Strageo ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA	**MEMORIAL FOTOGRÁFICO**	**SP-11**
	Cliente: Prefeitura Municipal de Pacoti **Endereço:** Pacoti/CE – CEP 62770-000 **Obra:** Contenção de muros	**Foto: 02/07**

SSÃO D - LICITAÇÃO P.M DE
889
Página

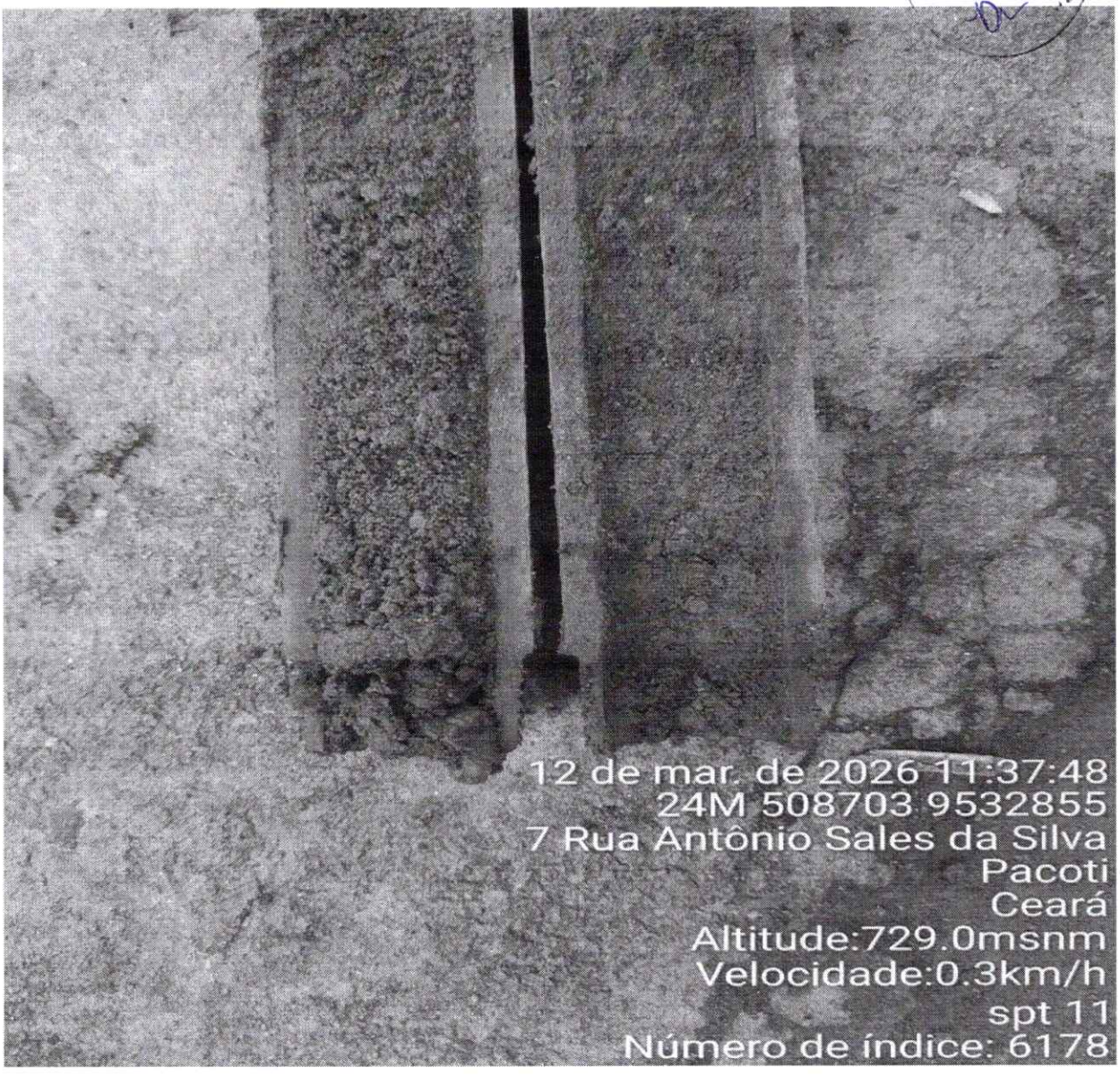


Foto 02: Registro do ensaio SPT e das amostras coletadas no furo SP-11 – 12/03/2026.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC SyngularID Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

Strageo ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA	**MEMORIAL FOTOGRÁFICO**	**SP-11**
	Cliente: Prefeitura Municipal de Pacoti **Endereço:** Pacoti/CE – CEP 62770-000 **Obra:** Contenção de muros	**Foto: 03/07**

