

TESE

55



ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

Competencia e Responsabilidade nas
obras de Engenharia

COORDENAÇÃO DE OBRA

HENRIQUE DELVAUX DE OLIVEIRA

ITAJUBÁ — MINAS
1975

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ



"COMPETÊNCIA E RESPONSABILIDADE
NAS OBRAS DE ENGENHARIA"

COORDENAÇÃO DE OBRA

Tese apresentada à Comissão Examinadora como
requisito parcial do Concurso de Livre Docên-
cia na área de Resistência dos Materiais.

Henrique Delvaux de Oliveira
Engenheiro Civil e Militar

MARÇO - 1975

Class. 65.012.4:331.46:69(043.2)

Cult. 9118e

Tombo 55

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBA



CONTABILIDADE E RESPOSTABILIDADE

NAZ GERAL DE ENGENHARIA

CONTABILIDADE DE CADA

Faz o estudante o contato necessário com
potencialidade para o trabalho de campo
com as equipes de trabalho dos laboratórios.

Departamento de Engenharia
de Engenharia de Materiais e Metalurgia

Esta tese foi apresentada à Banca Examinadora
composta dos professores:

- Pedro Mendes dos Santos
- Carl Vicente Limmer
- Avelino Gonçalves Koch Torres
- João Baptista Ricci
- Fernando José Costanti

D E D I C A T Ó R I A

Ao apresentar este documento, com o propósito de obter algo positivo em tragédias, dedico-o àqueles que na busca do pão para os seus perderam a vida, a aptidão física ou a tranquilidade, vítimas de erros, fatalidade ou até ironia do destino.

Numa época histórica de antítese, em que os valores sofrem o embate das transformações volto minhas vistas para o HOMEM, razão de ser e objetivo do progresso que teima em fazê-lo objeto de uma história, da qual deveria ser o único agente.

Em respeito à angustia dos que se envolveram de qualquer forma, nos desastres da Engenharia, contribuindo com tão grande sacrifício para seu crescimento, tenho a coragem de enfrentar o desgaste das incompreensões possíveis, e até prováveis, assegurando meu único interesse: servir.

A G R A D E C I M E N T O

Aos companheiros da Diretoria da Companhia Urbanizadora Serra do Curral - CIURBE, que me auxiliaram na difícil tarefa de reerguer o nome da Empresa, duramente atingido pelo acidente, souberam manter o nosso princípio de discrição e isenção que permitiu caminhar sobre os escombros, sem levantar a poeira da triste celebridade, e com seu trabalho tranquilo possibilitaram transformá-la numa organização forte e respeitada.

Aos funcionários da sociedade, especialmente aos Engenheiros mais diretamente envolvidos no evento que, não obstante o trauma resultante do insucesso anterior, não negaram, antes contribuíram para que meu total acesso à documentação permitisse um amplo exame do problema.

SUMÁRIO

Oferecimentos	iii
Agradecimentos	iv
Sumário texto	v
Sumário figuras	vi
Simbologia	vii
Resumo	viii
1. Introdução	1
2. Desenvolvimento	3
2.1 - Objetivo	3
2.2 - Ocorrências	7
2.2.1 - Edifício São Luiz Rei	7
2.2.2 - Edifício R. do Rosário	8
2.2.3 - Elevado Paulo Frontin	8
2.2.4 - Pavilhão Exposição Gameleira	9
2.2.4.I - A obra	11
2.2.4.II- O acidente	17
2.2.4.III- Análise	17
2.3 - Diagnose	22
2.4 - Proposições	22
2.4.1 - A Coordenação de Obra	22
2.4.2 - Metodologia da Coordenação	24
2.5 - Conclusão	24
3. Bibliografia	27
4. Apendices	28
4.1 - Relatório da Sondominas	29
4.2 - Relatório da Sobraf	42
4.3 - Relatório da Geotop	51

SUMÁRIO FIGURAS

- Fig. 1 - Sistema estático do Pavilhão Exposição da Gameleira
- Fig. 2 - Vista da maquete do Conjunto Arquitetônico de Gameleira (PEG)
- Fig. 3 - Vista aérea do PEG, fase final de estrutura, antes da ruína.
- Fig. 4 - Vista aérea do PEG, após a ruína, antes da retirada total dos escombros.
- Fig. 5 - Ruína do pilar P-4 do PEG
- Fig. 6 - Ruína do pilar P-9 do PEG
- Fig. 7 - Apoio comum a duas vigas isostáticas da estrutura do PEG

2. SIMBOLOGIA

- σ_{c28} - tensão de rutura a compressão à 28 dias
- σ_R - tensão de rutura adotada
- σ_{Rm} - tensão de rutura média observada
- δ - desvio médio padrão em %

3. RESUMO

Da análise de acidentes em obras de Engenharia ocorridos no Brasil é possível constatar a existência de uma série de fenômenos cujas causas variadas, conquanto aparentemente, reincidam, não tem merecido atenção científica e adequada observação pedagógica; como consequência, o fenômeno consciencia profissional tem tido uma conceituação efetiva mascarada.

Num País em crescimento as inovações apresentam uma tonica perigosamente improvisadora, no todo ou em parte; paralelamente fenômenos econômicos e de outras naturezas não técnicas contribuem para um certo açodamento inoportuno e, com alguma frequência, grave.

No intuito de limitar ao mínimo possível as ocorrências sinistras e, em último caso, estar em condições de 'tirar delas o mais correto e sã ensino, propôs-se a adoção de medidas cuja efetivação garantam esse objetivo.

O estabelecimento e a regulamentação de uma coordenação e sua metodologia e a obrigatoriedade da adoção e utilização eficiente de um "Diário de Obras" lúcido e inteligente são as proposições julgadas imprescindíveis de imediato, não só em respeito às pessoas envolvidas na execução e utilização das obras como também no interesse da pesquisa e do ensino da Engenharia.

1. INTRODUÇÃO

Uma estrutura pode ser considerada como o conjunto de elementos que sustentam uma construção ou edificação; por outro lado, costuma-se chamar infraestrutura ou superestrutura às suas partes inferiores e superiores, respectivamente.

Todos os demais elementos das construções, sejam de vedação, divisórios e outros, não são projetados senão para adequar a edificação às suas finalidades de projeto e se apoiam direta ou indiretamente nos elementos estruturais. Isto significa que a sustentação de qualquer obra de Engenharia se situa em sua estrutura, o que vale dizer que a segurança e mesmo a economia de uma construção constituem função direta desse elemento vital.

Parece que os conceitos tetro mencionados seriam dispensáveis num trabalho como o que nos propomos; todavia - e esse é o ponto básico que desejaríamos alcançar - não se sabe se por rotina ou por abstração do óbvio, o fato é que os insucessos comuns de nossa Engenharia repousam exatamente na pouca importância que aparentemente se dá aos conceitos, ou ao valor intrínseco dos significados que se pretende transmitir em nossas Escolas.

Permitimo-nos digredir um pouco mais para enfatizar a importância que se não está atribuindo a verdades básicas, valores que se diluem no dia a dia profissional até que a brutalidade dos acidentes, por traumatizar a todos, evoca negligências e imprudências que não poderiam ter lugar e que o têm, contudo.

Em muitas outras atividades as expressões "estrutura", "alicerce", "base" são largamente usadas, com significado bastante explícito, tão explícito como o são em nosso meio. Frases como "o homem moderno não tem estrutura para suportar o tipo de vida de hoje", ou "a base da democracia é a liberdade", ou ainda "o homem como pessoa é o alicerce do desenvolvimento" nos mostram que o significado das palavras que usamos não sofre mutações na sua conotação intrínseca; praticamente são expressões de um consenso universal.

Voltando ao nosso linguajar, quando se fala em estrutura é antes de tudo necessário que se possa transmitir com

clareza, simplicidade e precisão o que se pretende em vista do que a expressão significa. Se os objetivos básicos da Engenharia são realizar obras com segurança e economia, não pode ser permitido que se inverta a ordem de prioridade como se a ordem não tivesse importância. Tem e muita. O homem constroi o mundo para o homem; ele é agente e não objeto da História. Dai ser impossível admitir a inversão; em primeiro lugar a qualidade e em seguida, sempre que possível, a quantidade.

Quisemos propositadamente enfatizar o escopo desse trabalho; não pretendemos que ele seja quantificado - e aqui a qualidade científica passa a ser quantidade se esquecemos a maior das qualidades que é a pessoa humana, sempre o objetivo final, nunca o objeto,

Posta bem clara nossa conceituação da importância das estruturas nas edificações, podemos prosseguir apresentando uma primeira sugestão, qual seja a de, aproveitando-se o elevado aperfeiçoamento dos métodos e processos de transmissão de idéias, utilize-se a forma mais eficaz de ao se dizer que as estruturas são sumamente importantes na Engenharia os educandos gravem esse conceito de forma a não pestanejar na hora de passarem da teoria à prática.

Queremos ainda que fique bem claro que não nos preocupamos com os casos em que o desejo de melhores lucros "adoce" as consciências profissionais, pois isto, extrapolando os limites da ética profissional, não merece exames ou conceituações; pretendemos, isto sim, ressaltar para anotação conveniente a existência de fatos que possam ser atribuídos à monotonia da rotina ou à abstração do óbvio, igualmente excluída a audácia, pois que esta só é válida quando em jogo consequências que possam ser jogadas.

A Conferência Internacional do Trabalho em sua sessão em Genebra, 1928, em resolução a respeito de acidentes de trabalho recomenda: "A prevenção dos acidentes deve considerar-se essencial na execução das obras" (G.Froment, Obras de Tierra, Gigli/1958).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 - Objetivo

As estruturas recebem, sustentam e transmitem as cargas das edificações. Parece-nos de relevante importância' que sua concepção, equacionamento e dimensionamento coexistam a partir da idéia original da obra proposta, não sendo possível imaginar-se que haja compartimento estanque em trabalhos de Engenharia.

Os objetivos de um projeto de construção, a forma, a estética e os meios de execução não podem ser examinados sem que se leve paralelamente o estudo adequado da estrutura suporte, super e infra, bem como o terreno em que se assentará a edificação.

Na era da especialização em que vivemos, é válido que se especializem os profissionais nos processos e nas técnicas, mas é vital que tenham a visão conjunta do todo para que se possam harmonizar as diferentes partes.

Por razão mesmo dessa especialização, levada a nosso ver a uma profundidade muito grande, é que se pode notar que muitos acidentes se devem exatamente ao desentrosamento no todo.

Em geral é a experiência e o bom senso dos executores que corrige a maioria das distorções, de tal forma ' que os acidentes se reduzem a um número menor que o que seria , se tudo ficasse à conta das especializações. Não obstante, pela razão básica já enfocada, por menor que seja o número de acidentes eles existem e, a partir de sua existência, preocupam-nos a todos.

Quando se procuram minimizar os efeitos morais surgem as estatísticas para, muito comodamente situar as proporções; esquecemo-nos então de que as estatísticas, por numéricas são apenas quantitativas. E a qualidade? É claro que as falhas existem e existirão sempre; o que pretendemos é lembrar que parte delas pode ser evitada e uma única vida poupada já servirá ' como prêmio de elevado valor.

Quase todos os acidentes de obras de que temos notícia no Brasil foram consequência de imprudência ou negligência, mais raros são os de imperícia; apenas por questões de ética queremos afirmar:

1º) Não nos preocupamos com a significação jurídica das expressões: negligência, imprudência ou imperícia. Atemo-nos apenas à sua conceituação corriqueira.

2º) Nos exemplos de que nos valeremos não temos nem de leve a pretensão de julgar os personagens que neles se envolveram porque:

a) Nos casos mais importantes foram profissionais de elevado gabarito cujas capacidades não pensamos criticar

b) Em outros tantos, os climas psicológicos que envolveram os antecedentes dos insucessos podem e devem ter tido efeito tumultuador nas condutas das pessoas envolvidas.

c) O fato em si dos acidentes, pelas suas consequências muitas vezes insanáveis e não raras vezes traumatizantes, mascara qualquer consideração "a posteriori".

Nosso intuito fica, pois, registrado devidamente como o de auferir ensinamentos que possam ser úteis e capazes de evitar ao máximo os insucessos.

Referimo-nos à necessidade de um perfeito entrosamento entre os elementos componentes de uma obra, desde a sua concepção, através de seu projeto, execução, até a entrega para utilização.

É fato conhecido entre os Engenheiros, especialmente os estruturais, como esse problema cresce de importância na ligação entre a infra e a superestrutura, bem como é extremamente importante o conhecimento por todos os envolvidos na estrutura, da natureza e comportamento dos solos.

A profundidade da pesquisa dos solos, onde se apoiarão as estruturas, é função da grandeza e da importância da obra a ser edificada. Enquanto nas obras simples é perfeitamente aceitável o conhecimento empírico do terreno suporte, as obras de barragens, p. ex., já exigem um estudo muito acurado, a nível de geologia, pois que desse estudo vão depender todos os elementos definidores da própria estrutura proposta.

Nas superestruturas, na maioria dos casos de concepção e comportamento hiperestático, além de se verificar um funcionamento mais definido podem mais facilmente ser previstas as consequências de eventuais modificações no comportamento, no

entanto, mesmo aí as peças componentes são olhadas de modo distinto, conforme sejam placas, vigas ou pilares. É sabido o fato de comportamento "dócil" das lajes, das exigências mais apuradas das vigas ou da pouca tolerância das peças verticais de sustentação.

