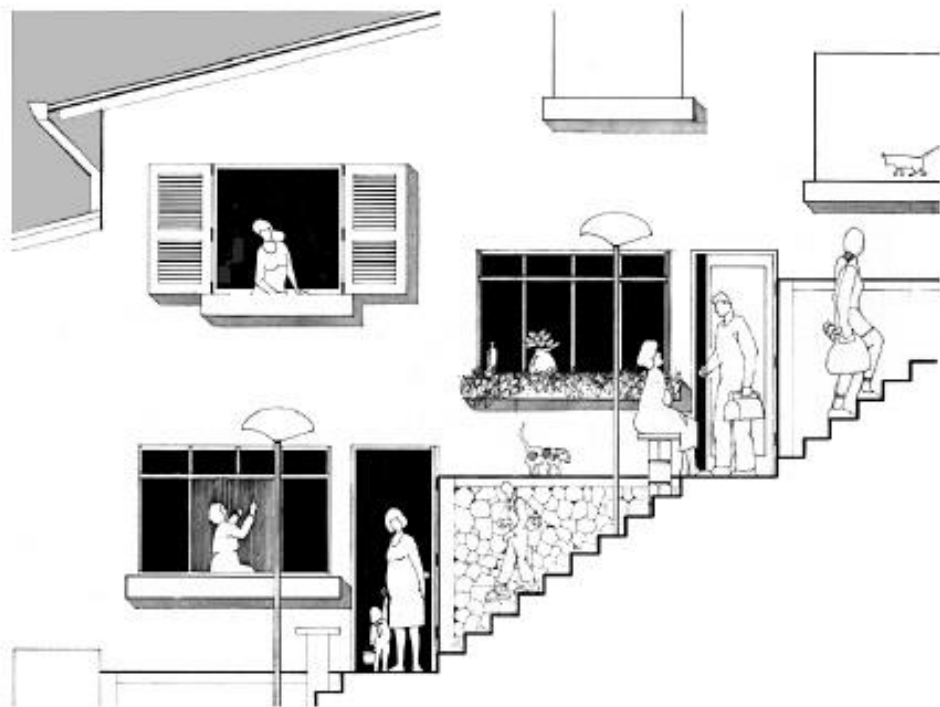


Figura 7.20. Vista lateral esquemática de trecho da implantação condominial (sem escala). Fonte: IPT (1992). Carta geotécnica de Petrópolis. Volume 2. Anexo C – Desenhos – Folha 17c.

MOGI DAS CRUZES – SÃO PAULO II



EXERCÍCIO – 1 (SP II)



EXERCÍCIO – 2 (SP I)