COMISSÃO D - LICITAÇÃO P.M DE PACOTI
890
Página

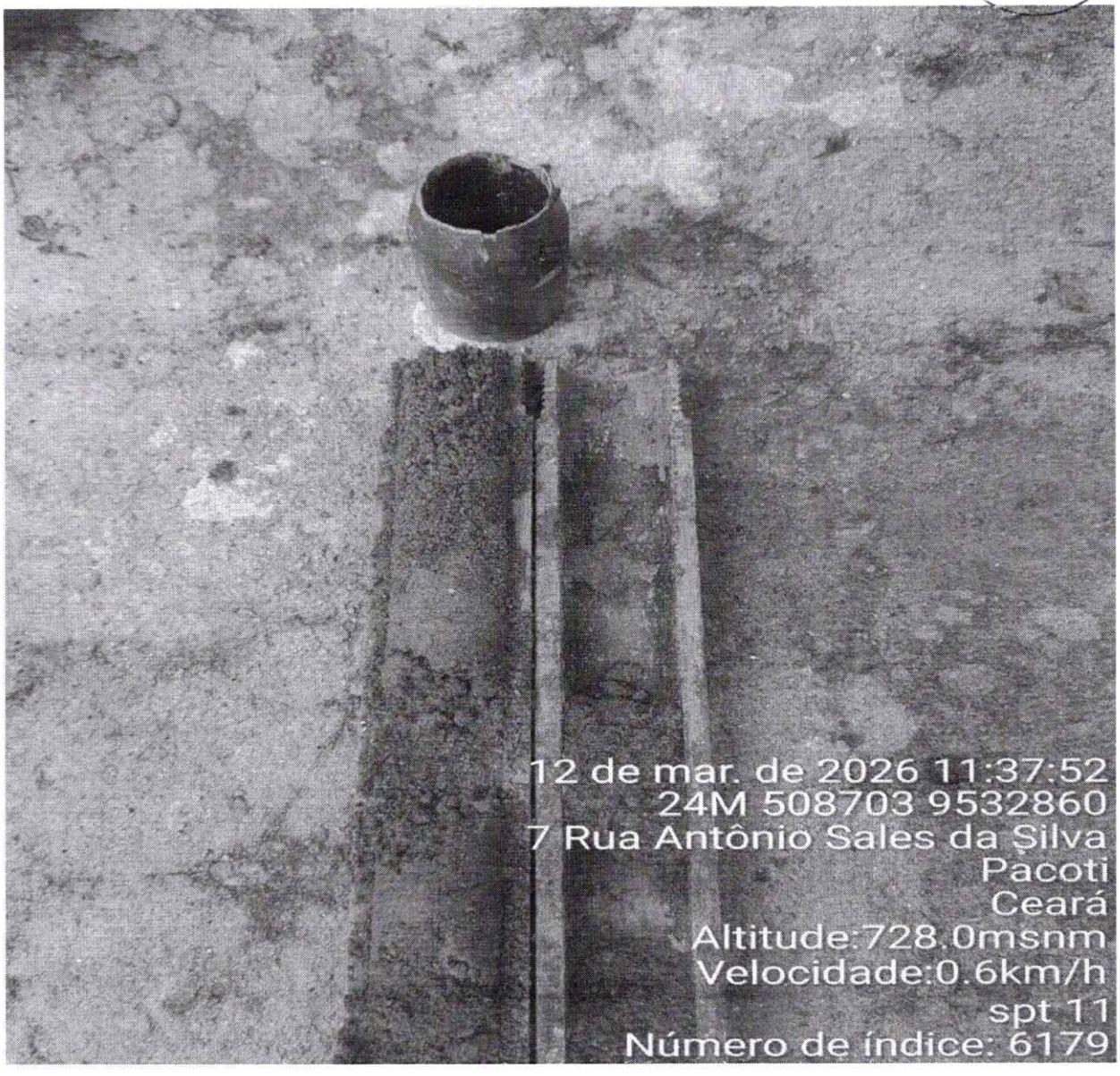


Foto 03: Registro do ensaio SPT e das amostras coletadas no furo SP-11 – 12/03/2026.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC SyngularID Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

Strageo ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA	**MEMORIAL FOTOGRÁFICO**	**SP-11**
	Cliente: Prefeitura Municipal de Pacoti **Endereço:** Pacoti/CE – CEP 62770-000 **Obra:** Contenção de muros	**Foto: 04/07**

Pagina 894



Foto 04: Registro do ensaio SPT e das amostras coletadas no furo SP-11 – 12/03/2026.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC SyngularID Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

Strageo ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA	**MEMORIAL FOTOGRÁFICO**	**SP-11**
	Cliente: Prefeitura Municipal de Pacoti **Endereço:** Pacoti/CE – CEP 62770-000 **Obra:** Contenção de muros	**Foto: 05/07**

Página



Foto 05: Registro do ensaio SPT e das amostras coletadas no furo SP-11 – 12/03/2026.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC SyngularID Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

Strageo ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA	**MEMORIAL FOTOGRÁFICO**	**SP-11**
	Cliente: Prefeitura Municipal de Pacoti **Endereço:** Pacoti/CE – CEP 62770-000 **Obra:** Contenção de muros	**Foto: 06/07**

