



Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE FUNDAÇÕES DE EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE CAXAMBU - MG

Cesar Malta da Gama Cruz Filho

Projeto de Graduação apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da
Escola Politécnica, Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Engenheiro

Orientador: Prof. Fernando Artur Brasil Danziger

Rio de Janeiro

Setembro de 2013

Cesar Malta da Gama Cruz Filho

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE FUNDAÇÕES DE
EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE CAXAMBU-MG**

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO
DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA
POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Aprovada por:

Fernando Artur Brasil Danziger, D.Sc.
(Orientador)

Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc.

Gustavo Vaz de Mello Guimarães, M. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Filho, Cesar Malta da Gama Cruz Filho

Contribuição ao Estudo de Fundações de Edificações na Cidade de Caxambu-MG/Cesar Malta da Gama Cruz Filho – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

IX, 96 p.: il. ; 29,7 cm.

Orientador: Fernando Artur Brasil Danziger

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Referências Bibliográficas: f. 56-57.

I. Danziger, Fernando. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Contribuição ao estudo de fundações de edificações na cidade de Caxambu-MG.

Devido a Cláudio Gonçalves da Gama Cruz, exemplo maior de homem, caráter, honestidade e avô dedicado. Mostrou-me a beleza da Engenharia Civil, inspirou-me a seguir seus passos e deu-me forças para concluir esse curso.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, por me iluminar e abençoar por toda minha vida.

Agradeço ao Professor Fernando Danziger, exemplo de interação professor-aluno, pela disponibilidade, receptividade, dedicação e paciência. Por me ajudar da melhor maneira possível, indicando o caminho e mostrando os passos a seguir. O tempo de convívio durante a elaboração desse trabalho e os seus ensinamentos foram de uma contribuição inestimável para minha formação. Pessoa maravilhosa e professor espetacular.

Agradeço aos Engenheiros Marcus Gadben e Clóvis Almeida, por todo material disponibilizado e pelas horas de conversa, imprescindíveis à elaboração desse trabalho e também por toda experiência passada.

Agradeço também aos amigos da Concremat, ao Eng^o Eduardo Safady pela oportunidade me dada, ao meu coordenador Eng^o Sérgio Paulo e ao Eng^a Nélio, pela compreensão de não poder me dedicar de forma integral ao meu estágio, por dar toda disponibilidade e flexibilidade de horário para a conclusão desse trabalho.

E, por último e não menos importante, agradeço a minha família, meus pais, minha irmã, meus avós e tios, pelo incentivo, força e pela compreensão por minha ausência, nos últimos tempos, para dedicação a esse trabalho.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Contribuição ao Estudo de Fundações de Edificações na cidade de Caxambu- MG

Cesar Malta da Gama Cruz Filho

Setembro/2013

Orientador: Prof. Fernando Artur Brasil Danziger

Curso: Engenharia Civil

O objetivo do presente trabalho foi fazer uma análise do subsolo do centro da cidade de Caxambu-MG, área tombada como patrimônio histórico e arquitetônico pelo IEPHA-MG, de modo a contribuir para a construção de futuras fundações de edificações na região citada. Foram elaborados perfis geotécnicos de terrenos que abrangem uma área considerável do centro de cidade e feita uma análise de uma fundação superficial adotada na construção em um supermercado. A análise constitui no estudo da solução implementada, de uma vistoria na edificação para avaliar danos na estrutura provenientes de recalques diferenciais e de uma estimativa dos recalques por adensamento da camada de argila que teriam ocorrido. Foi concluído que a fundação adotada no supermercado não foi eficiente, pois foram constatadas várias trincas na estrutura do edifício. O recalque previsto pelo projetista foi de 9 cm, enquanto o estimado por esse trabalho foi, de valor absoluto, entre 19 cm e 63 cm. O trabalho também apresenta um breve histórico da cidade, com foco nas edificações e ocupação urbanística do centro de Caxambu.

Palavras-chave: Caxambu; subsolo; fundação; perfis geotécnicos; recalque; patologia; Hypermat

ABSTRACT

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Civil Engineer.

Contribution to the Study of Foundations of Buildings in the city of Caxambu-
MG

Cesar Cruz Malta da Gama Filho

September/2013

Advisor: Fernando Artur Brazil Danziger

Course: Civil Engineering

The main purpose of the present work was to analyze the soil conditions of the Caxambu-MG city center, area declared a historical and architectural heritage by IEPHA-MG, in order to provide information for future constructions. Geotechnical profiles have been elaborated, based on SPTs. The shallow foundations of a supermarket built in the area have been analysed, and the corresponding settlements predicted. It was concluded that the adopted solution was not efficient, i.e. it has not been able to provide enough rigidity to the structure, since cracks all over the building have been observed. The analysis carried out also shows a significant difference between predicted values, in the range 19 cm – 63 cm, with those predicted in the design, of 9 cm. The work also presents a historical development of the city in relation with their main constructions.

Keywords: Caxambu; subsoil; foundation; geotechnical profiles; settlement; pathology; Hypermat

SUMÁRIO

1 . Introdução	1
2. Um breve histórico sobre Caxambu	3
3. Caso de obra analisado	10
3.1. A edificação	10
3.2 As características do subsolo	12
3.3. As Fundações do Supermercado	35
3.3.1 . Generalidades geotécnicas.....	35
3.3.2 . A fundação empregada.....	35
3.3.3 . Os danos observados	39
3.4 Previsão de Recalques	49
4. Considerações finais e conclusões	53
Referências bibliográficas	56
Referencias eletrônicas	56
Anexos	58
Anexo I – Boletins de Sondagens	58
Anexo I.I - Boletins de sondagem terreno 1, rua Conselheiro Mayrink, s/nº	58
Anexo I.II - Boletins de sondagem terreno 2, rua Major Penha, nº 158	64
Anexo I.III - Boletins de sondagem terreno 3, avenida Camilo Soares, s/nº.....	68
Anexo I.IV - Boletins de sondagem terreno 4, rua Elias Ferreira/avenida Ápio Cardoso. ..	73
Anexo I.V - Boletins de sondagem terreno 5, rua Oliveira Mafra/rua Costa Guedes.	78
Anexo I.VI - Boletins de sondagem terreno 6, rua Major Penha, nº 145.....	82
Anexo I.VII - Boletins de sondagem terreno 7, rua Major Penha, nº 299.....	84
Anexo II – Documento justificando a fundação adotada para o supermercado	87

1 . Introdução

A cidade de Caxambu está situada na região sul do estado de Minas Gerais e é considerada o maior complexo hidromineral do mundo. No centro da cidade está localizado o Parque das Águas Doutor Lisandro Carneiro Guimarães, onde estão as fontes de água mineral e o gêiser (<<http://www.descubracaxambu.com.br>>, acessado em 05/08/2013).



Figura 1.1 - Mapa do estado de Minas Gerais (fonte: <<http://www.coladaweb.com/mapasestco nt/12.jpg>>, acessado em 18/08/2013)



Figura 1.2 – Foto por satélite da cidade de Caxambu (fonte: Google Earth, 2013, acessado em 18/08/2013)

Durante as décadas de 80 e 90 houve uma mudança na estrutura urbanística da cidade e começaram a surgir edificações de maior porte no centro da cidade. Praticamente todas essas novas edificações tiveram fundações profundas, executadas com estacas envolvendo processo de cravação, a maioria do tipo "Franki" ou pré-moldada.

A partir de meados da década de 90 começou a surgir na cidade a falácia que as fundações profundas estavam comprometendo a vazão das fontes de água mineral do Parque das Águas, sem nenhum estudo apurado (Gadben, 2013).

Por meio do Decreto Estadual nº 40.288 de 01/03/1999 o Parque das Águas Doutor Lisandro Carneiro Guimarães foi tombado pelo IEPHA como conjunto paisagístico e arquitetônico.

Em consequência desse decreto foi homologada a Lei Municipal Complementar nº11/2000, que Institui A Lei do Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município De Caxambu. A Seção V da dessa lei diz:

Seção V

Zona de Interesse Histórico

Art. 57 - A Zona de Interesse Histórico – ZIH – tem como características a verticalização controlada e incorpora a área de proteção do entorno do Parque das Águas, delimitada pelo Instituto Estadual de Patrimônio Histórico(IEPHA/MG).

Parágrafo único - Toda obra ou reforma a ser feita dentro da ZIH será obrigatoriamente apresentada ao Conselho Municipal de Patrimônio Cultural de Caxambu e ao IEPHA/MG.

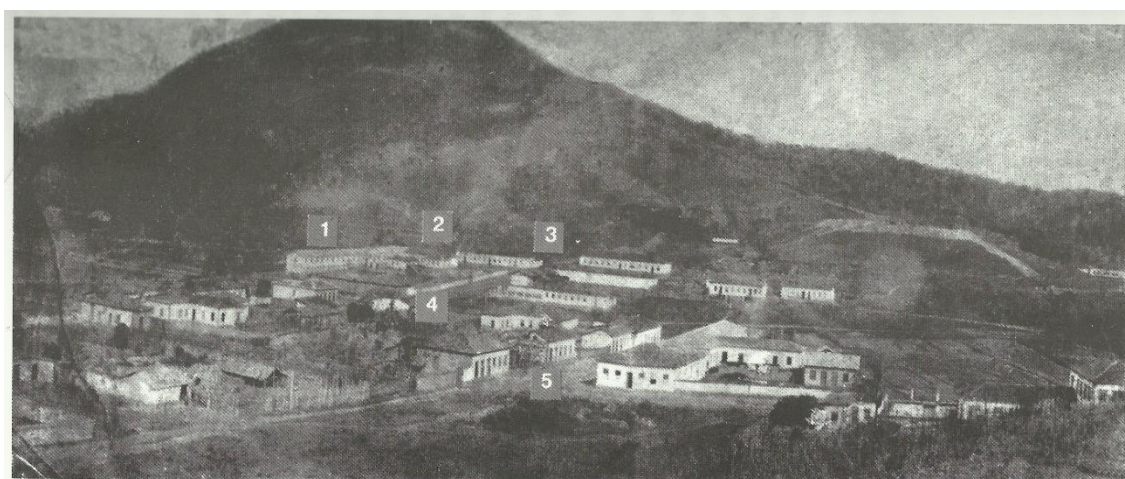
O presente trabalho visa fazer um breve histórico sobre a ocupação da cidade, especialmente do centro onde está localizado o Parque das Águas. Também é objeto de estudo do trabalho uma análise do comportamento geotécnico do subsolo do centro da cidade, feito através de perfis geotécnicos e posteriormente estudo de caso da fundação executada para a construção de um supermercado nas mediações do Parque das Águas, analisando a solução adotada e o seu desempenho .

2. Um breve histórico sobre Caxambu

“Antes de haver Caxambu, havia Água Santa. E já depois (...), a nascente estância tinha o nome oficial **de Águas Virtuosas de Baêpendy**, que conservou até o dia em que se tornou a vila de **N.S. dos Remédios de Caxambu** – hoje cidade e município do Estado de Minas Gerais” (Lemos, 1998).

“As pessoas que ouviam contar os milagres que as águas operavam, iam até lá para tomá-las, mas isso não deu origem à formação de arraial algum, antes de 1850, em que o dono da terra onde brotavam as fontes (...), nelas vai construir a primeira casa regular” (Lemos, 1998).

A segunda casa foi construída em 1853 e até 1860 havia apenas 5 casas em Caxambu. Por volta de 1870 ou pouco mais havia trinta e poucas casas, a maioria de pau-a-pique e várias de palhoça ou rancho de capim (Lemos, 1998, ver figura 2.1).



1. *Hotel da Primeira Empreza* 2. *Hotel José Luis* 3. *Casas de Carlos Bustamante*
4. *Rua João Pinheiro* 5. *Rua Major Penba*

Figura 2.1 – Caxambu em 1870 (Lemos, 1998).

“Um vasto brejal dominava os terrenos e a estrada que dava acesso às habitações era cheia de atoleiros” (Lemos, 1998).

Apesar de a cidade na época não possuir infra-estrutura para receber visitantes ilustres, em novembro de 1868 a princesa Isabel, seu marido e uma comitiva chegaram a Caxambu. A princesa encontrava dificuldades em conceber um herdeiro para o trono do Brasil e veio à cidade pela fama milagrosa das águas.

A princesa, católica e devota de Santa Isabel da Hungria, notou que a cidade não possuía nenhum templo de oração e prometeu que se sua graça fosse alcançada iria construir no local uma igreja em louvor à santa. Passados oito meses de sua visita à cidade, a princesa deu à luz a seu filho D. Pedro. Em novembro de 1887, após vários percalços, a igreja foi inaugurada (Lemos, 2007).

“Mas as águas valiam tanto que os doentes (pobres e ricos) até lá iam, embora numa viagem penosa. E, em todo caso, a estância progredia a olhos vistos. O fato é que, em 1877, ela encarnava *uma povoaçãozinha de agradável aspecto*” (Lemos, 1998).

Na década de 1870 a cidade já possuía alguns pequenos hotéis, destacando-se o situado nas atuais rua Conselheiro Mayrink com a rua João Carlos, hotel que passou por seguidos donos, cada qual contribuindo para sua melhoria e expansão. Em 1870 era chamado de Hotel João Carlos, nome que possuiu até 1890 quando foi vendido para a empresa Mayrink, que explorava as águas da cidade, passando a chamar-se Hotel da Empresa das Águas. O prédio foi demolido no correr da década de 1930 (Lemos, 2007).

A figura 2.2 apresenta uma planta com as edificações e o loteamento da cidade em 1873.



Figura 2.2 – Planta das edificações de Caxambu em 1873 (Fonte: <http://bndigital.bn.br/>, acessado em 14/08/2013)

Até aproximadamente 1880, para ir do Rio de Janeiro a Caxambu ia-se de trem até onde hoje é a cidade de Engenheiro Passos e de lá eram três dias de viagem a cavalo ou em liteiras até Caxambu. Já na década de 1880 a estrada de ferro D. Pedro II ia do Rio de Janeiro até Cruzeiro (SP). Fazia-se a baldeação com a ferrovia Minas e Rio que chegava à cidade de Soledade.

Em 1891 (figura 2.3) os trilhos da então estrada de ferro Sapucahy chegaram até Caxambu. A estrada de ferro partia do Rio de Janeiro, cruzava o sul de Minas e entroncava na estrada de ferro Mogiana, em São Paulo. A partir de então, a cidade progrediu a passos largos (Lemos, 2007).



1. Hotel João Carlos 2. Hotel da 1ª Empresa

Figura 2.3 – Caxambu em 1891 (Lemos, 1998)

Em 1890 foi construído o atual Hotel Palace, o maior e melhor hotel brasileiro da época, com o nome de Grande Hotel e posteriormente Cassino João Carlos (Lemos, 1998). Inaugurado em 1894, o seu salão de refeição foi considerado o maior da América Latina por 29 anos, até a inauguração do Copacabana Palace em 1923 (Lemos, 2007, ver figura 2.4).



Foto 2.4 – Hotel Palece no início do século XX (Lemos, 1998)

Em 16 de setembro 1901, já com 4.855 moradores, foi criado o município Vila de Caxambu, sendo emancipada de Baependi.

Contudo, até 1909 a cidade não tinha luz, água potável e esgoto. Foi na administração de Camilo Soares (1909-1914) em que ocorreram os principais avanços urbanísticos da cidade (Lemos, 2007, ver figura 2.5)

“A administração de Camilo Soares executou obras de urbanização dando à cidade a feição que ela mantém ainda nos dias de hoje. Assim que assumiu o cargo, dotou a cidade de água potável,

de esgoto, fez a instalação de luz elétrica, calçou todo o centro e as calçadas, arborizou as vias, canalizou o rio Bengo, fez o jardim municipal, alargou e retificou ruas, construiu prédios majestosos como o da prefeitura onde foi erguido, posteriormente, grupo escolar, construiu a usina de força. Com a ajuda do Governo do Estado, obteve recursos para obras grandiosas como ligar o centro da cidade à estação da Rede Sul Mineira com uma avenida moderna igual à dos grandes centros.”

[...]“Em 1915, Caxambu tornou-se cidade e em 1948 comarca. A primeira metade do século XX foi de grande progresso para a estância” (Lemos, 2007).



Figura 2.5 – Prefeitura da cidade na administração de Camilo Soares (Lemos, 1998)

No final de 1930 a cidade contava com um bom número de hotéis confortáveis, com instalações modernas, excelente cozinha e salões de jogos, muitos deles com cassino.

“Nos países, em geral, que possuam locais de veraneio com estações hidrominerais, há sempre um ou mais cassinos para divertimento dos hóspedes. Em Caxambu não era diferente e ela sempre esteve ligada a jogos de salão e do pano verde. Quando o general Eurico Gaspar Dutra assumiu a presidência da república (1946 – 1951), teve como um de seus primeiros atos no governo a proibição do jogo em todo território nacional. Ao completar três meses na chefia da nação, em 30 de abril, fez publicar o decreto-lei nº 9.215, fechando

os cassinos e proibindo o jogo em todo país. Foi um golpe violento para as estâncias hidrominerais” (Lemos, 2007).

Mesmo com a proibição, os hotéis ainda mantiveram os cassinos de forma irregular por muitos anos, sendo o baralho do Hotel Palace muito frequentado até o início da década de 1990 (Safady, 2013).

A proibição do jogo foi um grande baque para o progresso da cidade, mas, como contra peso, em 1959 foi inaugurado o asfalto que ligava o sul de Minas à atual rodovia Presidente Dutra, facilitando a viagem de carro à cidade a partir do Rio de Janeiro e São Paulo e garantindo o progresso da cidade (Lemos, 2008).

No fim da década de 1940 as maiores edificações da cidade eram os hotéis, mas não havia nenhuma de grande porte vertical, até ser erguido o Edifício Ely, com 8 andares e o Edifício Anice, com 12 pavimentos (figura 2.6). O terceiro edifício de grande altura construído foi o Edifício Halley, de 8 andares. Esses edifícios estão na região do centro da cidade, sendo o Ely e o Halley muito próximos ao parque das águas e ambos com as fundações feitas com estacas de eucalipto (Gadben, 2013).

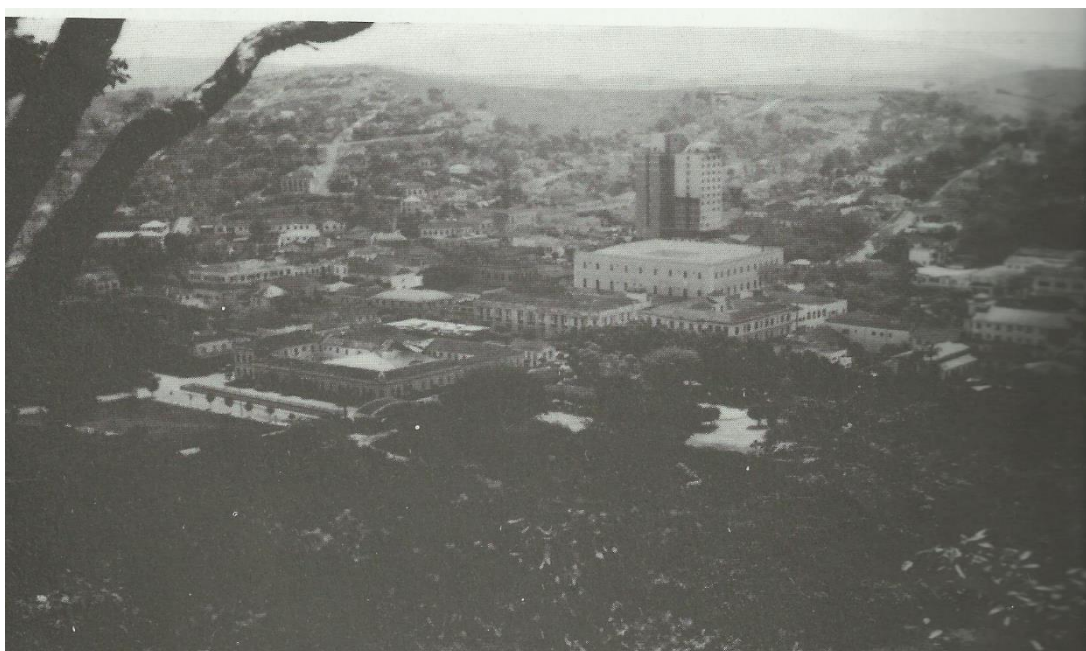


Figura 2.6 – Caxambu na década de 1950, já com o edifício Anice (Lemos, 1998).

Em meados de 1960 e por toda década de 1970 a construção de prédios de muitos pavimentos praticamente estagnou, voltando somente a ter grande relevância a partir de 1983 quando foram lançados os condomínios Eldorado e Pan América, de 8 e 4 andares respectivamente.

Até 1997 surgiram diversos empreendimentos de grande porte, com destaque para os condomínios Rotella (1987), Estância de Caxambu, Gama Cruz, Demetrius Jamal, Niman, todos com mais de 10 andares e o Edifício Audrey, primeiro comercial da cidade, e Parque Central, segundo e maior edifício comercial da cidade.

No século XXI os lançamentos de grande porte cessaram em decorrência do insucesso dos últimos lançamentos do final da década de 1990 e por causa da lei de tombamento do centro da cidade, dificultando a inserção de novos edifícios na área preservada do centro da cidade, área de maior valorização (Gadben, 2013).

O ribeirão Bengo

Na primeira metade do século XIX, o vale do morro Caxambu não era habitado e formava um grande pântano coberto por mata virgem. Em 1843 foram feitos três “esgotos” para escoar os poços que alagavam a cidade e também feito o primeiro rebaixamento do córrego. Dois desse esgotos eram em direção ao Bengo.

Porém em 1844 o terreno estava todo alagado de novo devido às enchentes do ribeirão.

Em 1868 o ribeirão foi canalizado na área do Parque das Águas, desviando seu leito.

Entre os anos de 1886 e 1890 foram feitos estudos para a drenagem da área do parque e canalizar as águas pluviais. A partir deste estudo o Bengo teve seu curso desviado e sua canalização estendida por 2 km.

No ano 1901 o ribeirão sofreu nova canalização, traçando seu curso atual (Lemos, 2007, ver figura 3.3).

3. Caso de obra analisado

3.1. A edificação

Nesse capítulo será estudada a solução adotada para a fundação de um supermercado, situado na rua Conselheiro Mayrink, esquinas com as ruas João Pinheiro e João Carlos.

No terreno do atual supermercado foi primeiramente construído um hotel, chamado Hotel João Carlos (ver figura 3.1), posteriormente de Hotel da Empresa Mayrink e, por último, Park Hotel (ver figura 3.2), até sua demolição por volta de 1930 (Lemos, 2007). Na década de 1950 foi construída uma praça, com diversas quadras de esporte e, posteriormente, na década de 1970 virou um estacionamento particular que perdurou até o início da construção do supermercado (Safady, 2013).



Figura 3.1 – Hotel João Carlos na década de 1880, primeira edificação do terreno (Lemos, 1998).



O Park Hotel na esquina de Conselheiro Mayrink com João Pinheiro

Figura 3.2 – Park Hotel na década de 1920, última edificação do terreno (Lemos, 2008).

Na época do projeto o autor do trabalho era residente na cidade e testemunhou uma grande resistência por parte da população para a construção, devido à proximidade com o parque das águas e sua possível interferência negativa na vazão das fontes.

Por conta disso o IEPHA e a Câmara de Vereadores Municipal pediram soluções para a fundação do edifício que não implicassem em fundações profundas (Almeida, 2013).

Uma cópia do documento que mostra as soluções estudadas e a adotada encontra-se no anexo 2.

3.2 As características do subsolo

Para melhor estudo da fundação no terreno do supermercado foram traçados sete perfis geotécnicos de terrenos no centro da cidade, incluindo o terreno do supermercado, para melhor compreensão das características do subsolo dessa região da cidade (ver tabela 3.1)

Para o traçado desses perfis foram utilizadas sondagens a percussão cujo, boletins foram obtidos nos arquivos da Prefeitura Municipal de Caxambu e encontram-se no anexo 1.

A figura 3.3 mostra um mapa com a localização dos terrenos citados.

