

SOLO GRAMPEADO
ALGUNS DETALHES EXECUTIVOS
ENSAIOS – CASOS DE OBRAS
(revisão final de 06.10.2003)

AUTORES : Pitta, Geol. Cairbar Azzi
Souza, Eng. George Joaquim Teles
Zirlis, Eng. Alberto Casati
Diretores da Solotrat Engenharia Geotécnica Ltda

ÍNDICE

- 1. APRESENTAÇÃO**
- 2. ALGUNS DETALHES EXECUTIVOS**
 - 2.1. Concreto Projetado - Armação
 - 2.2. Concreto Projetado – Trincas/Juntas Frias
 - 2.3. Chumbador Injetado
- 3. ENSAIOS DE TRAÇÃO EM CHUMBADOR**
- 4. DESEMPENHO DE UM PROJETO**
- 5. ALGUNS CASOS PECULIARES DE OBRAS RECENTES**
- 6. CONCLUSÕES / DISCUSSÕES**
- 7. BIBLIOGRAFIA**
- 8. AGRADECIMENTOS**
- 9. TABELA 14**

Este artigo contém 14 tabelas; 21 fotos e 23 figuras.

1. APRESENTAÇÃO

Este artigo objetiva divulgar algumas particularidades executivas, para arrimos em Solo Grampeado, que os autores tem executado recentemente. Trata-se de continuidade e complemento das publicações anteriores dos mesmos autores(4,5,6). Esta vivência advém da execução, acompanhamento e observação de 72.763 m² de obras conforme tabela 1. As obras

Período	Autor	Área (m ²)	Área total(m ²)
livro ABMS(5) 1983 a 1996	outros	18.767	18.767
	estes	26.709	72.763
de 1996 até 2003		46.054	

executadas a partir da publicação destes autores de 1996(5), até agosto de 2003 estão listadas na tabela 14, item 9 , num total de 46.054 m².

Tabela 1 – Resumo de obra executadas

Serão mostrados alguns detalhes específicos de execução, ensaios à tração do chumbador, medidas de deformações e alguns casos peculiares de aplicação do Solo Grampeado. Pretendemos neste documento fornecer informações que promovam a discussão visando ajudar a consolidar esta técnica em todos os âmbitos, do projeto, da aplicabilidade, da execução e da contratação para as condições dos solos brasileiros.

2. DETALHES EXECUTIVOS

A premissa básica dos autores para definição e execução dos elementos que compõem o Solo Grampeado, é de que a estabilização do maciço ocorre pela introdução e injeção do chumbador e que o revestimento do paramento promove a estabilização da face do talude. Dois casos de obra abaixo ilustram nossa premissa.

- ✓ Indústria Química Stiefel-Av. JK, Bonsucesso-Guarulhos/SP. Neste caso houve a queda de parte do revestimento de concreto projetado , após 6 meses da entrega da contenção em Solo Grampeado, foto1 e foto 2. Porém o maciço com paramento vertical e sobrecarga nada sofreu, figura 1. O motivo do acidente, ocorrido durante período de chuvas, foi de que todo o sistema de drenagem, por tiras verticais de dreno fibroquímico instalado entre o concreto projetado e o maciço, teve sua saída junto à base do muro errônea e propositalmente vedada.



Foto 2 – Vista Geral do Arrimo. Av. JK-Guarulhos/SP

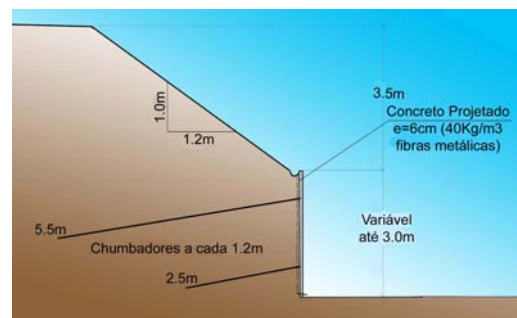


Figura 1 – Maciço com paramento



Foto 1 - Detalhe do paramento rompido. Av. JK-Guarulhos/SP

- ✓ Cond. Vila Amalfi, R Dr José Gustavo Bush - Morumbi/SP, foto 3, foto 15 e figura 18. Nesta situação o revestimento do talude é gramado embora o paramento tenha sua superfície inclinada entre 60 e 80 graus, e alturas entre bermas de até 8,3m .



Foto 3 - Paramento em grama, e talude com chumbadores, Cond. Vila Amalfi

2.1. CONCRETO PROJETADO - ARMAÇÃO

O concreto projetado não tem função primordialmente estrutural, pois recebe carregamentos seguramente muito pequenos. Por isso não deve receber armação em densidades de aço usuais para concreto convencional. Tem-se utilizado fibras metálicas com taxas entre 30 e 40 kg/m³, fibras sintéticas de polipropileno com taxas entre 5 e 8 kg/m³, ou telas metálicas eletrosoldadas com taxas entre 10 e 60 kg/m³. Esta armação resulta principalmente importante para suportar as tensões de variações térmicas. Quando os autores iniciaram as primeiras obras, eram aplicadas telas com elevadas taxas de armação, sem juntas. Fomos cada vez mais reduzindo estes valores e a prática atual é de se armar o concreto somente com fibras. Ocorre que as peças de concreto submetidas às oscilações de temperatura passam a apresentar trincas preferencialmente verticais. Estas não comprometem a estabilidade do arrimo, mas devem ser adequadamente tratadas. Sugerimos a execução de juntas no sentido vertical contínuo, espaçadas entre 10 e 20 metros, ou de acordo com análise estrutural.

A escolha do concreto projetado como revestimento se deve à sua grande durabilidade tenacidade e facilidade de aplicação. Além disso nas obras permanentes nenhum acabamento complementar é necessário, considerando-se pronta para o uso ao término de sua aplicação.

Podemos inclusive aplicar um sarrafeamento à superfície, que oferece acabamento semelhante a aplicação de formas resinadas.

A tenacidade é a propriedade do concreto projetado armado com fibras, que melhor o caracteriza para aplicação ao Solo Grampeado. A figura 2 ilustra este comportamento pela comparação com o concreto armado convencional armado e não armado.

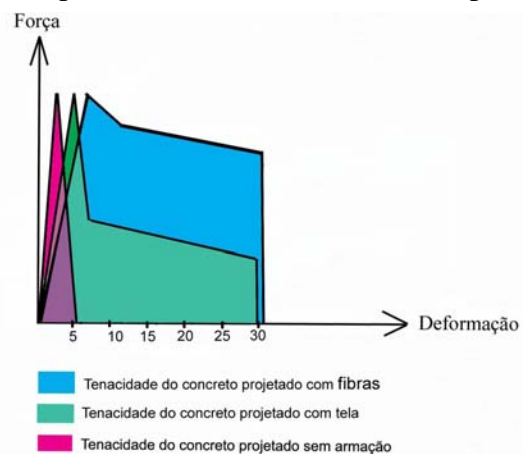


Figura 2 – Comparação de valores de Tenacidade do concreto projetado com várias armações

2.2. CONCRETO PROJETADO – TRINCAS/JUNTAS FRIAS

Para construção de arrimos em corte, portando de cima para baixo, ocorrem dois tipos de juntas : verticais e horizontais. As considerações para as verticais foram apresentadas no item

2.1 e seu tratamento se dará pela construção de juntas. No caso horizontal, nenhum tratamento é necessário, apenas duas ações construtivas a seguir descritas:

a) Após o término de uma etapa e imediatamente após a escavação de nova faixa horizontal, devemos aplicar trechos verticais de concreto projetado, apoiando-o na base da berma, figura 3. Estes não necessariamente adjacentes e contínuos, devem sustentar provisória e verticalmente o revestimento de concreto projetado antes da execução do chumbador, foto 4. Alternativamente podem ser deixadas pequenas damas entre eixos do chumbador, foto 5 e foto 6. Caso não se aja desta forma com muita possibilidade ocorrerão trincas horizontais no concreto devido ao peso próprio do revestimento.



Foto 4 - Pilares provisórios de concreto projetado, Sto. André

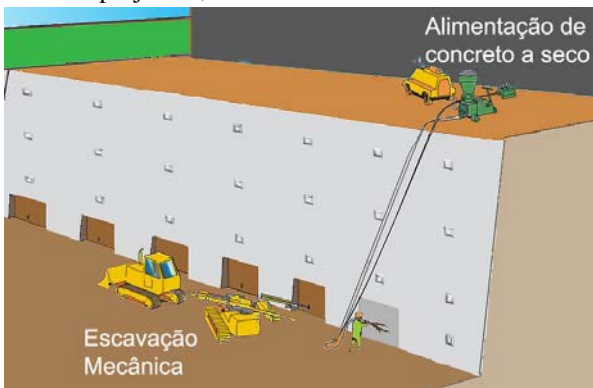
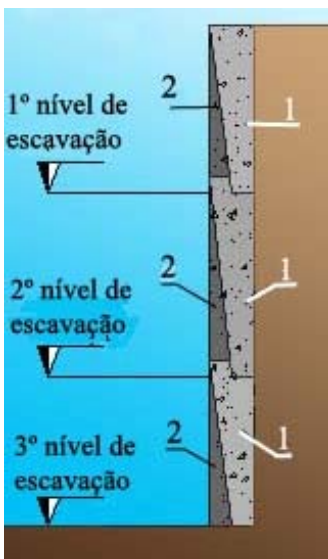


Figura 3 - Fases de aplicação do concreto projetado



b) O concreto projetado deverá ser aplicado em espessura variada. Na emenda superior do trecho já executado, terá a espessura final, valor este que será reduzido para cerca de 50% do total junto à base da berma, fase 1, segue-se com o complemento, fase 2, e assim sucessivamente até o final, figura 4. Desta forma não surgirão trincas horizontais.

figura 4 - Fases construtivas- Concreto Projetado :fase1, fase2,...fase1, fase2,...