Página 893

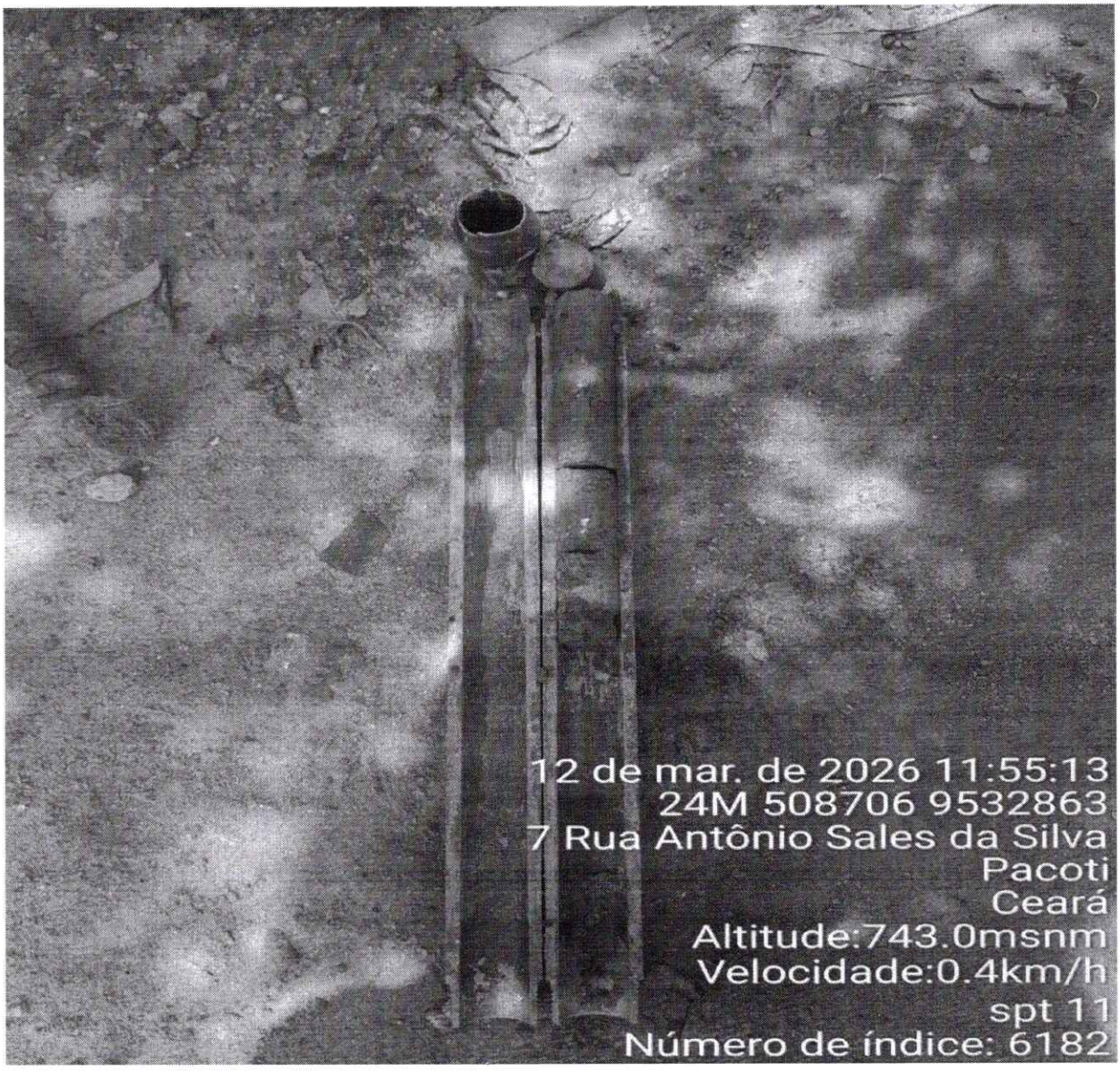


Foto 06: Registro do ensaio SPT e das amostras coletadas no furo SP-11 – 12/03/2026.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC SyngularID Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

Strageo ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA	**MEMORIAL FOTOGRÁFICO**	**SP-11**
	Cliente: Prefeitura Municipal de Pacoti **Endereço:** Pacoti/CE – CEP 62770-000 **Obra:** Contenção de muros	**Foto: 07/07**

COMISSÃO D - LICITAÇÃO P.M. DE P...
894
Página
Da

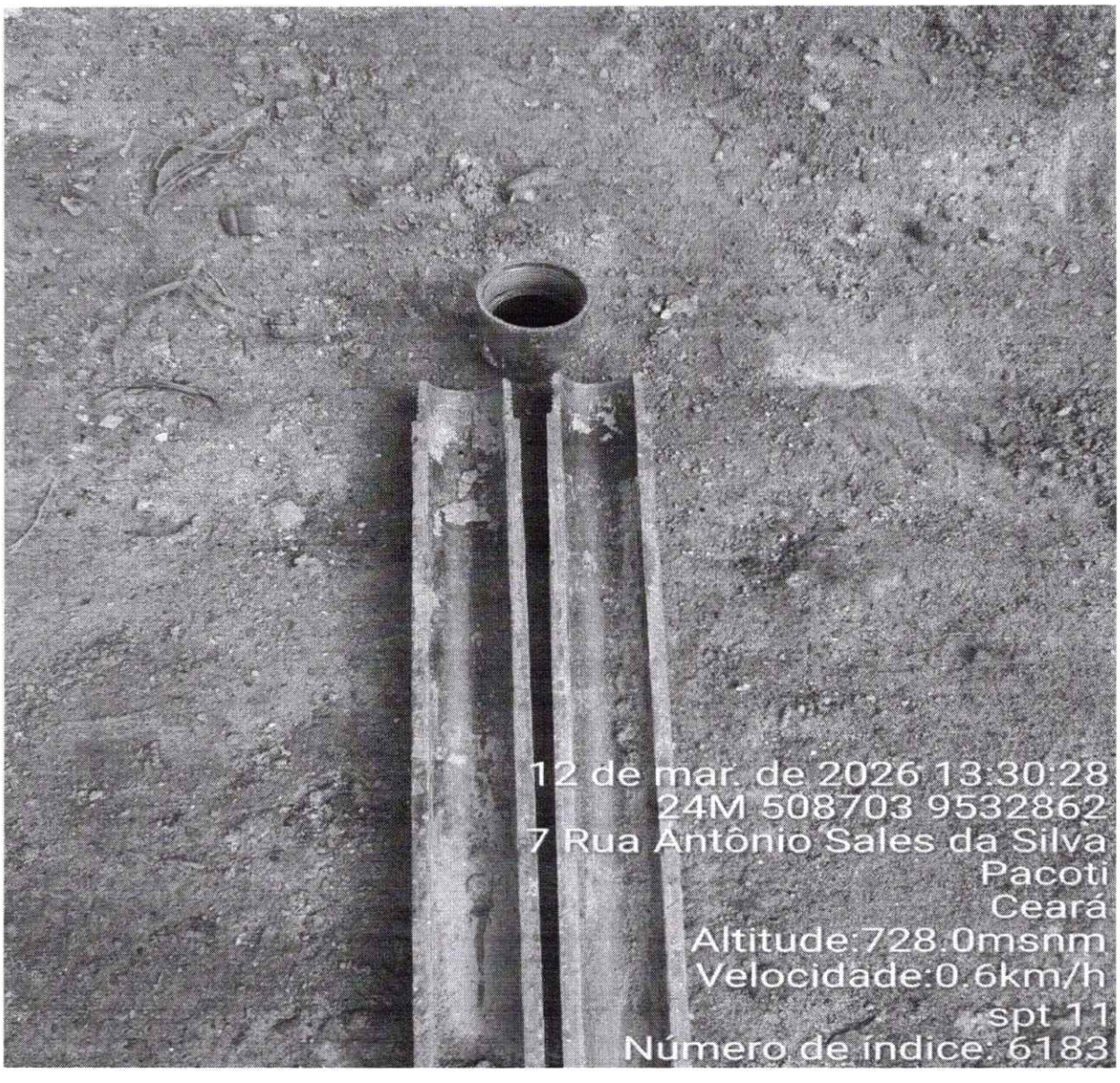


Foto 07: Registro do ensaio SPT e das amostras coletadas no furo SP-11 – 12/03/2026.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC SyngularID Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