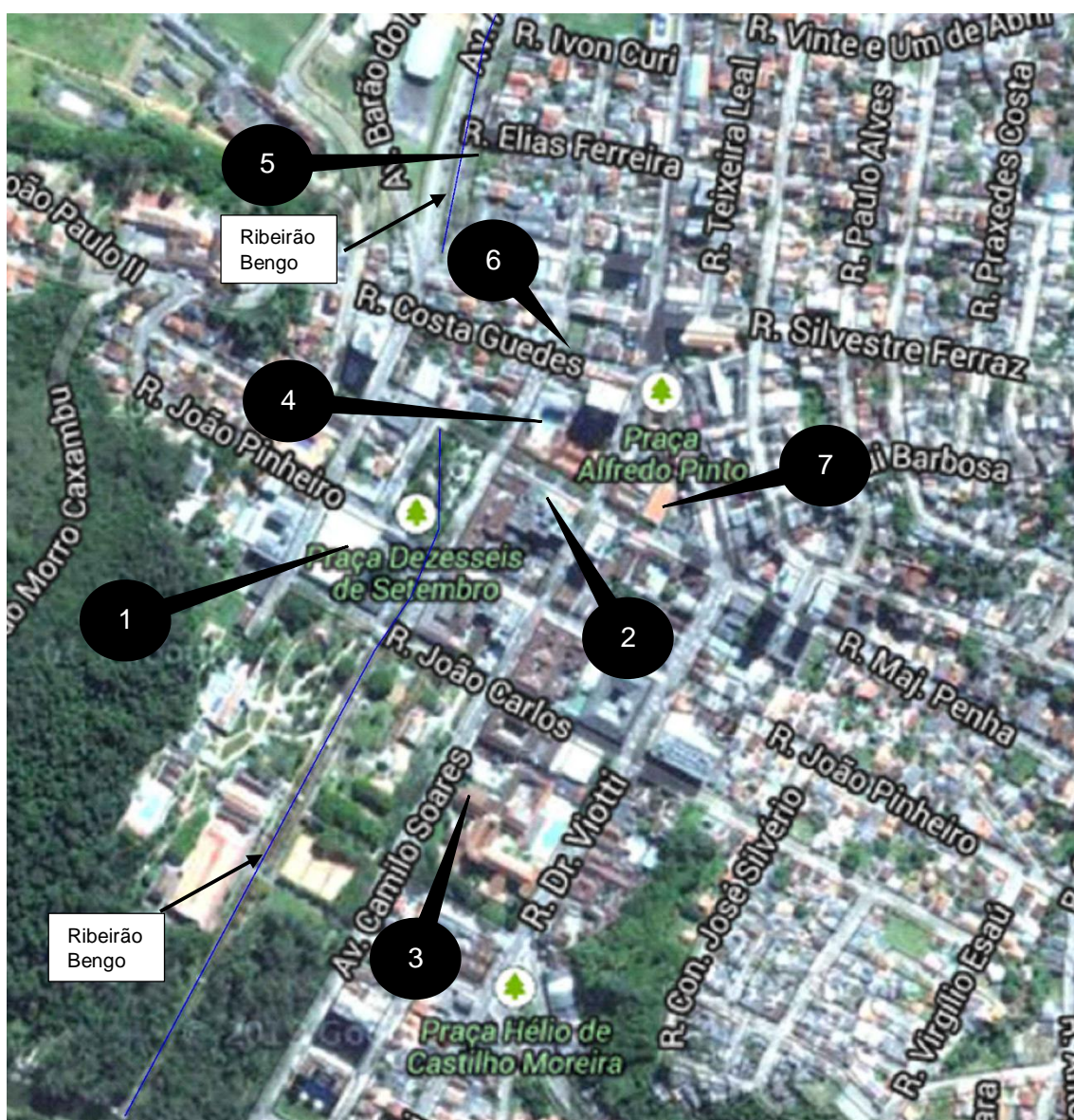


Figura 3.3 – Mapa de localização dos terrenos onde foram executadas as sondagens a percussão e do ribeirão Bengo (Fonte:Google Earth, 2103, acessado em 26/08/2013).

Tabela 3.1 – Locais e boletins sondagem analisados, perfis geotécnicos traçados.

Nº terreno na figura 3.3	Localização do terreno	Sondagens
1	Rua Conselheiro Mayrink, s/nº	SP-01, SP-02, SP-03, SP-04, SP-05
2	Rua Major Penha, nº 158	SP-01, SP-02, SP-03, SP-04
3	Avenida Camilo Soares, s/nº	SP-01, SP-02, SP-03, SP-04, SP-05
4	Rua Major Penha, n 145	SP-01, SP-02
5	Rua Elias Ferreira/Av. Marginal (Av. Ápio Cardoso)	SP-01, SP-02, SP-03, SP-04, SP-05
6	Rua Oliveria Mafra/Rua Costa Guedes	SP-01, SP-02, SP-03
7	Rua Major Penha, nº 299	SP-01, SP-02, SP-03

As figuras a seguir apresentam as plantas de locação das sondagens efetuadas nos terrenos estudados e os perfis geotécnicos traçados a partir dos boletins correspondentes. O terreno número 1 é onde está localizado o edifício em estudo nesse capítulo.

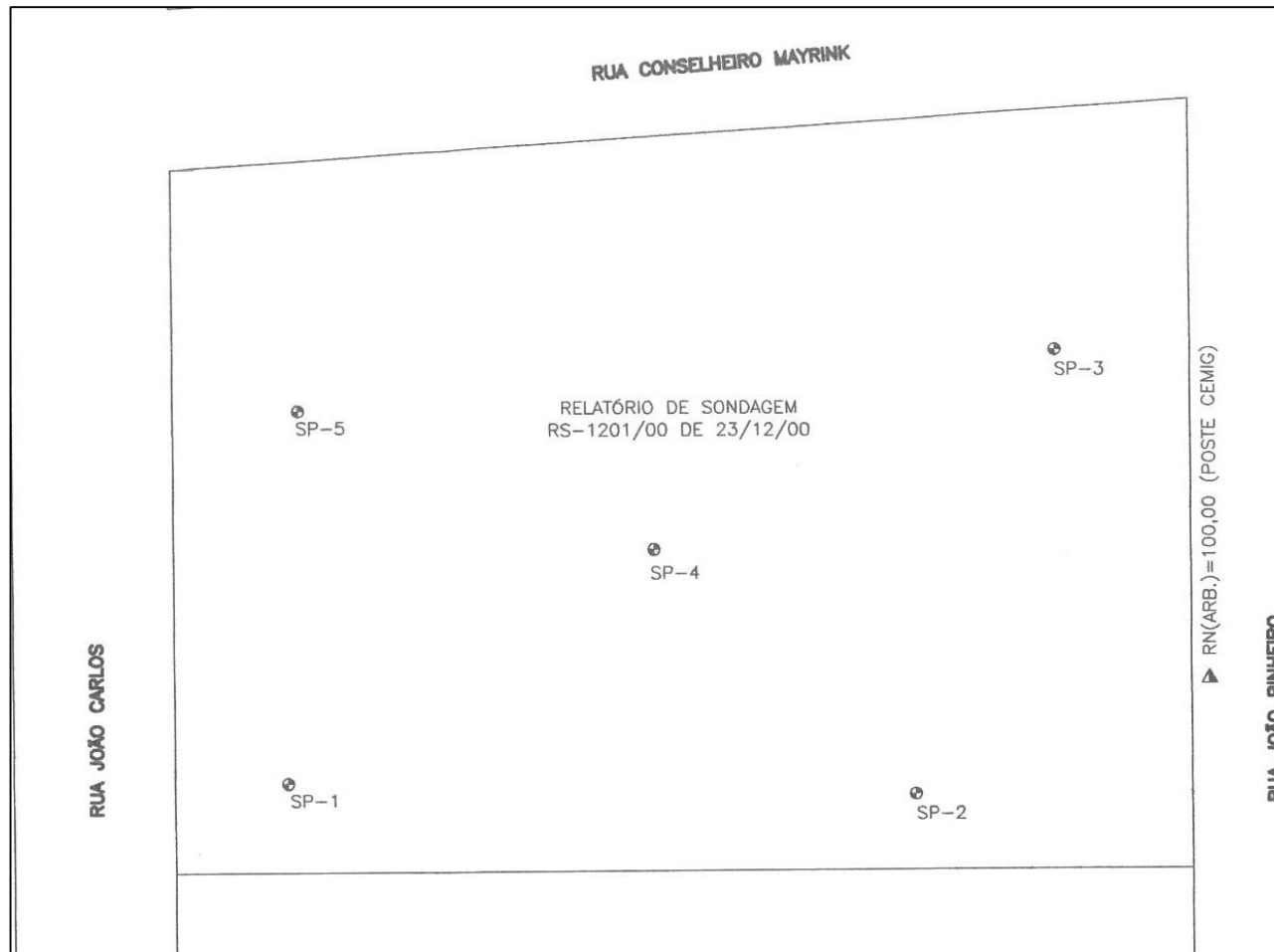
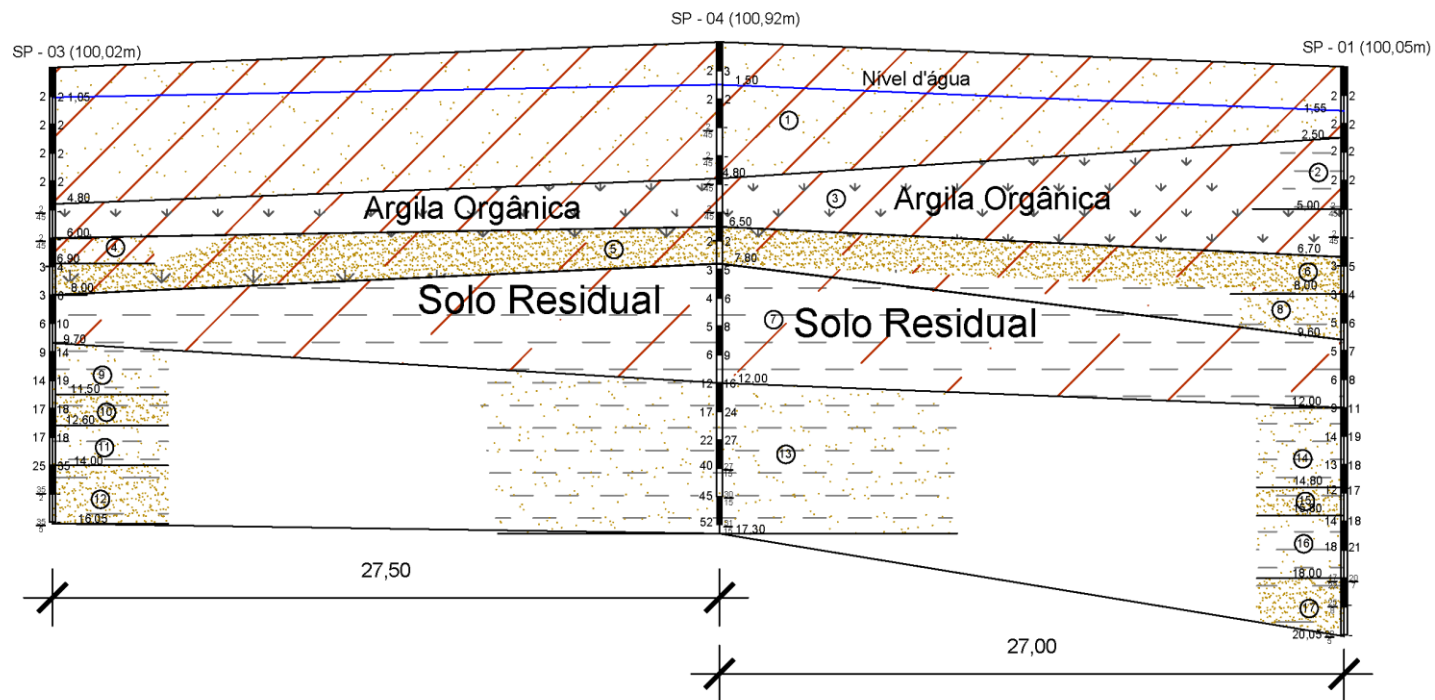
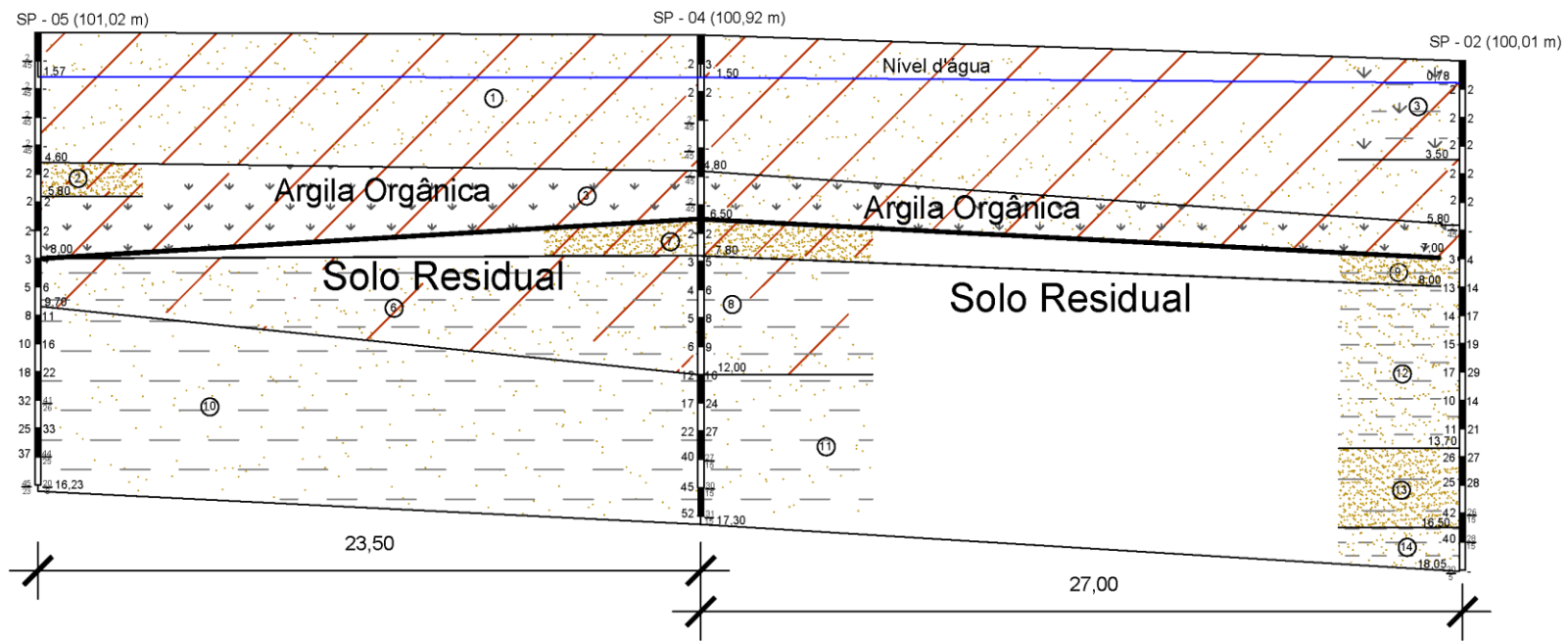


Figura 3.4 – Locação de sondagens, terreno 1, rua Conselheiro Mayrink s/nº.



Legenda:		
1 - Argila arenosa, marrom, muito mole	6 - Areia fina argilosa, micácea, cinza, pouco compacto (solo residual)	12 - Areia média e fina siltosa, micácea, variegada, compacta a muito compacta (solo residual)
2 - Argila siltosa, com areia fina e matéria orgânica, cinza, muito mole	7 - Silte argiloso, com areia fina, micácea, amarelo e cinza, médio (solo residual)	13 - Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a compacto (solo residual)
3 - Argila orgânica arenosa, preta, muito mole	8 - Areia média e fina siltosa, micácea, cinza, fofa a pouco compacta (solo residual)	14 - Silte arenoso, micáceo, amarelo, medianamente compacto (solo residual)
4 - Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, cinza, muito mole	9 - Silte arenoso, micáceo, amarelo e cinza, medianamente compacto a compacto (solo residual)	15 - Areia fina siltosa, micácea, amarela e branca, medianamente compacta (solo residual)
5 - Areia fina argilosa, micácea, com matéria orgânica, fofa	10 - Areia fina siltosa, micácea, variegada, compacta (solo residual)	16 - Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a compacto (solo residual)
	11 - Silte arenoso, micáceo, amarelo e cinza, medianamente compacto (solo residual)	17 - Areia média e fina siltosa, micácea, variegada, muito compacta (solo residual)

Figura 3.5 – Perfil geotécnico SP-03 – SP-04 – SP-01, terreno 1, rua Conselheiro Mayrink, s/nº.

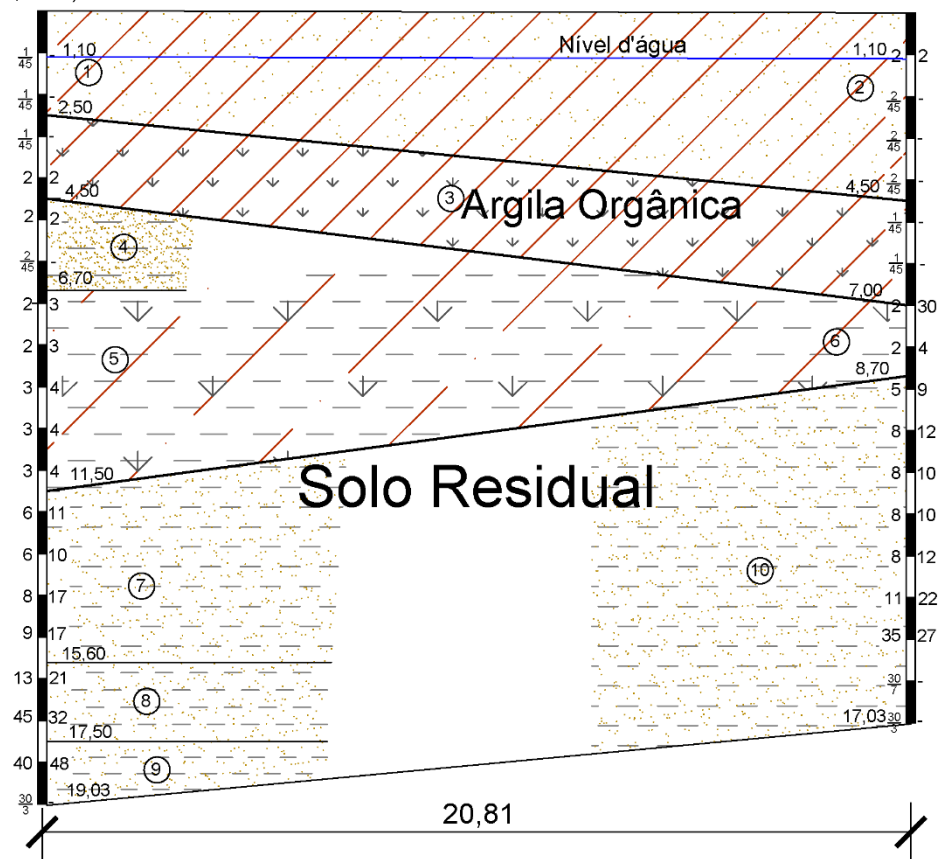


Legenda:		
1 - Argila arenosa, marrom, muito mole	5 - Areia fina argilosa, micácea, cinza, pouco compacta	10 - Silte arenoso micáceo, variegado, medianamente compacto a compacto (solo residual)
2 - Areia fina argilosa, micácea, cinza, fofa	6 - Silte argiloso, com areia fina, micáceo, marrom e cinza, mole a médio (solo residual)	11 - Silte arenoso micáceo, variegado, medianamente compacto a muito compacto (solo residual)
3 - Argila orgânica arenosa, preta, muito mole	7 - Areia fina argilosa, micácea, com matéria orgânica, fofa	12 - Silte arenoso, micáceo, marrom e cinza, medianamente compacto a compacto (solo residual)
4 - Argila siltosa, com areia fina e matéria orgânica, cinza, muito mole	8 - Silte argiloso, com areia fina, micáceo, amarelo e cinza, médio (solo residual)	13 - Areia média e fina, siltosa, micácea, variegada, compacta a muito compacta (solo residual)
	9 - Areia fina siltosa, micácea, cinza, fofa	14 - Silte arenoso, micáceo, cinza e amarelo, muito compacto (solo residual)

Figura 3.6 – Perfil geotécnico SP-05 – SP-04 – SP-01, terreno 1, rua Conselheiro Mayrink, s/nº.

SP - 01 (99,90 m)

SP - 02 (99,85 m)

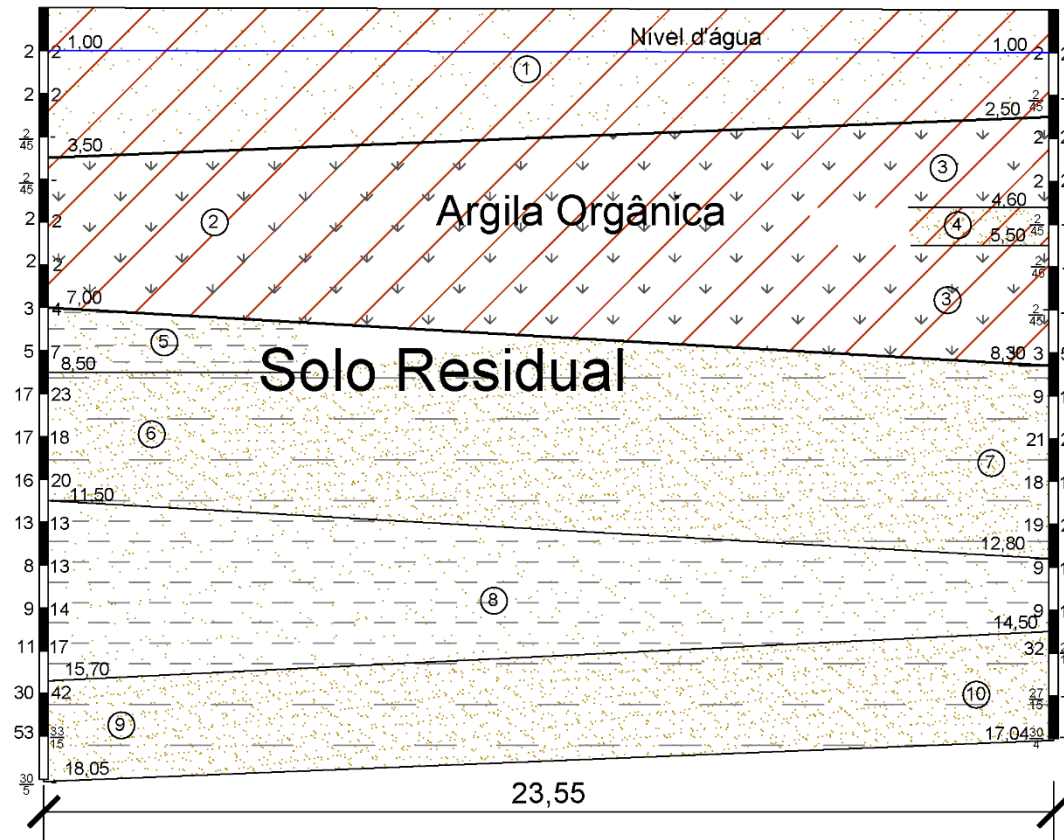


Legenda:	
1- Argila arenosa, marrom, muito mole (aterro)	5- Silte argiloso, micáceo, com matéria orgânica, marrom e cinza, mole
2- Argila arenosa, amarela, muito mole (aterro)	6- Silte argiloso, micáceo, com matéria orgânica, cinza, mole
3- Argila orgânica, preta, muito mole	7- Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, cinza, medianamente compacto (solo residual)
4- Areia fina siltosa, micácea, cinza, fofa	8- Silte arenoso, micáceo, amarelo, duro (solo residual)
	9- Silte arenoso, micáceo, marrom e cinza, muito e compacto (solo residual)
	10- Silte arenoso, micáceo, marrom, medianamente compacto a muito compacto (solo residual)

Figura 3.6 – Perfil geotécnico SP-01 – SP-02, terreno 2, rua Major Penha, nº 158.

SP - 04 (99,90 m)

SP - 03 (99,85 m)



Legenda:	
1-	Argila arenosa, marrom e amarelo, muito mole (aterro)
2-	Argila orgânica, preta, muito mole
3-	Argila orgânica, cinza, muito mole
4-	Argila arenosa, micácea, cinza e amarela, muito mole
5-	Silte arenoso, micáceo, com matéria orgânica, cinza, pouco compacto (solo residual)
6-	Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, branca e cinza, medianamente compacto (solo residual)
7-	Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, branca e amarela, pouco compacta a compacta (solo residual)
8-	Silte arenoso, micáceo, cinza, medianamente compacto (solo residual)
9-	Areia média e fina, siltosa, micácea, c/ pedregulhos, branca e amarela, muito compacta (solo residual)
10-	Areia média e fina, siltosa, c/ pedregulhos, branca e cinza, muito compacta (solo residual)

Figura 3.7 – Perfil geotécnico SP-04 – SP-03, terreno 2, rua Major Penha, nº 158.