Foto 5 - Vista geral de fase intermediária de aplicação



Foto 6 - Detalhe das damas provisórias entre chumbadores

2.3. CHUMBADOR INJETADO

Sendo o chumbador o elemento que estabiliza o maciço, sua execução deve ser criteriosa e em etapas bem definidas. A seguir ilustramos os passos de execução:

✓ **Perfuração-** Perfurar no comprimento de projeto, com diâmetro da ferramenta de 75mm, que resulta num diâmetro acabado superior. Garantir a estabilidade da parede durante a perfuração, pelo uso de água limpa, lamas ou revestimento metálico provisório, figura 5.

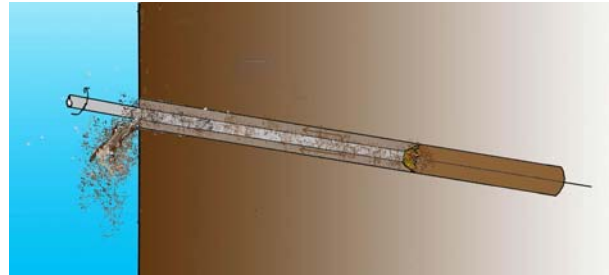


Figura 5 - Perfuração do maciço

✓ **Instalação-** Preencher a perfuração com calda de cimento de forma ascendente, com auxílio de tubulação de injeção provisória, da extremidade inferior da escavação para a boca. Imediatamente em seguida introduzir a armação metálica com seus acessórios de injeção. Alternativamente pode-se colocar a armação, e em seguida preencher a cavidade com calda de cimento, com auxílio de tubulação de injeção provisória, de forma ascendente da extremidade inferior da escavação para a boca. Este preenchimento é chamado de bainha figura 6.

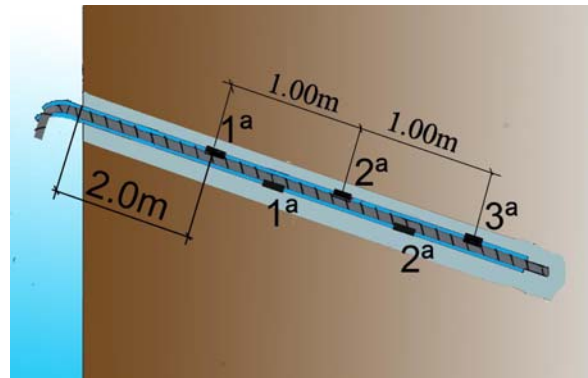


Figura 6 - Instalação da armação metálica e acessórios de injeção

✓ **Armação/Acessórios** - Usualmente a armação é composta por barra de aço CA 50 A com diâmetro de 20mm dotada de dobra em sua extremidade superior. Obviamente pode ser qualquer tipo de aço, bem como ter rosca em sua extremidade que permita um tracionamento. Esta barra deve receber pintura anticorrosiva convencional para aços. Ao longo da barra são fixados centralizadores a cada 2,0m aproximadamente, e tubulação de polietileno com 9 a 12mm de diâmetro, dotadas de válvulas de injeção, figura 6 e 7. Considera-se necessário pelo menos duas composições de tubos de injeção. As válvulas são para injeção coletiva e se dispõem ao longo do chumbador, pelo menos a cada 0,5m defasadamente uma tubulação da outra.

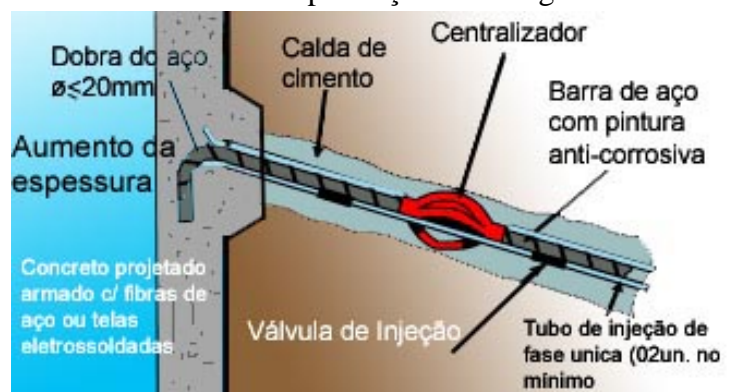
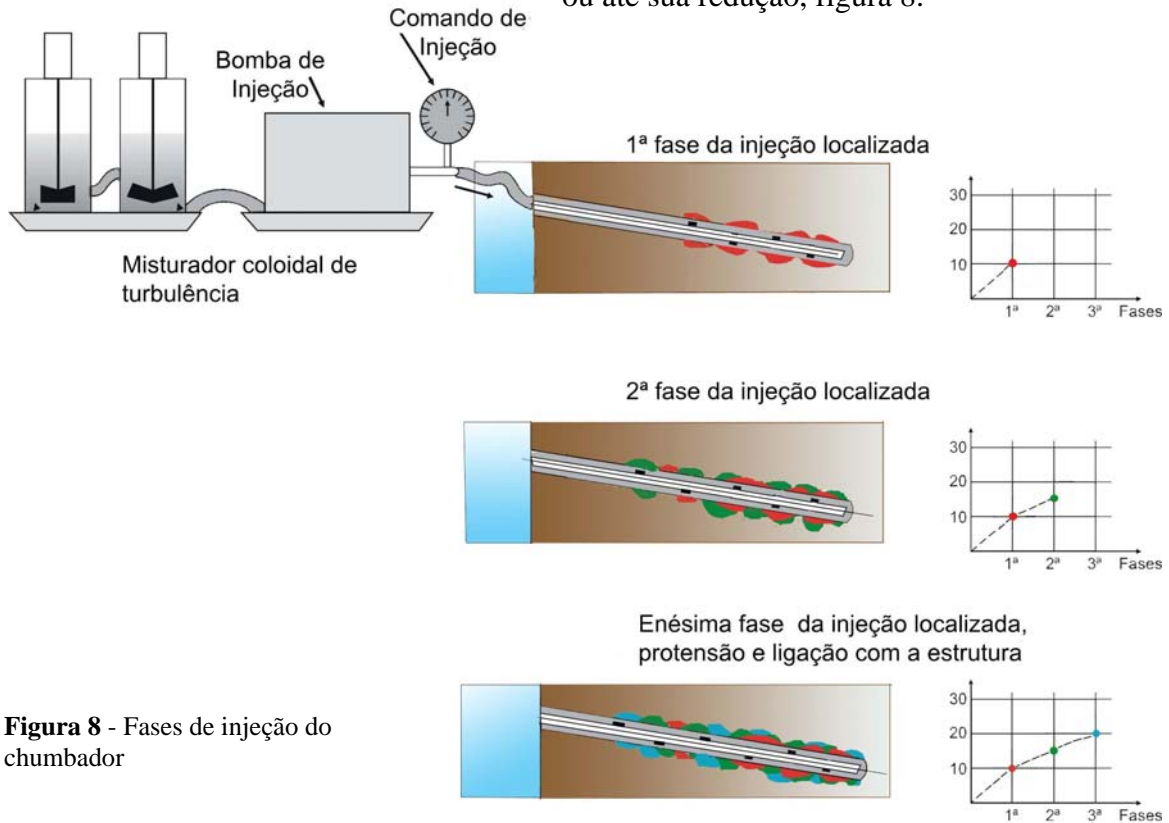


Figura 7 - Detalhe da armação metálica e acessórios.

✓ **Injeção** – Como material de injeção utilizamos caldas de cimento e água. São preparadas em misturadores de alta turbulência para que seja produzida uma suspensão estável, sem o que a injeção não é eficiente. Seu traço varia numa relação água/cimento em peso entre 0,5 e 0,7. As bombas de injeção, de pistão, devem ter capacidade para trabalho com pressões de injeção de até 4,0 MPa e vazões de 60 l/min. Somente é possível uma fase de injeção para cada composição de injeção instalada. O valor das pressões e volumes é compilado e analisado. O resultado desta análise, oferecerá o diagnóstico do chumbador,

podendo sugerir para os próximos a necessidade da instalação de mais mangueiras de injeção ou até sua redução, figura 8.



3. ENSAIOS DE TRAÇÃO EM CHUMBADOR

A seguir são apresentados resultados de ensaios de ruptura à tração em chumbadores para 5 casos de obra. A figura 9 apresenta um resumo geral dos casos que serão individualmente a seguir apresentados. O objetivo principal dos ensaios era de se constatar e de alguma forma quantificar, as melhorias decorrentes da injeção. Todos os chumbadores foram especialmente executados para ensaio e se localizavam entre 2 e 4 metros abaixo da crista do talude. Os ensaios foram todos do tipo rápido, em estágios de carga de 10 kN, com aplicação de carga por macaco e bomba hidráulicos. Seguem também as respectivas sondagens com os ensaios SPT e/ou SPT-T disponíveis.