Página 895

ANEXO 04

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC Syngular CM Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

UFC UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Página 896

CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
LABORATÓRIO DE MECÂNICA DOS SOLOS E PAVIMENTAÇÃO

RELATÓRIO DE ENSAIO - No 72/ 2024
NATUREZA DO TRABALHO: Determinação da Massa
MATERIAL: 01 (um) martelo batente padronizado de sondagem SPT
INTERESSADO: IR ENGENHARIA E CONSULTORIA

1. RESULTADOS DAS AFERIÇÕES

NÚMERO DE SÉRIE	MASSA (kg)
01381	64,82

2. METODOLOGIA:

O ensaio foi realizado de acordo com a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- NBR 06884/2001 – Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

3. PROCEDÊNCIA DO MARTELO: IR ENGENHARIA E CONSULTORIA.

4. DATA DA REALIZAÇÃO DESTA AFERIÇÃO: 04/11/2024

5. OBS: O resultado apresentado, neste documento têm significação restrita e aplica-se tão somente ao equipamento aferido.

Fortaleza, 5 de novembro de 2024

Roberto Cordeiro
CFT 24140953349
Doutor em Geologia

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Assinado digitalmente por FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
ND: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Certificado Digital PF A1, OU=Videoconferencia, OU=45616309000149, OU=AC Syngular ICP Multipla, CN=FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Foxit PDF Reader Versão: 2025.2.1

RELATÓRIO TÉCNICO

897
Página

Strageo
ENGENHARIA E CONSULTORIA GEOTÉCNICA

RELATÓRIO DESCRITIVO

PREFEITURA DE PACOTI

ESTUDO DE ANTEPROJETO DAS CONTENÇÕES

PACOTI (CE)

Emissão Inicial (R1): - 09/08/2026

898 Página

PREFEITURA MUNICIPAL DE PACOTI CUIDANDO DA NOSSA GENTE	**Cliente:** IB ENGENHERIA E ARQUITETURA
	Obra e Localidade: 62770-000 - PACOTI
	Objetivo: Projeto de contenções de Pacoti
	Contatos:

Revisão	Data	Descrição	Executado por
0	09/07/2026	Emissão Inicial	TS

Relatório Geotécnico

TERMOS INICIAIS E CONDIÇÕES

A. Este relatório foi preparado por nós única e somente para o objetivo nele declarado. Não é de nossa responsabilidade as consequências da extrapolação, extensão ou transferência dos resultados e recomendações desse relatório para outros projetos, casos ou condições.

B. Esse relatório se baseia parcialmente em informações que nos foram fornecidas pelo cliente e/ou outras partes e que estão fora do nosso controle. Nós não certificamos nem garantimos a acurácia dessas informações.

C. Nós acreditamos que as conclusões e recomendações contidas aqui são razoáveis e apropriadas no momento da emissão desse relatório. Entretanto, o usuário é advertido de que as suposições de embasamento na qual este relatório se baseia podem mudar com o tempo. É responsabilidade do usuário garantir que as suposições de embasamento permaneçam válidas.

D. Este relatório deve ser lido na íntegra. Este aviso constitui parte integrante do relatório, devendo ser reproduzido a cada cópia.

E. Este relatório é elaborado exclusivamente para uso da pessoa ou empresa a quem

se destina. Nenhuma responsabilidade ou responsabilidade perante terceiros é aceita por quaisquer danos decorrentes do uso deste relatório por terceiros.

F. A menos que especificamente acordado de outra forma no contrato de trabalho, nós retemos os Direitos de Propriedade Intelectual sobre o conteúdo deste relatório. O cliente recebe uma licença para usar o relatório para os fins para os quais foi encomenda

COMISSÃO D. LICITAÇÃO P.M. DE PACUIÁ
898
Página

COMISSÃO D. LICITAÇÃO P.M. DE PACOTI
900
Página

Sumário

1 INTRODUÇÃO 6
2 NORMAS TÉCNICAS 6
2.1 NORMAS TECNICAS 10
2.2 CANTEIRO DE OBRAS 10
3 IDENTIFICAÇÃO DAS CONTENÇÕES 9
4 SÚMULA GEOLÓGICA 10
4.1 CONTEXTO GEOLÓGICO 10
4.2 ASPECTOS ESTRUTURAIS 10
4.3 PRINCIPAIS CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 11
5 ESTUDO DE ALTERNATIVAS 11
6 SOLUÇÕES ADOTADAS 16
6.1 MURO DE ARRIMO A FLEXÃO 16
6.2 SOLO GRAMPEADO 17
7 CONTENÇÕES 18
7.1 CONTENÇÃO PACOTI 01_01 18
7.1.1. Características técnicas dos elementos do projeto 18
7.1.2. Geometria e estrutura do muro 19
7.1.3. Dimensionamento do muro 19
7.1.4. Movimentação de terra e reaterro 21
7.1.5. Sistema de drenagem 21
7.2 CONTENÇÃO PACOTI 01_02 21
7.2.1. Características técnicas dos elementos do projeto 21
7.2.2. Geometria e estrutura do muro 22
7.2.3. Dimensionamento do muro 22
7.3 CONTENÇÃO PACOTI 01_03 24
7.3.1. Características técnicas dos elementos do projeto 24
7.3.2. Geometria e Estrutura do Muro 24
7.3.3. Dimensionamento do Muro 25
7.4 CONTENÇÃO PACOTI 03_01 27
7.4.1. Geometria da contenção 27
7.5 CONTENÇÃO PACOTI 03_02 28
7.4.2. Geometria da contenção 28

8 ORÇAMENTO PRELIMINAR 29
9 MATRIZ DE RISCO 33
10 CONTROLE TECNOLOGICO 39
11 CONCLUSÃO 40
12 ENCERRAMENTO 41

Página 901

Página 902

1 INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se ao estudo conceitual e ao desenvolvimento preliminar dos anteprojetos de estabilização de cinco taludes localizados no município de Pacoti. As análises foram conduzidas considerando as características geométricas observadas em campo, as condições topográficas locais, os indícios geológico-geotécnicos disponíveis e a necessidade de mitigação de potenciais mecanismos de instabilização associados a processos erosivos, infiltrações, perda de resistência do maciço e movimentações gravitacionais de massa.

