

PROJETO DE ESTABILIZAÇÃO DA ÁREA DO PIRATINI NORTE - GRAMADO/RS

PARTE I – INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

Revisão	Descrição	Data	Emissor	Aprovação
00	Emissão Inicial	15/05/25	LAB /EBS	LAB

1 INTRODUÇÃO

Os eventos climáticos extremos com volumes de precipitação históricas que aconteceram no ano de 2023-2024 no Rio Grande do Sul, especialmente as chuvas concentradas nos dias 29/04/24 a 05/05/24, resultaram em movimentos de massa de diversas magnitudes em várias localidades do Município de Gramado/RS, tanto na área urbana como na área rural.

A região compreendida pelas Ruas Henrique Bertolucci, Afonso Oberherr e Guilherme Dal Ri foram diretamente afetadas com o aparecimento de trincas em diversas edificações, rupturas das tubulações de água/esgoto, desalinhamentos de meio-fio e algumas grandes deformações no relevo (degraus e ressaltos), especialmente visíveis na Henrique Bertolucci, notadamente a partir do dia 02 de maio de 2024 (veja foto da situação da rua H. Bertolucci no dia 03/05/24 na figura 1.1).

Figura 1.1 - Trincamentos do asfalto na rua Henrique Bertolucci no dia 03/05/2024.



A BSE Engenharia Geotécnica e Ambiental foi contratada para realização do projeto de estabilização e continuidade do monitoramento da área supracitada, a qual passou a ser denominada como PIRATINI NORTE.

Este Relatório visa apresentar e compilar todos os dados das investigações geotécnicas de campo e laboratório realizadas nas etapas anteriores de estudo (diagnóstico), bem como o resultado das novas investigações direcionadas para a elaboração do Projeto de Contenção. Também está sendo apresentado o resultado de um levantamento topográfico atualizado, incluindo uma ortofoto com referenciamento topográfico e modelagem tridimensional.

2. INVESTIGAÇÕES DE CAMPO

As investigações de campo apresentadas neste Relatório contemplam: (a) avaliação geológica estrutural da área realizada a partir de fotointerpretação de imagens de satélite; (b) inspeções geotécnicas através de abertura de trincheiras e escavações (c) sondagens tipo SPT e mistas, isto é, com a utilização da técnica de SPT no perfil de solo e sondagem rotativa em rocha ou alteração de rocha; (d) sondagens não intrusivas, através de ensaios de eletrorresistividade (caminhamento elétrico).

2.1 Avaliação geológica estrutural

O Município de Gramado situa-se em uma região em que há uma expressiva ocorrência de estruturas geológicas de vários tipos, que aqui serão denominadas de fraturas, muitas delas inclinadas, que podem ocorrer tanto em zonas de fratura específicas (algumas vezes observadas diretamente em campo), quanto como planos de fratura isolados (espaçamento > 0,5 m).

A geomorfologia do Bairro Piratini Norte, detalhada neste trabalho, mostra-se fortemente influenciada por este padrão de fraturas, em particular as encostas naturais ocupadas por residências. As encostas deste bairro foram esculpidas ao longo de zonas de fratura predominantes (NNW e EW), sendo elas tanto verticais quanto inclinadas, conforme pode ser visto nos mapas da figura 2.1.

É importante observar que o escorregamento que afeta as ruas Getúlio Vargas, Guilherme Dal Ri, Afonso Oberherr, Henrique Bertolucci e, no topo, a Rua Santo André, está posicionado entre dois vales incisos onde o solo superior e a parte coluvionar foram removidos: a) no início da Rua Henrique Bertolucci (nº ~100) a Oeste, e b) ao final da Rua Guilherme Dal Ri (nº ~950), a Leste. Em ambos os casos, as incisões são controladas por fraturas de orientação NS (170-210) como pode ser visto na figura 2.2, sendo que as encostas são muito íngremes e alinhadas, e há exposição de rocha na frente da cascata pela remoção do solo coluvionar a montante.

Também é importante observar que o vale inciso ao final da Rua Guilherme Dal Ri (nº ~950) está alinhado com o vale inciso da Cascata Véu de Noiva, existente na encosta oposta sul do grande vale do Bairro Piratini, na Rua Pref. Nelson Dinnebier (nº ~700).

Deve ser salientado que a base da encosta natural principal no Bairro Piratini é composta por rocha vulcânica marrom avermelhada, com variada concentração de

Figura 2.2 – Lineamentos da área de estudo e diagrama de rosetas

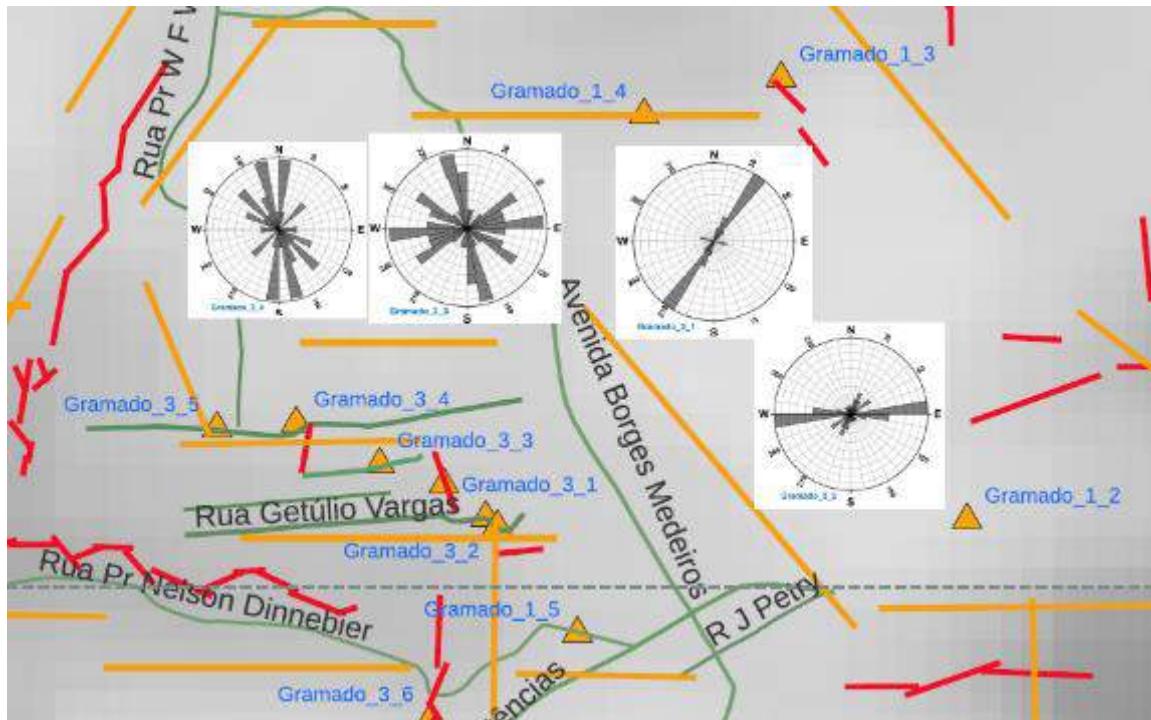


Figura 2.3 – Registros de campo



2.2 Inspeção de trincheiras e cortes

As trincheiras de inspeção e os perfis de solo visualizados a partir das escavações serão separados em duas partes: (i) cotas 795 a 787m, referente à porção central entre a Rua Henrique Bertolucci e a Rua Afonso Oberherr; (ii) cotas 784 a 774 m, referente ao corte no nível da Rua Guilherme Dal Ri e parte inferior.

2.2.1 Cotas 795 a 787 m (entre as Ruas Henrique Bertolucci e A. Oberherr)

Entre as Ruas Henrique Bertolucci e Afonso Oberherr foram executadas três trincheiras, conforme localização da figura 2.4. A trincheira TR02 foi executada próxima das araucárias na cota 795 m. Nos primeiros dois metros foi observado material de aterro, e entre 2 e 4,10m de profundidade foi encontrado um material silto argiloso de coloração marrom amarelada e consistência fofa (cotas 793 e 791,9m). A figura 2.5 apresenta os registros fotográficos.

Figura 2.4 – Posição das trincheiras de inspeção



Figura 2.5 – TR02



A trincheira TR03 foi executada logo abaixo, na cota 793 m, isto é, a cerca de 2m abaixo do nível da anterior. Em 0,5 m de profundidade já se observou o mesmo material

natural descrito na trincheira anterior (solo silto argiloso de coloração marrom amarelada) com cerca de 2 a 2,5m de espessura, seguido de uma camada de coloração marrom mais escura e de consistência ainda mais fofa. Os registros da trincheira são apresentados na figura 2.6. Destaca-se que a baixa consistência dos materiais escavados tem concordância com os baixos valores de SPT observados nos furos de sondagens mais próximos (SPT 02 e SPT 03) em profundidades semelhantes. Os mesmos serão descritos no item 2.3.

Figura 2.6 – TR03 - posicionamento e material escavado



Para permitir a retirada das amostras deformadas e indeformadas desse segundo material, foi executada a trincheira TR04 ao nível da Rua Afonso Oberherr, com 3,0 m de profundidade. Além do material semelhante observado na trincheira TR03, o qual foi retirado de forma deformada e indeformada para realização de ensaios de laboratório, foram encontrados fragmentos de vidro basáltico. Essa é uma evidência de que estes materiais estão relacionados à base de um derrame. A figura 2.7 apresenta os registros da TR04.

Figura 2.7 – TR04 - posicionamento, amostragem dos materiais, e detalhe de fragmentos de vidro vulcânico.



2.2.1 Cotas 784 a 776 m (Rua Guilherme Dal Ri)

A partir da remoção das edificações muito danificadas pelos movimentos, e dos cortes realizados para substituição de materiais ao nível da Rua Guilherme Dal Ri, foi possível observar nestas cotas diversos materiais presentes nessa porção do subsolo, e que indicam claramente uma transição de derrames.

As figuras 2.8 a 2.10 apresentam uma visualização do perfil encontrado no talude de corte ao nível da Rua Guilherme Dal Ri, onde foi adotada uma nomenclatura A-E dos horizontes para referência.

Figura 2.8 – Perfil de solo observado no nível da Rua Guilherme Dal Ri - vista frontal



Figura 2.9 – Perfil de solo observado no nível da Rua Guilherme Dal Ri - vista lateral.



Figura 2.10 – Detalhe das transições entre camadas C-D-E

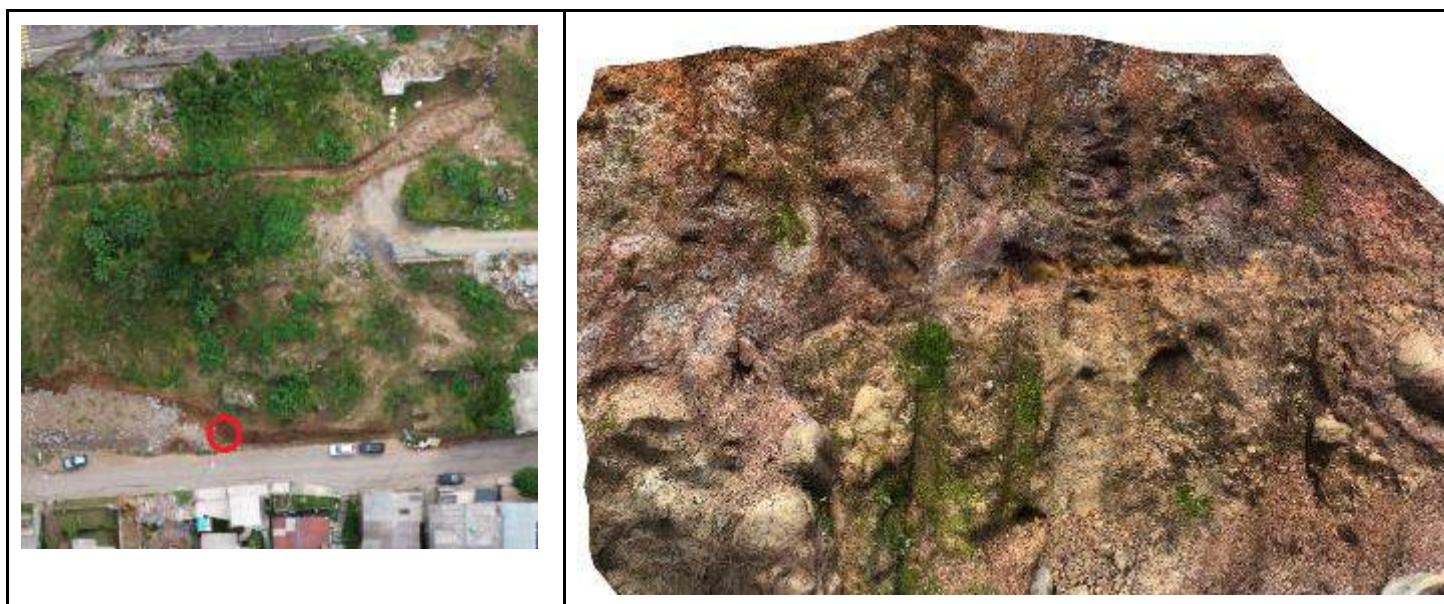


As figuras 2.11 e 2.12 apresentam os modelos digitais de parte dos taludes de corte realizados através do escaneamento manual a laser dessas porções, como forma de facilitar a compreensão da distribuição espacial dessas camadas.

Figura 2.11 – Modelo 3D - Talude lateral a edificação não demolida



Figura 2.12 – Modelo 3D da área de retirada de amostras



Nas imagens obtidas nas escavações na rua Guilherme Dal Ri, devem ser destacados 05 materiais:

A – Solo orgânico e aterro – camada superficial de solo orgânico e aterro com espessuras típicas de 30-50cm. A depender do nível de antropização de alguns lotes, é possível observar até 0,5-1,5m de aterro não selecionado, com presença de resíduos e material de construção (caliça).

B – Alteração de rocha (base derrame superior) – essa camada espessa abaixo do solo orgânico apresenta grande variação de coloração (tons de cinza, amarelo, laranja, marrom) e granulometria (silte arenoso, argila arenosa), e de forma bastante fraturada horizontalmente, com espessura variando de 3-5m. Na parte mais inferior da camada são observadas intrusões de pequenas lentes com presença de amígdalas. Os registros fotográficos da figura 2.13 apresentam detalhes deste material, durante o processo de retirada de amostras indeformadas para ensaios de laboratório;

Figura 2.13 – Alteração de rocha fraturada de coloração variegada





C – Solo residual alaranjado (variegado) – essa camada se apresenta como uma transição entre a camada descrita anteriormente e o solo amigdaloide, característico de topos de derrame, situado logo abaixo. A camada tem tipicamente de 30-50cm de espessura e não tem continuidade lateral. A figura 2.14 apresenta foto do perfil.

Figura 2.14 – Solo residual com estruturas horizontalizadas de coloração variegada (vermelho alaranjado)



D – Solo amigdalóide avermelhado – essa camada semi-horizontal abrange grande parte da área de estudo, sendo caracterizada por uma matriz de materiais finos (silto-argilosa), de coloração avermelhada, e de amígdalas de coloração branca e com dimensões milimétricas. A presença destas amígdalas é um indicador da intemperização de um topo de derrame básico (rocha vulcânica vesicular), com grande importância para o comportamento mecânico. A figura 2.15 apresenta o registro fotográfico do material. É importante notar que esta camada encontra-se geralmente horizontalizada próximo das cotas 780-778m.

Figura 2.15 – Solo amigdalóide avermelhado (variegado)



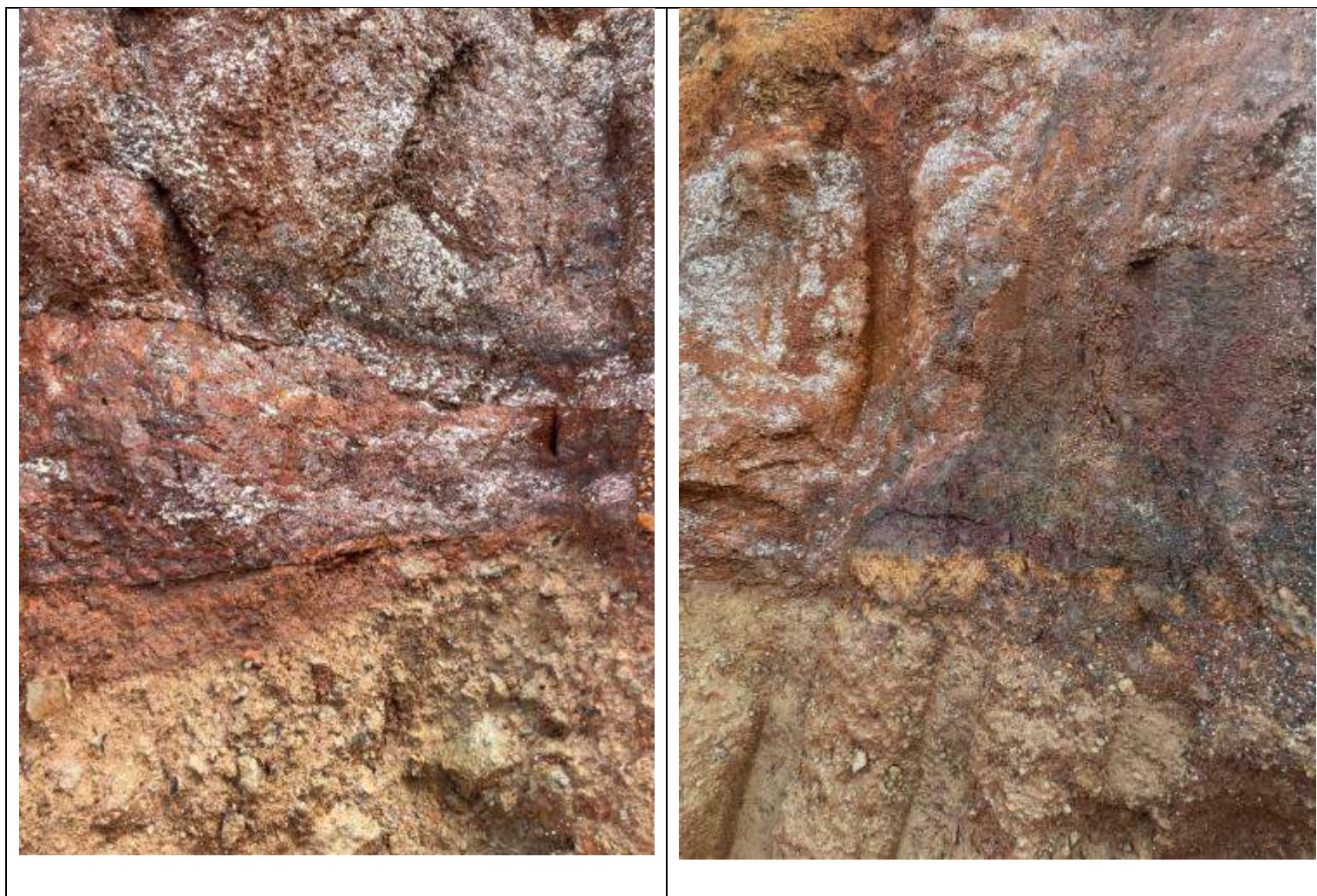
E – Solo amigdalóide cinza / amarelado – essa camada semi-horizontal também abrange praticamente toda a área de estudo, e é muito semelhante ao material anterior com presença de amígdalas, porém apresenta-se mais alterada em alguns pontos, com menor número de amígdalas. Sua coloração acinzentada apresenta variação para o amarelo alaranjado em alguns pontos. Importante assinalar a existência de um contato muito bem definido entre este material e o solo superior, com clara separação entre as camadas.

Foi observada a presença de água no contato e grande diferença de umidade nessa transição em relação aos materiais superiores e inferiores, indicativos de (i) caminho preferencial de percolação de água e (ii) possível plano de fraqueza/ruptura. A possibilidade do plano de ruptura geral passar por este contato é reforçada pelo fato de que a cota de contato foi observada próxima da cota e local do pé da ruptura de campo (primeira escadaria da Rua Guilherme Dal Ri). A figura 2.16 apresenta o material e a figura 2.17 o contato entre os materiais descritos, conforme observado em campo, imediatamente após abertura da trincheira com ferramentas manuais.

Figura 2.16 – Solo amigdalóide cinza / amarelado inferior.



Figura 2.17 – Detalhe do contato entre as camadas amigdalóide avermelhado e amigdalóide cinza/amarelado.



Importante ressaltar que é possível observar em campo a superfície de ruptura nessa faixa de material. As figuras 2.18 a 2.20 apresentam em detalhe superfícies de ruptura extremamente lisas (*slickensides*), presentes em contatos inferiores do solo amigdalóide avermelhado.

No limite Oeste da área, ainda na Rua Guilherme Dal Ri, o mesmo material de coloração acinzentada e amigdalóide foi observado com consistência muito mole e comportamento plástico. Os registros fotográficos das figuras 2.21 e 2.22 apresentam o material. Nessa posição foi observada grande quantidade de água livre, sendo um ponto de concentração de fluxo de água subsuperficial, o que pode ser uma das razões

para o acentuado nível de alteração desta porção. Devido à importância dessa camada, foram retiradas amostras indeformadas e deformadas para ensaios de laboratório (ver adiante).