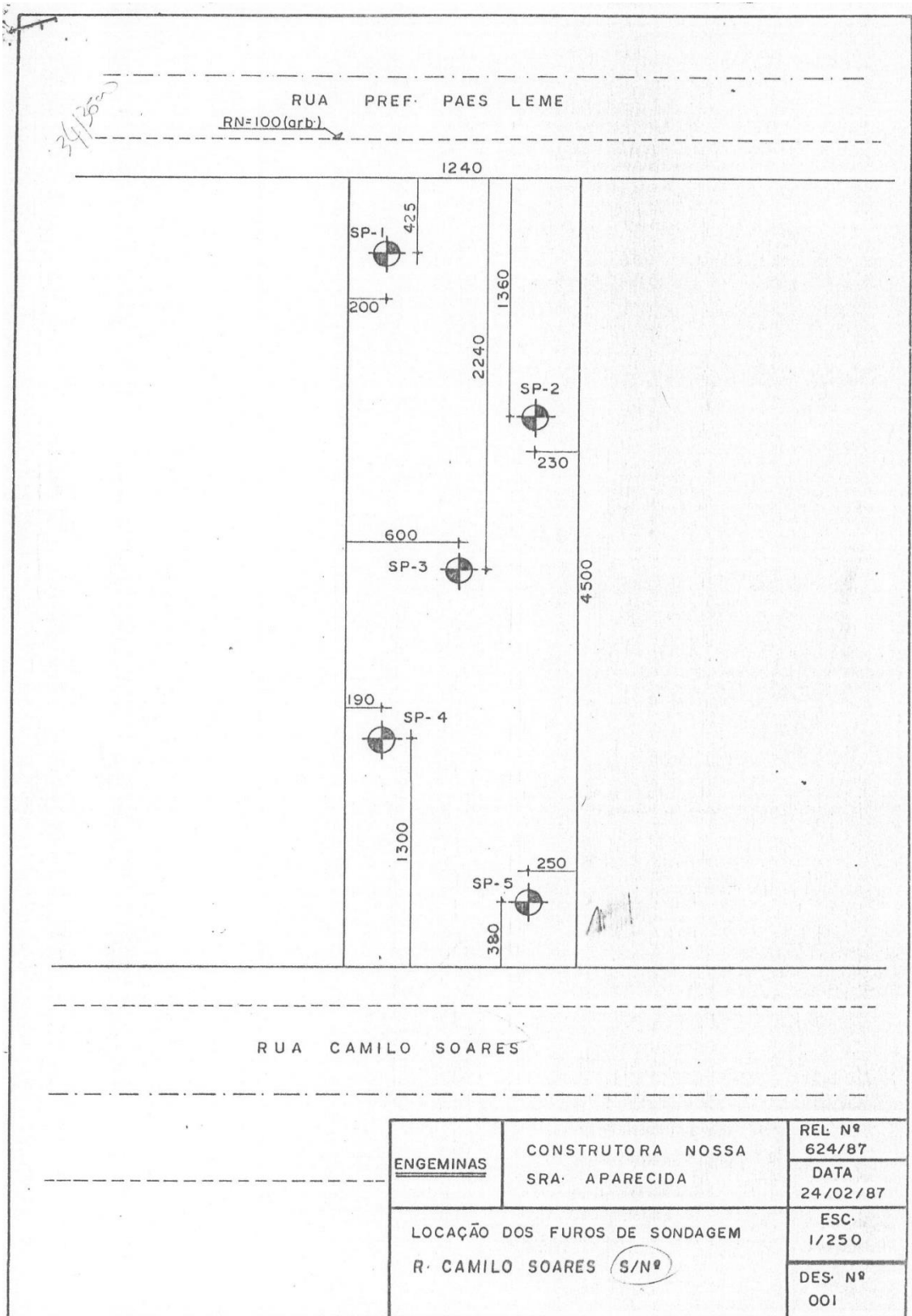


Figura 3.8 – Locação de sondagens, terreno 3, Av. Camilo Soares, s/nº.

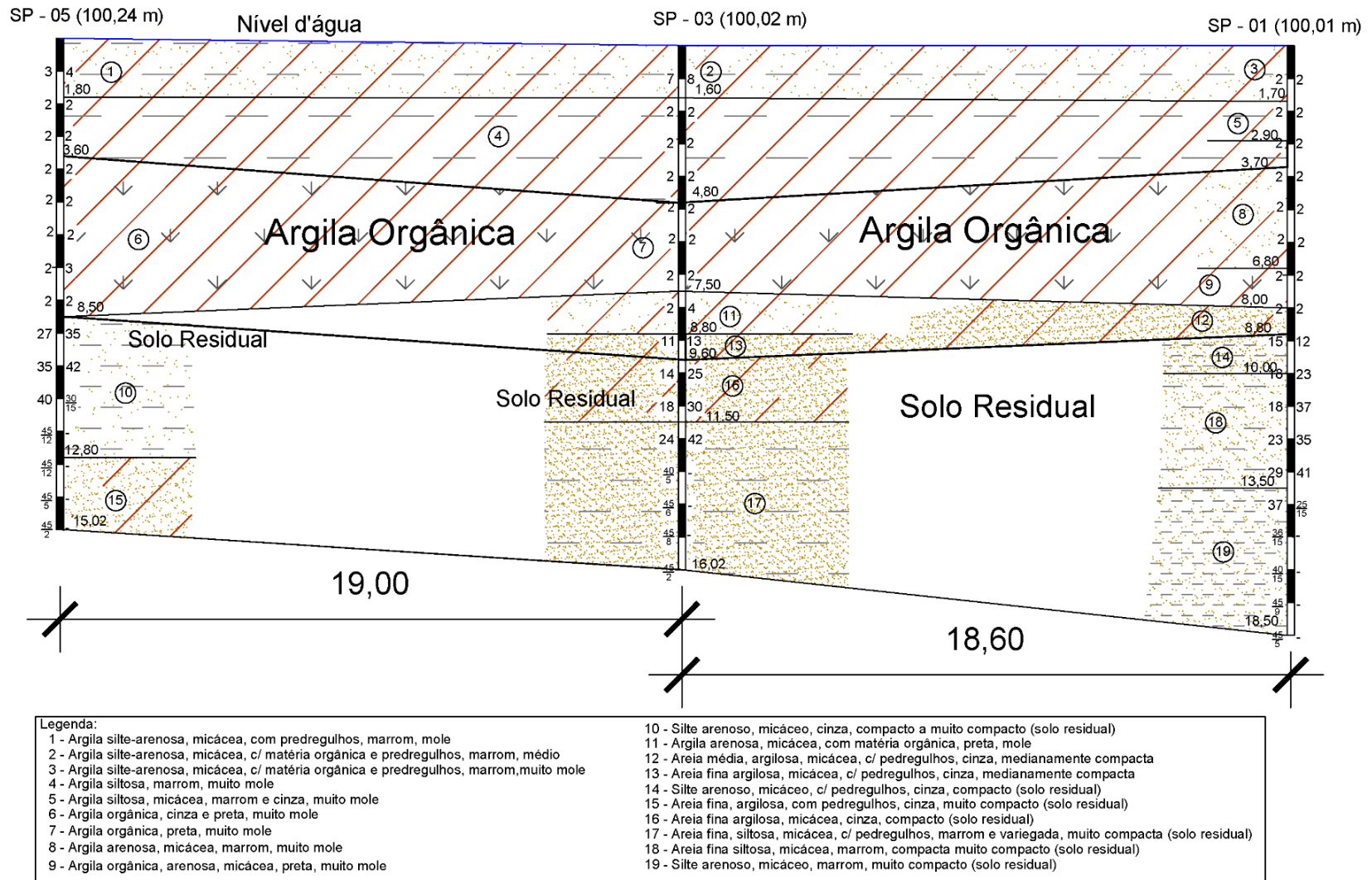
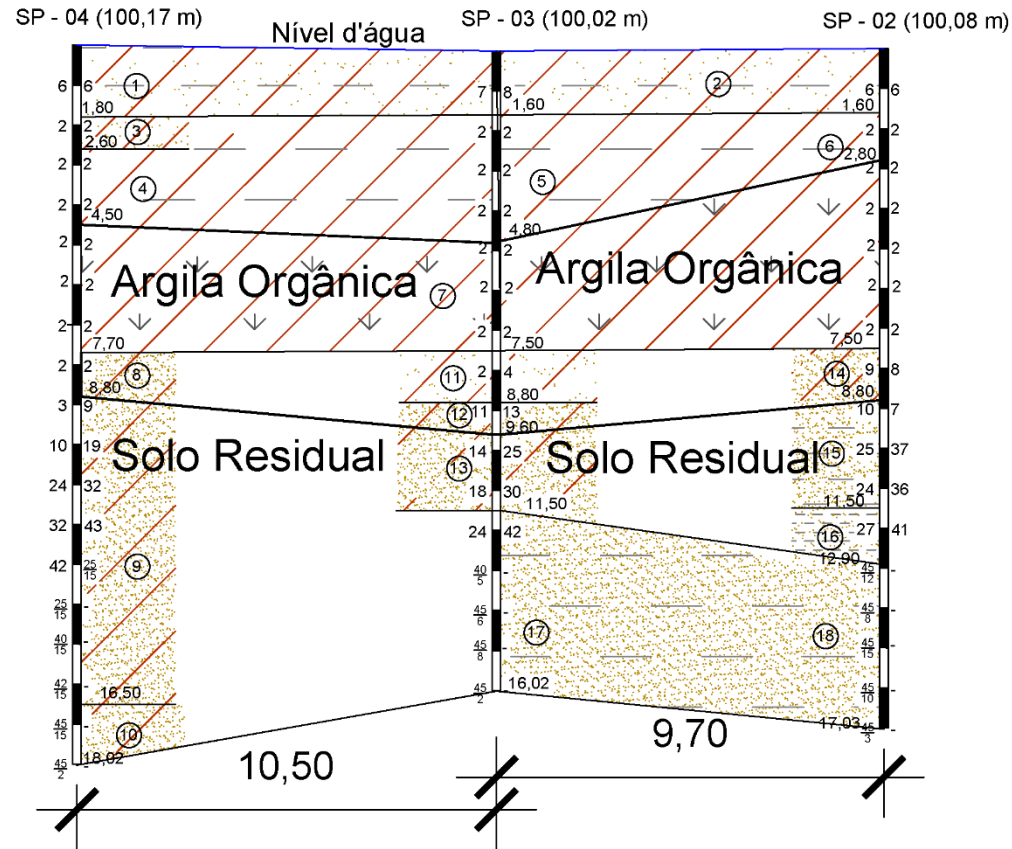


Figura 3.8 – Perfil geotécnico SP-05 – SP-03 – SP-01, terreno 3, avenida Camilo Soares s/nº.



Legenda:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Argila silte-arenosa, micácea, marrom, média a mole 2- Argila silte-arenosa, micácea, c/ matéria orgânica e pedregulhos, marrom, média 3- Argila arenosa, cinza, muito mole 4- Argila siltosa, micácea, cinza, muito mole 5- Argila siltosa, marrom, muito mole 6- Argila siltosa, micácea, marrom, muito mole 7- Argila orgânica, cinza e preta, muito mole 8- Areia fina, argilosa, micácea, preta, fofa 9- Areia fina e média, argilosa, c/ pedregulhos, cinza, medianamente compacta a muito compacta (solo residual) | <ul style="list-style-type: none"> 10- Areia grossa, argilosa, c/ pedregulhos, variegada, muito compacta (solo residual) 11- Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, preta, mole 12- Areia fina argilosa, micácea, c/ pedregulhos, cinza, medianamente compacta 13- Areia fina argilosa, micácea, cinza, compacta (solo residual) 14- Areia fina argilosa, micácea, c/ pedregulhos, cinza, pouco compacta 15- Areia fina, siltosa, micácea, cinza, pouco compacta a compacta (solo residual) 16- Silte arenoso, micáceo, variegado, muito compacto (solo residual) 17- Areia fina, siltosa, micácea, c/ pedregulhos, marrom e variegada, muito compacta (solo residual) 18- Areia fina, siltosa, marrom, muito compacta (solo residual) |
|--|---|

Figura 3.9 – Perfil geotécnico SP-04 – SP-03 – SP-02, terreno 3, avenida Camilo Soares s/nº.

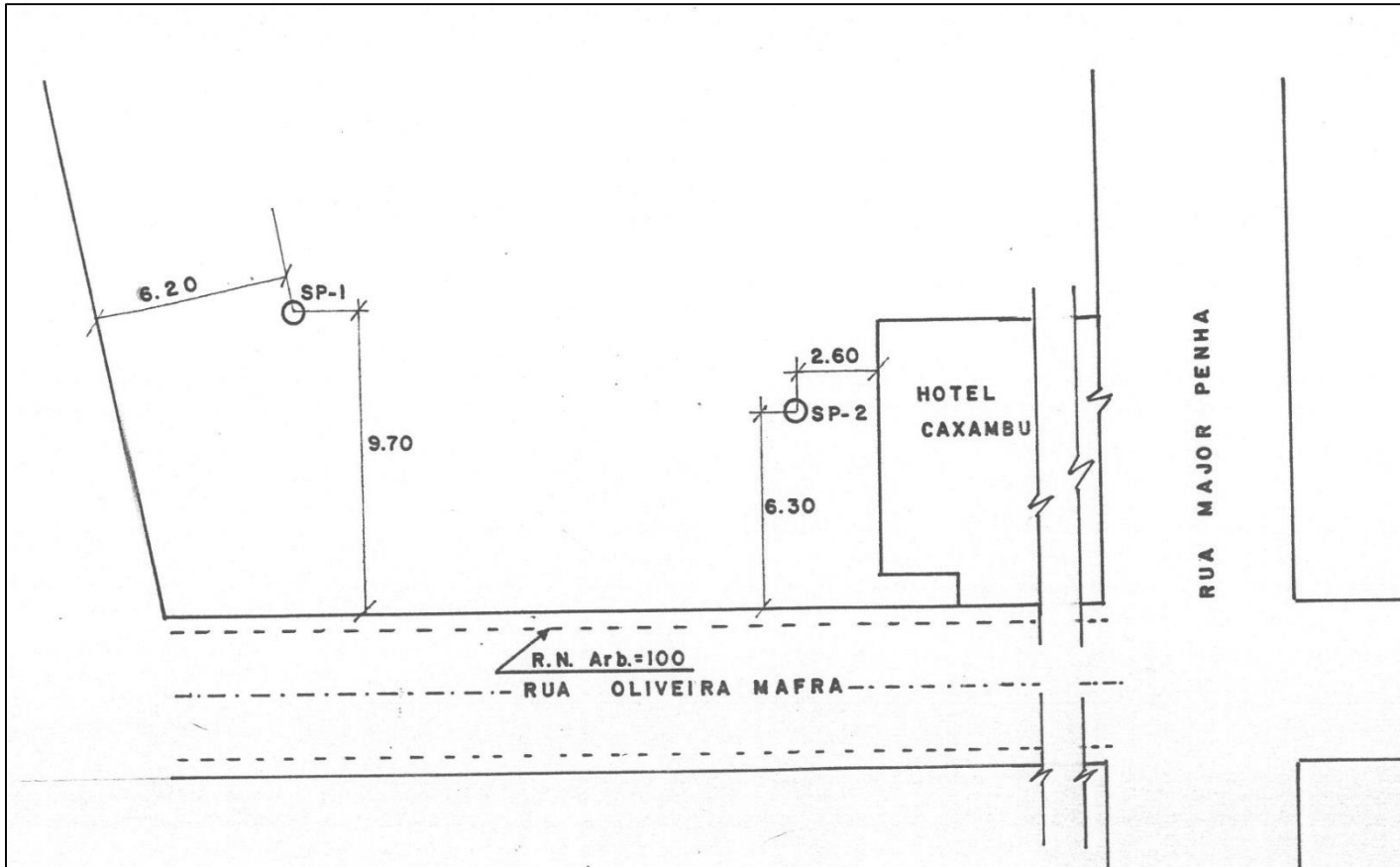
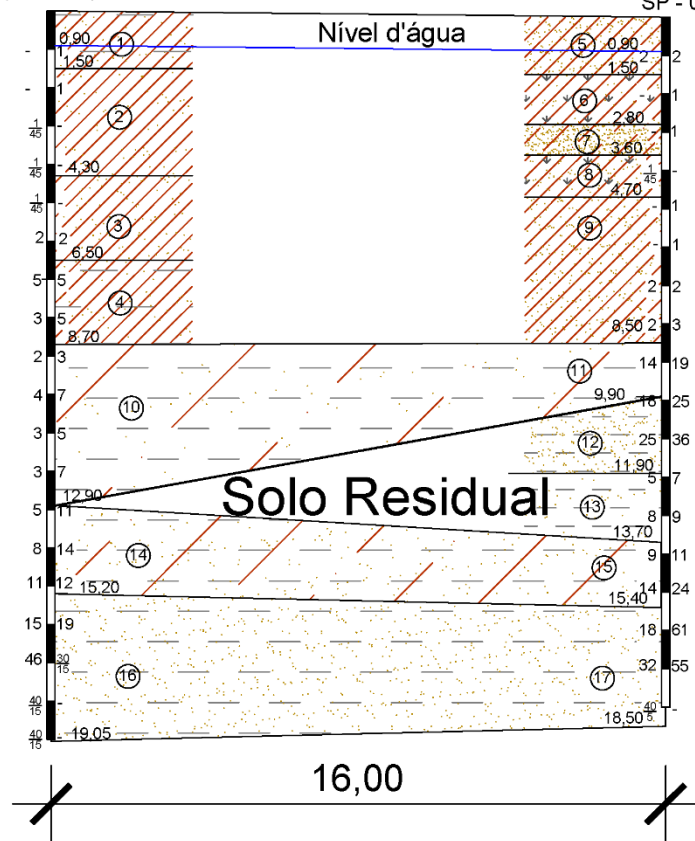


Figura 3.10 – Locação de sondagens, terreno 4, rua Major Penha nº 158.

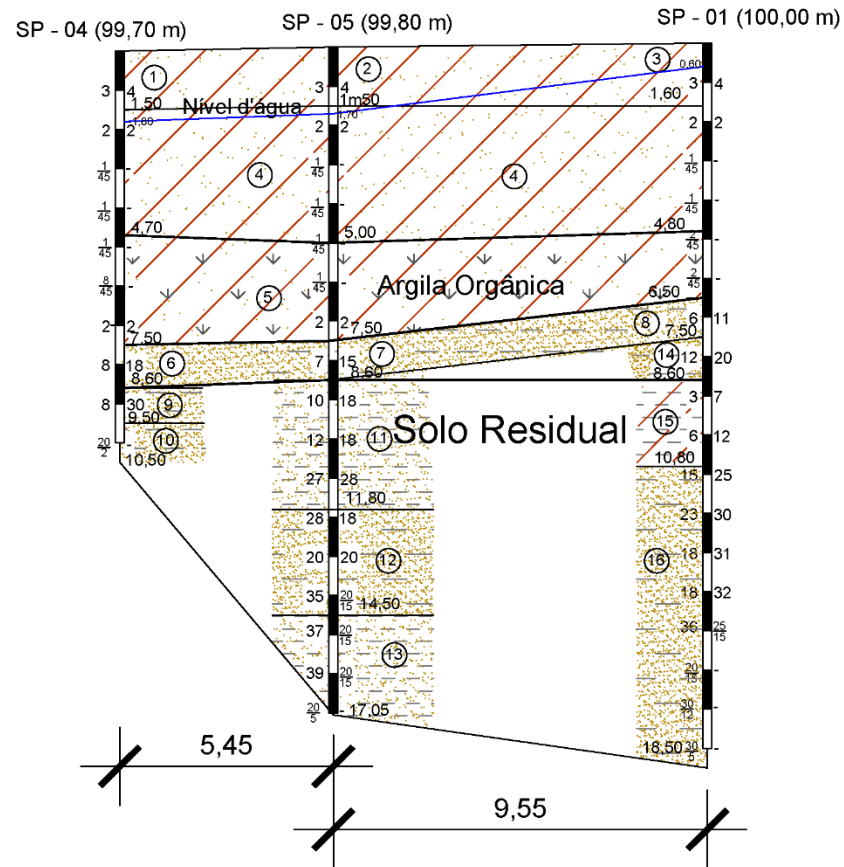
SP - 01 (100,67m)

SP - 02 (100,41m)



Legenda:	
1 - Argila site arenosa, marrom e preta, muito mole	9 - Argila muito arenosa, micácea, cinza e branca, muito mole
2 - Argila pouco arenosa, marrom, muito mole	10 - Silte argiloso, pouco arenoso, micáceo, cinza, mole a médio
3 - Argila arenosa, cinza, muito mole	11 - Silte argiloso, pouco arenoso, micáceo, cinza, rijo
4 - Argila siltosa, pouco arenosa, micácea, cinza, mole	12 - Silte muito arenoso, micáceo, cinza e branco, com pedregulho, compacto (solo residual)
5 - Argila muito arenosa, marrom e preta, muito mole	13 - Silte pouco arenoso, micáceo, cinza, medianamente compacto (solo residual)
6 - Argila orgânica, pouco arenosa, preta, muito mole	14 - Silte argiloso, pouco arenoso, micáceo, marrom, rijo a duro (solo residual)
7 - Areia fina, muito argilosa, com pedregulho, cinza, fofa	15 - Silte argiloso, pouco arenoso, micáceo, cinza, rijo a duro (solo residual)
8 - Argila orgânica, muito arenosa, com pedregulhos, preta, muito mole	16 - Silte arenoso, com pedregulhos, micáceo, marrom, compacto a muito compacto (solo residual)
	17 - Silte muito arenoso, com pedregulhos, micáceo, marrom, muito compacto (solo residual)

Figura 3.11 – Perfil geotécnico SP-01 – SP-02, terreno 4, rua Major Penha nº 158.



Legenda:	
1- Argila arenosa, micácea, vermelha, mole	9- Areia fina siltosa, micácea, cinza, compacta (solo residual)
2- Argila arenosa, micácea, marrom, muito mole	10- Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, amarela e marrom, muito compacta (solo residual)
3- Argila arenosa, micácea, marrom, mole	11- Silte arenoso, micáceo, marrom, medianamente compacto a compacto (solo residual)
4- Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, marrom muito mole	12- Areia fina siltosa, micácea, variegada, medianamente compacta a compacta (solo residual)
5- Argila orgânica, arenosa, preta e cinza, muito mole	13- Silte arenoso, micáceo, marrom, compacto a muito compacto (solo residual)
6- Areia média e grossa, com pedregulhos, variegada, medianamente compacta	14- Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, compacta
7- Areia média e grossa siltosa, micácea, com pedregulhos, medianamente compacta	15- Silte argiloso, micáceo, cinza, médio a rijo (solo residual)
8- Areia fina siltosa, micácea, cinza, medianamente compacta	16- Areia fina siltosa, micácea, amarela e marrom, compacta a muito compacta (solo residual)

Figura 3.13 – Perfil geotécnico SP-04 – SP-05 – SP-01, terreno 5, rua Elias Ferreira/Avenida Ápio Cardoso.

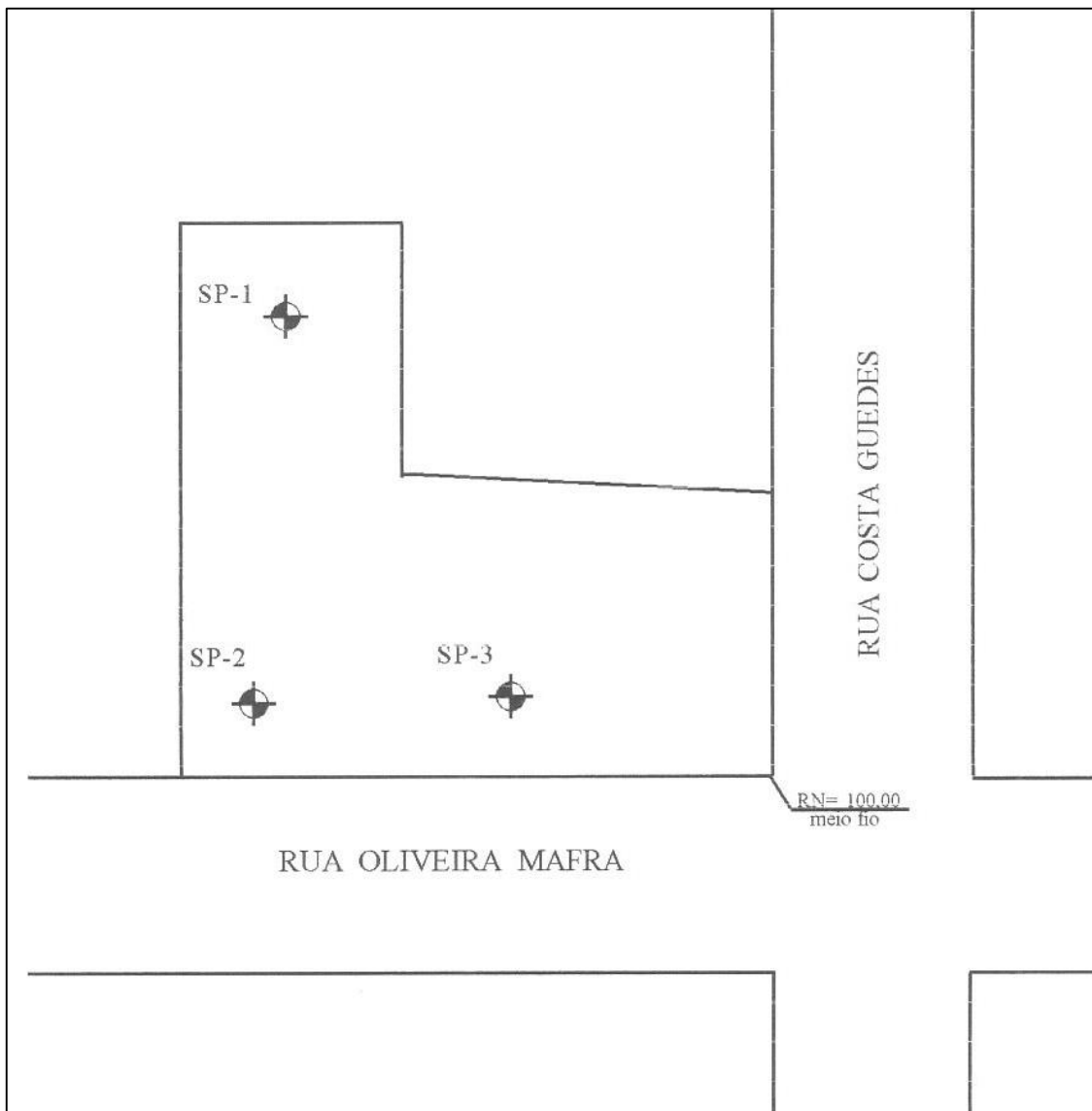


Figura 3.15. – Locação de sondagens, terreno 6, rua Oliveira Mafra/rua Costa Guedes.