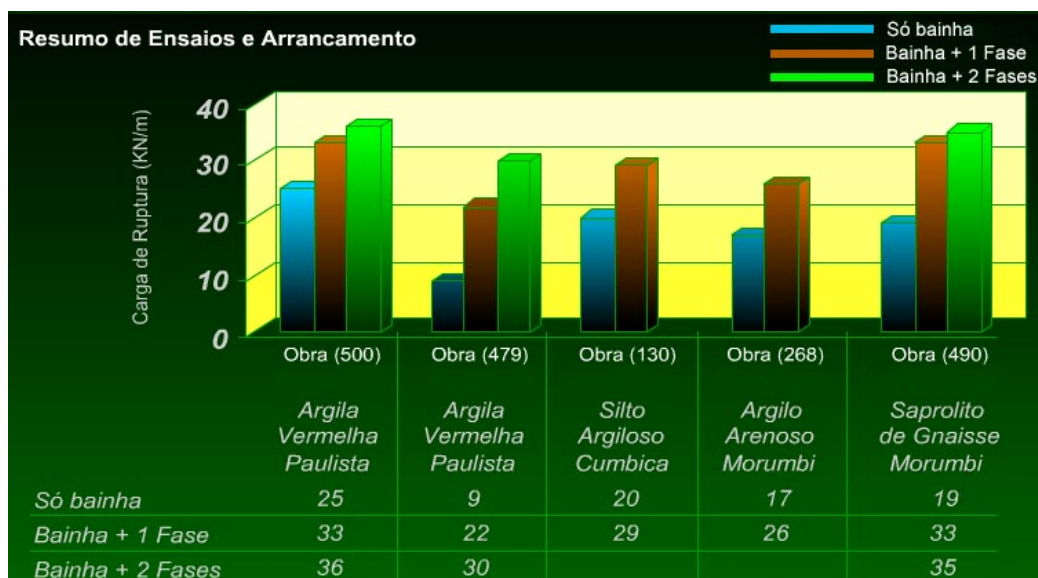


Figura 9 – Resumo comparativo dos dados de ensaio de ruptura de chumbador em 5 casos de obra.

3.1–Obra 130 R.Indubel-Cumbica, Guarulhos/SP

130-Silto Argiloso l = 4m, Perfuração Ø 75 mm, Aço CA50A Ø 20mm					
Chumbador	Bainha (litros)	Fase única		Carga Ruptura (KN)	Carga Ruptura por Metro Linear do Chumbador (KN/m)
		Volume (litros)	Pressão (Mpa)		
Só Bainha	1	35		77	19
	2	60		77	19
	3	40		84	21
	4	85		77	19
	5	50		70	18
	6	90		97	24
Bainha + Fase Única	7	45	65	119	30
	8	50	50	112	28
	9	70	80	119	30
	10	60	70	112	28

Tabela 2 - Dados do ensaio de ruptura de chumbadores, R.Indubel

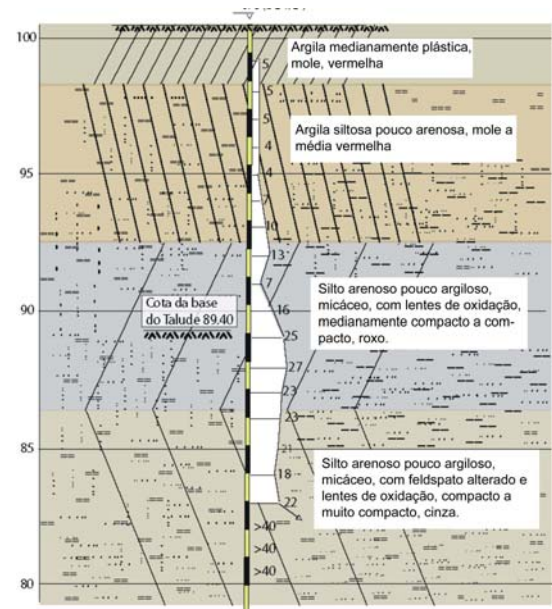


Figura 10 - Sondagem a percussão SPT , típica, R. Indubel

3.2 – Obra 268 – Av. Oscar Americano-Morumbi/SP-Hospital São Luiz

268-Argilo Arenoso l = 6m, Perfuração Ø 75 mm, Aço CA50A Ø 20mm					
Chumbador	Bainha (litros)	Fase única		Carga Ruptura (KN)	Carga Ruptura por Metro Linear do Chumbador (KN/m)
		Volume (litros)	Pressão (Mpa)		
Só Bainha	1	40		98	16
	2	50		98	16
	3	35		105	18
	4	40		105	18
	5	40		98	16
	6	45	70	1,2	161
Bainha + Fase Única	7	50	50	1,5	147
	8	60	90	1,0	161
	9	35	40	1,5	140
	10	40	50	1,5	154

Tabela 3 - Dados do ensaio de ruptura de chumbadores, Av. Oscar Americano

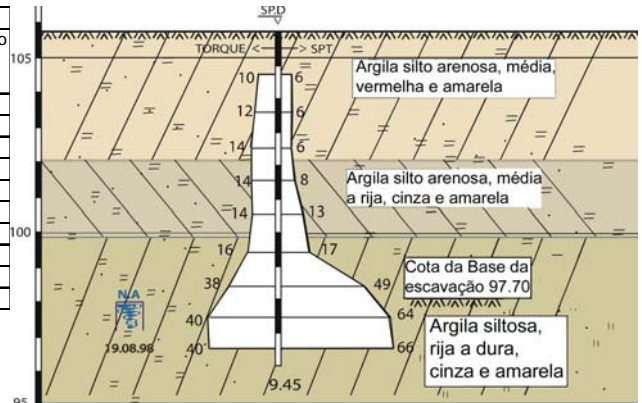


Figura 11 - Sondagem a percussão SPT-T , típica, Av. Oscar Americano

3.3 - Obra 479 –Rua Bahia 945/965 – Higienópolis/SP

479-Argila Vermelha Paulista l = 6 m, Perfuração Ø 75 mm,- Aço CA50A Ø 20mm						
Chumbador	Bainha (litros)	Fase única		Carga Ruptura (KN)	Carga Ruptura por Metro Linear do Chumbador (KN/m)	
		Volume (litros)	Pressão (Mpa)			
Só Bainha	1	48		53	9	
bainha + 1 Fase de injeção	2	Não foi possível realizar o ensaio				
	3	48	40	0,4	130	22
Bainha + 2 Fases de injeção	4	48	40	0,6	160	27
	5	48	40	0,6	185	31
	6*	48	40	0,6	177	30
Reinjeção em 3ª fase após ruptura	7*	48	40	0,6	185	31
	6	48	40	0,6	193	32
7	48	40	0,6	177	30	

479-Argila Vermelha Paulista l = 4 m, Perf. Ø 75 mm, Aço CA50A Ø 20mm						
Chumbador	Bainha (litros)	Fase única		Carga Ruptura (KN)	Carga Ruptura por Metro Linear do Chumbador (KN/m)	
		Volume (litros)	Pressão (Mpa)			
Só Bainha	13	48		53	13	
Bainha + 1 Fase de injeção	12	48		77	19	
	11	48	40	0,4	146	37
Bainha + 2 Fases de injeção	10	48	40	0,4	146	37
	9	48	40	0,6	123	31
8	48	40	0,6	108	27	

Tabela 4 - Dados do ensaio de ruptura de chumbadores, R. Bahia

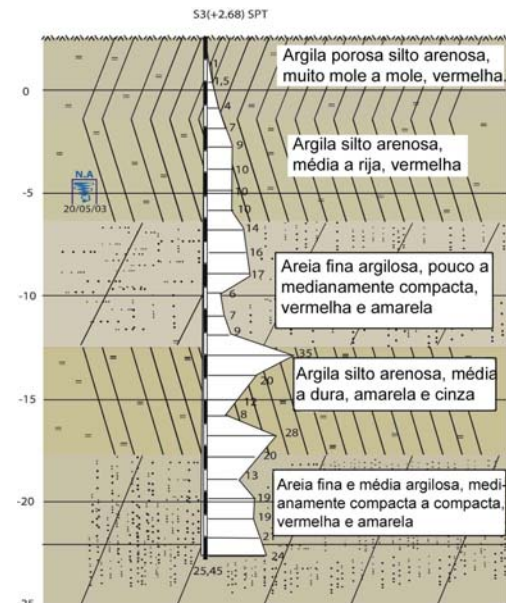


Figura 12 - Sondagem a percussão SPT , típica, R. Bahia

3.4 – Obra 490 –Ed. Urban Loft-Rua Samia Haddad 151- Morumbi/SP

490-Saprolito de Gnaiss Morumbi l = 6 m, Perfuração Ø 75 mm, Aço CA50A Ø 20mm					
Chumbador	Bainha (litros)	Fase única		Carga Ruptura (KN)	Carga Ruptura por Metro Linear do Chumbador (KN/m)
		Volume (litros)	Pressão (Mpa)		
Só Bainha	5			115	19
	6	48		Não foi possível realizar o ensaio	
Bainha + 1Fase (chumbadores verticais)	7v	48	*	146	24
	8v	48	*	2,0	185
Bainha + 1 Fase de injeção	1	48	40	1,1	170
	2	48	40	1,3	224
Bainha + 2 Fases de injeção	3	48	*	2,0	232
	4	48	80	1,3	193

* Foi realizada a injeção em máxima pressão (20Kg/cm²), porem sem consumo.