Figura 2.18 – Fragmentos da superfície de ruptura (*slickenside*)



Figura 2.19 – Superfície de ruptura



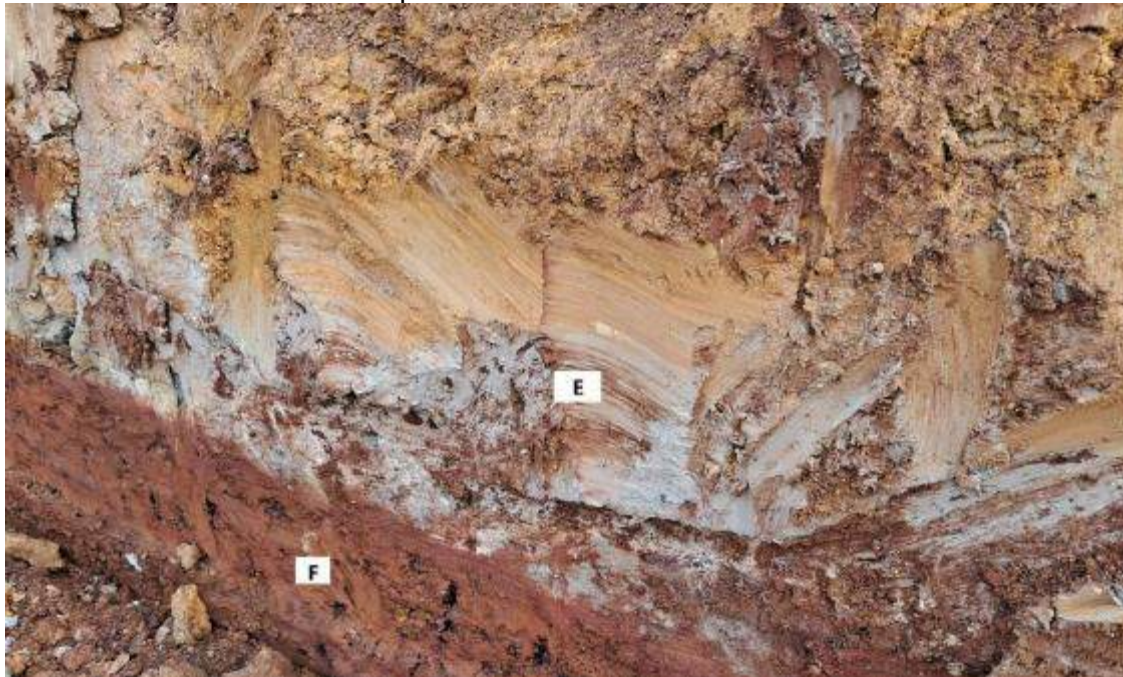
Figura 2.20 – Superfície de ruptura



Figura 2.21 – Trincheira paralela à rua Guilherme Dal Ri - solo amigdalóide cinza claro sobre solo avermelhado.



Figura 2.22 – Trincheira paralela à rua Guilherme Dal Ri - detalhe dos solos amigdalóides amarelo, cinza claro (E) sobre solo avermelhado (F) - camadas com aproximadamente 18-20cm.



F – Solo residual vermelho inferior – conforme destacado na figura 2.22 esse material é encontrado abaixo da camada amigdalóide cinza, sendo caracterizado por uma matriz argilosa marrom avermelhada com concreções de coloração escura, conforme destacado na figura 2.23. Este material tem uma boa resistência à escavação manual e não tinha slickensides visíveis.

Figura 2.23 – Solo residual vermelho inferior.



Por fim, no limite Leste do movimento, também ao nível da Rua Guilherme Dal Ri foi realizada outra trincheira de investigação (TR01), conforme registros da figura 2.24. Nesse ponto, o solo amigdalóide avermelhado está em cotas mais baixas, a cerca de 4m de profundidade (cota ~774 - 775 m). Destaca-se que nessa trincheira o material superior acinzentado aparece de forma muito alterada, com baixa consistência (fofa ou mole).

Figura 2.24 – TR01- materiais presentes na trincheira, solo amigdalóide avermelhado encontrado a ~4,0m de profundidade.





2.2 Sondagens mistas

Na área de estudo foram realizadas 11 sondagens mecânicas, do tipo SPT, e rotativas de diâmetros NX e HX. Nos furos de SPT e rotativa NX foram instalados piezômetros e nos furos de diâmetro HX, inclinômetros. A figura 2.25 apresenta a locação dos pontos (veja Anexo A), o Anexo B contém os boletins de sondagem e o Anexo C as imagens dos testemunhos.

O furo de sondagem SM01 foi executado no nível da Rua Santo André próximo da cota 810 m, com uso de rotativa a partir do segundo metro. Este furo atravessou nos primeiros 12m um perfil de rocha vulcânica de coloração cinza, medianamente a muito alterado, fraturado (30-50% de recuperação), e intercalado com camadas de materiais mais alterados (camadas silto-argilosas com pedregulhos). Entre os 12 e 23 metros, se observa uma espessa camada de solo e de alteração de rocha, em grande parte impenetrável ao amostrador SPT ou por lavagem com uso de trépano. Mas é importante destacar que na cota 792 m (18m de profundidade), foi observado um material de menor resistência, mais alterado, similar aos materiais observados nas trincheiras executadas

próximas da Henrique Bertolucci. A foto da caixa com os testemunhos deste furo é apresentada na figura 2.26.

Figura 2.25 – Localização dos furos de sondagem

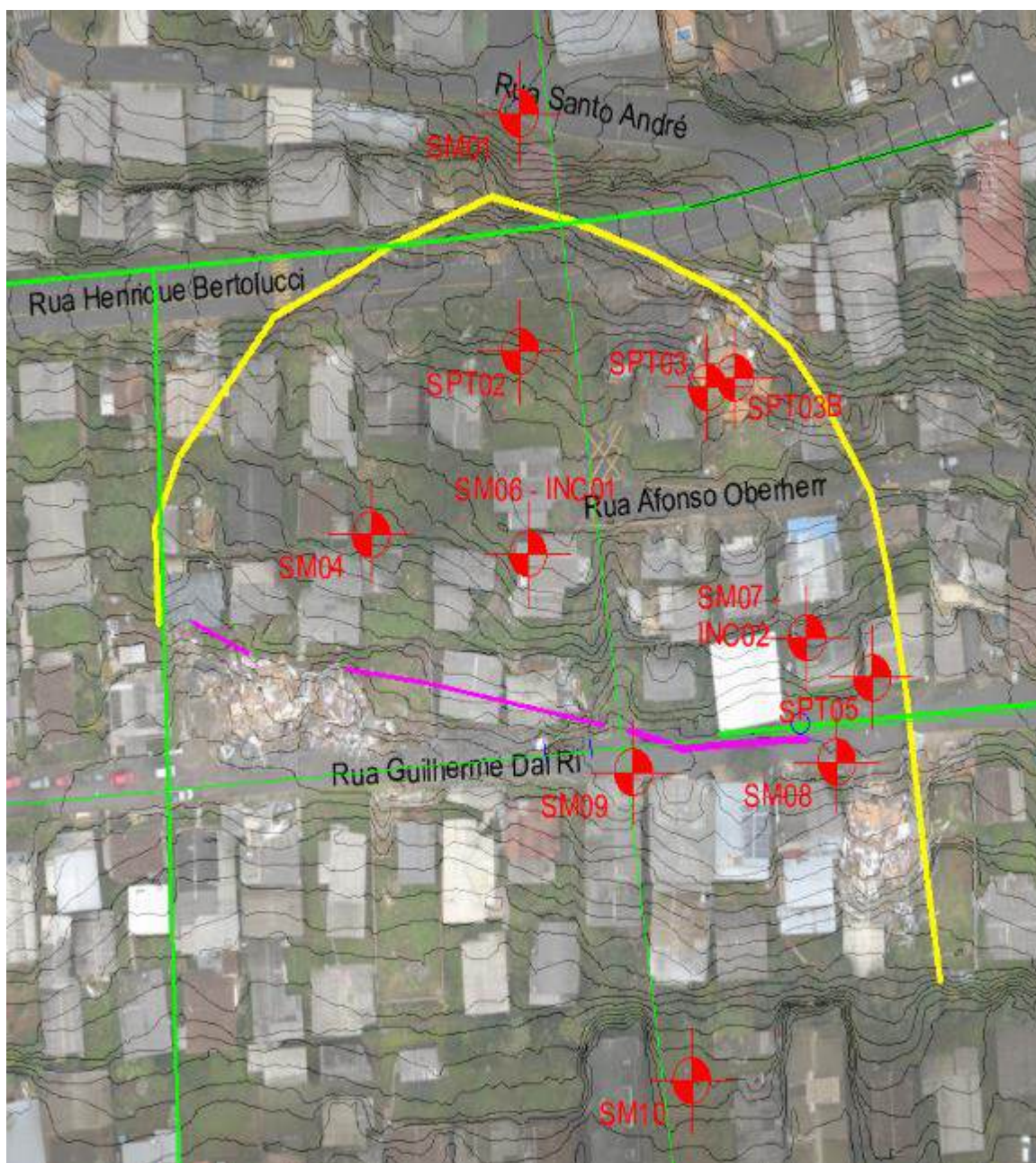


Figura 2.27 – Perfil do furo de sondagem SP03

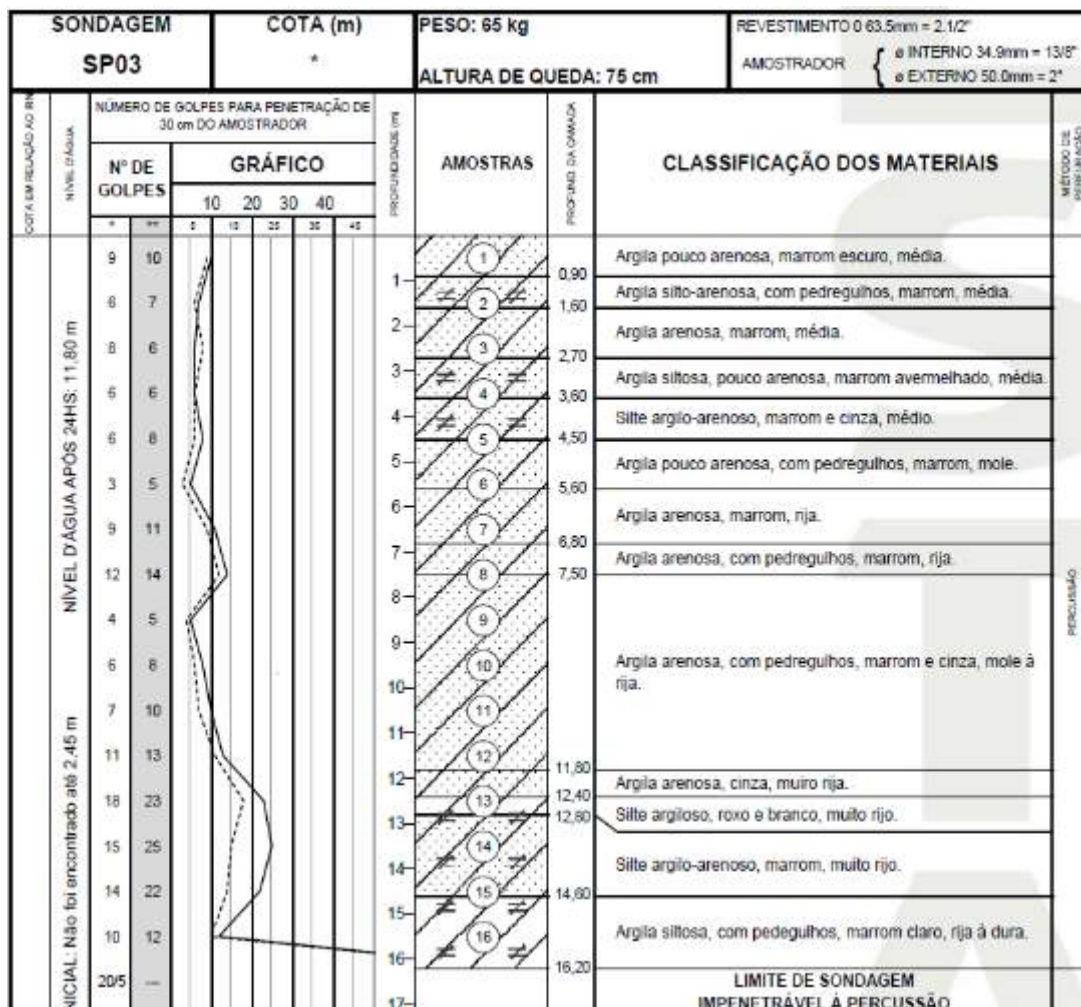


Figura 2.28 – Testemunho SP03 (11,5m) – transição de materiais



O furo SP05, executado próximo da cota 780m, confirma a horizontalidade no sentido OE do solo amigdalóide marrom avermelhado. Este material foi observado a 3m de profundidade (cota 777m), conforme registros dos testemunhos da figura 2.29. Importante destacar, que as cotas onde são observados esse material, bem como o contato com materiais adjacentes, é similar com as cotas onde apareceram os sinais do pé do movimento. E é também neste ponto que se observa a ruptura avançando para o lado Sul da Rua Guilherme Dal Ri, em conformidade com a posição da camada observada na sondagem.

Figura 2.29 – Solo amigdalóide SP05 (3-4m de profundidade)



Os furos SM06 e SM07 foram executados com diâmetro HX para instalação de tubos de inclinômetro. Destaca-se que o furo SM07 foi colocado próximo lateralmente ao furo SP05, e cerca de 2 m a montante. Os testemunhos apresentaram grande

semelhança com o furo anterior. A figura 2.30 apresenta o testemunho do solo amigdalóide na mesma cota referida anteriormente. A partir dos 9,0 m de profundidade, a camada de alteração de rocha é impenetrável ao amostrador SPT. Entre 9 e 14m, foi realizada sondagem rotativa, com recuperação de até 50%.

Figura 2.30 – Solo amigdalóide SM07 (6 m de profundidade – cota 776m) e caixa de testemunhos da sondagem



O furo de sondagem SM08 foi executado no nível da Rua Guilherme Dal Ri, em frente dos furos SM05 e SM07. Neste furo, a camada amigdalóide até então observada de forma evidente nos furos superiores, não foi encontrada nos testemunhos de sondagem, podendo ter sido ultrapassada durante uma manobra de lavagem do SPT. Destaca-se que este furo avançou os 18m, onde nos primeiros 8,50m se observa um material mais argiloso de coloração marrom avermelhada (solo F), seguido de uma rocha basáltica muito alterada e fraturada, intercalada com lentes mais alteradas, sem

recuperação. Estas camadas muito alteradas foram observadas em profundidade de até 14,90m (cota ~763m). Essa cota é coincidente com o pé do muro de pedra executado na parte Leste da Rua Getúlio Vargas. Esta camada profunda representa um possível plano de fraqueza o qual pode condicionar uma superfície de ruptura profunda, mas possivelmente de âmbito mais localizado.

A sondagem SM09, também locada na Guilherme Dal Ri, na cota 774,4m, em frente da primeira escadaria, apresentou um perfil com 6,50m de solo, seguido de uma camada de 10m de rocha basáltica muito alterada e fraturada, de baixa recuperação. A transição para materiais menos alterados ocorre na cota 764 m, análogo ao observado no furo SM08 descrito anteriormente.

Esse contato tem relevância pois, qualquer solução de estabilização na Rua Guilherme Dal Ri, deve considerar o impacto em relação à estabilidade da encosta para rupturas mais profundas. Ainda sobre este furo, o material amigdalóide foi observado entre as cotas 774,7 e 773,5m, cerca de 2 a 3m abaixo do observado no outro lado da Rua (cerca de 5m) no mesmo alinhamento N-S.

A figura 2.31 apresenta a diferença de cota da camada amigdalóide. A esquerda, o testemunho do furo de sondagem próximo da cota 774-773m, enquanto, no talude do outro lado da rua (imagem da direita), a camada está próximo da cota 777-778m. Este ressalto na estratigrafia e na continuidade das camadas, pode indicar um possível movimento antigo, isto é um movimento mais profundo no sentido N-S cujo rejeito está próximo do alinhamento da Rua Guilherme Dal Ri. Como será visto no item subsequente, em um dos caminhamentos elétricos N-S, se observou um plano de fratura paralelo ao eixo da Rua Guilherme Dal Ri, embora não tenha sido observado em todos os caminhamentos transversais.

Por último, o furo SM10 localizado na porção mais baixa, próximo da Rua Getúlio Vargas, foi executado na cota 762m. Se observa um perfil de solo com 4,60m, seguido de uma brecha pouco alterada a sã (até 9,60m), conforme registro da figura 2.32.

Figura 2.31 – Solo amigdaloide – (esquerda) testemunho de sondagem SM09 / (direita) camada de solo amigdaloide no nível da Rua.



Figura 2.32 – Testemunho de sondagem SM10



2.3 Eletorresistividade

A técnica de Imageamento Elétrico Bidimensional (ou Caminhamento Elétrico) mede a variação da resistividade elétrica dos geomateriais em subsuperfície (rochas, rochas alteradas e solos), tanto nas direções longitudinais ao caminhamento quanto em profundidade, auxiliando a identificação de diferentes litologias, descontinuidades estruturais, tais como falhas/fraturas, e contatos de materiais. Este tipo de investigação indireta utiliza equipamentos com aquisição automática de dados, com grande número de leituras, permitindo obter uma seção bidimensional ao longo do caminhamento com alta resolução das variações da resistividade elétrica aparente do subsolo.

A figura 2.33 apresenta o registro das atividades de aquisição de dados realizadas em Jul-Ago/24 e a figura 2.34 a locação das seções de estudo.

Figura 2.33 – Realização do ensaio de eletorresistividade em campo.



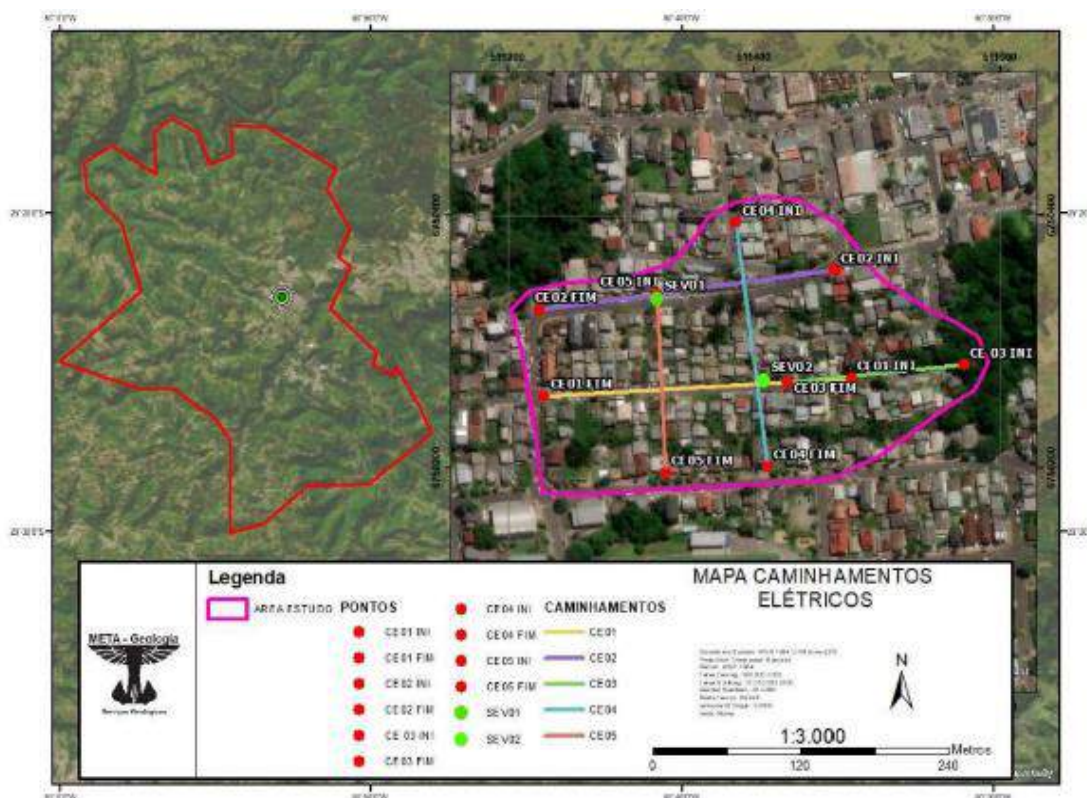
O caminhamento elétrico CE01 foi realizado com comprimento de 248m na direção L-O, no alinhamento da Rua Guilherme Dal Ri, mostrando um perfil com 02 setores com baixa resistividade (algum acúmulo de água) de forma localizada a 84m e a 164 m do início do caminhamento. Em ambas as localizações foram observados solos bastante alterados, conforme descrições realizadas anteriormente, relacionadas a

trincheira TR01 (próximo dos 80-90m do caminhamento) e escavação da área Oeste da Rua onde foi construída a berma de equilíbrio (substituição de material).

O ponto de concentração de fluxo de água subsuperficial em 164m também corrobora com as indicações de campo, no qual se observa em cotas mais baixas (terrenos ao Sul da Rua Guilherme Dal Ri) o surgimento de água na superfície. A figura 2.36 apresenta esse registro, no qual se observa que o morador do terreno em frente ao ponto destacado pela sondagem já tinha realizado uma canalização para direcionar o fluxo de água. Mesmo assim, como destacado na própria imagem, há outros pontos de surgência de água laterais à tubulação.

De modo geral, o perfil apresenta resistividades mais elevadas a partir de 10 a 15 metros de profundidade, o que indicaria presença de materiais rochosos mais maciços (rochas sãs e pouco fraturadas). Deve-se destacar que, no entorno da posição 164m, observa-se uma descontinuidade subvertical profunda no perfil, com uma resistividade menor que o material posicionado lateralmente. Esta estrutura é compatível com outras informações coletadas em campo. A figura 2.35 apresenta os resultados deste caminhamento.

Figura 2.34 – Linhas de caminhamento elétrico na área do Piratini Norte



O caminhamento CE03 com 150m de comprimento (figura 2.37) é a continuação do perfil anterior. Nessa porção também se observa um perfil de solo inicial saturado, porém com mais pontos de acúmulo de água. Observe-se que, devido aos diferentes comprimentos das linhas, as profundidades de alcance vertical são diferentes.

