



**ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO  
REFORÇADO COM O GEOTÊXTIL **BIDIM**  
EM OBRAS DE RECOMPOSIÇÃO  
DE TALUDES REALIZADAS NO  
MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS – RJ**

**Autor:**

Departamento Técnico - Atividade **Bidim**

**Colaboração:**

Eng. Gerson Dias da Cunha

Arqt. Esther Suarez Dantas

**FEVEREIRO 1994**

Revisado JANEIRO 2011- Departamento Técnico Mexichem **Bidim** Ltda.



## ÍNDICE

RESUMO.....	3
1 INTRODUÇÃO .....	4
2 DESCRIÇÃO DA OBRA .....	4
3 CONCEPÇÕES DO LOTE 2 .....	5
4 SOLUÇÕES ADOTADAS NO PROJETO BÁSICO .....	6
5 DADOS DOS ESTUDOS DE SONDAGEM .....	11
6 PARAMÊTROS TÉCNICOS UTILIZADOS NA ESCOLHA DO GEOTÊXTIL.....	12
7 CRITÉRIOS DE CÁLCULOS .....	13
8 PROJETO EXECUTIVO .....	14
9 FUNÇÃO DO GEOTÊXTIL <b>BIDIM</b> .....	21
10 MONITORAMENTO .....	21
11 CUSTOS DA OBRA .....	22
12 CONCLUSÃO .....	23
13 AGRADECIMENTOS .....	23
14 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA .....	24



## RESUMO

Este trabalho relata a execução de obras em solo reforçado com geotêxtil **Bidim** (não-tecido agulhado, 100% poliéster, filamentos contínuos), na recuperação de taludes, realizados pela Prefeitura Municipal de Petrópolis no Estado do Rio de Janeiro.

O geotêxtil **Bidim** foi utilizado como elemento estrutural com o objeto de recompor as encostas que sofreram escorregamentos em consequência das fortes chuvas ocorridas em 1988.

Aplicado com a função principal de reforço, o geotêxtil **Bidim** propicia um aumento da resistência mecânica do maciço, criando uma grande interação e atrito de interface solo-geotêxtil. Devido a sua matéria-prima ser 100% poliéster, o geotêxtil **Bidim** não sofrerá ao longo dos anos nenhum problema de fluência sob ação de carga constante, garantindo a vida útil da obra.



## 1 INTRODUÇÃO

Em fevereiro de 1988, o Estado do Rio de Janeiro sofreu um grande abalo com as fortes chuvas que ocorreram, ocasionando uma série de acidentes, onde o Município de Petrópolis foi um dos locais mais prejudicados, por estar localizado em uma área muito acidentada (montanhas), onde ocorreu uma série de deslizamentos, soterrando várias casas e ocasionando um grande número de mortes.

O Governo do Estado tomou as primeiras providências, indenizando algumas famílias e removendo-as para abrigos provisórios, até que a CEHAB (Companhia Estadual de Habitação) pudesse construir casas para remoção dessa população que sofria graves riscos de ficarem instaladas.

Essas medidas foram tomadas para que a Prefeitura Municipal de Petrópolis tivesse tempo hábil, para solicitar verbas e analisar uma solução definitiva de recomposição das áreas danificadas. Foi solicitado um financiamento ao Banco Mundial, e para isso tornou-se necessário o desenvolvimento de um projeto básico, onde a Prefeitura Municipal de Petrópolis contratou a empresa A. Noronha Engenharia S/A, para executá-lo, com o acompanhamento e coordenação do seu departamento de projetos, que também contou com o apoio técnico da COPPE (Centro de Pesquisas da Universidade Federal do Rio de Janeiro), através do engenheiro Maurício Erlich.

Todos os detalhes foram minuciosamente analisados e todos os cuidados foram tomados, para que se obtivessem as melhores soluções técnicas, com baixos custos e rapidez de execução. Os projetos foram divididos em lotes e como cada local apresentava características técnicas diferenciadas as soluções também foram diversas, se adaptando a cada caso.

O trabalho apresenta a solução do Lote 2, nas localizadas 1,3,4 e 5, onde foi adotado o solo reforçado com o geotêxtil **Bidim**.

## 2 DESCRIÇÃO DA OBRA

Somente no 2º semestre do ano de 1993 foram liberadas as verbas do Banco Mundial para realização das obras de contenção do Lote 02, no Município de Petrópolis – RJ.

A aplicação do geotêxtil **Bidim** foi criteriosamente estudada de acordo com os estudos de sondagens e verificações encontradas nos taludes. O material empregado na estabilização definitiva do talude de aterro foi o geotêxtil **Bidim** RT-21 totalizando 4.515 m<sup>2</sup>.

A obra teve início em 15/09/93 e término em 31/12/93, com a duração de 3,5 meses, e foi executada pela empresa Gabiobra Engenharia Ltda. com acompanhamento técnico dos engenheiros José Roberto Machado



da Costa e Alberto Ivan Weinem e supervisão de obras e do projeto executivo por conta Eng. Luiz Carlos Dias de Oliveira da empresa Noronha Engenharia S/A.

### 3 CONCEPÇÕES DO LOTE 2

Nas localizadas 1,3,4 e 5 do lote 2, compreendem escorregamento no talude de jusante da Rua Brigadeiro Castrioto, situada num trecho onde a rua se desenvolve em nível, a meia encosta.

São áreas relativamente próximas uma da outra, identificadas pela numeração de casas existentes a montante da rua. Essas ocorrências apresentam várias características em comum, dentre elas (Figura 1 a 4):

- Geologia: área pertencente à unidade batólito serra dos órgãos onde ocorrem granitos;
- Solo residual argiloso, cor marrom;
- Escorregamentos superficiais, afetando basicamente a crista do talude, causando o estrangulamento da rua. Não foram observados danos a jusante;
- A montante da rua, observou-se ocorrência de saprolito e afloramento de material rochoso em alguns pontos;
- A vegetação nas áreas contíguas aos taludes afetados é densa e não apresenta sinais de monitoramento da encosta;
- Como medida de proteção foram executadas muretas de concreto, com cerca de 25 cm de altura, ao longo dos trechos onde ocorreram os movimentos. Aparentemente, houve lançamento de material para recomposição parcial do talude original.

#### Particularidades na área das localizadas 1 e 3

- Não havia riscos iminentes de novos movimentos, no entanto era cabível a recomposição da caixa da rua e a proteção da crista do talude.
- Causa provável dos escorregamentos: saturação do terreno, durante período de fortes chuvas, facilitada por uma drenagem deficiente e lançamento de lixo no talude.

#### Particularidades na área da localizada 4

- Existe um muro divisório na crista do talude de jusante cuja fundação está descalçada parcialmente. Parte do muro estava trincado e inclinado.
- Por ocasião da inspeção, o meio-fio da rua estava sendo reconstruído na posição original.
- Para o muro divisório que está com tombamento iminente, cabe a sua demolição parcial e a recomposição da crista do talude de jusante.



#### Particularidades na área da localizada 5

- O escorregamento a jusante foi provocado por um movimento de terra no talude a montante, que afetou também uma servidão que dá acesso à várias casas.
- Este talude apresenta depósitos de lixo e entulho que poderiam ocasionar instabilizações superficiais.
- Cabe a essa localizada a recomposição do terreno a jusante e o tratamento do talude a montante.

## 4 SOLUÇÕES ADOTADAS NO PROJETO BÁSICO

#### Obra da localizada 1 – Rua Brigadeiro Castrioto, 1.670

Problema (Figura 1): escorregamento no talude de jusante.

Solução (desenho 2600): recomposição da rua por meio de solo reforçado com o geotêxtil **Bidim** RT-21.

#### Obra da localizada 3 – Ruas Brigadeiro Castrioto, 2.068

Problema (Figura 2): escorreamento no talude de jusante.

Solução (desenho 2600): recomposição da rua por meio de muro reforçado com geotêxtil **Bidim** RT-21.

#### Obra da localizada 4 – Ruas Brigadeiro Castrioto, 1.970

Problema (Figura 3): escorregamento no talude de jusante e tombamento de um muro divisório.

Solução (desenho nº 2602): demolição parcial do muro divisório; restauração da crista do talude por meio de muro reforçado com geotêxtil **Bidim** RT-21.

#### Obra da localizada 5 – Ruas Brigadeiro Castrioto, 1.130

Problema (fig.4): escorregamento a montante e a jusante da rua; talude a montante está sujeito a novos movimentos.

Solução (desenho nº 2602): A jusante: recomposição da rua por meio de muro de solo reforçado com o geotêxtil **Bidim** RT-21. A montante: construção de um muro reforçado com geotêxtil **Bidim** na região do escorregamento; remoção de lixo e entulho no trecho adjacente; aplicação de concreto projetado.