Tabela 5 - Dados do ensaio de rutura de chumbadores, R. Samia Haddad

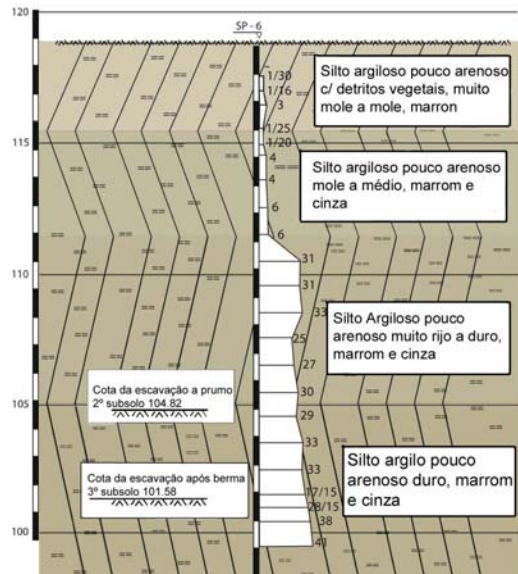


Figura 13 - Sondagem a percussão SPT, típica, R. Samia Haddad

3.5 Obra 355/500 – Hosp.Benef. Portuguesa/Rua Martiniano de Carvalho 969- Paraiso/SP

500-Argila Vermelha Porosa Paulista l = 6 m, Perfuração Ø 75 mm, Aço CA50A Ø 20mm							
Chumbador	Bainha (litros)	Fase única		Carga Ruptura		Carga Ruptura por Metro Linear do Chumbador	
		Volume (litros)	Pressão (Mpa)	(t)	(KN)	(t/m)	(KN/m)
Só Bainha	1	48		12,80	128	2,10	21
	2	48		17,60	176	2,90	29
Bainha + 1 Fase de injeção	3	Não foi Possível realizar o ensaio					
	4	48	40	1,50	19,90	199	3,30
Bainha + 2 Fases de injeção	5	48	40	1,50	21,20	212	3,50
	6	48	40	1,50	22,10	221	3,70

Tabela 6 - Dados do ensaio de rutura de chumbadores, Hosp. Benef. Portuguesa

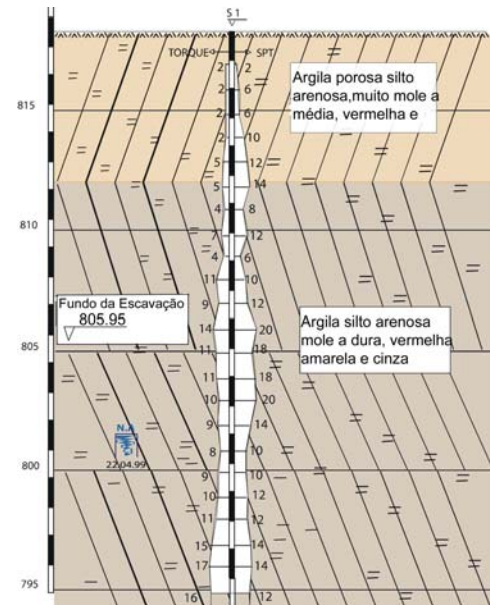


Figura 14 - Sondagem a percussão SPT-T, típica, Hosp. Benef. Portuguesa

4. DESEMPENHO DE UM PROJETO

Relatamos abaixo um caso de obra, em que houve um rigoroso e específico acompanhamento técnico do projeto e da execução da obra, com a realização de muitos ensaios e medidas. A explicação e descrição dos critérios de projeto e análise dos ensaios, não é escopo deste artigo, nem da competência dos autores.

Para implantar as ampliações do Hospital da Beneficência Portuguesa, em área de 2.900 m², densamente urbanizada, localizada à R.Martiniano de Carvalho 969, na cidade de São Paulo, foram necessárias escavações verticais

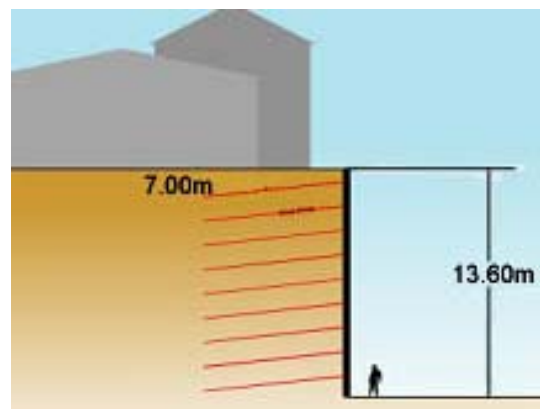


Figura 15 - Corte esquemático do projeto (cortina 7), Hosp. Benef. Portuguesa

e profundas. Estas escavações para os quatro subsolos, deixaram 2.841 m² de paredes verticais com alturas variáveis entre 10,0 e 13,50m. Numa primeira etapa, foram executados 1.905 m² entre maio e setembro de 2000 e o complemento final de 936 m² entre novembro de 2002 e fevereiro de 2003, figura 15 , foto 7 e foto 8.

Foram realizadas medidas de recalque e deformação horizontal da crista do talude, em vários pontos da obra.



Foto 7 - Vista Geral da obra durante a primeira fase, Hosp. Benef. Portuguesa



Foto 8 - Vista Geral da obra durante a fase final, com vizinhos, na divisa, Hosp. Benef. Portuguesa

Apresentamos na Tabela 7, para quatro prumadas, fotos 9 e 10, os valores em porcentagem das

Prumada	Altura H (m)	Deformação medida da crista do muro			
		Horizontal		Vertical	
		δH (mm)	$\delta H/H$ (%)	δV (mm)	$\delta V/H$ (%)
A3	10.42	11	0.11	12.7	0.12
B2	10.5	5	0.05	12.7	0.13
C2	12.16	24	0.2	16.8	0.13
D1	13.5	5	0.04	18.4	0.14

Tabela 7 - Deformações junto a crista do muro, Hosp. Benef. Portuguesa

relações das deformações medidas com aparelho ótico, verticais e horizontais, com suas alturas. Ressalta-se que os pinos foram colocados nas edificações lindeiras, conforme fotos, 9A e 10A, cerca de 5,0m acima da crista da escavação, para que fosse possível a tomada de deformação, ao longo de toda

a obra. Observamos variações da relação da deformação horizontal com a altura entre 0,04% e 0,20%, e da relação da deformação vertical com a altura entre 0,12% e 0,14%.

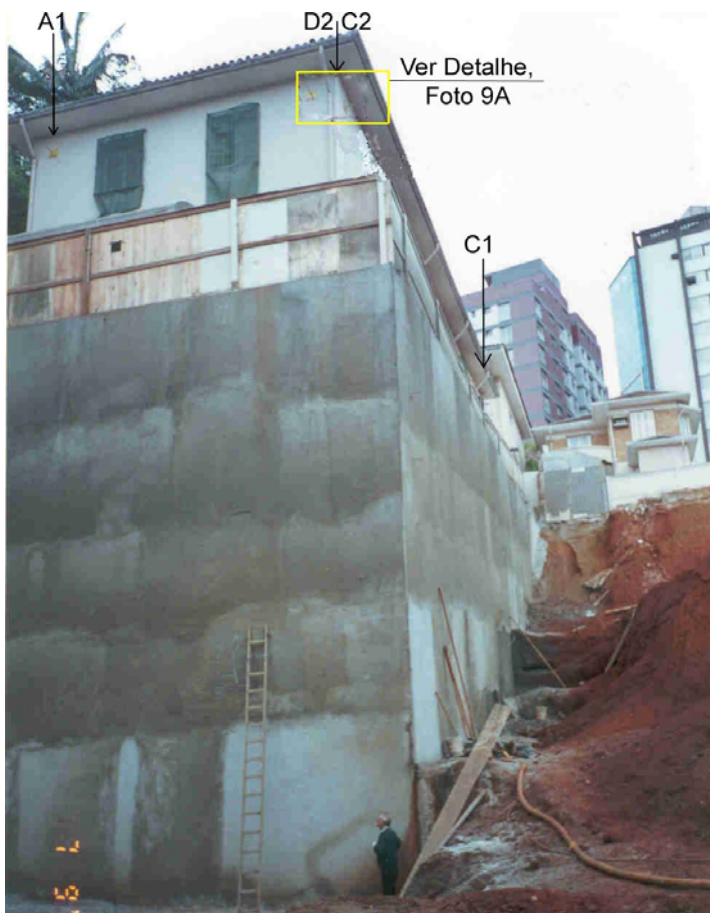


Foto 9A – Detalhe D2 e C2

Foto 9– Prumadas A1, D2, C2 e C1



Fotos 10A – Detalhes B2 e C2.

Foto 10 – Prumadas B2, A3,A2 e A1

5.ALGUNS CASOS PECULIARES DE OBRAS RECENTES

Para ilustrações reais de sua aplicabilidade, seguem alguns exemplos onde foi adotada a solução de arrimo em Solo Grampeado.