Figura 2.35 – Caminhamento CE01 ao longo da Rua Guilherme Dal Ri (observe orientação do Norte)

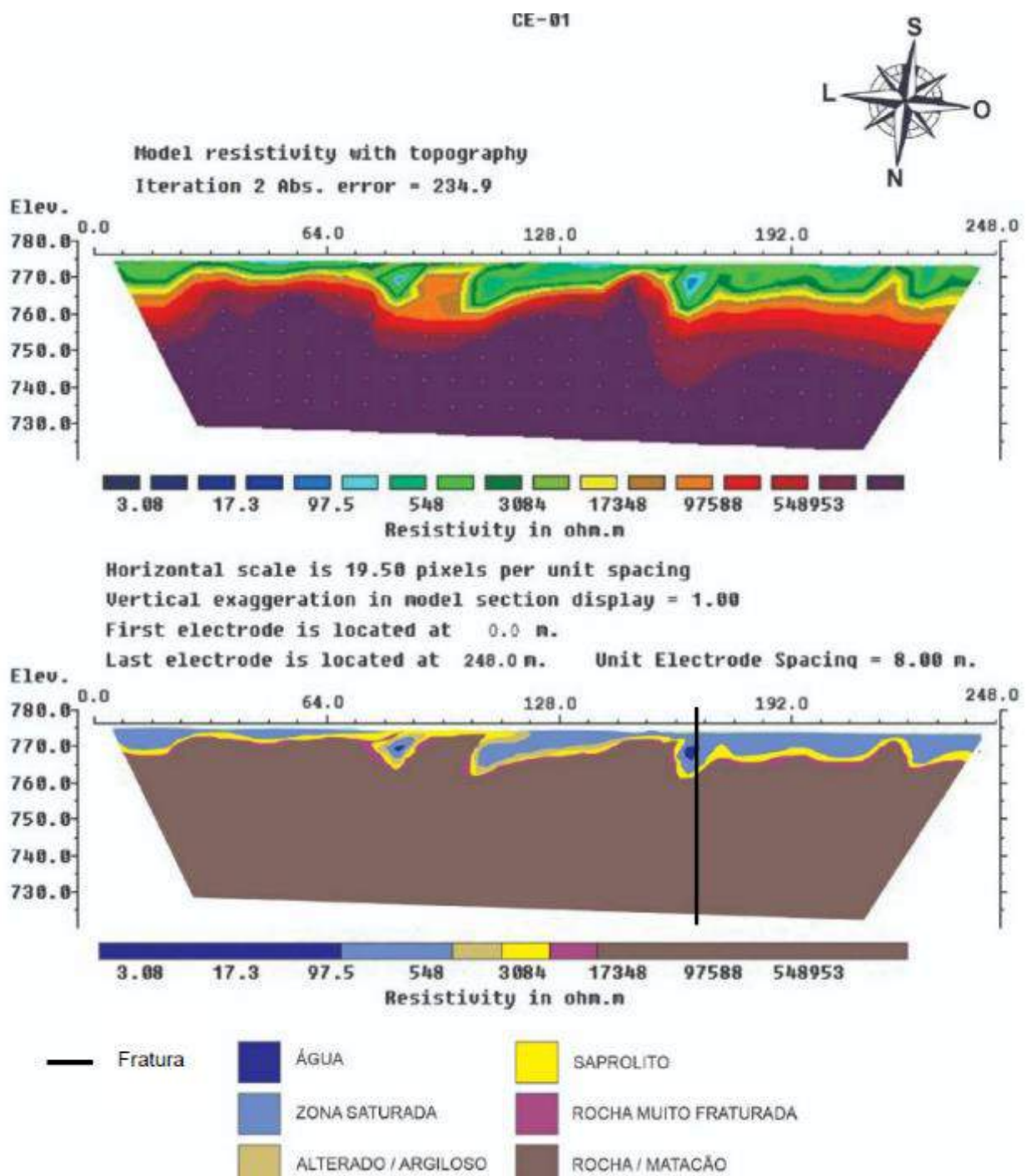


Figura 2.36 – Surgência d'água abaixo da Rua Guilherme Dal Ri



No nível da Rua Guilherme Dal Ri foram também realizadas, no mesmo local, uma sondagem elétrica vertical (SEV02 – figura 2.38) e uma sondagem rotativa (SM09), de forma a melhor correlacionar os dois tipos de investigação, tendo sido obtida uma boa correlação entre elas. A zona saturada determinada pela eletroresistividade nos primeiros 6,33m é coincidente com os materiais argilosos observados no furo SM09. Até 12,0-15,0m observam-se saprólitos e rochas muito alteradas, até a transição para camadas mais profundas de rocha sã.

A aproximadamente 30 m a leste do ponto supracitado, foi executado o furo de sondagem SM08, o qual apresentou um perfil de solo de 10,5m de espessura, seguido de rocha medianamente a muito fraturada, dando-se destaque à camada entre 13,0 e 15,0m que não apresentou recuperação (figura 2.39). Esse furo de sondagem pode ser comparado com ambos os caminhamentos elétricos (36m do CE01 e 130m do CE03), com os quais apresenta boa correlação, conforme locação em perfil.

Figura 2.37 – Caminhamento elétrico CE03 ao longo da Rua Guilherme Dal Ri

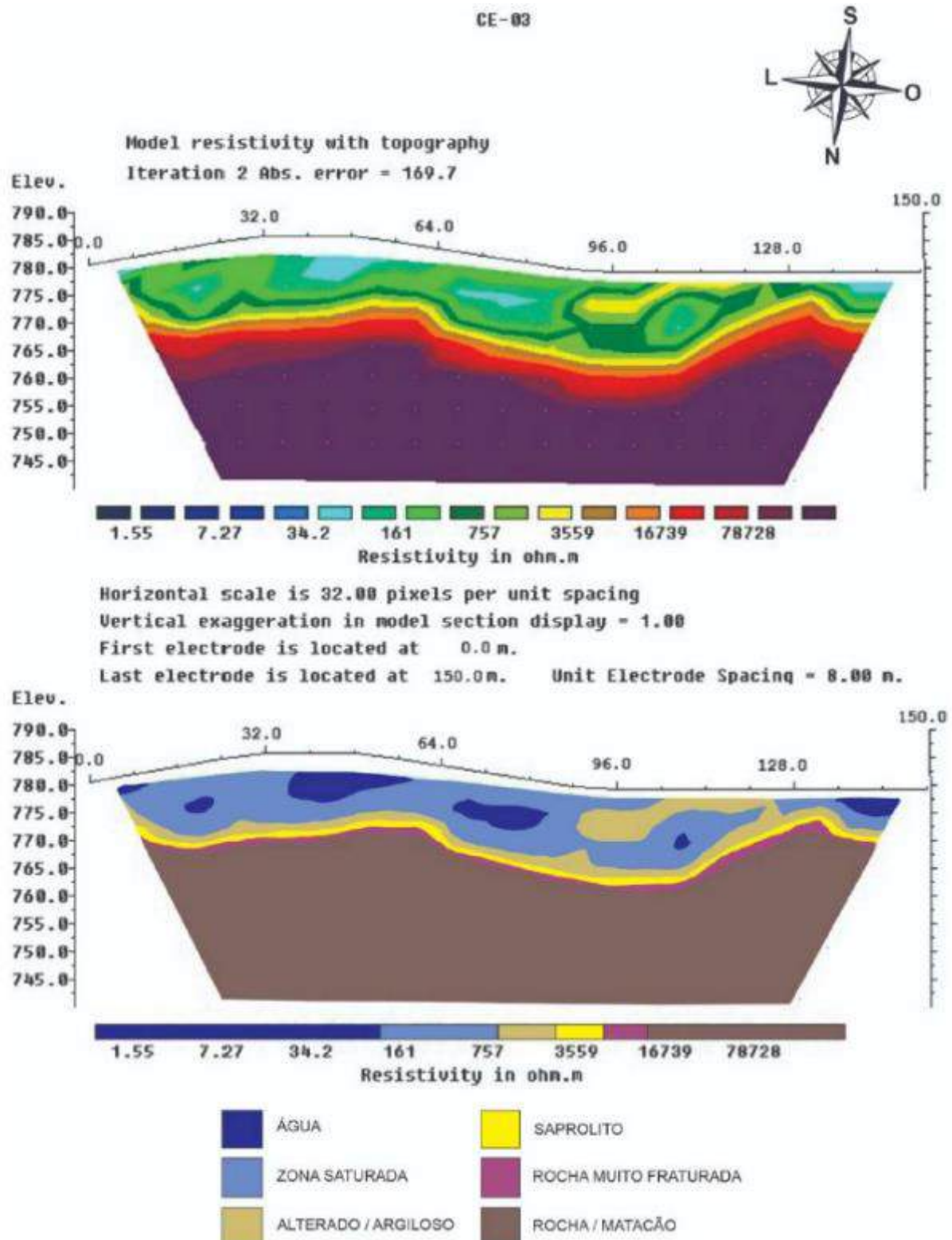
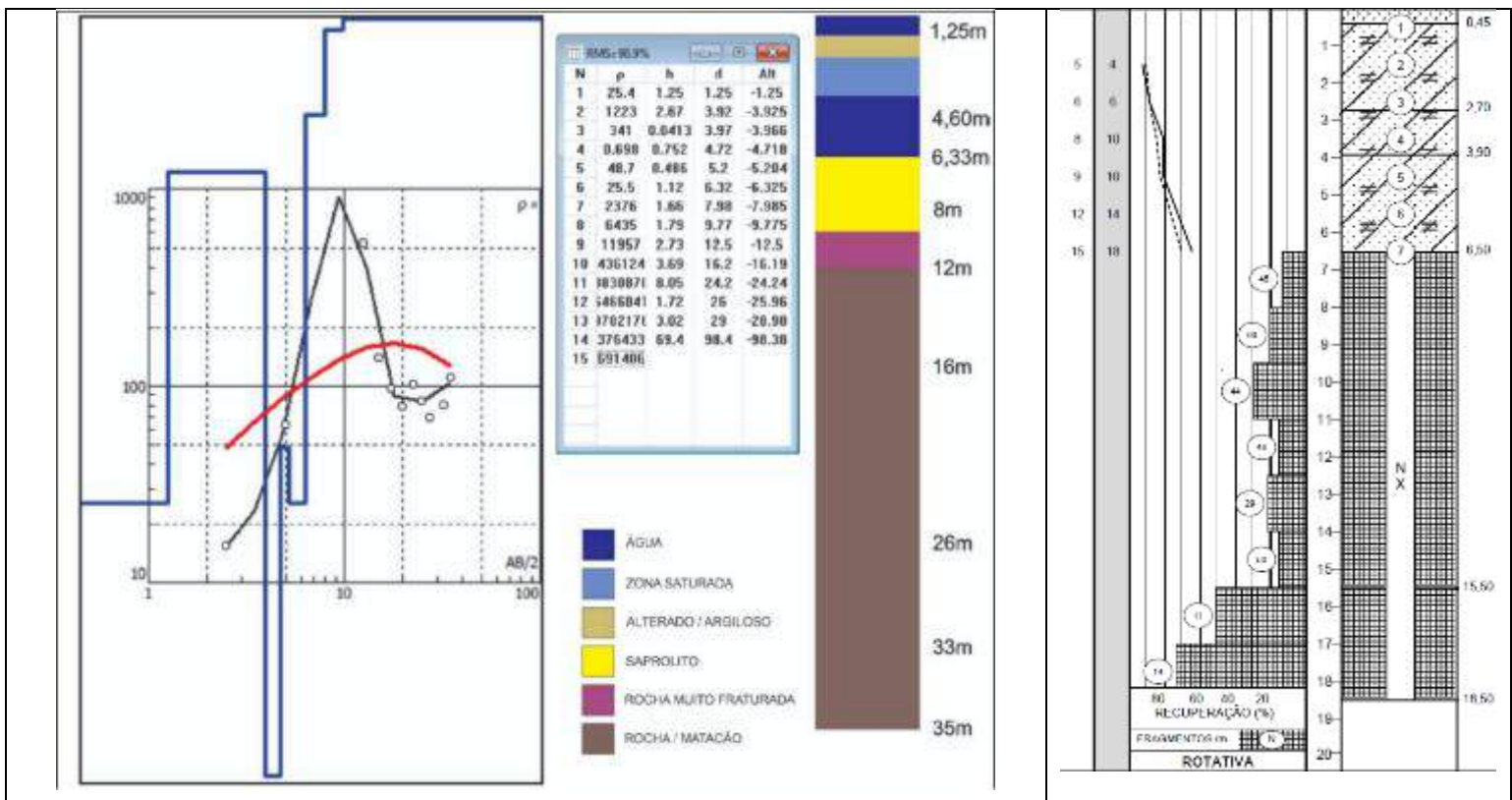


Figura 2.38 – Correlação entre SEV02 com SM09 (sondagem rotativa)



O caminhamento elétrico CE02 foi realizado no alinhamento da Rua Henrique Bertolucci, com 248m e direção L-O. Esse perfil apresenta dois pontos com planos de fraturas verticais e subverticais alinhadas com os pontos de subsidência do terreno, sem acúmulo de água. A figura 2.40 apresenta os resultados desse caminhamento.

Foram também realizados 02 caminhamentos transversais ao alinhamento das principais ruas da área de estudo (sentido N-S). O alinhamento CE04, de maior comprimento, está posicionado na área central, atravessando os limites do escorregamento e iniciando ao Norte além da Rua Santo André e terminando próximo da Rua Getúlio Vargas. O perfil do subsolo é apresentado na figura 2.41 e demonstra um perfil espesso de solo com até 20 m de espessura na área central. A área superior da encosta apresenta um perfil menos espesso de solo, com até 10m, e na porção inferior próximo da Rua Getúlio Vargas foram encontrados perfis ainda menos espessos, com alguns pontos de afloramento de rocha.

O caminhamento CE05 foi realizado de forma paralela ao anterior, no limite Oeste do movimento. Esse caminhamento foi realizado com 150m devido às restrições físicas para passagem dos cabos e, de forma análoga ao perfil anterior, foram observados

perfis espessos de solo na parte central. Pontos a destacar: (i) presença de grandes blocos de rocha (matações) ao longo do perfil e em cotas abaixo da Rua Guilherme Dal Ri, o que nessa área podem indicar as limitações dos movimentos; (ii) a presença de um material mais resistente e/ou menos intemperizado (ressalto no perfil subterrâneo) entre a Rua Guilherme Dal Ri e a Rua Getúlio Vargas, e (iii) a presença de uma linha de falha/fratura paralela a Rua Guilherme Dal Ri, próximo da Rua Getúlio Vargas.

Figura 2.39 – Posição do furo SM-08 em relação aos caminhamentos CE01 e CE03

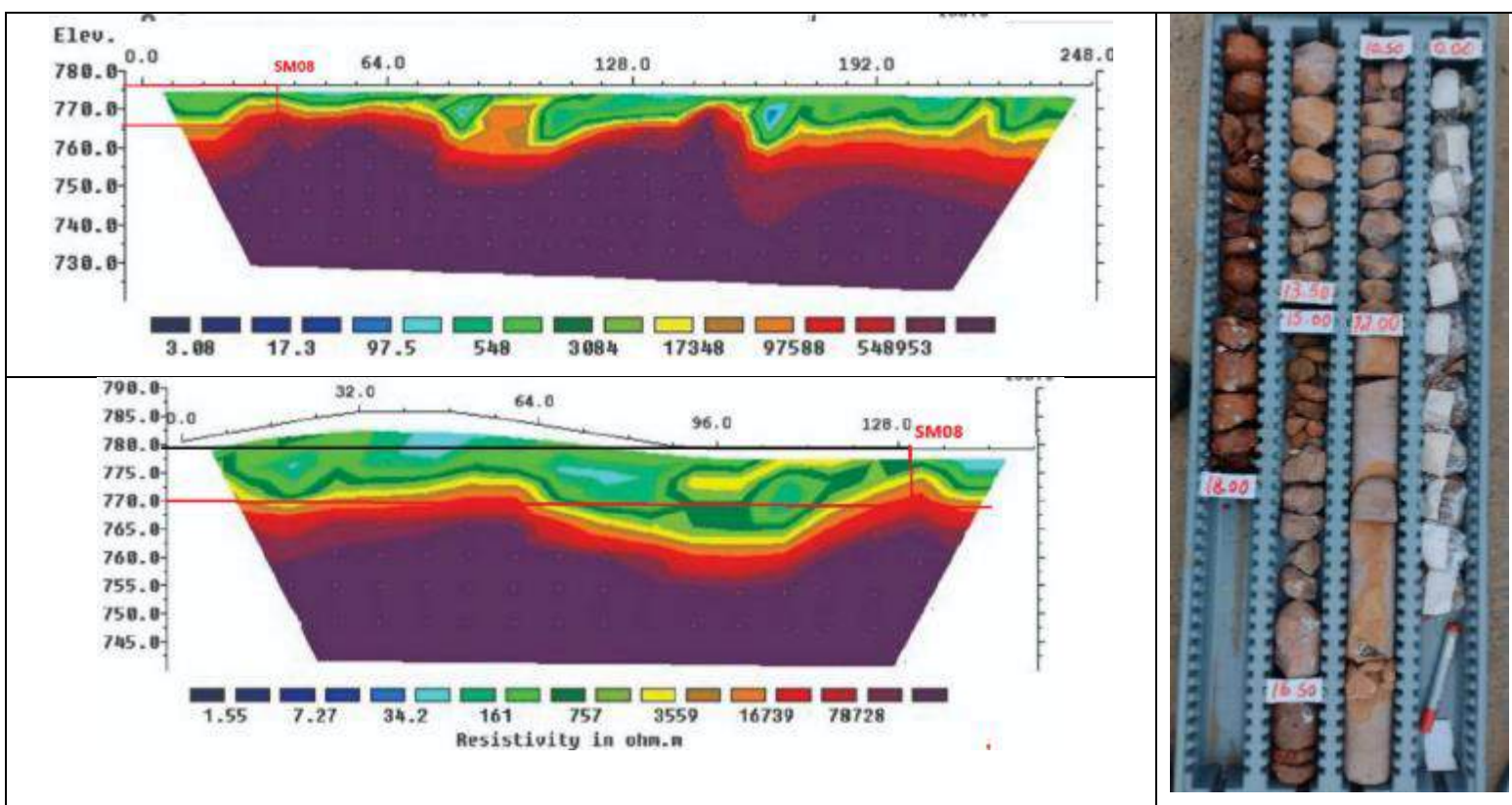


Figura 2.40 – Caminhamento elétrico CE02 ao longo da Rua Henrique Bertolucci

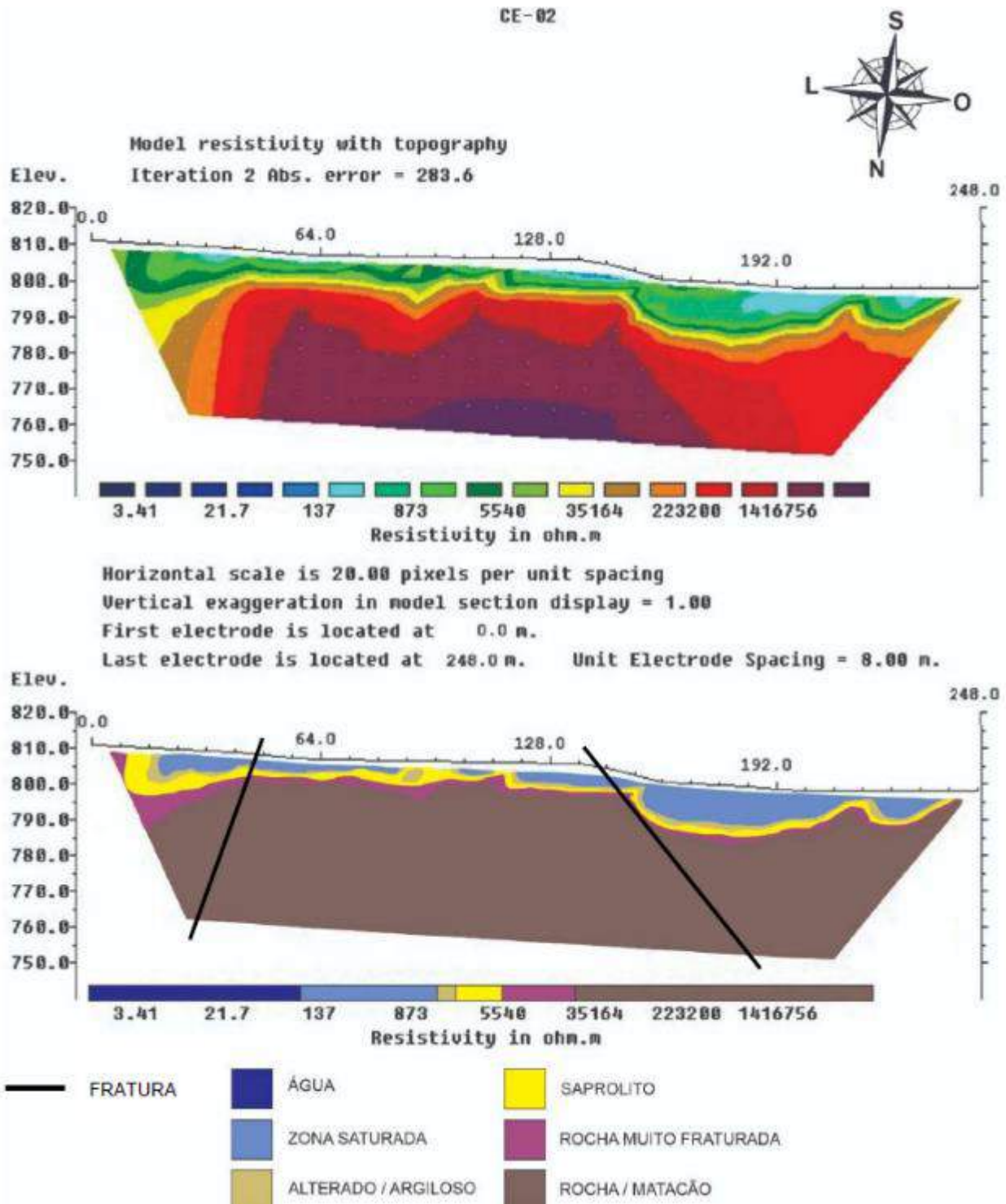


Figura 2.41 – Caminhamento elétrico CE04 no sentido N-S (transversal ao movimento)