Em função da elevada declividade dos taludes e da presença de estruturas e áreas potencialmente vulneráveis em sua zona de influência, foram concebidas soluções preliminares de contenção com enfoque na estabilidade global do maciço, no controle de deformações e na redução dos riscos geotécnicos associados às condições atuais de exposição e intempéries.

As tipologias propostas contemplam soluções consagradas da Engenharia Geotécnica, envolvendo sistemas de reforço interno do maciço, contenções estruturadas, proteção superficial e dispositivos de drenagem, buscando promover melhoria das condições de estabilidade, redução das pressões neutras e mitigação de processos erosivos superficiais e profundos.

Ressalta-se que os presentes anteprojetos possuem caráter estritamente conceitual e preliminar, tendo sido desenvolvidos com base nas informações atualmente disponíveis, podendo sofrer revisões em função de futuras investigações geotécnicas, levantamentos topográficos detalhados, campanhas de sondagens, ensaios laboratoriais, instrumentação, redefinições arquitetônicas ou alterações das condições de contorno observadas durante as etapas subsequentes de projeto e execução.

Destaca-se ainda que o desempenho das soluções propostas está diretamente condicionado à adequada execução das obras, à implantação dos sistemas de drenagem previstos, ao controle tecnológico dos materiais empregados e à realização de acompanhamento técnico-geotécnico durante as etapas executivas, especialmente em períodos de elevada precipitação pluviométrica ou intervenções em áreas sensíveis do maciço.

2 NORMAS TÉCNICAS

2.1 NORMAS TÉCNICAS

Os documentos normativos, recomendações técnicas e referências bibliográficas relacionadas a seguir foram adotados como base para o desenvolvimento dos estudos,

COMISSÃO D - LICITAÇÃO P.M DE P... 903 Página

análises e concepção preliminar das soluções apresentadas neste anteprojeto:

- NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas (ABNT, 2009);
- NBR 6122:2022 – Projeto e Execução de Fundações (ABNT, 2022);
- NBR 6484:2020 – Solo – Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio (ABNT, 2020);
- NBR 8036:1983 – Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos para Fundações de Edifícios (ABNT, 1983);
- NBR 6502:2022 – Rochas e Solos – Terminologia (ABNT, 2022);
- NBR 9603:2023 – Sondagem a Trado (ABNT, 2023);
- NBR 16920-1:2021 – Muros e Taludes em Solos Reforçados – Parte 1: Solos Reforçados em Aterros (ABNT, 2021);
- NBR 16920-2:2021 – Muros e Taludes em Solos Reforçados – Parte 2: Solos Reforçados In Situ (ABNT, 2021);
- NBR 5629:2018 – Tirantes Ancorados no Terreno – Projeto e Execução (ABNT, 2018);
- NBR 9286:1986 – Emprego de Sistemas de Drenagem em Solos (ABNT, 1986);
- NBR 8681:2025 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento (ABNT, 2025);
- NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento (ABNT, 2023);
- NBR 6120:2019 – Ações para o Cálculo de Estruturas de Edificações (ABNT, 2019);
- Manual de Encostas – Ministério das Cidades / IPT;
- FHWA-NHI-14-007 – Soil Nail Walls – Reference Manual (Federal Highway Administration);
- Clouterre (1991) – Recommendations CLOUTERRE for Soil Nailing;
- BS 8006-2:2017 – Code of Practice for Strengthened/Reinforced Soils and Other Fills.

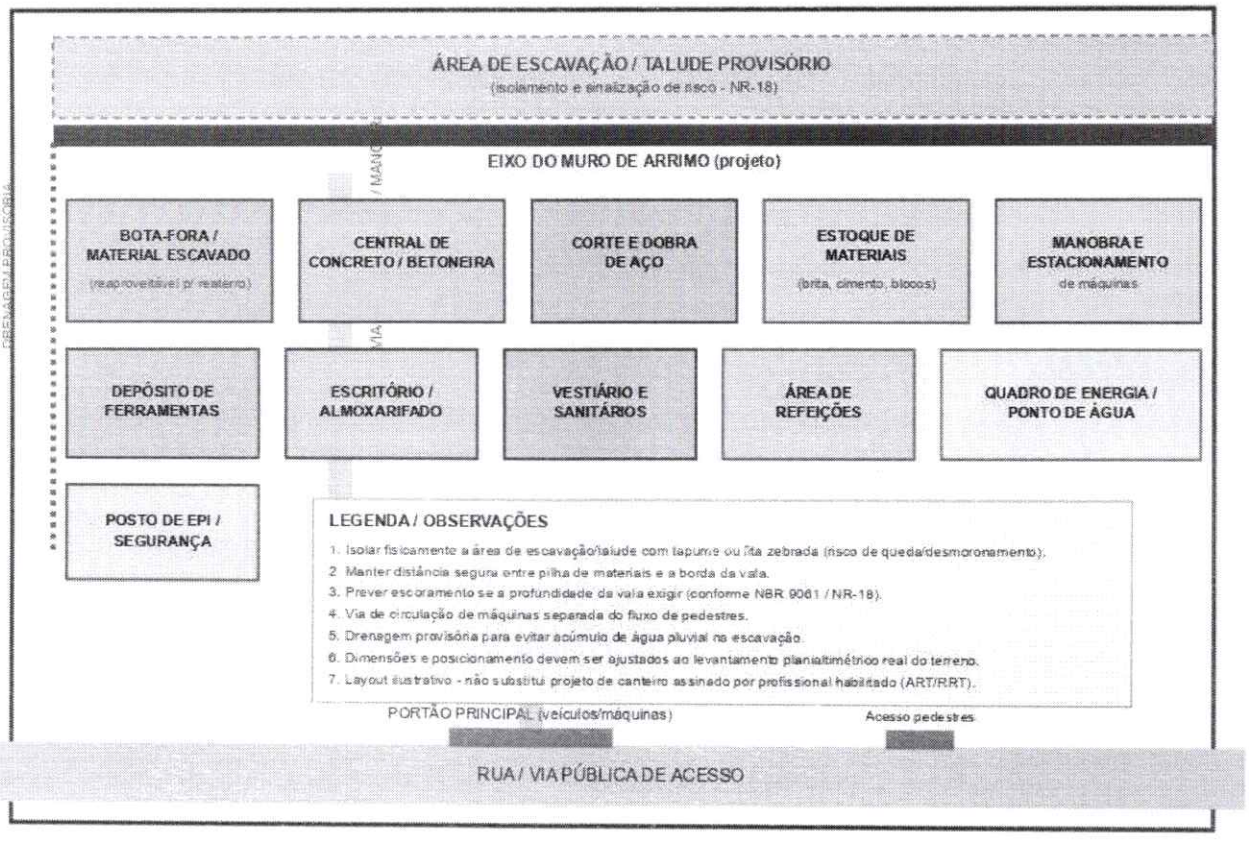
Ressalta-se que, em função do caráter conceitual do presente estudo, poderão ser incorporadas normas complementares, recomendações internacionais e critérios específicos adicionais durante as etapas subsequente.