Enquanto que nas lajes predominam os momentos fletores e seu combate é normalmente suficiente para anular os outros esforços, já as vigas exigem a preocupação de esforço cortante (ou mesmo o corte puro), independentemente da cobertura dos momentos, dependendo dos sistemas projetados, das formas e dimensões. Por outro lado, os pilares já são mais sujeitos a esforços outros que alteram hipóteses de cálculo usual; a flexão composta e a flambagem exigem atenção especial para que as peças verticais funcionem dentro das previsões do projeto.

Quando, no entanto, descemos à infraestrutura entramos já numa área mais delicada, tanto quanto menor seja o grau de conhecimento dos solos onde se apoiam as fundações.

Sendo as fundações os elementos de transição, entre a estrutura e o solo elas se situam na fronteira entre o definido e o de difícil previsão.

Tanto o concreto, como o aço e até a madeira são estudados, testados e experimentados na sua individualidade e no seu comportamento conjunto; suas características mecânicas sofrem naturalmente variações, todavia essas variações se processam dentro dos limites razoavelmente determinados, sendo possível a previsão de como se distribuem as diferentes tensões de trabalho, como dispor os materiais para que as resistam com segurança, quais os cuidados essenciais no que diz respeito à técnicas de construção, em que profundidade deve ser levado o controle de qualidade do material, quais os recursos de que se dispõe para contornar os imprevistos, na maioria dos casos bastante previsíveis...

Já, quanto aos terrenos de fundação, por mais analisados e mesmo testados, seu comportamento merece um acompanhamento mais cuidadoso e os agentes secundários que podem alterar as pressões de funcionamento o fazem com maior intensidade em virtude mesmo da própria natureza constituinte deles. No apêndice temos três relatórios de sondagens que muito bem comprovam o caráter heterogêneo dos solos e as dificuldades das tira-

das de suas características físicas. Dai ser um elemento onde se deve analisar com cuidado necessário.

Falhas de rochas, escoamentos de terrenos, rupturas não esperadas, variações de umidade, efeitos de superposição de cargas de edificações vizinhas e outros têm muitas vezes modificado de forma comprometedora a estabilidade de fundações.

O pior nos casos de instabilidade nas fundações tem sido a sua reconstituição ou o seu reforço. Em se tratando de elementos estruturais básicos o trabalho em si já é penoso e oneroso, não se falando nas consequências que acarretam inevitavelmente para o restante da estrutura, tornando às vezes antieconômica a sua recuperação.

Aqui gostaríamos de registrar alguns aspectos já também bastante enunciados em nossos simpósios ou na ocasião dos grandes acidentes, mas que comprovam esse estado de espírito que nos preocupa e a que já nos referimos.

1º) No Brasil, País em crescimento, pela sua própria natureza, dimensões e estágio geral de desenvolvimento, agravam-se os problemas:

a) Pela grande variedade e pelo acentuado volume de obras em execução e a executar;

b) Pelo estágio tecnológico geral;

c) Pela carência de recursos e, portanto, de pesquisas e seus ensinamentos.

2º) O conhecimento mais profundo dos solos brasileiros é ainda bastante precário.

3º) O estado inflacionário da economia brasileira com reflexos na instabilidade empresarial e no seu relacionamento com o Governo, cliente das obras mais importantes e, conseqüentemente geradoras dos problemas mais sérios.

4º) As interferências extra-técnicas no aceleração das construções públicas.

5º) Uma perigosa prevalência de soluções audaciosas, extrapolando de muito nossa experiência específica, e mesmo a eventual experiência de outros mais adiantados.

6º) O emaranhado de uma legislação onde proli-

fera a quantidade e rareia a qualidade, acarretando omissões, desvios e lacunas, principalmente no que toca à definição clara de responsabilidades.

7º) Como consequência até desse estado geral, existe um certo estado de inconsciência profissional que favorece o surgimento de verdadeiras "saltos no escuro"; o resultado tem sido inexoravelmente o sacrifício de vidas, os prejuízos morais e também materiais para o conjunto da Engenharia.

Paradoxalmente, ou talvez como fruto até desse cadinho de tumulto, nossa Engenharia avança, progride, se desenvolve. O que nos parece aqui importante acrescentar é que se torna imperativo e urgente avançar, progredir e desenvolver, mantendo, contudo, em benefício do próprio depositário desses resultados, uma alíquota de sacrifício coerente com o lema básico de segurança e economia; a viabilidade desse objetivo é não só desejável como praticável.

2.2 - Ocorrências

Para ilustrar os problemas apontados, apresento alguns exemplos de recentes ocorrências especialmente o caso do Pavilhão de Exposição da Gameleira de tão triste memória.

2.2.1 - O Edifício São Luis Rei, no Estado da Guanabara, ruiu quando estava na fase final da estrutura.

Assistimos aos debates no Clube de Engenharia e, constatando a elegância em que os mesmos se desenvolveram, pudemos com bastante clareza compreender a conclusão básica a que se chegou. Tecnicamente o acidente foi consequência de falha nas fundações; a estrutura caiu inteira, desmanchando-se apenas no choque da queda.

Não importando muito o detalhe da falha das fundações, isto é, se foi dimensionada defeituosamente, se o terreno não foi estudado com o critério exigível ou se houve causa fortuita, o fato é que o dimensionamento da superestrutura foi adequado e a ruína decorreu da infraestrutura.

Na oportunidade, excetuada a discussão do Clube de Engenharia, a preocupação maior observada foi o sentido 'sensacionalista dos leigos, que nenhuma contribuição trouxe, pe-

lo contrário, graças ao clima de sensação foi enormemente dificultado o estudo criterioso necessário.

O fato passou à História dos insucessos e os ensinamentos perderam-se na poeira do desastre, pelo menos para o âmbito escolar.

2.2.2 - O acidente da rua do Rosário

Nesse, o erro vital parece ter sido certa imprevidência nos cuidados essenciais para cavas de fundação em terrenos arenosos. A ocorrência accidental de água provocou o corrimento da massa de areia, descalçando o prédio vizinho, que ruiu em pleno horário comercial, com vítimas a lamentar; pequena causa, terrível efeito.

Não se pode sequer invocar a surpresa; a previsão fora feita por notória autoridade, que visitou a obra antes do acidente e que, inclusive, suportou duras críticas após o mesmo.

No Clube de Engenharia esclareceu-se devidamente o fato, os pontos foram adequadamente colocados, mas, permaneceu o problema básico. A mensagem da lição ficou na Assembléia, apenas para os que dela participaram. Cita-se o acidente em livros, mas tão somente em termos de metodologia, sem a ênfase desejável para a consciência profissional.

Inclusive, sob o nosso ponto de vista, permitam-nos a temeridade, não interessa a culpa em si - se houve ou não culpados - mas simplesmente que se enfatise o aspecto do alerta à consciência profissional.

2.2.3 - O Elevado Paulo Frontin

Caso bem recente com vítimas e danos materiais de monta, estabeleceu-se uma polemica de resultados perigosos quanto a prejuizos morais às entidades envolvidas.

Nesse problema já se evidenciou com nitidez:

- a) Falta de uma coordenação
- b) Inexistência de Registro

A falta de coordenação permitiu provavelmente a ocorrência de fatores perturbadores e, pela ausência de regis

tros competentes, está sendo bastante difícil a apuração das responsabilidades, não se falando no mais importante que seria a coleta de subsídios, impraticável pelas falhas apontadas.

Elevado Paulo Frontin e outros, todos com vítimas a lamentar, não se falando naqueles cujos insucessos só acarretaram prejuízos materiais; destes não há registro.

O que preocupa acima de tudo é que esses acidentes PODERIAM TER SIDO EVITADOS.

Ressalvados os casos de intempéries extraordinárias, movimentos sísmicos ou outros cataclismas não previsíveis pela inviabilidade econômica de obras capazes de resistir, todos os demais, sem exceção, são evitáveis. É claro que não se pretende a perfeição, em si própria absurda diante do homem imperfeito. O que se deseja e é viável é a atenuação ao máximo desses fatos inevitáveis.

Observa-se que em TODOS os casos as divulgações foram feitas em geral com objetivos jornalísticos e em particular com número muito restrito de pessoas interessadas. Não houve nesses casos a preocupação de deixar de lado as controvérsias exclusivamente jurídicas para penetrar no âmago da questão, que a nosso ver seria colecionar ensinamentos e preparar sua transmissão com objetivo exclusivamente científico. Mesmo entre os professores de nossas Escolas, muitos de tão sólidos conhecimentos que colocaram em seus livros ou notas de aulas comentários bastante esclarecedores sobre os problemas técnicos, não nos pareceu notável a preocupação de enfatizar o aspecto de que esses insucessos são EVITÁVEIS.

Evitar acidentes deve a nosso ver ser um objetivo muito importante. Principalmente pelo fato de que MUITO POUCA COISA é preciso ser feita para alcançá-lo: e que é preciso é que essa POUCA COISA seja TRANSMITIDA e não simplesmente enunciada.

2.2.4 - Pavilhão Exposição Gameleira

Foi o acaso de nossa indicação para presidir a Cia. Urbanizadora Serra do Curral (CIURBE), após acidente da Gameleira, que nos propiciou oportunidade para levar essa mensagem que pretendemos seja útil como pequena contribuição para um gran

de objetivo.

Iniciamos nosso Curso de "Fundações. Barragens e Obras de Terra", na Faculdade de Engenharia da UFJF em 1971, tendo como documento texto o "Parecer da Comissão de Alto Nível" nomeada pelo Governo de Minas Gerais para apurar as causas do acidente que a 4 de fevereiro de 1971, causou a morte de 64 pessoas e dezenas de feridos na construção do Pavilhão da Exposição da Gameleira em BH-MG. Esse parecer havia sido publicado em "O Dirigente Construtor" de abril de 1971 e continha dados muito interessantes, apresentando os depoimentos contraditórios dos elementos envolvidos no desastre.

A Comissão em pauta foi constituída pelos professores universitários José Carlos de Figueiredo Ferraz, Victor F. Bandeira de Melo e Joaquim Marcello Klein Teixeira.

Na oportunidade tínhamos a intenção de propiciar aos meios universitários a ocasião de realizar um trabalho puramente científico e didático, com aulas práticas no local, tirando do desastre os melhores ensinamentos.

Ai sentimos a lacuna da inexistência de registros precisos, isentos, das ocorrências e fatos que nos poderiam levar a uma análise técnica das causas ou mesmo a iniciativas de soluções propostas antes da ocorrência.

Também o alarido provocado pelo desastre em toda a imprensa e, especialmente a formação de grupos de opinião divergente e até conflitantes que tornaram inviável a hipótese de um estudo sereno e objetivo.

Em todo o desenrolar do processo - que ainda não chegou ao final - e que constituiu-se de uma questão criminal e outra cível, pudemos conhecer de perto os detalhes da trágica ocorrência.

A obra se constituía num dos objetivos básicos da Cia. Urbanizadora Serra do Curral - CIURBE que fora constituída quase que especialmente para projetá-la, executá-la e possivelmente administrá-la.

2.2.4.I - A Obra

O projeto da Gameleira

Pretendendo dotar o Estado de Minas Gerais de um local apropriado para Exposição, especialmente de indústrias, o Governo decidiu mandar projetar e executar a obra no menor prazo possível.

O projeto foi de autoria de um nome, orgulho da Arquitetura Nacional, o Dr. Oscar Niemeyer. Foi projetado um conjunto arquitetônico composto de:

- Pavilhão de Exposições
- Pavilhão Auditório
- Pavilhão da Indústria

Os três elementos foram projetados no centro de amplo terreno, em meio a jardins e estacionamentos, à margem direita da Avenida Amazonas, no bairro da Gameleira.

A beleza, o arrojo e a magnitude do conjunto dispensam comentários; outro não poderia ser o resultado de trabalho de mestre e nenhuma crítica poderia ser feita ao mesmo, seja quanto à plasticidade, à criação ou funcionalidade. Como dissemos, foi trabalho de um mestre.

O aspecto que nos parece suscetível de observação é exatamente a grandiosidade; aqui pode ter começado o desastre.

1º) Obra tão grandiosa, pouco compatibilizável com as finanças estaduais.

2º) Obra genial de criação, era por isso mesmo única no gênero. Disso decorre tremenda responsabilidade de execução.

3º) Inovando na forma, na concepção e na grandeza, poderia ocasionar problemas eventualmente inéditos.

4º) O tempo exíguo para sua edificação provocaria atropelos indesejáveis e até inaceitáveis.

Destacamos, do Parecer da Comissão de Alto Nível o comentário:

"1 - Trata-se de uma estrutura ímpar. Incomum do ponto de vista arquitetônico - estrutu

ral;

- 2 -Sua concepção foge aos critérios das obras correntes e exige, por consequência, cuidados especiais tanto de projeto como de construção."

É honesto registrar que a coragem de inovar é fundamental para o progresso e que a aceitação de riscos é privilégio de fortes.

O projeto arquitetônico do Pavilhão Exposição da Gameleira (PEG) define um bloco de 240x30 metros, com pavimento térreo, pavimento principal e sobreloja (duas), com circulação vertical em rampas, com uma abertura lateral para entrada do pavimento principal e placas de ventilação nas extremidades.