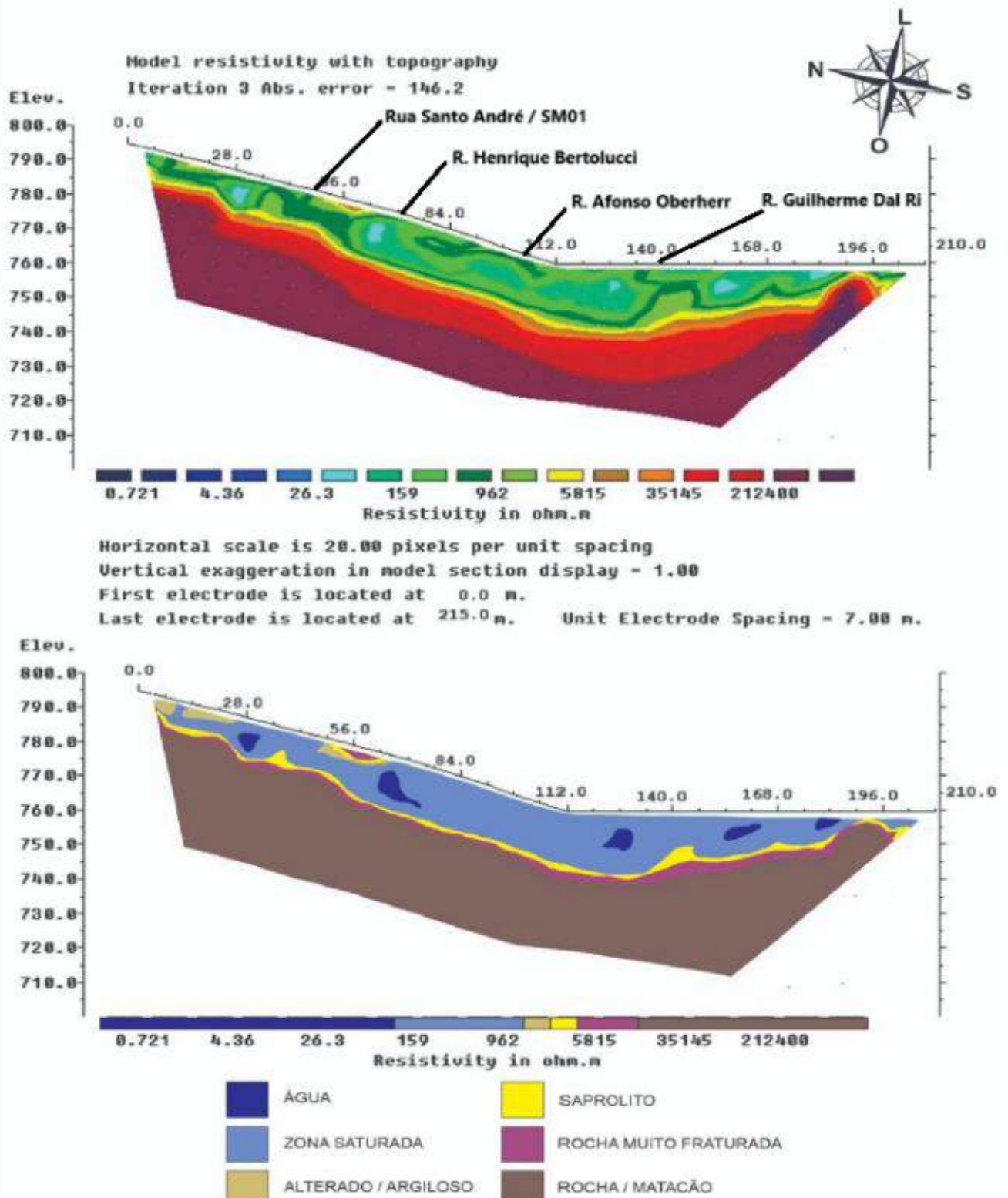
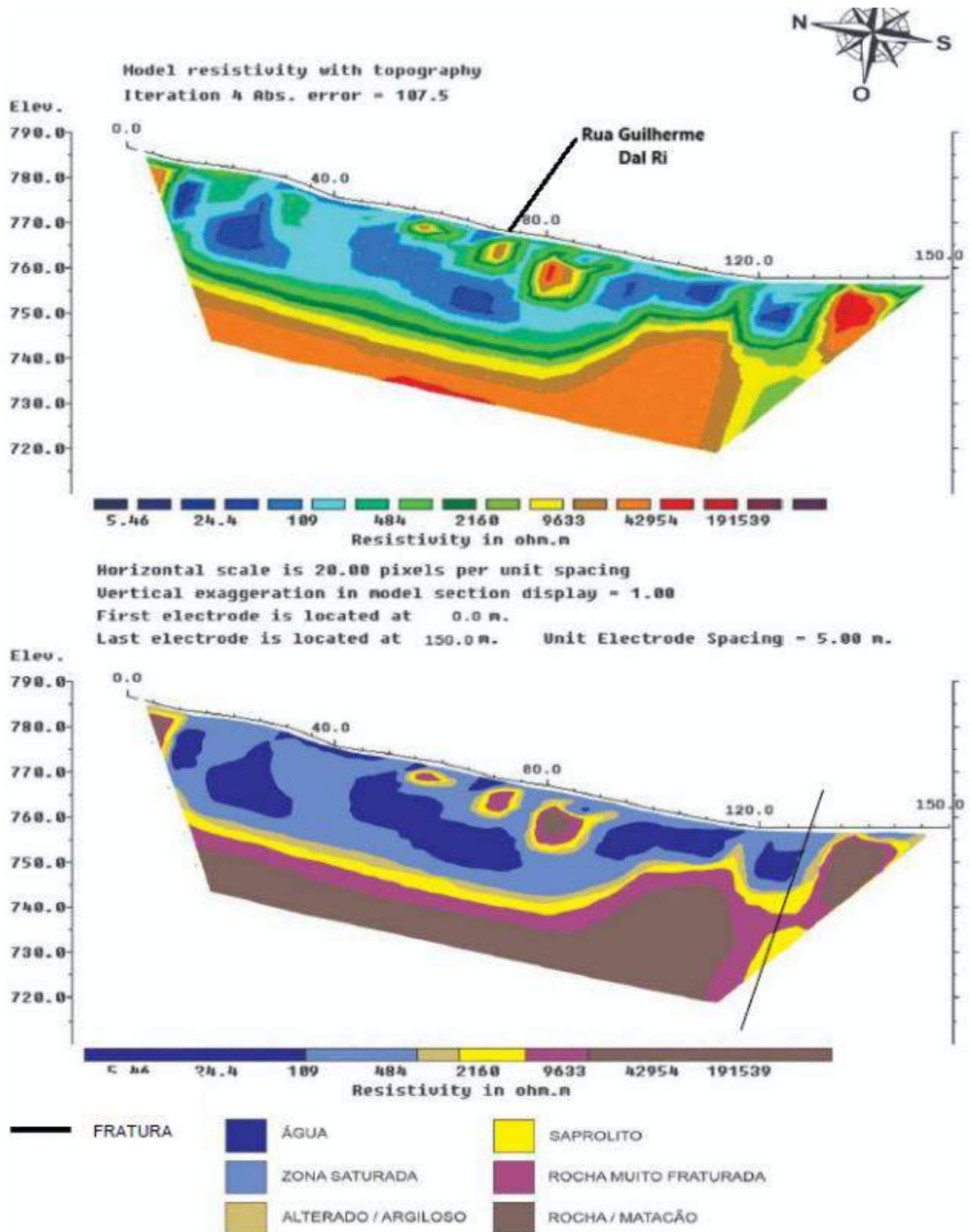


Figura 2.42 – Caminhamento elétrico CE05 no sentido N-S (transversal ao movimento, no limite oeste)



3. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Os ensaios de caracterização geotécnica e parâmetros de resistência ao cisalhamento dos principais materiais serão apresentados neste Capítulo. Assim, como apresentado no item de investigação de campo - trincheiras de inspeção, os resultados serão apresentados em dois grupos: (i) solo argilo-siltoso mole de coloração marrom acinzentado, localizado entre a Rua Henrique Bertolucci e Afonso Oberherr; e (ii) solos silto-argilosos com amígdalas existentes no nível da Rua Guilherme Dal Ri.

3.1 Solo argilo-siltoso de baixa resistência $N_{spt}=6$ - Cota 792 m próximo da Afonso Oberherr

As amostras indeformadas desse solo argilo-siltoso de consistência mole, com N_{spt} médio de 6 golpes, e coloração marrom acinzentado, foram retiradas da trincheira TR04, conforme descrito no capítulo anterior. A figura 3.1 apresenta a retirada das amostras indeformadas em campo através de anéis de cisalhamento para ensaios no equipamento de cisalhamento direto (figura 3.2). Foram realizados ensaios de cisalhamento direto, nas tensões verticais de 50, 100, 200 e 300 kPa, com velocidade cisalhante de 0,01 mm/min, com fase de adensamento até a estabilização dos deslocamentos. A figura 3.3 apresenta os resultados dos ensaios (gráficos tensão horizontal x tensão vertical, e envoltória de ruptura).

Destaca-se que para os maiores níveis de tensões, as maiores resistências são mobilizadas somente com grandes deslocamentos, relacionada com a compressão do corpo de prova ao longo do ensaio. Dessa forma, os parâmetros de resistência ao cisalhamento são apresentados para tensão máxima ($38,3^\circ$ de ângulo de atrito e 25,4 kPa de coesão), e para as tensões limitadas a 2mm de deslocamento ($25,8^\circ$ de ângulo de atrito e 25,9 kPa de coesão). O peso específico natural médio das amostras foi de 15,3 kN/m³

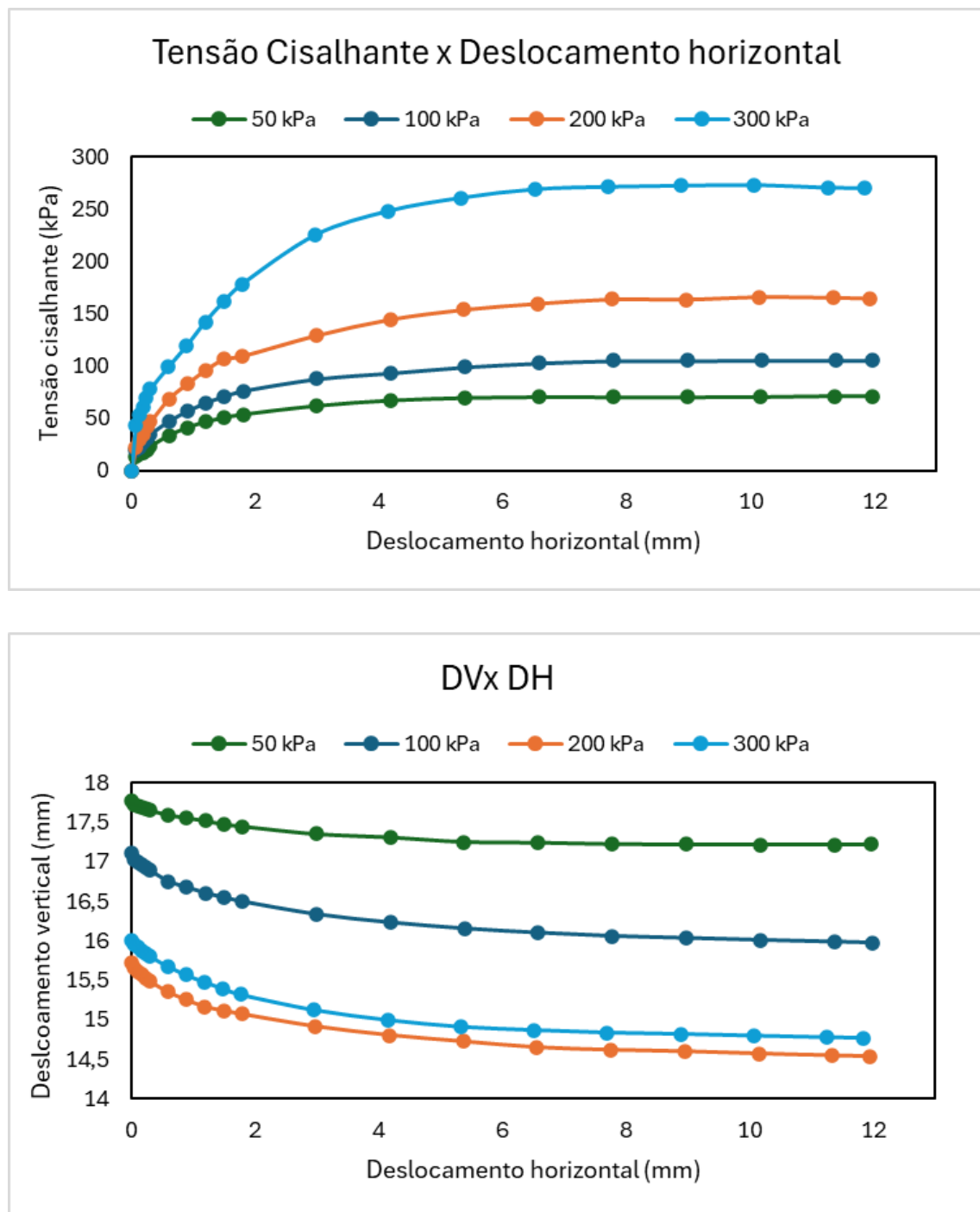
Figura 3.1 – Retirada de amostras do solo argilo-siltoso marrom acinzentado

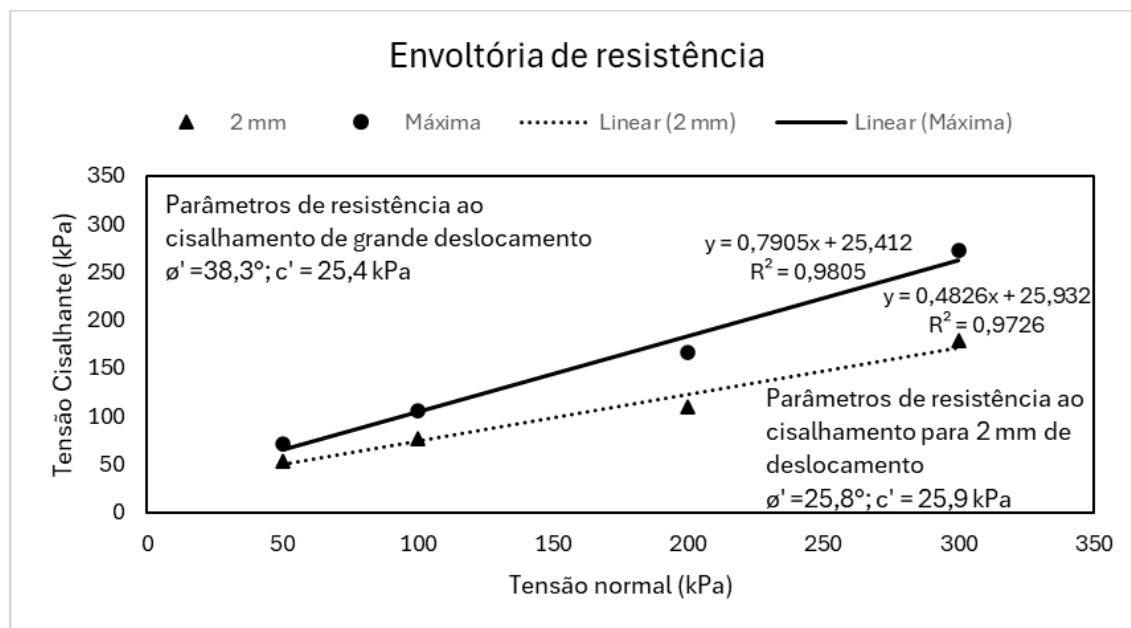


Figura 3.2 – Equipamento de cisalhamento direto de laboratório



Figura 3.3 – Ensaios de cisalhamento direto (solo argilo-siltoso marrom acinzentado)





3.2 Solos amigdaloides da Rua Guilherme Dal Ri

Próximo da Rua Guilherme Dal Ri há uma variedade de solos, com texturas, granulometria e coloração diferentes, em uma área onde ocorre troca de derrames, conforme descrito no item 2.2.1. Os solos ensaiados foram os descritos na figura 2.8 como camadas “D” (solo amigdalóide avermelhado) e “E” (solo amigdalóide acinzentado), sendo que para essa última camada, também foram ensaiados os solos encontrados na faixa de escavação do reaterro, onde foi encontrado o solo amigdalóide cinza, muito alterado, de consistência mole e plástica.

3.2.1 Solo amigdalóide avermelhado

A figura 3.4 apresenta a retirada das amostras indeformadas em campo, através de blocos indeformados e anéis de cisalhamento. O peso específico real dos grãos é de $2,8 \text{ gf/cm}^3$. A distribuição granulométrica é apresentada na figura 3.5 (38% argila, 52% silte, 5% areia fina, e 5% areia média). O ensaio de cisalhamento direto foi realizado nas tensões verticais de 100, 200 e 400 kPa e apresentou parâmetros de resistência de $27,3^\circ$ de ângulo de atrito e 37,0 kPa de coesão. A figura 3.6 apresenta os resultados dos ensaios.

Figura 3.4 – Retirada de amostras do solo amigdalóide avermelhado



Figura 3.5 –Granulometria do solo amigdalóide avermelhado

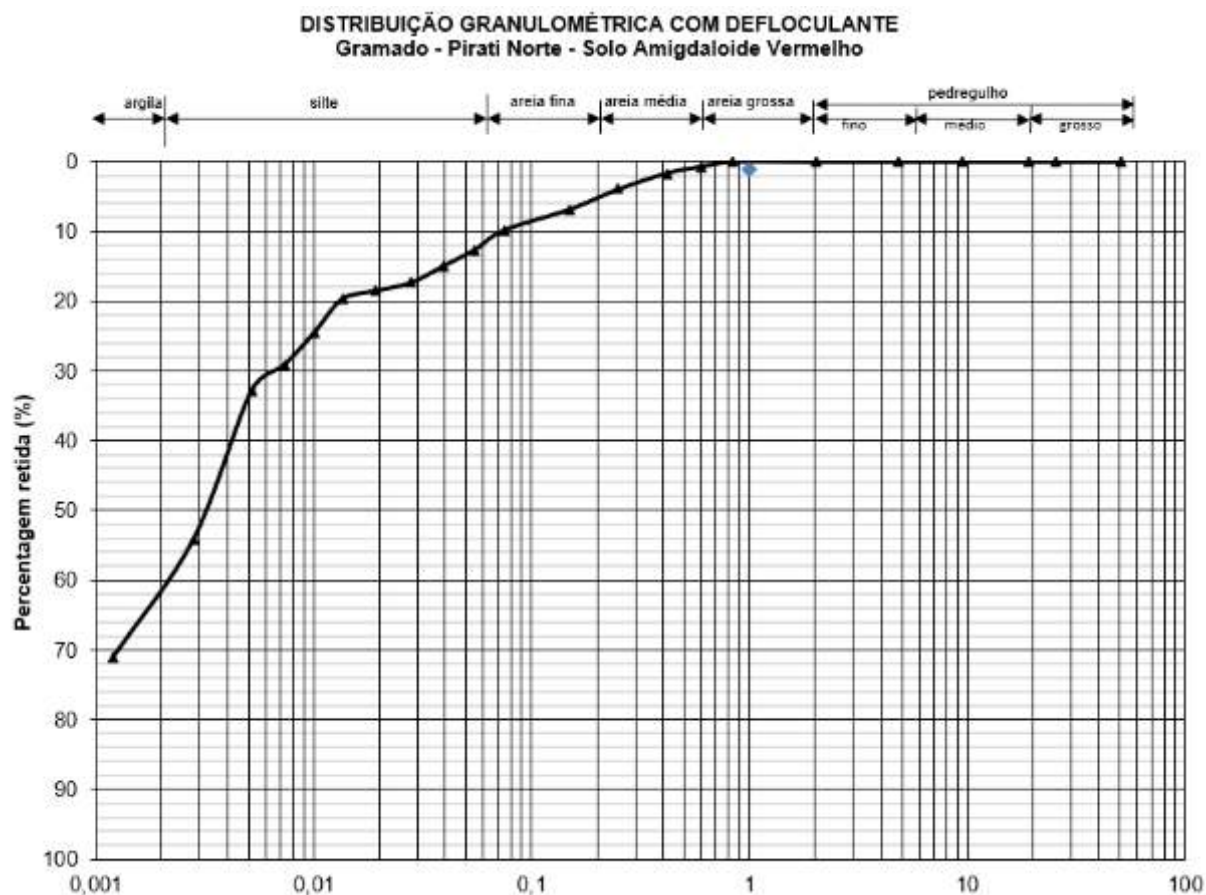
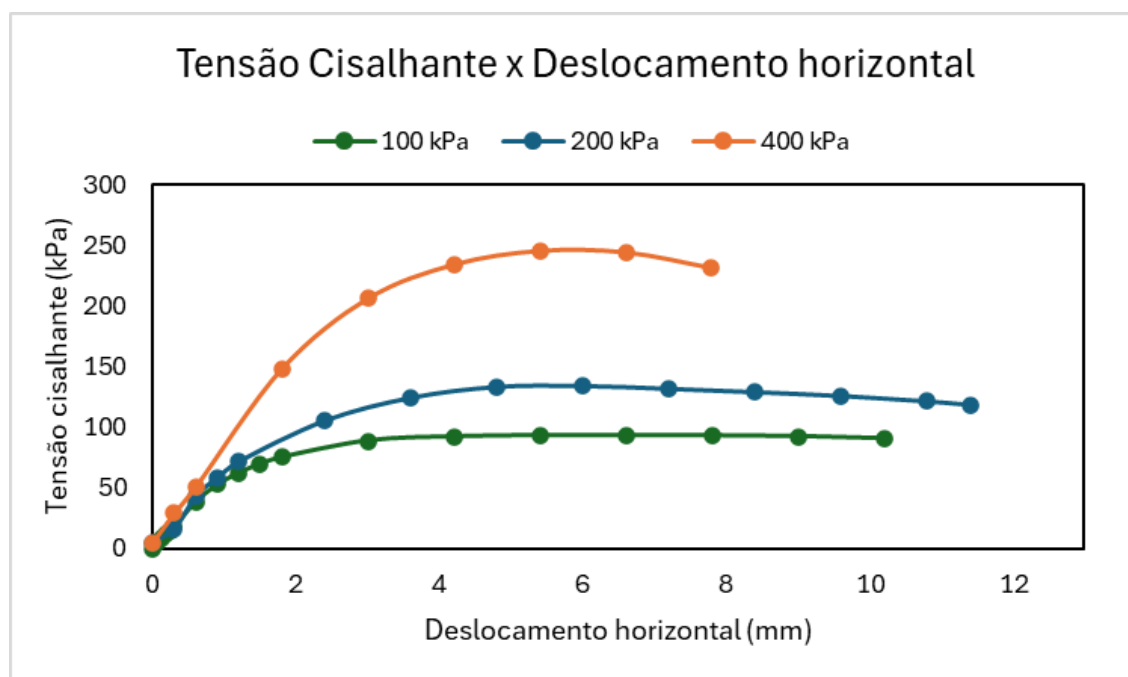
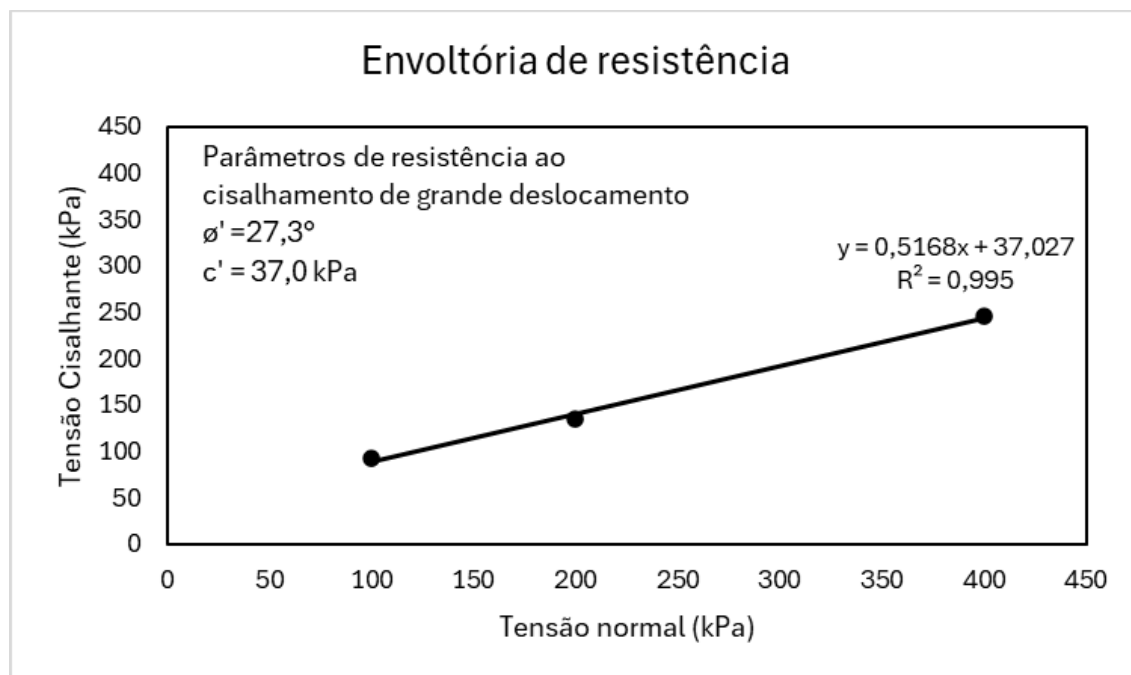


Figura 3.6 – Ensaio de cisalhamento direto (solo amigdalóide avermelhado)





3.2.2 Solo amigdalóide acinzentado (inferior)

A figura 3.7 apresenta a retirada das amostras indeformadas em campo, através de blocos indeformados e anéis de cisalhamento do solo amigdalóide cinza. O peso específico real dos grãos é de $2,77 \text{ gf/cm}^3$. A distribuição granulométrica é apresentada na figura 3.8 (36% argila, 54% silte, 6% areia fina, e 4% areia média). O ensaio de cisalhamento direto foi realizado nas tensões verticais de 50, 100 e 200 kPa, seguindo os mesmos procedimentos supracitados. Os parâmetros de resistência foram de $43,1^\circ$ de ângulo de atrito e 35,1 kPa de coesão. A figura 3.9 apresenta os resultados dos ensaios.