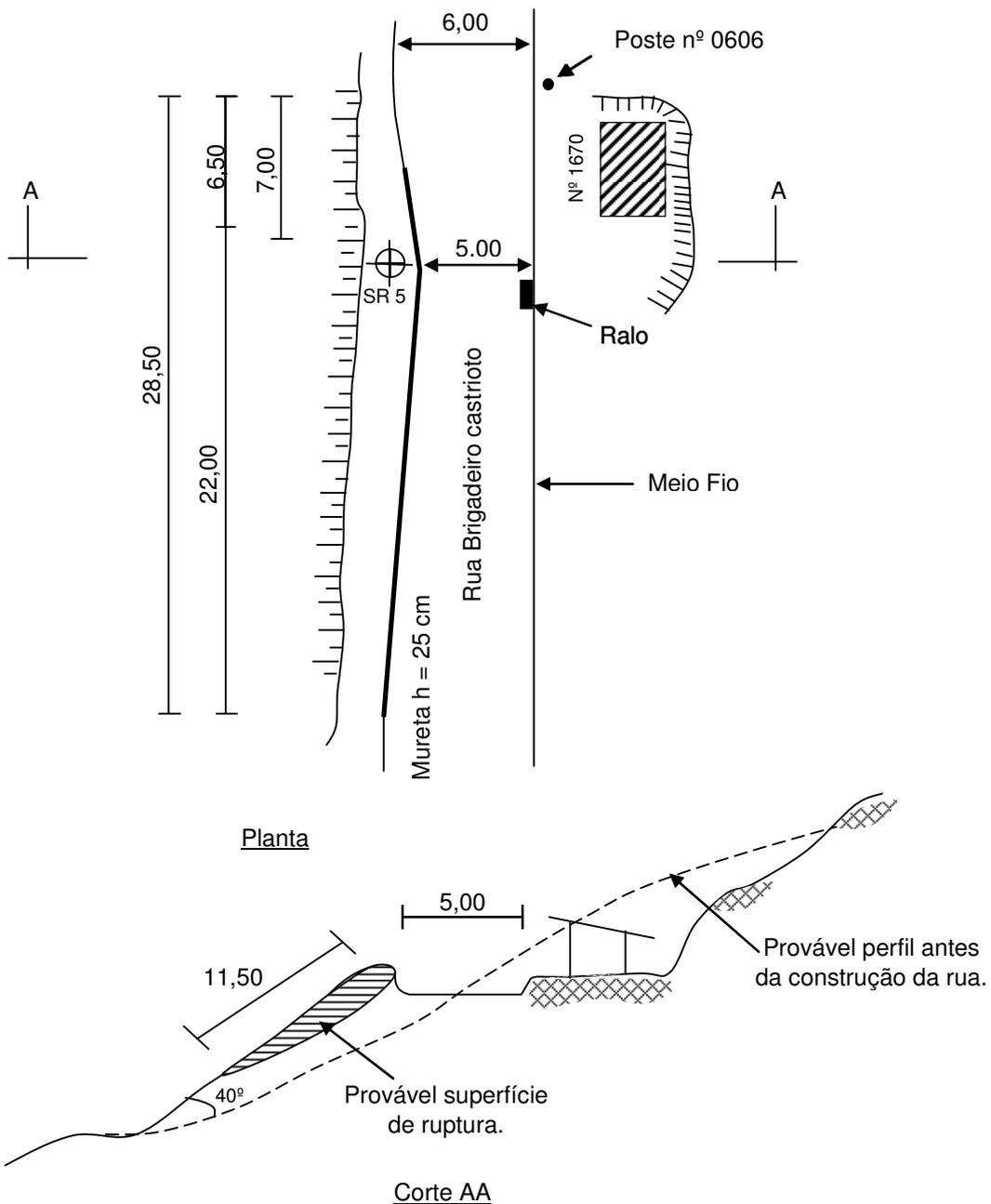


Figura 1: Planta e corte, Localizada 1, Lote 2.

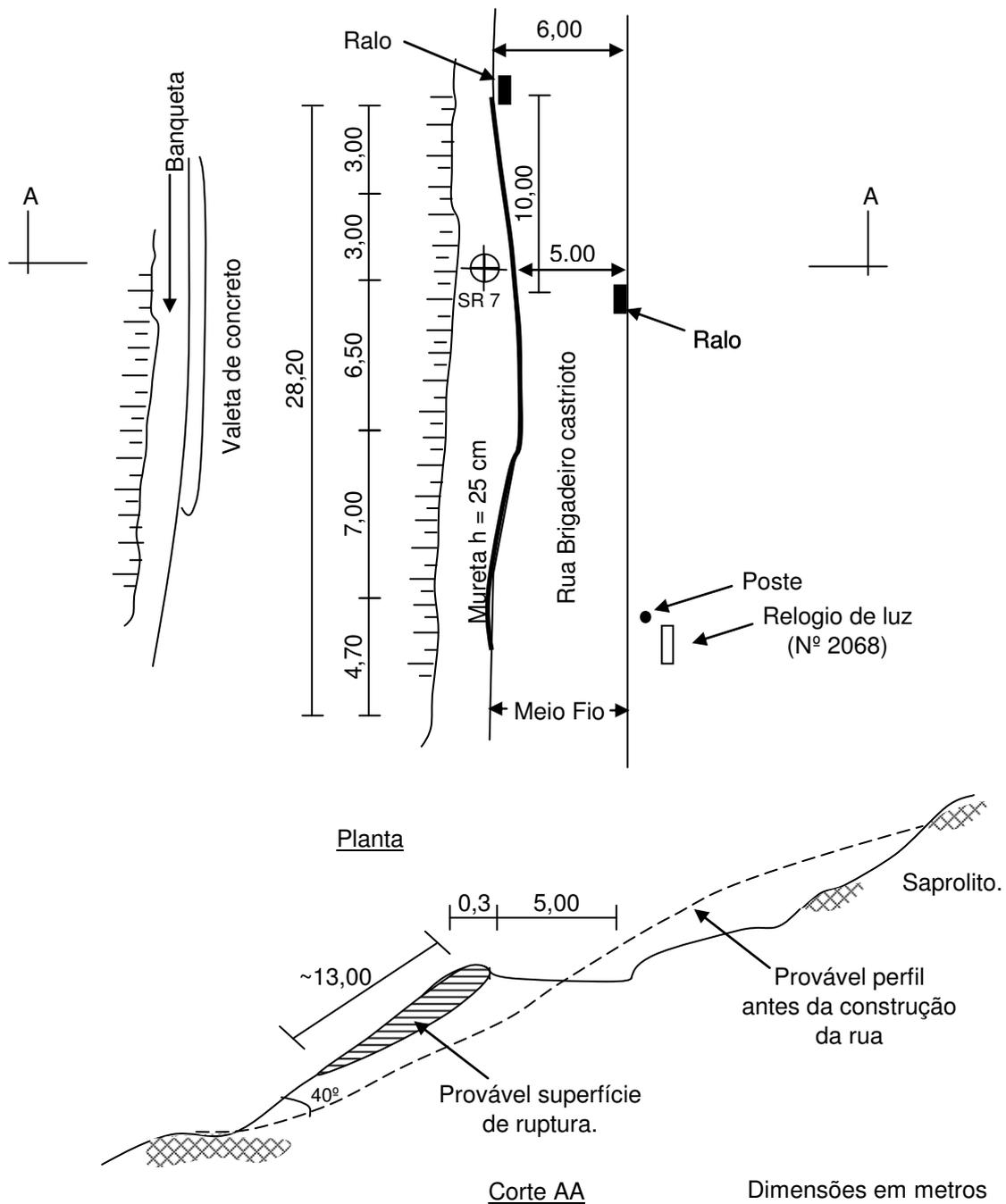


Figura 2: Planta e corte, Localizada 3, Lote 2.