A Superestrutura

Dez pilares sustentam a estrutura constituída de dois conjuntos paralelos com duas vigas biapoiadas intermediárias de 30 e 65 metros de vão e duas vigas extremas, uma com 45m de vão entre apoios e 20m de balanço e outra com 65m de vão entre apoios e 20m de balanço.

Esses quatro pares de vigas são ligados inferiormente por uma laje caixão de 1,5m de altura total, e superiormente por vigas de coberturas espaçadas de cerca de um metro, com 30m de vão, também isostáticas.

As lajes de sobrelojas descarregam sobre parede apoiada na laje inferior (caixão) ou são sustentadas por tirantes pendurados na viga de cobertura.

O projeto da superestrutura foi do Escritório Joaquim M. Cardoso como resultado de licitação regular (Proposta de 10 de dezembro de 1968).

Sobre a concepção e o dimensionamento da superestrutura cumpre observar:

- 1º) As vigas principais (conjunto de 4 pares já descritos) são projetadas e têm em si comportamento isostático;

- 2º) As vigas de cobertura, igualmente isostáticas teriam individualmente tal comportamento; de resto suas liga

ções com as vigas principais são assim projetadas e executadas.

3º) a Laje caixão também foi prevista simplesmente apoiada nas vigas laterais, ou, pelo menos, suas ligações com as vigas principais não permitem concluir engastamentos.

4º) As rampas de ligação apoiam-se nos pisos dos pavimentos que interligam.

Uma primeira observação é que, embora os elementos isolados das estruturas tenham sido projetadas e executadas como isostáticas, o conjunto não pode funcionar dessa forma; os apoios permitem certa rotação, mas não permitem deslocamentos horizontais livres (Retração e variação de temperatura). Haverá pequenos esforços horizontais transversais (vão de 30m) e grandes esforços horizontais longitudinais (vão entre pilares extremos, 200m), que repercutirão tanto na superestrutura quanto na infraestrutura.

A Infraestrutura

O projeto e a execução das fundações foi entregue mediante licitação regular à firma SOBRAF - Sociedade Anônima Brasileira e Fundações Ltda (Proposta de 7 de junho de 1969), que projetou e executou 10 tubulões a ar comprimido, um para cada pilar, com profundidades variáveis de 13 a 19 metros.

Esse projeto baseou-se em duas séries de sondagens, a saber:

a) pela SONDOMINAS, Engenharia de Solo e Fundações Ltda, nos pontos projetados para eixo dos pilares, por determinação da CIURBE, em maio de 1969 (Relatório Anexo);

b) Pela própria SOBRAF (julho/agosto de 1969) que executou oito furos assim localizados:

- Dois fora da área de projeção da construção
- Dois na área do pilar P-5
- Um na área de cada pilar P-1, P-3, P-7 e P-9.

Todas essas sondagens de reconhecimento foram feitas por sondas de percussão, com retirada e exame de material

e ensaios de penetração no sistema Amostreador de 2", 140lb, 30" de queda livre, golpes para penetração de 1 pé.

Tais sondagens revelaram um solo residual predominantemente siltoso que apresentou resistência à penetração da ordem de 13 a 20 golpes. Em certos casos essa resistência oscilou entre 7 e 30 golpes, justificável para o tipo de solo. (vide relatórios no apêndice).

A taxa de trabalho admitida para o projeto de fundações foi de $10\text{Kg}/\text{cm}^2$, valor julgado adequado pela Comissão de Alto Nível. No entanto os recalques observados na transferência de carga do decimbramento, predominantes entre 2 e 5 cm - oscilando no entanto entre 1 e 9 cm - se deram quando o carregamento andava em torno dos 70% do projetado. Convém ainda observar:

la.) Dada a natureza do solo de fundação e a categoria ímpar da obra o acompanhamento da execução da obra teria que ser contínuo, atento, de forma especial.

Do Parecer da Comissão de Alto Nível

"7.6 a tolerância dos recalques diferenciais, por parte das estruturas depende fundamentalmente das mesmas evidenciando sua interação com as fundações.

Fosse a estrutura em tela de características correntes (tais como edifícios em pórticos com painéis de alvenaria), os valores dos recalques diferenciais verificados seriam considerados, segundo praxe internacional, bem inferiores aos admissíveis.

Em se tratando de estrutura como a presente, seriam necessários exames detalhados do problema, para verificar os efeitos desses mesmos recalques diferenciais, em termos de esforços adicionais. Tais efeitos não foram entretanto, apreciados."

Numa estimativa grosseira poderíamos admitir um máximo de $6\text{Kg}/\text{cm}^2$ para a penetração a 30 golpes... ($30/5 = 6$) todavia, dadas as características especiais da obra e do terreno sua fixação para o projeto deveria cercar-se de extremo cuidado e pesquisa mais minuciosa. Não encontramos nenhum dado justificativo da taxa adotada. Não pretendemos concluir apressadamente da

parcela de responsabilidade do projeto de fundações no evento sinistro, mas nossa posição de suspeita de sua estabilidade é corroborada pelo laudo dos peritas indicados pela CIURBE, quando afirmam, em suas conclusões resumidas:

Conclusões resumidas:

1) A estrutura e as fundações do Pavilhão de Exposições da Gameleira, como construídas, não oferecem a segurança mínima exigida.

2) As deficiências que levam à instabilidade a pontada decorrem basicamente do próprio dimensionamento adotado, acrescentando-se deficiências menores de execução, como detalhadas no presente laudo.

3) é possível a recuperação da estrutura e das fundações, mediante um reforço generalizado, como detalhado no texto."

Obs.: Os grifos são nossos

2a.) Posto que o carregamento fornecido pelo projeto de superestrutura indicava apenas cargas verticais centradas, parece-nos que o projetista das fundações teria que consultar com documentos aos calculistas da superestrutura sobre a possibilidade de eventuais excentricidades no carregamento bem como sobre o problema dos esforços horizontais bastante previsíveis.

Do parecer da Comissão de Alto Nível, ainda:

"6.1 os apoios das vigas recebem reações verticais, segundo o projeto, variando de 800 t até 2.500 t. Esta carga é transferida aos blocos de fundações através de vergalhões de aço CA-50 com diâmetro de 1 1/8" de plegada na forma conhecida por articulação Mesnager;

- A soma de duas reações vizinhas sobre um mesmo bloco pode, conforme combinações de carregamento, causar uma reação vertical excêntrica, não considerada na planta de cargas"

"7.2 a já mencionada excentricidade das cargas para fins de dimensionamento das fundações."

Do Relatório dos peritos da CIURBE tiramos ainda:

"Feita uma análise da concepção estrutural do Pavilhão de Exposições da Gameleira, observa-se o seguinte:

a) As vigas principais da estrutura, biapoia - das, de grandes vãos, descansam sobre apoios que permitem uma razoável rotação mas não permitem deslocamentos horizontais livres, porque acham-se ligados entre si, dois a dois, pelos blocos de apoio conforme o esquema.

b) Não tendo sido prevista a colocação de aparelhos de apoio entre os blocos de apoio e os tubulões da fundação, ficaram aqueles impedidos de se movimentar livremente quando atuam sobre a estrutura os efeitos de retratação e de variação de temperatura.

c) Esta concepção ocasiona os seguintes efeitos horizontais:

- 1 - Pequenas forças horizontais no sentido transversal da estrutura em virtude do tamanho do vão que é de 30m.
- 2 - Grandes forças horizontais longitudinais em virtude do comprimento total da estrutura, que entre os apoios extremos mede 200m."

2.2.4. II - O Acidente

A estrutura foi totalmente executada, iniciando-se a retirada do escoramento. Quando faltavam poucas e inexpressivas escoras houve a ruína, com as consequências já sabidas.

2.2.4 III - Análise

Como nos outros casos, iniciou-se o processo tumultuado de "apuração de responsabilidade", com o tradicional desdobramento:

- Sensacionalismo na imprensa;
- Discussão Jurídica.

Por termos acompanhado durante praticamente três anos o desenvolvimento do caso, mantendo o princípio de abstração dos aspectos polêmicos de técnica jurídica e até jornalística, gostaríamos de situar alguns pontos que antecedessem a configuração do ponto central de nosso interesse, qual seja o clima ou estado de inconsciência profissional, fazendo da consciência profissional uma certa forma cristalizada, que nada tem a ver com cristalinidade desejável.

1º) Clima de euforia criado por:

- Projeto grandioso, produto de grande mestre de inegável proeminência e arte.
- Orgulho de uma obra de realce e expressão em implantação.
- Firme apoio das autoridades governamentais.
- Presença de empresas e profissionais de alta e comprovada capacidade.
- Urgência pouco prudente, mas explicitada.

2º) Distorções na interpretação de responsabilidades da obra em conjunto.

- Fiscalização, embora de elementos de reco

nhecida capacidade profissional, com pouca liberdade dado o clima exposto.

- Controle isolados e, ou, conjuntos sem definição de periodicidade, frequência e quantificações padronizadas ou normalizadas.

- Registros incompletos sob a forma de Diários de Obra.

- Assistência deficiente do projetista da superestrutura e do projetista e executor das fundações.

- Pouco conhecimento do terreno pelo projetista da superestrutura.

- Escassês de dados do projeto da superestrutura para efeito de cálculo das fundações.

- Imperícias no projeto da superestrutura.

- Deficiência de elementos de decisão no projeto de fundações; as informações posteriores não são confirmadas com documentação adequada.

- Decisão fatal de retirada do escoramento aceita sem resistência; tomada por "força moral" e não baseada nas evidências de perfeito esclarecimento técnico documentado dos sintomas observados.

- Descuido trágico que permitiu elevado número de vítimas, ao se permitir "repouso" de operários sob obra onde havia razoável dúvida de estabilidade.

Fazemos aqui um parêntesis para analisar os fatores de segurança introduzidos no projeto e execução de uma obra.

Preliminarmente, no projeto de uma estrutura de concreto armado:

a) Desprezam-se os efeitos a favor da segurança consequentes das margens e arredondamentos feitos na avaliação de cargas.

b) Os cálculos de carregamento levam em conta a hipótese mais desfavorável, que provavelmente jamais ocorrerá.

c) Elegem-se os tipos de aço e concreto que serão utilizados e fixa-se o critério de controle a observar.

As estruturas de concreto armado respondem, em

casos usuais, por cerca de 43% do carregamento e êste será pleno à partir de cerca de 1 ano de execução.

Nas edificações comuns o carregamento anda próximo de $1,2 \text{ t/m}^2$, sendo portanto de cerca de $0,5 \text{ t/m}^2$ a parcela devida à estrutura; no nosso caso o percentual se eleva, face a natureza da obra.

Como fatores de segurança:

a) 1,65 prescrito pelas Normas Brasileiras para Lages e Vigas.

b) A tensão de rutura a ser utilizada deve se situar em 60% ou 75% da média das tensões de rutura observadas nos corpos de prova moldados na obra.

Para - $4/3$ a segurança é 1,33

Para - $5/3$ a segurança é 1,66

Sendo o desvio a diferença entre um número do conjunto e a média aritmética de todos os números do conjunto, o desvio padrão é definido como a média quadrática dos desvios.

Como o calculista fixou $\sqrt{c_{28}} = 230 \text{ kg/cm}^2$, o concreto utilizado na obra não atende às exigências uma vez que:

a) Os números do conjunto oscilaram entre 170 e 260 kg/cm^2 , oferecendo uma média aritmética de 215 kg/cm^2 . Então, $215 < 230$ - o que torna o concreto utilizado como não aceitável face ao exigido pelo calculista.

b) Conseqüentemente, a tensão de rutura admissível sofre a mesma restrição, resultando:

$$163 < 173 \quad (3/4)$$

$$\text{Se tivesse sido adotado: } \sqrt{R} = \sqrt{R_m} (1 - \delta)$$

sendo

\sqrt{R} = Tensão de rutura adotada

$\sqrt{R_m}$ = Tensão de rutura média observada

δ = Desvio médio padrão, teríamos cerca de 95% de probabilidade de todo concreto trabalhar com tensão maior que o mínimo adotado. (Em %)

Disso adviria razoável grau de certeza quanto à estabilidade da obra.

Essa análise não foi feita, mesmo diante de parte da obra a ser executada.

Finalmente, o tipo de controle utilizado, por informação do construtor, não permite senão a eventual consideração de controle regular, quando seria absolutamente exigível, no caso, o controle rigoroso.

Também não pretendemos carregar a responsabilidade do evento para a execução; contudo não houve como demonstrarmos o cuidado desejável para o caso.

Se já ficou demonstrado na pericia que parte da estrutura ficou submetida a tensões excessivas, a qualidade do concreto seria vital também.

Do nosso ponto de vista de aprendizagem, para tirar proveito das experiências, inclusive em sinal de respeito às vítimas físicas ou morais de acidentes, chegamos ao objetivo de nosso trabalho, permitindo-nos as seguintes sugestões de recomendações que devem ser transmitidas e não simplesmente enunciadas.

1a) Sendo a Engenharia responsável por projetar obras com segurança e economia, não se permitam nunca inverter as prioridades, isto é, segurança e depois economia. O homem, para o qual se executam obras é o objetivo final, nunca devendo ser considerado como objeto, nem por imperícia, nem por imprudência nem por negligência.

2a) No estímulo à capacidade criativa sejam bem definidos os parâmetros que limitam as inovações, sempre que entrem no terreno da audácia; não permitir jogo com o que não pode ser jogado.