Figura 3.8 – Distribuição granulométrica do solo acinzentado inferior

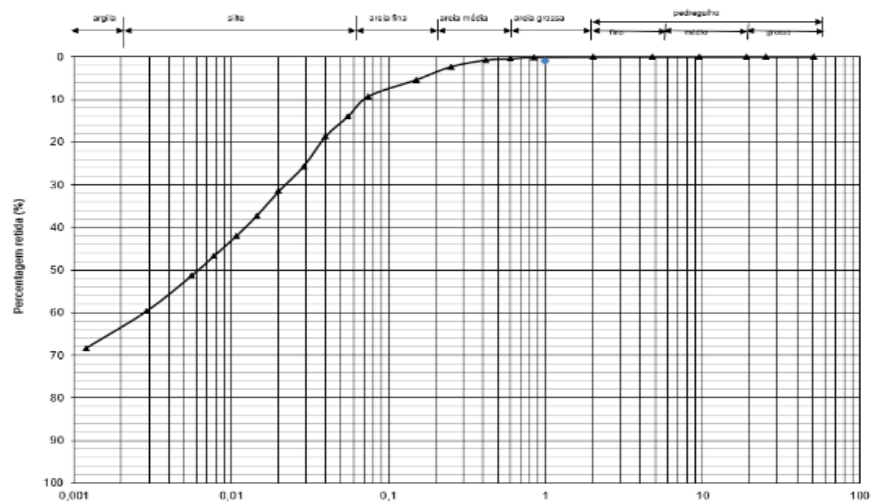
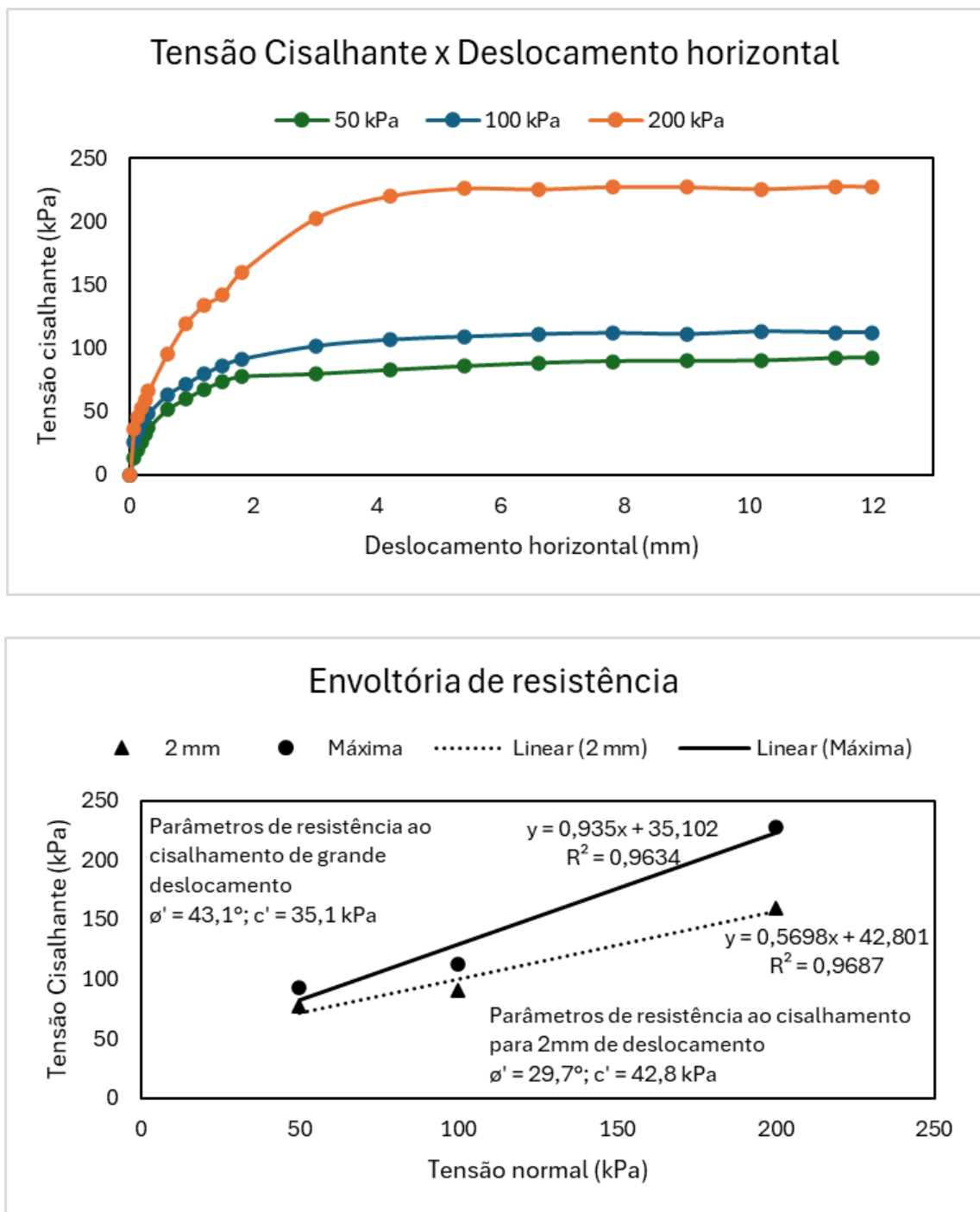


Figura 3.7 – Retirada de amostras do solo amigdalóide cinza menos alterado



Figura 3.9 – Ensaio de cisalhamento direto (solo amigdalóide cinza menos alterado)



3.2.3 Solo amigdalóide acinzentado / amarelado - muito alterado

Foram retiradas amostras deformadas e indeformadas da camada amigdalóide cinza e amarela (agrupada como solo “E” no item 2.2.1). A figura 3.10 mostra detalhes da retirada deste material argilo-siltoso e de comportamento plástico. Esses dois materiais apresentam granulometria e limites de liquidez (LL) semelhantes, conforme

resultados dos ensaios apresentados na figura 3.11 e tabela 3.1. A figura 3.11 também apresenta as outras curvas granulométricas, no qual é possível observar a maior fração argilosa nos materiais menos alterados, tanto no limite superior (solo amigdaloide cinza), quanto no inferior (solo residual avermelhado)

Figura 3.10 – Retirada de amostras do solo amigdaloide cinza / amarelado

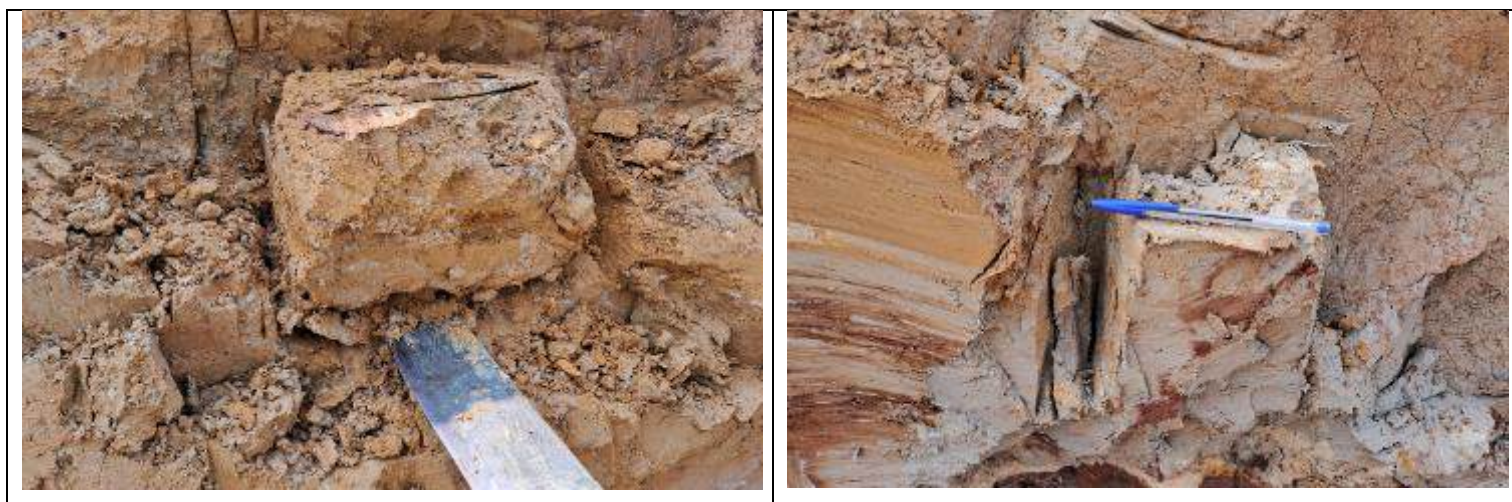


Tabela 3.1 – Caracterização geotécnica dos solos da trincheira

Propriedade/solo	Solo amigdaloide amarelado	Solo amigdaloide cinza	Solo avermelhado inferior
LL (%)	66	74	-
PRG (g/cm³)	2,62	2,72	2,81
Argila (%)	50	52	27
Silte (%)	42	37	64
Areia fina (%)	6	8	6
Areia média (%)	2	2	2
Areia grossa (%)	0	1	1
Pedregulhos (%)	0	0	0

Os ensaios de cisalhamento direto realizados em tensões verticais de 100, 200 300kPa e 400 kPa mostraram resistências próximas para os três materiais ensaiados. Os solos amigdaloides cinza e amarelado tiveram ângulos de atrito variando entre 26,7° e 30,9° de ângulo de atrito, e coesão entre 31 e 34kPa. Os resultados dos ensaios são

apresentados nas figuras 3.12 e 3.13. E um quadro resumo de resistência dos materiais ensaiados é apresentado na tabela 3.2.

Figura 3.11 – Distribuição granulométrica dos diferentes solos testados

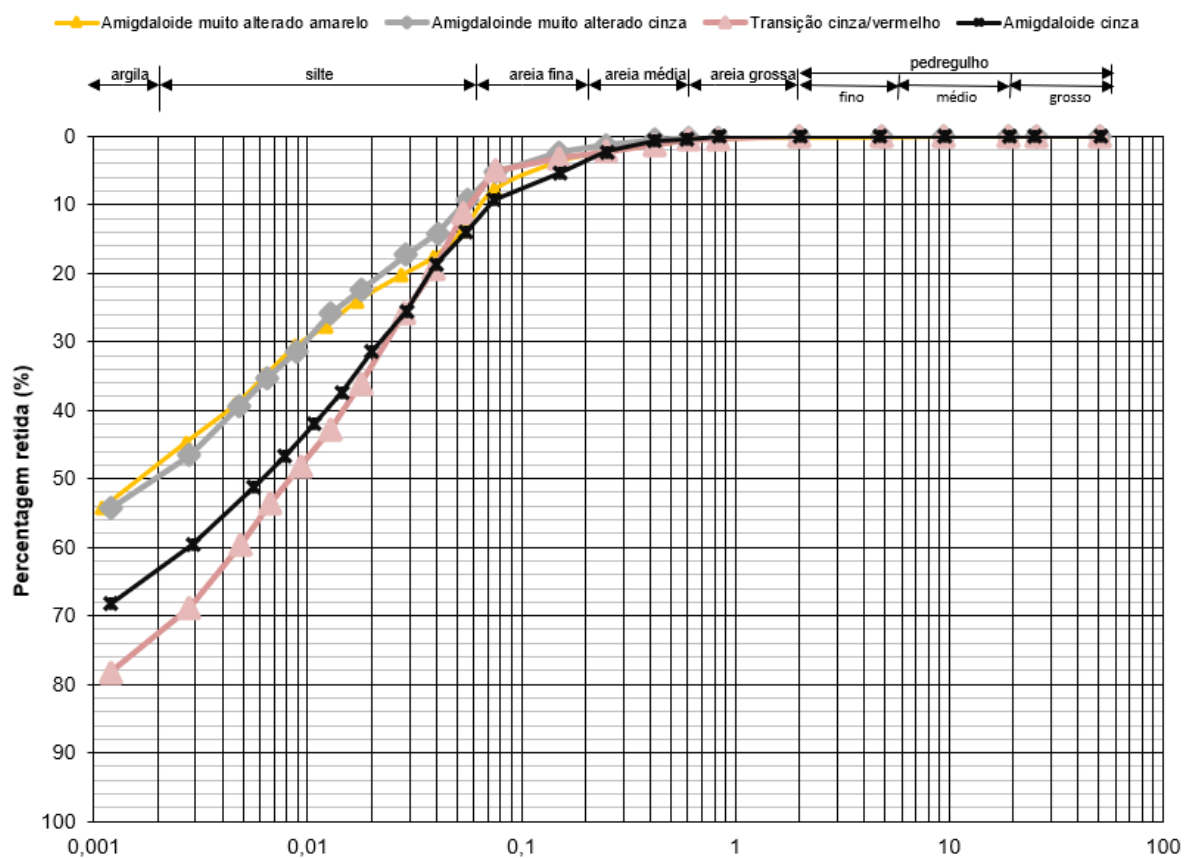


Figura 5.32 – Cisalhamento direto (solo amigdalóide cinza)

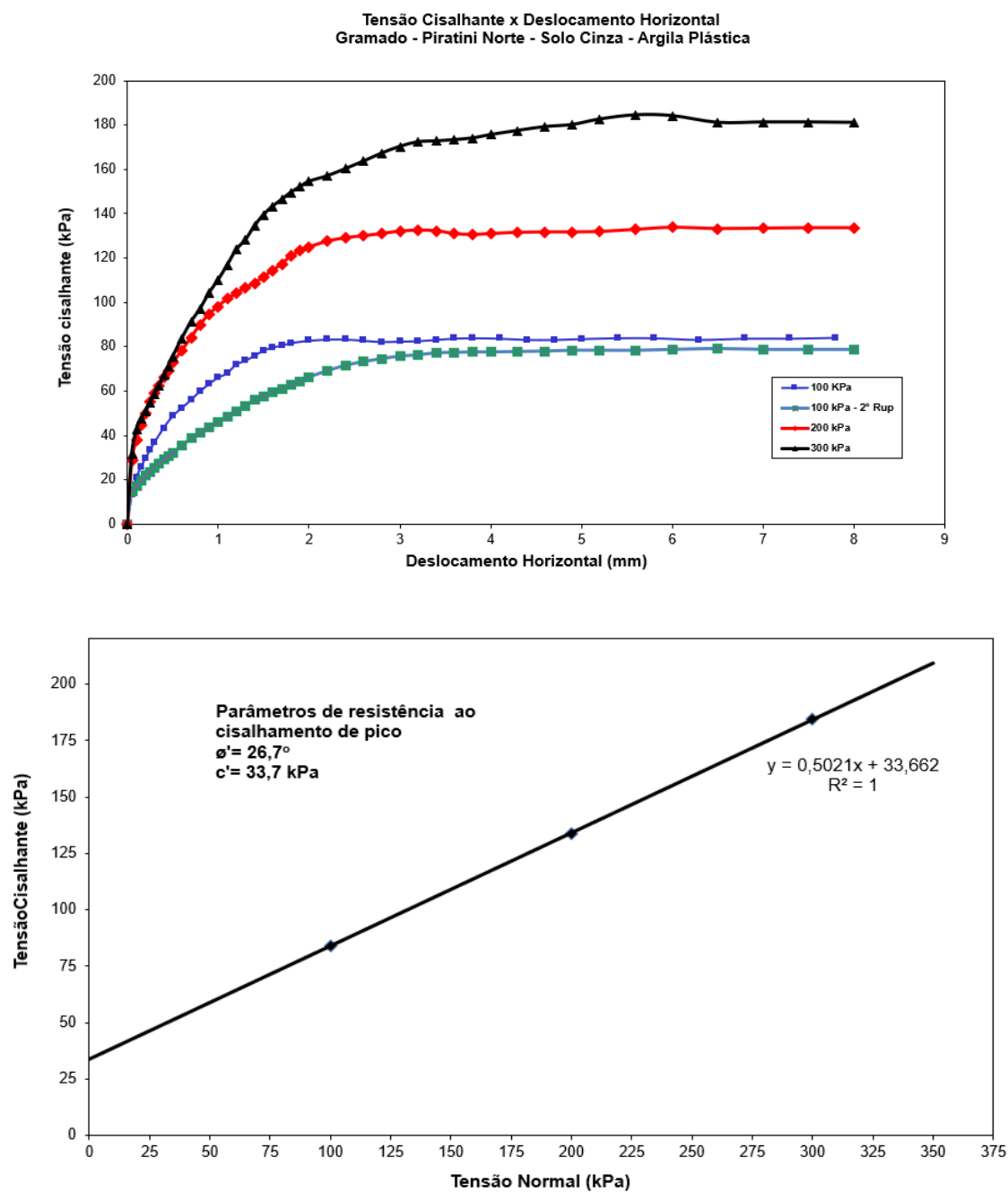


Figura 5.33 – Cisalhamento direto (Solo amigdalóide amarelo)

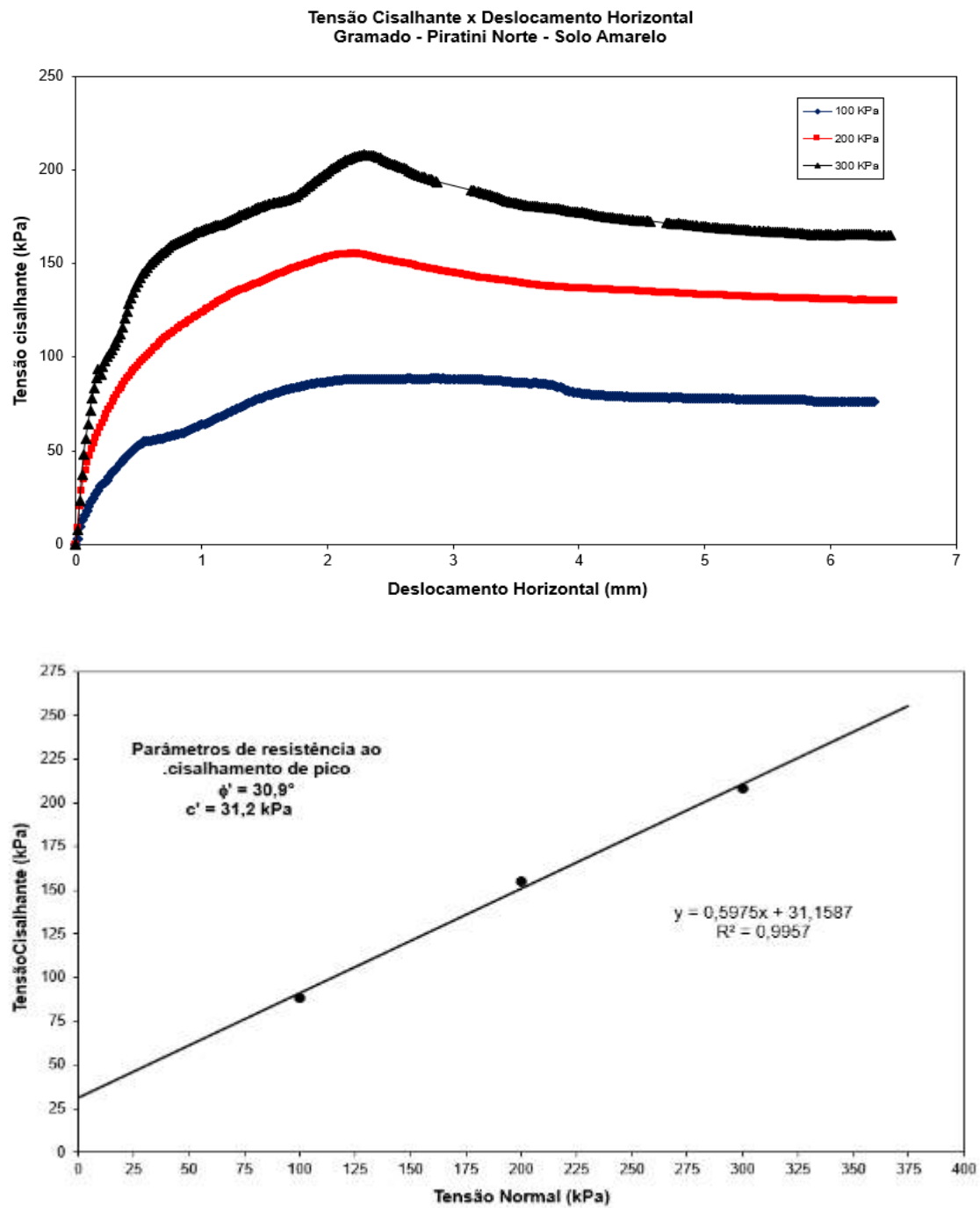


Tabela 3.2 – Parâmetros de resistência de cisalhamento direto

Parâmetros de resistência ao cisalhamento	Solo amigdaloide avermelhado superior	Solo amigdaloide cinza	Solo amigdaloide amarelado muito alterado	Solo amigdaloide cinza muito alterado
Ângulo de atrito (°)	27,3	43,1 / 29,7 (2 mm)	30,9	26,7
Coesão (kPa)	37,0	35,1 / 42,8 (2 mm)	31,2	33,7

4. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ATUALIZADO

O levantamento planialtimétrico da área foi atualizado para elaboração do projeto no dia 26/05/2025. O Anexo D, apresenta a planta baixa com as curvas de nível de metro em metro atualizadas, obtidas através da coleta de mais de 3.400 pontos georeferenciados através de um conjunto GPS/RTK.