COMISSÃO D - LICITAÇÃO P.M DE PALC
904
Página

2.2 CANTEIRO DE OBRAS

PLANTA BAIXA - CANTEIRO DE OBRAS

Construção de Muro de Arrimo (esquemático - sem escala real, adaptar às medidas do terreno)



3 IDENTIFICAÇÃO DAS CONTENÇÕES

As 5 contenções em estudo estão localizadas no município de Pacoti-CE, abaixo segue a localização:

Página 905



Figura 1 – Localização talude 01_01, 01_02 e 01_03

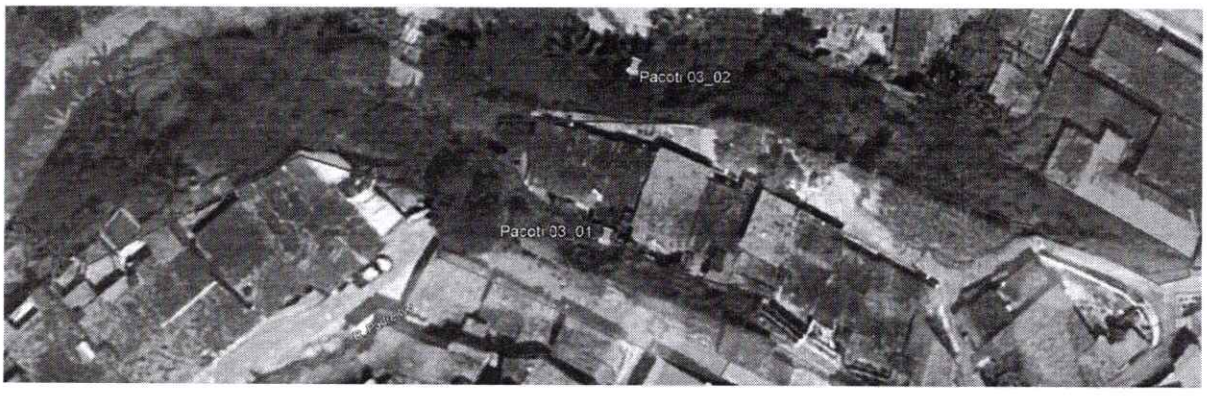


Figura 2 – Localização talude 03_01 e 03_02

COMISSÃO D... DE PACO...
906
Página

4 SÚMULA GEOLÓGICA

4.1 CONTEXTO GEOLÓGICO

A área de Pacoti está inserida no Maciço de Baturité, compartimento cristalino do Estado do Ceará caracterizado por relevo montanhoso, altitudes elevadas e forte controle estrutural. Predominam rochas metamórficas do Complexo Ceará (Unidade Independência), constituídas principalmente por paragnaisses, xistos, quartzitos, rochas cálcio-silicáticas e ocorrências localizadas de granitos e migmatitos. Em fundos de vale e encostas ocorrem depósitos coluvio-eluviais e aluvionares de espessura variável. O mapa geológico regional (Figura 3) indica contato e associação entre unidades do Complexo Ceará - Unidade Independência, complexos granítico-migmatíticos e coberturas superficiais cenozóicas. Em fundos de vale e setores de drenagem ocorrem depósitos aluviais; nas encostas e superfícies suavemente aplainadas podem ocorrer coberturas coluvio-eluviais de pequena espessura, em geral areno-argilosas e relacionadas ao intemperismo e retrabalhamento local do embasamento.

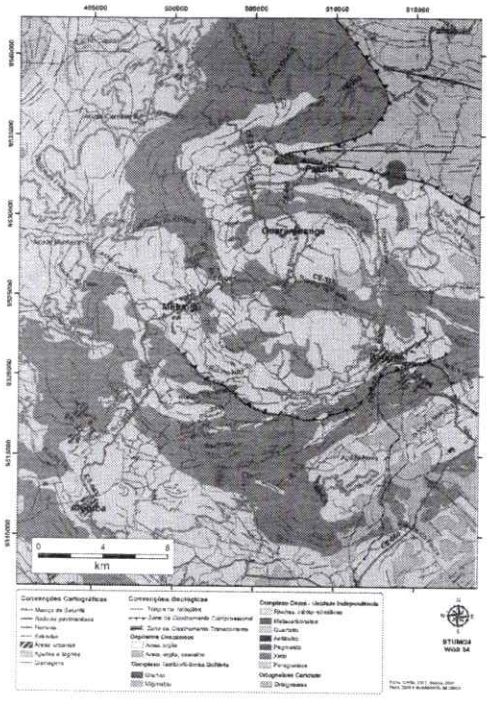


Figura 3 - Contexto geológico regional da Serra de Baturité, com destaque para Pacoti. Fonte: adaptado de Batista et al. (2014).