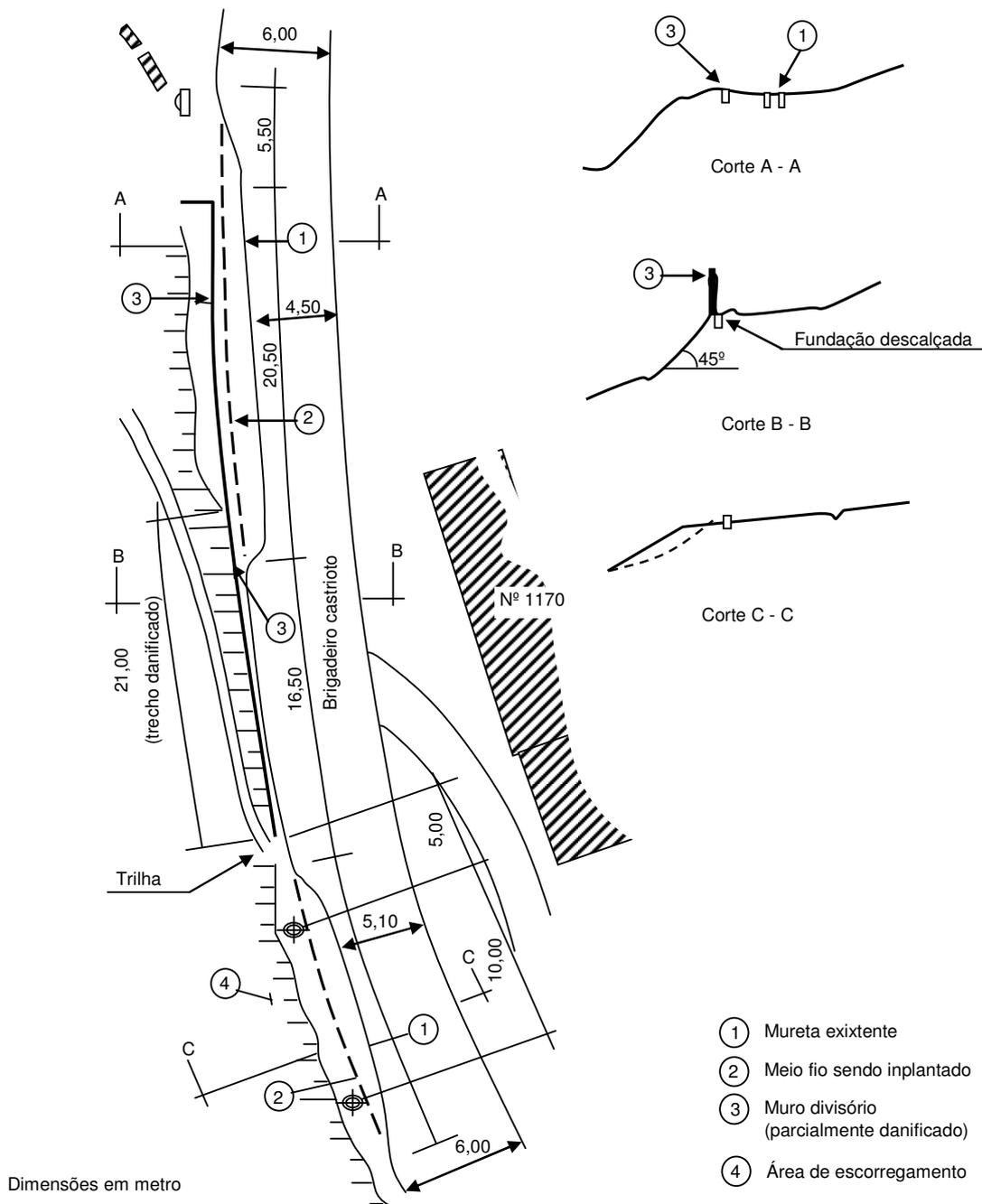


Figura 3: Planta e corte, Localizada 4, Lote 2.

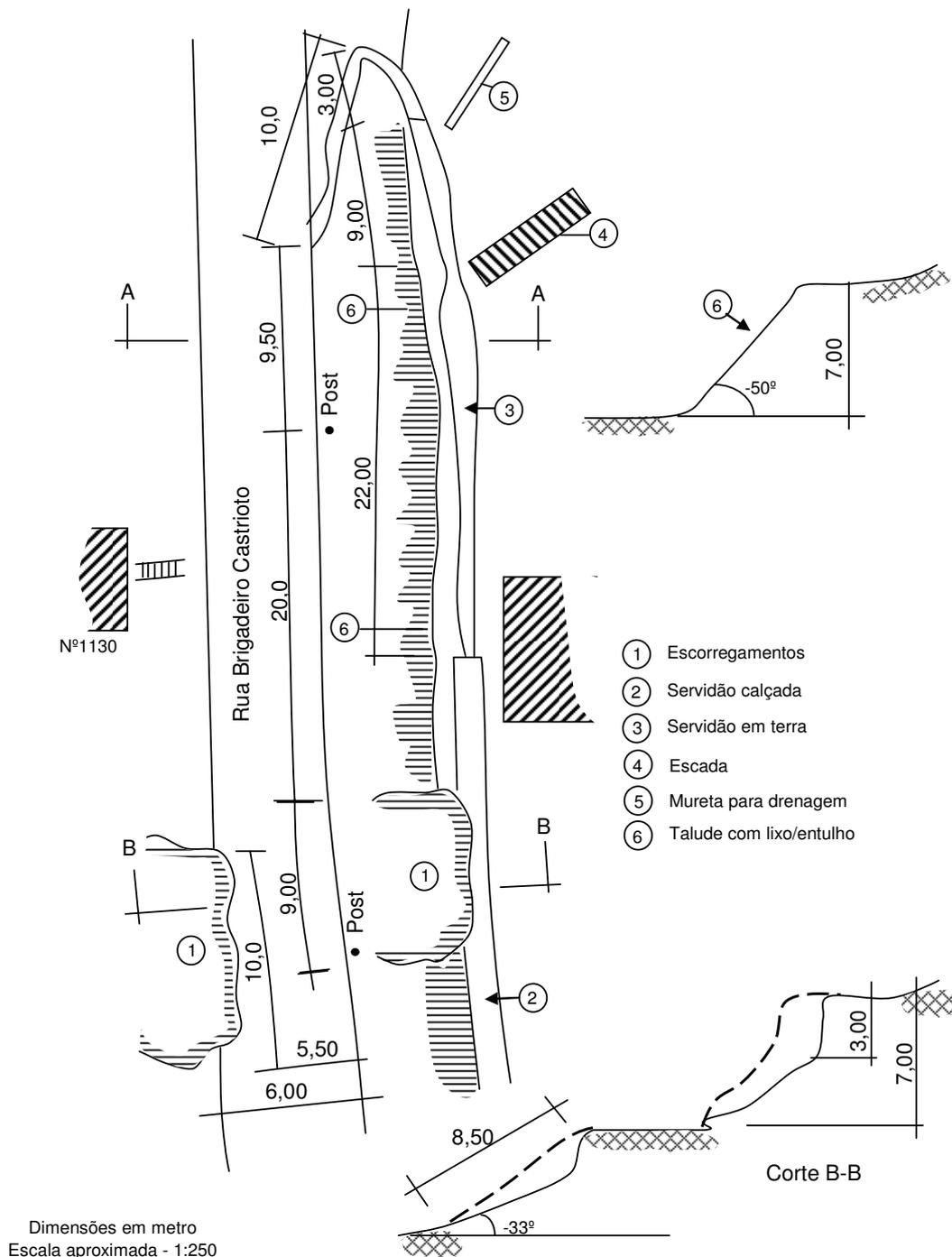


Figura 4: Planta e corte, Localizada 5, Lote 2.



## 5 DADOS DOS ESTUDOS DE SONDAGEM

Quadro de relação de sondagens e ensaios do Lote 2

OBRA / LOCAL	QUANT. DE SONDAGENS			QUANT. ENSAIOS
	SP	ST	PI	CARACTERÍSTICAS
LOCALIZADA 1 R: Brigadeiro Castrioto, 1670	01	-	-	-
LOCALIZADA 3 R: Brigadeiro Castrioto, 2068	01	-	-	-
LOCALIZADA 4 R: Brigadeiro Castrioto, 1170	-	02	-	01
LOCALIZADA 5 R: Brigadeiro Castrioto, 1130	-	01	-	01

Resumo dos resultados das sondagens

LOTE	LOC.	SONDAGEM Nº	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO
02	01	SP-05	Encontrou-se areia média e grossa com pedregulhos e detritos vegetais 3,00m= Silte argiloso, com areia e pedregulho firma com mica (aterro) 5,90m = Areia média e grossa, muito compactada (provável solo residual )
02	03	SP-07	Argila arenosa com pedregulhos alterados, mole Avermelhada e cinza (aterro) 4,00m = areia média e grossa pouco argilosa com pedregulhos, pouco compactada de cor cinza 5,70m= Argila arenosa, com pedregulhos, médias, amarela 7,60m = Areia média e grossa siltosa, com muita mica e pedregulhos
02	04	ST-12	Aterro 0,60m= Argila silto-arenosa, com pedregulhos, avermelhada 3,40m = Impenetrável no trado
02	05	ST-14	Argila arenosa, com pedregulhos, marrom amarelado. 3,80 m= Impenetrável no trado
02	04	ST-13	Argila arenosa com detritos vegetais marrom escuro , aterro 2,20m = Impenetrável no trado



## 6 PARAMÊTROS TÉCNICOS UTILIZADOS NA ESCOLHA DO GEOTÊXTIL

O principal parâmetro foi baseado no mecanismo de interação solo-geotêxtil, em termos de comportamento ao cisalhamento das interfaces e da ação do confinamento sobre as propriedades mecânicas dos elementos de reforço.