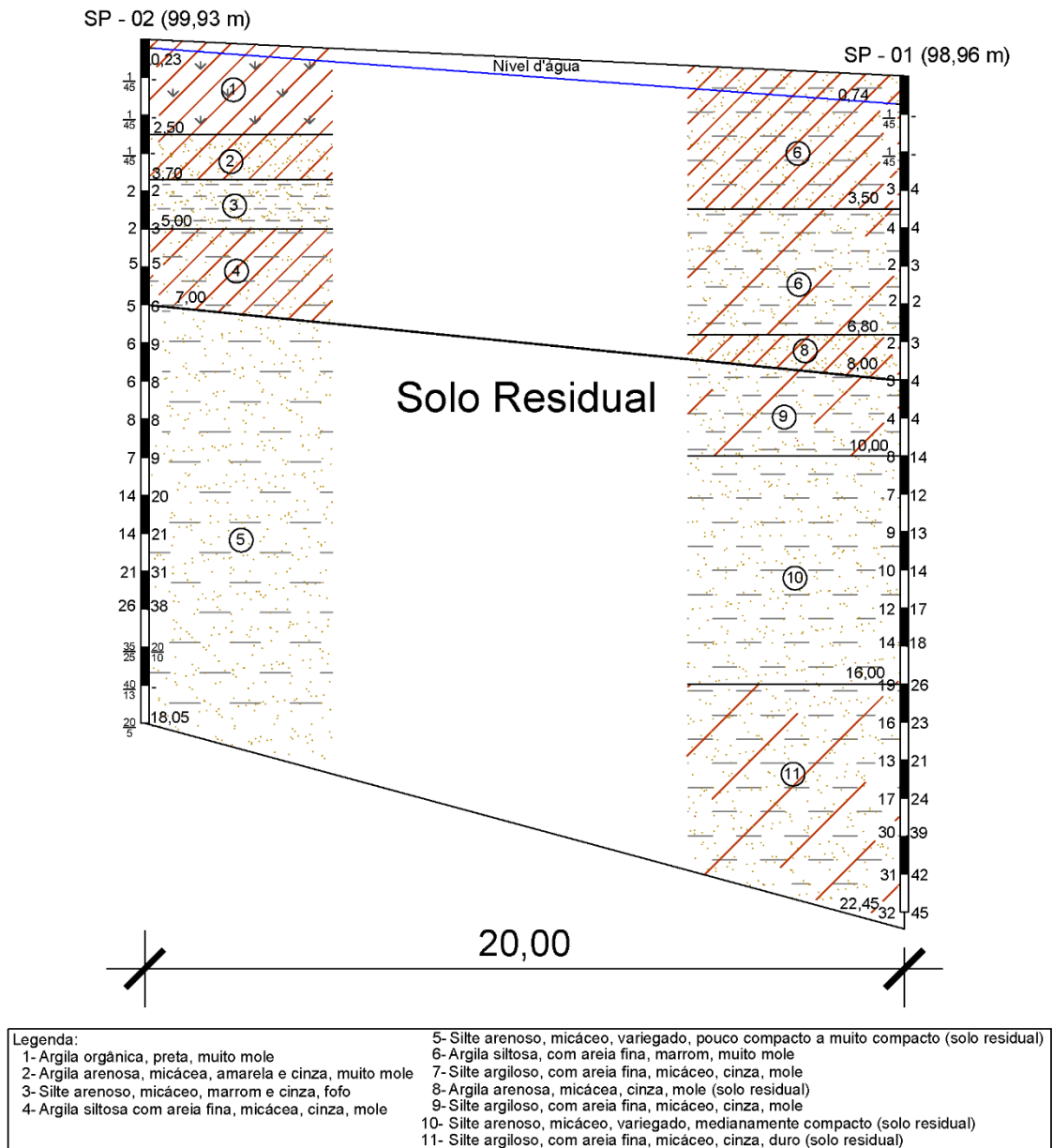


Figura 3.16 – Perfil geotécnico SP-02 – SP-01, terreno 6, rua Oliveira Mafra/rua Costa Guedes.

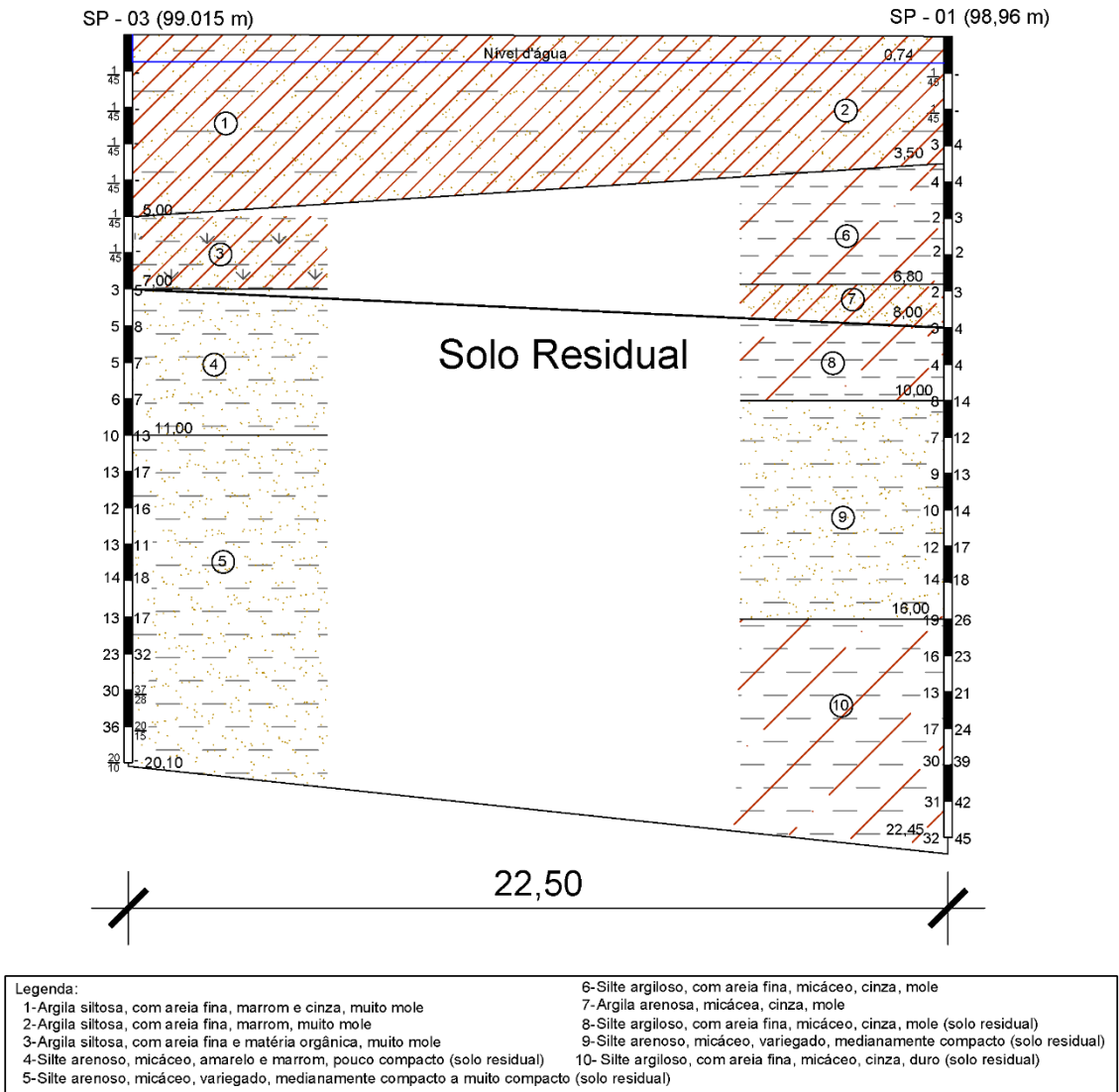


Figura 3.17 – Perfil geotécnico SP-03 – SP-01, terreno 6, rua Oliveira Mafra/ rua Costa Guedes.

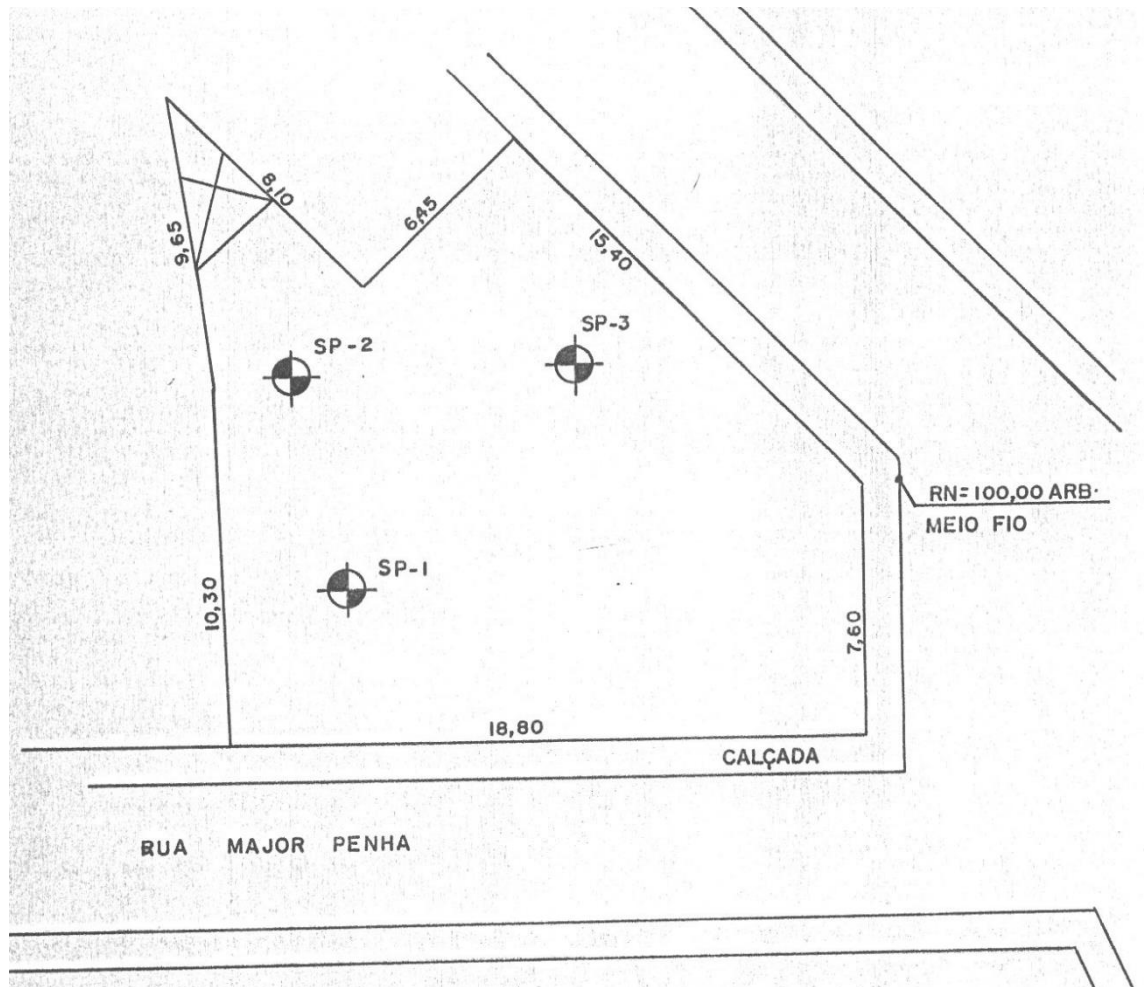
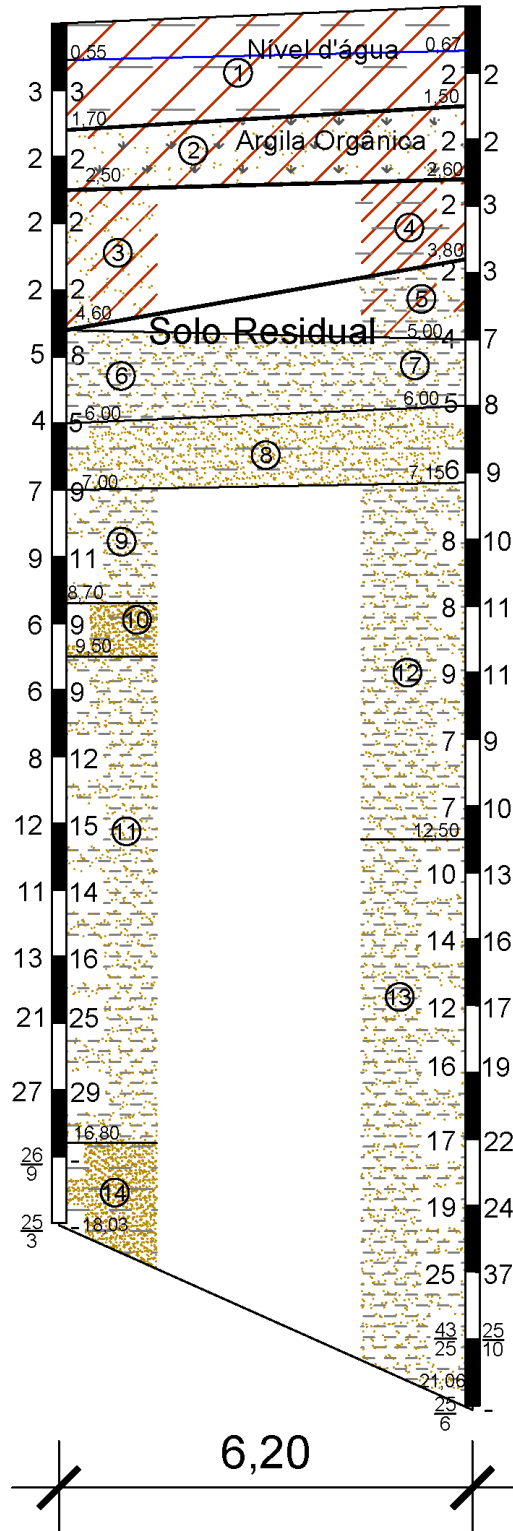


Figura 3.18 – Localização de sondagens, terreno 7, rua Major Penha nº 299.

SP - 01 (98,86 m) SP - 02 (99,12 m)

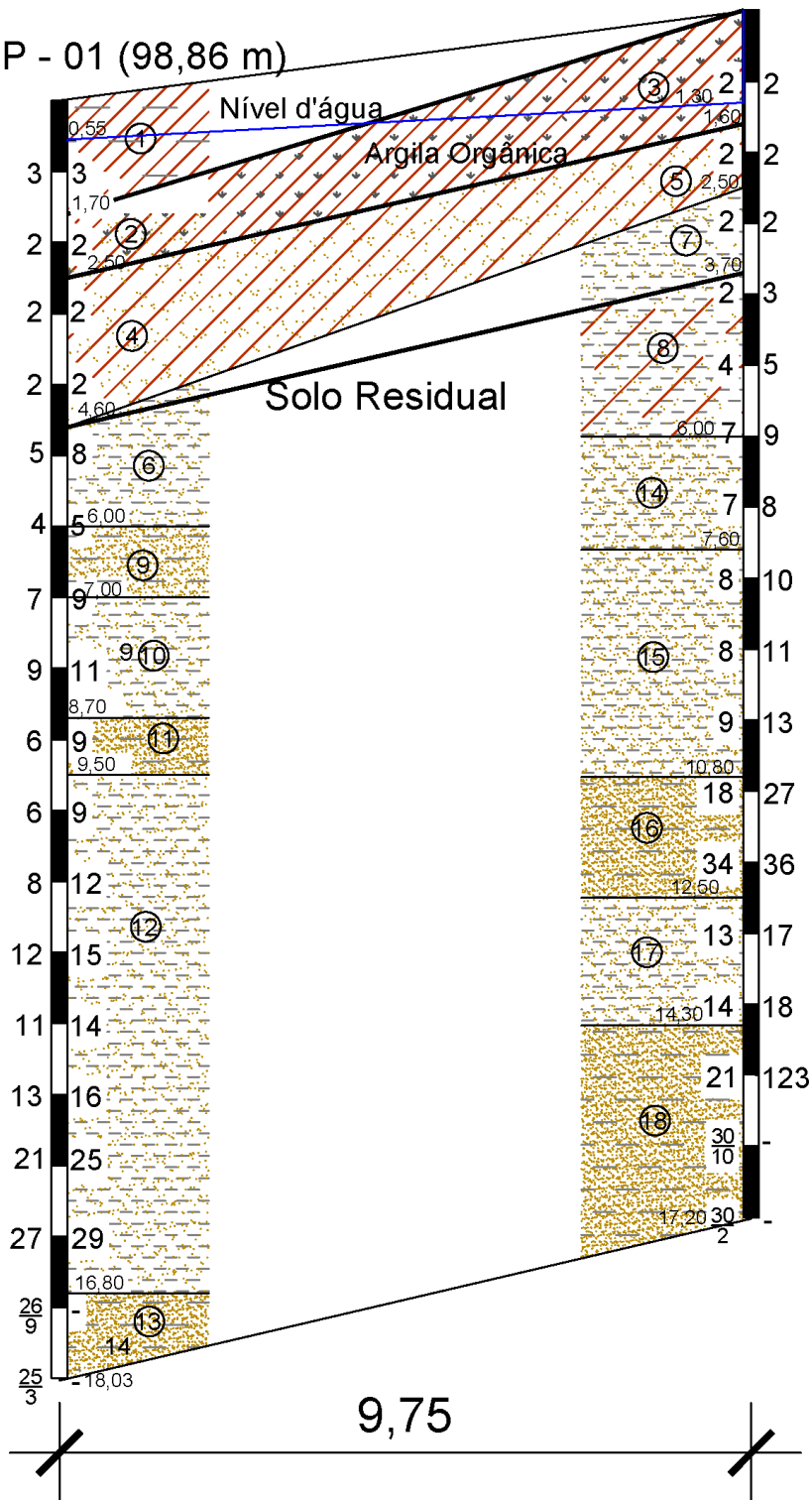


Legenda:	
1-Argila siltosa, marron, mole	8-Areia fina, siltosa, micácea, variegada, pouco compacta (solo residual)
2-Argila orgânica, arenosa, preta, muito mole	9-Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, medianamente compacto (solo residual)
3-Argila arenosa, cinza claro e escuro, muito mole	10-Areia fina, siltosa, micácea, variegada, medianamente compacta (solo residual)
4-Argila siltosa, com areia fina, cinza claro, mole	11-Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a compacto (solo residual)
5-Silte argiloso, com areia fina, micáceo, variegado, mole (solo residual)	12-Silte arenoso, micáceo, cinza e amarelo, medianamente compacto (solo residual)
6-Silte arenoso, micáceo, variegado, pouco compacto (solo residual)	13-Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a muito compacto (solo residual)
7-Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, pouco compacto (solo residual)	14-Areia media e grossa, siltosa, micácea, com pedregulhos, variegada, muito compacta (solo residual)

Figura 3.19 – Perfil geotécnico SP-01 – SP-02, terreno 7 rua Major Penha nº 299.

SP - 03 (100,13 m)

SP - 01 (98,86 m)



Legenda:

- 1- Argila siltosa, marron, mole
- 2- Argila orgânica, arenosa, preta, muito mole
- 3- Argila orgânica, preta, muito mole
- 4- Argila arenosa, cinza claro e escuro, muito mole
- 5- Argila arenosa, cinza claro, muito mole
- 6- Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, pouco compacto (solo residual)
- 7- Silte arenoso, micáceo, micáceo, cinza claro, fofo (solo residual)
- 8- Silte argiloso, com areia fina, micáceo, variegado, mole (solo residual)
- 9- Areia fina, siltosa, micácea, variegada, pouco compacta (solo residual)
- 10- Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, medianamente compacto (solo residual)
- 11- Areia fina, siltosa, micácea, variegada, medianamente compacta (solo residual)
- 12- Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a compacto (solo residual)
- 13- Areia media e grossa, siltosa, micácea, com pedregulhos, variegada, muito compacta (solo residual)
- 14- Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, pouco compacto (solo residual)
- 15- Silte arenoso, micáceo, amarelo e cinza, medianamente compacto (solo residual)
- 16- Areia media e grossa, siltosa, micácea, com pedregulhos, variegada, medianamente compacta (solo residual)
- 17- Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto (solo residual)
- 18- Areia media e fina, siltosa, micácea, com pedregulhos, variegada, medianamente compacta (solo residual)

Figura 3.20 – Perfil geotécnico SP-01 – SP-03, terreno 7 rua Major Penha nº 299.

A tabela 3.2 apresenta um resumo das profundidades iniciais mínimas e máximas, das camadas de argila orgânica, da camada de solo residual e do nível d'água. As cotas de cada terreno foram obtidas pelo Google Earth.

Tabela 3.2 - Profundidades iniciais mínimas e máximas da camada de argila orgânica, da camada de solo residual e do nível d'água e cotas dos terrenos

Terreno	Argila orgânica (m)		Nível d'água (m)		Solo residual (m)		Cota (m)
	Mínima	Máxima	Mínimo	Máximo	Mínimo	Fim da sondagem	
1	2,50	8,00	0,78	1,80	7,80	20,05	895
2	2,50	8,30	1,00	1,10	8,50	19,03	896
3	2,80	8,50	0,00	0,00	8,50	18,50	896
4	1,50	4,70	0,90	0,90	9,90	19,05	895
5	4,60	8,00	0,60	1,80	8,60	21,04	893
6	0,00	7,00	0,23	0,75	7,00	22,25	894
7	0,00	2,60	0,55	1,30	3,70	21,06	903

3.3. As Fundações do Supermercado

3.3.1 . Generalidades geotécnicas

A presença do nível d'água elevado e a camada de argila mole são condicionantes para a escolha do tipo de fundação, que, salvo a questão levantada pelo IEPHA-MG, indicaria a solução em fundações profundas, mais especificamente de estacas.

No entanto, em vista da limitação imposta pelo IEPHA e pela a Lei Municipal Complementar nº11/2000, foi empregada uma fundação superficial, descrita a seguir.

3.3.2 . A fundação empregada

As informações abaixo foram retiradas da página da internet da empresa responsável pelo projeto e execução (<http://www.crear.com.br>).

Inicialmente é descrito o sistema inventado pela empresa, chamado Hyparsystems

“Hyparsystems® são diversos processos aplicativos das membranas no ramo da engenharia, utilizados em fundações, contenções, coberturas, plataformas, obras industriais e outras diversas aplicações; Foram desenvolvidos pelo engenheiro Dr.Ronei Lombardi Filgueiras, registrados no INPI e de execução exclusiva da Crear Engenharia Ltda.

CREAR ENGENHARIA E OS SISTEMAS HYPARSYSTEMS®

Após quase duas décadas de pesquisas e realizações no campo das estruturas em membranas, o Engenheiro Ronei Lombardi Filgueiras fundou, em 1981, a firma Arbor Engenharia Ltda. e desde então se dedica exclusivamente ao planejamento e execução de estruturas não flexionais; Em 1999 foi fundada a Crear Engenharia Ltda. com o objetivo de dar continuidade destes trabalhos em todo território nacional e no exterior.

ARBOR ENGENHARIA – RT. Dr. RONEI LOMBARDI FILQUEIRAS

Empresa especializada em projetos e execução de estruturas em membranas*, abrangendo estudo de solos, projetos, execução e consultoria de sistemas estruturais em membranas com aplicações especiais às infra-estruturas:Fundações**; Muros de contenção; Pisos industriais; Pavimentação; Obras de cobertura em concreto e alvenaria armados, com grande ênfase arquitetônica em igrejas, teatros, centro de convenções, prédios comerciais e residenciais, residências, etc.

**Uso exclusivos dos processos HYPARSYSTEMS® (marcas HYPARMAT®, HYPARDECK®, HYGARGRILL® e HYPARWALL® registrados no INPI e de propriedades exclusivas.*

Em seguida é descrito o sistema Hyparsystem usado para fundações, chamado Hypermat:

***Fundações: Uso do sistema HYPARMAT®, que consiste num conjunto de membranas anticlásticas. Esta tecnologia, desenvolvida há mais de 25 anos, vem sendo largamente empregada em variadíssimos números de obras de fundações, em diferentes regiões do território brasileiro, sobre solos de fracos parâmetros de resistência, com fundações executadas para cargas de até 600 toneladas/pilar.*

HYPARSYSTEMS®

Hyparsystems® consiste em sistemas estruturais não flexionais (membranas) como soluções estruturais alternativas, conseguindo importantes vantagens quando comparadas com soluções convencionais de modelos flexionais (planos). Com a utilização das membranas projetamos e construímos obras arquitetônicas únicas e exclusivas tais como residências; teatros; igrejas; clubes e recepções; adegas; shoppings; lojas; aeroportos; hotéis, etc. Os sistemas Hyparsystems® são subdivididos conforme suas aplicações

Hyparmat®: Sistema de fundação tipo radier; constitui uma plataforma formada pela integração de módulos hiperbólicos em concreto armado interligados aos blocos de ancoragem e coroado por lajes contínuas, que já constitui o contra-piso acabado.