R.Indubel-Cumbica, Guarulhos/SP, 1996, 1600 m²

Neste caso houve a rutura do talude por cunha localizada entre seu pé e 2/3 da altura. O talude foi recomposto com sacos de solo-cimento e estabilizado permanentemente com o Solo Grampeado, não só na região rompida, mas nos taludes adjacentes foto 11, foto 12 e figura 16.



Foto 12 - Recuperação dos talude adjacentes, R. Indubel



Foto 11 - Talude recomposto com solo-cimento, R. Indubel

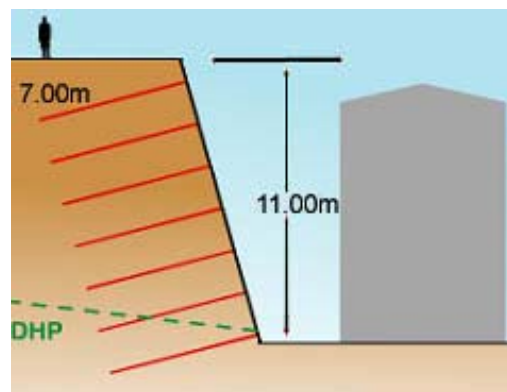


Figura 16 - Corte esquemático do projeto, R Indubel

Variante Ferroviaria MRS –Ipelândia- Suzano/SP,2001, 2050 m²

Neste caso houve a rutura do talude, por cunha localizada entre seu pé e próximo à crista. A sua estabilização permanente ocorreu pela aplicação do Solo Grampeado, a montante da rutura, na face remanescente imediatamente após a remoção do solo corrido, foto 13, foto14 e figura 17.



Foto 13 Vista do talude rompido,Suzano
Suzano



Foto 14 Vista do talude contido em Solo Grampeado, Suzano

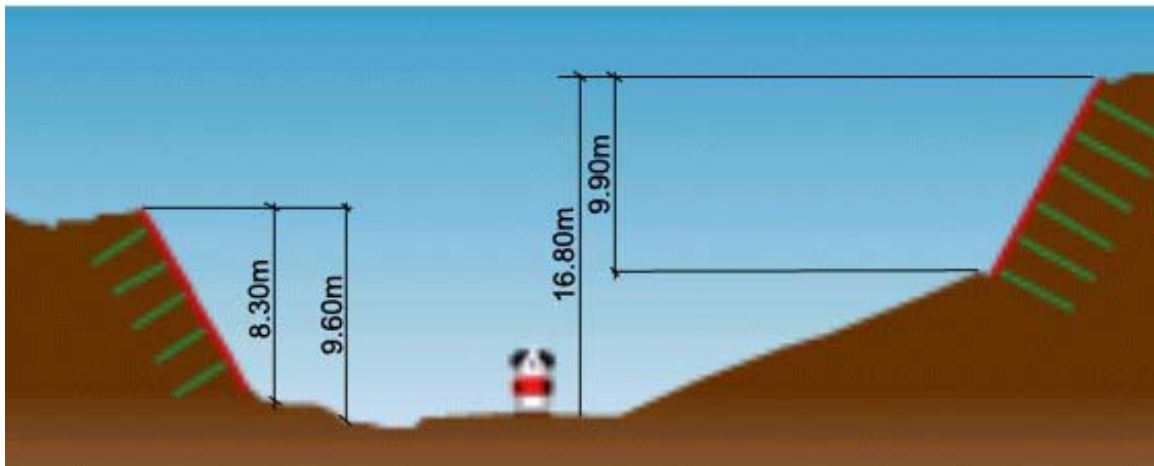


Figura 17 Corte esquemático do projeto, Suzano

Cond. Vila Amalfi, R Dr José Gustavo Bush -Morumbi/SP,2001, 858 m2

Neste caso foi necessária a execução de cortes para permitir o acesso junto a entrada do condomínio. Por questões estéticas, o revestimento do paramento deveria ser obrigatoriamente orgânico. O projeto especificou e foi aplicado revestimento de grama fixada com tela. A estabilidade permanente da encosta foi alcançada pela execução de chumbadores com cortes que tinham até 80° , e altura entre bermas de até 8,3m, foto 3, foto 15 e figura 18.



Foto 15 Vista do talude contido em Solo Grampeado, paramento com grama, Cond. Vila Amalfi

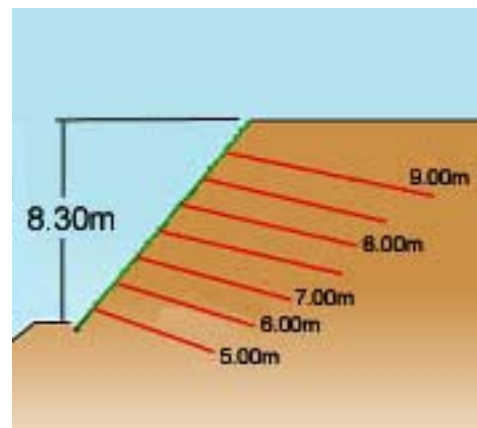


Figura 18-Corte esquemático do projeto, paramento com grama, Cond. Vila Amalfi

Prefeitura Municipal de Poços de Caldas – Poços de Caldas/MG,2001 ,2739 m2

Neste caso objetivava-se estabilizar permanentemente talude em movimento, resultante de depósitos antigos de resíduo de pedra, junto à avenida de acesso à Poços de Caldas. Como no caso anterior o paramento foi estabilizado pela aplicação de grama e o talude pelos chumbadores, foto 16 e figura 19.



Foto 16 Vista do talude contido em Solo Grampeado, paramento com grama, Poços de Caldas

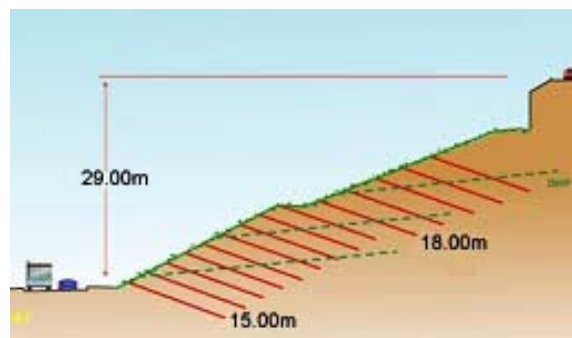


Figura 19-Corte esquemático do projeto, paramento com grama, Poços de Caldas

Centro Empr. Pereira Barreto, Av. Pereira Barreto1395– Sto. André/SP, 2001, 1960 m2

A necessidade da aplicação do Solo Grampeado era estabilizar permanentemente corte vertical visando a implantação de 4 subsolos do edifício, figura 20 e foto 17.

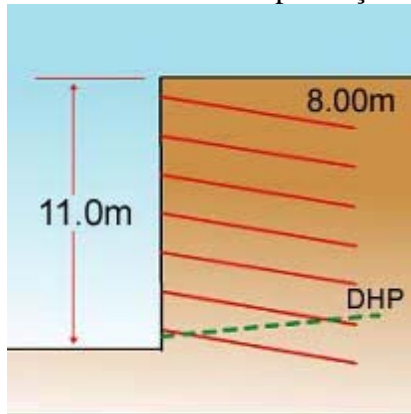


Figura 20 - Corte esquemático do projeto, Sto André



Foto 17 - Vista geral da obra durante a execução, Sto André

Ed. Urban Loft-Rua Samia Haddad 151- Morumbi/SP , 2002, 770 m2

O Solo Grampeado foi aplicado para conter permanentemente corte vertical visando a implantação de edifício. Neste caso há uma grande peculiaridade, em que por razões estéticas o muro teve sua geometria em planta convexa, com relação a escavação e altura máxima de 18.80m, figura 21 e foto 18.



Figura 21 - Corte esquemático do projeto, R. Samia Haddad



Foto 18 - Vista geral da face cônvexa do arrimo, R. Samia Haddad

Ed. Grafos-R. das Goiabeiras 82, B.Jardim-Sto. André/SP, 2003, 916m2

A necessidade para aplicação do Solo Grampeado era estabilizar corte vertical visando a implantação de 3 subsolos do edifício, figura 22, foto 19.

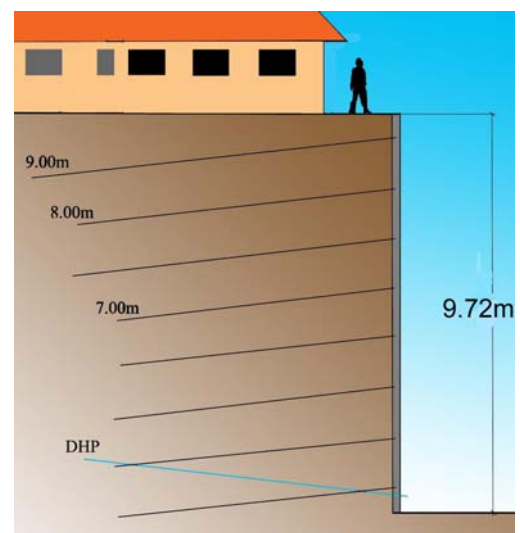


Figura 22 Corte esquemático do projeto, R. das Goiabeiras



Foto 19 - Vista geral da obra durante a execução, R. das Goiabeiras

Saargummi –Rodov. Anchieta km17,5- S.B. Campo/SP, 2003, 690m²

Neste caso objetivou-se estabilizar permanentemente talude já cortado há mais de 5 anos, com a presença intensa do lençol freático, que começava a apresentar sinais de instabilidade, foto 20, foto 21 e figura 23.