3a) No aceleração ou retardamento de obras os cronogramas devem ser exclusivamente função de dados técnicos; os profissionais de Engenharia não podem aceitar intromissões pelas quais não possam responder.

4a) A existência de uma coordenação eficaz nas obras, versátil mas segura, é imprescindível e a profundida

de de experiência e conhecimentos exigíveis é função do tipo e dimensões da obra.

5a) o "Diário de Obras" deve ser exigido em todas as obras, especialmente as de características mais inco-
muns. Os registros a serem feitos precisam cobertura técnica a
dequada e devem responder com clareza e sem dúvida a todas as
questões que possam ser levantadas. É a nosso ver um documento'
insubstituível em qualquer situação, e seu efeito será diretamen
te proporcional ao conteúdo que o constitua.

O exame do acidente mais conhecido por nós, ' permitiu, não a apresentação de novidades mas o enfoque no ângu-
lo que mais nos preocupa como profissional. Os elementos téc-
nicos que nos possibilitaram as afirmações aqui contidas estão
todos no volumoso processo da Gameleira.

Para facilidade de leitura alinhamos a seguir as deficiências no caso "Gameleira", extraídas da análise do processo respectivo, sem os detalhes que serão encontrados nos documentos compulsados:

1a.) Partido adotado: Obra inédita, de propor-
ções invulgares, alto custo, prazo reduzido. O prazo incidiu ob-
jetivamente no clima de euforia de condução, uma vez que não '
houve precipitação nos prazos usuais dos serviços;

2a.) Não constituição de coordenação com a au-
toridade necessária às opções. (Pelo processo se observam mui-'
tas intervenções extratécnicas);

3a.) Imperícia na concepção e no desenvolvi-'
mento do projeto da superestrutura.

4a.) Imprudência na concepção e desenvolvimen-
to do projeto da infraestrutura. (Dados insuficientes quase ne-
nhum comprovante nas defesas dos responsáveis);

5a) Desentrosamento entre os projetos de in-
fra e superestrutura;

6a.) Imprudência na condução geral da obra, a
nosso ver conseqüente do item 2º supra; esse fato foi lamentavel-
mente fatal da tragédia.

Ao concluir, não é demais assinalar que nossa

posição de observador é muito cômoda; nossa análise foi feita ' APÓS um fato trágico e suas repercussões e não antes. Não se trata de uma justificativa para os eventuais culpados mas, psicologicamente não deixa de ser um ponto importante.

Detivemo-nos nos trabalhos apresentados pelas autoridades que participaram do exame do problema, especialmente os de cunho técnico; isto não impediu que observássemos uma série de incoerências, resultantes muitas vezes das tentativas' de justificar fatos.

2.3 - Diagnose

Face o que temos dito anteriormente fica claramente configurado um certo "estado de inconsciência profissional", ocasionado por inúmeros fatores - definidos ou não -, e tornando possível pela inexistência de um sistema e metodologia de COORDENAÇÃO de obras.

2.4 - Proposições

2.4.1 - A Coordenação de Obra

A energia de um sistema de coordenação obrigatório para as obras, públicas ou particulares, é um imperativo' da realidade diagnosticada.

Essa coordenação deveria ser constituída de um Engenheiro Coordenador assessorado pelos profissionais (pessoa física ou jurídica) necessários, ao fiel desempenho da tarefa e terá como obrigações, entre outras:

1º) Confecção de um "Diário de Obras", cujos registros:

a) Iniciar-se-ão com a definição da obra como necessária e viável e sua conseqüente nomeação pela autoridade competente (obra Pública) ou pelo proprietário (obra Particular).

b) Conterão todos os elementos de caráter decisório em qualquer fase da obra.

c) Serão claros, precisos e concisos, garanti

do o necessário entendimento de seu conteúdo.

2º) Manutenção do "Diário de Obras" em dia e em ordem, à disposição para consulta, no canteiro de obras.

3º) Comprovação da Tomada de conhecimento pelas entidades interessadas (Repartições públicas, Firmas e outras) dos registros que a elas, possam interessar; ~~esse~~ conhecimento poderia ser expresso por uma simples rubrica do interesse do no registro correspondente.

4º) Registro das ocorrências que julgar importantes para o bom andamento da obra e, ou, para futuras e eventuais definições de responsabilidades.

5º) Franquear o "Diário de Obras" às entidades interessadas, para os registros que julgarem oportunas e convenientes, inclusive observações sobre ocorrências a elas notificadas no mesmo.

6º) Garantir a segurança da obra em si, bem como a segurança individual do pessoal em serviço, independentemente de sua vinculação a empreiteira e, ou sub-empreiteiros.

7º) O perfeito entrosamento entre projetistas, calculistas e executores.

8º) A composição e análise dos elementos técnicos que devam servir de base às decisões em qualquer momento.

9º) Os esclarecimentos objetivos, oportunos e precisos sobre dúvidas surgidas, ou sobre interpretação de sintomas, em particular os julgados anormais.

10º) A exigência do fornecimento pronto e hábil de toda a documentação necessária ao perfeito desenvolvimento de obra, especialmente as memórias descritivas e justificativas dos projetos e cálculos, não podendo em hipótese alguma tolerar falta de dados que possam comprometer a obra. Todos estes documentos serão mantidos em perfeito estado de utilização.

11º) O emprego de testes, provas, ensaios, verificações ou confrontações, em função do tipo, parte e natureza da obra.

12º) O início, a paralização ou prosseguimento da obra, no todo ou em parte.

139) Outras atribuídas explicitamente pela autoridade competente (obras Públicas) ou pelo proprietário (obra Particular), a critério destes, no "Diário de Obras".

149) Fornecer, no prazo de 24 horas do registro, à autoridade competente (obras Públicas) ou ao proprietário (obras Particulares), permanentemente, cópia carbonada do "Diário de Obras".

2.4.2 - Metodologia da Coordenação de Obra

A obra é considerada existente à partir de sua definição como necessária e viável pela autoridade competente (obra Pública) ou pelo proprietário (obra Particular).

O primeiro passo que se seguirá é a nomeação escrita de um coordenador da obra, com plena e total liberdade de ação no exercício de sua competência.

Os projetos e cálculos, atribuídos por licitação ou indicação direta, serão dados ao conhecimento do coordenador da obra.

Os contratos de qualquer espécie, além dos elementos usuais conterão cláusula que situem:

a) as responsabilidades, os direitos e os deveres da coordenação da obra.

b) O destaque do "Diário de Obra" como peça integrante do ~~mesmo~~, nos registros que lhe forem afetas, para todos os fins.

O recebimento da obra, parcial ou total far-se-á nos termos contratuais, sendo obrigatório o registro do fato no "Diário de Obras".

Todos os documentos da obra, sejam contratos, projetos, Memórias, Memorandos ou outros quaisquer necessários ao andamento da mesma terão cópias no arquivo da Coordenação com utilização privativa.

2.5 - Conclusão

Constatados os fenômenos e analisadas as suas

consequências, apresentando as proposições retro mencionadas cuja importância, oportunidade e urgência parecem fora de dúvida.

A oficialização e consequente obrigatoriedade da Coordenação de obra e do Diário de Obras propiciará:

a) Centralização da responsabilidade global da obra, mantidas as amplas possibilidades da interveniência coordenada dos profissionais individuais ou firmas, sempre que necessário.

b) Garantia, pelo registro, da troca permanente de informações necessárias entre os diferentes participantes da obra.

c) Ampla liberdade responsável à condução da obra.

d) Testemunho fiel e constante de toda a vida da obra, especialmente dos fatos, processos e razões das decisões cuja memória se perde no dia a dia, quando não há o controle escrito que só o "Diário de Obra" pode garantir.

e) Fluxo contínuo de informações para as autoridades competentes e, ou, os proprietários das obras.

Tais garantias permitirão posteriormente:

a) Conhecimento da problemática de execução e celeiro de informações da mais alta valia na Técnica de construção.

b) Pesquisa de baixo custo, cujos resultados serão de utilidade para todos.

c) NOs insucessos haverá sempre duas categorias de informações de inestimável valor:

- Registros seguros e isentos, da sintomatologia e terapêutica dos fenômenos anormais para análise serena e conclusões científicas.

- Dados frios definidores da responsabilidade, que facilitarão sobremodo a ação dos investigadores na operação dos fatos.

Renovando aqui meu apelo para uma tomada de posição serena e firme agradeço a atenção da douta comissão de

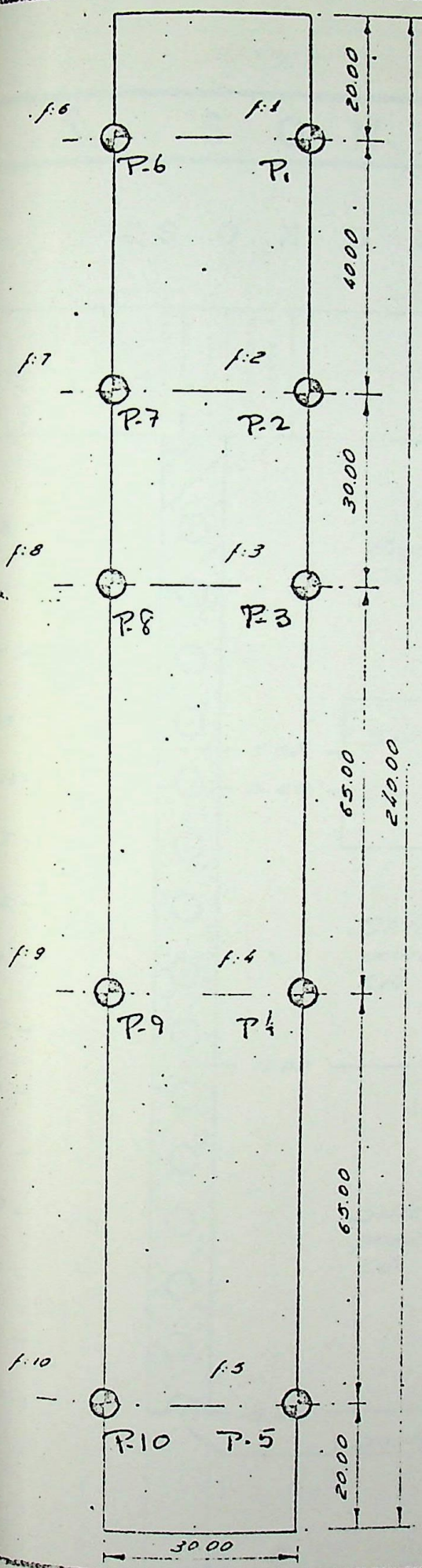
concurso e me coloco a disposiçãõ para eventuais complementações ou quaisquer informações e esclarecimentos julgados oportunos.

Itajubã, 7 de março de 1975

3. - BIBLIOGRAFIA

- 1) - MG - Governo Estadual - Parecer Técnico da Comissão de Alto Nível sobre o acidente do Pavilhão da Gameleira - 1971
- 2) - Cardoso, J. - Apreciação Escritório de Engenharia - 1971
- 3) - Junior, J.F. da Silva - Parecer pela Sobraf - 1971
- 4) - Cardoso, J.L. - Laudo Pericial - 1971
- 5) - Magalhães, S. - Parecer a Pedido da JUstiça - 1971
- 6) - CREA - Parecer da Comissão Pericial - 1971
- 7) - Lima, F.R. - Denúncia de Ilmo Sr. Dr. Promotor Público - 1971
- 8) - S.S.P. - Polícia Judiciária - Inquerito Policial Militar sobre o acidente do Pavilhão Gameleira - 1971
- 9) - CIURBE - Peritos Nomeados - Relatório dos peritos sobre o acidente do Pavilhão da Gameleira - 1974