Hyparmat®

Fundação em radier de elevada eficiência estrutural devido à substituição de elementos planos por lâminas de dupla curvatura (parabolóides Hiperbólicos). Suas principais características e vantagens:

- Sistema utilizado em variadíssimo número de obras e em diferentes regiões do território brasileiro por ser a melhor opção de fundações sobre solos de fracos parâmetros de resistência;

- Esta tecnologia construtiva leva em consideração o centro de gravidade e momentos das diversas cargas da edificação e são distribuídas uniformemente no solo, constituindo uma única estrutura em toda a projeção da obra, conseqüentemente os recalques diferenciais são próximos a zero.

- O seu processo executivo incorpora todos os blocos de coroamento e elimina todos os cintamentos e o contra-piso já é executado simultaneamente;

- Além da enorme praticidade e economia, permite a redução do tempo de obra, já que ao finalizar a mesma teremos a primeira laje pronta com esperas dos pilares acabadas;

- Obra limpa e sem interferências nas estruturas vizinhas.

Hyparmat®: Foi desenvolvido pelo engenheiro Dr. Ronei Lombardi Filqueiras; é marca registrada de sua empresa e vem sendo aplicado por mais de 28 anos; Os serviços serão realizados conforme Normas Brasileiras da ABNT e especificações técnicas recomendadas. A Crear Engenharia projeta e executa as fundações Hyparmat sob licença exclusiva.

As figuras a seguir foram extraídas da mesma página da internet, e mostram a sequência executiva da fundação. As legendas estão embutidas nas próprias figuras.





Figura 3.21 – Sequência executiva da solução de fundação empregada no supermercado.

Depreende-se do próprio site do projetista/executor que a principal vantagem da solução adotada seria uma presumida economia de custo, pela economia de material, concreto e aço, empregados em uma solução mais convencional de radier de base em um mesmo nível. Entretanto, também pode-se concluir que o processo empregado é mais demorado do que no caso de rádiers convencionais, especialmente pela necessidade de escavação com geometria complexa.

O recalque absoluto previsto para essa fundação pelo projetista foi de 9 cm (Almeida, 2013).

3.3.3 . Os danos observados

No dia 1º de agosto de 2013 o autor do presente trabalho realizou uma vistoria no edifício do supermercado para observar possíveis danos na estrutura causados por recalques diferenciais não previstos.

Nessa vistoria foram tiradas fotos de diversas trincas, tanto na parte externa quanto na parte interna do supermercado.

Para melhor identificar o local das fotos e a posição das rachaduras os lados do supermercado foram numerados conforme a figura 3.22 abaixo.

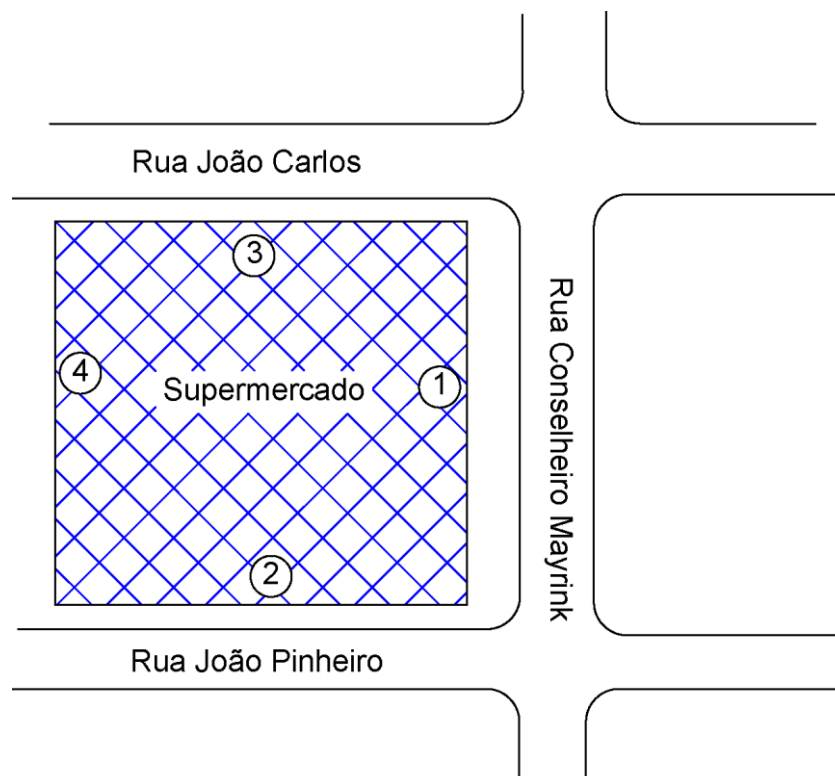


Figura 3.22 – Esquema com numeração do lados do supermercado.



Figura 3.24 - Rachadura na fachada externa (lado3).



Figura 3.25 - Rachadura na fachada externa (lado3).



Figura 3.26 - Rachadura na fachada externa (lado 2).



Figura 3.27 - Rachadura no chão do estacionamento.



Figura 3.28 - Rachadura na parede interna do estacionamento (lado 3).



Figura 3.29 - Rachadura na parede interna do estacionamento (lado 4).



Fotografia 3.30 - Rachadura na parede interna do estacionamento (lado 3).



Fotografia 3.31 - Rachadura na parede interna da loja (lado 4).



Figura 3.32- Rachadura na parede interna da loja (lado 4).



Figura 3.33- Rachadura na parede interna da loja (lado 4).



Figura 3.34 - Rachadura na parede interna da loja (lado 4).



Figura 3.35 - Rachadura na parede interna da loja (lado 3).



Figura 3.36 - Rachadura na parede interna da loja (lado 3).



Figura 3.37 - Rachadura na parede interna da loja (lado 1).



Figura 3.38 - Rachadura na fachada (lado 1).



Figura 3.39 - Rachadura na fachada (lado 1).

Através da inclinação das rachaduras pode-se definir em qual lugar houve os maiores recalques diferenciais, como mostrado figura 3.40 abaixo.

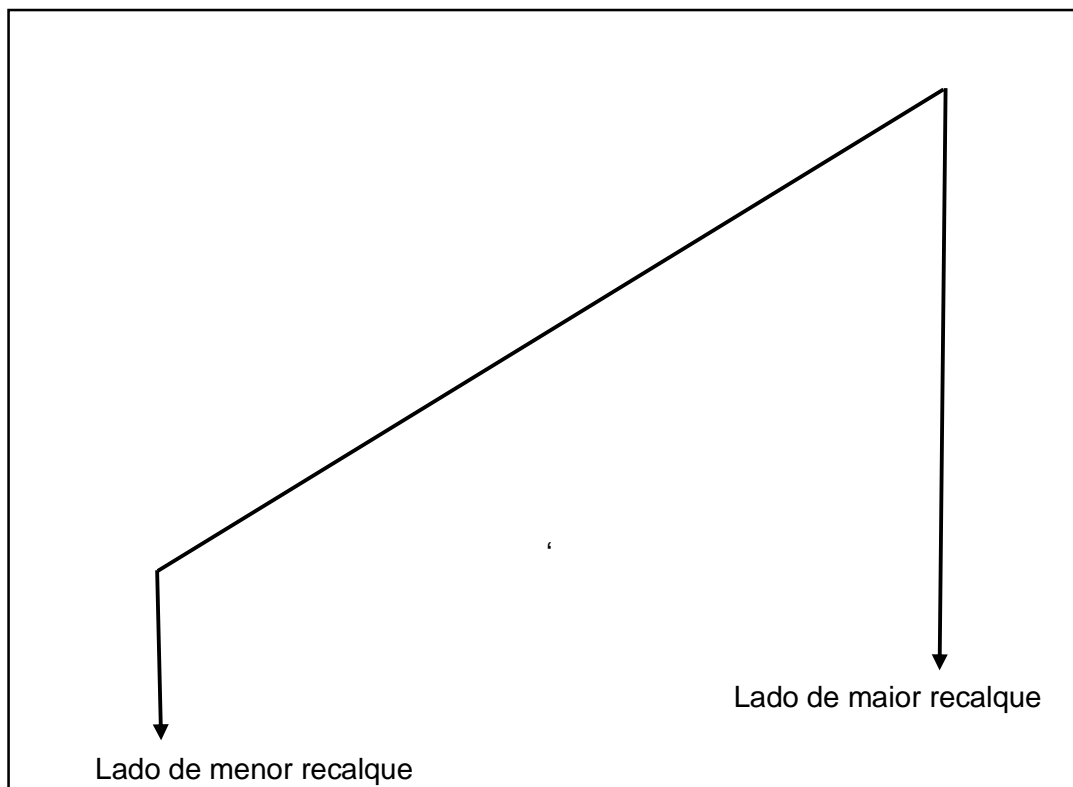


Figura 3.40. – Orientação de rachadura indicando sentido do recalque diferencial.

Apesar de não haver uma indicação nítida dos lados onde ocorreram os maiores recalques, há uma predominância no maior recalque nos sentidos para a rua Conselheiro Mayrink e para a rua João Carlos (lados 1 e 3).

Analisando os perfis geotécnicos das figuras 3.5 e 3.6 verifica-se que nessas mesmas direções estão as camadas mais espessas de argila, sendo na sondagem mais próxima da esquina dessas ruas encontrada camada de maior espessura de argila mole, atingindo 8m.

3.4 Previsão de Recalques

A fundação empregada, para efeito de análise de recalques, pode ser considerada uma placa. Nessas condições, no presente item é feita uma previsão de recalques do supermercado, admitindo-se carregamento uniforme na placa.

O recalque será previsto ocorrer por adensamento da camada de argila mole. Como pode ser observado nos perfis geotécnicos das figuras 3.5 e 3.6, a camada de argila mole ocorre em uma profundidade de até 8 metros.

Como as dimensões no terreno são muito maiores que a profundidade da camada de argila, pode-se realizar uma análise unidimensional, de aterro infinito.

Para os cálculos do recalque por adensamento será usada uma camada média de argila mole de 7 m de profundidade, com o nível da água a uma profundidade média de 1,5 m. Como não há nenhum ensaio das propriedades desse solo, a argila será considerada com um peso específico característico das argilas orgânicas, da ordem de $\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$.

Como não foi fornecido o memorial de cálculo das fundações do supermercado, então as demais sobrecargas foram estimadas para efeito prático, de acordo com a NBR 6120, da seguinte forma:

- Sobrecarga devido à placa de concreto armado:

Peso específico aparente do concreto armado (γ_c) = 25 kN/ m³

Altura da placa de concreto armado (h) = 0,60 m

Sobrecarga devida à placa de concreto armado = $\gamma_c \times h = 25 \times 0,6 = 15 \text{ kN/m}^2$

- Sobrecarga devida ao estacionamento = 3 kN/m²
- Sobrecarga devida ao supermercado = 6 kN/m²

Como na norma não há um valor mínimo para a carga vertical de um supermercado, foi utilizada a carga vertical mínima de uma biblioteca, considerando que as prateleiras de supermercado têm um peso semelhante às prateleiras de uma biblioteca, que é a maior carga vertical existente na norma.

Total de sobrecarga no terreno = 15 + 3 + 6 = 24 kN/m²

Tensão vertical efetiva existente no solo

A tensão vertical efetiva (σ'_{v0}) é calculada na camada média de argila, situada a 3,5 m de profundidade:

$$\sigma'_{v0} = (1,5 \text{ m} \times \gamma) + (2 \text{ m} \times \gamma_{\text{sub}}) = 1,5 \times 15 + 2 \times 5 = 32,50 \text{ kN/m}^2$$

Os valores do módulo oedométrico para argilas moles da ordem de grandeza de 15 a 40 kg/cm² (Kögler, Scheidig, 1948) ou 150 a 400 kN/m².

Para a estimativa do recalque por adensamento serão utilizadas duas estimativas.

A primeira será baseada no trabalho de Barata e Danziger(1986), para estimativa do módulo oedométrico (E_{ad}) das argilas sedimentares marinhas moles brasileiras. Primeiramente foi feito o esquema dos perfis mais comuns, conforme figura abaixo.

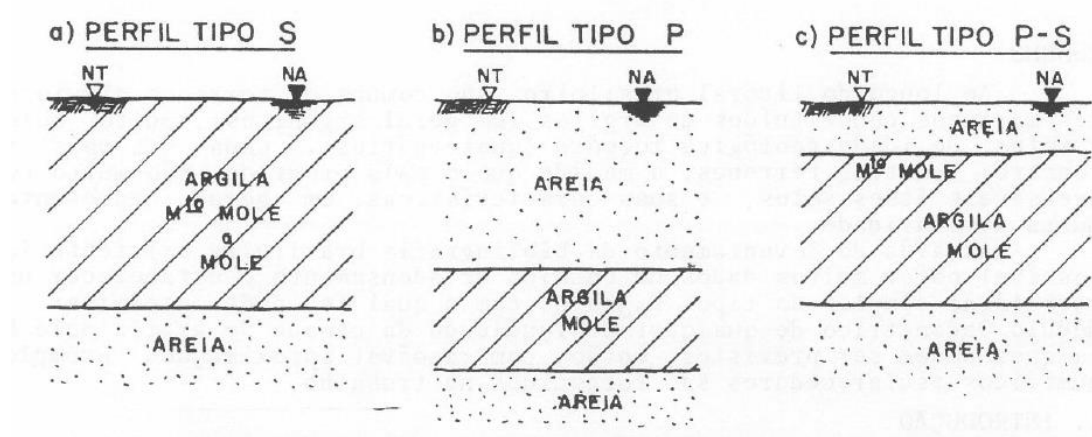


Figura 3.41 - Esquema de terrenos aluvionares marinhos típicos com camadas de argilas moles (Barata e Danziger, 1986)

O perfil em estudo encaixa-se no tipo S.

Posteriormente foi feita a correlação entre o módulo oedométrico e a pressão efetiva reinante.

“A correlação sugerida, com exceção do perfil tipo P, refere-se àquelas obtidas com base em pressões efetivas iniciais inferiores a 2kgf/cm², que são mais indicados para os perfis tipos S e P-S. (...)”(Barata e Danziger, 1986)

As correlações sugeridas são as indicadas na tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Resumo das correlações sugeridas (Barata e Danziger, 1986).

Perfil Tipo	$E_{ad} = b \cdot p_i$
S	$E_{ad} = 6 \cdot p_i$
P-S	$E_{ad} = 8 \cdot p_i$
P	$E_{ad} = 10 \cdot p_i$
S, P-S, P (sem distinção)	$E_{ad} = 7 \cdot p_i$

p_i é pressão efetiva inicial reinante à meia altura da camada compressível.

O recalque é estimado através da seguinte expressão:

$$r_{(t = \infty)} = \frac{\Delta p}{E_{ad}} \cdot H \quad (3.1)$$

onde:

$r_{(t = \infty)}$ é o recalque para tempo infinito

$\Delta p'$ é o acréscimo de pressão efetiva à meia altura da camada compressível

Δp é a pressão aplicada à superfície do terreno, em área ampla

H é a espessura inicial da camada compressível

Sendo para $t = \infty$ $\Delta p' = \Delta p$

Logo tem-se

$$E_{ad} = 6 \cdot p_i \quad (3.2)$$

“Nota: O Módulo Oedométrico a usar deve ser correspondente à pressão efetiva média entre p_i e p_f , ou seja à pressão efetiva

$$\frac{1}{2} (p_i + p_f) = p_i + \frac{1}{2} \cdot \Delta p' \quad (3.3)$$

Assim:

$$p = p_i + \frac{1}{2} \cdot \Delta p' \quad (3.4)$$

$$p = 32,50 + 24,00/2 = 44,50 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 6 \cdot 44,50 = 267 \text{ kN/m}^2$$

$$r_{(t = \infty)} = \frac{24,00 \text{ kN/m}^2}{267 \text{ kN/m}^2} \cdot 7 \text{ m} = 0,629 \text{ m} \approx 63 \text{ cm}$$

Esse recalque de 63 cm será considerado o limite superior.

Uma segunda estimativa de recalque será feita através do trabalho de Kulhaway e Mayne (1990).

Nesse manual o módulo oedométrico é chamado de módulo de compressibilidade (M_{ds}) e é obtido através da equação (3.5).

$$\frac{M_{ds}}{p_a} = f \cdot N \therefore M_{ds} = p_o \cdot f \cdot N \quad (3.5.)$$

Onde;

p_a é a atmosférica

N é o valor médio do SPT

f é o coeficiente da correlação entre o módulo e o número de golpes, função do índice de plasticidade (figura 3.42)

Primeiro é correlacionado a constante do módulo

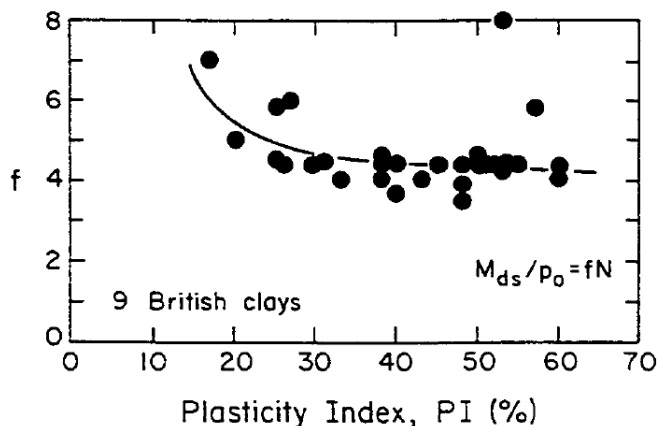


Figura 3.42 – Coeficiente f versus índice de plasticidade (PI) (Stroud, 1974)

Como não há nenhum ensaio do solo desse terreno, adotou-se um valor conservativo para f de 4,5.

O valor de SPT na camada de argila mole é de aproximadamente 2

Logo tem-se;

$$M_{ds} = 100 \times 4,5 \times 2 = 900 \text{ kN/m}^2$$

Assim sendo;

$$r_{(t=\infty)} = \frac{24,00 \text{ kN/m}^2}{900 \text{ kN/m}^2} \cdot 7 \text{ m} = 0,19\text{m} \approx 19 \text{ cm}$$

Esse será considerado o limite inferior.

Ou seja, o recalque absoluto esperado pode variar entre 19 cm e 63 cm. Mesmo o limite inferior é de recalques muito elevados.

Quanto aos recalques diferenciais e distorcionais, correspondentes, dependeriam da capacidade da fundação (e da estrutura) de torná-los uniformes. Os danos observados mostram que isto não ocorreu, ou seja, a fundação executada não funcionou de modo eficiente.

4. Considerações finais e conclusões

A cidade de Caxambu teve uma ocupação recente, apesar dos benefícios das águas minerais serem conhecidos muitos anos antes, e a primeira edificação só foi registrada há aproximadamente 160 anos. Por algumas décadas o progresso da cidade foi lento, tendo relevância no final do século XIX, quando a cidade já contava com alguns hotéis e foi construído o atual Hotel Palace, maior hotel do Brasil na época.

O maior período de progresso na cidade correu do início do século XX até a proibição do jogo em 1946, período no qual foram construídos os maiores e melhores hotéis da cidade para abrigar os veraneios que vinham atrás das águas e dos cassinos. No começo da segunda metade do século XX o centro da cidade já estava praticamente todo urbanizado e com grande ocupação dos terrenos, já possuindo edifícios de grande porte.

Nas décadas seguintes à proibição do cassino, o progresso se manteve graças à ligação por asfalto da cidade com a via Dutra. Porém a construção de edifícios com maior altura ficou praticamente estagnada, voltando a ser destaque somente a partir de 1983 até 1997, período no qual foram construídos os maiores prédios da cidade. Após o tombamento do conjunto paisagístico e arquitetônico, em 1999, houve uma paralisação das grandes construções.

No estudo do subsolo do centro da cidade foi observado que até aproximadamente a década de 1860 o terreno da cidade era um pântano e que o ribeirão Bengo, que percorre o centro da cidade, causava frequentes inundações. O centro da cidade foi drenado e o leito do ribeirão canalizado e rebaixado nos anos seguintes.

Por consequência desse pântano que existia anteriormente e da sedimentação do ribeirão Bengo, o subsolo do centro da cidade apresenta em suas primeiras camadas argilas moles, inclusive orgânicas.

Para esse tipo de subsolo é recomendado o uso de funções profundas para edificações que transmitam grande carga para o subsolo.

Entretanto, a preocupação quanto a eventuais interferências da execução de fundações profundas com as águas minerais gera a proibição dessas alternativas.

O emprego de fundações superficiais em solos de elevadas compressibilidades ocasionaria recalques absolutos elevados. Soluções de fundações superficiais deveriam ser de tal modo que os recalques distorcionais fossem limitados.

No presente trabalho é feita análise de uma fundação superficial, empregada no edifício de um supermercado no centro da cidade.

Inicialmente, chegou-se à conclusão que solução adotada geotecnicamente não apresenta nenhuma vantagem, funcionando do mesmo modo que um radier.

Além disso, o processo executivo dessa fundação é bastante complexo, sendo que o autor do presente trabalho observou sua execução e notou que demorou muitos meses para sua finalização, tempo bem maior que o necessário para execução de um radier.

A empresa responsável pelo projeto e execução afirma em sua página na internet que essa solução é vantajosa economicamente, pois utiliza menos aço e concreto que um radier. Esse trabalho não visa entrar em méritos da parte econômica dessa fundação ou de qualquer outra, mas, como parte da função de um engenheiro civil, foi levantada a questão da viabilidade econômica dessa fundação.

Foi consultado um funcionário da área financeira do supermercado, que afirmou ao autor que o faturamento médio é de R\$ 2 milhões/mês.

O custo das fundações em relação aos custo total da obra, em geral, é um pequeno percentual. Dessa forma, a economia gerada por esse tipo de fundação, se é que realmente gera economia em relação a um radier, provavelmente não compensou a perda de faturamento causada pela demora de sua execução.

No site da empresa responsável pela fundação também é dito que essa solução tem eficiência estrutural, garantindo que os recalques diferenciais são próximos a zero.

Essa afirmação não foi comprovada na prática, já que em uma inspeção no edifício do supermercado foram encontradas várias trincas nas paredes e no piso, em todo o perímetro da edificação.

Foi concluído que a fundação adotada no supermercado não foi eficiente, pois não foi capaz de uniformizar os recalques de modo a evitar as trincas constatadas na edificação. Os recalques previstos no presente trabalho situaram-se na faixa de 19 cm a 63 cm, que são muito maiores que o valor previsto pelo projetista, de 9 cm (Almeida, 2013). Os danos constatados apontam no sentido da ocorrência de recalques muito elevados.

Soluções em fundações superficiais em que a previsão seja de recalques significativos, com qualquer geometria, deveriam ter obrigatoriamente seus recalques controlados.

Ao longo do presente trabalho conclui-se que as fundações mais indicadas para edificações de grande porte, para o perfil geotécnico do centro da cidade, são as fundações profundas, com estacas, e que estas não deveriam ser descartadas pelo IEPHA e pela Prefeitura da cidade antes de ensaios de campo para definir a real interferência das estacas na vazão das fontes do Parque das Águas. É relevante

ressaltar que o uso de fundações superficiais não é descartado, apesar da fundação adotada no supermercado não ter tido um bom desempenho, mostrando-se ineficaz.

Entretanto são necessários estudos e ensaios mais aprofundados do solo do terreno onde a fundação superficial vier a ser utilizada, levando-se também em conta todos os aspectos econômicos do empreendimento.

Referências bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas, *NBR 6120/1980: Cargas para cálculos de estruturas, de edificações*, Rio de Janeiro, 1980.

Almeida. C., “comunicação pessoal”, 2013.

Barata, F. E., Danziger, B. R., “Argilas sedimentares Marinhas Moles Brasileiras”. *VIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações*, Porto Alegre, 1986.

Gadben, M. N., “comunicação pessoal”, 2013.

Kögler, F., Scheidig, A., **Bauground und Bauwerk**, 5 ed., V.V.W. Enerst e Sohn, Berlin, 1948.

Kulhaway, F.H., Mayne, P.W., *Manual on Estimating Soil for Foundation*, EL-6800, Cornell Univerity, Ithaca, 1990.

Lemos, M. L., **Caxambu: de Água Santa a Patrimônio Vol. 2.**, 1 ed. Maria de Lourdes Lemos Editora, Rio de Janeiro, 2007.

Lemos, M. L., **Fontes e Encantos de Caxambu**. 1 ed. ZIT Gráfica e Editora LTDA, 1998.

Safady, E. G., “comunicação pessoal”, 2013.

Stroud, M. A., “The SPT in Insensitive Clays and Soft Rocks”, *Proceedings, Eupean Symposium on Penetration Testing*, Vol. 2.2, Estocolmo, 1974.

Referencias eletrônicas


- Google Earth, 2013, acessado em 18 de agosto 2013.
- Google Earth, 2013, acessado em 26 de agosto 2013.
- <http://bndigital.bn.br/>, acessado em 14 de agosto de 2013.


- <http://www.coladaweb.com/mapasestcont/12.jpg>, acessado em 18 de agosto de 2013.
- <http://www.descubracaxambu.com.br>, acessado em 05 de agosto 2013.