No contexto das técnicas de reforço de solos, a compatibilidade do desempenho dos materiais associados está fundamentalmente ligada aos mecanismos que condicionam a interação entre o solo e os elementos de reforço. A ação do reforço reflete a incorporação de esforços de tração mobilizados nas inclusões, resultando em uma completa redistribuição do campo de tensões geradas no domínio das interfaces e propiciando modificações substanciais na resposta global da estrutura em termos do comportamento tensão-deformação.

Conseqüentemente, em termos da estabilidade interna de solos reforçados, os tipos de ruptura incorporam características específicas e diferenciadas dos modelos clássicos aplicados às estruturas convencionais. Nestas condições, a ruptura das próprias inclusões (por problemas específicos de uma ancoragem deficiente) pode constituir os mecanismos determinantes de colapso da estrutura.

As leis de interação solo-reforçado são particularmente complexas, governadas basicamente por dois mecanismos interdependentes: o comportamento ao cisalhamento da interface e a influência do confinamento do solo sobre as características mecânicas do geotêxtil (fluência do material).

A angularidade dos grãos tende a intensificar os efeitos de bloqueio e travamento, proporcionando a mobilização de maiores tensões cisalhantes ao longo da interface. Para os geotêxteis não-tecidos, estes efeitos são particularmente acentuados, estando, eventualmente, associados a mecanismos de fabricação das partículas de solo no geotêxtil e de inibição dos esforços de contração lateral (estricção) da manta. A quantificação destes efeitos é traduzida primariamente por acréscimos substanciais da rigidez do geotêxtil com as tensões confinantes (cerca de 300% ou mais, para alongamentos da ordem de 5%, da condição não-confinada para uma tensão confinante de 100 kpa).

Adicionalmente e em escala secundária, o confinamento implica em um acréscimo de resistência máxima à tração e em um menor alongamento do geotêxtil na ruptura, relativamente aos parâmetros obtidos em condições não-confinadas (variação inferior a 20%, por exemplo, para uma interface areia/geotêxtil Bidim RT-21 a 100 kpa).

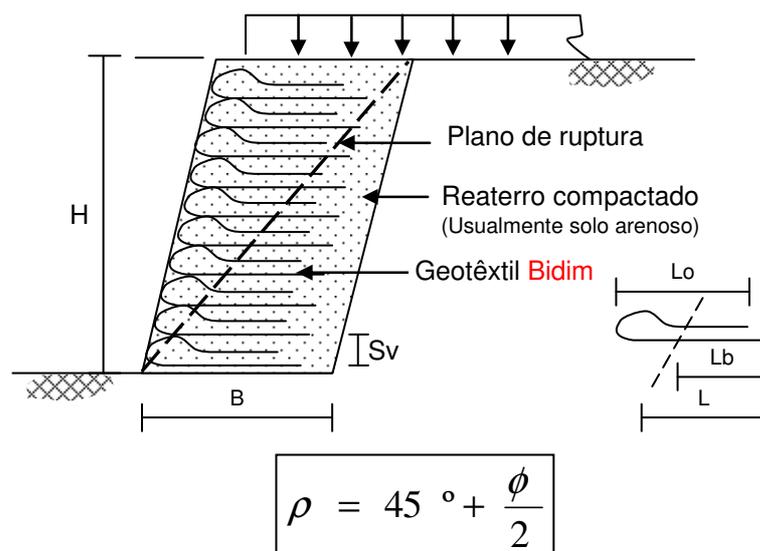
No caso dos geotêxteis tecidos, o comportamento à tração é governado pelas propriedades resistentes das unidades têxteis de fiação que o constituem (polímeros). Quanto à fluência, o geotêxtil sendo fabricado em poliéster, como é o geotêxtil Bidim, é praticamente insensível a este problema, o que não acontece com os produzidos em polipropileno.

Visando a garantia dos bons resultados para as obras de solo reforçado, especificou a manta de geotêxtil Bidim RT-21.

## 7 CRITÉRIOS DE CÁLCULOS

### Muro de solo reforçado com geotêxtil

O dimensionamento desse tipo de estrutura foi feito utilizando-se o método Forest Service, apresentado por Mitchell e Villet (1987).



#### a) Ruptura Interna

- *Espaçamento vertical entre camadas de geotêxteis.*

$$S_v = \frac{T_a}{\sigma_{hc} \cdot F_s}$$

Sendo:

$T_a$  - Força de tração admissível, a longo prazo, por unidade de largura;

$\sigma_{hc}$  - Pressão lateral, numa dada profundidade;

$F_s$  - Fator de segurança (1,2 a 1,5)



A pressão lateral  $\sigma_{hc}$  envolve:

- Empuxo de terra no repouso e,
- Efeito de sobrecarga na superfície.

- Comprimento de ancoragem

$$L_e = \frac{K_o \cdot S_v \cdot F_s}{2 \tan\left(\frac{2\phi}{3}\right)} > 90 \text{ cm}, \text{ com } F_s = 1,5 \text{ a } 1,75.$$

- Comprimento da dobra

$$L_0 = \frac{\sigma_{hc} \cdot S_v \cdot F_s}{2 \cdot Z_f \cdot \gamma \cdot \tan\left(\frac{2\phi}{3}\right)} > 90 \text{ cm}$$

Sendo:

- $\sigma_{hc}$  - Pressão lateral média na camada considerada;
- $F_s$  - Fator de segurança (1,2 a 1,5);
- $Z_f$  - Profundidade do topo da camada considerada.

#### b) Ruptura Externa

Aplicam-se as mesmas formulações apresentadas no item II, tratando-se o maciço de solo reforçado como um muro de gravidade.

## 8 PROJETO EXECUTIVO

### Método executivo

Inicialmente, foi feita escavação mecânica utilizando-se uma escavadeira hidráulica (Retroescavadeira). Em seguida, foram construídas as camadas de aterro, dispostas num total de treze camadas entre o solo compactado, espaçadas de 0,30m e executadas pelo método de aplicação das faixas do geotêxtil Bidim RT-21, conformação do paramento vertical em tábuas, a fim de se garantir a estabilidade da execução e a uniformidade da fachada.

A primeira camada com extensão variando de 28,00 a 30,00 m por 3,00 m de profundidade foi executada em areia, conforme o projeto, para aumentar o meio drenante do talude, aliviando as subpressões. No restante das

camadas utilizou-se areia na frente e fundos do geotêxtil com largura de 0,50 m e núcleo de material de reaterro com largura de 1,80 m totalizando a faixa de geotêxtil em aproximadamente 2,80m (Figuras 5 a 10).

Para a proteção de geotêxtil Bidim contra a degradação por vandalismo, raios ultravioleta e outros motivos, executou-se um revestimento com blocos de concreto (0,30 m x 0,20 m x 0,10 m) sem função estrutural. Sendo que para garantir a drenabilidade do aterro/contenção, foram instalados barbacãs distanciados horizontalmente de 1,50 m.