4. APÊNDICES



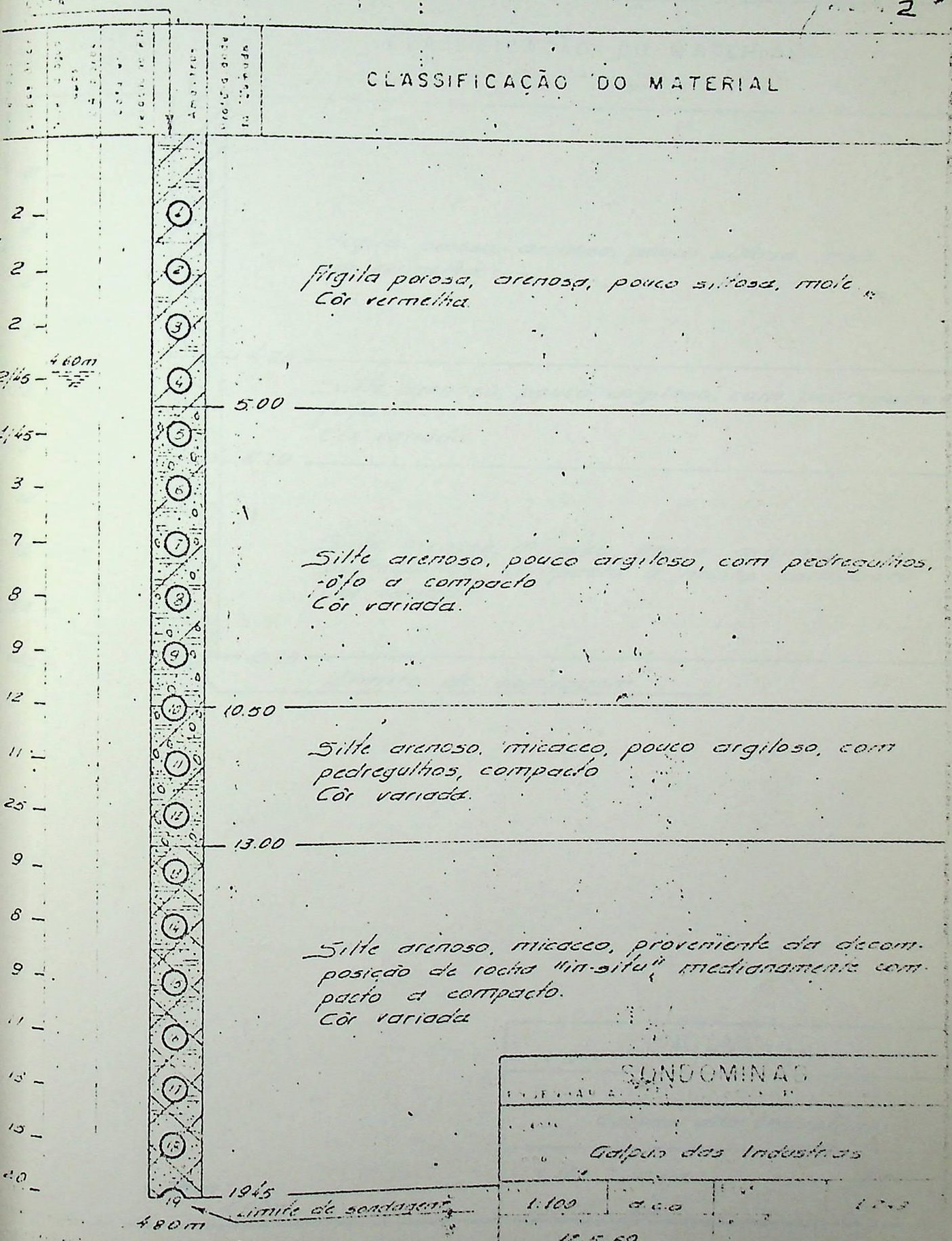
SONDUMINAS			
ENGENHARIA DE SOLAS E FUNDACOES LTDA			
Cidade			
Local <i>Galpao das Industrias</i>			
Esc	1:1000	Proj	Engº
			12/11
			12.5.69

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M Ø 2"

2

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



S O N D O M I N A S		
Galpão das Indústrias		
1:100	1:100	1:100
12.5.69		

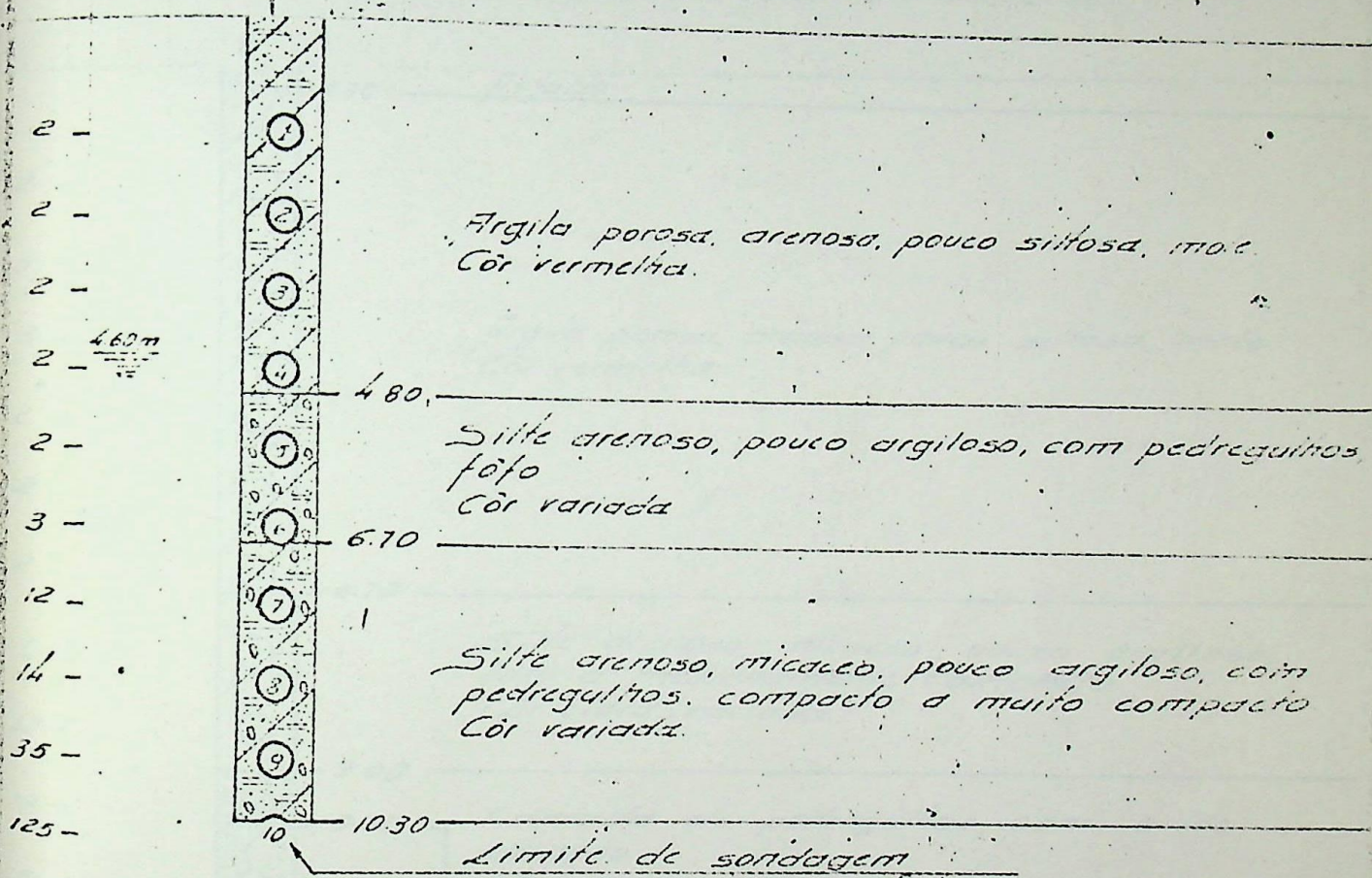
19.45 limite de sondagem
4.80 m
12.00 m

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M Ø 2"

3

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



4.80m
6.00m

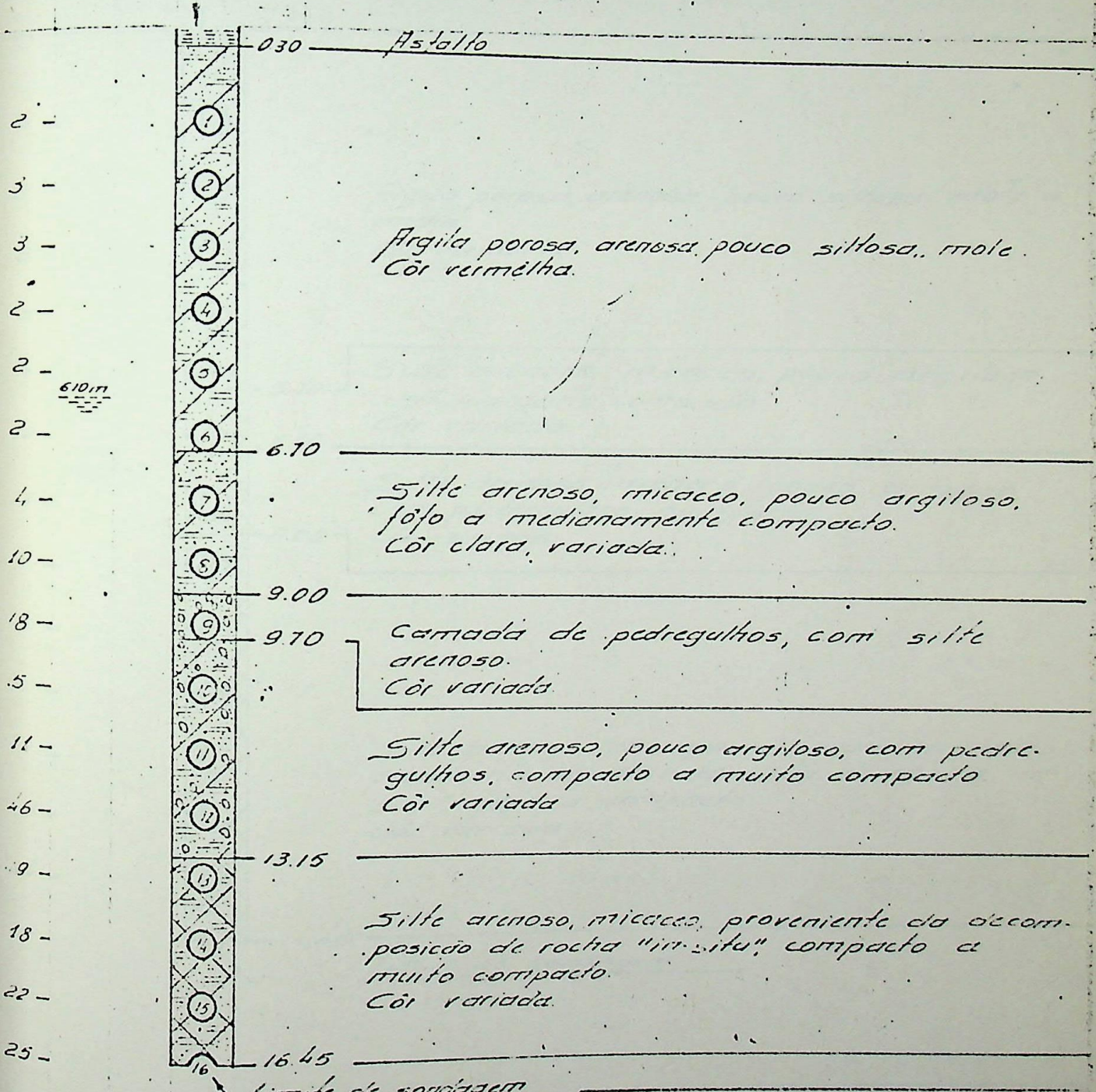
SONDOMINAS		
Galpão das Industrias		
1.100	0.00	1.200
12.5.69		

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M \varnothing 2"

4

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



SONDOMINAS		
Galpão das Indústrias		
1.100	a.c.a.	1.245
12.5.69		

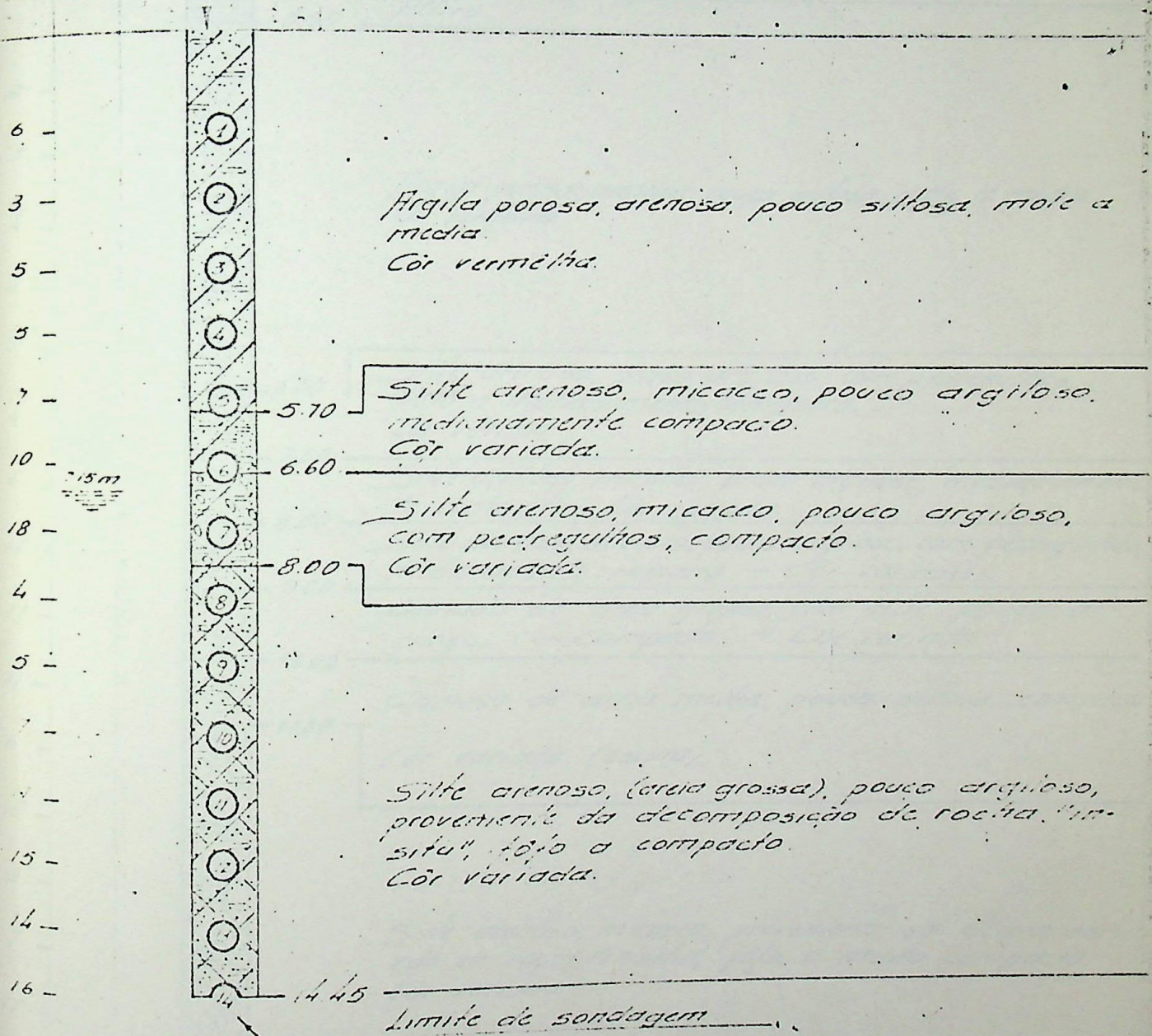
6.50 m
10.00 m

SONDOMINAS

SONDAGEM Ø 2"