Anexos


Anexo I – Boletins de Sondagens


**Anexo I.I - Boletins de sondagem terreno 1, rua Conselheiro
Mayrink, s/nº.**

Cliente		EMPRESA CAXAMBU COM. IND. LTDA				 ENGEOTEC engenharia e fundações Ltda.				
Local		RUA CONSELHEIRO MAYRINK S/N° CAXAMBU – MG								
Sondagem:		SP-01 Cota: 100,05								
Cota em relação ao RN	A M O S T R A	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm)				Data	23/12/00	Escala	1/100
			N° de golpes		Gráfico		Ref.	RS-1201-CX/00	Des. N°	02
N.A			1° e 2°	2° e 3°	10	20	30	40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
100	①	1,55	2	2					Argila arenosa, marron, muito mole.	
	②	2,50	2	2					Argila siltosa, com areia fina e matéria orgânica, cinza, muito mole.	
	③		2	2						
	④		2	2						
95	⑤	5,00	2/45	—						Argila orgânica arenosa, preta, muito mole.
	⑥	6,70	2/45	—					Areia fina argilosa, micácea, cinza, pouco compacta.	
	⑦		3	5					Areia média e fina siltosa, micácea, cinza, fôfa a pouco compacta.	
	⑧	8,00	3	4						
	⑨	9,60	5	6						
90	⑩		5	7					Silte argiloso, com areia fina, micáceo, amarelo e cinza, médio.	
	⑪		6	8						
	⑫	12,00	9	11					Silte arenoso, micáceo, amarelo, medianamente compacto.	
	⑬		14	19						
	⑭	14,70	13	18					Areia fina siltosa, micácea, amarela e branca, medianamente compacto.	
85	⑮	15,80	12	17						
	⑯		14	18					Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a compacto.	
	⑰		18	21						
	⑱	18,00	47/22	20/7					Areia média e fina siltosa, micácea, variegada, muito compacta.	
	⑲		25/8	—						
80	⑳	20,05	20/5	—					Limite da Sondagem	
PROFUND. DO N.A (cm)			⊗	AMOSTRA NÃO RECUPERADA				H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes	
INICIAL	FINAL	NFE	N.A NÃO FOI ENCONTRADO				P/N			
19/12/00	20/12/00	NFO	N.A NÃO FOI OBSERVADO				P/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes + peso batente		
1,20	1,55									

Cliente		EMPRESA CAXAMBU COM. IND. LTDA.				 ENGEOTEC engenharia e fundações Ltda.				
Local		RUA CONSELHEIRO MAYRINK S/N° CAXAMBU – MG								
Sondagem:		SP-02	Cota: 100,01							
Cota em relação ao RN	AMOSTRA	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm)				Data	23/12/00	Escala	1/100
			N° de golpes		Gráfico		Ref.	RS-1201-CX/00	Des. N°	03
N.A			1° e 2°	2° e 3°	10	20	30	40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
100 0,78	①	2	2						Argila siltosa, com areia fina e matéria orgânica, marron e cinza, muito mole.	
	②	2	2						Argila arenosa, marron, muito mole.	
	③	2	2							
	④	2	2						Argila orgânica arenosa, preta, muito mole.	
95	⑤	2	2							
	⑥	2/45	-						Areia fina siltosa, micácea, cinza, fôfa.	
	⑦	7,00	3	4						
	⑧	8,00	13	14					Solo Residual	
	⑨		14	17						
90	⑩		15	19						
	⑪		17	29						
	⑫		10	14					Areia média e fina, siltosa, micácea, variegada, compacta a muito compacta.	
	⑬	13,70	11	21						
	⑭		26	27					Silte arenoso, micáceo, cinza e amarelo, muito compacto.	
85	⑮		25	28						
	⑯	16,50	42	26/15					Limite da Sondagem	
	⑰		40	28/15						
	⑱	18,05	30/5	-						
80										
PROFUND. DO N.A (cm)		⊗	AMOSTRA NÃO RECUPERADA				H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes		
INICIAL	FINAL	NFE	N.A NÃO FOI ENCONTRADO				P/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes + peso batente		
20/12/00	21/12/00	NFO	N.A NÃO FOI OBSERVADO							
0,70	0,85									


Cliente		EMPRESA CAXAMBU COM. IND. LTDA.				 ENGEOTEC engenharia e fundações ltda.		
Local		RUA CONSELHEIRO MAYRINK S/Nº CAXAMBU – MG						
Sondagem:		SP-03		Cota: 100,02		Data 23/12/00		
Cota em relação ao RN	A M O S T R A	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm)				Escala 1/100	
			Nº de golpes		Gráfico		Ref. RS-1201-CX/00	
N.A.			1ª e 2ª	2ª e 3ª	10	20	30	
					40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
100	1,05						Argila arenosa, marron, muito mole.	
							Argila orgânica arenosa, preta, muito mole.	
							Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, cinza, muito mole.	
							Areia fina argilosa, micácea, com matéria orgânica, fôfa.	
							Silte argiloso, com areia fina, micáceo, amarelo e cinza, médio.	
95		4,80	2/45	—			Silte arenoso, micáceo, amarelo e cinza, medianamente compacto, a compacto.	
		6,00	2/45	—			Areia fina siltosa, micácea, variegada, compacta.	
		6,90	3	4			Silte arenoso, micáceo, amarelo e cinza, medianamente compacto.	
		8,00	3	6			Areia média e fina siltosa, micácea, variegada, compacta a muito compacta.	
		9,70	6	10			Limite da Sondagem	
90			9	14				
		11,50	14	19				
		12,60	16	19				
		14,00	17	18				
		14,00	25	35				
85			35/12	—				
		16,05	35/5	—				
80								
PROFUND. DO N.A (cm)		⊗		AMOSTRA NÃO RECUPERADA		H/N		
INICIAL	FINAL	NFE		N.A NÃO FOI ENCONTRADO		O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes		
21/12/00	22/12/00	NFO		N.A NÃO FOI OBSERVADO		P/N		
0,90	1,05					O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes + peso batente		

Cliente		EMPRESA CAXAMBU COM. IND. LTDA				 ENGEOTEC engenharia e fundações Ltda.				
Local		RUA CONSELHEIRO MAYRINK S/Nº CAXAMBU – MG								
Sondagem:		SP-04		Cota: 100,92						
Cota em relação ao RN	A M O S T R A	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm)				Data	23/12/00	Escala	1/100
			Nº de golpes		Gráfico		Ref.	RS-1201-CX/00	Des. Nº	05
N.A			1ª e 2ª	2ª e 3ª	10	20	30	40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
100									Argila arenosa, marron, muito mole.	
1,50	①		2	3						
	②		2	2					Argila orgânica arenosa, preta, muito mole.	
	③		2/45	—						
	④	4,80	2/45	—					Areia fina argilosa, micácea, com matéria orgânica, fôfa.	
	⑤		2/45	—						
95	⑥	6,50	2/45	—					Silte argiloso, com areia fina, micácea, amarelo e cinza, médio.	
	⑦		2	2						
	⑧	7,80	3	5					Solo Residual	
	⑨		4	6						
	⑩		5	8					Silte arenoso, micácea, variegado, medianamente compacto, a muito compacto.	
	⑪		6	9						
90	⑫	12,00	12	16					Limite da Sondagem	
	⑬		17	24						
	⑭		22	27						
	⑮		40	27/15						
85	⑯		45	30/15						
	⑰	17,30	52	31/15						
PROFUND. DO N.A (cm)		⊗	AMOSTRA NÃO RECUPERADA				H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastas		
INICIAL	FINAL	NFE	N.A NÃO FOI ENCONTRADO				P/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastas + peso batente		
21/12/00	22/12/00	NFO	N.A NÃO FOI OBSERVADO							
1,25	1,50									

Cliente		EMPRESA CAXAMBU COM. IND. LTDA.				 ENGEOTEC engenharia e fundações Ltda.				
Local		RUA CONSELHEIRO MAYRINK S/N° CAXAMBU – MG								
Sondagem: SP-05		Cota: 101,02								
Cota em relação ao RN	A M O S T R A	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm)				Data	23/12/00	Escala	1/100
			N° de golpes		Gráfico		Ref.	RS-1201-CX/00	Des. N°	06
N.A			1° e 2°	2° e 3°	10	20	30	40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
100	①	2/45	—	—					Argila arenosa, marron, muito mole.	
1,57	②	2/45	—	—						
	③	2/45	—	—						
	④	2/45	—	—						
	⑤	4,60	2	2					Areia fina argilosa, micácea, cinza, fôfa.	
	⑥	5,80	2	2					Argila orgânica arenosa, prêta, muito mole.	
95	⑦		2	2						
	⑧	8,00	3	4					Silte argiloso, com areia fina, micáceo, marron e cinza, mole a médio.	
	⑨		5	6						
	⑩	9,70	8	11						
	⑪		10	16					Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto, a compacto.	
90	⑫		18	22						
	⑬		32	41/26						
	⑭		25	33						
	⑮		37	44/25						
	⑯									
	⑰								Limite da Sondagem	
85	⑱	16,23	45/23	20/8						
PROFUND. DO N.A (cm)			⊗	AMOSTRA NÃO RECUPERADA				H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes	
INICIAL	FINAL	NFE	N.A NÃO FOI ENCONTRADO				P/N			
22/12/00	23/12/00	NFO	N.A NÃO FOI OBSERVADO					O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes + peso batente		
1,40	1,60									

Anexo I.II - Boletins de sondagem terreno 2, rua Major Penha, nº 158.

Cote em relação ao R.N.		Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes / 30 cm)				Gráfico				CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
Amostra			1ª e 2ª Penetração		2ª e 3ª Penetração		10	20	30	40		
Nível d'Água		1ª e 2ª		2ª e 3ª								
1,10		1	1/45	-						Argila arenosa, marrom, muito mole. (aterro)		
		2	1/45	-						Argila orgânica, preta muito mole.		
		3	1/45	-								
95		4	2	2						Areia fina siltosa, micácea, cinza, fofa.		
		5	2	2								
		6	2/45	-								
		7	2	3						Silte argiloso, micáceo, com matéria orgânica, marrom e cinza, mole.		
		8	2	3								
90		9	3	4								
		10	3	4								
		11	3	4								
		12	6	11						Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, cinza, medianamente compacto.		
		13	6	10								
85		14	8	17								
		15	9	17								
		16	13	21						Silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, amarelo, duro.		
		17	45	32								
		18	40	48								
80		19,03	30/3	-						Silte arenoso, micáceo, marrom e cinza, muito compacto.		
Limite da sondagem												
PROFUND. DO N.º A. (m)		INICIAL		FINAL		AMOSTRA NÃO RECUPERADA		N		O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes		
		2,00		1,10		NENHUMA NÃO FOI ENCONTRADA		P/N		O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente		
		01/12/92		02/12/92		NENHUMA NÃO FOI OBSERVADA		P/N				

Cliente EDIFÍCIO PARQUE DAS ÁGUAS		 Engenharia e fundações				
Local: Rua Major Penha nº 158 Caxambu - Minas Gerais						
SONDAGEM: SP - 2 COTA: 99,85		Data 11/12/92 Escala 1/100				
Cota em relação ao R-N	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30 cm)		Ref CX-018/92	Des Nº 003
			Nº de golpes	Gráfico		
Nível d'Água			1ª e 2ª 2ª e 3ª	10 20 30 40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
1,10	1		2 2		Argila arenosa, amarela muito mole. (aterro).	
	2		2/45 -		Argila orgânica, prêta, muito mole.	
	3		2/45 -		Argila orgânica, prêta, muito mole.	
	4	4,50	2/45 -		Argila orgânica, prêta, muito mole.	
95	5		1/45 -		Argila orgânica, prêta, muito mole.	
	6		1/45 -		Argila orgânica, prêta, muito mole.	
	7	7,00	2 30		Silte argiloso, micáceo com matéria orgânica, cinza, mole.	
	8		2 4		Silte argiloso, micáceo com matéria orgânica, cinza, mole.	
	9	8,70	5 9		Silte argiloso, micáceo com matéria orgânica, cinza, mole.	
90	10		8 12		Silte argiloso, micáceo com matéria orgânica, cinza, mole.	
	11		8 10		Silte argiloso, micáceo com matéria orgânica, cinza, mole.	
	12		8 10		Silte arenoso, micáceo marrom, medianamente compacto a muito compacto.	
	13		8 12		Silte arenoso, micáceo marrom, medianamente compacto a muito compacto.	
	14		11 22		Silte arenoso, micáceo marrom, medianamente compacto a muito compacto.	
85	15		35 27		Silte arenoso, micáceo marrom, medianamente compacto a muito compacto.	
	16		30/7 -		Silte arenoso, micáceo marrom, medianamente compacto a muito compacto.	
		17,03	30/3 -		Limite da sondagem.	
PROFUND. DO N.º (m)		<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA		H/N O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes		
INICIAL	FINAL	<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO FOI ENCONTRADO		P/N O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente		
02/12/92	03/12/92	<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO FOI OBSERVADO				

Ciente
EDIFÍCIO PARQUE DAS ÁGUAS

Local: Rua Major Penha, nº 158
Caxambu - Minas Gerais



SONDAGEM: SP- 3 COTA: 99,85


Cota em relação ao R-N: Amostra Profundidade da camada (m) Penetração (golpes/30 cm) 1ª e 2ª Penetração 2ª e 3ª Penetração Data 11/12/92 Escala 1/100 Ref CX-018/92 Des Nº 004

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL

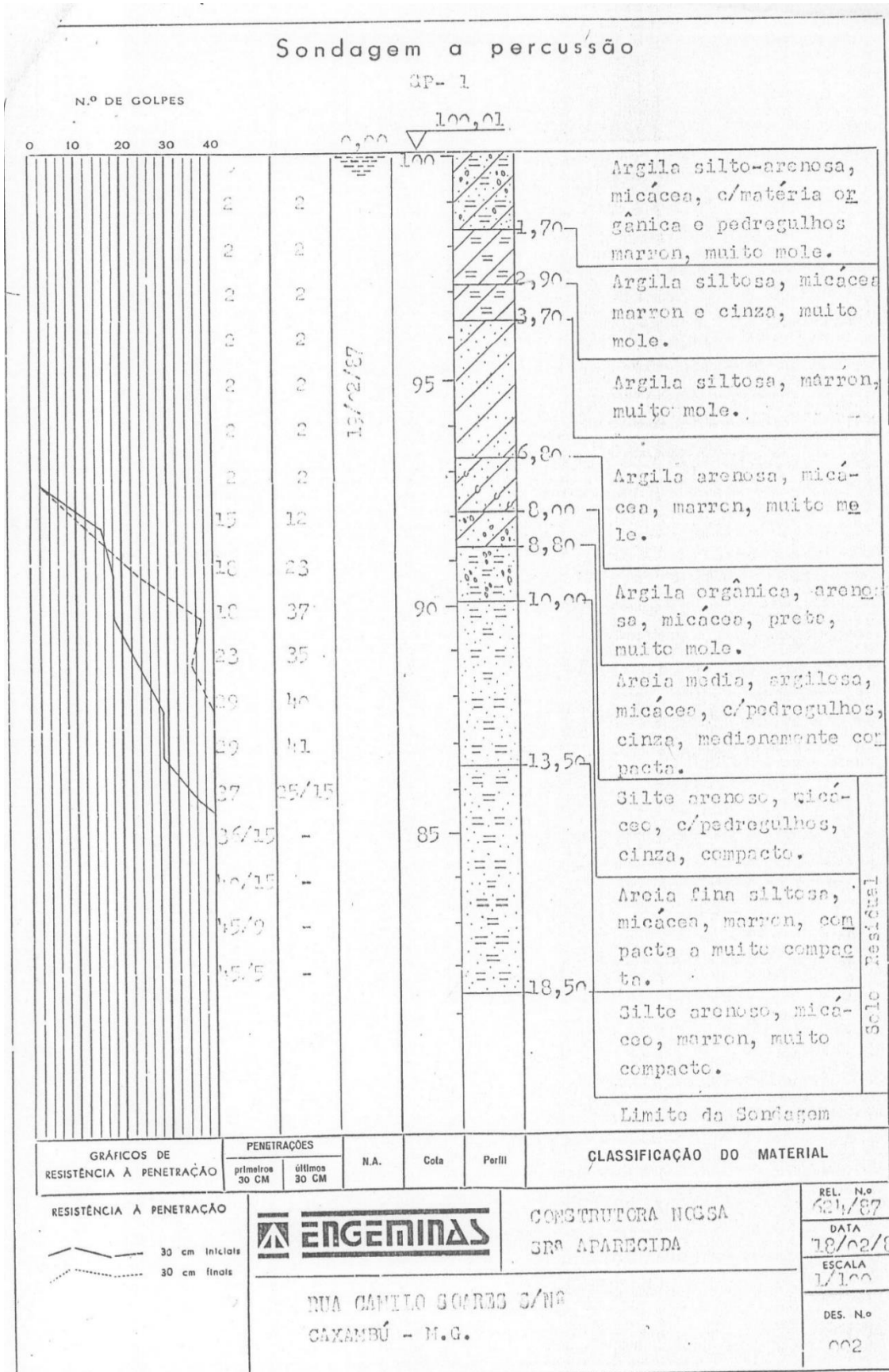
Cota em relação ao R-N	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30 cm)			Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
			1ª e 2ª	2ª e 3ª	10 20 30 40		
1,00	1		2	2		Argila arenosa, marrom e amarela, muito mole. (atarro)	
	2	2,50	2/45	-		Argila orgânica, cinza, muito mole.	
	3		2	2			
95	4	4,60	2	2		Argila arenosa, micácea, cinza e amarela, muito mole.	
	5	5,50	2/45	-			
	6		2/45	-			
	7		2/45	-		Argila orgânica arenosa, cinza, muito mole.	
	8	8,30	3	5			
90	9		9	13		Areia fina siltosa, micácea com pedregulhos, branca e amarela, pouco compacta a compacta.	
	10		21	22			
	11		18	18			
	12	12,80	19	26		Siltos arenoso, micáceo, cinza, medianamente compacto.	
	13		9	13			
85	14	14,50	9	15		Areia média e fina, siltosa, com pedregulhos, branca e cinza, muito compacta.	
	15		32	22/15			
	16	17,04	27/15	-		Limite da sondagem	
			30/4	-			

Solo Residual

PROFUND. DO N.A. (m)	INICIAL	FINAL	03/12/92	04/12/92	<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA	H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes
					<input type="checkbox"/> AREIA NÃO FOI ENCONTRADO	P/N	O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente
					<input type="checkbox"/> INFORMAÇÃO NÃO FOI OBSERVADO		

Cliente EDIFÍCIO PARQUE DAS ÁGUAS									
Local: Rua Major Penha, nº158 Cazambú - Minas Gerais									
SONDAGEM: SP-4 COTA: 99,90				Data 11/12/92		Escala 1/100			
Cota em relação ao R-N	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30 cm)				Ref CX-018/92	Des Nº 005	
			1ª e 2ª Penetração		2ª e 3ª Penetração				
NIVEL D'ÁGUA			Nº de golpes		Gráfico		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
			1ª e 2ª	2ª e 3ª	10 20 30 40				
1,00	1		2	2			Argila arenosa, marrom e amarela, muito mole. (aterro)		
	2		2	2					
	3	3,50	2/45	-					
95	4		2/45	-			Argila orgânica, preta, muito mole.		
	5		2	2					
	6		2	2					
	7	7,00	3	4					
	8	8,50	5	7			Silte arenoso, micáceo, com matéria orgânica, cinza, pouco compacto.		
90	9		17	23					
	10		17	18			Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos branca e cinza, compacta.		
	11	11,50	16	20					
	12		13	13					
	13		8	13					
85	14		9	14			Silte arenoso, micáceo, cinza, medianamente compacto.		
	15	15,70	11	17					
	16		30	42			Areia média e fina siltosa, micácea, com pedregulhos, branca e amarela, muito compacta.		
	17		53	53/15					
		18,05	30/5	-			Limite da sondagem.		
PROFUND. DO N.º (m)			<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA				H/N O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes		
INICIAL		FINAL		<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA				P/N O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso do balante	
2,00		1,00		<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA					
03/12/92		04/12/92							

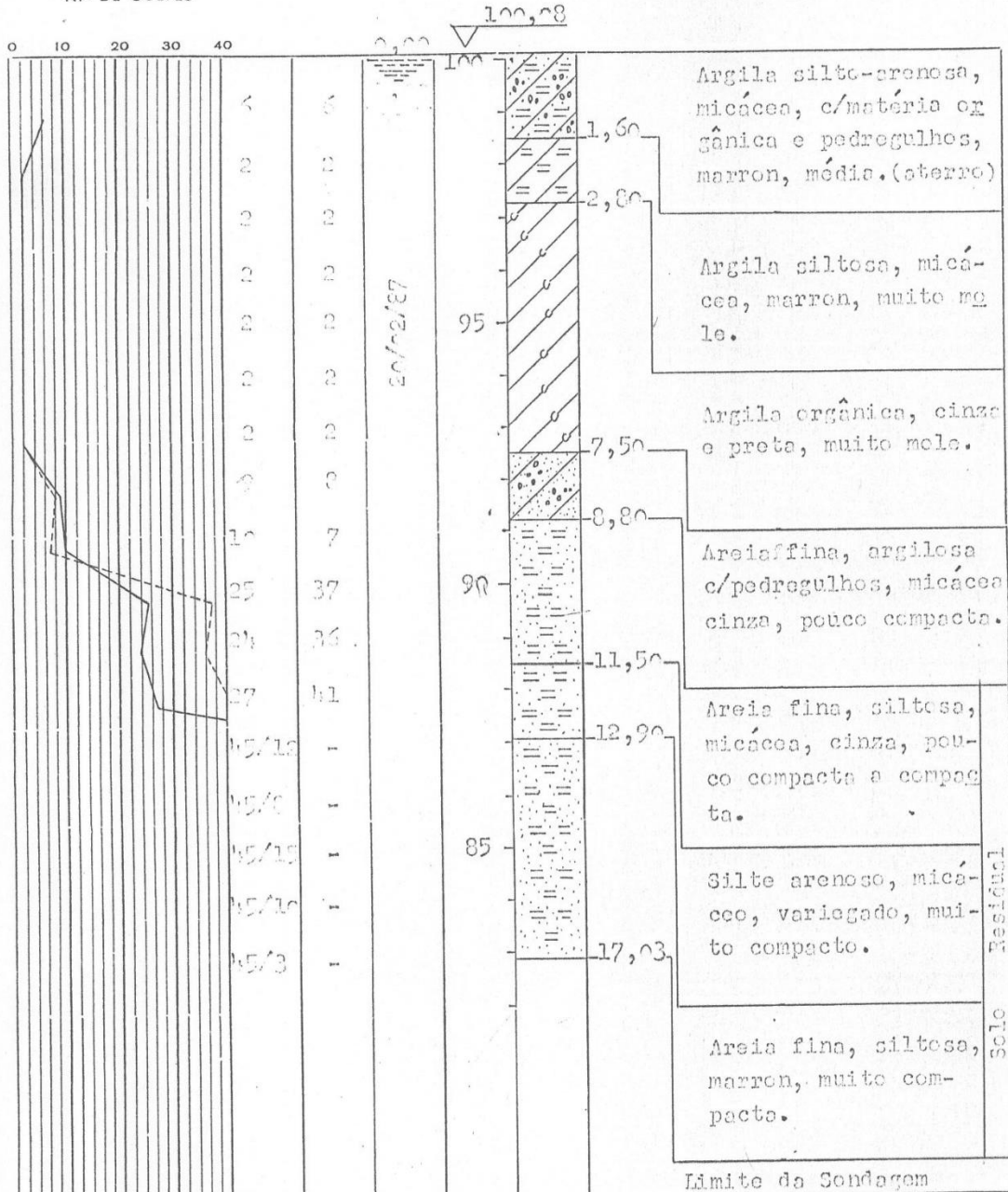
Anexo I.III - Boletins de sondagem terreno 3, avenida Camilo Soares, s/nº.