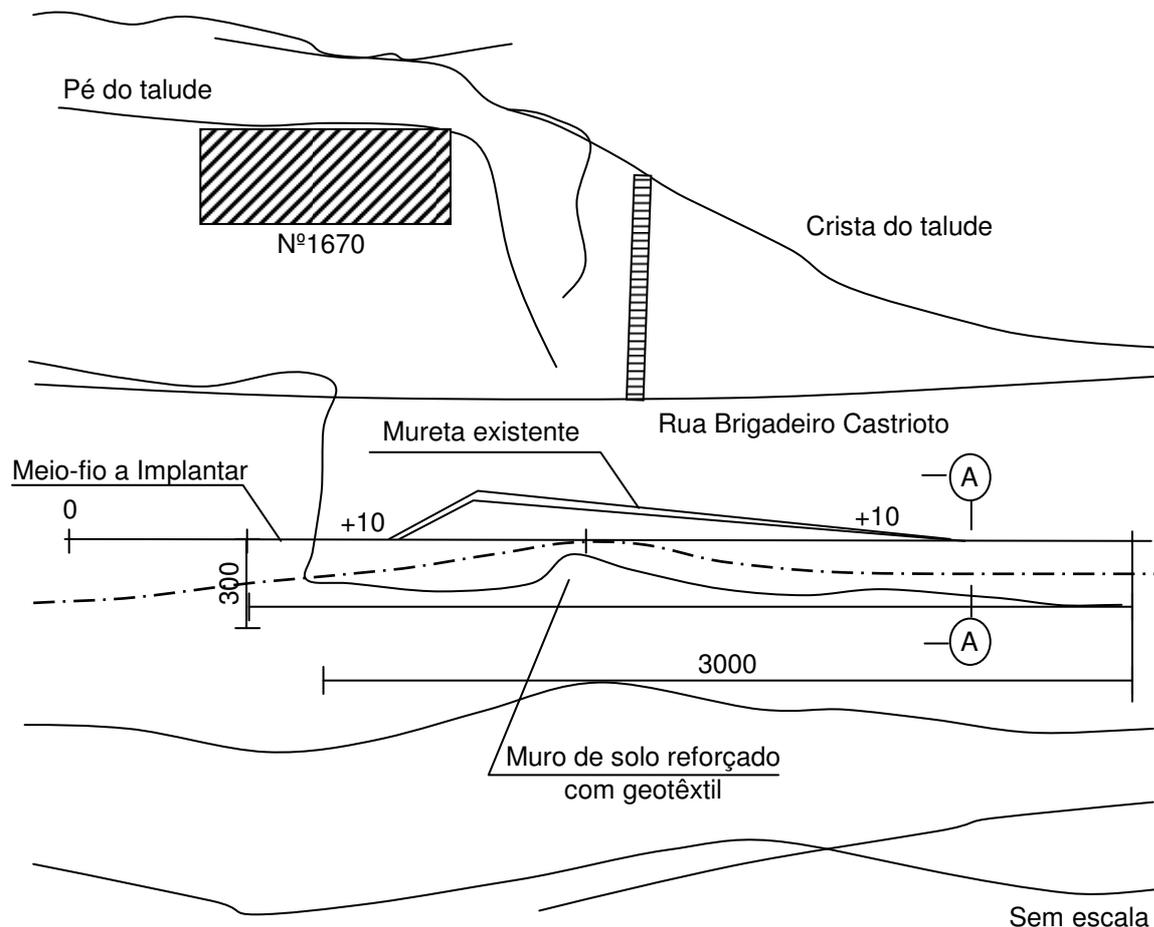


Figura 5 – Planta, Localizada 1, Lote 2.

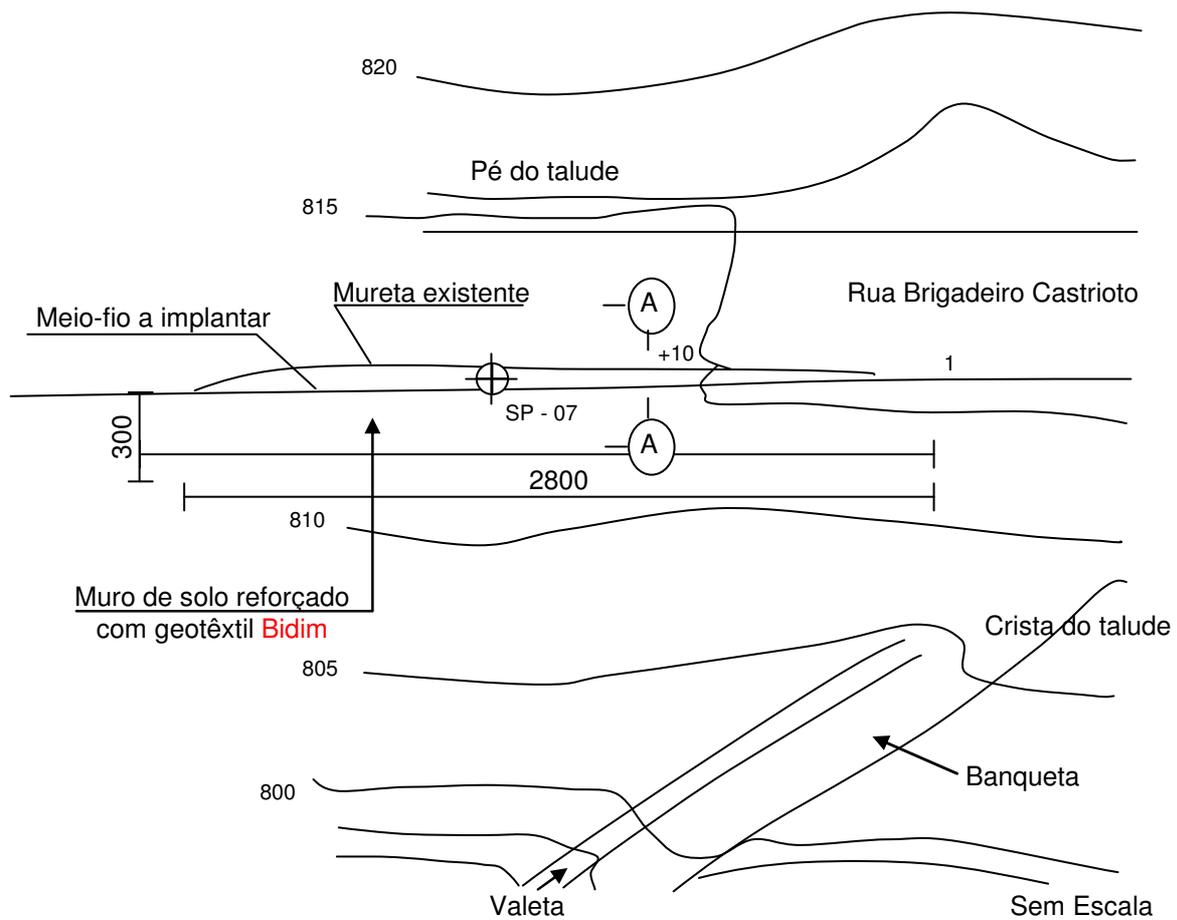
**Bidim**<sup>®</sup>

Figura 6 – Planta, Localizada 3, Lote 2.