5

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



SONDOMINAS

Caixa das Industrias

1.100

1.140

1.500

7.00m 8.00m

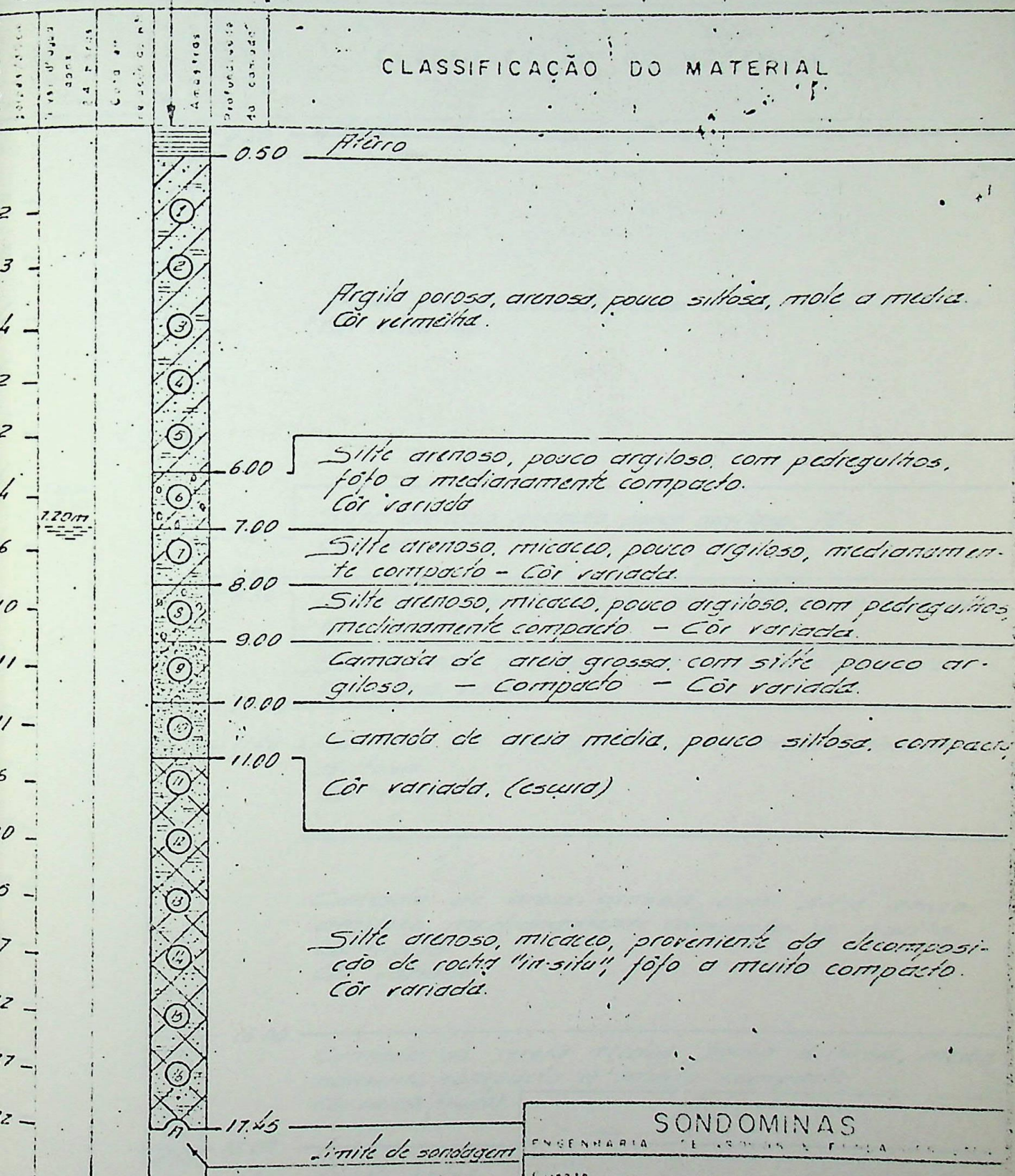


SONDOMINAS

SONDAGEM Ø 2"

6

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



1.20m

9.00m

9.00m

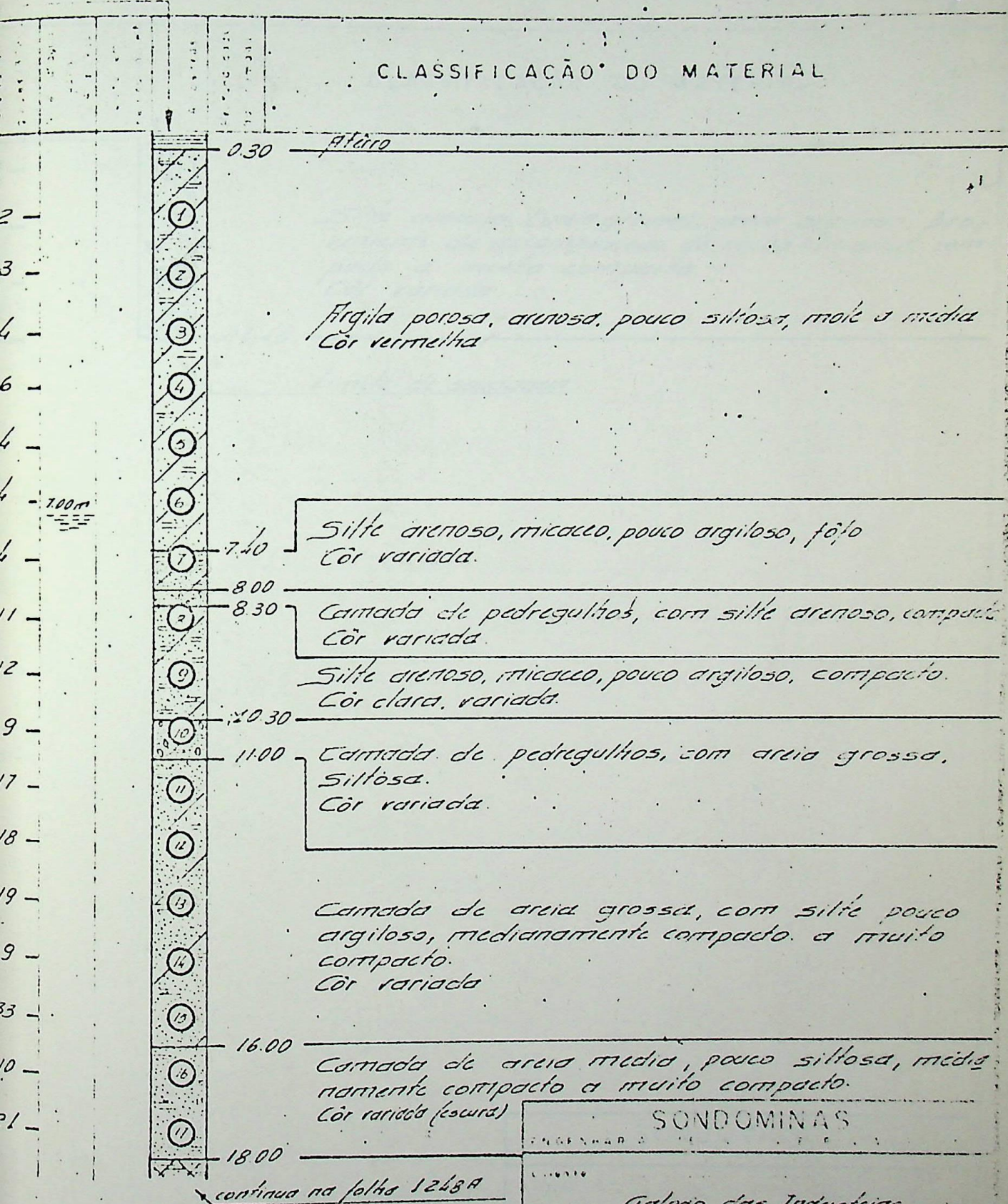
SONDOMINAS			
ENGENHARIA DE MINAS E METALURGIA			
Cliente: Galpão das Indústrias			
Escala:	1:100	Ass: a.c.a.	12/7
12.5-69			

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M Ø 2"

7

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



800m
1000m

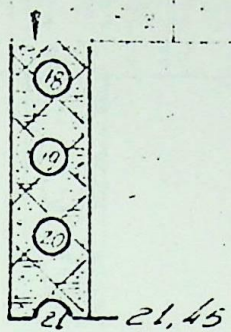
SONDOMINAS			
Geopar das Industrias			
1:100	a.e.o.	1248	
12.5.69			

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M Ø 2"

7

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



*Silte arenoso, (areia grossa), pouco argiloso, proveniente da decomposição de rocha "in-situ", com pacto a muito compacto.
Cór variada*

Limite de sondagem.

*continuação da folha nº 1248
800 m
10.00 m*

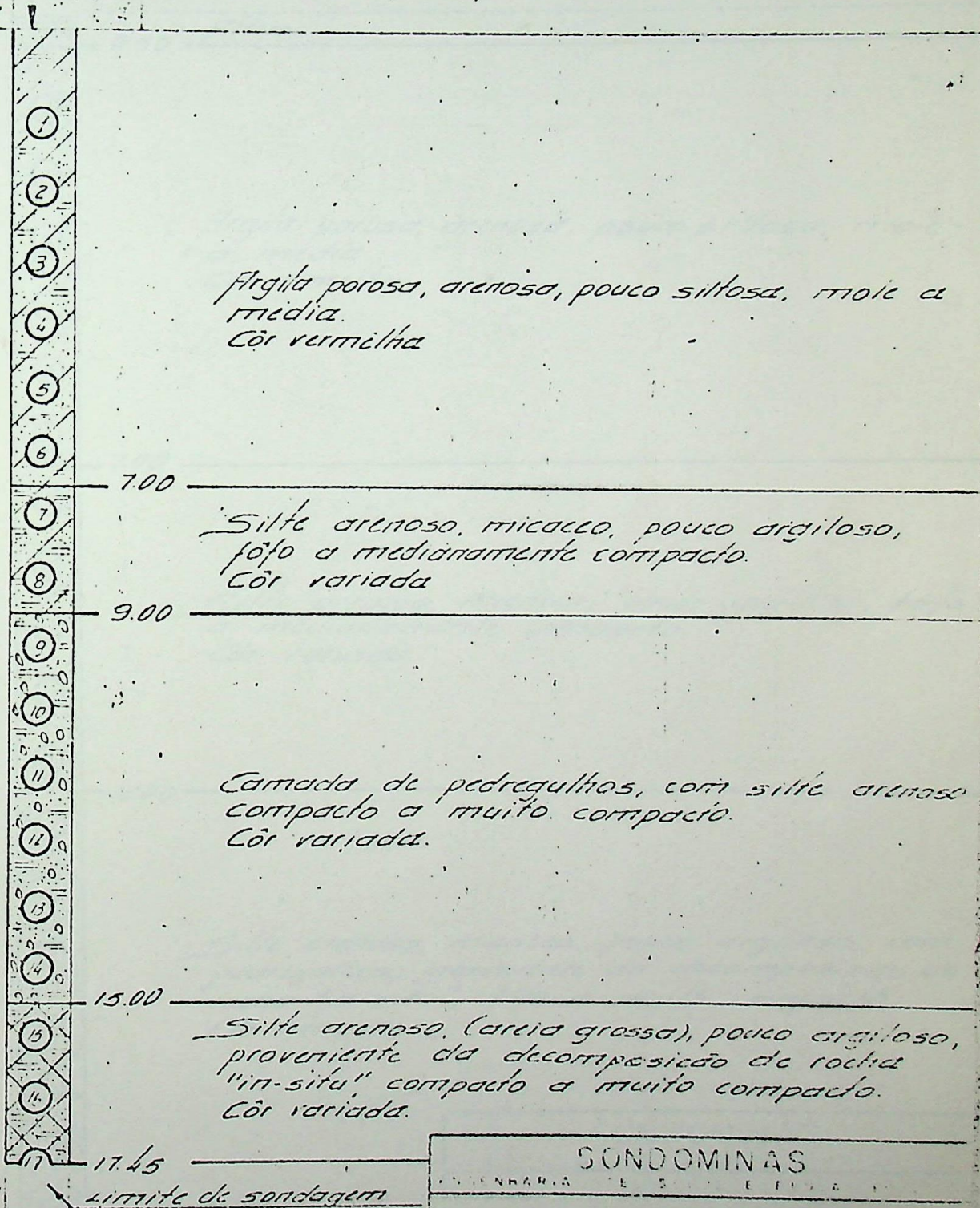
SONDOMINAS			
Galpão das Indústrias			
1.100	aca		12.560
			12.560