Em complemento ao levantamento topográfico, foi realizado um levantamento foto aéreo para geração de ortofoto com uso do drone Mini Mavic 3. O processamento das imagens foi realizado pelo software específico de tratamento de imagens, utilizando ao menos 8 pontos de referência com repetibilidade em pelo menos 5 imagens. A ortofoto é apresentada na figura 4.1, mas também representada em conjunto com o levantamento topográfico citado anteriormente (Anexo A).

Ademais, em complementação ao trabalho fotogramétrico, foi elaborado um modelo digital tridimensional do terreno. As figuras 4.2 a 4.4 apresentam o registro, e o mesmo será disponibilizado para equipe da Prefeitura de Gramado, através de um arquivo na extensão .html. (Arquivo: Modelo3D_PiratiniNorte_240425_R00).

Figura 4.1 –Ortofoto



Figura 4.2 –Vista frontal do modelo 3D

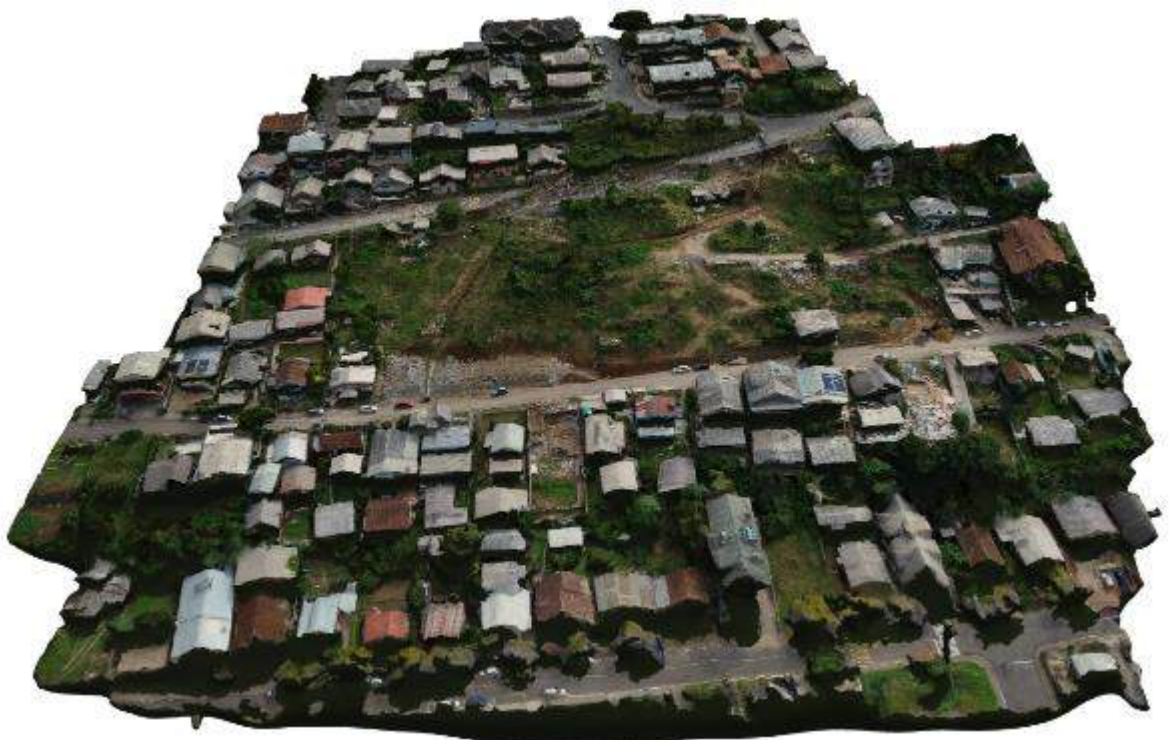


Figura 4.3 –Vista frontal do modelo 3D



Figura 4.4 –Vista frontal do modelo 3D



5. COMENTÁRIOS FINAIS

Este Relatório de Investigação é parte constante do Projeto de Estrutura de Contenção e Estabilização e apresentou os dados de investigação geotécnica realizados na área do Piratini Norte, além do novo levantamento topográfico do terreno que será utilizado na elaboração das estruturas de contenção.

Estes dados são fundamentais para a tomada de decisões sobre as estruturas de estabilização, além de permitirem os cálculos de verificação de segurança e estabilidade para definição da geometria, esforços e segurança das obras a serem implantadas.

Sem mais para o momento.

Porto Alegre, 13 de maio de 2025.



Eng. Luiz A. Bressani, PhD



Eng. Eduardo B. Simões, Me

ANEXO A – LOCAÇÃO DAS SONDAGENS



- Legenda:
- Pontos de sondagem
 - Trincheiras de inspeção
 - Caminhamentos elétricos

Arquivos de referência:

- Arquivos de curvas de nível e ortomosaico gerados por drone;
- Pontos Lev. 2D.dwg;
- piratini-25-04-24-gsp-orthophoto
- Levantamento topográfico;
- Lev-M. Bairro Piratini Norte 27.04.25

00	EMIÇÃO INICIAL	E. B. SIMÕES	09/05/25
REV.	DISCRIMINAÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA

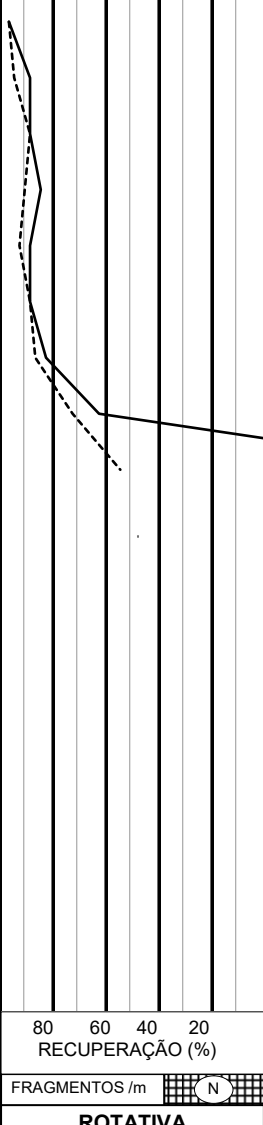
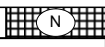
Piratini Norte - Gramado/RS

- Investigação geotécnica;
- Sondagens;
- Trincheiras de inspeção;
- Eletroresistividade;

EMIÇÃO:	09/05/2025	ESCALA:	1:500	DESENHO:	João Pedro Polido	PRINCH:	01/01-R00
ARQUIVO:	099_Piratini Norte_Investigação geotécnica_R00						

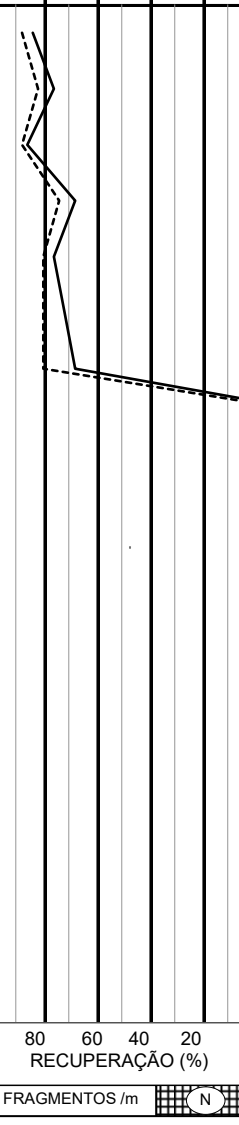
ANEXO B – BOLETINS DE SONDAGEM

SONDAGEM SM01			COTA (m) *			PESO: 65 kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm			REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2" AMOSTRADOR { Ø INTERNO 34.9mm = 13/8" Ø EXTERNO 50.0mm = 2"				
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERCUSSÃO	
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO									
*	**	5	15	25	35	45							
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado até 2,35 m	NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS:	13	17						1		Pavimento asfáltico (10cm) e aterro argilo-arenoso, com pedregulhos, cinza.	PERCUSSÃO	
		14	19						2	1,60	Argila arenosa, com pedregulhos, cinza escuro, dura.		
		15	39/20						3	2,50	Rocha basáltica, cinza, muito alterada, medianamente raturada.	MISTA	
									4	4,00	Rocha basáltica, cinza, muito alterada, extremamente raturada.		
									5	5,50	Rocha basáltica, cinza, medianamente alterada, extremamente raturada.		
									6	7,00	Silte argilo-arenoso, cinza. Presença de pedregulhos de 8,00 à 8,05. Duro.		
									8	8,05	Rocha basáltica, cinza, muito alterada, extremamente fraturada.		
									9	8,90	Saprólito de rocha basáltica (argila, silte, pedregulhos), cinza.		
									10	9,50	Saprólito de rocha basáltica (argila, silte, pedregulhos), cinza, recuperação nula.		
									11	11,00	Saprólito de rocha basáltica (argila, silte, pedregulhos), cinza.		
							12	12,50	Argila siltosa, com pedregulhos, cinza.				
							13	15,60	Silte argiloso, com pedregulhos, cinza.				
							14		CONTINUA...				
CLIENTE: BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.												ELABORADO POR: HENRIQUE WINTGENS	
OBRA: PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI													
OS: 2024/0757		PRANCHA:		ESCALA:		PERCUSSÃO INÍCIO: 19.09.2024 FIM: 19.09.2024		ROTATIVA INÍCIO: 19.09.2024 FIM: 14.10.2024		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961			
*	1ª E 2ª PENETRAÇÃO						**	2ª E 3ª PENETRAÇÃO					

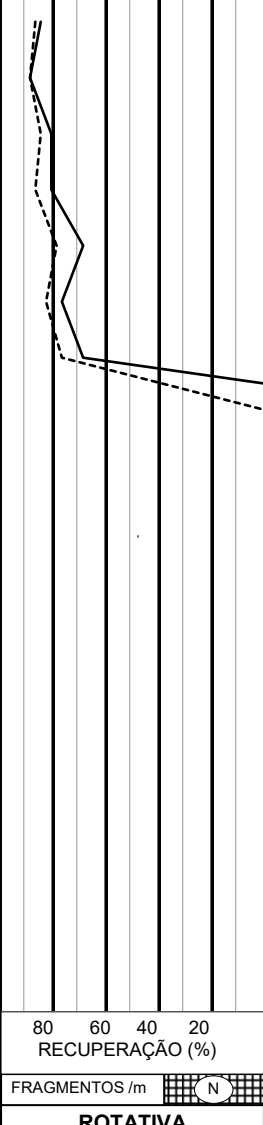
SONDAGEM SP02		COTA (m) *		PESO: 65 kg		REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2"												
				ALTURA DE QUEDA: 75 cm		AMOSTRADOR { ø INTERNO 34.9mm = 13/8" ø EXTERNO 50.0mm = 2"												
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO						
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO														
		*	**	5	15	25	35						45					
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado até 2,45 m NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS: 7,90 m	2	2							1	0,90	Aterro argilo-arenoso, marrom escuro.	PERCUSSÃO						
	3	6							2	1,40	Argila arenosa, marrom, média.							
	6	6							2	1,80	Areia fina média e grossa, pouco argilosa, com pedregulhos, cinza, pouco compacta.							
	5	8							3	2,60	Argila siltosa, pouco arenosa, marrom, média.							
	4	6							4	3,50	Silte argilo-arenoso, cinza e marrom, média.							
	6	6							5	5,70	Argila siltosa, pouco arenosa, marrom, média.							
	7	9							6	6,40	Argila arenosa, marrom e cinza, média.							
	14	19							7	6,90	Argila arenosa, cinza e marrom, média.							
	23	40/20							8	7,70	Argila silto-arenosa, marrom, rija.							
									9	8,70	Silte areno-argiloso, com pedregulhos, cinza, muito compacto.							
	LIMITE DE SONDAGEM IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO Para determinação de material impenetrável somente com o uso de sondagem rotativa																	
	ROTATIVA 80 60 40 20 RECUPERAÇÃO (%) FRAGMENTOS /m  N																	
	CLIENTE: BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.								ELABORADO POR: HENRIQUE WINTGENS									
	OBRA: PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI																	
OS: 2024/0757		PRANCHA:		ESCALA:		PERCUSSÃO INÍCIO: 03.10.2024 FIM: 03.10.2024		ROTATIVA INÍCIO: FIM:		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961								
* 1ª E 2ª PENETRAÇÃO -----						** 2ª E 3ª PENETRAÇÃO -----												

SONDAGEM				COTA (m)				PESO: 65 kg				REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2"							
SP03				*				ALTURA DE QUEDA: 75 cm				AMOSTRADOR { Ø INTERNO 34.9mm = 13/8" Ø EXTERNO 50.0mm = 2"							
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR										PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO			
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO															
				10	20	30	40												
		*	**	5	15	25	35	45											
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS: 11,80 m	9	10							1	0,90	Argila pouco arenosa, marrom escuro, média.	PERCUSSÃO						
		6	7							2	1,60	Argila silto-arenosa, com pedregulhos, marrom, média.							
		8	6							3	2,70	Argila arenosa, marrom, média.							
		6	6							4	3,60	Argila siltosa, pouco arenosa, marrom avermelhado, média.							
		6	8							5	4,50	Silte argilo-arenoso, marrom e cinza, médio.							
		3	5							6	5,60	Argila pouco arenosa, com pedregulhos, marrom, mole.							
		9	11							7	6,80	Argila arenosa, marrom, rija.							
		12	14							8	7,50	Argila arenosa, com pedregulhos, marrom, rija.							
		4	5							9	Argila arenosa, com pedregulhos, marrom e cinza, mole à rija.								
		6	8							10									
		7	10							11									
		11	13							12									
		18	23							13	11,80	Argila arenosa, cinza, muíro rija.							
		15	25							14	12,40	Silte argiloso, roxo e branco, muito rijo.							
		14	22							15	12,80	Silte argilo-arenoso, marrom, muito rijo.							
		10	12							16	14,60	Argila siltosa, com pedregulhos, marrom claro, rija à dura.							
		20/5	---							17	16,20	LIMITE DE SONDAGEM IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO Para determinação de material impenetrável somente com o uso de sondagem rotativa							
CLIENTE: BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.										ELABORADO POR: HENRIQUE WINTGENS									
OBRA: PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI																			
OS: 2024/0757		PRANCHA:		ESCALA:		PERCUSSÃO INÍCIO: 04.10.2024 FIM: 09.10.2024		ROTATIVA INÍCIO: FIM:		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961									
* 1ª E 2ª PENETRAÇÃO										** 2ª E 3ª PENETRAÇÃO									

SONDAGEM SP03A		COTA (m) *		PESO: 65 kg		REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2"						
				ALTURA DE QUEDA: 75 cm		AMOSTRADOR { Ø INTERNO 34.9mm = 13/8" Ø EXTERNO 50.0mm = 2"						
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO								
		*	**	5	15	25	35					
NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS: 9,40 m								1			PERCUSSÃO	
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não observado.								2				
20/10								3				
								4				
								5		Trecho perfurado por lavagem com circulação d'água, a pedido da Contratante.		
								6				
								7				
								8				
								9				
								10				
								11	11	10,70	Camada de pedregulhos, cinza.	
								12			LIMITE DE SONDAGEM IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO Para determinação de material impenetrável somente com o uso de sondagem rotativa	
								13				
								14				
								15				
								16				
								17				
								18				
								19				
								20				
		80 60 40 20 RECUPERAÇÃO (%)										
		FRAGMENTOS /m										
		ROTATIVA										
CLIENTE:	BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.										ELABORADO POR:	
OBRA:	PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI										HENRIQUE WINTGENS	
OS:	2024/0757	PRANCHA:	ESCALA:	PERCUSSÃO		ROTATIVA		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961				
				INÍCIO: 10.10.2024		INÍCIO:						FIM:
				FIM: 10.10.2024		FIM:						
*	1ª E 2ª PENETRAÇÃO						**	2ª E 3ª PENETRAÇÃO				

SONDAGEM SP04		COTA (m) *		PESO: 65 kg		REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2"							
				ALTURA DE QUEDA: 75 cm		AMOSTRADOR { Ø INTERNO 34.9mm = 13/8" Ø EXTERNO 50.0mm = 2"							
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO									
		*	**	5	15	25	35						45
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado até 2,45 m	NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS:	6	8					1	0,90	Aterro argilo-arenoso, com calça, marrom escuro.	PERCUSSÃO		
		9	12					2	1,60	Silte arenoso, cinza, medianamente compacto.			
		6	7					3	Silte argilo-arenoso, cinza e marrom, médio à rijo.				
		13	16					4					
		10	12					5					
		10	14					6					
		10	16					7	5,70	Silte arenoso, com pedregulhos, cinza e marrom claro, medianamente compacto.			
		25/10	---					8	6,90	Silte argiloso, com pedregulhos, cinza e marrom claro, duro.			
		LIMITE DE SONDAGEM IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO Para determinação de material impenetrável somente com o uso de sondagem rotativa											
								8	7,45				
								9					
								10					
								11					
								12					
								13					
								14					
								15					
								16					
								17					
								18					
19													
20													

CLIENTE:	BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.				ELABORADO POR:	
OBRA:	PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI				HENRIQUE WINTGENS	
OS:	PRANCHA:	ESCALA:	PERCUSSÃO	ROTATIVA	NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961	
2024/0757			INÍCIO: 11.10.2024 FIM: 14.10.2024	INÍCIO: FIM:		
*	1ª E 2ª PENETRAÇÃO				**	2ª E 3ª PENETRAÇÃO

SONDAGEM SP05		COTA (m) *		PESO: 65 kg		REVESTIMENTO 0 63.5mm = 2.1/2"						
				ALTURA DE QUEDA: 75 cm		AMOSTRADOR { ø INTERNO 34.9mm = 13/8" ø EXTERNO 50.0mm = 2"						
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERCUSSÃO
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO								
		*	**	5	15	25	35					
NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS: NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado até 2,45 m	7	8					1	0,80	Aterro argilo-arenoso, marrom.	PERCUSSÃO		
	6	6					2	1,70	Argila silto-arenosa, marrom, média.			
	8	10					3	3,20	Argila silto-arenosa, marrom e cinza, média.			
	7	10					4	4,90	Silte argiloso, pouco arenoso, vermelho e branco, médio a rijo.			
	11	16					5	4,90	Silte argiloso, marrom avermelhado, rijo.			
	9	12					6	6,80				
	12	16					7	6,80	Silte argiloso, com pedregulhos, marrom, duro.			
	23/20	15/5					8	7,30	LIMITE DE SONDAGEM IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO Para determinação de material impenetrável somente com o uso de sondagem rotativa			
							9					
							10					
							11					
							12					
							13					
							14					
							15					
							16					
							17					
							18					
							19					
							20					

CLIENTE:	BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.				ELABORADO POR:	
OBRA:	PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI				HENRIQUE WINTGENS	
OS:	PRANCHA:	ESCALA:	PERCUSSÃO	ROTATIVA	NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961	
2024/0757			INÍCIO: 15.10.2024 FIM: 16.10.2024	INÍCIO: FIM:		
*	1ª E 2ª PENETRAÇÃO				**	2ª E 3ª PENETRAÇÃO

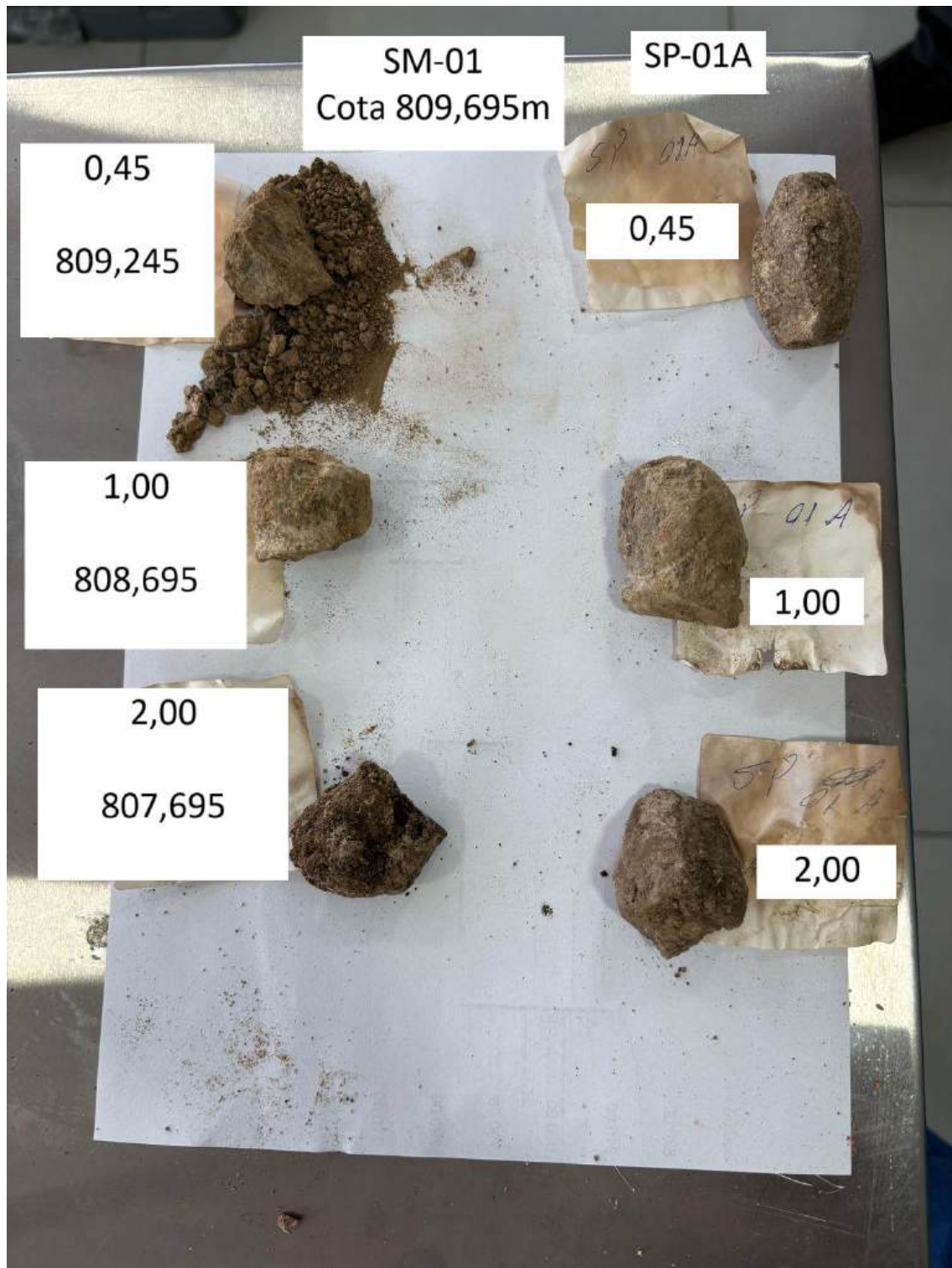
SONDAGEM SP05A		COTA (m) *		PESO: 65 kg		REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2"									
				ALTURA DE QUEDA: 75 cm		AMOSTRADOR { Ø INTERNO 34.9mm = 13/8" Ø EXTERNO 50.0mm = 2"									
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO			
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO											
		*	**	5	15	25	35						45		
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não observado.	NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS:	25/10 ---						1	7	6.80 7.00	Trecho perfurado por lavagem com circulação d'água, a pedido da Contratante. Silte argilo-arenoso, com pedregulhos, marrom, duro.	PERCUSSÃO			
		80 60 40 20 RECUPERAÇÃO (%)						18						LIMITE DE SONDAGEM IMPENETRÁVEL À PERCUSSÃO Para determinação de material impenetrável somente com o uso de sondagem rotativa	
		FRAGMENTOS /m						19							
		ROTATIVA						20							
CLIENTE:		BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.								ELABORADO POR:					
OBRA:		PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI								HENRIQUE WINTGENS					
OS:		PRANCHA:		ESCALA:		PERCUSSÃO		ROTATIVA		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961					
2024/0757						INÍCIO: 16.10.2024 FIM: 16.10.2024		INÍCIO: FIM:							
*	1ª E 2ª PENETRAÇÃO						**	2ª E 3ª PENETRAÇÃO							