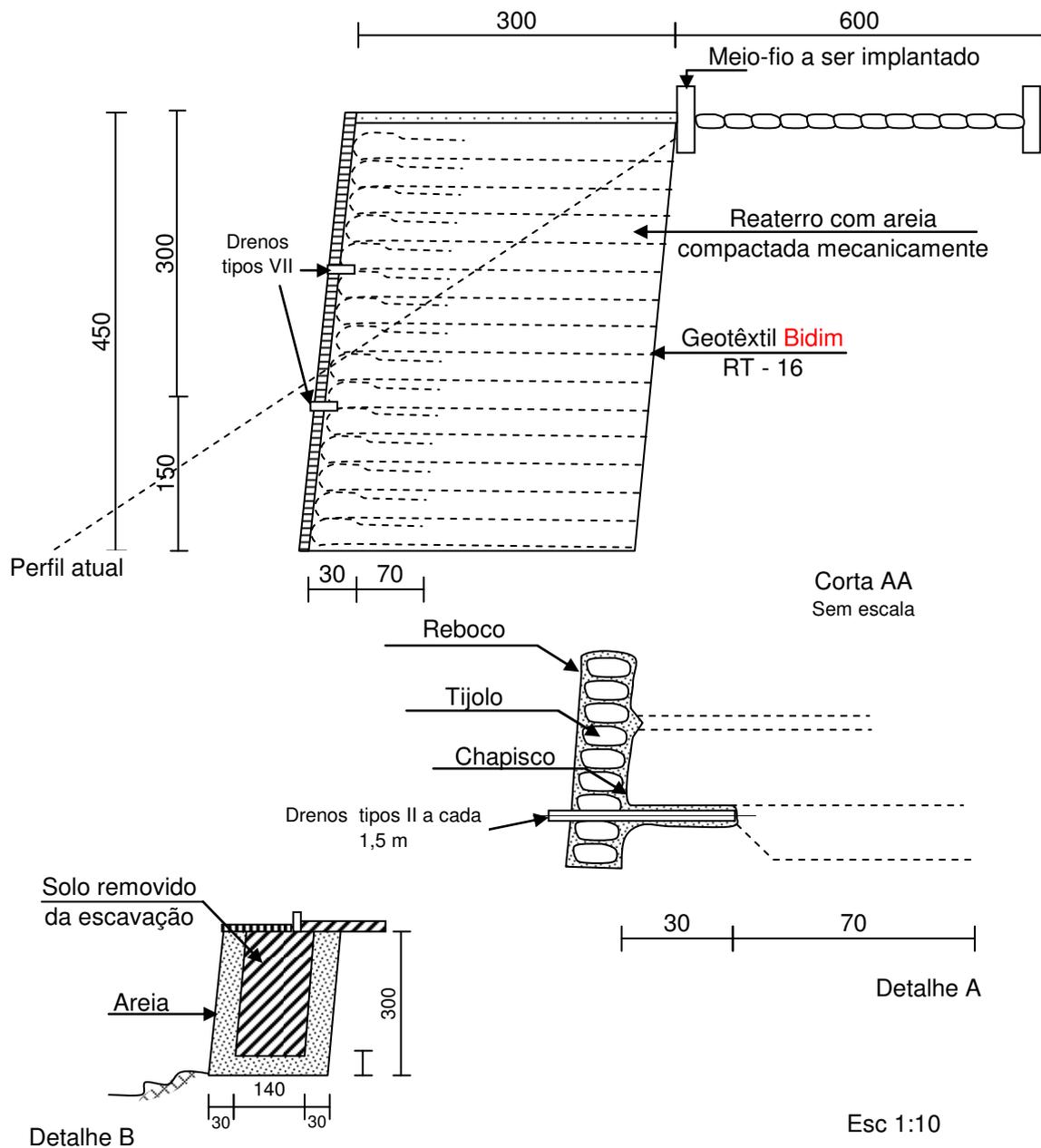


Figura 7 – Corte e detalhes, Localizadas 1 e 3, Lote 2.

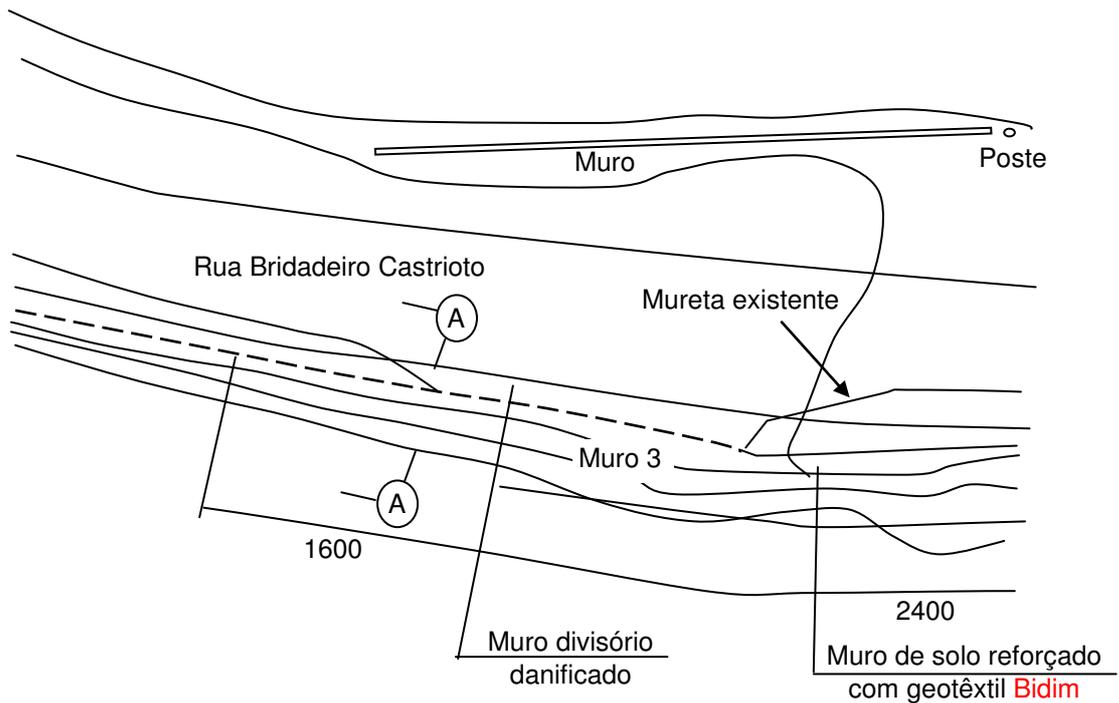
**Bidim**<sup>®</sup>

Figura 8 – Planta, Localizada 4, Lote 2.

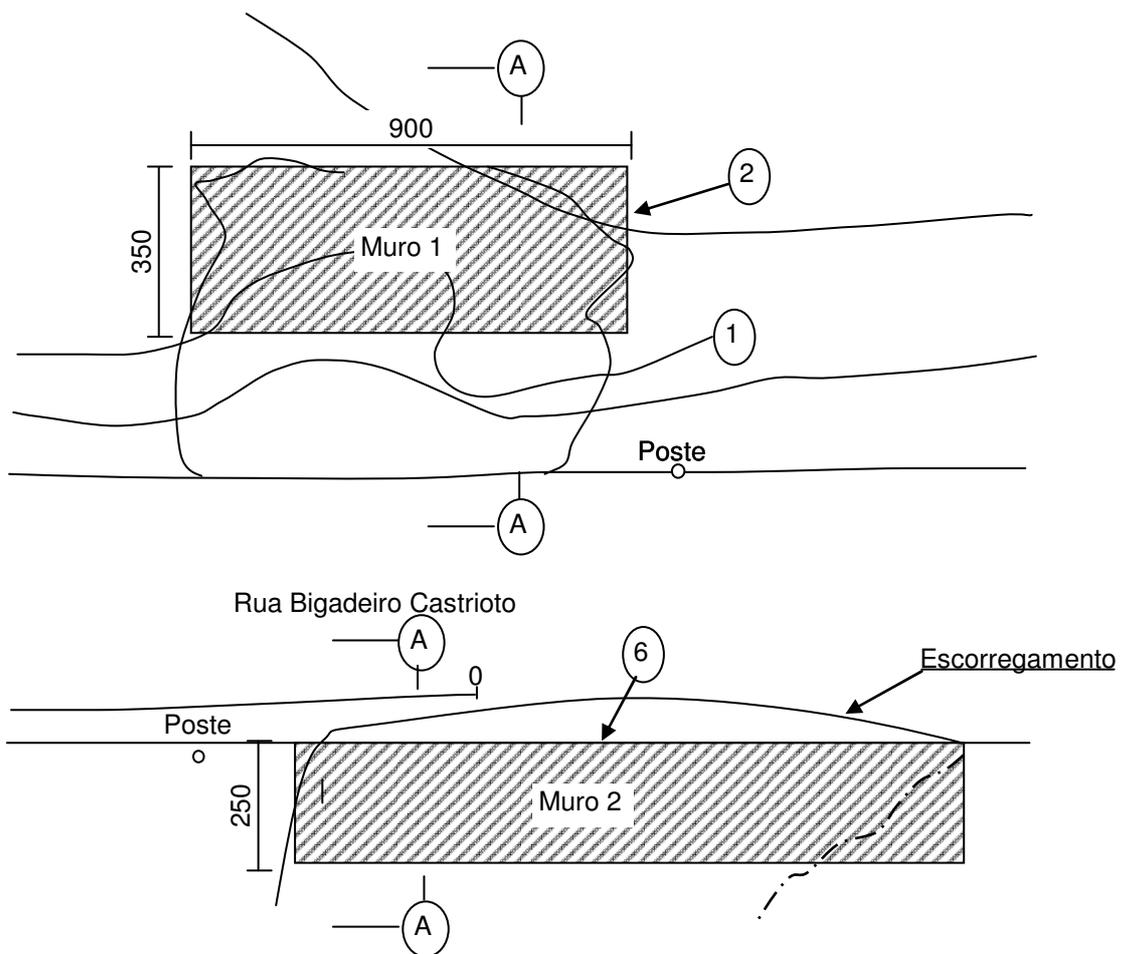
**Bidim**<sup>®</sup>

Figura 9 – Planta, Localizada 5, Lote 2.