Sondagem a percussão

SP- 2

N.º DE GOLPES



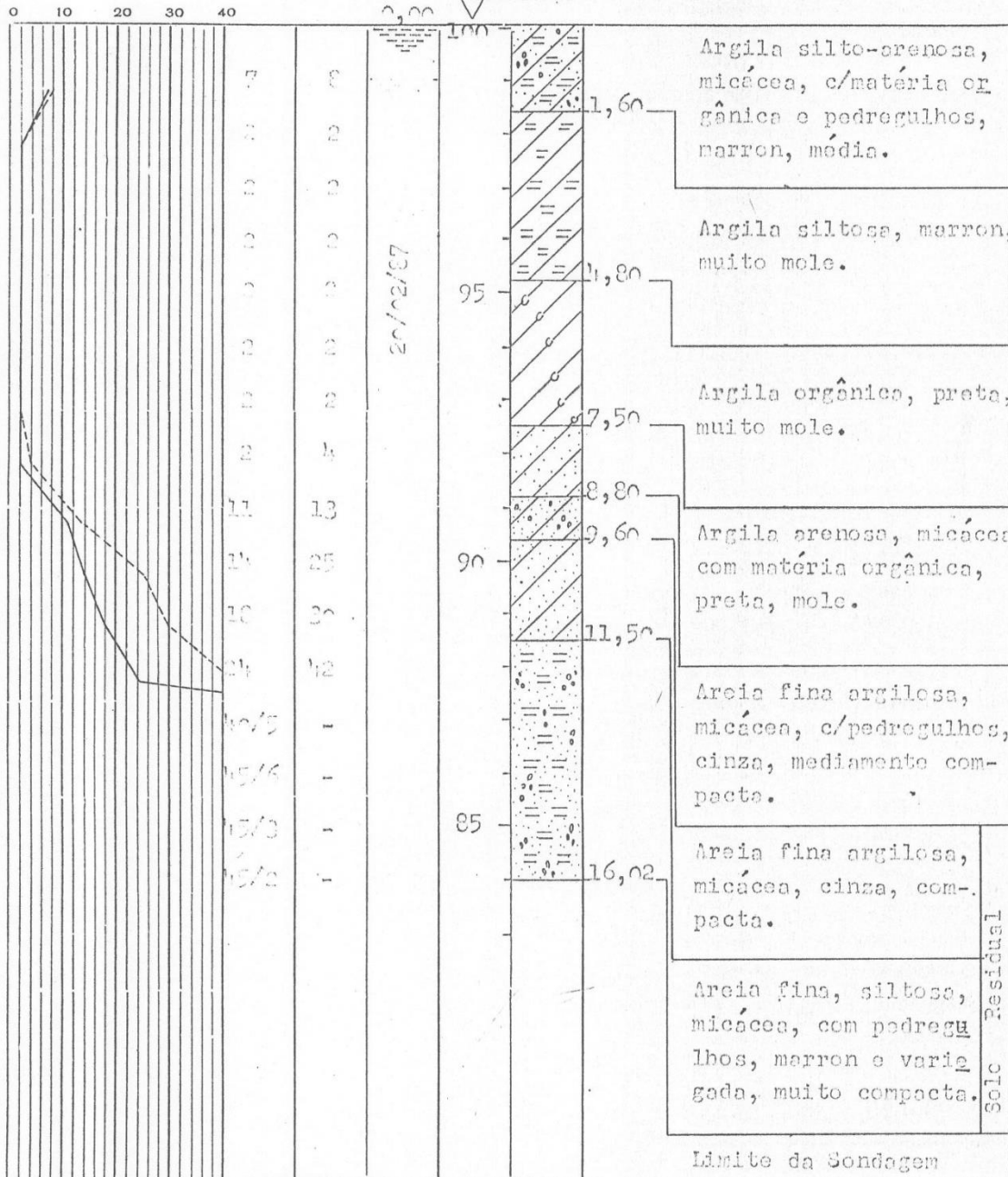
GRÁFICOS DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO 30 cm Iniciais 30 cm finais	PENETRAÇÕES primeiros 30 CM últimos 30 CM		N.A.	Cota	Perfil	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO			CONSTRUTORA NCGSA SRA APARECIDA		
RUA CAMILO SOARES S/Nº CAXAMBÚ - M.G.						Solo Resistível

Sondagem a percussão

SP- 3

100,02

N.º DE GOLPES



GRÁFICOS DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÕES		N.A.	Cota	Perfil	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
		primeiras 30 CM	últimas 30 CM				

RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO

30 cm Iniciais
30 cm finais



CONSTRUTORA NOSSA
SRE APARECIDA

REL. N.º
624/87

DATA
19/02/87

ESCALA
1/100

DES. N.º

004

RUA CAMILO SCARES 3/Nº
CAXAMBÚ - M.G.

Sondagem a percussão

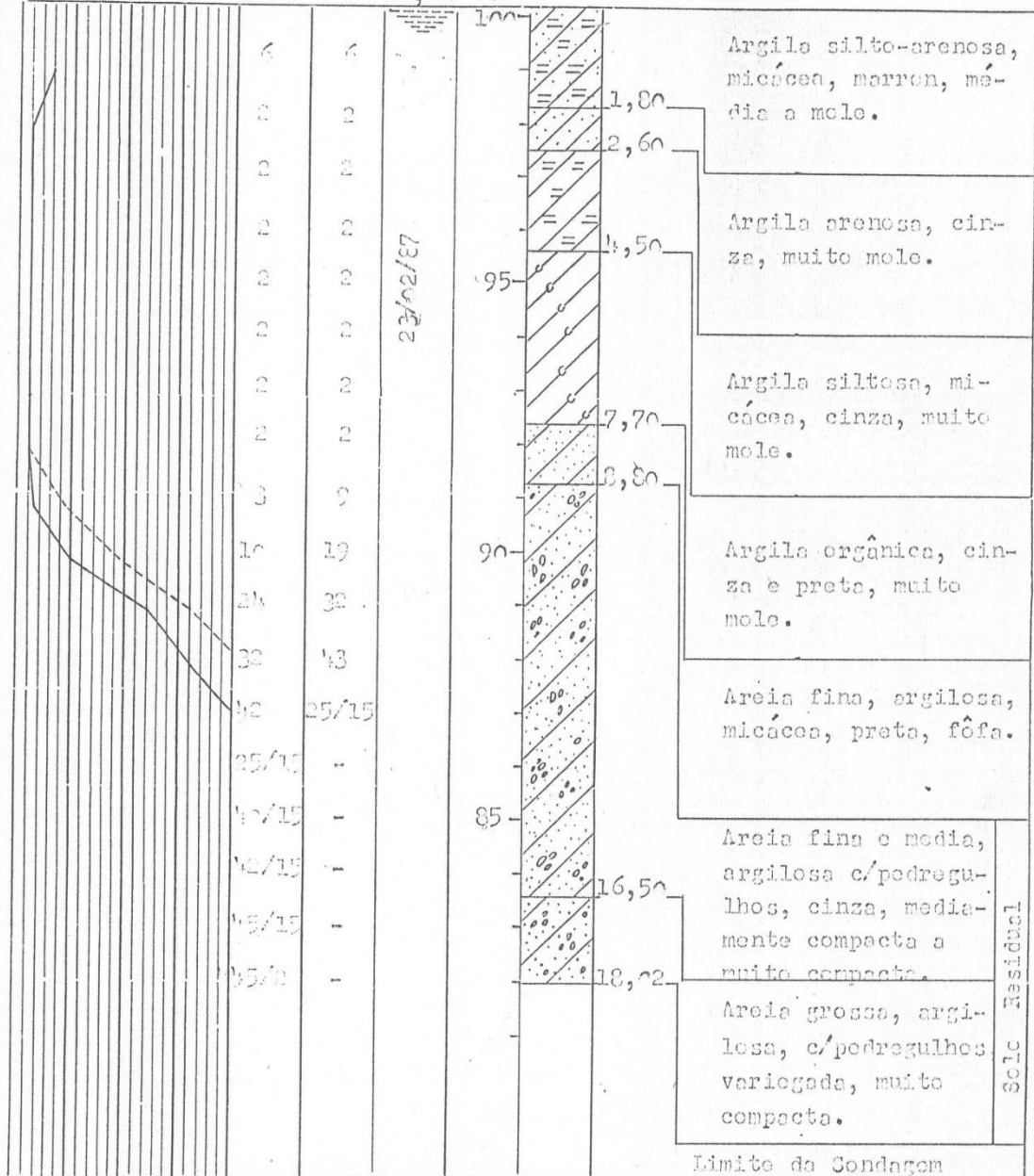
SP- 4

N.º DE GOLPES

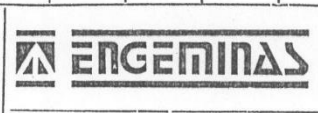
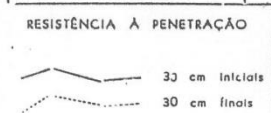
0 10 20 30 40

2,00

100,17



GRÁFICOS DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO	PENETRAÇÕES		H.A.	Cota	Perfil	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
	primeiros 30 CM	últimos 30 CM				



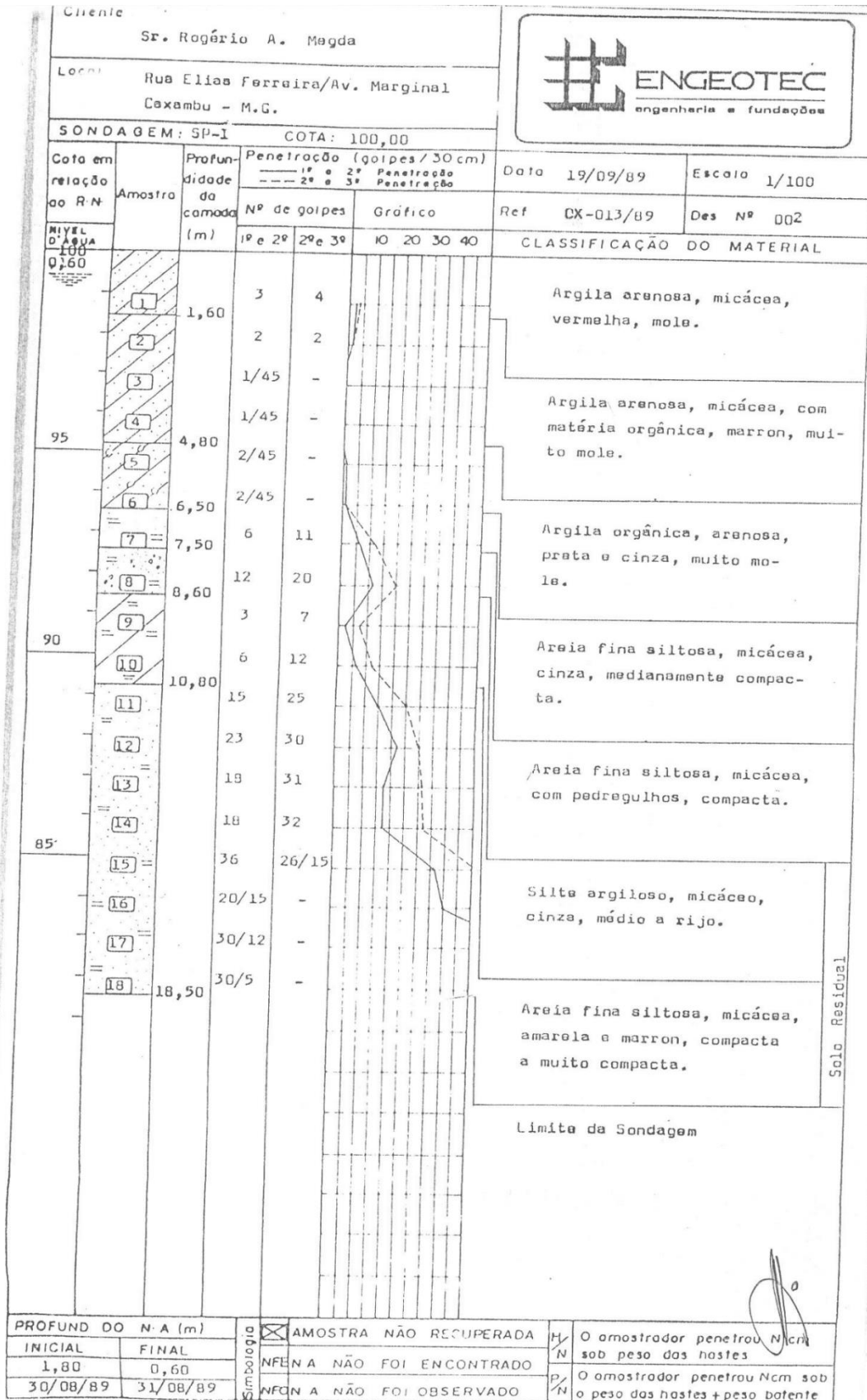
CONSTRUTORA NOSSA
SRA APARECIDA
















REL. N.º
624/87
DATA
22/02/87
ESCALA
1/100


RUA CAMILO SOARES 371º
CAXAMBÚ - M.G.

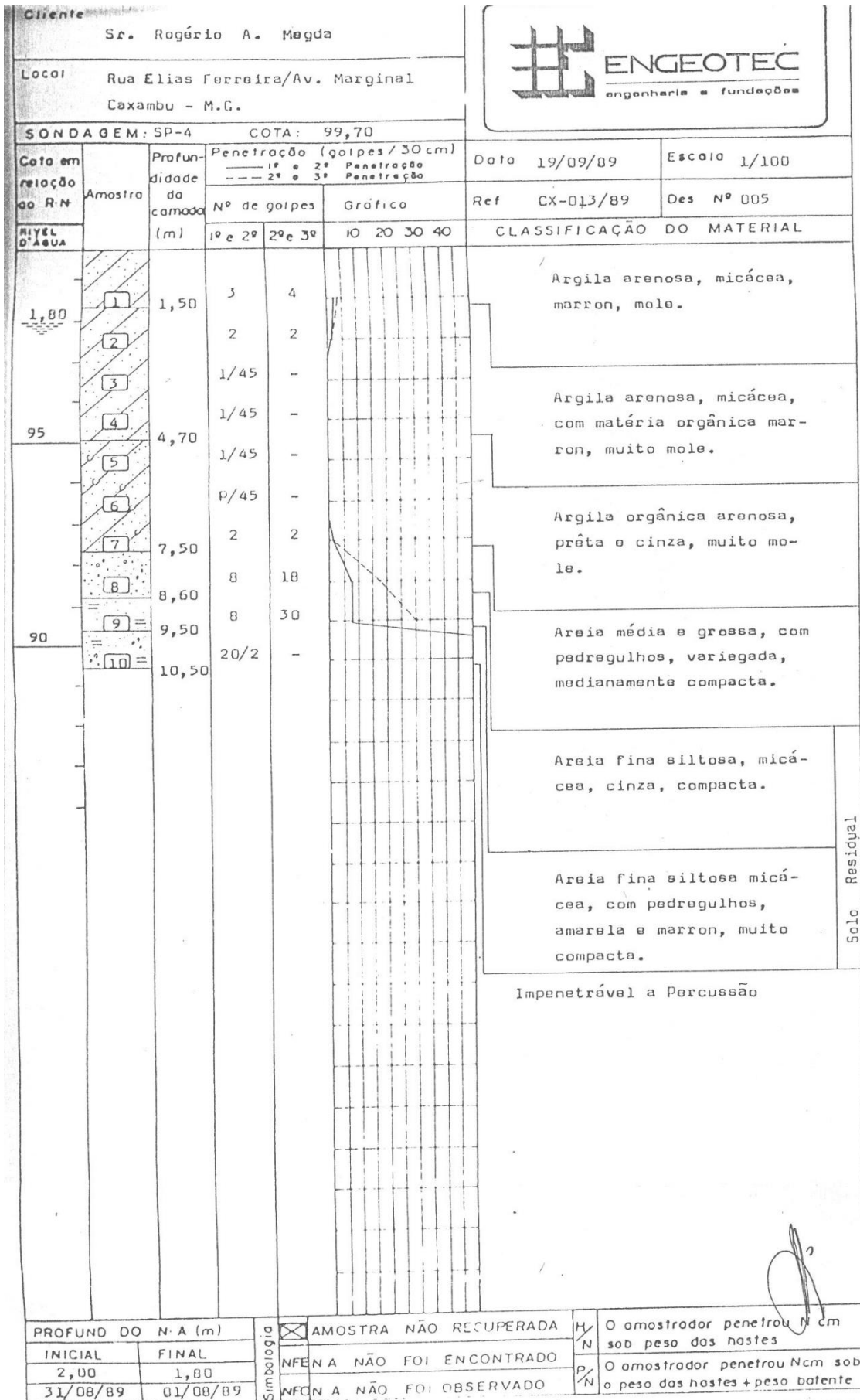
DES. N.º
005

Anexo I.IV - Boletins de sondagem terreno 4, rua Elias Ferreira/avenida Ápio Cardoso.




Cliente Sr. Rogério A. Megda						
Local Rua Elias Ferreira/Av. Marginal Caxambu - M.G.						
SONDAGEM: SP-2 COTA: 99,95		Penetração (golpes/30 cm) --- 1ª e 2ª Penetração --- 2ª e 3ª Penetração				
Cota em relação ao R-N	Amostra	Profundidade da camada (m)	Nº de golpes 1ª e 2ª 2ª e 3ª	Gráfico	Data 19/09/89	Escala 1/100
Nível D'Água					Ref CX-013/89	Des Nº 003
					CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
1,17 			2 2		Argila arenosa, micácea, vermelha, muito mole.	
		2,50	1/45 -		Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, marrom, muito mole.	
			1/45 -		Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, marrom, muito mole.	
			1/45 -		Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, marrom, muito mole.	
95			1/45 -		Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, marrom, muito mole.	
		5,80	1/45 -		Argila orgânica, arenosa, preta e cinza, muito mole a mole.	
			2 4		Argila orgânica, arenosa, preta e cinza, muito mole a mole.	
		8,00	6 8		Argila orgânica, arenosa, preta e cinza, muito mole a mole.	
		8,80	5 7		Argila orgânica, arenosa, preta e cinza, muito mole a mole.	
90		9,50	7 15		Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, cinza, pouco compacta.	
			19 23		Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, cinza, pouco compacta.	
			20/10 -		Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, cinza, pouco compacta.	
			20/5 -		Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, cinza, pouco compacta.	
85		14,02	20/2 -		Areia fina siltosa, micácea, com pedregulhos, cinza, pouco compacta.	
					Limite da Sondagem	
					Solo residual	
PROFUND DO N.A (m)		<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA		H/N	O amostrador penetrou Ncm sob peso das hastes	
INICIAL	FINAL	<input type="checkbox"/> NENHUMA NÃO FOI ENCONTRADO		P/N	O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente	
1,30	1,17	<input type="checkbox"/> NENHUMA NÃO FOI OBSERVADO				
28/08/89	29/08/89	Simbologia				


Cliente Sr. Rogério A. Magda				
Local Rua Elias Ferreira/Av. Marginal Caxambu - M.G.				
SONDAGEM: SP-3 COTA: 99,85				
Cota em relação ao R-N NIVEL D'ÁGUA	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) — 1ª e 2ª Penetração - - - 2ª e 3ª Penetração	Data: 19/09/89 Escola: 1/100
			Nº de golpes 10 20 30 40	Ref: CX-013/89 Des Nº 004
			Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
0,93 95 90 85 80	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	1,50 4,60 7,80 9,00 10,60 13,00 17,50 21,04	3 4 2 2 1/45 - 1/45 - 1/45 - 2/45 - 2 2 8 12 5 6 9 13 8 13 8 13 8 14 8 15 10 19 12 21 25/22 10/7 20/13 - 25 29/15 25/15 - 20/4 -	Silte arenoso, micáceo, vermelho, fôfo. Argila, arenosa, micácea, marron, muito mole. Argila orgânica, arenosa, preta e cinza, muito mole. Areia fina, siltosa, micácea, com pedregulhos, medianamente compacta. Silte arenoso, micáceo, marron, pouco compacto a medianamente compacto. Areia fina siltosa, micácea, amarela, medianamente compacta. Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, medianamente compacto a muito compacto. Areia fina siltosa, micácea, cinza e branca, muito compacta.
Limite da Sondagem				Solo Residual
PROFUND DO N-A (m) INICIAL: 2,40 FINAL: 0,93 29/08/89 30/08/89		<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA <input type="checkbox"/> NFEN A NÃO FOI ENCONTRADO <input type="checkbox"/> NFN A NÃO FOI OBSERVADO	<input checked="" type="checkbox"/> H/N O amostrador penetrou Ncm sob peso das hastes <input type="checkbox"/> P/N O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente	





PROFUND DO N. A (m)		Simbologia	<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA	H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes
INICIAL	FINAL		<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO FOI ENCONTRADO	P/N	O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente
2,00	1,80		<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO FOI OBSERVADO		
31/08/89	01/08/89				

Cliente Sr. Rogério A. Megda				
Local Rua Elias Ferreira/Av. Marginal Caxambu - M.G.				
SONDAGEM: SP-5		COTA: 99,80		
Cota em relação ao R.N. 1,70 95 90 85	Amostra 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	Profundidade da camada (m) 1,50 5,00 7,50 8,50 11,80 14,50 17,05	Penetração (golpes/30 cm) 1ª e 2ª Penetração 2ª e 3ª Penetração Nº de golpes 19 e 29 29 e 39 10 20 30 40	Data 19/09/89 Escola 1/100 Ref CX-013/89 Des Nº 006
NÍVEL D'ÁGUA		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		Argila arenosa, micácea, marron, muito mole.
				Argila arenosa, micácea, com matéria orgânica, marron muito mole.
				Argila orgânica, arenosa prãta e cinza, muito mole.
				Areia média e grossa siltosa, micácea, com pedregulhos, medianamente compacta.
				Silte arenoso, micáceo, marron, medianamente compacto a compacto.
				Areia fina siltosa, micácea, variegada, medianamente compacta a compacta.
				Silte arenoso, micáceo, marron, compacto a muito compacto.
				Limite da Sondagem
PROFUND DO N.A. (m) INICIAL FINAL 2,00 1,70 31/08/89 01/09/89		Simbologia <input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA <input type="checkbox"/> NFENA NÃO FOI ENCONTRADO <input type="checkbox"/> NFN A NÃO FOI OBSERVADO	H/N O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes P/N O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente	Solo Residual

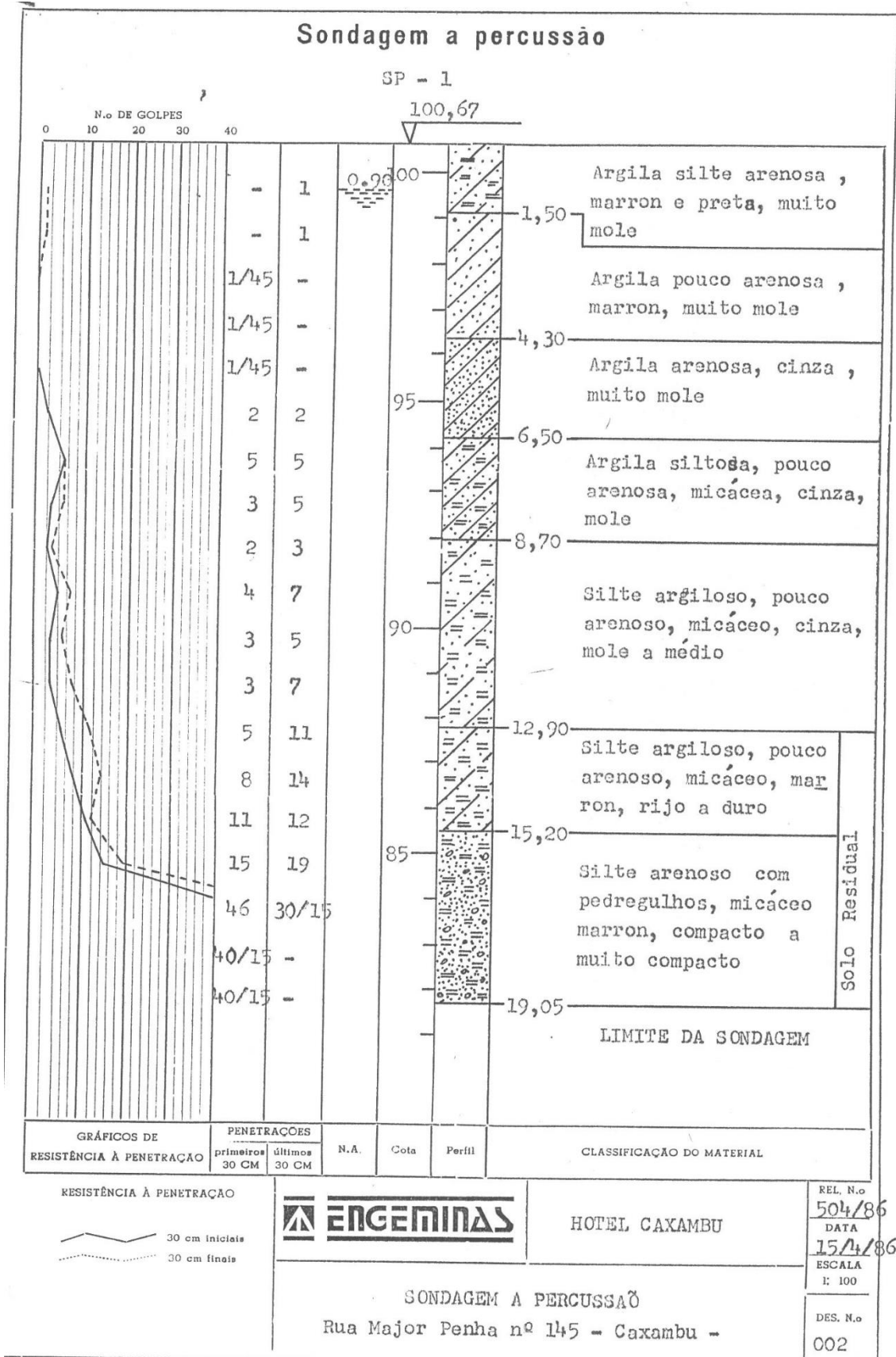
**Anexo I.V - Boletins de sondagem terreno 5, rua Oliveira
Maфра/rua Costa Guedes.**