Foto 20 - Aplicação do concreto projetado, Rod. Anchieta



Foto 21 - Vista geral das paredes estabilizadas com paramento irregular, Rod. Anchieta

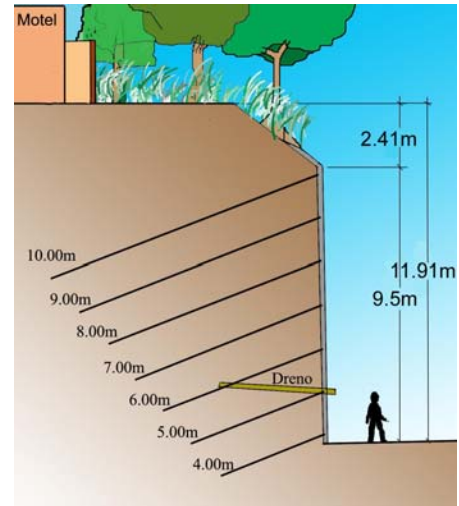


Figura 23 - Corte esquemático do projeto, Rod. Anchieta

6.CONCLUSÕES / DISCUSSÕES

Visando promover o debate colocamos algumas questões, para as quais oferecemos uma resposta, que representa nossa opinião atual.

Questão1. Por definição, o Solo Grampeado é uma técnica de melhoria de solo. Este é um conceito com o qual concordamos e que é internacionalmente aceito. Qual é o mecanismo realmente constatado de escorregamento para os solos brasileiros onde tem sido aplicado? Nestes casos, onde passa a superfície de rutura crítica? Ela intercepta os chumbadores, ou o conjunto dos chumbadores implantados no terreno cria um novo maciço com novas características que arrima o maciço a montante dos chumbadores?

Resposta1. Nossa opinião é de que o solo se torna o material de constituição de um grande muro de peso limitado pela dimensão do chumbador, que foi melhorado pelas injeções e introdução dos chumbadores.

Questão2. Qual a carga que chega ao paramento? Será necessário sempre a aplicação de revestimento de concreto ?

Resposta2. Observamos que a carga no paramento é muito pequena, insuficiente para promover a rutura e instabilização do arrimo. O revestimento do paramento estabiliza apenas localmente a porção de solo.

Questão3. Como evitar pequenos deslocamentos da face do talude durante os trabalhos?

Resposta3. A velocidade de execução permite que estejamos trabalhando dentro do “tempo de estabilidade” (“Stand up time”) de cada material até que seja executada a intervenção. Entretanto em condições onde este tempo é muito curto, como argilas moles por exemplo, é necessário contemplar-se um reforço. Temos executado chumbadores verticais previamente ao início dos trabalhos, ao longo do eixo da cortina, usualmente posicionados em distâncias conforme o espaçamento dos chumbadores de arrimo e com comprimentos da altura a escavar. A prática desta atitude mostrou uma grande redução de trincas e das deformações nas edificações lindeiras, aumentando ainda a produtividade.

Questão4. Afirmamos que a aplicação de concreto projetado, armado com fibras é o ideal em termos práticos de execução. Sua adição ocorre juntamente com os agregados obtendo-se mistura final adequadamente homogênea. Desde 1995 temos aplicado fibras metálicas e recentemente surgiu no mercado a fibra de polipropileno. Sua aplicabilidade é excelente e definitivamente encerra em todas instâncias o problema de corrosão. Qual seria a fibra mais indicada, se forem ambas técnica e economicamente equivalentes?

Resposta4. Na Tabela 8 são apresentadas algumas características obtidas de ensaios de laboratório em placas de fibras metálicas e de polipropileno. Entendemos que a fibra de polipropileno pode ser uma opção excelente para armação do concreto projetado.

Característica	Unidade	Tipo de fibra	
		Aço	Polipropileno
		Dramix 65/35	Sheikan 40
<i>consumo</i>	kg/m ³	35,0	6,0
<i>tração na flexão</i>	Mpa	4,0	4,9
<i>tenacidade</i>	joule	15,0	12,7
<i>fator de tenacidade</i>	MPa	2,2	1,8

Tabela 8 - Características técnicas fibras metálicas e fibras de polipropileno

Questão5. Como contratar um arrimo em Solo Grampeado?

Resposta5. O Solo Grampeado é uma solução para muro de arrimo. Os preços unitários que o compõem são basicamente: perfuração para chumbador; fornecimento preparo e instalação do aço com centralizadores pintura anticorrosiva e tubos de injeção com válvulas; injeção de calda de cimento sob pressão com controle de volume; preparo fornecimento e aplicação de concreto projetado armado com fibras; fornecimento e aplicação de drenos de paramento; perfuração fornecimento e instalação de DHP; escavação parcializada; andaimes. Estes itens não podem ser comparados com outros serviços geotécnicos, mesmo que da mesma forma construídos. Apesar de termos para cada projeto específicos comprimentos de chumbador, espessura de concreto projetado ou comprimento de DHP, deve ocorrer uma contratação pelo projeto global, ou por unidade de área contida, por exemplo metro quadrado.

Questão6. Como avaliar o desempenho de uma estrutura de arrimo em Solo Grampeado? É condição obrigatória a injeção do chumbador?

Resposta6. Apresentamos na Tabela 9, os valores das quatro medidas para o único caso de obra instrumentada que vivenciamos, na construção do arrimo para a Beneficência Portuguesa citada no item 4, comparada com 8 casos da literatura internacional.

Referência	Ano	Altura(m)	Def. horiz./altura(%)
Guilloux(12)	1980	14,0	0,11
Shen-Samaritan (16)	1981	13,7	0,29
Shen-Davis(17)	1981	9,2	0,17
Gassler(11)	1981	6,0	0,25
Blondeau & Ledeuil(12)	1982	16,5	0,15
Nicholson(12)	1982	9,1	0,04
Nicholson(12)	1985	12,3	0,08
Clouterre(10)	1991	5,0	0,21
Benef. Portuguesa - A3	X	2002	10,42
Benef. Portuguesa - B2			10,50
Benef. Portuguesa - C2			12,16
Benef. Portuguesa - D1			13,50

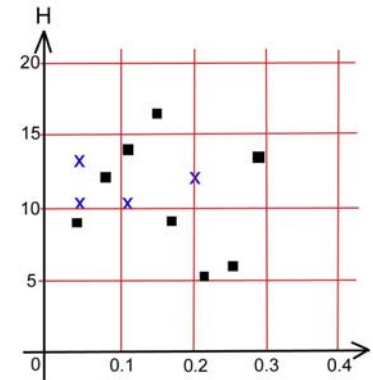


Tabela 9 - Valores da % de deformação horizontal com relação a altura do corte.

Na tabela 10 se encontram valores da relação da deformação horizontal com a altura, para a mobilização do empuxo ativo, conforme Bowles (8). Na tabela 11 tem-se valores para valas escoradas conforme Peck (15).

Tabela 10 – Deformação para mobilização do empuxo ativo, Apud Bowles (8).

Solo	$\delta H/H$ (%)
Arenosos compactos.	0.1 a 0.2
Arenosos fofos.	0.2 a 0.4
Argilosos rijos.	1 a 2
Argilosos moles.	2 a 5

Tabela 11 – deformação junto à face da escavação para valas escoradas para prédios de Chigago, Oslo, com profundidades variáveis de 9.00 à 22.00m, Apud Peck (15).

Solo	$\delta H/H$ (%)
Areias e argilas moles e duras.	0.1a 0.2
Argilas moles e muito moles (com este material até a base da escavação.	1a 2
Argilas moles e muito moles (com este material abaixo do fundo do vale.	>2

Segue resumo da faixa de variação de valores da carga de rutura por metro linear, resultante de ensaios de arrancamento de chumbadores executados em obras realizadas na cidade de São Paulo, conforme dados do item 3 na tabela 12. Inclue-se um dado extraído do artigo de Bruce(12) para caso de obra na França.

Referência	Solo	Faixa de variação dos valores de rutura a tração em chumbador (kN/m)		
		Sem injeção	Com injeção	
Grande São Paulo	Beneficência Portuguesa-Paraiso	argila porosa paulista	21 a 29	33 a 37
	R. Samia Haddad-Morumbi	silte argiloso	19	24 a 39
	R. Bahia-Higienópolis	argila porosa paulista	9 a 19	22 a 37
	Av. Oscar Americano-Morumbi	argilo arenoso	16 a 18	23 a 27
	R. Indubel-Guarulhos	silte argiloso	18 a 24	28 a 30
França(12)	Versailles-Chantier, corte Ferroviário	areia fontainbleau	22	---

Tabela 12 - Valores da carga de rutura de chumbador por metro linear

Na tabela 13, extraímos dos artigos de Shen(16), e Clouterre(10) valores da carga máxima mobilizada no chumbador, por metro linear.

Referência	Carga medida no chumbador (kN/m)
Projet Clouterre(1991)	1.1 a 1.3
Shen-Davis(1981)	3.5 a 3.7

Tabela 13 - Carga mobilizada no chumbador por metro linear

A diferença dos valores da carga de rutura e da carga medida no chumbador é muito grande, ou seja o valor medido é muito menor. Shen (14) lembra que o método construtivo deve ser criteriosamente descrito, normalizado e representar aquilo efetivamente executado. Sugere que a avaliação do desempenho, deva advir da observação das deformações, que é a mesma opinião de Guimarães Filho (2). Na apresentação do “Estado da Arte”, para o congresso de São Francisco, Shlosser(18), declara necessária a avaliação das deformações, bem como considera o solo como principal “material de construção” na confecção do arrimo em Solo Grampeado.