4.2 ASPECTOS ESTRUTURAIS

A região apresenta intenso fraturamento, foliação metamórfica e zonas de cisalhamento, com predominância de estruturas orientadas na direção NE–SW. Essas descontinuidades exercem influência direta sobre o comportamento das encostas, a drenagem superficial e subterrânea e a estabilidade de cortes em solo e rocha.

COMISSÃO D. LICITAÇÃO P.M DE PACOTI
907
Página

4.3 PRINCIPAIS CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Tabela 1 – Condidionantes geotécnicos

Aspecto	Implicação para o anteprojeto
Relevo montanhoso	Necessidade de adequação da terraplenagem e análise da estabilidade de taludes.
Rocha fraturada	Avaliação dos cortes em rocha e do potencial de queda de blocos.
Coberturas coluviais	Variabilidade geotécnica e possibilidade de escorregamentos superficiais.
Elevada pluviosidade	Priorizar sistemas eficientes de drenagem superficial e subsuperficial.
Controle estrutural	Compatibilizar a geometria dos cortes com a orientação das descontinuidades.

A geologia regional de Pacoti evidencia um ambiente cristalino estruturalmente complexo, no qual relevo, fraturamento, foliação e condições de drenagem constituem os principais condicionantes para o desenvolvimento do anteprojeto. Dessa forma, as soluções propostas devem ser confirmadas e refinadas nas etapas subsequentes por meio de investigações geológico-geotécnicas de maior detalhamento.

5 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Considerando os taludes em Pacoti, com alturas entre 3 m e 17 m, presença de residências no pé e na crista e pouca disponibilidade de espaço para intervenção, as soluções devem priorizar contenções com baixa ocupação em planta, mínima escavação, controle de deslocamentos e drenagem eficiente.

Para os taludes de até 8 m, o muro de concreto armado à flexão é uma solução adequada, principalmente por permitir uma contenção com face quase vertical e menor ocupação lateral em comparação com retaludamentos, gabiões ou muros de gravidade. Também apresenta boa previsibilidade estrutural e permite a incorporação de drenagem no tardoz, como barbacãs, dreno vertical e colchão drenante. Como desvantagem, para alturas próximas de 8 m, a estrutura tende a se tornar mais robusta, com maiores esforços na base, maior consumo de concreto e aço, além de exigir fundação

competente. A escavação junto ao pé do talude também deve ser analisada com cautela, especialmente pela presença de residências próximas.

SÃO D - LICITAÇÃO P.M DE P.A.L. 908 Página

Para os taludes mais altos, entre 11 m e 17 m, o solo grampeado tende a ser a alternativa mais adequada. A principal vantagem é permitir a estabilização do próprio maciço com baixa ocupação no pé do talude, o que é importante em áreas urbanizadas e com pouco espaço. Além disso, pode ser executado em etapas, adapta-se bem a geometrias irregulares e pode ser associado a concreto projetado, tela metálica, biomanta, revegetação e drenos sub-horizontais. Como desvantagem, os grampos são elementos passivos e podem demandar pequenas deformações para mobilização de resistência. Por isso, deve-se verificar rigorosamente os deslocamentos admissíveis, principalmente pela presença de casas na crista. Também é necessário avaliar interferências dos grampos com terrenos vizinhos, fundações, redes enterradas e eventuais estruturas existentes.

A Tabela 2 apresenta os principais aspectos dessas contenções:

Tabela 2 – Aspectos das soluções adotadas para Pacoti

Aspecto	Muro a Flexão	Solo Grampeado
Vantagens	Permite uma contenção relativamente rígida e com face quase vertical; ocupa menos área em planta do que retaludamentos, muros de gabião ou solos reforçados; apresenta boa previsibilidade estrutural; é adequado para trechos urbanos onde se deseja regularizar o alinhamento do pé do talude; facilita a execução de drenagem com barbacãs, dreno vertical e colchão drenante.	É indicado para taludes altos em áreas com limitação de espaço, pois permite estabilização da própria massa de solo com pouca ocupação no pé; pode ser executado em etapas, reduzindo grandes escavações; adapta-se bem a geometrias irregulares; apresenta boa relação custo-benefício para taludes altos; permite combinação com concreto projetado, tela metálica, biomanta, drenagem superficial e drenos sub-horizontais.
Desvantagens	Para alturas próximas de 8 m, deixa de ser uma solução simples e pode se tornar robusta e onerosa; exige fundação	Os grampos são elementos passivos e exigem pequenas deformações para mobilizar resistência, o que deve ser

COMISSÃO DE LICITAÇÃO P.M. DE PACUÁ
909
Página

	competente, com verificação de capacidade de carga, tombamento, deslizamento e estabilidade global; demanda escavação no pé do talude, o que pode ser crítico quando há residências próximas; gera esforços elevados na base; é sensível ao acúmulo de poropressão caso a drenagem não seja eficiente.	cuidadosamente avaliado quando há residências na crista; pode haver interferência dos grampos sob terrenos vizinhos, fundações, fossas, redes enterradas ou áreas particulares; exige face exposta temporariamente estável durante a execução; em solos muito alterados, saturados ou coluvionares espessos, pode demandar grampos mais longos, malha mais fechada e drenagem intensiva.
Adequação ao local	É uma solução coerente para taludes baixos a médios, principalmente entre 3 m e 6 m. Para alturas entre 6 m e 8 m, deve ser avaliada com maior rigor, pois a estrutura pode demandar base larga, contrafortes ou fundação profunda, reduzindo sua vantagem em áreas com pouco espaço.	É uma solução tecnicamente compatível com taludes altos e pouco espaço disponível, especialmente quando não há viabilidade para retaludamento ou muros de grande porte. Para alturas de 11 m a 17 m, tende a ser mais adequada do que muros convencionais de concreto armado.
Cuidados Especiais	Evitar escavações extensas sem contenção provisória; prever drenagem profunda e superficial; avaliar interferência com fundações das residências; verificar estabilidade global do conjunto solo–muro–fundação; considerar sobrecargas permanentes das edificações na crista.	Realizar investigação geológico-geotécnica detalhada; mapear foliações, fraturas, matacões e surgências d'água; verificar estabilidade global profunda; considerar sobrecargas das casas na crista; prever instrumentação ou monitoramento em trechos críticos; avaliar juridicamente a projeção dos grampos sob lotes vizinhos.