Cliente GADBEM N. A. GADBEM/ MARCOS N. GADBEM										
Local Rua Oliveira Maфра/ Rua Costa Guedes Caxambu-MG										
Sondagem: SP-1 Cota: 98,86		Data 24/06/99 Escala 1/100								
Cota em relação ao RN N.A.	AMOSTRA	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) — 1ª e 2ª Penetração - - - 2ª e 3ª Penetração		Ref. CX-0601/99	Des. N° 002				
			Nº de golpes		Gráfico		CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
			1º e 2º	2º e 3º	10	20	30	40		
-0,74	1		1/45	-						Argila siltosa, com areia fina marrom, muito mole.
	2		1/45	-						
	3	3,50	3	4						
95	4		4	4						Silte argiloso, com areia fina, variegado, mole.
	5		2	3						
	6	6,80	2	2						
	7		2	3						Argila arenoso, micácea, cinza, mole.
	8	8,00	3	4						
90	9		4	4						Silte argiloso, com areia fina, micáceo, cinza, mole.
	10	10,00	8	14						
	11		7	12						
	12		9	13						
	13		10	14						Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto.
85	14		12	17						
	15		14	18						
	16	16,00	19	26						
	17		16	23						
	18		13	21						Silte argiloso, com areia fina, micáceo, cinza, duro.
80	19		17	24						
	20		30	39						
PROFUND. DO N.A. (cm)		<input checked="" type="checkbox"/>	AMOSTRA NÃO RECUPERADA		H/ N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes				
INICIAL	FINAL		N.A. NÃO FOI ENCONTRADO			P/ N	O amostrador penetrou N cm sob o peso das hastes + peso batente			
1,15	0,74	NFE								
03/05/99	04/05/99	NFO	N.A. NÃO FOI OBSERVADO							

Cliente GADBEM N. A. GADBEM / MARCOS N. GADBEM		 ENGEOTEC engenharia e fundações Ltda.								
Local Rua Oliveira Mafra/ Rua Costa Guedes Caxambu-MG										
Sondagem: SP-2 Cota: 99,93										
Cota em relação ao RN N.A.	AMOSTRA	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) — 1ª e 2ª Penetração - - - 2ª e 3ª Penetração				Data 24/06/99	Escala 1/100		
			Nº de golpes	Gráfico				Ref. CX-0601/99	Des. Nº 003	
			1º e 2º	2º e 3º	10	20	30	40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
0,29									Argila orgânica preta, muito mole.	
9,5		1	1/45	-					Argila arenosa, micácea, amarela e cinza, muito mole.	
		2	2,50	1/45	-				Silte arenoso, micáceo, marrom e cinza, fôfo.	
		3		1/45	-				Argila siltosa com areia fina, micácea, cinza, mole.	
		4	3,70	2	2					
		5	5,00	2	3					
9,0		6		5	5					
		7	7,00	5	6					
		8		6	9					
		9		6	8					
		10		8	8					
		11		7	9					
8,5		12		14	20				Silte arenoso, micáceo, variegado, pouco compacto a muito compacto.	
		13		14	21					
		14		21	31					
		15		26	38					
8,0		16		35/25	20/10					
		17		40/13	-					
		18	18,05	20/5	-				Limite da sondagem.	
PROFUND. DO N.A. (cm)		<input checked="" type="checkbox"/>	AMOSTRA NÃO RECUPERADA				H/ N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes		
INICIAL	FINAL		NFE	N.A. NÃO FOI ENCONTRADO				P/ N	O amostrador penetrou N cm sob o peso das hastes + peso batente	
1,25	0,29	NFO		N.A. NÃO FOI OBSERVADO						
05/05/99	06/05/99									

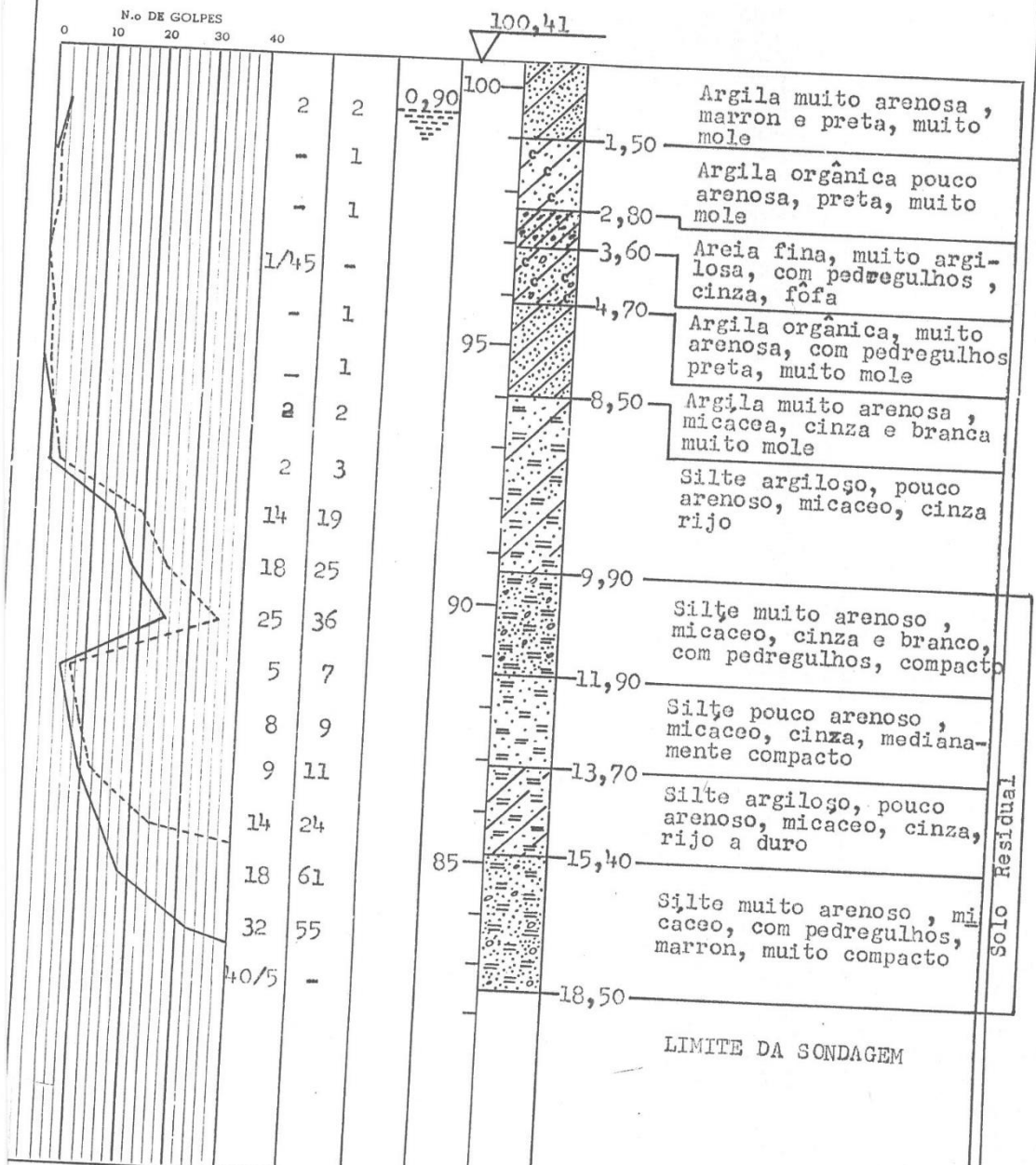
Cliente GADBEM N. A. GADBEM/ MARCOS N. GADBEM		 ENGEOTEC engenharia e fundações ltda.			
Local Rua Oliveira Mafra/Rua Costa Guedes Caxambu-MG					
Sondagem: SP-3		Cota: 99,015			
Cota em relação ao RN N.A.	AMOSTRA	Profund. da camada (m)	Penetração (golpes/30cm) --- 1ª e 2ª Penetração - - - 2ª e 3ª Penetração	Data 24/06/99	Escala 1/100
		Nº de golpes	Gráfico	Ref. CX-0601/99	Des. Nº 004
		1º e 2º 2º e 3º	10 20 30 40	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
0,75	① ② ③	1/45 1/45 1/45		Argila siltosa, com areia fina, marrom e cinza, muito mole.	
95	④ ⑤ ⑥	1/45 1/45 1/45		Argila siltosa, com areia fina e matéria orgânica cinza, muito mole.	
	⑦ ⑧ ⑨ ⑩	5,00 1/45 1/45 1/45	3 5 5 8 5 7 6 7	Silte arenoso, micáceo, amarelo e marrom, pouco compacto.	
90	⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱	7,00 11,00 13 13 12 13 14 13 14 23 30 36	5 8 7 7 10 13 13 17 12 16 13 11 14 18 13 17 23 32 30 37/28 36 20/15	Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a muito compacto.	
85	⑲	11,00	10 13	SOLO RESIDUAL	
80	⑳	20,10	20/10		
PROFUND. DO N.A. (cm)			<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA	H/N O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes	
INICIAL 1,45	FINAL 0,75	<input type="checkbox"/> NFE N.A. NÃO FOI ENCONTRADO	P/N O amostrador penetrou N cm sob o peso das hastes + peso batente		
06/05/99	07/05/99	<input type="checkbox"/> NFO N.A. NÃO FOI OBSERVADO			

Anexo I.VI - Boletins de sondagem terreno 6, rua Major Penha, nº 145.



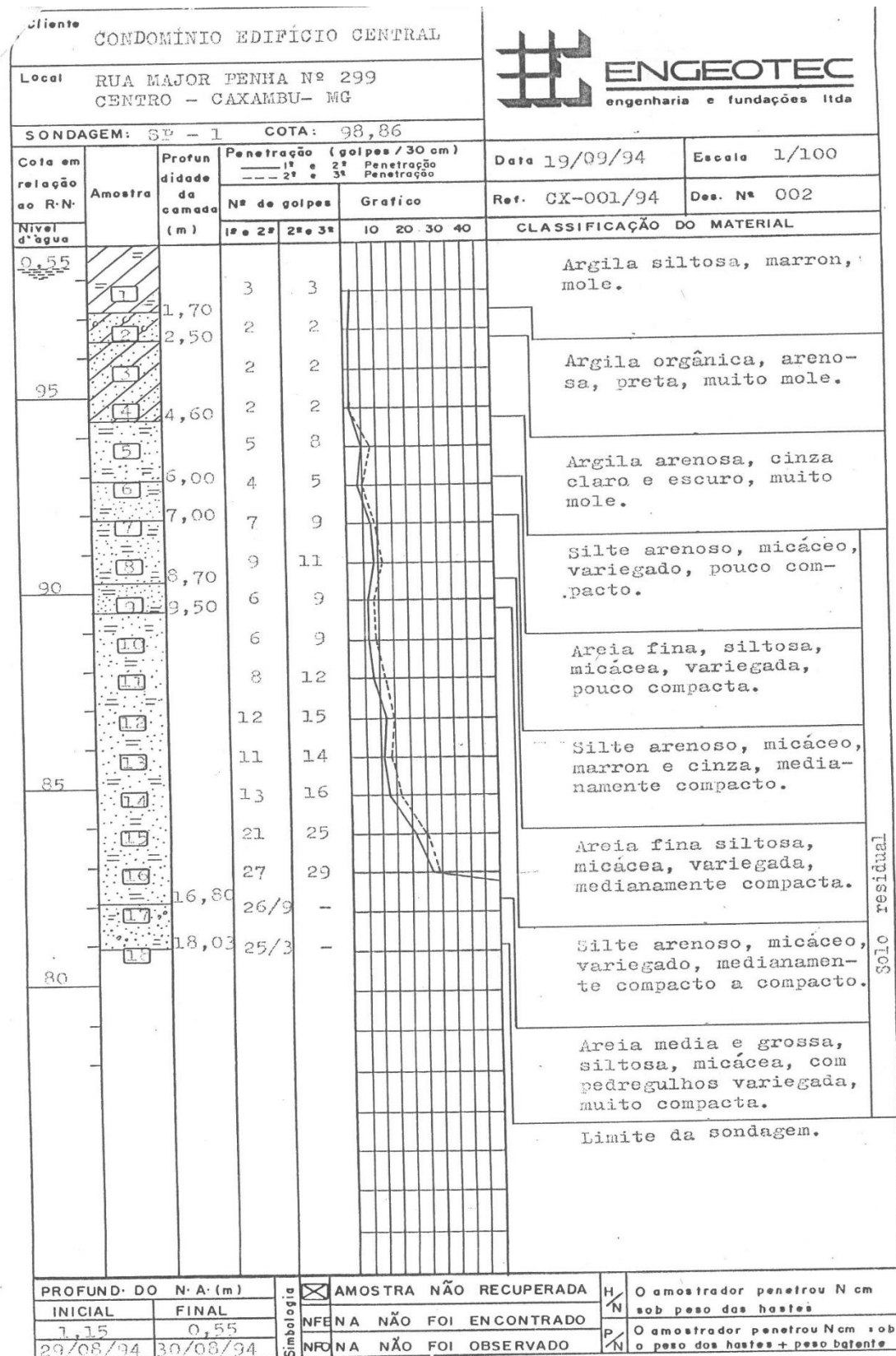
Sondagem a percussão


SP - 2



GRÁFICOS DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		PENETRAÇÕES		N.A	Cota	Perfil	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO ——— 30 cm Iniciais - - - - 30 cm finais		primeiros 30 CM	últimos 30 CM				
				HOTEL CAXAMBU		REL. N.º 504/86 DATA 15/4/86 ESCALA 1:100	
SONDAGEM A PERCUSSÃO Rua Major Penha nº 145 - Caxambu -						DES. N.º 003	

Anexo I.VII - Boletins de sondagem terreno 7, rua Major Penha, nº 299.



Cliente		CONDOMÍNIO EDIFÍCIO CENTRAL		 ENGEOTEC engenharia e fundações Ltda		
Local		RUA MAJOR PENHA Nº 299 CENTRO - CAXAMBÚ - MG				
SONDAGEM: SP - 2		COTA: 99,12				
Cota em relação ao R-N	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes / 30 cm)		Data	Escola
			1ª Penetração	2ª Penetração	19/09/94	1/100
Nível d'água			Nº de golpes		Ref.	Des. Nº
			1ª 2ª	2ª 3ª	CX-001/94	003
			CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
0,67	1	1,50	2	2	Argila siltosa, marron, muito mole.	
	2	2,60	2	2		
	3	3,80	2	3	Argila orgânica arenosa, preta, muito mole.	
95	4	5,00	2	3		
	5	6,00	4	7	Argila siltosa, com areia fina, cinza claro, mole.	
	6	7,15	5	8		
	7		6	9		
	8		8	10		
90	9		8	11	Silte argiloso, com areia fina, micáceo, variegado, mole.	
	10		9	11		
	11		7	9	Silte arenoso, micáceo, marron e cinza, pouco compacto.	
	12	12,50	7	10		
	13		10	13		
85	14		14	16	Areia fina, siltosa, micácea, variegada, pouco compacta.	
	15		12	17		
	16		16	19	Silte arenoso, micáceo, cinza e amarelo, medianamente compacto.	
	17		17	22		
	18		19	24		
80	19		25	37	Silte arenoso, micáceo, variegado, medianamente compacto a muito compacto.	
	20		43/25	25/10		
	21	21,06	25/6	-		
	22				Limite da sondagem.	

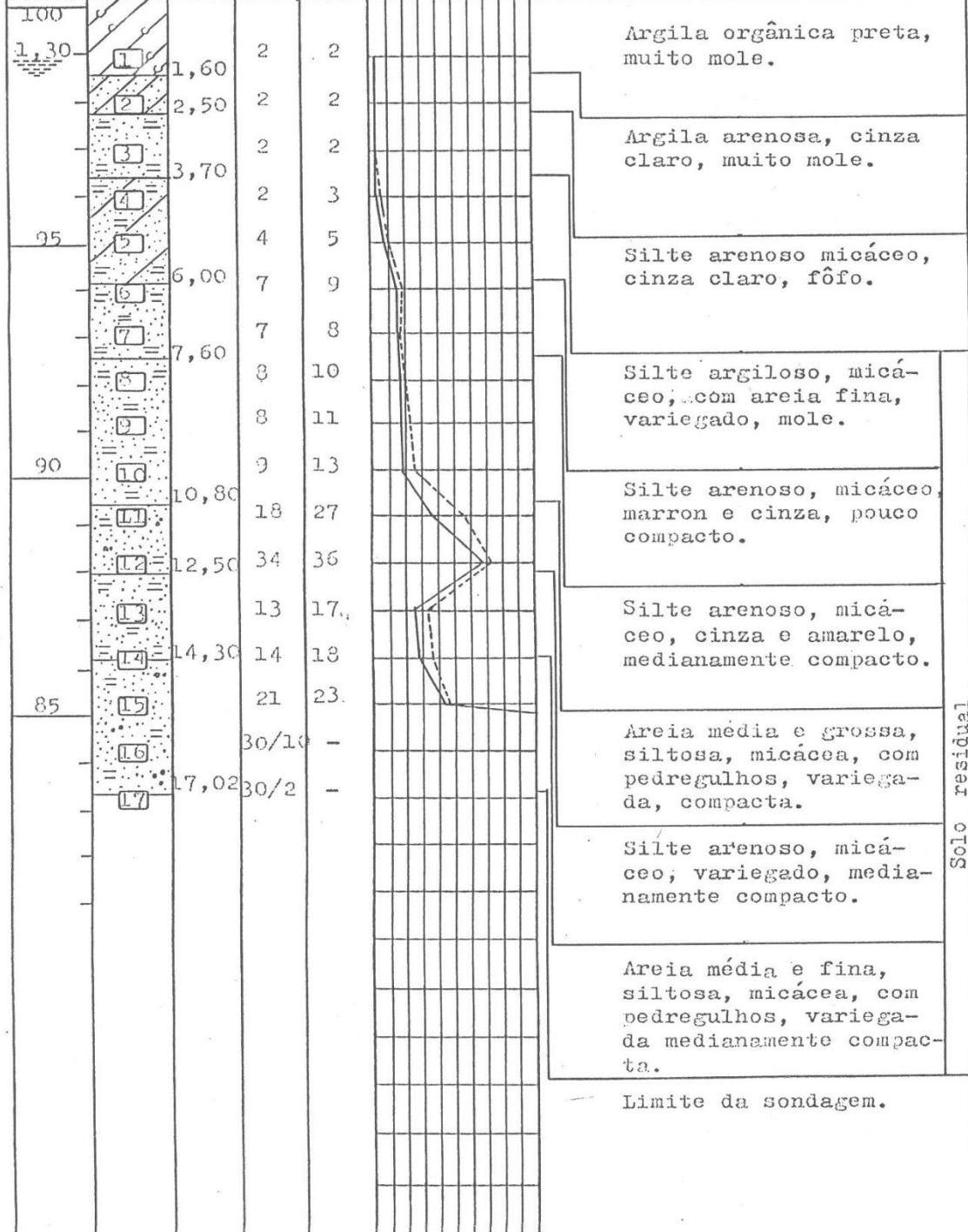
PROFUND. DO N.º (m)		<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA	H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes
INICIAL	FINAL	<input type="checkbox"/> NFENA NÃO FOI ENCONTRADO	P/N	O amostrador penetrou Ncm sob o peso das hastes + peso batente
1,30	0,67	<input type="checkbox"/> NFONA NÃO FOI OBSERVADO		
30/08/94	31/08/94			

CONDOMÍNIO EDIFÍCIO CENTRAL
 Local RUA MAJOR PENHA Nº 299
 CENTRO- CAXAMBU - MG



SONDAGEM: SP- 3 COTA: 100,13

Cota em relação ao R.N.	Amostra	Profundidade da camada (m)	Penetração (golpes / 30 cm)		Data 19/09/94	Escola 1/100
			Penetração 1ª e 2ª Penetração Penetração 2ª e 3ª Penetração		Ref. CX-001/94	Des. Nº 004
Nível d'água			Nº de golpes	Gráfico	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
			1ª e 2ª	2ª e 3ª	10 20 30 40	



PROFUND. DO N.º A. (m)		Símbolo	<input checked="" type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO RECUPERADA	H/N	O amostrador penetrou N cm sob peso das hastes
INICIAL	FINAL		<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO FOI ENCONTRADO	P/N	O amostrador penetrou N cm sob o peso das hastes + peso batente
2,28	1,30		<input type="checkbox"/> AMOSTRA NÃO FOI OBSERVADO		
31/08/94	01/09/94				

Anexo II – Documento justificando a fundação adotada para o supermercado

Caxambu, 29 de Agosto de 2008

MINUTA ESTADO GERAL DA OBRA

Edificação Supermercado Carrossel - Caxambu - MG

RELATÓRIO

OBJETO

Planejamento, Construção e Montagem de edificação para operação de uma loja de supermercado com área total de 5.181m², sendo:

- 1º Nível: estacionamento-63 vagas cobertas, depósito, carga/descarga;
- 2º Nível: área operacional - Salão de vendas e áreas de preparo;
- 3º Nível: mezzanino - escritórios, refeitório, vestiário, depósito, subestação e casa de máquina de frio alimentar, grupo moto gerador;
- 4º Nível: caixas d'água.

ASPECTOS RELEVANTES

Carga e descarga: Importante ressaltar que, com sacrifícios de áreas operacionais houve uma preocupação arquitetônica com o sistema de carga e descarga - docas - está internalizado dentro da edificação, ou seja; os caminhões não descarregarão na rua.

Este empreendimento promoverá a geração de 90 (noventa) empregos diretos e 35 (trinta e cinco) empregos indiretos, e tem por objetivo colaborar com o abastecimento de produtos comercializados por um supermercado visando atender à população de Caxambu e cidades vizinhas. Para tanto, definiram-se soluções de arquitetura e engenharia próprias para a situação, que além da funcionalidade e operacionalidade fosse uma singela homenagem arquitetônica à memória de edificações tradicionais de Caxambu (Hotéis, Casas, Fontes, Balneário, etc). A edificação não parece um galpão típico de supermercado - não se verá externamente pilares, vigas, etc).

Está em andamento a execução das obras com utilização intensiva de mão de obra local e a loja será montada com equipamentos de primeira linha técnica, disponíveis no mercado brasileiro, de procedência nacional (exigência do BDMG - Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais).

Para efeito de fundação, foi encaminhado em 2006 ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral - Ministério de Minas e Energia), quatro opções de fundação (relatório da MV Projetos - Eng. Antônio Vítor de Moraes):

- Duas soluções em estaca: raiz ou hélice contínua - ambas sem provocar efeitos de vibração.
- Duas soluções em membrana: radier plano ou parabolóide hiperbólico.

Concluiu-se pela solução da membrana parabolóide hiperbólica, com acordo do DNPM. Esta solução evitou escavação mais profunda,

pancadas, movimentações de terra, etc. Importante ressaltar que o empreendedor não mediu esforços para buscar uma solução técnica, extremamente sofisticada em termos estruturais (somente existe um calculista para esta solução no Brasil) e que não agredisse ou afetasse o lençol freático.

Como se trata de área central da cidade, e buscando contribuir e harmonizar com a paisagem urbana da região, desenvolveu-se solução arquitetônica que, além de respeitar os preceitos legais (obedeceu-se a Lei de ocupação do uso de solo, Taxa de ocupação, Alturas, Afastamentos, Taxa de permeabilidade, etc), busca inspiração e recorda o espírito do estilo arquitetônico dos anos 40, tão bem representado por outros prédios da cidade construídos nesta época.

A Prefeitura do Município houve por bem consultar o IEPHA (Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico) que contribuiu com sugestões quanto ao paisagismo, acessibilidade (deficientes), tipos de materiais, cores, etc.

Este projeto foi submetido e aprovado pela Prefeitura do Município, IEPHA (Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico), IEF (Instituto Estadual de Florestas), DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), CBPMMG (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de Minas Gerais), Cemig, Copasa, etc, com relação aos aspectos técnicos de construção, parâmetros legais, urbanísticos, ambientais, paisagísticos, etc.

CRONOGRAMA

Desde o início dos trabalhos, desenvolveram-se as seguintes providências:

PLANEJAMENTO

Elaborados os seguintes projetos:

PROJETO	EXECUTOR	PERÍODO		ESTÁGIO
		Início	Final	
Layout	Mercatto Design	Jul/05	Jul/07	concluído
Arquitetura	Mercatto Design	Jul/05	Jul/07	concluído
Fundação	Dendron	Out/07	Nov/07	concluído
Estrutural concreto	Precon	Set/07	Out/07	concluído
Estrutural concreto	MV Projetos	Set/07	Dez/07	concluído
Estrutural cobertura	MV Projetos	Set/07	Dez/07	concluído
Instalações*	Unitec	Out/07	Dez/07	concluído
Prevenção incêndio	Projeto Arquitetura e Meio Ambiente Ltda	Jan/07	Jul/08	concluído
Paisagismo	Samantha Maduro	Mai/07	Jul/07	concluído
Detalhamento arquitetônico	Mercatto Design	Jan/06	Jul/07	concluído

*elétrico, hidro-sanitário, pluvial, lógica, telefonia, SPDA - Sistema de proteção de descargas atmosféricas.

EXECUÇÃO

Serviços de construção

ETAPA DE CONSTRUÇÃO	EXECUTOR	PERÍODO		ESTÁGIO
		Início	Final	
Limpeza do terreno	Carrossel	Nov/07	Nov/07	Concluído
Acerto topográfico	Transmelo Britas	Nov/07	Nov/07	Concluído
Marcação da obra	Carrossel	Nov/07	Dez/07	Concluído