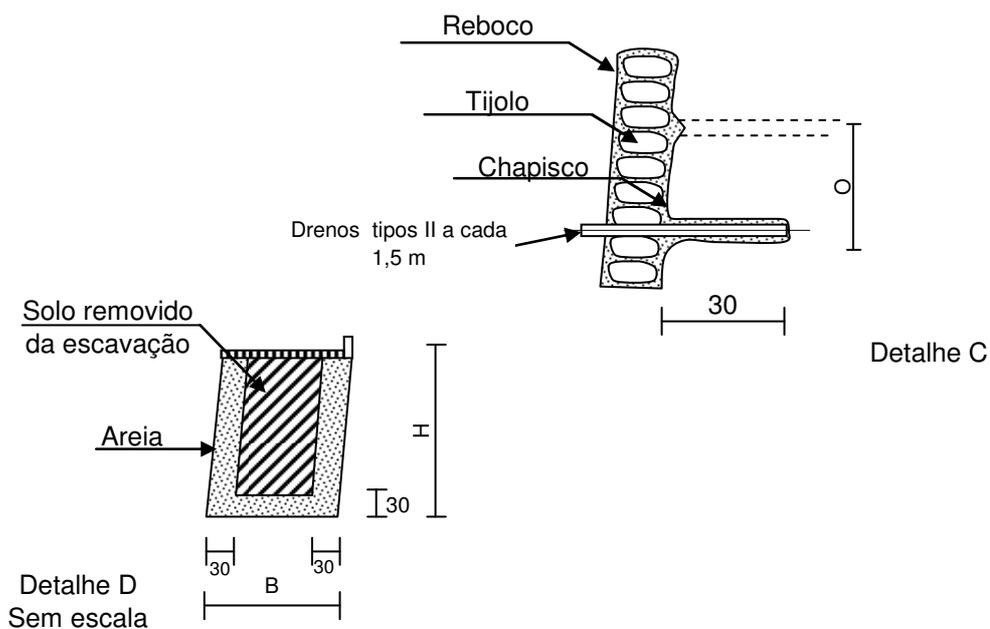
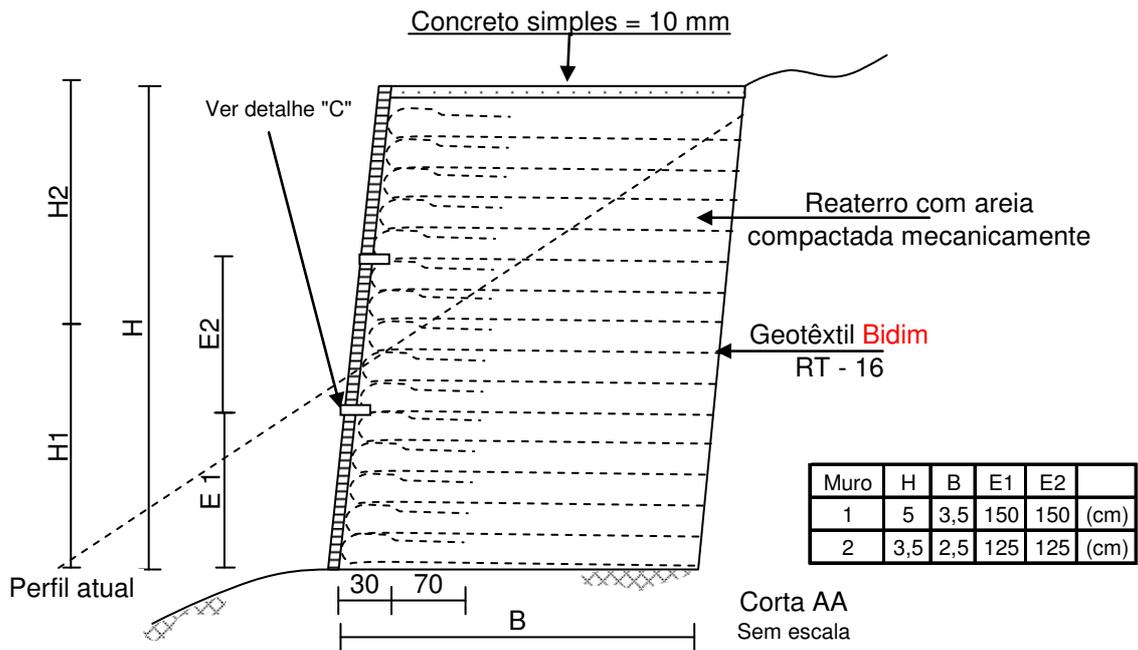


Figura 10 – Corte e detalhes, Localizadas 4 e 5, Lote 2.



## 9 FUNÇÃO DO GEOTÊXTIL **BIDIM**

Uma estrutura de contenção em solo reforçado com geotêxtil é um aterro reforçado com inclusões de geotêxtil, de paramento vertical ou praticamente vertical. Em geral, o paramento é revestido por um material resistente sem função estrutural, visando a proteção contra intempéries e/ou atos de vandalismo.

O geotêxtil **Bidim** desempenha a função REFORÇO aumentando a resistência mecânica de uma massa de solo, proporcionando uma eficiente transmissão de esforços, graças a sua alta interação com esses materiais, e diminuindo a compressibilidade do material composto assim formado.

De modo complementar e de grande importância para a aplicação, o geotêxtil **Bidim** pode drenar através de seu corpo, eventuais águas de infiltração, evitando dessa maneira a perda de resistência ao cisalhamento de solo (drenagem no plano da manta).

A vida útil da obra é assegurada, pois o geotêxtil **Bidim** é produzido em poliéster (100%), matéria prima não suscetível a ação de fluência (ou "Creep", isto é, deformação ao longo do tempo sob ação de carga constante), nas condições de temperatura brasileira.

## 10 MONITORAMENTO

Ficou a cargo do fabricante financiar os equipamentos a da COPPE instalar, fazer as medições e analisar os resultados fornecidos pelos instrumentos do monitoramento e a Prefeitura de Petrópolis responsável pela preservação dos aparelhos na obra.

Todo esse trabalho tem por objetivo a obtenção de dados que possam registrar a eficiência do comportamento do geotêxtil **Bidim**, assim como o aprimoramento da técnica em obras de solo reforçado e com isso resultar em maiores benefícios.

### Finalidade da instrumentação

- a) Analisar o comportamento global da estrutura de solo-reforçado, cotejando-o com o verificado em sistemas convencionais.
- b) Verificar a distribuição de tensões verticais na base e no interior da massa reforçada, comparando-as com as hipóteses usuais de projeto.
- c) Acompanhar as movimentações do muro de solo-reforçado e verificar seu comportamento reológico. Estes resultados permitirão a avaliação da rigidez e do comportamento quanto à deformação do geotêxtil **Bidim** confinado, que é sabidamente diverso e verificado, através de ensaios não confinados em laboratório.

d) Acompanhar o desenvolvimento de poro-pressão no solo durante e após a construção da obra.

### Locação da instrumentação na obra

Conforme o desenho esquemático da Figura 11.

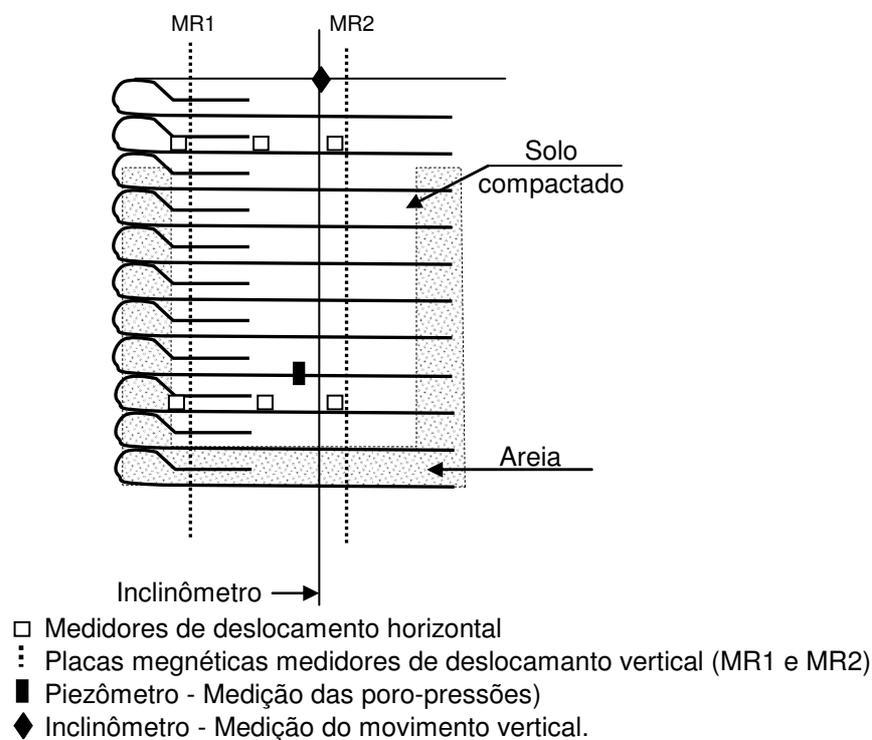


Figura 11 – Desenho esquemático da locação da instrumentação.

## 11 CUSTOS DA OBRA

### Custos apropriados

Custos EMOP apropriado para solução em solo reforçado com o geotêxtil **Bidim**, considerando-se 02 meses de administração, 5% de mobilização e desmobilização e 30% de BDI.