Pelos dados acima entendemos que há muito por se aprender sobre o Solo Grampeado. Listamos alguns pontos muito importantes que tentam responder como se poderia avaliar o desempenho de um arrimo em Solo Grampeado:

- A observação por meio das deformações deve ser obrigatória durante a construção dos arrimos em Solo Grampeado.
- O método executivo é muito importante e deve ser detalhadamente padronizado e fielmente executado.
- A injeção do chumbador é fundamental para a eficiência do Solo Grampeado, muito mais qualitativamente que quantitativamente devendo sempre ser realizada, e avaliada.
- A observação da geologia e hidrogeologia previamente ao detalhamento do projeto, e o diário acompanhamento dos trabalhos definem os passos de um projeto, que somente se encerra após o término da execução da contenção.
- As análises matemáticas, por meios eletrônicos ou manuais, não permitem definir previamente por si só qual o projeto mais seguro ou econômico, quer pelas insuficientes informações do subsolo usualmente oferecidas para projeto, quer pela grande dificuldade em simular o comportamento específico dos solos brasileiros, especialmente dos residuais e dos sedimentos terciários.
- Para se compreender em todos os âmbitos a técnica do Solo Grampeado, seria necessário melhor estudá-lo. O estímulo para o desenvolvimento de teses de pós-graduação deve ocorrer, diretamente ligado às reais condições de aplicação na sociedade. Uma proposta mais ambiciosa, poderia partir do “Projet National Clouterre”, desenvolvido na França entre 1985 e 1989, continuando-o para nossas condições e objetivos, e da mesma forma envolvendo todos os setores interessados da sociedade brasileira.
- O solo é o principal material de construção dos Arrimos em Solo Grampeado

7.BIBLIOGRAFIA

Seguem alguns artigos da bibliografia nacional e internacional, que os autores se referem ou recomendam como consulta.

Nacional :

1. GUIMARÃES FILHO J.D.(1984)-Consolidação de solos por injeções: Discussão sobre uma prática bem sucedida, mas que não está de acordo com as teorias clássicas existentes. Revista Solos e Rochas, Volume7, p.99-107.
2. GUIMARÃES FILHO J.D.(1994)-O Alívio controlado de tensões na técnica de Solo Grampeado. Revista Solos e Rochas, Volume17, n.3, p. 195-201.
3. IYOMASA, W.S., RODRIGUES, J. E.(2002)- Fraturamento Hidráulico e Injeção de Solo-Cimento em Maciço Terroso, Revista Solos e Rochas, São Paulo, 25,(2),p. 105-118.
4. ZIRLIS, A.C.; PITTA, C.A.; SOUZA, G.J.T e Oliveira, M.(1992)-Soil Nailing: Chumbamento de Solos, Experiência de uma Equipe na Aplicação do Método. In: COBRAE – Conferência Brasileira de Encostas, vol. 1 – Rio de Janeiro, pp. 81 a 99

5. ZIRLIS, A.C.(1998)-Reforço do Terreno-Solo Grampeado, Livro: Fundações Teoria e Prática, PINI- ABMS-ABEF, Capítulo 18.3.1, São Paulo, p. 641-642 e 656-668.
6. ZIRLIS, A.C. PITTA, C.A.(2000)-Chumbadores Injetados: A Qualidade do Solo Grampeado. SEFE IV- Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, julho Vol.2, p.541-547.

Internacional:

7. BAUER (1989) - Soil Nailing - The Bauer System - Catálogo de Serviços.
8. BOWLES, JOSEPH E.(1982)-Foundation Analysis and Design, terceira edição, McGraw-Hill, p.380.
9. CAMBEFORT H. (1960)-Injection des Sols. Editions Eyrolles, Paris.
10. CLOUTERRE (1991)-Recommandation Clouterre, Projet National Clouterre, Presses de l'ENPC, Paris.
11. GASSLER G. , GUDEHUS, G.(1981)-Soil Nailing some Aspects of a New Technique. Anais do 10o. Cong. Int. de Mec. Solos e Eng. de Fund. Estocolmo, Vol. 3 p.665-670.
12. BRUCE D.A., JEWELL, R.A.(1986)-Soil Nailing: Application and Practice - Part 1. Ground Engineering, November, p.10-15.
13. BRUCE D.A., JEWELL, R.A.(1987)-Soil Nailing: Application and Practice - Part 2. Ground Engineering, January, p.21-33, 38.
14. GASSLER G., GUDEHUS G.(1981) - Soil Nailing some Aspects of a New Technique- Anais do 10o. Cong. Int. de Mec. Solos e Eng. de Fund. Estocolmo, Vol. 3 p.665-670.
15. PECK, RALPH B.(1969) – Deep Excavations and Tunnelling in Soft Ground – Proceeding of the Seventh IC. On S. M. F. E. - The State of Art Volume, p.266.
16. SHEN C.K., BANG S., HERMANN L.R.(1981) - Ground Movement Analysis of Earth Support System- Jornal da ASCE, Vol. 107 GT 12, p. 1609-1624.
17. SHEN C.K., BANG S.,ROMSTAD K.M., KULCHIN L., DeNATALE J.S.(1981) - Field Measurements of Earth Support System, Jornal da ASCE Vol 107, GT 12, p. 1625-1642.
18. SCHLOSSER F., MAGNAN J.P., HOLTZ R.D.(1985)-Geotechnical Engineered Construction –State of the Art- Proceedings of the Eleventh Internacional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering – Volume 5, p.2499-2504.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todos os profissionais dos escritórios de projeto e consultoria, de alguma forma envolvidos neste trabalho: A.H. Teixeira, Ceppolina, Consultrix, Godoy & Maia, Interact, Luciano Decourt, M. Hosken, Roma.

9. TABELA 14 – Obras executadas por estes autores a partir de 1996 a 2003.

Identificação	Área (m2)	Ano	Solo	Talude	Chumbador (mm)						Revest.Concr.Projetado			Água
				Alt.	Incl	Compr	Armação		Espaçam		Esp.	Armação	Taxa aço	
				(m)	(o)	(m)	Qt	Diam	Hor	Vert	(mm)			
Pinheiros, SP	130	96	Residual	13,0	60	6,0	1	22	1,5	1,3	80	1 Q 92	32	x
S.Bernardo, SP	480	97	Aterro	5,1	80	10,0	1	20	1,8	1,4	50	F. de Aço	35	x
Guarulhos, SP	205	97	Silto Argiloso	4,0	90	4,0	1	20	1,0	1,0	75	F. de Aço	40	x
R.Antonieta Leitão, SP	208	97	Argila Siltosa	7,0	90	5,0	1	20	1,5	1,5	80	F. de Aço	40	
R.São Nicolau, SP	40	97	Solo residual	4,0	60	4,0	1	20	1,6	1,5	60	1 Q 138	37	
R. Álvaro de Souza, SP	135	97	Aterro	9,0	70	8,0	1	20	1,2	1,6	80	F. de Aço	40	
R. Húngara, SP	150	97	Silto Argiloso	7,0	90	6,0	1	20	1,0	1,0	80	F. de Aço	40	x
Lençóis Paulista, SP	562	97	Residual	15,0	70	5,0	1	25	2,0	2,0	100	2 Q 138	44	
Votorantim, SP	1.200	97	Siltoso	6,0	90	4,0	1	13	1,0	2,1	100	1 Q 92	15	
S.B.Campo, SP	80	97	Aterro	4,0	90	6,0	1	20	1,5	1,5	100	F. de Aço	40	x
Colégio ,Sto. André, SP	248	98	Aterro	6,5	90	6,0	1	20	1,0	1,2	100	F. de Aço	40	x
Av. João Paulo Ablas, SP	170	98	Aterro	4,0	90	4,0	1	20	1,7	1,3	70	F. de Aço	40	
Sorocaba, SP	700	98	Areia Argilosa	9,7	90	5,0	1	20	1,5	1,5	150	2 Q 283	60	
Taboão da Serra, SP	150	98	Aterro	8,5	80	10,0	1	20	1,4	1,2	130	F. de Aço	35	
Creche Cardeal Mota, SP	300	98	Residual	11,0	70	4,0	1	20	1,5	1,5	70	F. de Aço	40	
R.Jacatirão, SP	98	99	Residual	5,2	90	3,0	1	20	1,0	1,0	70	F. de Aço	40	x
S.B.Campo, SP	160	99	Residual	6,0	90	3,0	1	20	1,0	1,0	70	F. de Aço	35	
Av. Oscar Americano, SP	1.160	99	Residual	8,0	90	5,8	1	20	1,5	1,5	100	F. de Aço	40	
Taboão da Serra, SP	500	99	Residual	15,0	70	6,0	1	20	1,5	1,5	100	F. de Aço	40	
R. Antônio Le Voci, SP	512	99	Residual	6,5	90	8,0	1	20	1,7	1,4	70	F. de Aço	40	
R. Feltrins, S.B.Campo, SP	400	99	Residual	6,0	90	6,0	1	20	1,5	1,5	70	F. de Aço	40	
R. Hungara II, SP	374	99	Saprolito	11,0	90	8,0	1	20	1,2	1,5	80	F. de Aço	40	
Ed. Metr., Sto. André, SP	110	99	Sedimento	9,8	90	6,8	1	20	1,4	1,4	Não	Não	Não	x
Ed. Lumiere, Sto André, SP	1.350	00	Residual	10,5	90	8,0	1	20	1,4	1,5	100	F. de Aço	35	x
Hangar Congonhas, SP	225	00	Residual	6,0	60	-	-	-	-	-	70	F. de Aço	35	
CEF, Diadema, SP	263	00	Residual	7,2	90	8,0	1	20	1,6	1,4	100	F. de Aço	35	
Rod. Raposo Tavares, SP	130	00	Coluvio	6,0	90	4,0	1	20	1,5	1,5	70	F. de Aço	30	x
Ed. Millenium,Sto. André, SP	130	00	Coluvio	4,2	90	6,0	1	20	1,4	1,3	100	F. de Aço	30	x
R.Prata, Taboão da Serra,SP	1.048	00	Coluvio	2 a 7,5	70 a 90	6,0	1	20	1,5	1,5	80	F. de Aço	30	x
Pq Pinh., Taboão da Serra/SP	574	00	Residual	8,0	60	9,0	1	20	20,0	2,3	70	Tela	40	
Itapecerica da Serra, SP	213	00	Residual	6,0	90	8,0	1	20	1,5	1,5	70	F. de Aço	35	
Hospital Benef. Portug,SP	1.785	00	Argila Porosa	13,5	90	9 a 13,5	1	20	1,3	1,4	80	F. de Aço	40	
Lar ABC, São Bernardo,SP	110	00	Coluvio	5,0	90	5,0	1	20	1,2	1,3	70	F. de Aço	35	
R. Estevão Jordão, SP	140	00	Residual	4,0	60	4,0	1	20	1,2	1,3	70	F. de Aço	35	
Fav.Capuava, Sto. André,SP	2.170	01	Coluvio	11,0	75	5,5 a 9	1	20	1,5	1,3	100	F. de Aço	35	x
Ipelandia, Suzano, SP	2.050	01	Solo residual	11,4	75	3 a 4	1	20	1,5	1,5	100	F. de Aço	30	x
Queluz, SP	595	01	Solo residual	10,0	90	4,0	1	25	1,2	1,3	50	Q 138	44	
Cruzeiro, SP	300	01	Solo residual	7,0	90	4,0	1	25	1,2	1,3	50	Q 138	44	
SP280 Marginal Leste,SP	821	01	Solo residual	8,0	90	8,0	1	20	1,5	1,5	80	F. de Aço	30	
SP280 Marginal Oeste,SP	1.625	01	Solo residual	10,0	90	6a10	1	20	1,5	1,5	80	F. de Aço	30	
S. Bernardo do Campo,SP	51	01	Coluvio	4,5	90	6,0	1	20	1,1	1,1	70	F. de Aço	30	x
C. E. Kennedy, SB Campo,SP	571	01	Coluvio	10,0	90	8,0	1	20	1,0	1,4	100	F. de Aço	30	x