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M \varnothing 2"

8

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



S O N D O M I N A S

Galpão das Industrias

1100

aca

1049

12-5-69

600m

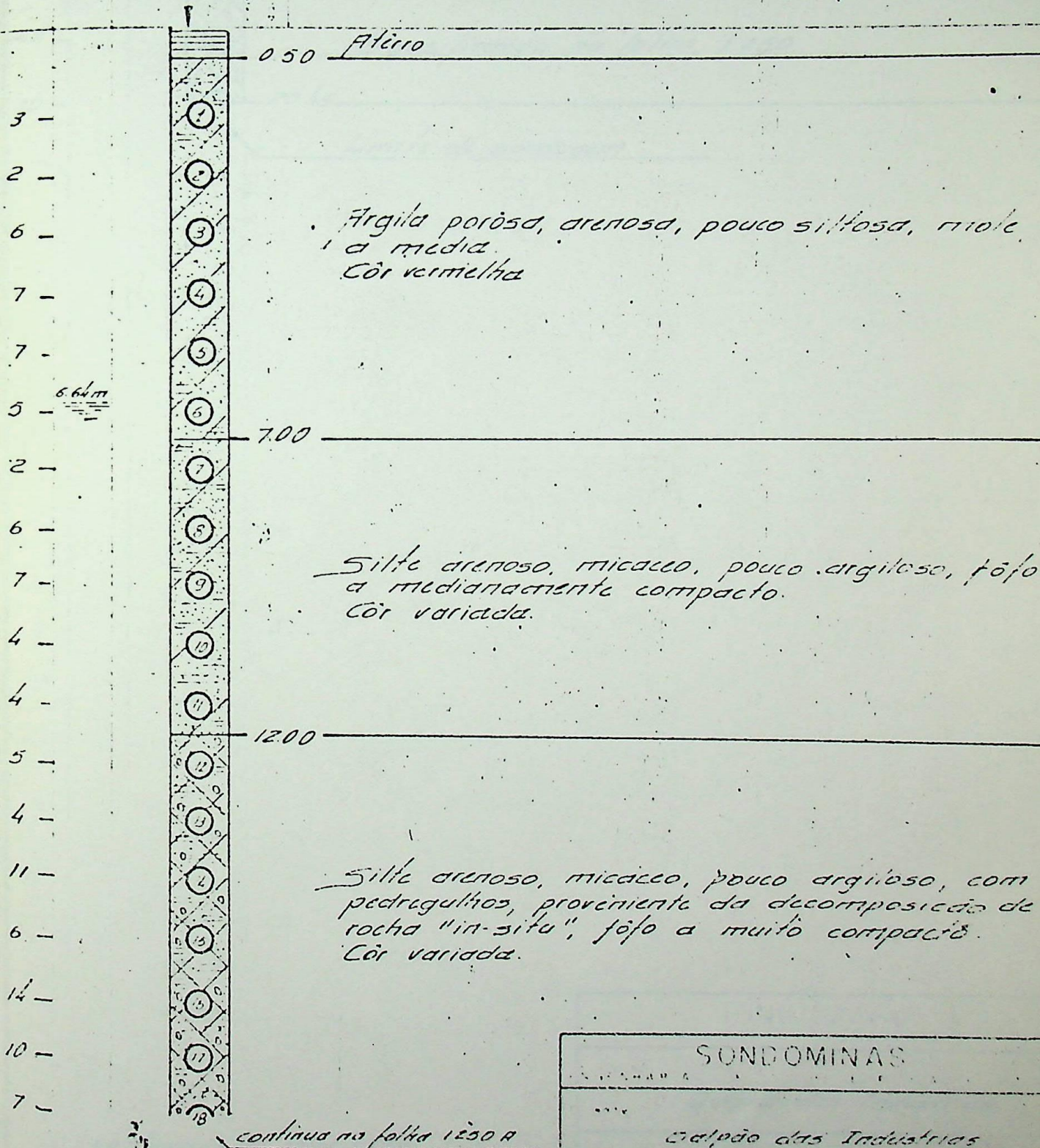
1100m

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M ϕ 2"

9

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



7.00 m

11.00 m

SONDOMINAS		
Criação das Indústrias		
1100	aca	1250
1250.00		

S O N D O M I N A S

S O N D A G E M \varnothing 2"

9

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL

22 -
30 -



Classificação na folha 1.250

20.45

Limite de sondagem

continuação da folha 1.250
100m
1100m

SONDOMINIO			
Galpão das Industrias			
1100	aca		1.250
	12560		

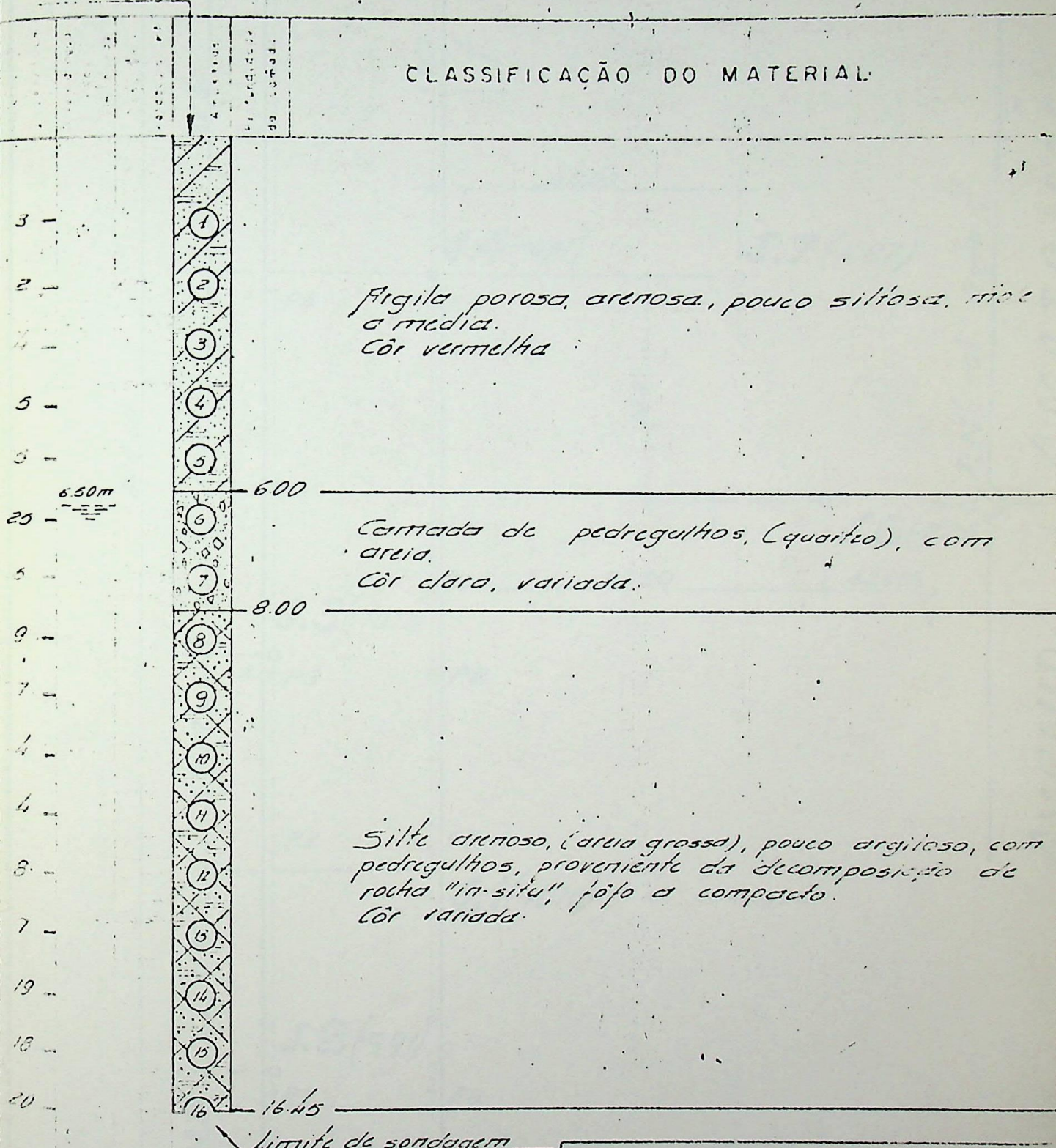


SONDOMINAS

SONDAGEM Ø 2"

10

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL



SONDOMINAS

Galpão das Industrias

1.100

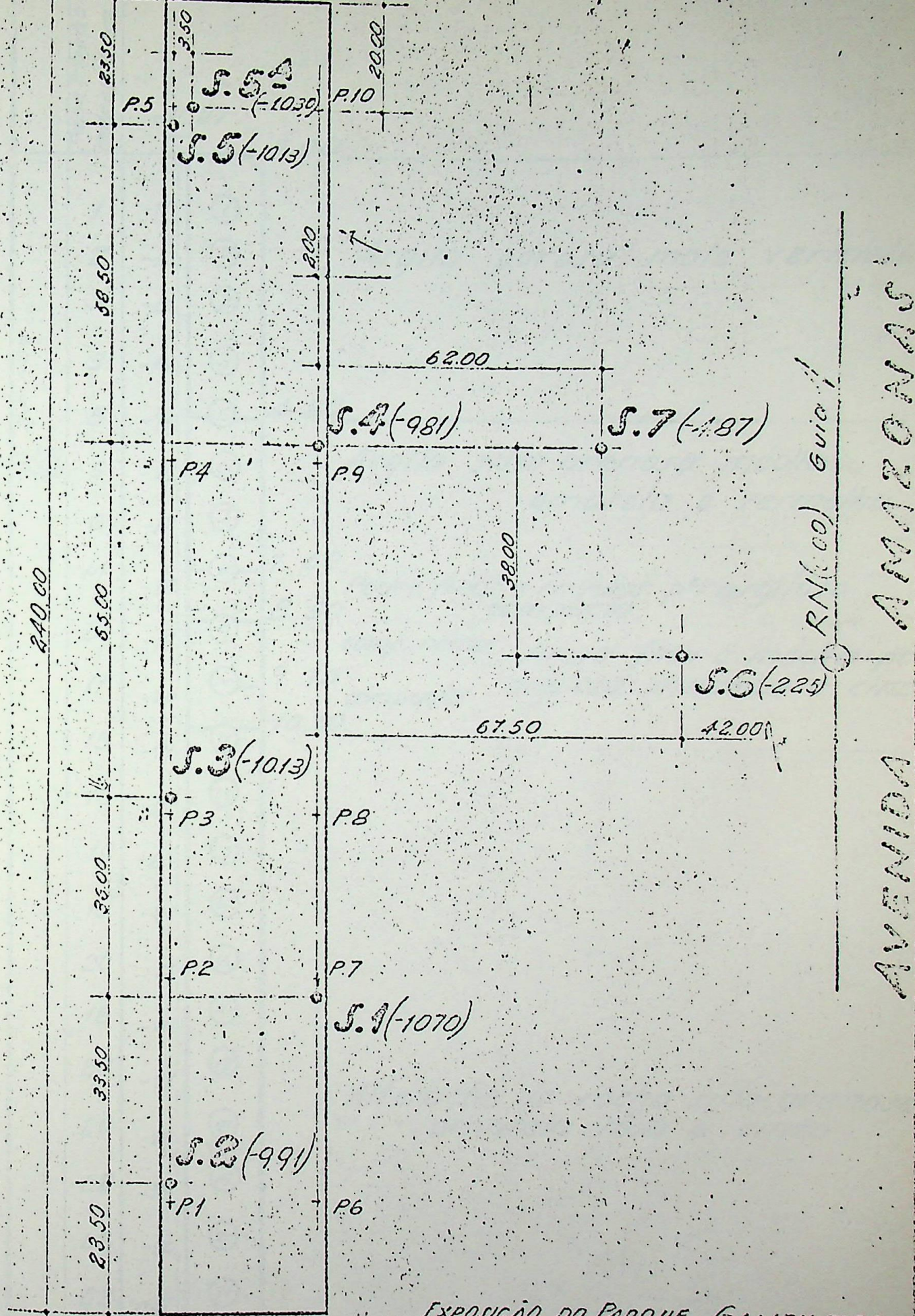
d.c.a.

1251

12.5.69

7.00 m

10.00 m



EXPOSIÇÃO DO PARQUE GANELEIRO
 BELO HORIZONTE (MG)

S/A. BRASILEIRA DE FUNDACOES
 SOBRAF

Enc. 1.100 [15.689] [15.689]
 CIA. URBANIZADORA SERRA
 DO CURRAL (CURBE)

18435

Penetração
Golpe/30 cm

-10.07

0.00

84-7-09

570
552

1	-11	(1)
2	-12	(2)
3	-13	(3)
3	-14	(4)
5	-15	(5)
5	-16	(6)
6	-17	(7)
14	-18	(8)
8	-19	(9)
11	-20	(10)
15	-21	(11)
16	-22	(12)
18	-23	(13)
18	-24	(14)
20	-25	(15)
16	-26	(16)
20	-27	(17)
20	-28	(18)
22	-29	(19)
22	-30	(20)
22	-31	(21)
20	-32	(22)
22	-33	(23)
20	-34	(24)

Argila porosa mole vermelha

4.80

Argila silto-arenosa média
amarela e vermelha

7.60

Pedrs. finos e médios p^o argiloso
compacto

8.50

comp. média Areia fina e média p^o
compacta argilosa amarela e cinza

10.50

Alteração de rocha silto-arenosa
amarela róxa e cinza

Penetração
60 p/130 cm.