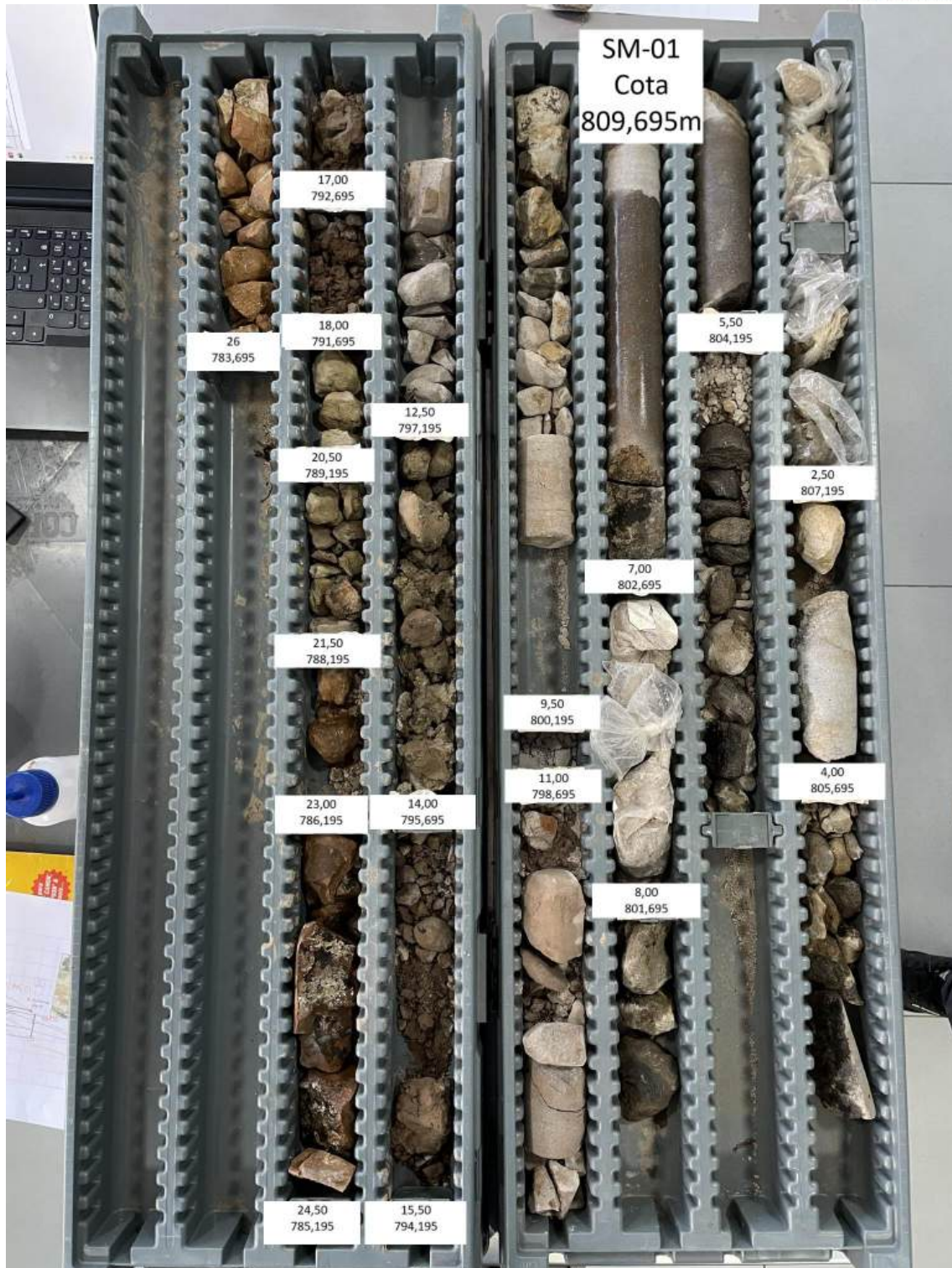
SONDAGEM SM09			COTA (m) *			PESO: 65 kg ALTURA DE QUEDA: 75 cm			REVESTIMENTO Ø 63.5mm = 2.1/2" AMOSTRADOR { Ø INTERNO 34.9mm = 13/8" Ø EXTERNO 50.0mm = 2"			
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO								
				10	20	30	40					
*	**	5	15	25	35	45						
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado até 2,35 m	NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS:	5	4						1	0,45	Pavimento asfáltico (15cm) e aterro de pedras.	PERCUSSÃO
		6	6						2		Argila silto-arenosa, marrom, mole à média.	
		8	10						3	2,70	Silte argiloso, pouco arenoso, marrom e branco, médio.	
		9	10						4	3,90		
		12	14						5		Argila siltosa, pouco arenosa, com pedregulhos, marrom, média à rija.	ROTATIVA
		15	18						6	6,50		
									7			
									8			
									9			
									10			
									11			
									12			
									13			
									14			
									15			
									16	15,50		
									17			
									18			
									19			
									20	18,50		
LIMITE DE SONDAGEM Ordem do cliente												
CLIENTE: BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.												
OBRA: PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI												
ELABORADO POR: HENRIQUE WINTGENS												
OS: 2024/0757		PRANCHA:		ESCALA:		PERCUSSÃO INÍCIO: 21.11.2024 FIM: 21.11.2024		ROTATIVA INÍCIO: 21.11.2024 FIM: 27.11.2024		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961		
* 1ª E 2ª PENETRAÇÃO						** 2ª E 3ª PENETRAÇÃO						

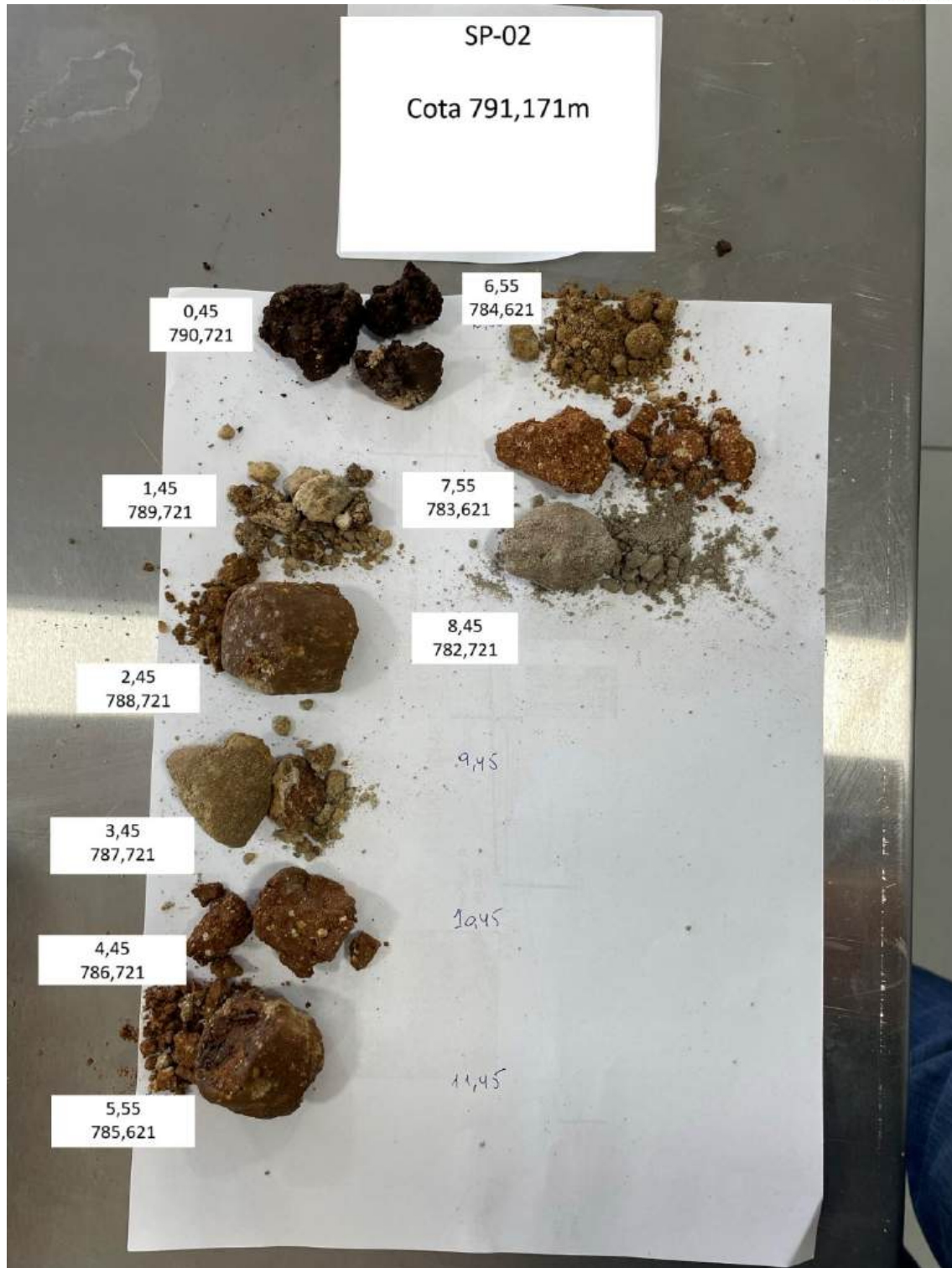
SONDAGEM SM10		COTA (m) *		PESO: 65 kg		REVESTIMENTO 0 63.5mm = 2.1/2"							
				ALTURA DE QUEDA: 75 cm		AMOSTRADOR { ø INTERNO 34.9mm = 13/8" ø EXTERNO 50.0mm = 2"							
COTA EM RELAÇÃO AO RN	NÍVEL D'ÁGUA	NÚMERO DE GOLPES PARA PENETRAÇÃO DE 30 cm DO AMOSTRADOR						PROFUNDIDADE (m)	AMOSTRAS	PROFUND. DA CAMADA	CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	MÉTODO DE PERFURAÇÃO	
		Nº DE GOLPES		GRÁFICO									
		*	**	5	15	25	35						45
NÍVEL D'ÁGUA INICIAL: Não foi encontrado até 2,35 m	NÍVEL D'ÁGUA APÓS 24HS: 4,50 m	9	10					1	1	0,90	Aterro argilo-siltoso, marrom.	PERCUSSÃO	
		9	9					2	2		Argila siltosa, pouco arenosa, marrom, média à rija.		
		6	7					3	3				
		11	13					4	4				
		12	14					5	5	4,60			Rocha basáltica, marrom e cinza, muito alterada, extremamente fraturada.
								6	6	6,10	Rocha basáltica, marrom e branca, de boa qualidade, medianamente fraturada.		
								7	7	7,60	Rocha basáltica, marrom e branca, de boa qualidade, pouco fraturada.		
								8	8	9,10	LIMITE DE SONDAGEM Ordem do cliente		
								9	9				
								10	10				
								11	11				
								12	12				
								13	13				
								14	14				
								15	15				
								16	16				
								17	17				
								18	18				
								19	19				
								20	20				
CLIENTE:		BSE ENGENHARIA GEOTECNICA E AMBIENTAL LTDA.								ELABORADO POR:			
OBRA:		PIRATINI NORTE - ÁREA ENTRE AS RUAS GUILHERME DAL RI E HENRIQUE BERTOLUCI								HENRIQUE WINTGENS			
OS:		PRANCHA:		ESCALA:		PERCUSSÃO		ROTATIVA		NORTON QUITES ENG. CIVIL - CREA 128961			
2024/0757						INÍCIO: 28.11.2024 FIM: 28.11.2024		INÍCIO: 28.11.2024 FIM: 03.12.2024					
*	1ª E 2ª PENETRAÇÃO						**	2ª E 3ª PENETRAÇÃO					

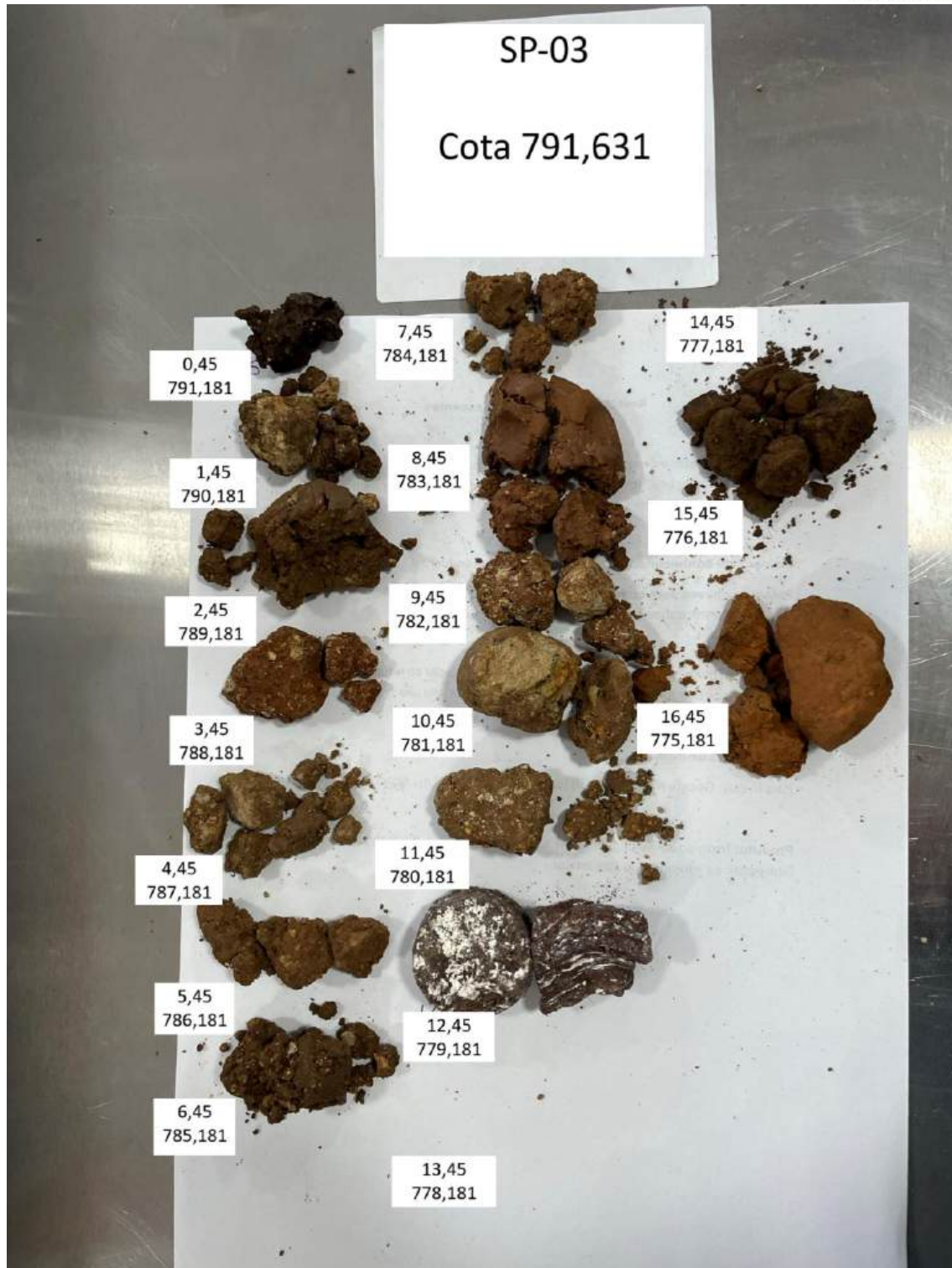
ANEXO C – TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

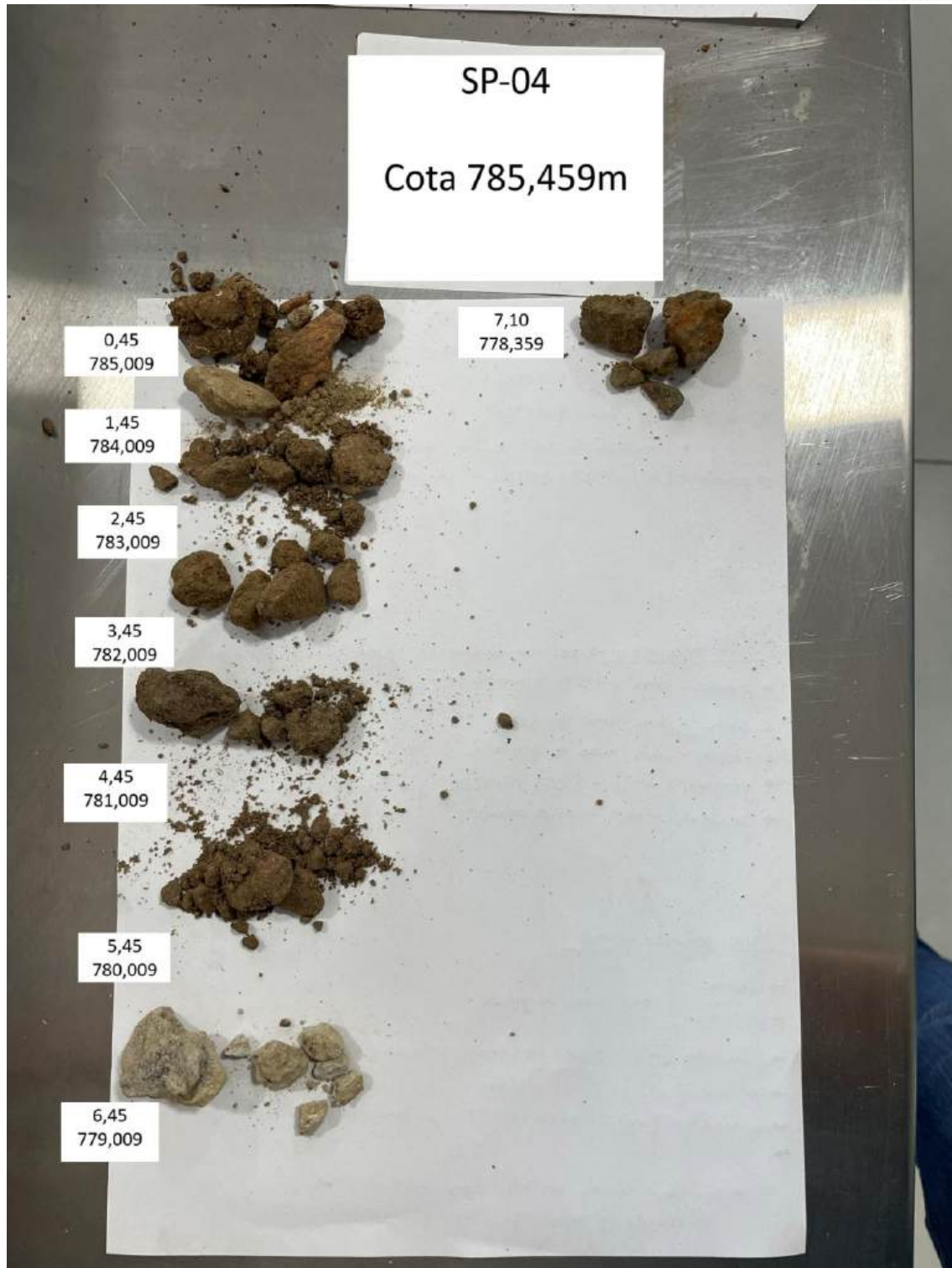
Anexo –Testemunhos de Sondagem – Piratini Norte