Identificação	Área (m ²)	Ano	Solo	Talude	Chumbador						Revest.Concr.Projetado			Água	
				Alt.	Incl	Compr	Armação		Espaç am		Esp.	Armação	Taxa		
				(m)	(o)	(m)	Qt	Diam	Hor	Vert	(mm)	ço			
CEF Vila R, SP	245	01	Solo Residual	4,5	90	3,8	1	20	1,2	1,1	80	F. de Aço	30	x	
Cotia, SP	270	01	Solo residual	5,5	90	4	1	20	1,2	1,2	100	F. de Aço	30	x	
Al. S.Caetano, Sto André, SP	374	01	Solo terciário	11,5	90	6,0	1	20	1,2	1,3	70	F. de Aço	30		
Diadema - SP	878	01	Solo terciário	8,3	80	6,0	1	20	1,1	1,4	100	F. de Aço	30		
Cond. V.Amalfi, Morumb, SP	858	01	Solo residual	8,3	80	5a9	1	20	1,3	1,3	-	Grama			
Suzano,SP	99	01	Solo residual	6,0	90	4,0	1	20	1,5	1,5	50	F. de Aço	30		
AvHigienópolis- Sto.André,SP	195	01	Solo residual	4,7	60	6,0	1	20	1,2	1,1	70	F. de Aço	40		
Ed. M.AdventS.B. Campo,SP	595	01	Solo Sedimentar	10,3	90	4 a 8	1	20	1,3	1,1	70	F. de Aço	40	x	
P.M. Poços de Caldas,MG	2.739	01	Solo residual	23,0	60	10 a 16	1	20	1,5	1,3	-	Grama		x	
C.E.P.Barreto - Sto Andre,SP	1.960	01	Solo residual	11,0	90	3a8	1	20	1,2	1,5	70	F. de Aço	40	x	
Tamboré/SP	697	01	Solo residual	4,5	90	5,0	1	20	1,3	1,5	100	F. de Aço	40	x	
Taboão da Serra/SP	210	01	Coluvio	7,0	75	6,0	1	20	1,2	1,5	70	F. de Aço	40	x	
Cons. Construtor,SP	400	01	Solo residual	2,5	80	4,0	1	16	1,1	1,5	80	Q 196	39	x	
Tamboré IV,SP	2.164	01	Solo residual	3 a 7	90	4 a 6	1	20	1,2	1,2	80	F. de Aço	35	x	
Cons. Construtor.	565	01	Solo residual	6,0	90	4,0	1	20	2,0	2,0	70	F. de Aço	35	x	
Terra Azul - Sto. André,SP	410	01	Solo residual	11,6	90	6,0	1	20	1,2	1,3	70	F. de Aço	40	x	
Margraf,Tamboré,SP	687	02	Solo residual	3 a 6	90	5,0	1	20	1,3	1,3	100	F. de Aço	40	x	
Maecan - Taboão,SP	265	02	Solo residual	5,8 a 9,3	70	6,0	1	20	1,2	1,5	70	F. de Aço	40	x	
Promon Telefônica / SP	90	02	Residual	6,0	80	3,0	1	20	1,2	1,5	70	F. de Aço	30		
Savol -Sto Andre,SP	240	02	Coluvio	6,4	90	5,0	1	20	1,2	1,3	70	F. de Aço	30	x	
Mormom - Embu/ SP	194	02	Silte Arenoso	6,0	60	4 a 6	1	20	12,5a 20	1,3	1,3	80	2 telas	x	
R. Bahia / SP	277	02	Argila-Paulista	5,0	90	10,0	1	20	1,2	1,2	100	2 telas			
Atlântico Sul - Brasília,DF	878	02	Areia Argilosa	6,0	90	4,0	1	20	1,4	1,0	70	F. de Aço	30		
R.A. Arg.Taboão da Serra/SP	400	02	Aterro	10,0	90	4a8	1	20	1,2	1,2	70	F. de Aço	30		
R.M. Mizumoto- Liberdade/SP	316	02	Argila Siltosa	10,2	90	8,0	1	20	1,5	1,5	70	F. de Aço	30	x	
R.Samia Hadad Morumbi / SP	770	02	Solo residual	18,8	90	9,0	1	20	1,2	1,2	70	F. de Aço	30		
São José dos Campos / SP	1.029	02	Silte Arenoso	5,1	90	4,0	1	20	1,3	1,3	70	F. de Aço	30		
Niquetocantins/GO	770	02	Solo residual	8,2	80	4,0	1	20	1,5	1,5	70	F. de Aço	30	x	
Água Mineral-Utinga / SP	229	02	Solo residual	8,4	90	6,0	1	20	1,2	1,2	70	F. de Aço	30	x	
Hosp. Benef. Port. Fase II,SP	936	02	Argila Porosa	12,0	90	3,8a10	1	20	1,3	1,4	80	F. de Aço	40		
Ed.Maria Antonia-Mooca ,SP	848	02	Argila Siltosa	8,0	90	6,0	1	20	1,2	1,1	70	F. de Aço	40		
Col.Imp.Leop.a,Santan a,SP	640	03	Argila Siltosa	8,0	90	6,0	1	20	1,2	1,2	70	F. de Aço	40	x	
Ed.Amsterdã-Sto Andre,SP	547	03	Argila organica silt.	6 a 9,5	90	4 a 6	1	20	1,3	1,1	70	F.Polipro.	6	x	
Ed.Grafos-Sto Andre,SP	916	03	Argila silto arenosa	5,4 a 9,7	90	4 a 9	1	20	1,2	1,2	70	F.Polipro.	6		
Saargummi -São Catano,SP	690	03	Argila porosa silt.	6,8a11,8	90	4 a 10	1	20	16ou2 0	1,5	1,5	70	F.Polipro.	6	x
Osasco-CPTM,SP	193	03	Argila organica silt.	4,8	90	3 a 6	1	16	1,2	1,0	150	F. de Aço	40		
Ed.Residencial-Sto Andre,SP	257	03	Argila Silt. porosa	6,0	90	5,0	1	20	1,2	1,2	70	F.Polipro.	6	x	
Sub- total Área 96 a 2003	46.054														

Obs: A única obra instrumentada foi a do Hospital da Beneficência Portuguesa. Esta foi também a única considerada provisória, mas passou 2 anos sem a construção do prédio.