Outras alternativas poderiam ser consideradas, mas apresentam limitações importantes para esse contexto. O retaludamento com bermas e revegetação é simples e econômico, mas exige grande área disponível, sendo pouco viável devido às residências no pé e na crista. O muro de gabião é drenante, flexível e útil para controle de erosão, mas demanda base larga e grande volume para alturas elevadas, sendo mais adequado como solução localizada de proteção de pé. Os muros de gravidade em concreto ciclópico ou pedra argamassada também exigem grande largura de base e alto volume de material, tornando-se pouco eficientes para alturas médias e inviáveis para taludes altos.

Soluções em solo reforçado com geogrelhas, Terramesh ou terra armada apresentam bom desempenho em aterros, mas precisam de comprimento de reforço atrás da face. Como há residências na crista, a implantação desses reforços tende a ser inviável. A cortina atirantada é tecnicamente eficiente e permite maior controle de deslocamentos, mas possui custo elevado, execução mais complexa e pode gerar interferências sob imóveis vizinhos. Assim, deve ser reservada para trechos críticos, onde o solo grampeado não seja suficiente. As cortinas de estacas escavadas, estacas raiz ou microestacas ocupam pouco espaço e controlam melhor os deslocamentos, mas também têm custo elevado e podem exigir tirantes, sendo recomendáveis apenas em pontos localizados e de maior risco.

As estacas-prancha metálicas ou perfis cravados tendem a ser pouco indicadas para a região, devido à possibilidade de solos residuais heterogêneos, saprolito, blocos e rocha alterada, que podem dificultar a cravação. Além disso, vibrações e ruídos podem afetar as residências próximas. Já soluções como enrocamento, biomanta e concreto projetado simples devem ser entendidas como complementares, pois atuam principalmente na proteção superficial, controle de erosão e drenagem, não sendo suficientes para garantir a estabilidade global de taludes altos.

A Tabela 3 apresenta um resumo dessas alternativas.

Tabela 3 – Aspectos das demais soluções

Solução	**Vantagens**	**Desvantagens**	**Motivo de baixa viabilidade para o local**
Retaludamento com bermas, biomanta e revegetação	Solução simples, econômica e eficiente para reduzir esforços	Exige grande área disponível; demanda cortes e remoção de solo; pode interferir	Pouco viável pela presença de residências e pela limitação de espaço.

	instabilizantes; melhora a drenagem superficial e reduz erosão	diretamente nas casas da crista e do pé.	Pode ser usado apenas de forma localizada, como complemento.
Muro de gabião	Flexível, drenante, tolera recalques diferenciais e tem boa integração com obras de drenagem.	Necessita base larga; para alturas elevadas exige seções escalonadas e grande volume; pode não atender bem a taludes de 8 m ou mais sem ocupar área significativa.	Pouco viável em trechos estreitos e ocupados. Mais indicado para contenções baixas, proteção de pé e controle erosivo.
Muro de gravidade em concreto ciclópico ou pedra argamassada	Execução relativamente simples; boa robustez para pequenas alturas.	Elevado consumo de material; grande largura de base; baixa eficiência para alturas maiores; sensível a drenagem deficiente.	Não é competitivo para 6 m a 8 m e praticamente inviável para 11 m a 17 m, devido à área e volume necessários.
Solo reforçado com geogrelhas / Terramesh / terra armada	Boa solução para aterros; estrutura flexível e econômica em grandes extensões.	Exige comprimento de reforço atrás da face, normalmente ocupando faixa considerável; depende de execução de aterro compactado.	Pouco viável onde há casas na crista ou pouco espaço para implantar os reforços.
Cortina atirantada	Alta capacidade; boa para taludes altos e áreas muito restritas; permite controle maior de deslocamentos com tirantes ativos	Custo elevado; execução mais complexa; necessidade de ancoragens profundas; possível interferência sob imóveis vizinhos; exige controle rigoroso de protensão e corrosão.	Pode ser tecnicamente viável, mas deve ser reservada para trechos críticos onde o solo grampeado não atender aos deslocamentos ou à estabilidade global.

Página 911

Cortina de estacas escavadas, estacas raiz ou microestacas	Ocupa pouca área; pode ser executada próxima a edificações; boa para contenção rígida e controle de deslocamentos.	Custo elevado; demanda equipamentos específicos; pode exigir tirantes ou estroncas; perfuração pode ser difícil em solo residual com matacões ou rocha alterada.	Viável apenas em pontos muito críticos, onde não seja aceitável deslocamento do terreno ou onde não seja possível usar grampos.
Estacas-prancha metálicas ou perfis cravados	Execução rápida e baixa ocupação em planta.	Cravação difícil em solos residuais, saprolitos, matacões ou rocha; vibração e ruído podem afetar edificações próximas; limitação de profundidade em maciços resistentes.	Em Pacoti, tende a ser pouco adequada pela possibilidade de material residual/rochoso e pela proximidade de residências.
Concreto projetado sem grampos ou tirantes	Protege a face contra erosão e ravinamento; execução rápida.	Não aumenta significativamente a estabilidade global; pode mascarar surgências d'água se mal drenado.	Não deve ser usado isoladamente em taludes com risco de ruptura. Pode compor o sistema de solo grampeado.

SSÃO D... CITAÇÃO P.M DE ... 947 Página

Dessa forma, a proposta de utilizar muro de concreto armado à flexão nos taludes de até 8 m e solo grampeado nos taludes mais altos é tecnicamente coerente com as restrições locais. A viabilidade final deve ser confirmada por investigação geológico-geotécnica, verificação da estabilidade global, avaliação das sobrecargas das residências, análise de deslocamentos admissíveis e definição de um sistema eficiente de drenagem superficial e profunda.

6 SOLUÇÕES ADOTADAS

6.1 MURO DE ARRIMO A FLEXÃO

São estruturas mais esbeltas com seção transversal em forma de "L", essa estrutura