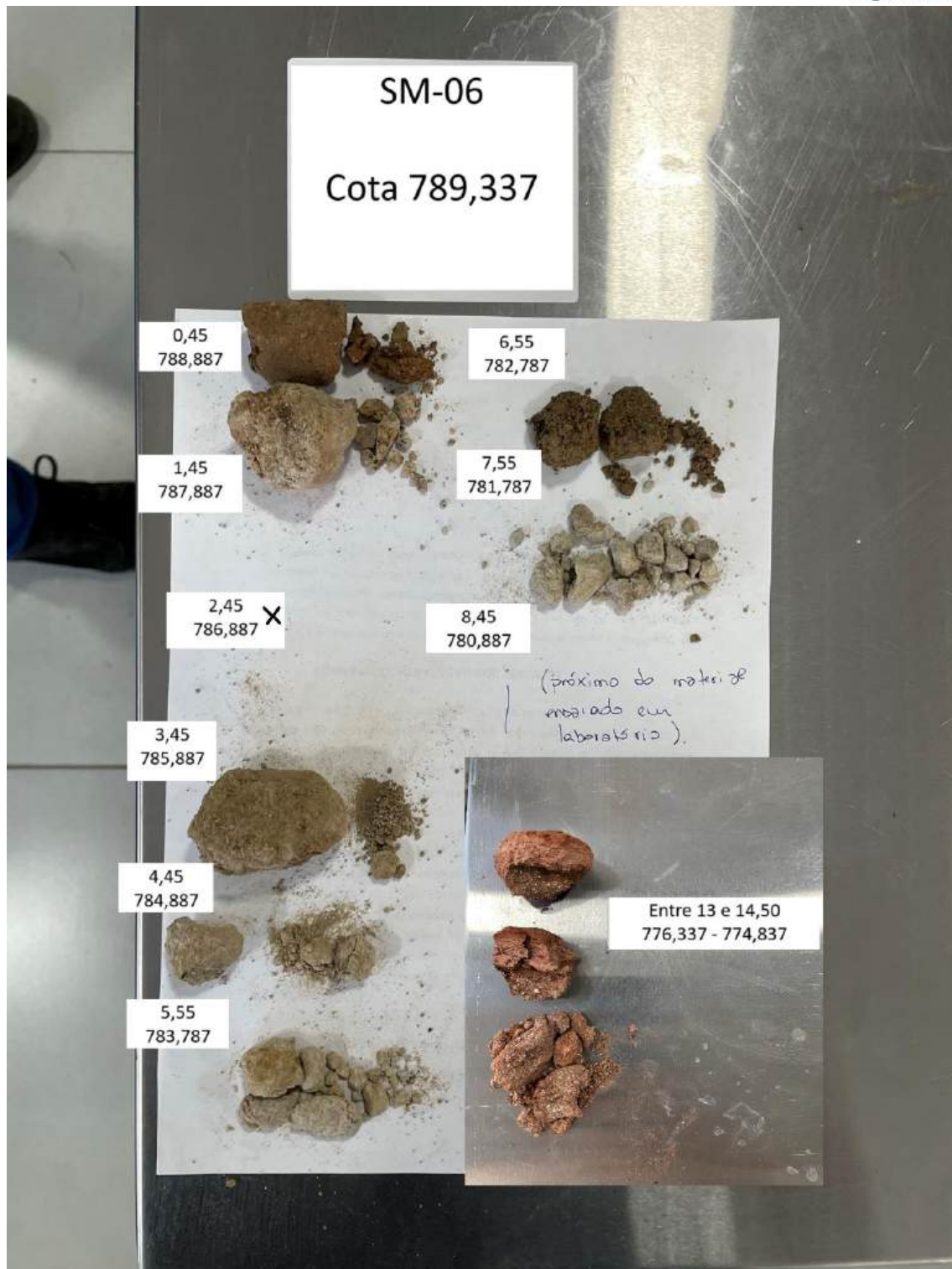














SM-07

Cota 782,307

0,45
781,857

6,45
775,857

1,45
780,857

7,45
774,857

2,45
779,857

8,45
773,857

3,45
778,857

9,45
772,857

4,45
777,857

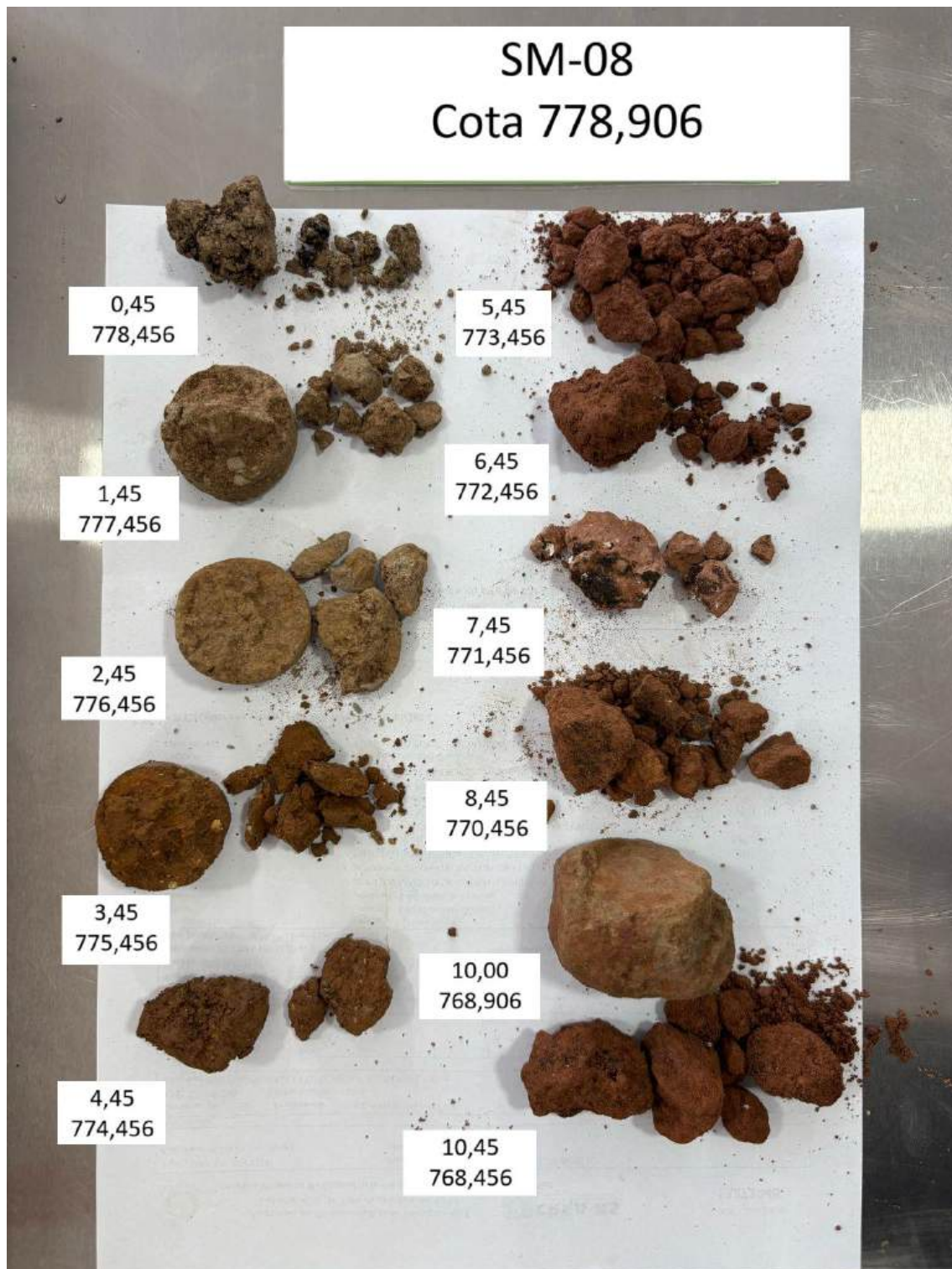
5,45
776,857

onde tem um
no máximo ~ 9m
9,5m

onde tem
máximo no
máximo ~ 6m

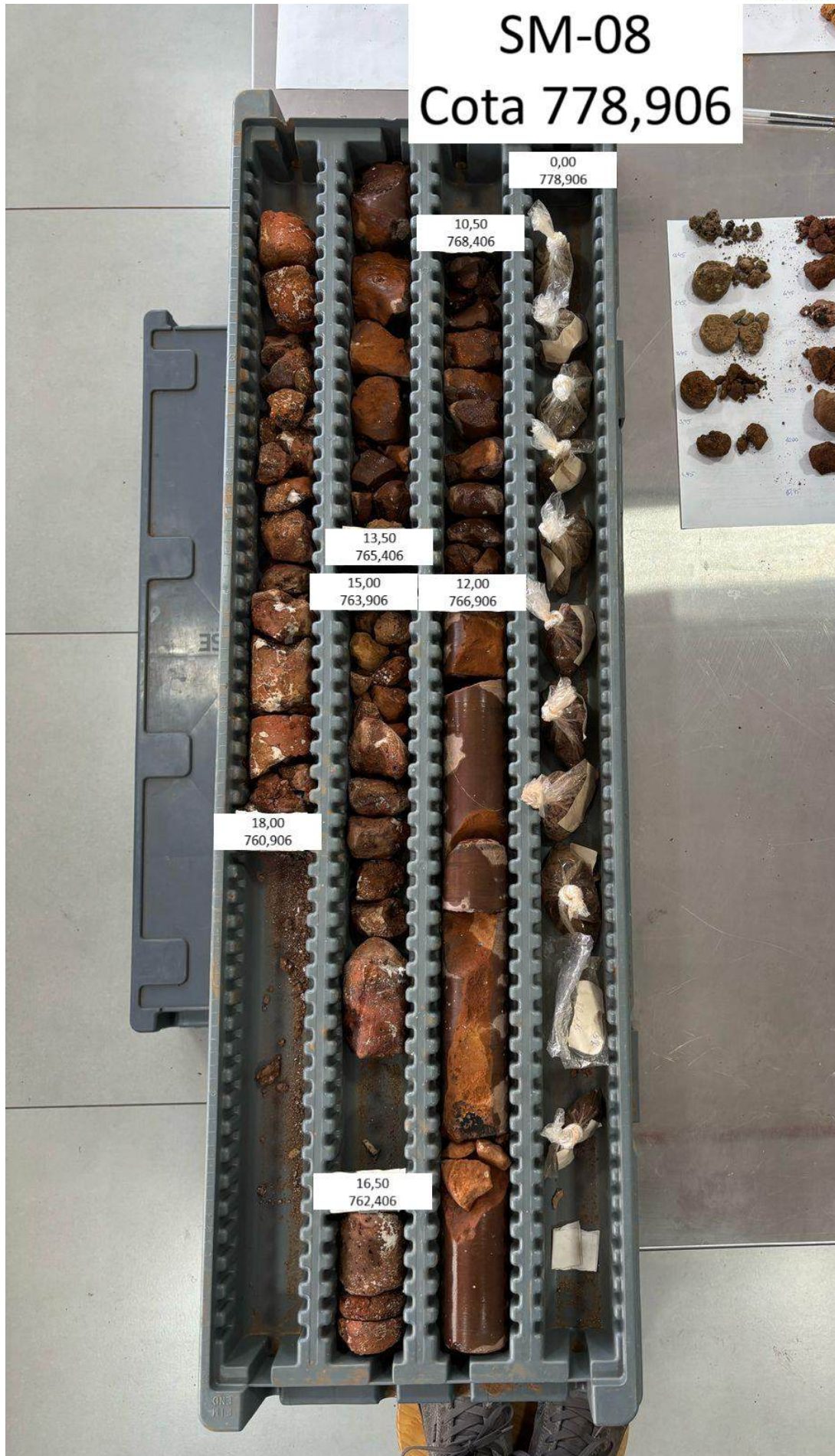


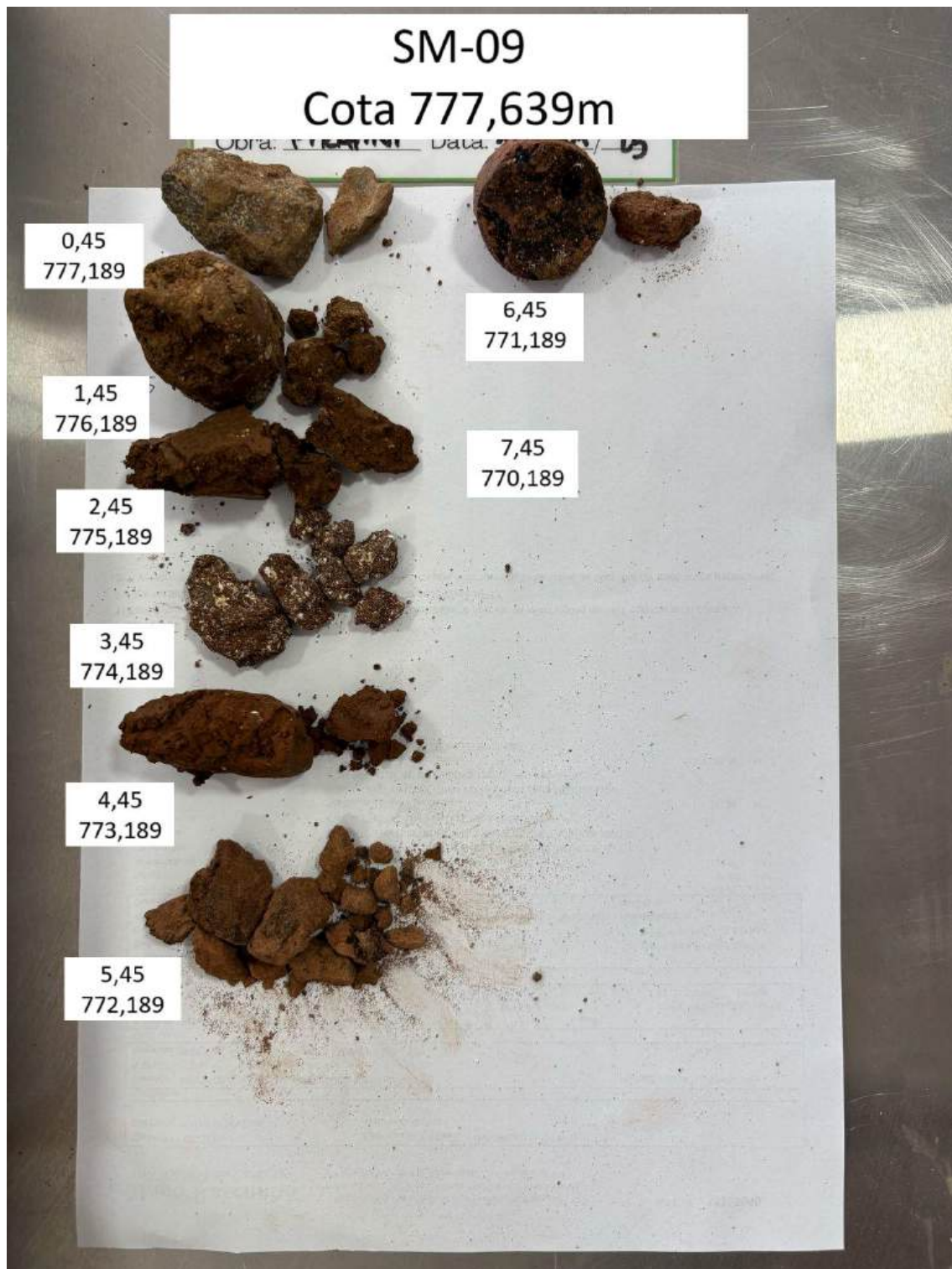
SM-08
Cota 778,906

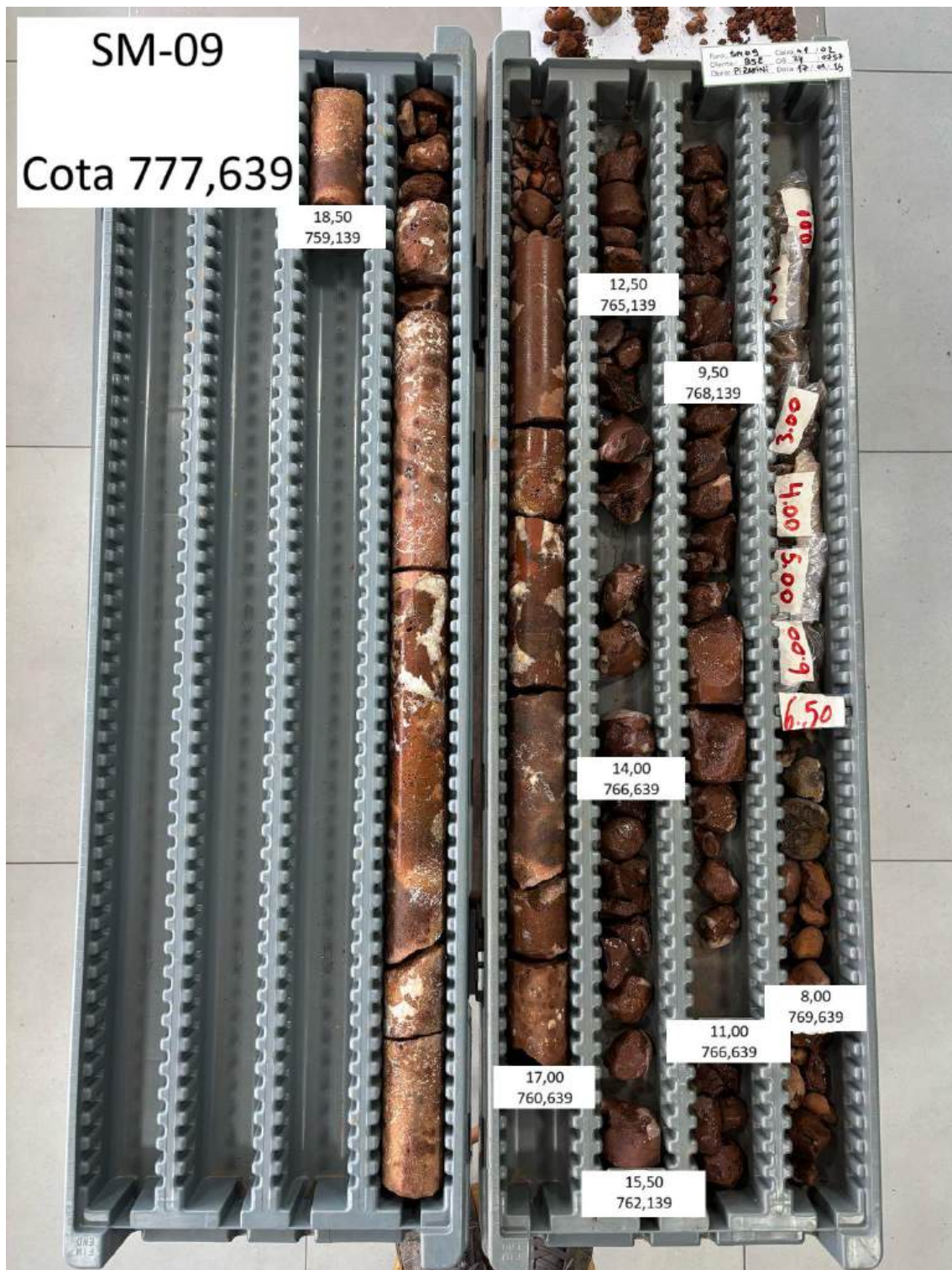


SM-08

Cota 778,906







SM-10
Cota 758,237

0,45
757,787

3,45
754,787

1,45
756,787

4,45
753,787

2,45
755,787

SM-10
Cota 753,787m

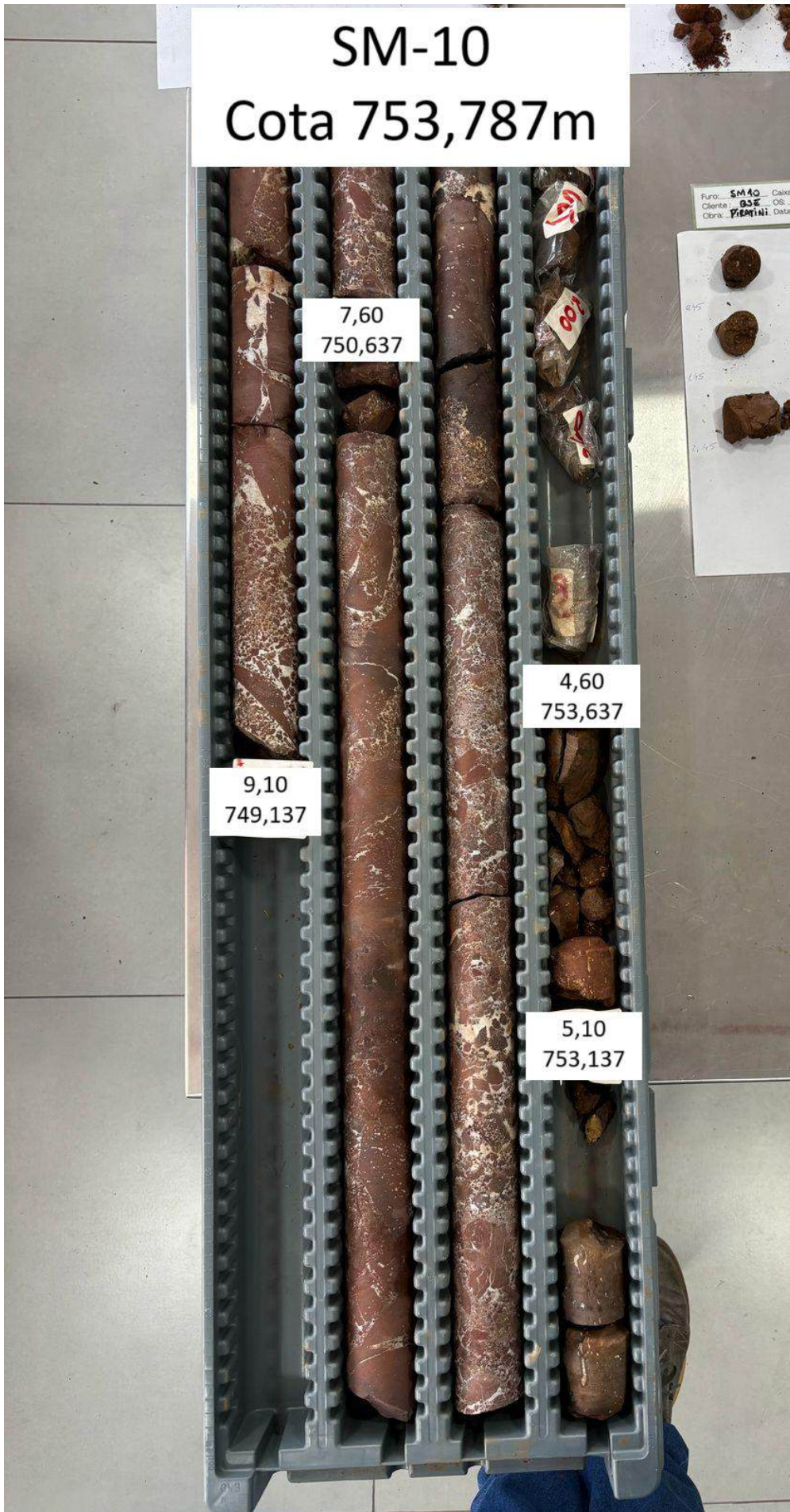
7,60
750,637

9,10
749,137

4,60
753,637

5,10
753,137

Furo: SM10 Caixa:
Cliente: BSE Os. 4
Obra: FERRINI Data:



ANEXO D – TOPOGRAFIA (26/04/25)