-9.91
-7

0.00

25-7-68

1.50
0.58

	-10		
1	-11	(1)	Atérro de argila porosa
2		(2)	
3	-12	(3)	2.60
3	-13	(4)	Argila porosa mole amarela
3	-14	(5)	
4	-15	(6)	5.70
5	-16	(7)	Argila silto-arenosa média vermelha e amarela
9	-17	(8)	
18	-18	(9)	8.60
25	-19	(10)	Pedrs. finos e médios p ^{co} argiloso compacto
37	-20	(11)	10.50
28	-21	(12)	Arenito p ^{co} argiloso duro amarelo e cinza escuro
13	-22	(13)	12.10
14	-23	(14)	
15	-24	(15)	
16	-25	(16)	
15	-26	(17)	
16	-27	(18)	Alteração de rocha silto-arenosa cinza e amarela
17	-28	(19)	
18	-29	(20)	
19	-30	(21)	
18	-31	(22)	
18	-32	(23)	
22	-33	(24)	

Penetração
50 pes/30 cm.

-10.13

0.00

28-7-69

6.10
6.50

1	-11	(1)
2	-12	(2)
3	-13	(3)
1	-14	(4)
1	-15	(5)
2	-16	(6)
3	-17	(7)
28	-18	(8)
15	-19	(9)
20	-20	(10)
10	-21	(11)
8	-22	(12)
8	-23	(13)
8	-24	(14)
10	-25	(15)
21	-26	(16)
17	-27	(17)
20	-28	(18)
25	-29	(19)
28	-30	(20)
30	-31	(21)
25	-32	(22)
22	-33	(23)
30	-34	(24)

2.70

5.70

6.70

7.60

8.70

10.60

Aterro de argila porosa

Argila porosa mole vermelha

Argila arenosa mole vermelha e amarela

Areia média p^{ca} argilosa c/ pedrs. finos fôfa vermelha e cinza

Argila siltosa p^{ca} arenosa dura cinza

Pedrs. finos e médios p^{ca} argiloso compacto

Alteração de rocha silto-arenosa amarela e cinza

Penetração
60/20/30cm

-9.81

0.00

-10

-11

(1)

-12

(2)

-13

(3)

-14

(4)

-15

(5)

-16

(6)

-17

(7)

-18

(8)

-19

(9)

-20

(10)

-21

(11)

-22

(12)

-23

(13)

-24

(14)

-25

(15)

-26

(16)

-27

(17)

-28

(18)

-29

(19)

-30

(20)

-31

(21)

-32

(22)

-33

(23)

-34

(24)

-35

(25)

-36

(26)

-37

(27)

Argila porosa média
vermelha

5.70 Areia média argilosa comp.
6.30 média amarela e vermelha

Argila siltosa p^{ca} arenosa rija
amarela e cinza

7.50 Areia média p^{ca} argilosa cl. pedr.
8.40 finos comp. média amarela

Argila siltosa p^{ca} arenosa média
amarela e vermelha

Alteração de rocha silto-
arenosa amarela e róxa

6.70
0.60

5
7
5
4
4
6
14
7
7
10
15
12
17
15
17
18
19
18
19
20
19
20
18
21

SONDAGEM

5 ----- +2"

Penetração
golpes/30cm

-10.10

0.00

2	-11	1
3	-12	2
4	-13	3
3	-14	4
6	-15	5
18	-16	6
10	-17	7
14	-18	8
15	-19	9
19	-20	10
15/1010	-21	11

Argila porosa média vermelha

4.70

média

Argila arenosa vermelha
amarela e róxa

5.50

dura

6.50

Pedrs. finos e médios P^{co} argiloso compacto

8.30

Alteração de rocha silto arenosa róxa e amarela

10.80

Mat. não perfurável pelo amostrador



Nível d'água

Elevação do N. A. em 10 metros

BELO HORIZONTE (M.G.)

SOCIEDADE ANONIMA BRASILEIRA DE ENGENHARIA

"Sobraf"

Data: 15/8/69

Proj. Eng. [Signature]

CI. URBANIZADORA

EXPOSIÇÃO DO PARQUE
"GAMELEIRO"

Penetração
50 pes/50 cm

-10.03

0.00

2 -11
 2 -12
 3 -13
 4 -14
 8 -15
 19 -16
 6 -17
 7 -18
 8 -19
 10 -20
 13 -21
 15 -22
 18 -23
 16 -24
 16 -25
 18 -26
 22 -27
 25 -28
 20 -29
 22 -30
 25 -31
 20 -32
 22 -33
 30 -34

(1)
 (2)
 (3)
 (4)
 (5)
 (6)
 (7)
 (8)
 (9)
 (10)
 (11)
 (12)
 (13)
 (14)
 (15)
 (16)
 (17)
 (18)
 (19)
 (20)
 (21)
 (22)
 (23)
 (24)

3.70

média

4.70

média

5.60

6.00 dura

6.50 Pedrs. finos e médios p^o argiloso compacto

Argila porosa mole vermelha

Argila siltosa p^o arenosa cinza

Alteração de rocha silto-arenosa r^oxa e amarela

50.92
6.00
0.60

SONDAGEM

6 +2"

Penetração
golpes/30cm

-2.25

0.00

- 2
- 3
- 3
- 3
- 3
- 4
- 4
- 5
- 9
- 10
- 6
- 9
- 11
- 9
- 16
- 13
- 14
- 15
- 15
- 18

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

mole

1.70

Argila porosa média
vermelha

7.70

Argila arenosa média
vermelha amarela e róxa

11.60

Alteração de rocha silto-
arenosa róxa e amarela
c17201

20.00

Limite da sondagem

EXPOSIÇÃO DO PARQUE



Nível d'água
Elevação de N. A. em metros

BELO HORIZONTE (MG)

SOCIEDADE ANÔNIMA BRASILEIRA DE RECURSOS
"Sobras"

Data: 15.8.69

SONDAGEM

7 ----- 12"

Penetração
golpes/30cm

	-1.87		
	0.00		
3	-6	1	
4	-7	2	
6	-8	3	
4	-9	4	
4	-10	5	
10	-11	6	
6	-11	7	6.70
	-12		média
11	-13	8	7.80
	-13		riça
9	-14	9	8.70
	-14		média
11	-15	10	9.60
	-15		
15	-16	11	
12	-17	12	
11	-18	13	
11	-19	14	
15	-20	15	
17	-21	16	
19	-22	17	
18	-23	18	
20	-24	19	
22		20	20.00


Argila porosa média amarela e vermelha

Argila arenosa vermelha e amarela

Alteração de rocha silto-arenosa róxa amarela e cinza

8.60
0.58

Limite da sondagem

 Nível d'água
 Elevação do N. A. em 10 minutos
BELO HORIZONTE (MG)

SOCIEDADE ANÔNIMA BRASILEIRA DE RECURSOS
"Sobra"

EXPOSIÇÃO DO PARQUE
GAMÉLEIRO

Data 15/8/69
 CH. URBANIZADORA
 (Sobra)



Belo Horizonte, 29 de novembro de 1971

O B R A N.º MG-100

RELATÓRIO N.º 001/71

CLIENTE: Cia. Urbanizadora Serra do Curral - CIURBE

O B R A: Pavilhão de Exposições da Gameleira

ASSUNTO: Sondagens especiais de verificação

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório se refere aos serviços geotécnicos realizados na área do Pavilhão de Exposições da Gameleira, tendo por finalidade fornecer subsídios à verificação das condições de fundação da estrutura.

2 - SERVIÇOS EXECUTADOS

Para o trabalho em aprêço foram executados os seguintes serviços, no período de 12/11 a 29/11/1971:

- a) 3 furos de sondagem a percussão ϕ 4" (SE - 1 a SE-3) - 45,57m
- b) Coleta de 10 amostras indeformadas - "Shelby" - para ensaios em laboratório.

3 - CARACTERÍSTICAS

As sondagens a percussão foram executadas com auxílio de circulação de água (quando abaixo do NA), e protegidas por um revestimento de 4" de diâmetro nominal. A extração das amostras foi feita com a cravação do amostrador padrão de 1 3/8" e 2" de diâmetro interno e externo respectivamente (Standard Penetration Test).

Anotou-se o número de golpes de um pêso de 65 kg, que cai em queda livre de 75 cm de altura, para cravar 30 cm de amostrador nas camadas de solo atravessadas. O número obtido fornece a indicação da compactação (quando predominam areias ou siltes) ou da consistência (quando predominam argilas) dos solos em estudo.

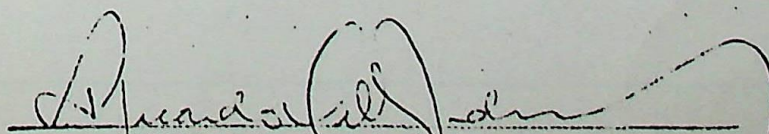
A extração das amostras indeformadas foi efetuada mediante cravação de amostrador especial de parede fina ϕ 3" - "Shelby". Tais amostras serão submetidas a ensaios geotécnicos em laboratório.

4 - APRESENTAÇÃO

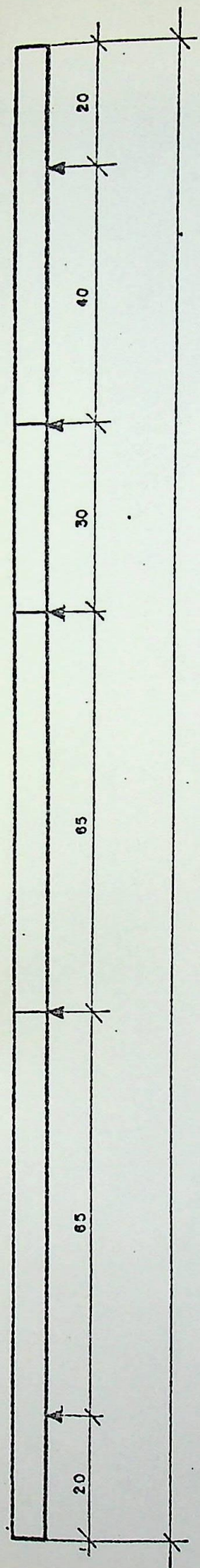
O trabalho é apresentado no desenho nº 001 anexo.

5 - ESCLARECIMENTOS E SERVIÇOS COMPLEMENTARES

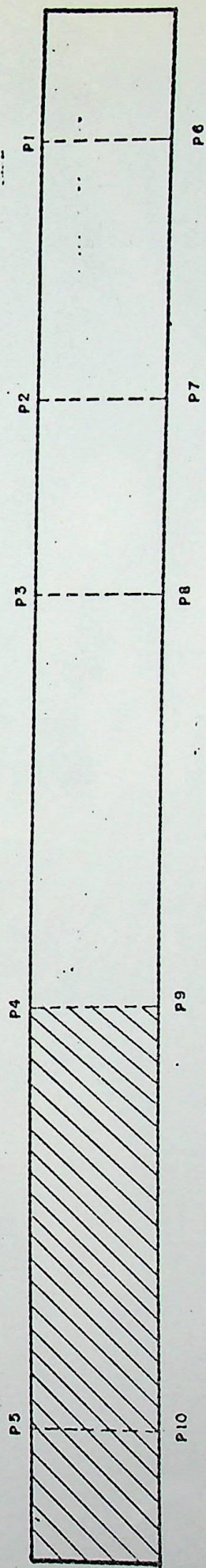
A Geotop se coloca ao inteiro dispor de seu cliente para os esclarecimentos adicionais desejados e novos serviços que se mostrem necessários.



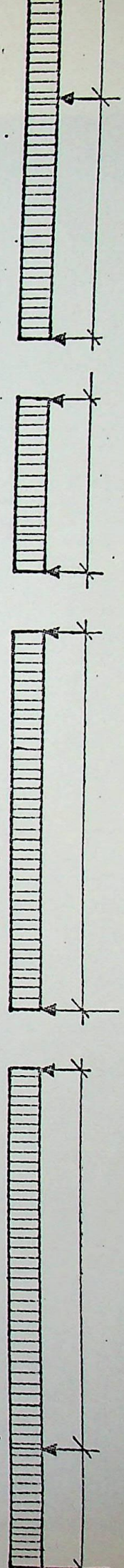
GEOTOP - Estudos Geotécnicos e Topográficos Ltda



a) Sistema Estático



b) Projecção



c) Sistema Estático Decomposto

Fig. 1 - Sistema estático do Pavilhão Exposição da Gameleira



FIG. 2 - "CONJUNTO ARQUITETÓNICO DA GANDELEIRA"



FIG. 3 - "VISTA AÉREA DO P.C.P., ANTES DA RUÍNA"



FIG. 5 - "RUINA DE P-4 DO PEG"



FIG. 6 - "ARENA DE P-9 DO PEG"

EFEI - BIBLIOTECA MAUÁ
8200055



NÃO DANIFIQUE ESTA ETIQUETA