Localizada 3 – H = 4,20 m; L = 25 m; B = 2,80m

Custo p/m<sup>3</sup> - US\$ 80,55

Custo p/m<sup>2</sup> - US\$ 225,54

Custo p/m – US\$ 947,29



## Comparativo de custos

Custos apropriados em obras executadas no município de Petrópolis para estruturas de contenção com 4,00 m de altura em comparação com a utilização de contenção em solo reforçado com geotêxtil **Bidim**:

- Muro de concreto armado – 97% mais caro;
- Muro de concreto ciclópico – 60% mais caro;
- Muro de gabião – 77% mais caro.

## 12 CONCLUSÃO

Através dos dados técnicos obtidos junto a COPPE e Noronha Engenharia S/A, verificou-se que até a presente data, a estrutura de contenção em solo reforçado com geotêxtil **Bidim**, superou as expectativas demonstrando um excelente comportamento quanto as deformações vertical e horizontal, trabalhando dentro do fato de segurança previsto em projeto.

Em comparação com as soluções convencionais, o comparativo de custos demonstra que a solução de estruturas em solo reforçado com inclusões de geotêxteis **Bidim** são mais econômicas, apresentando eficiência e rapidez de execução comprovando ser esta uma grande solução técnica na área de geotecnia na recomposição de taludes.

## 13 AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos aos engenheiros relacionados abaixo, pois sem os quais, não seria possível a elaboração deste trabalho:

- Eng. Claudio Pereira Pinto  
Projetista – Noronha Engenharia S/A
- Eng. José Roberto Machado da Costa  
Empreiteira Gabiobra Engenharia LTDA
- Eng. Alberto Ivan Weinem  
Empreiteira Gabiobra Engenharia LTDA
- Eng. Luiz Carlos Dias de Oliveira  
Fiscal – Noronha Engenharia S/A
- Eng. Maurício Erlich  
Responsável pelos estudos de monitoramento – COPPE
- Eng. Antônio Jorge  
Responsável pela instalação e medição dos equipamentos de monitoramento – COPPE.

**14 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA****FOTO 1**

Foto do terreno natural após ter ocorrido o escorregamento.

**FOTO 2**

Preparo do terreno (localizada 2) utilizando-se uma retro-escavadeira.



**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 3**

Detalhe dos 0,30 cm de areia determinado em projeto como camada drenante, em torno do bloco e ao centro o núcleo de reaterro aproveitado da escavação.

**FOTO 4**

Lançamento e compactação da areia sobre a 1ª camada de geotêxtil **Bidim**.

**Bidim**<sup>®</sup>

**FOTO 5**  
Detalhe da instalação do geotêxtil Bidim RT-21, sendo fixado nas tábuas para garantir a uniformidade da fachada, e posterior ancoragem para a camada subsequente.



**FOTO 6**  
Vista da ancoragem do geotêxtil Bidim RT-21.

**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 7**

Execução da sexta camada mostrando como foi feito o escoramento em madeiras para garantir a inclinação de 1/8 do talude, evitando assim as possíveis deformações horizontais com a compactação durante o período de execução do muro.

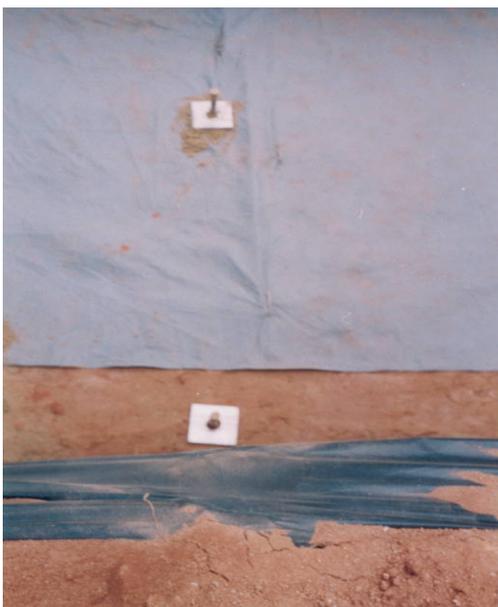
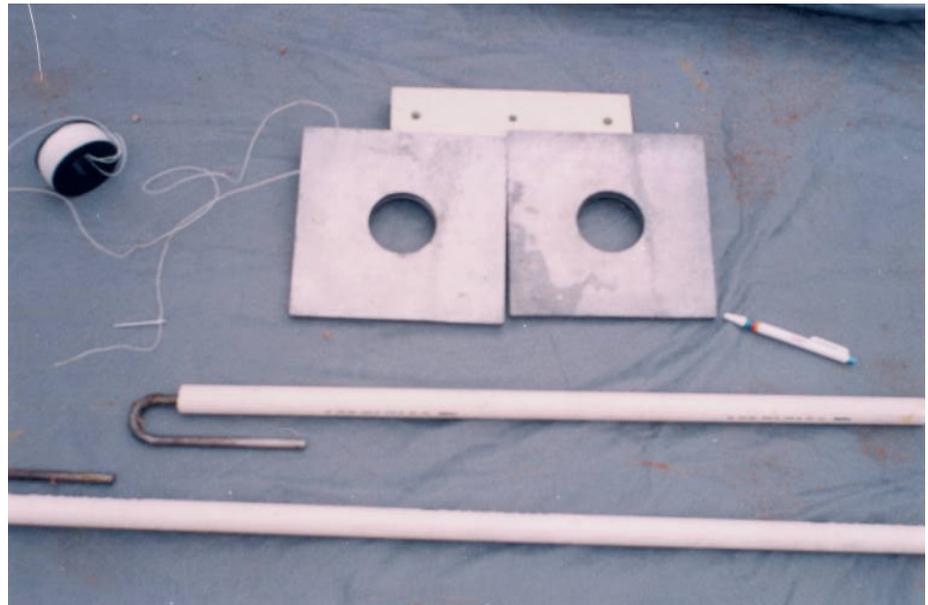
**FOTO 8**

Detalhe do lançamento do reaterro sobre o geotêxtil Bidim formando o núcleo da contenção.

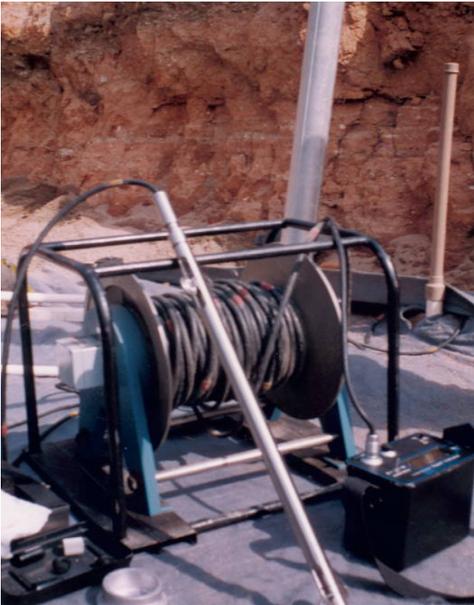


**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 9**

Detalhe do material de  
instrumentação.  
Placas magnéticas e medidor  
de deslocamento horizontal  
(tubo PVC 3/4" + aço 1/2")

**FOTO 10**

Implantação da instrumentação das placas magnéticas (medidas de deslocamento vertical) na estrutura de solo reforçado.

**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 11**

Unidade de leitura para inclinômetro equipado com torpedo do inclinômetro.

**FOTO 12**  
Aparelho para leitura de piezômetro pneumático.



**Bidim**<sup>®</sup>



**FOTO 13**

Detalhe da camada de solo compactada com soquete vibrador (núcleo).

**FOTO 14**

Vista frontal do muro mostrando as camadas de aterro já executadas ainda com o escoramento.



**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 15**

Vista da Localizada 5, Lote 2, mostrando à direita o Muro 1 concluído e à esquerda o Muro 2 sendo executado.

**FOTO 16**  
Vista frontal do Muro 2 na  
Localizada 5, Lote 2.



**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 17**

Vista do muro com todas as camadas de aterro concluídas, aguardando o muro de face junto ao geotêxtil **Bidim**.

**FOTO 18**

Vista lateral direita da obra concluída, destacando o muro de face (paramento) protegendo o geotêxtil **Bidim**.



**Bidim**<sup>®</sup>**FOTO 19**

Detalhe do acompanhamento da medição das variações das placas magnéticas (in loco).

**FOTO 20**

Acompanhamento de medição de deslocamento horizontal do inteiro da massa de solo-reforçado, após a conclusão da obra.

